

И. Л. БЕРКМАН,  
А. В. РАННЕВ,  
А. К. РЕЙШ

# УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ОДНОКОВШОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Одобрено  
Ученым советом  
Государственного комитета  
Совета Министров СССР  
по профессионально-  
техническому  
образованию  
в качестве учебника  
для профессионально-  
технических училищ

МОСКВА  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»  
1977



**Беркман И. Л. и др.**  
**Б48** Универсальные одноковшовые строительные экскаваторы. Учебник для проф.-техн. училищ. М., «Высшая школа», 1977.

384 с. с ил. (Профтехобразование. Строительные машины).  
Передзагл. авторы: Беркман И. Л., Раннев А. В., Рейш А. К.

В книге описаны конструкции универсальных одноковшовых строительных экскаваторов с механическим (Э-302Б, ЭО-3311В, ЭО-3111В, Э-304В, Э-652Б) и гидравлическим (ЭО-2621А, Э-5015А, ЭО-3322А, ЭО-4321, ЭО-4121) приводами.

Рассмотрено устройство их узлов и механизмов, включая оборудование и аппараты гидравлического привода. Изложены вопросы технического обслуживания и ремонта экскаваторов, а также организации экскаваторных работ.

**30207-503**  
**Б** — **12** — **77**  
**052(01)—77**

**6С6.1**

# ВВЕДЕНИЕ

Основным законом Союза Советских Социалистических Республик — Конституцией — предусмотрено право граждан на труд, обеспечиваемое социалистической системой хозяйства, неуклонным ростом производительных сил общества, бесплатным профессиональным обучением, повышением трудовой квалификации и обучением новым специальностям, развитием систем профессиональной ориентации и трудоустройства.

В принятом Центральным Комитетом КПСС и Советом Министров СССР в 1977 г. постановлении «О дальнейшем совершенствовании процесса обучения и воспитания учащихся системы профессионально-технического образования» предъявляются новые, более высокие требования к профессионально-техническому образованию молодежи, качеству подготовки квалифицированных кадров для народного хозяйства. Это в полной мере относится и к строительным профессиям.

«Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», утвержденные XXV съездом КПСС, предусматривают дальнейшее увеличение объемов промышленного, энергетического, сельскохозяйственного, мелиоративного и транспортного строительства. В текущей пятилетке намечено построить тысячи новых промышленных объектов и жилые дома общей площадью 545—550 млн. м<sup>2</sup>; построить и реконструировать не менее 65 тыс. км автодорог с твердым покрытием; ввести в эксплуатацию примерно 3 тыс. км новых железнодорожных линий, построить 2,8 тыс. км вторых путей, продолжить строительство Байкало-Амурской магистрали и т. д.

Осуществление намеченных планов связано с выполнением колоссальных объемов земляных работ, из которых примерно 45% выполняется одноковшовыми универсальными экскаваторами, ежегодный выпуск которых в нашей стране превысит к 1980 г. 43 тыс. машин в год. Только в сельское хозяйство в течение 1976—1980 гг. будет по-

ставлено 100 тыс. экскаваторов. Широкое распространение универсальных экскаваторов объясняется тем, что они легко могут быть приспособлены для разнообразных работ за счет применения сменного рабочего оборудования и различных типов привода и ходовых устройств. Одноковшовые экскаваторы появились почти полтора века назад. В России экскаваторы впервые использовались на строительстве железной дороги Петербург—Москва в 1845—1851 гг., а незначительный выпуск их был организован в начале 900-х годов на Путиловском заводе. Интенсивное развитие отечественное экскаваторостроение получило только при Советской власти. В 1926—1931 гг. было начато производство паровых экскаваторов на железнодорожном ходу, а в 1936 г. создан первый дизельный полноповоротный экскаватор на гусеничном ходу. Особенно бурное развитие отечественное экскаваторостроение получило в послевоенные годы. Уже в 1955 г. в нашей стране было выпущено свыше 4500 одноковшовых экскаваторов. В начале 60-х годов объем выпускаемых одноковшовых экскаваторов в СССР стал значительно выше, чем в США. В 1965 г. он достиг почти 20,0 тыс. шт., а в 1975 г. составил свыше 35,4 тыс. штук.

В 1965—1975 гг. как за рубежом, так и в нашей стране произошел коренной перелом в производстве одноковшовых экскаваторов в сторону резкого увеличения выпуска машин с гидравлическим приводом. Вызвано это тем, что гидравлические экскаваторы позволяют не только в 1,25—1,5 раза повысить производительность аналогичных типовых размеров, но и значительно поднять уровень механизации многих видов земляных работ.

В Советском Союзе производство гидравлических навесных на тракторах экскаваторов началось в 1955 г., причем сразу достигло большого объема. В девятой пятилетке создан ряд полноповоротных гидравлических экскаваторов с ковшами емкостью от 0,4 до 4,0 м<sup>3</sup>; их выпуск в 1975 г. превысил 5300 шт. Это явилось большим вкладом в дело развития технического прогресса отечественного экскаваторостроения. К концу десятой пятилетки производство всех типов гидравлических экскаваторов составит свыше 80% от общего выпуска одноковшовых универсальных экскаваторов. Одновременно будет создано большое количество различных видов сменного рабочего оборудования и рабочих органов к гидравлическим экскаваторам, что еще больше расширит область их применения и повысит эффективность использования.

Предлагаемый читателю учебник по одноковшовым универсальным экскаваторам предназначен для подготовки машинистов экскаваторов с механическим и гидравлическим приводами, а также может быть использован для повышения квалификации персонала, занятого на эксплуатации и ремонте экскаваторов.

Введение, главы I, III—VI, X—XII и § 31 и 32 написаны И. Л. Беркманом, главы VII, VIII, XIII, XVIII и § 28—30, 45—47 и 54 — А. В. Ранневым, главы II, XIV, XVI, XVII и § 53, 55—59 — А. К. Рейшем.



**Глава I**

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ  
ОБ ЭКСКАВАТОРАХ**

**§ 1**

**Классификация и основные части  
экскаваторов**

Экскаваторами называются землеройные машины, предназначенные для копания и перемещения грунта. Все экскаваторы в зависимости от использования рабочего времени для собственно копания грунта делят на две большие группы: непрерывного действия — *многоковшовые* и периодического (циклического) действия — *одноковшовые*.

Многоковшовые экскаваторы обе операции — копание грунта и его перемещение — выполняют одновременно; одноковшовые эти операции выполняют последовательно, прерывая копание на время перемещения грунта. Таким образом, рабочее время машины, в течение которого выбирают грунт, и производительность многоковшовых экскаваторов выше, чем одноковшовых. Несмотря на это, одноковшовые экскаваторы распространены шире вследствие их универсальности, т. е. возможности применять их как на земляных, так и на погрузочно-разгрузочных работах в самых тяжелых, в том числе скальных (с предварительным взрыванием), грунтах. Применение многоковшовых экскаваторов ограничено: в основном их используют при рытье траншей и добыче нерудных материалов в карьерах с однородными грунтами без каменных включений.

По способу перемещения экскаваторы бывают сухопутные и плавучие.

По конструкции ходового устройства сухопутные экскаваторы подразделяют на гусеничные, колесные и шагающие (последнее применяют только в одноковшовых экскаваторах).

По типу применяемого основного (первичного) двигателя современные экскаваторы бывают дизельными или электрическими. Выбор двигателя определяется условиями, в которых будет работать экскаватор. Так, дизели используют на экскаваторах там, где машину нужно сравнительно часто перевозить с места на место, например на строительстве нефте- и газопроводов, железных и шоссейных дорог, гражданском строительстве и т. п.

На экскаваторах, постоянно работающих в одном месте, например в карьерах по добыче нерудных материалов, выгодно применять электродвигатели, которые проще и дешевле в эксплуатации.

По приводу механизмов различают экскаваторы одномоторные, у которых все рабочие механизмы приводятся одним или несколькими двигателями, работающими на один вал, и многомоторные, у которых рабочие механизмы приводятся несколькими двигателями, независимо работающими друг от друга.

В СССР все строительные одноковшовые экскаваторы с механическим приводом выпускают одномоторными. Мномоторный привод применяют на строительных гидравлических экскаваторах.

По типу силовых передач движения от двигателя к рабочим механизмам строительные экскаваторы делятся на механические и гидравлические.

У механических экскаваторов движение передается непосредственно от первичного двигателя ко всем механизмам с помощью валов, шестерен, червячных пар, цепных и других механических передач (механическая трансмиссия).

У гидравлических экскаваторов роль трансмиссии выполняют гидронасос (один или несколько), трубопроводы и гидродвигатели (гидромоторы или гидроцилиндры). В трубопроводах циркулирует рабочая жидкость, передающая энергию от насосов к гидродвигателям, которые приводят рабочие механизмы в движение.

Кроме перечисленных признаков классификации, экскаваторы каждой из групп отличаются друг от друга назначением, размерами и мощностью.

Одноковшовые экскаваторы по назначению делят на три основные группы: строительные универсальные, предназначенные для земляных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве; карьерные — для работы в карьерах на разработке рудных и угольных месторождений, а также скальных пород; вскрышные — для разработки полезных ископаемых (угля, руды) открытым способом. К последней группе относятся также и мощные шагающие экскаваторы — драглайны, используемые на горных работах для перекидки верхних слоев пород в выработанное пространство, а также на строительстве крупных гидротехнических сооружений.

Кроме этих основных групп выпускают еще специальные экскаваторы, предназначенные для использования в определенных специфических условиях: подземные — для подземной разработки полезных ископаемых при большой мощности пласта, туннельные — для погрузки взорванной породы при проходке туннелей, торфяные — для добычи торфа и др.

В настоящем учебнике описаны выпускаемые отечественной промышленностью наиболее распространенные (массой до 22 т) одноковшовые универсальные строительные экскаваторы.

Одноковшовый экскаватор (рис. 1) состоит из следующих основных частей: ходового устройства 1, поворотной части и рабочего оборудования.

Ходовое устройство воспринимает и передает на основание (грунт) нагрузку от массы машины и нагрузки, возникающие при работе, а также обеспечивает передвижение экскаватора.

Ходовое устройство экскаваторов бывает следующих типов:

Г — гусеничное с минимально допустимой опорной поверхностью гусениц;

ГУ — гусеничное с увеличенной опорной поверхностью гусениц, предназначенное для работы на грунтах с низкой несущей способностью;

П — пневмоколесное, позволяющее увеличить мобильность экскаватора, облегчить и ускорить его переброску собственным ходом с одного строительного объекта на другой;

Ш — специальное шасси автомобильного типа, отличающееся от типа П тем, что, кроме двигателя, установленного на поворотной части экскаватора, на шасси установлен более мощный двигатель, обеспечивающий передвижение экскаватора с большой скоростью; ходовое устройство типа Ш имеет прочную и низкую специальную раму, отличающуюся по конструкции от рамы шасси грузового автомобиля;

А — шасси грузового автомобиля;

Тр — тракторное (обычно используют пневмоколесные тракторы).

Поворотная часть состоит из поворотной платформы 2 с механизмами и силовым оборудованием и рабочего оборудования 3.

Поворотная платформа опирается через специальное роликовое опорно-поворотное устройство на раму ходового устройства и может доворачиваться относительно него в горизонтальной плоскости. Одна и та же поворотная платформа может быть установлена на ходовые устройства различных типов.

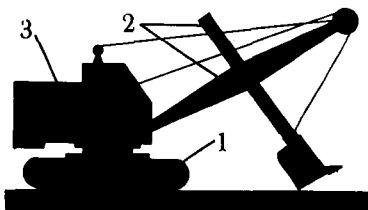
В зависимости от угла поворота поворотной платформы в горизонтальной плоскости экскаваторы называют полноповоротными или неполноповоротными.

Поворотная часть полноповоротного экскаватора может вращаться вокруг вертикальной оси на неограниченный угол. У машин этого типа (рис. 2, а) на поворотной платфор-

1

Схема одноковшового экскаватора:

- 1 — ходовое устройство,  
2 — поворотная платформа,  
3 — рабочее оборудование



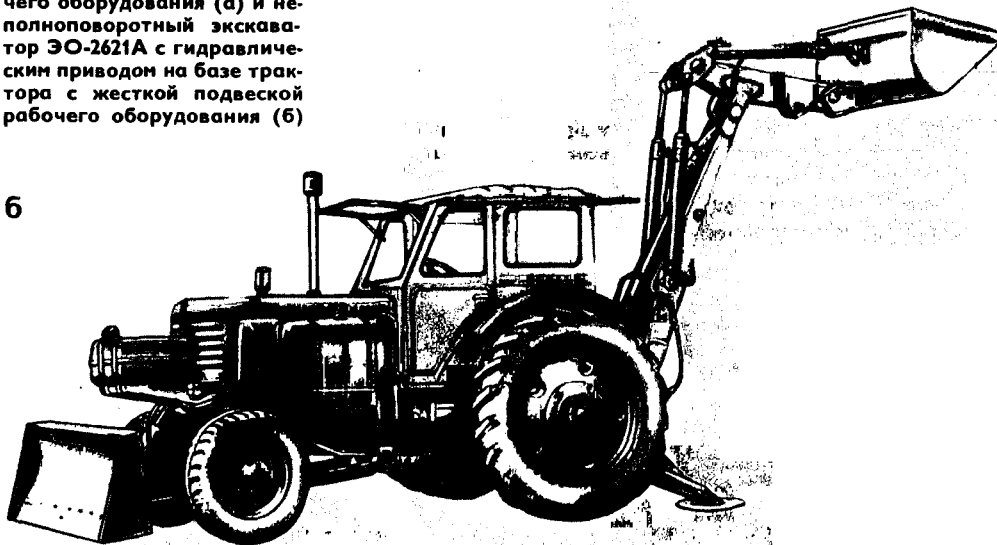
а



2

Полноповоротный экскаватор Э-652Б с механическим приводом на гусеничном ходу с гибкой подвеской рабочего оборудования (а) и неполноповоротный экскаватор ЭО-2621А с гидравлическим приводом на базе трактора с жесткой подвеской рабочего оборудования (б)

6



ме установлены двигатель и основные рабочие механизмы, а также укреплено рабочее оборудование.

Неполноповоротными изготовляют лишь небольшие экскаваторы на базе тракторов (рис. 2, б).

У этих экскаваторов отсутствует поворотная платформа, а рабочее оборудование укреплено с помощью поворотной колонки непосредственно на ходовом устройстве, относительно которого оно вращается на ограниченный угол.

*Рабочим оборудованием* называется комплекс узлов экскаватора, содержащий рабочий орган (например, ковш, крюк или грейфер, с помощью которого копают грунт, поднимают груз, захватывают сыпучие и кусковые материалы) и обеспечивающий его действие в зоне работы экскаватора.

Основной рабочий орган экскаватора — ковш — предназначен для копания, удерживания при перемещении и разгрузки грунта или другого материала. Копанием называется одновременное срезание грунта и заполнение им ковша. Срезаемая часть грунта называется стружкой (рис. 3).

По виду конструктивного исполнения рабочего оборудования экскаваторы бывают с гибкой подвеской, жесткой и телескопической стрелой. У экскаваторов с *гибкой подвеской* стрела, а иногда и рабочий орган (например, ковш) подвешены на канатах, которыми приводятся в действие.

У экскаваторов с *жесткой подвеской* стрела и остальные элементы рабочего оборудования соединены шарнирно друг с другом и приводятся в действие гидроцилиндрами.

С *телескопической стрелой* выпускают экскаваторы-планировщики, у которых выдвижение и втягивание стрелы являются рабочими движениями.

Универсальный строительный экскаватор имеет обычно несколько видов рабочего оборудования, которыми он может работать в зависимости от условий эксплуатации. Эти виды рабочего оборудования могут легко заменяться одно другим, поэтому они называются сменными.

Рабочее оборудование с жесткой подвеской (шарнирно-рычажное) и с телескопической стрелой применяют только на гидравлических экскаваторах.

Рабочий орган к рабочему оборудованию также крепят гибкой или жесткой связью. На рис. 4 показаны различные крепления рабочего органа у разных видов рабочего оборудования с гибкой (канатной) подвеской.

Рабочий процесс одноковшового экскаватора состоит из рабочего цикла, т. е. разработки и перемещения грунта, и передвижения экскаватора к забоя, после того как с места стоянки экскаватора станет неудобно или невозможно продолжать дальнейшую разработку грунта. Во время передвижения экскаватора работа не производится, поэтому время, затрачиваемое на передвижки, следует максимально сокращать.

Рабочий цикл экскаватора состоит из следующих операций:

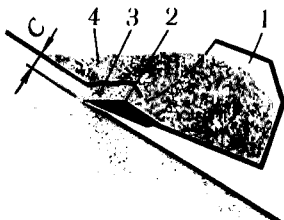
1. Собственное копание грунта (срезание грунта и заполнение им ковша).
2. Выведение ковша с грунтом из забоя, чтобы обеспечить возможность беспрепятственного поворота платформы.
3. Перемещение заполненного грунтом ковша к месту разгрузки, для чего или поворачивают платформу с рабочим оборудованием (у полноповоротных), или только рабочее оборудование (у неполноповоротных машин).
4. Разгрузка грунта из ковша в отвал или в транспортное средство.
5. Перемещение ковша (поворот платформы) к забою.
6. Опускание ковша для подготовки к следующей операции копания.

До конца 60-х годов в нашей стране в основном выпускали полноповоротные экскаваторы с механическим приводом и гибкой подвеской рабочего оборудования. В девятой пятилетке (1970—1975 гг.) быстро развивалось производство гидравлических экскаваторов с жесткой подвеской рабочего оборудования (рис. 5—7). Такое расширение выпуска гидравлических экскаваторов определяется целым рядом их конструктивных, технологических и экономических преимуществ по сравнению с экскаваторами с механическим приводом.

3

Копание грунта ковшом экскаватора:

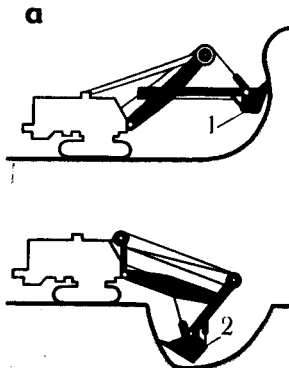
- 1 — корпус ковша,  
2 — режущая часть (зубья),  
3 — стружка,  
4 — призма волочения;  
С — толщина стружки



4

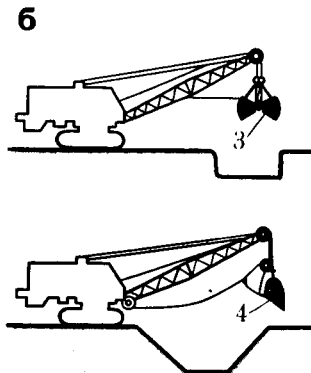
Схемы рабочего оборудования с гибкой (канатной) подвеской:

- а — с жестким креплением рабочего органа,



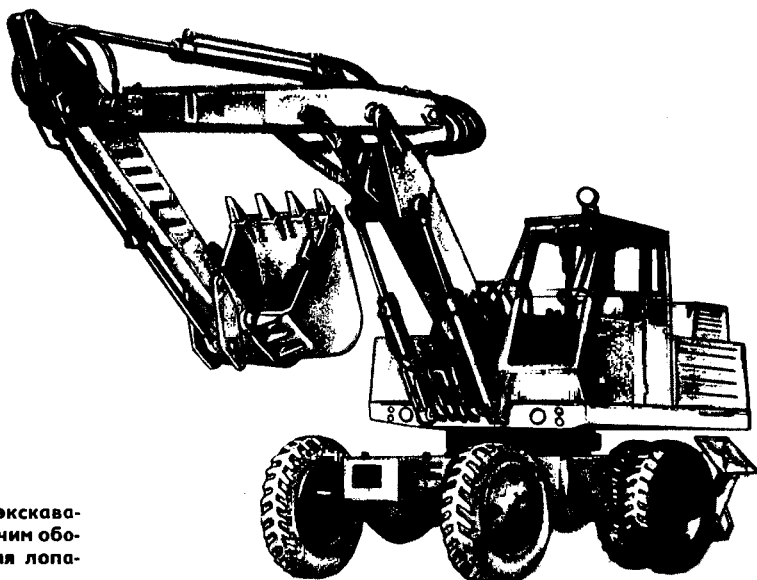
б — с гибким креплением рабочего органа;

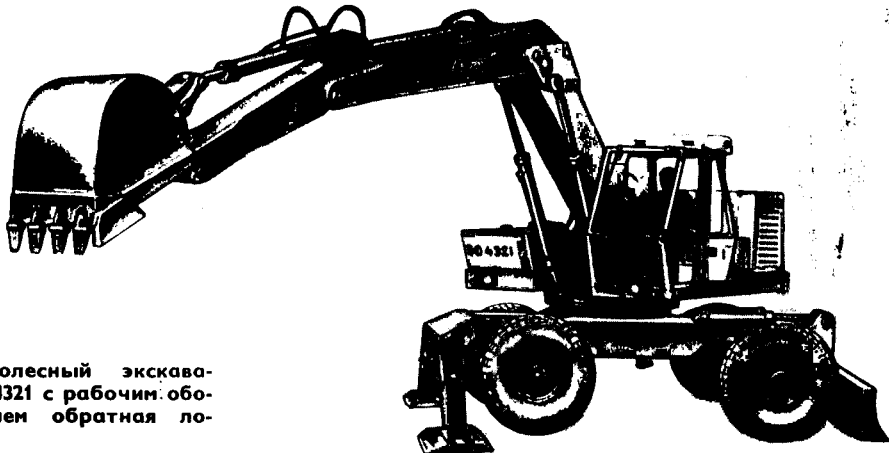
- 1 — прямая лопата,  
2 — обратная лопата,  
3 — грейфер,  
4 — драглайн



5

Пневмоколесный экскаватор ЭО-3322А с рабочим оборудованием обратная лопата





6

Пневмоколесный экскаватор ЭО-4321 с рабочим оборудованием обратная лопата

## § 2

### Система индексации

Системой индексации (маркировки) машин называется принцип, который заложен в структуру индекса (марки), обозначающего тот или иной экскаватор и отражающего его основную характеристику.

Ранее в индексы, применявшиеся для обозначения отечественных экскаваторов, закладывалась только емкость его основного ковша. Например, Э-652Б — экскаватор с ковшом емкостью 65 декалитров ( $0,65 \text{ м}^3$ ), модель 2, вторая модернизация (Б).

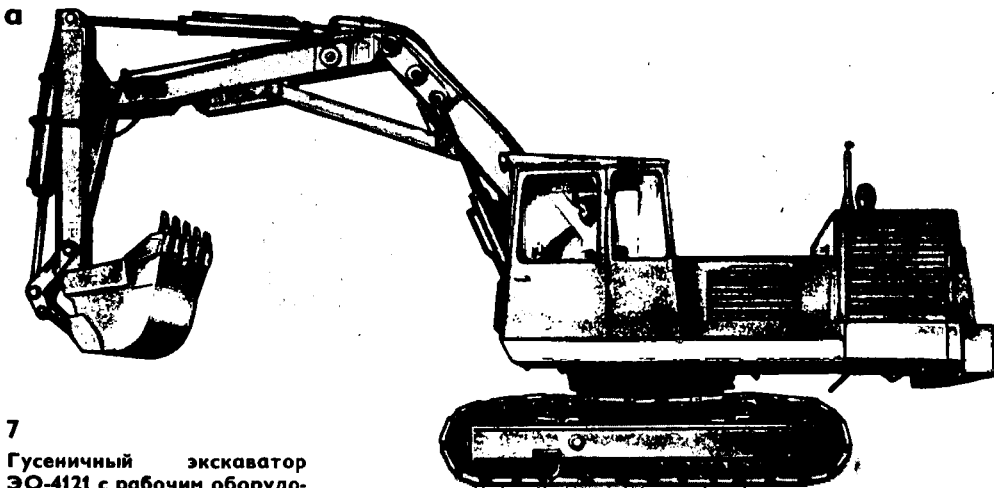
Некоторые из выпускаемых до настоящего времени экскаваторов (например, Э-652Б, Э-304Б, Э-10011Д, Э-5015), не прошедшие модернизацию после введения новой системы индексации, сохранили еще индексы, присвоенные им по старой системе.

По старой системе индекс не давал представления ни о типе ходового устройства экскаватора, ни об исполнении рабочего оборудования, что весьма важно для характеристики машины и ее эксплуатационных возможностей. Кроме того, определение размера (класса) одноковшового экскаватора только по емкости одного из применяемых на этой машине ковшей неопределенно и приводит к неправильному представлению о возможностях машины. Это в еще большей степени относится к гидравлическим экскаваторам, у которых емкость ковшей, применяемых на одной и той же машине, может отличаться в два и более раза.

Размер экскаватора, от которого зависят его рабочие параметры, производительность и т. п., определяется совокупностью ряда факторов, нормируемых ГОСТом. При этом параметром, наиболее полно (по сравнению с остальными) характеризующим размер гидравлического экскаватора, является масса машины, определяющая ее устойчивость и возможность эффективного использования ковшей данных емкостей на соответствующих вылете, глубине или высоте.

В основу действующей системы индексации экскаваторов заложена размерная группа машин, которая определяется в основном в зависимости от эксплуатационной<sup>1</sup> массы экскаватора. Емкости используемых ковшей (диапазон которых может изменяться по мере совершенствования конструкции) приведены для ориентировки.

<sup>1</sup> Эксплуатационной массой называется масса экскаватора с полной заправкой топливом и рабочей жидкостью гидропривода (без машиниста).



**7**  
 Гусеничный экскаватор  
 ZO-4121 с рабочим оборудо-  
 ванием обратная лопата (а)  
 и грейфером (б)

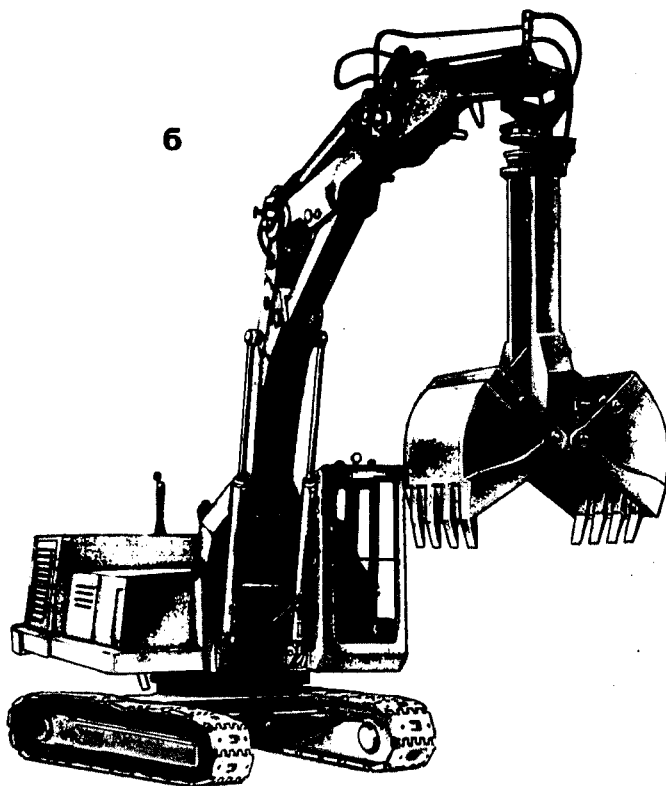


Таблица 1

**Основные характеристики одноковшовых  
универсальных экскаваторов 2–4-й размерных групп**

| Размерная группа | Марка                     | Ходовое устройство         | Эксплуатационная масса экскаватора, т | Мощность двигателя, л. с. | Емкость ковша, м³ |
|------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 3                | С механическим приводом   |                            |                                       |                           |                   |
|                  | Э-302Б,<br>ЭО-3311В       | Пневмокошесное             | 11,7                                  | 50                        | 0,4               |
|                  | ЭО-3111В,<br>Э-303В       | Гусеничное                 | 11,8                                  | 50                        | 0,4               |
|                  | Э-304В                    | То же, уширенно-удлиненное | 12,5                                  | 50                        | 0,4               |
| 4                | Э-625Б,<br>Э-652БС        | Гусеничное                 | 21,25                                 | 82                        | 0,65–0,8          |
| 2                | С гидравлическим приводом |                            |                                       |                           |                   |
|                  | ЭО-2621А                  | На базе трактора           | 5,7                                   | 60                        | 0,25–0,5          |
| 3                | Э-5015А                   | Гусеничное                 | 12,25                                 | 75                        | 0,5               |
|                  | ЭО-3322А                  | Пневмокошесное             | 14,0                                  | 75                        | 0,4–0,8           |
| 4                | ЭО-4321                   | »                          | 19,6                                  | 80                        | 0,4–1,0           |
|                  | ЭО-4121                   | Гусеничное                 | 21,5                                  | 130                       | 0,65–1,5          |

Новая система индексации одноковшовых универсальных экскаваторов (ЭО) предусматривает структуру индекса машины, показанную на рис. 8. Четыре основные цифры индекса означают по порядку их расположения: первая — размерную группу, вторая — тип ходового устройства, третья — исполнение рабочего оборудования и четвертая — порядковый номер данной модели. Буквы (А, Б, В...) обозначают очередную модернизацию данной машины, а также ее специальное климатическое исполнение (ХЛ, Т, ТВ). Например, индексом ЭО-3322А обозначают экскаватор одноковшовый универсальный 3-й размерной группы на пневмокошесном ходовом устройстве с жесткой (шарнирно-рычажной) подвеской рабочего оборудования, 2-й модели, прошедший первую модернизацию.

В настоящей книге описаны экскаваторы 2, 3 и 4-й размерных групп, наиболее распространенные в строительстве. Их основные характеристики приведены в табл. 1.



# Структура индекса однокорпусных универсальных экскаваторов

## Очередная модернизация

|   |   |   |     |
|---|---|---|-----|
| А | Б | В | ... |
|---|---|---|-----|

## Климатическое исполнение

|          |             |                      |
|----------|-------------|----------------------|
| Северное | Тропическое | Для влажных тропиков |
| ХЛ       | Т           | ТВ                   |

Если не было модернизации

## Порядковый номер модели данного типоразмера

ЭО-□□□□□

| Размерная гр. | Масса эксплуатационная, Т | Мощность основного двигателя, л.с. (примерная) | Емкость ковшей (геометрическая), м <sup>3</sup> |
|---------------|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1             | 3-3,5*<br>5,5-6           | 30                                             | 0,15-0,4                                        |
| 2             | 5,5-6,5*<br>8,5-9,5       | 47                                             | 0,25-0,65                                       |
| 3             | 12-17                     | 50-80                                          | 0,4-1,0                                         |
| 4             | 19-30                     | 80-130                                         | 0,65-1,6                                        |
| 5             | 36-40                     | 130-200                                        | 1,0-2,5                                         |
| 6             | 56-60                     | 220-350                                        | 1,6-4,0                                         |
| 7             | 88-95                     | 380-550                                        | 2,5-6,3                                         |
| 8             |                           | Резерв                                         |                                                 |
| 9             |                           |                                                |                                                 |

## Тип ходового устройства

| Индекс | Условное обознач. | Схема  |
|--------|-------------------|--------|
| 1      | Г                 |        |
| 2      | Гу                |        |
| 3      | П                 |        |
| 4      | Сш                |        |
| 5      | А                 |        |
| 6      | Тр                |        |
| 7      | Пр                |        |
| 8      |                   | Резерв |
| 9      |                   |        |

## Исполнение рабочего оборудования

| Индекс | Наименование         | Схема  |
|--------|----------------------|--------|
| 1      | С канатной подвеской |        |
| 2      | С жесткой подвеской  |        |
| 3      | Телескопическое      |        |
| 4      |                      | Резерв |
| 5      |                      |        |

\* В числителе указана масса экскаваторов, навесных на тракторе

На протяжении всей истории человечества люди не раз обращались к изучению свойств жидкости с целью более полного использования ее в своих нуждах.

Гидравлика — наука о законах движения и равновесия жидкостей и способах применения этих законов при решении задач инженерной практики. В гидравлических машинах жидкость взаимодействует с элементами и узлами машин. Изучением кинематического и силового взаимодействия жидкости с элементами машин занимается техническая гидродинамика.

Одним из первых трудов в области гидравлики является трактат Архимеда «О плавающих телах», содержащий его знаменитый закон. Согласно этому закону тело, погруженное в жидкость, испытывает со стороны жидкости выталкивающую силу, равную весу жидкости, вытесненной погруженным в нее телом.

В XVI—XVII вв. труды Архимеда были развиты С. Стевином, Г. Галилеем и Б. Паскалем. Э. Торричелли дал формулу для скорости жидкости, вытекающей из отверстия. Работами Г. Галилея, Х. Гюйгенса и И. Ньютона были установлены основные зависимости, определяющие сопротивление тела, движущегося в жидкости.

В 1742 г. М. В. Ломоносов (1711—1765) в книге «Первые основания металлургии или рудных дел» дал рекомендации по строительству плотин и водяных колес. Он изучал также движение воды в лотках, подводящих воду к обогащательным установкам на рудниках. В конце XVIII в. стали применять водопроводные сети для передачи энергии на расстояние. Энергия жидкости использовалась для разведения мостов.

Русские ученые Д. Бернулли, Л. Эйлер, М. В. Ломоносов создали прочный фундамент для развития гидравлики. В XIX в. русскими учеными И. С. Громекой, Н. П. Петровым, Н. Е. Жуковским было положено начало развития гидродинамики. В середине XIX в. получили распространение гидравлические прессы, был применен гидравлический аккумулятор для накопления энергии в период холостых ходов машин.

В начале XX в. были разработаны гидромоторы и гидравлические трансмиссии тракторов, создана гидродинамическая передача, примененная и на строительных машинах.

## § 3

### Жидкости и их свойства

Однородные жидкости обладают текучестью, т. е. малым сцеплением между частицами, поэтому они быстро принимают форму сосуда, в который помещены. Разлитые на твердую плоскую поверхность жидкости растекаются по ней тонкой пленкой. Для упрощения изучения общих закономерностей, присущих движущейся и покоящейся жидкости, ее часто представляют в виде несжимаемой среды, не обладающей внутренним трением (между частицами). Такую жидкость называют идеальной.

Реальные жидкости обладают рядом физических свойств, которые во многом определяют область их использования. Для изучения курса гидравлики из физических свойств жидкостей наиболее важными являются плотность (весомость), сжимаемость, температурное расширение, вязкость.

Плотностью (весомостью) жидкости  $\rho$  называется количество покоящейся массы данной жидкости, заключающейся в единице ее объема. Согласно этому определению

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad (1)$$

где  $m$  — масса жидкости, кг;  $V$  — объем,  $m^3$ .

Относительной плотностью  $\rho_0$  называется отношение плотности данной жидкости к плотности воды при температуре  $4^\circ\text{C}$  (точнее, при  $3,98^\circ\text{C}$ ) или при  $277\text{ K}$  ( $276,98\text{ K}$ ).

Удельным весом называется отношение веса (силы тяжести) жидкости к занимаемому ею объему

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (2)$$

где  $G$  — вес жидкости, Н;  $V$  — объем,  $\text{м}^3$ .

Так как  $G = mg$ , где  $g$  — ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ , то выражение (2) можно записать так:

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \rho g. \quad (3)$$

Удельным объемом жидкости называется объем единицы массы данной жидкости

$$v_m = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}. \quad (4)$$

Удельный объем жидкости определяют взвешиванием известного объема жидкости, заключенного в мерном сосуде (пикнометре), или с помощью ареометров (рис. 9). Трубка 1 ареометра, погруженная в сосуд 2 с жидкостью 3, плавает в ней. Глубину ее погружения отсчитывают по шкале на трубке 1. Затем по специальным таблицам определяют удельный объем.

С изменением температуры объем жидкости изменяется. Многие жидкости с повышением температуры расширяются. Это явление необходимо учитывать при измерениях и расчетах гидросистем во избежание нарушений их работы или поломок. Температурное расширение жидкости при нагревании характеризуется *температурным коэффициентом объемного расширения*, т.е. относительным изменением объема жидкости при изменении температуры на один градус

$$\beta_t = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot \frac{1}{t - t_0}, \quad (5)$$

где  $V$  — объем жидкости при измеряемой температуре;  $V_0$  — объем жидкости при первоначальной температуре,  $t$  — температура при измерении,  $t_0$  — первоначальная температура жидкости.

При изменении давления на жидкость ее объем также изменяется. Сжимаемость жидкости характеризуется *коэффициентом объемного сжатия*, который представляет собой число, равное отношению относительного изменения объема жидкости к изменению давления

$$\beta_p = - \frac{1}{\Delta p_p} \cdot \frac{\Delta V}{V_0},$$

где  $\Delta p_p$  — величина изменения давления,  $\text{Н/м}^2$ ;  $\Delta V$  — изменение объема жидкости,  $\text{м}^3$ ,  $V_0$  — начальный объем жидкости,  $\text{м}^3$ .

Вязкость жидкости как физическое свойство проявляется только при ее движении. Вязкость характеризует способность жидкости сопротивляться относительному перемещению ее частиц при воздействии внешних сил. Пользуются двумя понятиями вязкости (коэффициента вязкости): динамической и кинематической.

Если представить себе, что жидкость течет как бы слоями, имеющими различную скорость, то, естественно, что между слоями будет возникать сила трения. Сила трения, отнесенная к единице поверхности, на которой она проявляется, называется *напряжением силы трения* ( $\tau$ ). Силы, препятствующие движению потока жидкости, называются *гидравлическим сопротивлением*.

Для большинства жидкостей величина напряжения  $\tau$  при сдвиге прямо пропорциональна изменению скорости сдвига, а коэффициент пропорциональности представляет собой *динамический (абсолютный) коэффициент вязкости*:

$$\tau = \mu \frac{v_1 - v_2}{(y_1 - y_2)},$$

где  $\tau$  — напряжение сдвига;  $\mu$  — абсолютный коэффициент динамической вязкости;  $v_1, v_2$  — скорости двух соседних слоев;  $y_1 - y_2$  — расстояние между слоями жидкости. Коэффициентом кинематической вязкости называется отношение величины коэффициента динамической вязкости  $\mu$  к величине плотности жидкости  $\rho$ :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (6)$$

Единицу измерения коэффициента динамической вязкости в системе CGS называют пуазом (П) в честь французского ученого Ж. Пуазейля (1799—1865).  $1\text{ П} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$ . Единицу кинематической вязкости в СИ называют стоксом (Ст) в честь английского ученого Дж. Стокса (1819—1903).  $1 \text{ Ст} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Вязкость жидкостей определяют опытным путем с помощью вискозиметров. Наиболее распространенным из них является капиллярный вискозиметр Оствальда (рис. 10).

Наполная в сообщающийся сосуд 4 испытуемая жидкость в объеме 2—3 мл под влиянием собственной тяжести протекает в трубку 3. Выше и ниже расширения трубки имеются метки 1 и 2. Нагретую до желаемой температуры жидкость засасывают пипеткой вверх по узкой трубке точно до отметки 2. Во время опыта определяют время понижения жидкости от отметки 2 до отметки 1.

Коэффициент кинематической вязкости вычисляют по формуле

$$\nu = CT,$$

где  $T$  — время понижения уровня жидкости;  $C$  — постоянная прибора, определяемая опытным путем из сопоставления протеканий испытуемой жидкости и воды.

Вискозиметр Энглера (рис. 11), принцип действия которого основан на определении времени на истечение определенного объема жидкости через калиброванное отверстие, состоит из сосуда, в который заливают 200 см<sup>3</sup> исследуемой жидкости. Заданная температура (температура, соответствующая условию работы ее в гидросистеме) жидкости в сосуде поддерживается водяной баней 2, подогреваемой электрическим прибором 4, и контролируется термометрами 3 и 6. Время истечения жидкости из сосудов через калиброванное отверстие 5, запираемое иглой 7, фиксируется секундомером.

Отношение времени истечения через калиброванное отверстие 5 испытуемой жидкости в объеме 200 см<sup>3</sup> к времени истечения такого же количества воды при  $t = 20^\circ\text{C}$  характеризует вязкость жидкости, выраженную в условных единицах — градусах Энглера  $E^\circ$ :

$$\frac{T_{\text{ж}}}{T_{\text{в}}} = E^\circ. \quad (7)$$

Переводят градусы Энглера в единицы кинематической вязкости по формуле

$$\nu = \left(0,073E^\circ - \frac{0,0631}{E^\circ}\right) 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (8)$$

На практике для быстрого, но грубого сравнения вязкостей различных масел можно пользоваться приближенными способами. Например, сравнивают скорости движения капль масла по наклонно расположенному стеклу. Чем медленнее перемещается капля масла, тем больше вязкость масла.

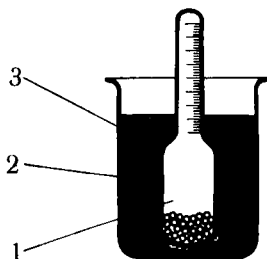
Более грубо определяют вязкость масла, сравнивая силы прилипания большого и указательного пальцев руки, между которыми находится капля масла. Таким способом определяют потерю смазочных свойств масел при длительной их эксплуатации.

Вязкость жидкостей не является постоянной величиной, она зависит от многих факторов, из которых важнейшим является температура: с повышением температуры вязкость жидкостей уменьшается.

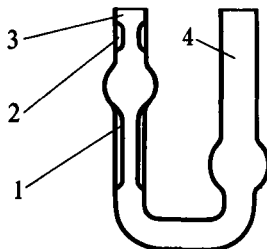
9

**Ареометр:**

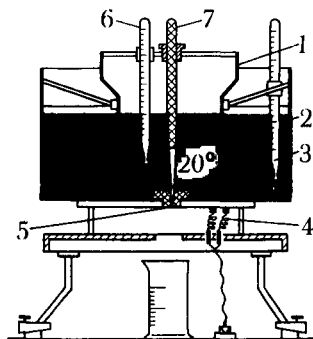
1 — трубка ареометра, 2 — сосуд, 3 — жидкость



10

**Вискозиметр Оствальда:**1 и 2 — метки прибора,  
3 — трубка для засасывания  
жидкости пипеткой,  
4 — сосуд для заливки жидко-  
сти

11

**Вискозиметр Энглера:**1 — сосуд с испытуемой жид-  
костью, 2 — водяная баня,  
3 и 6 — термометры, 4 — элек-  
трический прибор, 5 — кали-  
брованное отверстие, 7 — игла**§ 4****Основы гидростатики**

Гидростатика — раздел гидромеханики, в котором изучаются равновесие жидкости и воздействие покоящейся жидкости на погруженные в нее тела. Жидкость, помещенная в резервуар, оказывает силовое действие на его стенки и дно. Между частицами жидкости возникают силы взаимодействия, зависящие от вида жидкости, давления на ее свободной поверхности и от положения рассматриваемых частиц. Так, вода, бензин и ртуть, налитые в одинаковые сосуды до одинакового уровня, будут оказывать различное гидростатическое давление как на стенки сосуда, так и на его дно. Ртуть, как наиболее тяжелая жидкость, будет давить с большей, вода с меньшей, а бензин с еще меньшей силой. Частицы жидкости, расположенные в верхних слоях водоема, испытывают меньшие силы сжатия, чем частицы жидкости, находящиеся у дна.

Рассмотрим резервуар с плоскими вертикальными стенками, наполненный жидкостью. На дно резервуара площадью  $S$  действует давление жидкости  $P$ , равное произведению удельного веса  $\gamma$  на ее объем  $V$ , т. е.  $P = \gamma V$ . Разделив эту силу на площадь  $S$ , получим *среднее гидростатическое давление на площадь*:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P}{S}. \quad (9)$$

Первым свойством гидростатического давления жидкости на ограждающие поверхности является то, что оно направлено перпендикулярно к площади, на которую оно действует. Реакция ограждающих поверхностей такова, что в каждой точке контакта с жидкостью вызываются только напряжения сжатия.

Вторым свойством гидростатического давления является то, что гидростатическое давление в любой точке жидкостей одинаково по всем направлениям.

Полное, или абсолютное, давление в любой точке покоящейся жидкости складывается из давления на свободной поверхности и давления, созданного массой столба жидкости.

**Свободной поверхностью** называется поверхность истока или покоящейся жидкости, граничащая с воздушной средой.

Давление измеряют манометрами. Конструкция пружинного трубчатого манометра показана на рис. 12. Измеряемое давление через внутренний канал стойки 9 передается в полость овальной пружинящей трубки 4, конец которой при этом перемещается вверх и вправо. С помощью передаточного механизма стрелка 5 поворачивается на некоторый угол и показывает на шкале отсчета величину давления.

## § 5

### Основы гидродинамики

Гидродинамика — раздел гидромеханики, в котором изучаются движение несжимаемых жидкостей и взаимодействие их с твердыми телами.

**Поток жидкости** — это часть неразрывно движущейся жидкости, ограниченная твердыми деформируемыми или недеформируемыми стенками, образующими русло потока. Потоки, имеющие свободную поверхность, называются *безнапорными*. Потоки, не имеющие свободной поверхности, называются *напорными*. **Живым сечением потока** называется поверхность в пределах потока, нормальная в каждой своей точке к соответствующей линии тока (или осредненной местной скорости). В гидравлике обычно принимают за живое сечение площадь плоскости, нормальную к направлению средней скорости потока и ограниченную стенками трубки или русла.

Периметр живого сечения, по которому поток соприкасается с руслом, называется *смоченным периметром*.

**Расход жидкости** — это объемное или массовое количество жидкости, проходящей через живое сечение потока в единицу времени.

В практических расчетах применяют так называемую *среднюю скорость потока*: при этом подразумевают скорость, перемещаясь с которой, частицы жидкости обеспечивали бы тот же самый расход  $Q$ , который имеет место при реальном распределении скоростей, т. е.

$$v_{cp} = \frac{Q}{\omega}, \quad (10)$$

где  $v_{cp}$  — средняя скорость потока жидкости;  $Q$  — расход потока;  $\omega$  — живое сечение потока.

Для измерения местных скоростей в точках живого сечения безнапорного потока жидкости применяют гидродинамическую трубку Пито (рис. 13), которая представляет собой изогнутую под прямым углом трубку. Устанавливают такую трубку открытым концом отогнутой части навстречу потоку так, чтобы центр потока совпал с точкой потока, в которой определяют скорость движения жидкости. Скорость в точках потока определяют по формуле

$$v = \sqrt{2gH}, \quad (11)$$

где  $H$  — высота столба жидкости в трубке Пито;  $g$  — ускорение силы тяжести.

**Гидравлические сопротивления.** Потери энергии (уменьшение гидравлического напора) можно наблюдать в движущейся жидкости не только на сравнительно длинных участках, но и на коротких. В одних случаях потери напора распределяются (иногда равномерно) по длине — это гидравлические *путевые потери*; в других — они сосредоточиваются на очень коротких участках, длиной которых можно пренебречь, — на так называемых *местных гидравлических сопротивлениях* (например, вентиллях, всевозможных закруглениях, сужениях, расширениях).

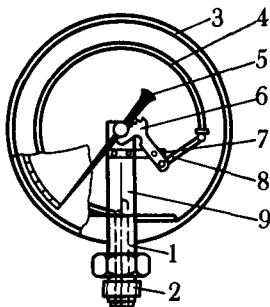
Следует заметить, что потери напора по длине и в местных гидравлических сопротивлениях существенным образом зависят от так называемого режима движения жидкости.

Еще Д. И. Менделеев заметил, что жидкости, перемещаясь в трубах и каналах, в одном случае сохраняют определенный строй своих частиц, в других — перемещаются бессистемно. Исчерпывающие опыты по этому вопросу были проведены английским фи-

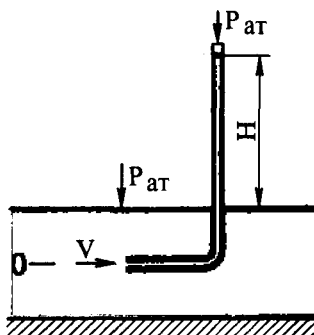
12

**Трубчатый манометр:**

- 1 — канал,
- 2 — резьба на конце стойки,
- 3 — корпус,
- 4 — полая овальная трубка,
- 5 — стрелка указателя,
- 6 и 8 — детали передаточного механизма к стрелке,
- 7 — кронштейн,
- 9 — стойка



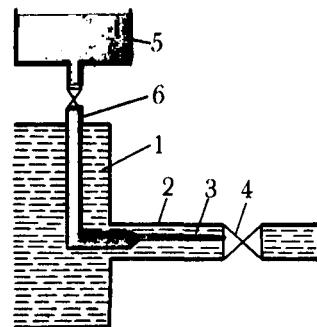
13

**Трубка Пито**

14

**Схема установки Рейнольдса:**

- 1 — резервуар,
- 2 — труба,
- 3 — жидкость,
- 4 — вентиль,
- 5 — сосуд,
- 6 — трубка



зиком О. Рейнольдсом в 1883 г. На рис. 14 изображена установка, аналогичная той, на которой Рейнольдс производил свои опыты. Из резервуара 1 жидкость по прозрачной трубе 2 при открытом вентиле 4 выливается в атмосферу. Над резервуаром помещен сосуд 5 с подкрашенной жидкостью, которая по трубке 6, оканчивающейся соплом, вводится в стеклянную трубу 2. При малом открытии вентиле 4 поток в стеклянной трубе будет перемещаться с малой скоростью. Если теперь пустить подкрашенную жидкость 3 в поток, то последняя будет перемещаться, не смешиваясь с потоком. Это создает впечатление, что отдельные слои жидкости при малых скоростях движения перемещаются независимо, обособленно один от другого. Наблюдается послойное движение жидкости, которое называется *ламинарным*.

Движение потока остается стройным только до определенной величины открытия вентиле 4, т. е. до определенной скорости движения жидкости в прозрачной трубе, после чего слоистое течение жидкости нарушается и движение становится беспорядочным — *турбулентным*. Скорость, при которой нарушается слоистое движение жидкости, называют *критической*.

**Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном течении жидкости в круглой трубе.** При ламинарном течении максимальная скорость находится на оси трубы. У стенок трубы скорость равна нулю, так как частицы жидкости покрывают внутреннюю поверхность трубы тонким неподвижным слоем. От стенок трубы к ее оси скорости нарастают плавно. График распределения скоростей по поперечному сечению потока представляет собой параболоид вращения, а сечение параболоида осевой плоскостью — квадратичную параболу (рис. 15, а).

При турбулентном режиме движения в трубах (рис. 15, б) в тонком пристенном слое толщиной  $\delta$  жидкость течет в ламинарном режиме, все остальные слои перемещаются в турбулентном режиме и называются турбулентным ядром. Таким образом, строго говоря, турбулентного движения в чистом виде не существует. Оно сопровождается ламинарным движением у стенок, хотя слой с ламинарным режимом весьма мал по сравнению с турбулентным ядром.

**Кавитация жидкости.** Кавитация — это явление разрыва потока жидкости при резких изменениях давления (при давлении, стремящемся к нулю). При этом в жидкости образуются пустоты в виде пузырьков. Явление кавитации отрицательно сказывается на работе гидравлического привода, особенно в высокооборотных гидронасосах, вызывая ударные нагрузки на поршень или прекращая поступление жидкости в насос. Давление, при котором возникает кавитация рабочей жидкости гидросистем, лежит в пределах от нуля до  $0,9 \text{ кгс/см}^2$ .

**Скорость передачи гидравлического импульса.** При резком изменении управляющего сигнала регулятора возникает импульс, который начинает перемещаться вдоль трубы. Скорость передачи гидравлического импульса в жидкости равна примерно  $1000 \text{ м/с}$ . При такой малой скорости динамические характеристики гидроприводов могут ухудшаться, так как движение вала гидромотора начнется позже подачи импульса. Особенно это заметно в гидроприводах с длиной основной гидролинии более  $2 \text{ м}$ . Поэтому гидролинии, соединяющие гидрораспределитель с гидродвигателем, должны быть как можно короче.

**Потери давления в трубопроводах.** Потери давления в трубах при ламинарном режиме течения пропорциональны скорости потока. При турбулентном режиме течения потери выражаются через квадрат скорости потока

$$P_{\pi} = \frac{a \rho v^2}{2d}, \quad (12)$$

где  $a$  — эмпирический коэффициент потерь;  $\rho$  — плотность жидкости;  $v$  — скорость потока жидкости;  $d$  — диаметр трубопровода.

Кроме потерь на трение по длине, в прямой трубе в гидравлической сети имеются потери давления, связанные с внезапным расширением, с потерей давления на клапанах или дроссельных щелях.

**Внезапное расширение трубы.** Если труба имеет внезапное расширение, то скорость потока на участке расширения падает с  $v_1$  до  $v_2$ . Поток со скоростью  $v_1$  ударяется о столб жидкости, который движется с меньшей скоростью  $v_2$ . В результате удара жидкость завихряется, что приводит к потере ею энергии и, следовательно, давления.

Потерю давления при внезапном расширении можно определить по формуле

$$P_{\pi} = \frac{\rho (v_1 - v_2)^2}{2}, \quad (13)$$

где  $v_1$  и  $v_2$  — скорость жидкости в соответствующих сечениях трубы,  $\text{м/с}$ ;  $\rho$  — плотность жидкости.

**Внезапное сужение трубы.** Если сечение трубы резко уменьшается, происходит потеря давления жидкости, определяемая по формуле

$$P_{\pi} = \zeta \frac{\rho v^2}{2}, \quad (14)$$

где  $v$  — скорость жидкости в трубе меньшего диаметра,  $\text{м/с}$ ;  $\zeta$  — безразмерный коэффициент гидравлических потерь, определяемый графиком (рис. 16, а) и зависящий от первоначального  $d_1$  и конечного  $d_2$  диаметров трубы.

**Конический диффузор** (расширение трубы в виде конуса). При проходе жидкости через диффузор происходит потеря давления жидкости, зависящая от угла  $\Phi_{\text{д}}$  конической части диффузора (рис. 16, б). Величину потери давления определяют по формуле (13).

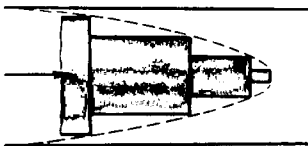
**Конический конфузор** (сужение трубы в виде конуса). В коническом конфузоре потеря давления зависит от квадрата скорости потока в трубе с меньшим диаметром, от коэффициента местных потерь и угла  $\Phi_{\text{к}}$  конической части конфузора (рис. 17) и определяется по формуле (14).



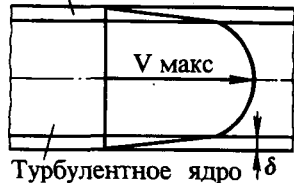
15

Модель ламинарного (а) и турбулентного (б) потоков

а



б Ламинарный слой



16

Графики зависимости коэф-фициента гидравлических потерь от первоначального

$d_1$  и конечного  $d_2$  диаметров трубы (а) и от угла  $\varphi_D$  конической части диффузора (б)

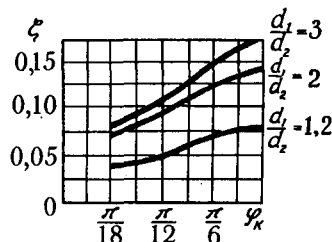
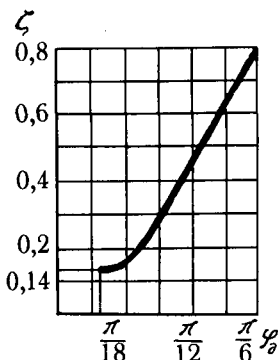
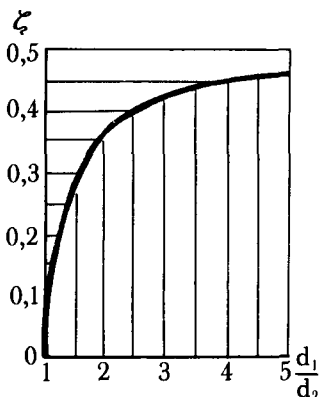
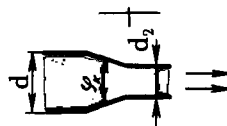
17

Графики зависимости коэф-фициента гидравлических потерь от угла конической части конфузора

а



б



Изгибы труб и ответвления. Потери давления при изгибах труб и ответвлениях определяют по формуле (14).

Коэффициент местных потерь  $\zeta$  зависит от угла изгиба трубы (рис. 18). По формуле (14) также определяют потери давления в ответвлениях. Значения коэффициентов потерь для различных случаев ответвлений даны на рис. 19, а. Коэффициент местных потерь для таких труб зависит от радиуса их изгиба и диаметра (рис. 19, б). Потери по длине гидрوليнии равны сумме потерь на каждом последовательно включенном сопротивлении.

Иногда при расчете систем трубопроводов или маслосистем с большим числом местных сопротивлений потери напора в них вычисляют по их эквивалентным длинам (табл. 2). Длиной, эквивалентной данному местному сопротивлению, считается такая длина прямой трубы (того же диаметра, что и номинальный диаметр рассчитываемого трубопровода), гидравлические потери в которой равны потерям в данном сопротивлении. В результате такой замены все местные сопротивления в системе устраняются, а длины труб соответственно увеличиваются. Далее рассчитывают только прямолинейный трубопровод.

Таблица 2

Эквивалентные  
длины труб

| Местное сопротивление      | Диаметр<br>трубы $d$ ,<br>мм | Эквивалентная<br>длина $l$ ,<br>м |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Отвод под углом $90^\circ$ | 25                           | 0,75                              |
|                            | 250                          | 12,5                              |
| Крестовина                 | 150                          | 7,5                               |
|                            | 250                          | 12,5                              |
| Тройник                    | 100                          | 9                                 |

Расход жидкости через капиллярные щели определяют без учета уменьшения расхода вследствие облитерации, т. е. зарастивания с течением времени сечения щели. Это явление наблюдается при протекании даже тщательно очищенных жидкостей за счет адсорбции поляризованных молекул.

Если номинальный зазор щели равен сумме толщин адсорбированных слоев или меньше ее, может произойти полное зарастивание щели (полная облитерация). Облитерированный слой обладает твердостью, поэтому при полной облитерации требуется приложить достаточно большое усилие, чтобы сдвинуть с места, например, плунжер. При неполной облитерации уменьшение расхода происходит до определенного значения.

**Гидравлический удар в трубопроводах.** Если при движении жидкости по длинному трубопроводу из резервуара 1 (рис. 20) в резервуар 4 быстро закрыть задвижку 3, то по инерции жидкость некоторое время будет перемещаться в прежнем направлении, создавая у задвижки зону повышенного давления. Величина повышенного давления, иногда во много раз превосходящая нормальное давление (давление до закрытия задвижки), называется величиной гидравлического удара, а сам процесс резкого повышения давления называется положительным гидравлическим ударом.

Впервые процесс гидравлического удара в 1899 г. подробно описал выдающийся русский ученый Н. Е. Жуковский, отметив при этом четыре фазы гидравлического удара.

**Первая фаза.** Допустим, что задвижка 3 мгновенно закрылась. Частицы жидкости у задвижки остановились, а вся жидкость, находящаяся в трубе 2, продолжает перемещаться с прежней скоростью. С течением времени начнут останавливаться и частицы жидкости, находящиеся слева от задвижки, т. е. иными словами, фронт остановившейся жидкости будет перемещаться от задвижки к резервуару 1. Рассмотрим этот фронт в сечении  $a-a$ . В остановившемся объеме между задвижкой и сечением  $a-a$  возникнет дополнительное давление  $\Delta P$ , называемое величиной гидравлического удара.

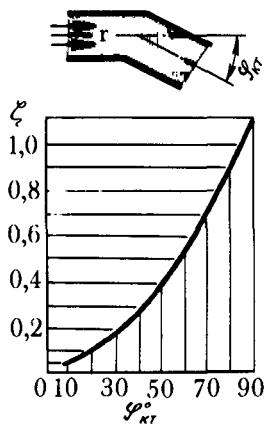
Итак, слева от сечения  $a-a$  жидкость находится под прежним нормальным давлением  $P$  и движется вправо со скоростью  $v_1$ . Справа от сечения  $a-a$  жидкость неподвижна и испытывает давление  $P + \Delta P$ . Фронт сжатия от сечения  $a-a$  быстро перемещается в сторону резервуара. Скорость перемещения этого фронта называется скоростью распространения ударной волны. Описанный процесс послышного сжатия будет продолжаться до тех пор, пока ударная волна не дойдет до стенок резервуара 1. Этим заканчивается первая фаза гидравлического удара. В конце этой фазы вся жидкость в трубе неподвижна, сжата и находится под давлением  $P + \Delta P$ . Часть жидкости из резервуара 1 вошла в трубу.

**Вторая фаза.** Жидкость в трубе 2 сжата. Если отпустить поршень в напоре при перекрытом отверстии, то воздух, расширяясь, заставит перемещаться поршень вверх; в самом цилиндре при этом начнется движение газа вверх в сторону поршня. Точно так же и жидкость в трубе, расширяясь, заставит свои частицы перемещаться в сторону резервуара. Сначала придут в движение слои жидкости поблизости от резервуара, а затем и более отдаленные, т. е. фронт  $a-a$  спада давления до нормального станет теперь перемещаться от резервуара к задвижке. К концу второй фазы вся жидкость в трубе будет перемещаться со скоростью  $v$  в сторону резервуара, а давление в трубе восстановится до нормального.

**Третья фаза.** Начало третьей фазы характерно тем, что жидкость в трубе перемещается в сторону резервуара со скоростью  $v$  и по инерции старается оторваться от задвижки 3.

18

График зависимости коэффициента местных потерь от угла изгиба трубы

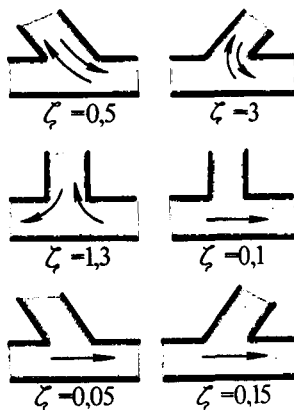


19

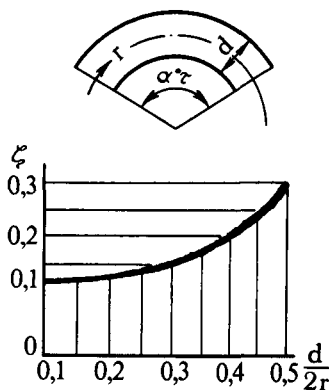
Коэффициент гидравлических потерь для различных ответвлений (а) и зависи-

мость его от диаметра и радиуса изгиба трубы (б)

а



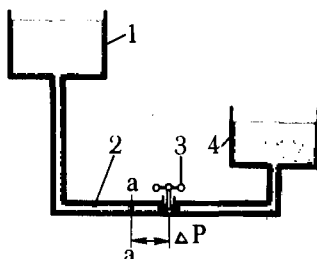
б



20

Схема к расчету гидравлического удара:

1 и 4 — резервуары,  
2 — труба,  
3 — задвижка



У задвижки возникает слой жидкости, в котором давление на величину  $\Delta P$  меньше нормального. Теперь фронт  $a$ —а пониженного давления перемещается в сторону резервуара: слева от него давление нормальное, скорость направлена влево, справа жидкость неподвижна, давление в ней на  $\Delta P$  меньше нормального. Третья фаза заканчивается приходом фронта  $a$ —а к резервуару.

*Четвертая фаза.* Начало четвертой фазы характеризуется тем, что давление у входа в трубу со стороны резервуара нормальное, т. е. равно  $P$ , а со стороны трубы — меньше нормального на  $\Delta P$ , т. е. равно  $P - \Delta P$ . Неуравновешенное состояние приводит к тому, что жидкость из резервуара начинает вливаться в трубу со скоростью  $v$ , повышая давление в последней до нормального. Итак, фронт нормального давления  $a$ —а теперь перемещается в сторону задвижки. Как и прежде, скорость перемещения слоя  $a$ —а равна скорости распространения ударной волны. К концу четвертой фазы скорость во всей трубе равна  $v$ , а давление нормальное.

Так как задвижка закрыта, то, начиная с конца четвертой фазы, процесс гидравлического удара повторяется. Часть энергии жидкости при гидравлическом ударе переходит в тепло, поэтому размах колебаний давления  $\Delta P$  с течением времени затухает и процесс пре-  
ращается.

Силовые передачи являются частью привода экскаватора. Приводом экскаватора называют комплекс узлов и агрегатов, которые приводят в действие рабочее оборудование и механизмы экскаватора (поворота платформы, передвижения и др.) и управляют этими движениями. Привод включает в себя в основном двигатель, силовые передачи, систему управления.

*Двигатель* (точнее — первичный двигатель) преобразует энергию тепловую или электрическую в энергию механическую.

*Силовые передачи* передают энергию от первичного двигателя к исполнительным механизмам, которые осуществляют движение элементов рабочего оборудования экскаватора (стрелы, рукоятки, ковша) и другие функции (поворот платформы, передвижение машины, вспомогательные).

В одноковшовых строительных экскаваторах применяют механические силовые передачи (зубчатые, червячные, цепные, шарнирно-рычажные, канатные, клиноременные), транспортирующие энергию посредством взаимодействия твердых тел, и гидравлические, в которых рабочим телом, передающим энергию к исполнительным механизмам, является жидкость.

*Система управления* — комплекс устройств, управляющих поступлением энергии к исполнительным механизмам, ее распределением между механизмами и регулированием скорости движения последних, а также предохраняющих конструкцию экскаватора от недопустимых перегрузок. В систему управления входят как устройства, находящиеся под контролем машиниста экскаватора, так и действующие автоматически.

## § 6

### Механические передачи

Механизм, предназначенный для передачи вращения от одного вала (входного) к другому (выходному) и изменяющий при этом частоту вращения второго вала по сравнению с первым, называется редуктором. Число, показывающее, во сколько раз редуктор изменяет частоту вращения выходного вала по сравнению с входным, называется *передаточным отношением редуктора*.

На экскаваторах в основном применяют редукторы, уменьшающие частоту вращения выходного вала, которые называют понижающими в отличие от повышающих, т. е. увеличивающих частоту вращения выходного вала по отношению к входному.

Редуктор может состоять из одной или нескольких передач, заключенных в общем корпусе. В зависимости от типа передач различают зубчатые (рис. 21, а), цепные (рис. 21, б) и червячные редукторы.

**Зубчатые передачи** наиболее распространены, их используют для передачи вращения выходному валу, расположенному параллельно или под углом к входному. При расположении выходного вала параллельно входному применяют цилиндрические передачи с зубчатыми колесами, у которых зубья расположены на цилиндрической поверхности (рис. 21, а), при расположении выходного вала под углом к входному применяют конические передачи с зубчатыми колесами, у которых зубья расположены на конической поверхности (рис. 22).

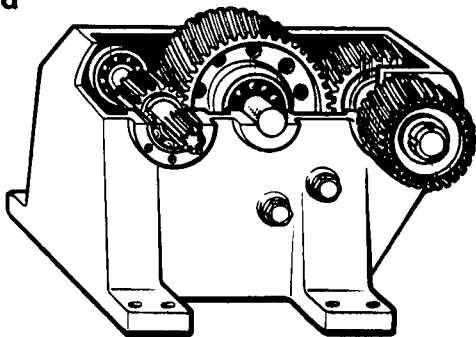
Зубья по форме и расположению могут быть прямыми, расположенными параллельно образующей цилиндра или конуса, косыми или шевронными и спиральными. Косые и особенно спиральные зубья обеспечивают большую плавность работы передачи; но сложнее в изготовлении, поэтому их используют значительно реже, чем прямые.

**Цепная передача** (рис. 21, б) — это механизм для передачи вращения между параллельными валами (ведущим и ведомым) с помощью двух заклиненных на них зубчатых колес-звездочек, через которые перекинута бесконечная цепь. Эти передачи широко применяют

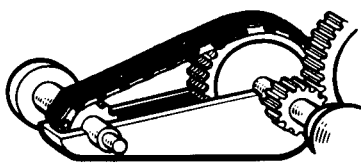
21

Зубчатый (а), цепной (б) и червячный (в) редукторы

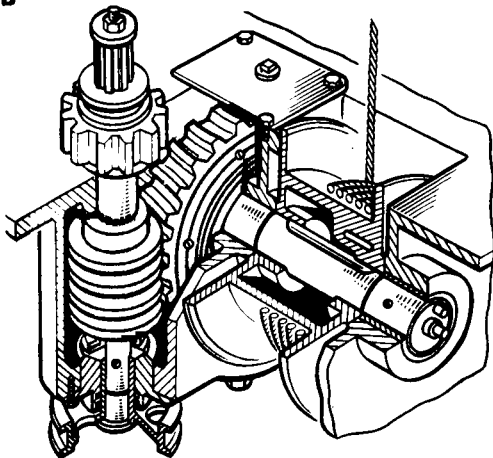
а



б

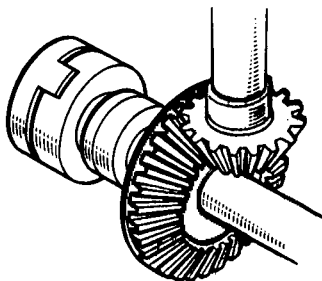


в



22

Коническая зубчатая передача



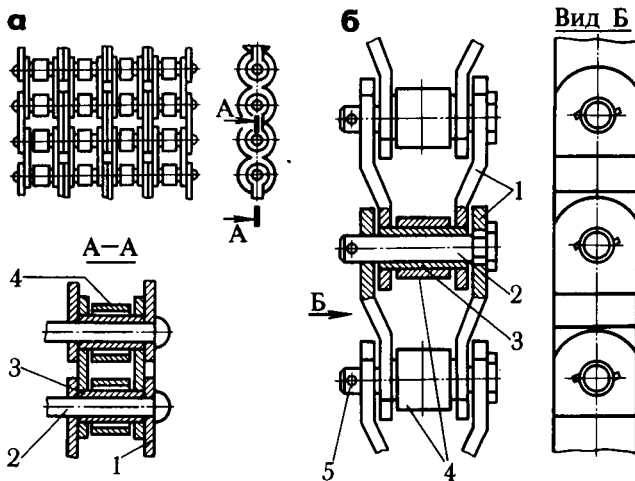
в экскаваторах в качестве как быстроходных, так и тихоходных. В зависимости от числа рядов зубьев на ведущей и ведомой звездочках цепные передачи называют одно- или многорядными.

Конструкции цепей, применяемых на экскаваторах, показаны на рис. 23. Внутренние концы пластин 1 цепи надеты на концы втулок 3 с лысками, предотвращающими поворот втулок в пластинах и износ их в зоне контакта. Пальцы 2 проходят через отверстия наружных концов пластин и втулок. На утолщенной части пальцев также сделаны лыски, благодаря которым пальцы вращаются только вместе с пластинами. Таким образом, при изгибе натянутой цепи на звездочке трение происходит по значительной поверхности соприкосновения пальца 2 и втулки 3, что препятствует быстрому износу цепи. Палец 2 фиксируется от выпадения шплинтом 5. На втулку 3 надевают ролик 4, соприкасающийся с зубьями звездочки.

В цепных передачах устанавливают специальное натяжное устройство, позволяющее регулировать натяжение и предотвращать провисание цепи, длина которой увеличивается при работе за счет вытяжки и износа в шарнирах.

Четырехрядная втулочная цепь с прямыми пластинами (а) и однорядная втулочно-роликовая с изогнутыми пластинами (б):

- 1 — пластины,
- 2 — пальцы,
- 3 — втулки,
- 4 — ролики,
- 5 — шплинт



По конструкции натяжные устройства бывают следующие: концевое винтовое (рис. 24, а), перемещающее ведомую или ведущую звездочку; промежуточное винтовое (рис. 24, б), перемещающее специальную звездочку для натяжения одной из ветвей цепи; промежуточное пружинное (рис. 24, в), в котором вместо натяжных винтов используют пружину, создающую почти постоянную величину натяжения цепи. Последнее устройство используют только для цепных передач, вращающихся в одну сторону, причем натяжную звездочку устанавливают на холостой ветви цепи.

**Червячные передачи** (см. рис. 21, в) — механизмы для передачи вращения между скрещивающимися валами посредством винта (червяка) и сопряженного с ним червячного колеса. Они отличаются малыми размерами и большим передаточным отношением. Червячные передачи обладают низким КПД и быстро изнашиваются.

## § 7

### Гидравлические передачи

Гидравлические передачи в экскаваторах используют, как правило, в сочетании с механическими (например, зубчатыми, цепными), обычно расположенными между исполнительным гидродвигателем и собственно рабочим элементом (ковшом, стрелой, ходовым колесом). В таких случаях гидравлическая передача является частью всей передачи, транспортирующей энергию от первичного двигателя к рабочему элементу. Но несмотря на это, всю передачу и привод в целом называют гидравлическими, так как наличие силовой гидropередачи придает приводу свойства, характерные только для гидропривода. Как и любая другая, гидropередача имеет входное (ведущее) и выходное (ведомое) звенья. Входному звену (например, валу насоса) сообщается извне механическая энергия, транспортируемая гидropередачей к выходному звену (например, к штоку гидроцилиндра), которое передает полученную механическую энергию исполнительному механизму.

Гидropередачи, применяемые в одноковшовых экскаваторах, разделяются на гидродинамические и объемного действия (объемный гидропривод).

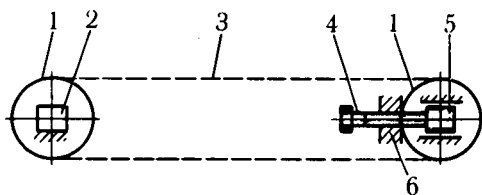
Гидродинамические передачи не имеют жесткой связи между входным и выходным звеньями. Для передачи энергии выходному звену (валу турбины) исполь-

# **Схемы натяжных устройств цепных передач:**

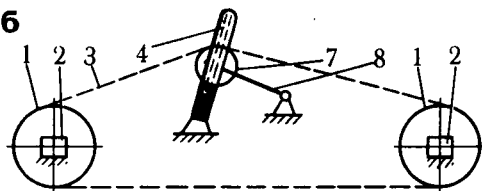
а — концевое винтовое,  
б — промежуточное винтовое,  
в — промежуточное пружинное;

1 — концевая звездочка,  
2 — неподвижный подшипник,  
3 — цепь,  
4 — натяжной винт,  
5 — подвижный подшипник,  
6 — гайка,  
7 — натяжная звездочка,  
8 — качающийся рычаг,  
9 — пружина

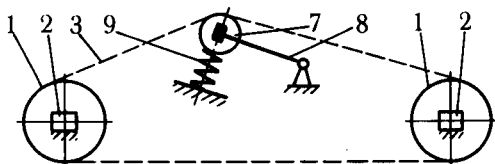
а



б



в



зуется кинетическая энергия жидкости, приведенной в движение насосным колесом, вал которого приводится во вращение от вала двигателя непосредственно или через механическую передачу.

Гидродинамические передачи, используемые на некоторых моделях экскаваторов с механической трансмиссией, обычно не применяют на экскаваторах с гидравлическим (объемным) приводом.

Объемный гидропривод обеспечивает жесткую (в пределах несжимаемости жидкости) связь между входным и выходным звеньями гидропередачи, передавая создаваемое насосом давление гидродвигателю (гидроцилиндру или гидромотору) через рабочую жидкость как промежуточное тело, которое перемещается в замкнутом пространстве.

Преимущества объемного гидропривода определили его широкое применение на самых различных машинах, в частности на одноковшовых экскаваторах. Ниже рассматривается только объемный гидропривод, который будем называть гидропередачей.

Объемная гидропередача включает в себя следующие основные элементы: насос, гидродвигатель (гидроцилиндр или гидромотор) и соединяющие их трубопроводы. В большинство гидропередач входит также гидрораспределитель. На рис. 25 приведены схемы применяемых на одноковшовых экскаваторах гидропередач. Как входное, так и выходное звенья гидропередачи могут иметь вращательное или возвратно-поступательное движение в зависимости от источника механической энергии, соединенного с входным звеном гидропередачи, и конструкции исполнительного механизма, приводимого в действие ее выходным звеном.

Рассмотрим схему гидropередачи, используемой, например, для привода элементов рабочего оборудования (стрелы, рукояти, ковша) экскаватора (рис. 25, а). Вал (входное звено) 1 насоса 2 приводится во вращение непосредственно от вала двигателя или через механическую передачу. Рабочая жидкость, поступившая в насос 2 из бака 9 по трубопроводу (всасывающей линии) 11, подается под давлением по трубопроводу (напорной линии) 3 через гидрораспределитель 4 и один из трубопроводов (рабочую линию) 5 в соответствующую полость гидроцилиндра 6. Под действием жидкости поршень гидроцилиндра перемещается вместе со штоком (выходным звеном) 7, соединенным с одним из элементов рабочего оборудования или другого механизма, выполняя рабочее движение. При этом рабочая жидкость из противоположной полости гидроцилиндра 6 через второй трубопровод (рабочую линию) 5, гидрораспределитель 4 и трубопровод (сливную линию) 8 выжимается поршнем в бак 9.

Гидрораспределитель 4 управляет подачей жидкости в полости гидроцилиндра 6. Его конструкция позволяет попеременно соединять любой из трубопроводов 5 с напорной линией 3 и сливной 8, изменяя таким образом направление движения штока (выходного звена) 7 либо останавливая его в любом положении и запирая входы в оба трубопровода 5. При заперении линий 5 гидрораспределитель 4 соединяет напорную линию 3 и сливную 8, что необходимо для разгрузки непрерывно вращающегося и подающего рабочую жидкость насоса.

Таким образом, описанная гидropередача обеспечивает двустороннее движение выходного звена гидродвигателя (гидроцилиндра) при подаче рабочей жидкости под давлением в одну напорную линию. Она включает в себя сообщающийся с атмосферой бак, откуда рабочая жидкость всасывается насосом и куда сливается жидкость из полости гидродвигателя, противоположной той, в которую рабочая жидкость подается от насоса под давлением. Дренажная линия 10 предназначена для слива в бак утечек рабочей жидкости из насоса.

Такую гидropередачу, называемую *открытой*, применяют при использовании гидродвигателя (например, гидроцилиндров с одним штоком), у которого объем противоположных рабочих полостей неодинаков, вследствие чего уровень рабочей жидкости в баке, сообщающемся с атмосферой, изменяется при работе. На рис. 25, б показана схема открытой гидropередачи с вращательным движением входного и выходного звеньев.

*Закрытой системой* (рис. 25, в и г) называется объемная гидropередача, внутренние полости которой не сообщаются с атмосферой. В этой системе всегда перемещается (если не учитывать утечки) один и тот же объем жидкости.

В описанных гидropередачах рабочая жидкость подается насосом к гидродвигателю (гидроцилиндру или гидромотору). Эти передачи называются *насосными*. Гидropередачи, в которых рабочая жидкость подается не насосом, а поршнем гидроцилиндра, на который воздействует усилие руки или ноги машиниста, называются *безнасосными*.

Безнасосная гидropередача (рис. 25, в), у которой входное и выходное звенья имеют возвратно-поступательное движение, используется в системах гидроуправления. Возвратное движение (справа налево) выходного звена 7 происходит под действием возвратной пружины 14.

Закрытая гидropередача с вращательным движением входного и выходного звеньев (рис. 25, г) отличается от открытой системы, показанной на рис. 25, а, тем, что жидкость по сливной линии 8 поступает непосредственно в насос 2. Так как в такой гидросистеме могут быть утечки жидкости, находящейся под давлением в ее внутренних полостях, то устанавливают подпитывающий насос 16, который через обратный клапан 15 непрерывно пополняет гидросистему жидкостью. Обратный клапан 15 пропускает жидкость только в одном направлении — от насоса 16 в сливную линию 8.

В насосных объемных гидropередачах может применяться насос нереверсивный (рис. 25, а, б), т. е. подающий рабочую жидкость всегда в одну и ту же гидролинию. Если в закрытой гидropередаче применять реверсивный насос, который может подавать жидкость либо в линию 3, либо в линию 8, то гидрораспределитель 4 не требуется, так как при изменении направления подачи жидкости с помощью насоса 2 изменяется и направление вращения выходного звена 7. В этом случае подпитывающий насос 16 должен



Принципиальные схемы открытых (а и б) и закрытых (в и г) систем гидропередач объемного действия:

а — вращательное движение входного звена,

б и г — вращательное движение входного и выходного звеньев,

в — возвратно-поступательное

движение входного и выходного звеньев;

1 — вал (входное звено),

2 — насос,

3 — напорная линия,

4 — гидрораспределитель,

5 — рабочие линии,

6 — исполнительный гидроцилиндр,

7 — шток (выходное звено).

8 — сливная линия (трубопровод),

9 — бак,

10 — дренажная линия,

11 — всасывающая линия,

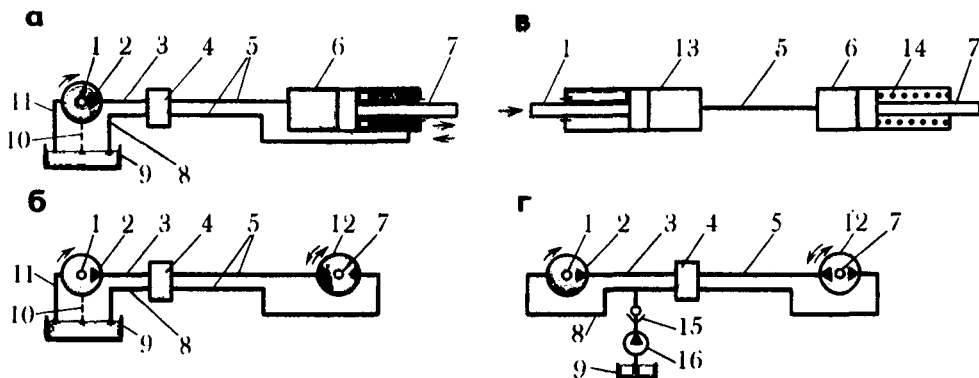
12 — гидромотор,

13 — гидроцилиндр-датчик,

14 — возвратная пружина,

15 — обратный клапан,

16 — подпитывающий насос



быть соединен через обратные клапаны с обеими гидролиниями 3 и 8, которые при реверсировании попеременно становятся напорной или сливной линиями — подпитка всегда производится через линию, из которой жидкость поступает в насос 2.

В приведенных на рис. 25 принципиальных схемах гидропередач не показаны некоторые обычно используемые дополнительные устройства, описанные ниже. В частности, это относится к предохранительным клапанам, ограничивающим максимальную величину давления в гидросистеме и, следовательно, нагрузки всей конструкции машины.

На одноковшовых универсальных экскаваторах, используемых в строительстве, распространены в основном открытые системы гидропередач.

## **Глава IV**

## **РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

### **§ 8**

### **Прямая лопата**

Прямая лопата — рабочее оборудование, предназначенное для разработки грунта выше уровня стоянки экскаватора. Прямой лопатой грунт копают в направлении от экскаватора.

Ковш 4 прямой лопаты (рис. 26) жестко закреплен на рукояти 5, которая соединена со стрелой 6 седловым подшипником 7. Подшипник 7 дает возможность рукояти не только поворачиваться в вертикальной плоскости относительно стрелы, но и совершать возвратно-поступательные движения вдоль оси рукояти.

Стрела 6 шарнирно укреплена в проушинах рамы поворотной платформы и подвешена на стреловом канате 1. В зависимости от высоты разрабатываемого забоя стрела с помощью стрелоподъемной лебедки, расположенной на поворотной платформе экскаватора, может подниматься или опускаться. При работе стрелу устанавливают под углом от 45 до 60° к горизонтальной плоскости.

Для копания грунта поднимают ковш (поворотом рукояти 5) из положения I в положение III подъемным канатом 2, который огибает головные блоки 3 и закреплен на подъемном барабане главной лебедки, установленной на поворотной платформе. Одновременно для регулирования толщины стружки выдвигают рукоять 5 вперед (осуществляют напор) напорным механизмом, с помощью которого выполняют также обратное движение (возврат рукояти).

**Ковш** прямой лопаты — комбинированная конструкция из литых и сварных деталей — состоит из корпуса 1 (рис. 27), откидного днища 3 с засовом 14 и сменных зубьев 13. Стенки ковша соединены между собой сварными швами. Переднюю стенку иногда выполняют литой, но чаще отливают только верхнюю часть ее — козырек со специальными гнездами для крепления зубьев.

Зубья имеют суживающийся к концу хвостовик, входящий в гнездо козырька. От выпадения из гнезда зуб удерживается шплинтом. Изготавливают зубья литыми из высокомарганцовистой стали, хорошо противостоящей истиранию, или штампованными с износостойкой наплавкой.

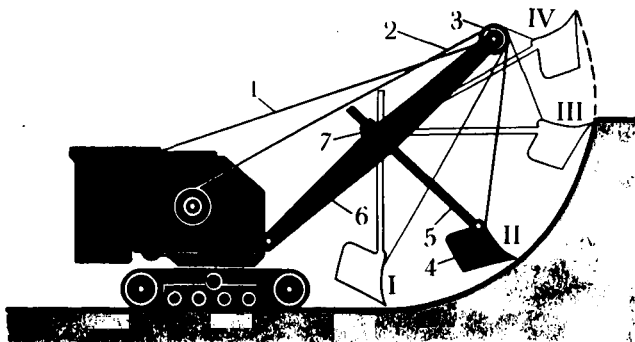
К задней стенке ковша приварены проушины для пальцев 4 и 10, соединяющих ковш с рукоятью 6 и днище 3 ковша с его корпусом, а также проушины для пальца 11, на котором шарнирно смонтирована обойма 9 блока подъема ковша. Задняя и боковые стенки ковша усилены поясами 12. При эксплуатации необходимо периодически осматривать сварные швы поясов, так как чаще всего разрушение ковшей начинается на закруглениях и в местах перехода поясов с боковых на заднюю стенку ковша.

Днище ковша может поворачиваться вокруг пальца 4. При вертикальном положении рукояти 6 (ковш опущен) днище закрывается и в закрытом положении удерживается засовом 14, конец которого входит в отверстие прилива 2 передней стенки ковша под дей-

26

**Схема работы прямой лопаты:**

1 и 2 — стреловой и подъемный канаты,  
3 — головные блоки стрелы,  
4 — ковш,  
5 — рукоять,  
6 — стрела,  
7 — седловой подшипник;  
I—IV — положения ковша



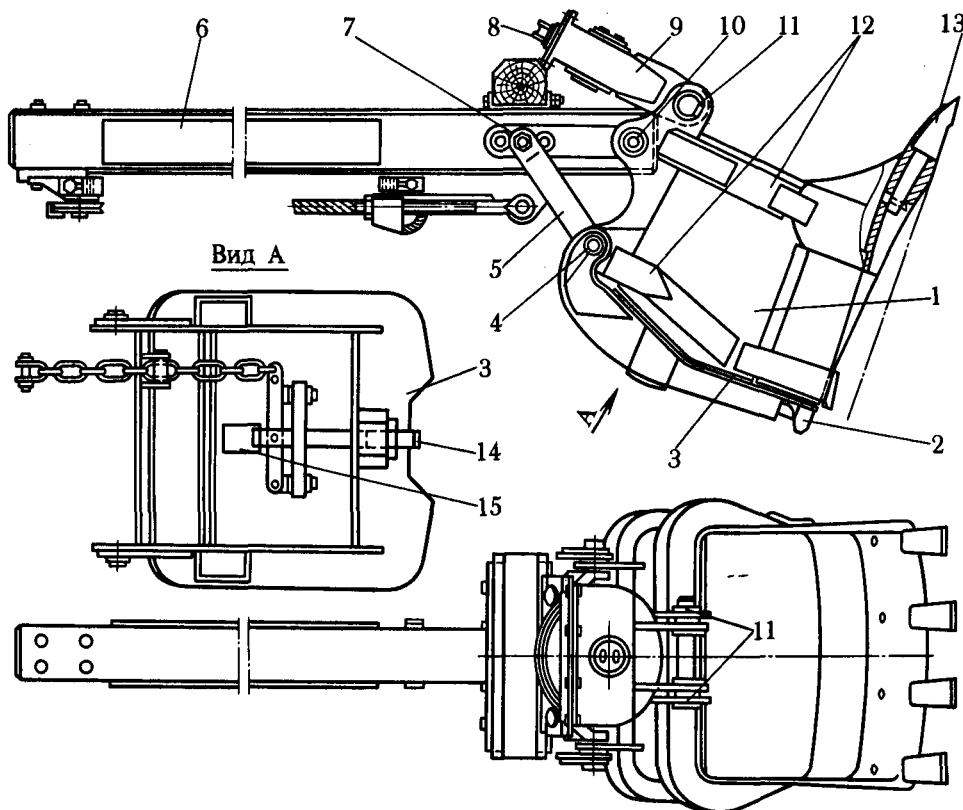
27

**Ковш и однобалочная рукоять прямой лопаты:**

1 — корпус, 2 — прилив,

3 — днище, 4, 7, 10 и 11 — пальцы, 5 — тяга, 6 — рукоять, 8 — брус, 9 — обойма, 12 —

пояс, 13 — зубья, 14 — засов, 15 — стакан



ствием пружины, укрепленной в стакане 15 на днище ковша. Чтобы открыть днище, нужно поднять ковш и выдернуть засов из отверстия прилива 2. При этом под влиянием собственного веса и находящегося в ковше грунта днище открывается.

Для регулирования угла наклона ковша относительно рукояти имеется три отверстия, в одно из которых устанавливают палец 7; при работе на очень плотных грунтах палец 7 переставляют в переднее отверстие, заднее отверстие используют на легких грунтах и в низких забоях высотой до 1,5—2 м. Для предохранения головных блоков 3 (рис. 26) стрелы от поломок под действием ударов при слишком большом подъеме ковша на рукояти закреплен деревянный брус 8 (рис. 27).

Иногда прямые лопаты оснащают ковшами полукруглой формы с передней стенкой и с козырьком в виде совка без зубьев или с одним зубом посередине. На режущую кромку козырька и на зуб наносят слой твердой наплавки для снижения их износа. Такая конст-

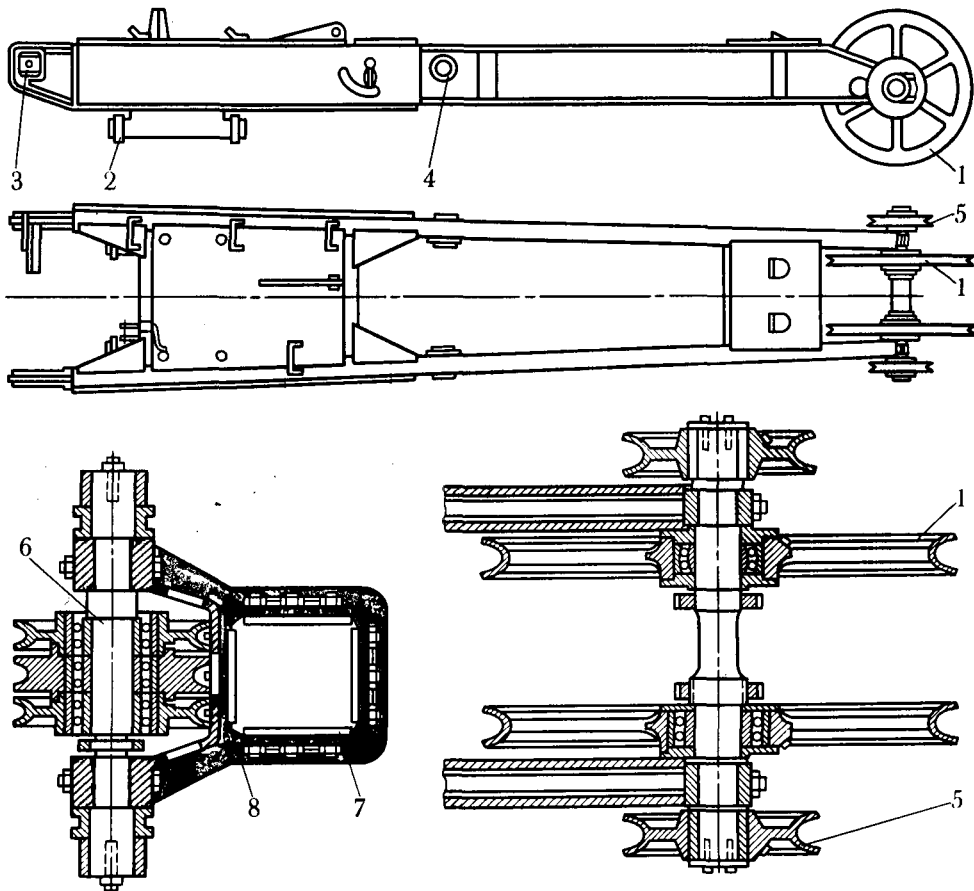
## 28

### Двухбалочная стрела экскаватора Э-652Б:

1 — головной блок подъема ковша,  
2 — амортизатор,

3 — пята стрелы,  
4 — отверстия для установки напорного вала,  
5 — головной стрелоподъемный блок,

6 — напорный вал,  
7 — вкладыш седлового подшипника,  
8 — седловой подшипник



рукация ковша позволяет уменьшать его массу и снижать сопротивления грунта при копании, что значительно (на 25—30%) увеличивает емкость ковша по сравнению с описанной выше конструкцией и повышает производительность экскаватора.

**Рукояти** прямых лопат бывают двух типов: однобалочные (внутреннего типа) и двухбалочные (внешнего типа). На рассматриваемых типоразмерах машин применяют однобалочные рукояти.

Рукоять охватывается седлом, шарнирно укрепленным на стреле. Таким образом, она может совершать возвратно-поступательное движение в направляющих, образуемых седловым подшипником 7 (рис. 26), а также поворачиваться вместе с ним в вертикальной плоскости на оси (или на валу), соединяющей седловую подшипник и стрелу.

Конструкция рукояти обычно определяет и конструкцию напорного механизма. Так, в отечественных экскаваторах при однобалочной рукояти обычно применяют канатный напорный механизм.

**Стрела** прямой лопаты представляет собой прочную пустотелую сваренную из металлопроката конструкцию. В верхней головной части стрелы смонтированы на подшипниках качения два головных блока 1 (рис. 28) большого диаметра, через которые проходит канат подъема ковша, и на втулках два блока 5 меньшего диаметра — для стрелоподъемного каната. Нижним концом — пятой 3 — стрелу с помощью пальцев шарнирно укрепляют в проушинах рамы поворотной платформы. На этих пальцах стрела поворачивается при изменении угла ее наклона.

В средней части стрелы расположен седловый подшипник 8, шарнирно соединенный с ней напорным валом 6, опирающимся на укрепленные в стреле втулки. Однобалочная рукоять опирается на подшипник 8 через сменные чугунные вкладыши 7.

Между седловым подшипником 8 и пятой 3, на нижней стороне стрелы, установлен амортизатор 2, представляющий собой деревянный брус или набор резиновых полос, заключенных в П-образный кожух из листовой стали. Амортизатор предохраняет стрелу от разрушения при случайных ударах ковшом.

## § 9

### Обратная лопата

Обратная лопата — рабочее оборудование, предназначенное для разработки грунта ниже уровня стоянки экскаватора при рытье котлованов, траншей. В отличие от прямой лопаты обратной лопатой грунт копают движением ковша в направлении к экскаватору.

Обратная лопата (рис. 29) состоит из ковша 1, жестко закрепленного на рукояти 6, которая шарнирно присоединена к верхнему концу стрелы 3. Рукоять может поворачиваться по часовой стрелке или против нее при натяжении одного (тягового 2 или подъемного 5) каната с одновременным ослаблением второго.

Угол наклона стрелы обратной лопаты, шарнирно укрепленной в проушинах поворотной рамы, непрерывно изменяется в процессе работы: при заторможенном тяговом канате 2 стрела поднимается во время наматывания подъемного каната 5 на барабан лебедки и опускается при оттормаживании барабана. Подъемный канат поддерживается блоками неподвижной дополнительной стойки 4.

Обратная лопата работает следующим образом. Подтягивая подъемный канат 5, поворачивают рукоять 6 против часовой стрелки, затем стрелу с рукоятью и вынесенным вперед ковшом опускают вниз и зубья ковша под действием веса рабочего оборудования врезаются в грунт (положение I). Грунт копают при подтягивании ковша к экскаватору тяговым канатом 2. В это время подъемный канат 5 расторможен. После того как наполненный грунтом ковш будет подтянут к стреле, ее вместе с рукоятью и ковшом поднимают подъемным канатом из забоя (положение II), а затем вместе с платформой поворачивают к месту разгрузки. Для разгрузки ковша подъемный канат подтягивают еще больше, а тяговый канат отпускают: при этом рукоять с ковшом поворачивается против часовой стрелки и грунт высыпается из опрокинутого ковша (положение III). Затем обратным

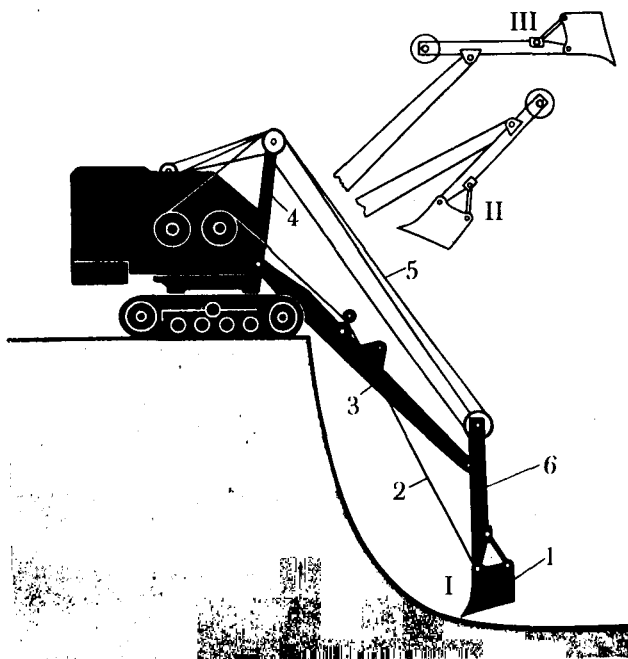
вращением поворотной платформы ковш перемещают в исходное положение (к забоя) и цикл повторяют. Опытные машинисты совмещают подъем стрелы и поворот ее к месту разгрузки, а также опускание стрелы с обратным поворотом к забоя.

**Ковш** обратной лопаты (рис. 30, а) имеет литой козырек и сварной корпус. Кроме сменных зубьев 1, расположенных, так же как и у ковша прямой лопаты, на режущей кромке козырька ковш обратной лопаты имеет зубья 2, укрепленные на боковых его стенках. Назначение этих зубьев — подрезать боковые стенки траншеи во избежание заклинивания в них корпуса, что может вызвать излишний расход энергии на преодоление трения ковша о стенки траншеи. Кроме того, зубья 2 позволяют при необходимости расширять отрытую траншею. Применяют также ковши полукруглой формы, емкость которых увеличена в 1,3—1,5 раза. Ковш крепят к рукояти с помощью пальцев 3, 4, 7 и тяг 8.

**Рукоять** представляет собой полую сварную балку, на переднем конце которой имеются отверстия 5 и 6 для крепления ковша пальцем 7, на заднем — для установки блоков, через которые проходит подъемный канат. В отверстие 5 рекомендуется вставлять палец 7 при малой глубине копания, особенно на плотных грунтах; в отверстие 6 — при большой глубине копания. На рукояти сделаны проушины для крепления ее к стреле. **Стрелу** обычно используют от прямой лопаты. На верхней стороне передней части стрелы смонтирован амортизатор, предохраняющий ее от ударов верхним концом рукояти при выбрасывании ковша вперед для разгрузки или при резком опускании его на грунт.

**Дополнительная стойка** (рис. 30, б) предназначена для увеличения угла между подъемным канатом и стрелой, что уменьшает нагрузку и износ каната. Без блоков, установленных на дополнительной стойке, невозможно было бы опускать стрелу достаточно низко, так как подъемный канат пересекал бы переднюю часть поворотной рамы.

Стойку выполняют в виде портала 9, шарнирно укрепленного в проушинах поворотной рамы. В верхней части портала смонтированы блоки 10 подъемного каната. Верхний конец стойки подвешен тягами или канатами к двупной стойке. При работе дополнительная стойка не изменяет своего положения.



## 29

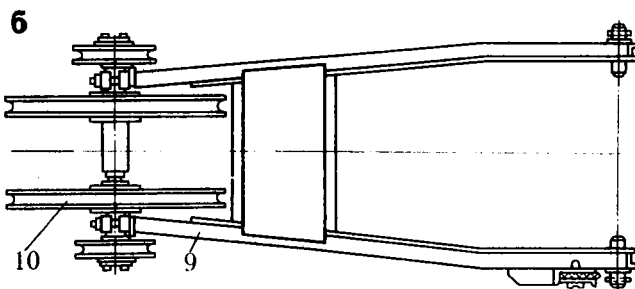
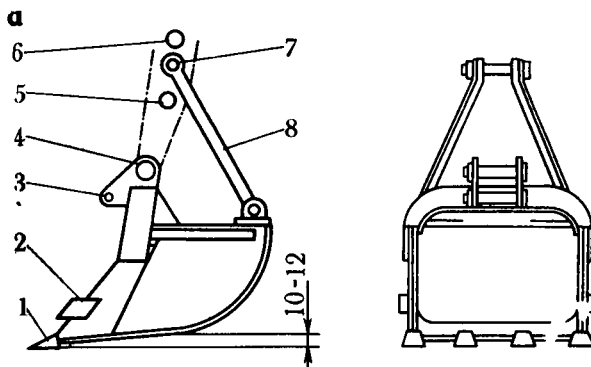
### Схема работы обратной лопаты:

- 1 — ковш,
- 2 и 5 — тяговый и подъемный канаты,
- 3 — стрела,
- 4 — дополнительная стойка,
- 6 — рукоять;
- I—III — положения ковша

30

Ковш (а) и дополнительная стойка (б) обратной лопаты:

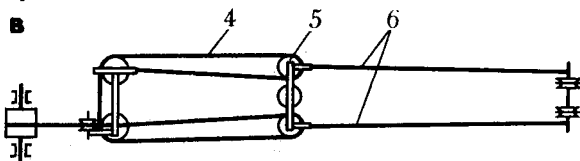
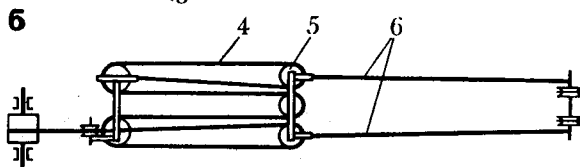
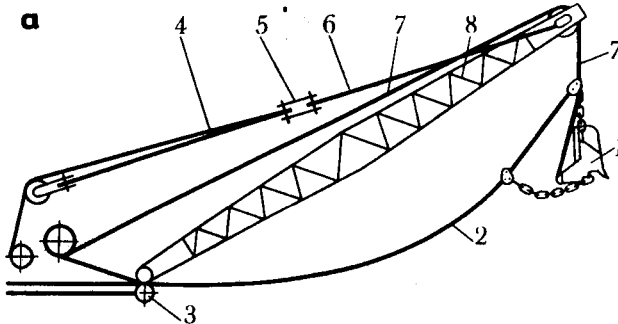
1 и 2 — зубья,  
3, 4 и 7 — пальцы,  
5 и 6 — отверстия,  
8 — тяги,  
9 — портал,  
10 — блоки подъемного каната



31

Общая схема драглайна (а) и схемы запасовки стрелового каната при подвеске стрелы на шести ветвях (б) и на четырех (в):

1 — ковш,  
2 и 4 — тяговый и стреловой канаты,  
3 — наводка тягового каната,  
5 — подвижная траверса,  
6 — канаты подвески стрелы,  
7 — подъемный канат,  
8 — решетчатая стрела



Драглайн — рабочее оборудование для разработки грунта ниже уровня стоянки экскаватора с ковшом, подвешенным на канатах и копающим в направлении к экскаватору. Глубина копания, высота выгрузки ковша и расстояние, на которое может быть заброшен ковш (радиус копания) драглайна, значительно больше, чем у прямой и обратной лопат. Поэтому драглайн используют для рытья больших котлованов и траншей, а также для отсыпки насыпей, в частности на строительстве каналов, автомобильных и железных дорог.

Работает драглайн (рис. 31, а) следующим образом. Ковш 1 опускают на дно котлована или траншеи, а затем подтаскивают его к машине тяговым канатом 2; при этом ковш наполняется срезаемым грунтом. Затем груженный ковш поднимают подъемным канатом 7, одновременно поворачивая платформу к месту разгрузки ковша. После разгрузки ковша поворачивают платформу со стрелой к забою и одновременно опускают ковш.

**Стрела** сварная решетчатой конструкции, что уменьшает ее массу и дает возможность делать ее более длинной, чем стрелы прямой и обратной лопат, применяя ковш той же емкости. За счет удлинения стрелы увеличиваются радиус действия машины и высота выгрузки. Стрела состоит из двух соединенных болтами частей, нижняя из которых уширена к пяте стрелы и шарнирно укреплена в проушинах поворотной платформы. Длина стрелы может быть увеличена за счет дополнительных вставок между верхней и нижней частями стрелы. При удлинении стрелы применяют ковш меньшей емкости. Во время работы драглайном угол наклона стрелы обычно устанавливают в пределах от 30 до 45°.

Чтобы не заменять стреловой канат 4, длина которого рассчитана на стрелу прямой лопаты, для подвески удлиненной стрелы драглайна применяют дополнительные канаты 6 подвески стрелы, соединяющие ось головных блоков стрелы с подвижной траверсой 5. При этом в зависимости от длины стрелы стреловой канат запасовывают по одной из схем, показанных на рис. 31, б (шесть ветвей) и рис. 31, в (четыре ветви), в соответствии с указанием в паспорте экскаватора.

**Ковш** драглайна чаще изготавливают с козырьком, отлитым из высокомарганцевистой стали. Ковш подвешивают на шарнирах (рис. 32) к двум подъемным цепям 2, которые закрепляют пальцами в проушинах 3, расположенных ближе к задней части ковша и приваренных к его боковым стенкам. Верхними концами подъемные цепи 2 укреплены на обойме опрокидного блока 1, к которой крепят также подъемный канат 11. Если ослабить тяговый канат 7, то ковш опрокинется зубьями вниз, повернувшись на пальцах в проушинах 3, и повиснет на подъемных цепях 2. Для свободного поворота ковша во время опрокидывания подъемные цепи 2 раздвинуты распоркой 12.

При одновременном натяжении подъемного и тягового канатов увеличивается расстояние между соединительным звеном 6 и опрокидным блоком 1, что сопровождается натяжением разгрузочного каната 10, закрепленного одним концом на соединительном звене, а вторым — на проушине 9 арки 8 ковша, и подъемом передней части ковша. Во время ослабления тягового каната 7 разгрузочный канат 10 не может удержать передней части ковша, он опрокидывается, поворачиваясь на пальцах проушин 3, и разгружается.

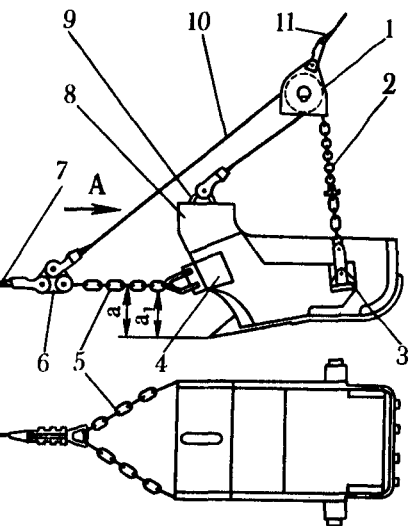
Следовательно, при подъеме нагруженного ковша необходимо держать натянутым тяговый канат 7, для этого его подтормаживают. Четкость работы этой системы зависит от длины разгрузочного каната, которая должна быть строго определенной. Длину каната подбирают такой, чтобы при отрыве ковша от грунта вначале отделялись зубья, а затем уже задняя часть ковша.

Ковш копает при подтягивании его тяговым канатом 7, передающим усилие на ковш через тяговые цепи 5, которые закреплены петлями 4 в проушинах ковша. При этом разгрузочный 10 и подъемный 11 канаты ослаблены. Тяговые цепи при натяжении стремятся приподнять заднюю часть ковша, повернув его вокруг врезавшихся в грунт зубьев, но этому препятствует вес ковша. Однако если сопротивление копанию велико (работа

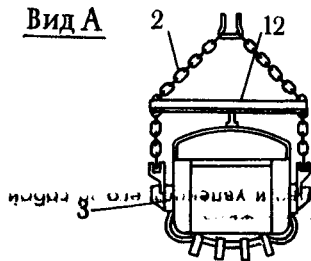


32

**Подвеска ковша драглайна:**  
 1 — опрокидной блок, 2 и 5 — подъемные и тяговые цепи, 3 и 9 — проушины, 4 — петли, 6 — соединительное звено, 7 и 10 — тяговый и разгрузочный канаты, 8 — арка ковша, 11 — подъемный канат, 12 — распорка



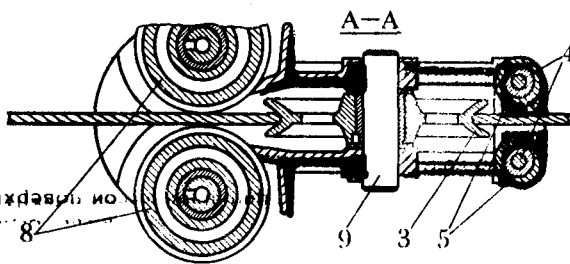
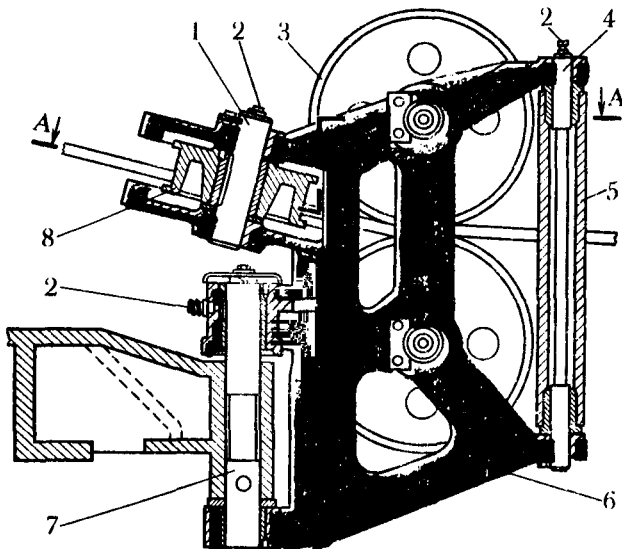
Вид А



33

**Наводка тягового каната драглайна:**  
 1, 4 и 9 — оси, 2 — насленки,

3 и 8 — блоки, 5 — ролики, 6 — корпус, 7 — шкворень



в плотных грунтах), то ковш может опрокинуться. Чтобы предотвратить это, необходимо переставить петли 4, как показано на рисунке пунктиром. В этом положении плечо  $a$  уменьшается до  $a_1$  и для опрокидывания ковша требуется большее натяжение тягового каната, т. е. копать можно с большим усилием. Следовательно, при работе на легких грунтах петли 4 могут быть установлены в верхнем положении, а при работе в плотных грунтах — в нижнем. При разработке дна очень глубокого забоя петли 4 рекомендуется устанавливать в верхнее положение.

На драглайнах, кроме ковшей с прямолинейной режущей кромкой, устанавливают ковши полукруглой формы (без зубьев или с зубьями в средней части), вместимость которых в 1,3—1,5 раза больше.

Для правильного наматывания тягового каната на барабан лебедки служит наводка тягового каната (рис. 33), кроме того, она предотвращает задевание каната за раму плат-

формы и стрелу при работе драглайна. Корпус 6 наводки крепят вертикальным шкворнем 7 в специальном отверстии прилива передней части поворотной рамы. В корпусе установлены на осях 1 и 9 два наклонных 8 и два вертикальных 3 блока. На осях 4 смонтированы два вертикальных ролика 5, которые служат направляющими для тягового каната и позволяют поворачивать всю наводку на шкворне 7 при боковом отклонении каната. Часто для облегчения и упрощения конструкции наводки ролики 5 заменяют вертикальными щеками со сменными чугунными накладками. Обслуживание наводки тягового каната заключается в регулярном смазывании осей блоков и роликов винтовым прессом через установленные на осях масленки 2.

## § 11

### Грейфер

Грейфер — рабочее оборудование для разработки грунтов ниже и выше уровня стоянки экскаватора, для погрузки и разгрузки сыпучих материалов, а также для некоторых видов земляных работ в мягких грунтах (рытье глубоких котлованов, очистки прудов и каналов).

Грейферы бывают одно- и двухканатные. На экскаваторах обычно применяют двухканатные грейферы.

Грейфер 1 (рис. 34) подвешивают на поддерживающем 7 и замыкающем 6 канатах к стреле 3. Работает грейфер следующим образом. При ослаблении замыкающего каната 6 грейфер удерживается поддерживающим канатом 7, укрепленным в верхней головке 10 грейфера. Нижняя головка 13 под действием собственного веса опускается вместе с челюстями 14, смонтированными и шарнирно укрепленными на корпусе обоймы нижних блоков 12 полиспаста замыкающего каната.

При опускании нижней головки 13 челюсти 14 раскрываются, поворачиваясь относительно жестких тяг 11, шарнирно закрепленных нижними концами на челюстях, а верхними —

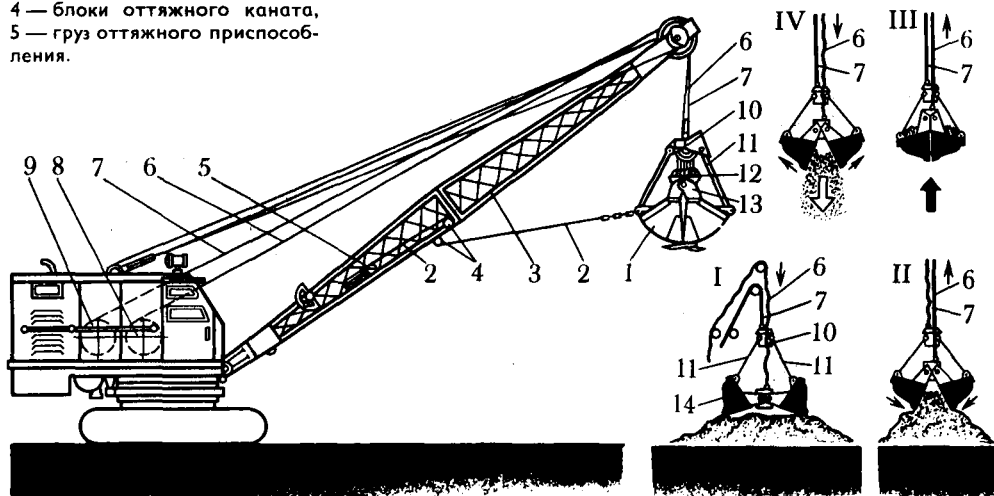
### 34

#### Схема грейфера, подвешенного на экскаваторе:

1 — грейфер,  
2 и 7 — оттяжной и поддерживающий канаты,  
3 — стрела,  
4 — блоки оттяжного каната,  
5 — груз оттяжного приспособления.

6 — замыкающий канат,  
8 и 9 — барабаны замыкающего и поддерживающего канатов,  
10 и 13 — верхняя и нижняя головки,

11 — тяги,  
12 — нижние блоки полиспаста замыкающего каната,  
14 — челюсти;  
I—IV — положения грейфера



на верхней головке (положение I). В таком положении ковш опускают на грунт или другой захватываемый материал так быстро, чтобы зубья челюстей врезались в материал. Затем ослабляют поддерживающий канат 7 и навивают на барабан 8 замыкающий канат 6. При этом стягиваются нижняя и верхняя головки грейфера, а челюсти замыкаются, врезаясь в грунт и захватывая его (положение II).

После замыкания челюстей заполненный грунтом грейфер поднимают на замыкающем канате 6. Одновременно приводят в движение барабан 9, чтобы выбрать поддерживающий канат 7 с такой же скоростью (положение III). Когда платформу со стрелой поворачивают к месту разгрузки, то барабан 9 поддерживающего каната затормаживают, а замыкающий канат 6 ослабляют, что приводит к опусканию нижней головки с челюстями и к разгрузке грейфера (положение IV).

Разгружать грейфер можно на любой высоте как указанным способом, так и затормаживанием барабана 8 при дальнейшем навивании на барабан 9 поддерживающего каната 7. После разгрузки грейфер снова поворачивают к месту разработки и цикл повторяют.

Чтобы предотвратить закручивание канатов 6 и 7 и значительное раскачивание грейфера при повороте платформы, используют оттяжное приспособление, называемое успокоителем. Успокоитель действует на ковш грейфера оттяжным канатом 2. Постоянное, независимое от положения грейфера натяжение каната 2 создается весом перемещающегося внутри стрелы по направляющим груза 5, к которому крепят канат 2, огибающий блоки 4.

На некоторых экскаваторах используют фрикционный механизм открывания днища ковша, на барабане которого крепят канат 2. Для грейфера используют решетчатую стрелу драглайна.

Применяют грейферы двухчелюстные и с большим числом челюстей; число и форма челюстей зависят от вида перегружаемого материала. Однако принципиальная схема их работы не отличается от схемы двухчелюстного грейфера.

Недостаток подвешенного на канатах грейфера заключается в том, что им невозможно разрабатывать плотные грунты: нагрузки от массы грейфера не хватает, чтобы врезаться в грунт. Изготавливают грейферы трех типов: легкого, среднего и тяжелого, причем масса применяемого грейфера должна быть тем больше, чем плотнее грунт. Однако чем тяжелее грейфер, тем меньше грунта он может поднять при данной устойчивости экскаватора. Следовательно, производительность оборудования при этом уменьшается.

На экскаваторах с гидравлическим приводом устанавливают жестко подвешенные грейферы, которые крепят на рукояти обратной лопаты вместо ковша. Основное преимущество жестко подвешенного грейфера заключается в том, что им можно создавать необходимое давление на грунт при врезании, т. е. независимо от массы грейфера разрабатывать плотные грунты.

## Глава V

## МЕХАНИЗМЫ ЭКСКАВАТОРА

### § 12

#### Устройства для включения и выключения механизмов

Для включения и выключения рабочих механизмов предназначены кулачковые муфты, подвижные шестерни и фрикционные механизмы открытого и замкнутого типов. Для ограничения частоты вращения рабочего механизма в одном направлении без ограничения его частоты вращения в противоположном направлении используют противообгонные устройства.

**Кулачковая муфта** (рис. 35). Подвижную часть ее — полумуфту 2 — можно специальным рычагом перемещать вдоль вала 1 по шлицам или шпонке, благодаря которым она вращается вместе с валом 1. Правая 3 и левая 4 неподвижные полумуфты жестко соединены с элементами механизмов, которые включаются кулачковой муфтой. Полумуфты 3

и 4 закреплены от осевого перемещения по валу 1, но свободно вращаются на нем. Когда полумуфта 2 перемещается в крайнее левое положение, ее кулачки 5 входят в соответствующие впадины полумуфты 4. При этом вместе с валом 1 и полумуфтой 2 будет вращаться полумуфта 4 и постоянно соединенный с ней рабочий механизм (например, цепная передача). Кулачки 5 располагают как на торцах, так и на периферии или внутри полумуфты.

Если полумуфту 2 отодвинуть вправо, в нейтральное положение, показанное на рисунке, то механизм остановится, хотя вал 1 с полумуфтой 2 могут продолжать вращаться. Чтобы механизм самопроизвольно не включался, включающий рычаг обычно фиксируют во включенном положении, заводя его за специальный упор, так как неожиданное выключение кулачковой муфты во время работы может привести даже к аварии.

Правую полумуфту 3 и соединенный с ней механизм включают аналогично — перемещением подвижной полумуфты 2 вправо.

Описанная выше кулачковая муфта называется муфтой двустороннего действия, так как работает в обе стороны, включая левую или правую неподвижные полумуфты. Если нужно включать только одну неподвижную полумуфту, то применяют муфту одностороннего действия.

Необходимо обращать внимание на то, чтобы кулачки полумуфт полностью входили в зацепление. Если рабочие поверхности кулачков будут касаться не по всей плоскости, то они частично деформируются, в результате чего на углах кулачков образуются скосы. Это приводит к самовыключению муфты при работе, даже если рычаг управления муфтой поставлен на упор. Грязь или посторонние предметы между полумуфтами могут мешать полному включению кулачковой муфты.

**Подвижные шестерни** для включения и отключения рабочих механизмов перемещают вдоль вала по шпонке или шлицам и вводят в зацепление (или выводят из него) с неподвижной шестерней, расположенной на другом валу и зафиксированной от осевого перемещения. Ведущей может быть любая из этих шестерен.

Подвижная шестерня может быть сдвоенной, состоящей из двух скрепленных между собой шестерен различных диаметров. Сдвоенные подвижные шестерни применяют для изменения частоты вращения ведомого вала, например в механизмах поворота и передвижения экскаватора.

Во включенном положении зубья подвижной шестерни должны находиться в зацеплении с зубьями неподвижной шестерни по всей длине. Частичное включение шестерни может привести к неправильной работе и поломке зубчатой передачи. Полного зацепления шестерен достигают теми же средствами, которые применяют для правильного включения кулачковых муфт.

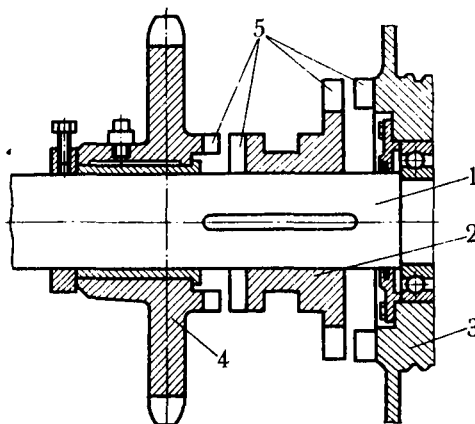
Рычаг, управляющий включением подвижной шестерни, также следует фиксировать во включенном положении во избежание самопроизвольного включения механизма или неполного включения шестерен.

Кулачковые муфты и подвижные шестерни нельзя включать и выключать при вращающихся валах (или вращении одного из них) и под нагрузкой, так как в этом случае возможны поломки кулачков или зубьев вследствие удара вращающихся и неподвижных частей муфты (шестерен), а также неполного зацепления. Кроме того, удары, сопровождающие включение вращающейся кулачковой муфты или подвижной шестерни, отрицательно сказываются на других механизмах.

**Фрикционные механизмы** (преимущественно открытого типа) используют для плавного включения на ходу и под нагрузкой механизмов трансмиссии экскаватора, а также для плавной их остановки. От четкости их работы в большой степени зависит качество работы всего экскаватора, что объясняется необходимостью часто включать или выключать его механизмы. Так, у прямой лопаты в течение одного рабочего цикла лебедка подъема ковша включается и тормозится 2—3 раза, напорный механизм (напор и возврат рукоятки) — до 5—6 раз, механизм поворота платформ — 3—4 раза. Экскаватор с прямой лопатой может совершать в зависимости от размера машины от 2,5 до 4 циклов в минуту. Следовательно, число включений механизмов в одну минуту может быть более 50. Действие фрикционных механизмов основано на использовании сил трения, возникающих

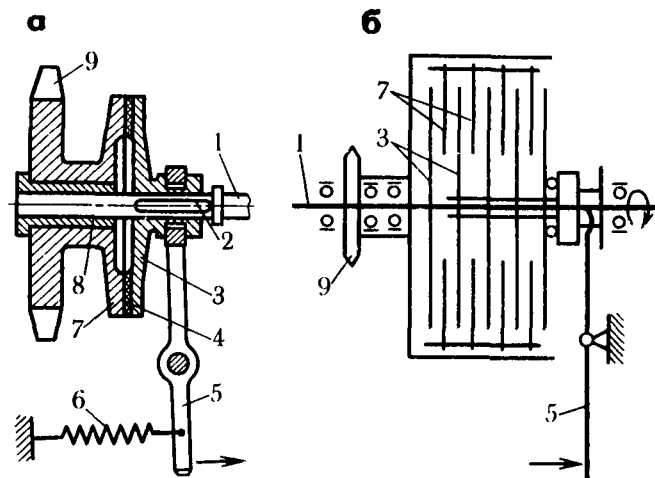
### Кулачковая муфта двустороннего действия:

- 1 — вал,  
2 — подвижная полумуфта,  
3 и 4 — правая и левая неподвижные полумуфты,  
5 — кулачки



### Однодисковый (а) и многодисковый (б) фрикционы:

- 1 — вал,  
2 — шпонка,  
3 и 7 — ведущий и ведомый диски,  
4 — фрикционная накладка,  
5 — рычаг управления,  
6 — возвратная пружина,  
8 — втулка,  
9 — звездочка рабочего механизма



между прижатыми друг к другу вращающимися один относительно другого дисками. При этом на движущийся диск действует сила, стремящаяся остановить его, а на неподвижный — сила, стремящаяся сдвинуть его в том направлении, в котором движется первый диск. Обе эти силы являются результатом трения. Они равны по величине и противоположны по направлению. Величина сил трения зависит от двух факторов: усилия, с которым движущийся и неподвижный диски прижаты один к другому, и коэффициента трения.

Коэффициент трения зависит в основном от качества соприкасающихся поверхностей и физических свойств материалов, из которых сделаны диски (если между ними не попадет какой-нибудь третий материал). Величина коэффициента трения показывает, какую часть по сравнению с силой нажатия трущихся дисков составляет сила трения между ними. Например, коэффициент трения 0,3 означает, что если движущийся и неподвижный диски прижаты один к другому с силой 100 кгс, то возникающая между ними сила трения равна 30 кгс. Таким образом, сила трения между двумя дисками будет тем больше, чем с большей силой они прижимаются друг к другу и чем выше коэффициент трения.

так как трение всегда сопровождается износом, а фрикционные механизмы работают при включении, выключении и остановке рабочего механизма с трением, то обычно для них выбирают материалы, хорошо сопротивляющиеся истиранию.

Все фрикционные механизмы делятся по своему назначению на фрикционные муфты (или фрикционы) и тормоза; первые передают движение, а вторые останавливают движущийся механизм.

Конструктивное исполнение фрикциона или тормоза может быть различным. На экскаваторах применяют следующие типы фрикционных механизмов: дисковые, ленточные, цилиндрические колодочные, конусные колодочные.

Фрикционные механизмы любого из перечисленных типов в зависимости от назначения можно использовать либо как фрикцион, либо как тормоз.

У дискового фрикционного механизма рабочие поверхности трения расположены на торцах ведущих и ведомых дисков. При одном ведомом диске фрикцион или тормоз называется однодисковым; при двух — двухдисковым и более двух — многодисковым.

В однодисковом фрикционе (рис. 36, а) ведущий диск 3 перемещается на шпонке 2 по валу 1, приводимому во вращение двигателем, и все время вращается вместе с этим валом. Если не прилагать усилия к рычагу 5, то под действием возвратной пружины 6 ведущий диск 3 отодвинется от ведомого диска 7, свободно сидящего на втулке 8. При этом диск 7 и цепная звездочка 9 неподвижны, т. е. рабочий механизм отключен от вращающегося вала 1.

При нажатии на рычаг 5 (как указано стрелкой) преодолевается сопротивление возвратной пружины 6 и ведущий диск 3 перемещается по валу 1 к ведомому диску 7. При этом фрикционные накладки 4 прижимаются к торцевой поверхности ведомого диска и трением увлекают его и звездочку 9 рабочего механизма за собой. Прижимая ведущий диск к ведомому с различной силой, можно при включении регулировать усилие, передаваемое на рабочий механизм. Если отпустить рычаг 5, возвратная пружина 6 снова отключит механизм.

Фрикционные накладки 4 изготовляют из фрикционных материалов (например, асбестокартона, специальных сортов пластмасс) и крепят к диску 3 заклепками. Головка заклепки должна быть утоплена ниже поверхности трения не менее чем на половину толщины новой накладки. Накладку необходимо заменять при износе ее до головок заклепок, так как во время трения заклепок о рабочую поверхность диска 7 не только уменьшается передаваемое фрикционом усилие (коэффициент трения заклепок о сталь или чугун значительно меньше, чем у накладок), но и портится рабочая поверхность диска.

Случается, что накладки изнашиваются до заклепок, а машинист не обнаруживает этого своевременно. Поэтому для предохранения рабочей поверхности диска рекомендуется изготовлять заклепки из мягкого металла (красной меди, алюминия).

Описанный фрикцион можно превратить в тормоз, останавливающий вращение звездочки 9 рабочего механизма, для чего достаточно неподвижно закрепить вал 1. В этом случае звездочка будет заторможена при включении фрикционного механизма.

Передаваемое дисковым фрикционным механизмом усилие увеличивается пропорционально числу рабочих плоскостей трения. Поэтому, когда нужно передавать большое окружное усилие при сравнительно небольшом диаметре дисков, применяют многодисковые фрикционы (рис. 36, б). Постоянно вращающийся ведущий вал 1 соединяется со звездочкой 9 при сжатии ведущих 3 и ведомых 7 дисков рычагом 5.

Особенностью ленточных фрикционных механизмов является использование стальной ленты с наклепанной на ней фрикционной накладкой, выполненной в виде сплошной ленты или отдельных секций. Фрикционную накладку крепят так же, как и на дисковых фрикционных механизмах, причем заклепки располагают в шахматном порядке.

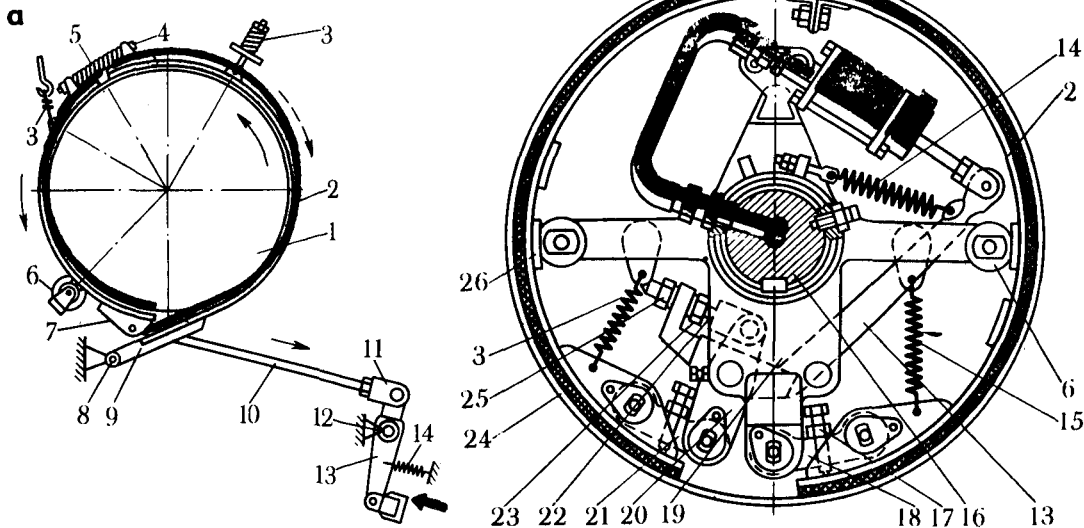
В зависимости от того, где расположена лента — снаружи или внутри фрикционного (тормозного) шкива, ленточные фрикционы (тормоза) бывают двух типов: наружного и внутреннего. Рабочей поверхностью трения является соответственно наружная или внутренняя цилиндрическая поверхность шкива.

# **Ленточные фрикционные механизмы наружного (а) и внутреннего (б) типов:**

1 — тормозной шкив, 2 — фрикционная лента, 3 и 15 — оттяжные пружины, 4 — соединительный болт, 5 — пружина,

6 — упорный ролик, 7 и 9 — проушины, 8 — палец, 10 — регулировочная тяга, 11 — наконечник, 12 — ось, 13 — рычаг, 14 — возвратная пружина, 16 — вал, 17 — установочный болт,

18 и 21 — серьги, 19 — крестовина, 20 — двуплечий рычаг, 22 — регулировочный болт, 23 и 25 — регулировочные гайки, 24 — фрикционный шкив, 26 — направляющая скоба



*Ленточный фрикционный механизм наружного типа (рис. 37, а). Тормозной шкив 1 жестко соединен с рабочим механизмом и вращается вместе с ним против часовой стрелки. Шкив охватывается снаружи фрикционной (тормозной) лентой 2, которая состоит из двух частей, соединенных болтом 4. Неподвижный (набегающий) конец ленты 2 с приваренной к ленте проушиной 9 пальцем 8 шарнирно закреплен на станине или другой неподвижной части машины. Проушина 7 подвижного (сбегающего) конца ленты соединена шарнирно с регулировочной тягой 10, наконечник 11 которой соединен пальцем с концом рычага 13, качающегося на неподвижной оси 12. Возвратная пружина 14, поворачивая рычаг вокруг оси против часовой стрелки, отжимает влево сбегающий конец ленты, вследствие чего она ослабляется и отходит от поверхности шкива. Равномерный зазор между лентой и шкивом создается упорным роликом 6 и оттяжными пружинами 3, регулируемые с помощью гаек.*

*Для включения тормоза нужно нажать на рычаг 13 в направлении, указанном стрелкой. Рычаг повернется по часовой стрелке и через тягу 10 переместит вправо сбегающий конец ленты 2, причем лента прижмется к поверхности шкива и затормозит его. Эффективность торможения зависит от величины усилия, действующего на рычаг 13. Если перестать нажимать на рычаг, то возвратная пружина 14 освободит ленту.*

*При крайнем положении рычага 13, в которое его поворачивает пружина 14, радиальный зазор между рабочими поверхностями фрикционной ленты 2 и шкива 1 должен быть минимальным. Зазор устанавливают, навинчивая наконечник 11 на тягу 10. Следует обращать внимание на то, чтобы при выключенном тормозе лента не касалась шкива, так как в противном случае тормоз будет перегреваться от постоянного трения фрикционных обкладок о шкив.*

Фрикционная (тормозная) лента 2 состоит из двух половин, соединенных болтом 4. Это облегчает ее монтаж и демонтаж. На болт 4 надета пружина 5, которая разжимает концы половинок ленты при ее ослаблении.

Такой ленточный тормоз может быть превращен в фрикцион. Для этого нужно, чтобы неподвижные палец 8 и ось 12, а также упорный ролик 6 были закреплены не на станине, а на постоянно вращающемся (в направлении пунктирной стрелки) зубчатом колесе (диске, крестовине), приводимом в движение от двигателя. При этом оттяжные пружины 3 заменяют упорными роликами или болтами, закрепленными на той же вращающейся детали.

При включении ленточного фрикционного механизма наружного типа усилие, действующее на сбегающем конце фрикционной ленты, в 4—7 раз (в зависимости от коэффициента трения и угла охвата шкива) меньше, чем на набегающем конце. Разница в усилиях на сбегающем и набегающем концах ленты возникает под влиянием силы трения, действующей со стороны шкива на ленту и стремящейся сдвинуть ее в направлении вращения шкива. Поэтому для облегчения управления фрикционом усилие включения механизма всегда передается на сбегающий конец ленты, а набегающий конец крепят неподвижно.

*Ленточный фрикционный механизм внутреннего типа* (рис. 37, б). Шкив 24 жестко соединен с рабочим механизмом и свободно посажен на валу 16. На этом же валу на шпонке или шлицах установлена крестовина 19, которая вращается против часовой стрелки вместе с валом 16, приводимым в движение от двигателя. С крестовиной 19 вращается фрикционная лента 2, связанная с ней сбегающим концом с помощью серьги 18. Набегающий конец ленты соединен через серьгу 21, двуплечий рычаг 20 и регулировочный болт 22 с рычагом 13, который вращается относительно той же оси, что и рычаг 20.

Фрикцион выключается возвратной пружиной 14, поворачивающей рычаг 13 против часовой стрелки. Это движение через регулировочный болт 22 передается рычагу 20 и серьге 21, которая перемещает вправо набегающий конец ленты. Расстояние между сбегающим и набегающим концами ленты уменьшается, вследствие чего образуемое лентой 2 незамкнутое кольцо уменьшается в диаметре и между рабочими поверхностями шкива 24 и ленты 2 создается радиальный зазор. Постоянную величину зазора между рабочей поверхностью шкива и концами ленты по всей ее длине устанавливают болтами 17, ограничивающими радиальное перемещение сбегающего и набегающего концов ленты, и упорными роликами 6.

Ролики 6 укреплены на эксцентриковых осях. Поворачивая оси, можно ограничивать отход ленты от шкива, фиксируя эти оси в нужном положении. Одновременно ролики используются для фиксации ленты от бокового перемещения. Для этого к ленте приварены направляющие скобы 26, охватывающие ролики по торцам. Иногда для регулирования зазора между лентой и шкивом используют болты с контргайками.

Для включения фрикциона необходимо нажать на рычаг 13 против часовой стрелки. Преодолевая сопротивление возвратной пружины 14, рычаг 13 поворачивается на оси вместе с двуплечим рычагом 20, набегающий конец ленты перемещается влево и образуемое лентой кольцо увеличивается в диаметре. Вследствие этого фрикционная накладка прижимается к внутренней цилиндрической поверхности шкива и увлекает его за собой. Этот фрикцион может быть превращен в тормоз, если вал 16, на котором жестко закреплена крестовина 19, выполнен неподвижным.

В отличие от ленточных фрикционных механизмов наружного типа у фрикционов и тормозов внутреннего типа усилие на сбегающем конце фрикционной ленты больше в 4—7 раз, чем на набегающем. Причина заключается в действующей на ленту силе трения, направленной к сбегающему концу ленты. Поэтому усилие, включающее ленточный фрикционный механизм внутреннего типа, всегда передают на набегающий конец фрикционной ленты.

Для увеличения срока службы фрикционных накладок применяют так называемые реверсивные фрикционные ленты. Крепление сбегающего и набегающего концов этих лент одинаковой конструкции. Поэтому после износа одного из концов фрикционной накладки примерно наполовину допустимой величины ленту можно перевернуть. Таким образом, при своевременной перестановке (реверсировании) ленты можно достичь рав-



номерного износа фрикционной накладки по всей длине, что почти вдвое увеличивает срок службы накладки.

Недостатком ленточных фрикционных механизмов является значительное изменение величины передаваемого окружного усилия при сравнительно небольшом изменении коэффициента трения фрикционной накладки о шкив. Например, для большинства применяемых ленточных фрикционных механизмов снижение коэффициента трения в 2 раза вызывает (при неизменном включающем усилии) более чем трехкратное уменьшение передаваемого окружного усилия. Если коэффициент трения увеличивается в 2 раза, то окружное усилие повышается почти в 6 раз.

Уменьшение окружного усилия на фрикционе резко снижает мощность, передаваемую этим фрикционом включаемому механизму. Чрезмерное увеличение передаваемого фрикционом усилия может вызвать обрыв канатов, цепей, а иногда и поломку механизмов.

Ленточные фрикционные механизмы требуют особенно тщательного ухода, чтобы предупредить изменение величины коэффициента трения, которое может произойти при попадании между трущимися поверхностями посторонних веществ (например, масла, воды, абразивной пыли).

У цилиндрического колодочного фрикционного механизма рабочей поверхностью трения является, так же как и у ленточного, цилиндрическая поверхность фрикционного шкива. Фрикционные накладки крепят к колодкам, рабочая поверхность которых представляет собой часть цилиндра. Фрикционные накладки чаще всего крепят к колодкам таким же способом, как и у ленточных фрикционов и тормозов. Колодочный цилиндрический фрикцион (тормоз) также может быть наружного или внутреннего типа в зависимости от того, где расположены колодки: снаружи или внутри фрикционных (тормозных) шкивов.

Двухколодочный цилиндрический тормоз внутреннего типа (рис. 38) используют для торможения ходовых колес экскаваторов. Конструкция тормоза заимствована от автомобиля. Крестовина 2 жестко закреплена на неподвижной оси 1. Фрикционные колодки 3 осями 5 шарнирно соединены с крестовиной. Одна колодка закреплена набегающим концом, другая сбегающим. Тормозной шкив 4, который иногда называют тормозным барабаном, свободно вращается на оси 1.

Тормоз выключается возвратной пружиной 9, стягивающей колодки 3, причем величина зазора между рабочими поверхностями колодок и шкива ограничена профилированным нажимным кулачком 6. Пружина 8 при этом поворачивает по часовой стрелке рычаг 7 с кулачком в крайнее положение. При нажиме на рычаг кулачок поворачивается против часовой стрелки и разжимает верхние концы колодок 3, прижимая их к внутренней цилиндрической поверхности шкива 4, который затормаживается. Если отпустить рычаг, то пружины 8 и 9 приведут всю систему в первоначальное положение.

Так же как и у ленточных фрикционных механизмов внутреннего типа, в колодочных фрикционных механизмах всегда стремятся шарнирно соединить с крестовиной сбегающий конец колодки, чтобы уменьшить усилие, необходимое для включения. Но так как разница в усилиях, необходимых для включения колодок (при креплении их на оси сбегающим или набегающим концом), невелика по сравнению с лентами, в ряде случаев из конструктивных соображений от этого отказываются.

Общим недостатком цилиндрических фрикционных механизмов (ленточных и колодочных) является неравномерный износ фрикционных накладок по их длине. Так, у ленточных фрикционов и тормозов быстрее изнашивается часть накладки, расположенная у того конца ленты, который больше нагружен, а именно: со стороны сбегающего конца в механизмах внутреннего типа и со стороны набегающего конца в механизмах наружного типа. У колодок фрикционные накладки больше изнашиваются со стороны подвижного конца, на который действует включающее усилие. При износе до заклепок хотя бы одного участка фрикционной накладки дальнейшая работа может привести к нежелательным последствиям, поэтому накладку надо сразу заменить.

Так как фрикционные накладки обычно выпускают в виде ленты (или изогнутых пластин) одинаковой толщины по всей длине, неравномерный износ их приводит к нерациональному использованию дефицитных фрикционных материалов. Кроме того, увеличивается

простой экскаватор, вызванной необходимостью замены накладок. Для уменьшения простоев нужно иметь запасные ленты или колодки с прикрепленными накладками. В этом случае рабочее время будет затрачено лишь на замену фрикционной ленты или колодки в сборе.

Отличительным признаком конусного колодочного фрикционного механизма являются конические рабочие поверхности трения на шкиве и фрикционных колодках. В зависимости от числа рабочих поверхностей конусные фрикционные механизмы могут быть одно- или двухконусными.

Конусные фрикционные колодки спрессованы из фрикционных материалов, причем в монолит колодки запрессованы стальные гайки-вкладыши 5 (рис. 39), которые служат для крепления колодок 4 к диску 12 с помощью болтов 8.

Двухконусный фрикцион работает следующим образом. Если на шток 1 не действует усилие, то возвратная пружина 6 отжимает шкив 2 в крайнее левое положение, создавая зазор между коническими рабочими поверхностями шкива и фрикционных колодок 4.

Шкив 2, скользящий по шпонке 13, вращается вместе с валом 10, а диск 12 с колодками остается неподвижным благодаря подшипникам 11.

Фрикцион включают, нажимая на шток 1, который передает усилие через чеку 3, выступающую из продольных прорезей вала. Концы чеки нажимают на торец ступицы фрикционного шкива 2, который перемещается вправо и, преодолевая сопротивление возвратной пружины 6, прижимается к рабочим поверхностям колодок 4, увлекая их за собой вместе с диском 12 и жестко закрепленной на диске шестерней 9 рабочего механизма. Если перестать нажимать на шток 1, то возвратная пружина снова отодвинет шкив влево, выключив таким образом механизм.

Регулирование конического фрикциона заключается в поддержании при износе колодок определенного минимального зазора между поверхностями трения фрикционного шкива и колодок в выключенном положении. В зависимости от конструктивного исполнения фрикциона зазор можно регулировать либо регулировочными шайбами, подкладываемыми между колодками 4 и диском 12 по мере износа колодок, либо специальным винтовым регулировочным устройством, смещающим шкив по направлению к колодкам.

Для безотказной работы двухконусного фрикциона весьма важно правильно закреплять колодки 4 на диске 12, с тем чтобы все они равномерно касались рабочих поверхностей шкива 2 при включении механизма. Для этого, подкладывая регулировочные шайбы или заменяя колодки новыми, необходимо устанавливать их следующим образом. В колодки ввертывают, но не затягивают, болты 8; затем при неподвижном вале 10 фрикционный шкив 2 прижимают к колодкам (включают) с максимальным усилием. Колодки, имеющей возможность несколько перемещаться в радиальном направлении вместе с болтами 8, зажимаются между двумя коническими поверхностями шкива и сами устанавливаются в необходимом положении. Обе рабочие поверхности одновременно касаются шкива 2. В таком положении, не выключая шкива, следует затягивать болты 8, фиксирующие колодки.

Неправильная установка фрикционных колодок ведет к неполному соприкосновению поверхностей трения, вследствие чего уменьшается передаваемое фрикционом окружное усилие и неравномерно изнашиваются колодки.

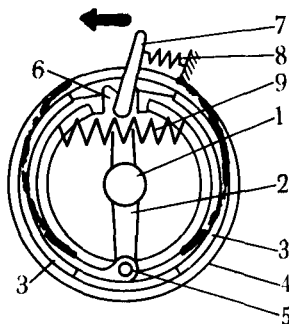
Конструкция колодочного одноконусного фрикциона принципиально не отличается от описанного двухконусного, за исключением числа поверхностей трения. Как и другие типы фрикционных механизмов, колодочный конусный фрикцион может быть превращен в тормоз. Для этого нужно, чтобы вал 10 был неподвижным.

У конусных фрикционов ведущей частью могут быть как фрикционный шкив, так и диск фрикционных колодок в зависимости от того, какое конструктивное решение является более приемлемым в каждом отдельном случае. Обычно конусные фрикционы применяют для включения механизмов поворота платформы экскаватора и его передвижения.

В конусных фрикционных механизмах в отличие от ленточных при изменении коэффициента трения между фрикционными колодками и шкивом передаваемое фрикционом окружное усилие изменяется пропорционально коэффициенту трения, благодаря чему механизм работает более стабильно.

### Двухколодочный цилиндрический тормоз внутреннего типа:

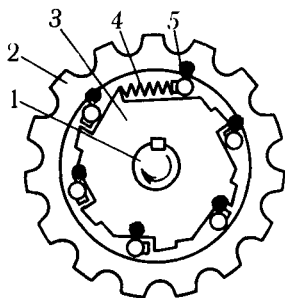
1 и 5 — оси, 2 — крестовина, 3 — колодки, 4 — тормозной шкив, 6 — нажимной кулачок, 7 — рычаг, 8 — пружина рычага, 9 — возвратная пружина



## 40

### Роликовая противообгонная муфта:

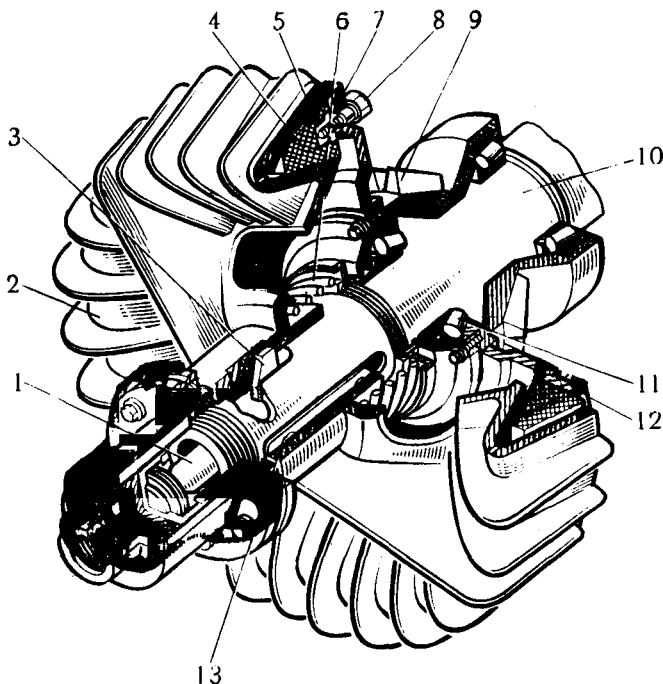
1 — вал, 2 — звездочка рабочего механизма, 3 — диск, 4 — пружина, 5 — ролик



### Двухконусный фрикцион:

1 — шток, 2 — фрикционный шкив, 3 — чека, 4 — фрикционные колодки, 5 — гайка-вкладыш, 6 — возвратная пружина, 7 — регулировочные шайбы,

8 — болты, 9 — шестерня рабочего механизма, 10 — вал, 11 — подшипники, 12 — диск фрикционных колодок, 13 — шпонка



Выше были описаны различные конструкции применяемых на экскаваторах фрикционных механизмов, имеющих один общий признак: все они открытого типа. Это означает что если на рычаг управления фрикционом или тормозом не воздействует внешнее усилие, то механизм выключен под действием сравнительно слабой возвратной пружины. Фрикционные механизмы такого типа применяют для включения и выключения большинства рабочих механизмов.

**Фрикционные механизмы замкнутого типа.** Для некоторых механизмов экскаваторов, например механизма подъема стрелы и ходового механизма, используют фрикционы и тормоза замкнутого типа. В них установлена мощная рабочая пружина (а не слабая воз-

вратная), постоянно удерживающая фрикционный механизм во включенном положении. Для выключения тормоза или фрикциона замкнутого типа необходимо приложить усилие, чтобы преодолеть действие рабочей пружины.

В качестве предохранительных устройств против перегрузки применяют неуправляемые фрикционы и тормоза замкнутого типа, так как они отрегулированы на передачу определенного окружного усилия и при перегрузках проскальзывают. Неуправляемые замкнутые тормоза устанавливают также для предохранения от непроизвольного проворачивания механизма под воздействием случайных нагрузок (например, на валу самотормозящегося червячка редуктора стрелоподъемной лебедки).

Фрикционный механизм любой конструкции может быть выполнен открытым или замкнутым в зависимости от его назначения.

**Противообгонные устройства.** Чаще всего их используют в механизме подъема и опускания стрелы экскаватора — для ограничения скорости опускания стрелы. Такие механизмы обеспечивают сравнительно медленное опускание (а не падение) стрелы в случае, если удерживающий стрелу тормоз неожиданно выйдет из строя.

На экскаваторах обычно применяют роликовые противообгонные устройства — муфты (рис. 40). На валу, вращающемся по часовой стрелке, укреплен на шпонке фигурный шестигранный диск 3. В выступы диска упираются одним торцом пружины 4, отжимающие другим концом ролики 5. Для уменьшения трения между концами пружин и роликами заложены специальные сухари. Таким образом, каждый ролик зажат между пружиной 4, боковой плоскостью диска 3 и внутренней цилиндрической поверхностью звездочки 2. При вращении навстречу валу 1 или в ту же сторону, но с частотой меньшей, чем частота вала, звездочка перемещается относительно диска 3, вращающегося вместе с валом 1. Это равносильно тому, что диск неподвижен, а звездочка вращается против часовой стрелки. При этом ролики 5, увлекаемые звездочкой, стремятся катиться в сторону пружины и, свободно проворачиваясь, не препятствуют вращению звездочки 2 относительно вала.

Если звездочка, вращаясь по часовой стрелке, начинает обгонять вал 1 с диском 3, т. е. сдвигается по часовой стрелке относительно диска, то ролики, увлекаемые звездочкой, стремятся повернуться по часовой стрелке и закатиться в более узкую часть зазора между внутренней цилиндрической поверхностью звездочки и боковыми плоскостями диска. Ролики заклиниваются между звездочкой и диском, препятствуя дальнейшему вращению звездочки по отношению к диску и валу.

Таким образом, если звездочка может вращаться против часовой стрелки с любой частотой, то по часовой стрелке она может вращаться только с частотой, не превышающей частоту вращения вала с диском. Иначе говоря, при вращении по часовой стрелке звездочка не может обгонять вал, вращающийся с определенной частотой.

## § 13

### Кинематические схемы экскаваторов

Кинематической схемой машины называется условное схематическое изображение ее механизмов, показывающее их взаимосвязь и способ передачи движения от двигателя к рабочим механизмам. С целью упрощения чертежа применяют условные обозначения различных элементов механизмов, приведенные в табл. 3.

На рис. 41 показана кинематическая схема экскаватора Э-652Б, оборудованного прямой лопатой, на рис. 42 — взаимное расположение передач этого экскаватора (без дизеля).

Движение от двигателя к рабочим механизмам передается следующим образом. На валу 1 (рис. 41) двигателя установлена однодисковая фрикционная муфта 2, обычно называемая главной муфтой. С помощью этой муфты вал двигателя соединяется с главной трансмиссией экскаватора или отсоединяется от нее.

Главной трансмиссией называют элементы механизмов, вращающиеся при включенной главной муфте и выключенных остальных фрикционах, управляющих движениями ра-

боких механизмов. Например, при включении главной муфты 2 начинают вращаться цепная передача 3, шестерни 4, 5 и 9, а также валы 8 и 27. Все это и составляет главную трансмиссию экскаватора. Вместе с этими элементами вращаются жестко связанные с ними элементы механизмов: вместе с горизонтальным валом 27 реверсивного механизма вращаются шкивы двухконусных колодочных фрикционов 26; с шестерней 5 — диск с фрикционными колодками двухконусного фрикциона 6, а с валом 8 главной лебедки — ведущий диск фрикциона механизма успокоителя грейфера и крестовины ленточных фрикционов 10 и 21 внутреннего типа.

Если смотреть на трансмиссию со стороны радиатора двигателя (справа), то вал 1 двигателя и валы 8 и 27 с закрепленными на них деталями вращаются по часовой стрелке, а шестерня 5 — против часовой стрелки. Это следует иметь в виду, чтобы правильно определять направление движения рабочих механизмов во время подключения их к главной трансмиссии.

Следовательно, при включении главной муфты рабочие механизмы экскаватора только подготовлены к работе, но не включены. Для передачи движения рабочим механизмам, выполняющим операции рабочего цикла (копание, поворот платформы и др.), нужно включить соответствующий фрикцион, соединяющий данный механизм с главной трансмиссией. Для включения некоторых механизмов необходимо предварительно (перед включением фрикциона) включить кулачковую муфту или подвижную шестерню, так как в ряде случаев один и тот же фрикцион можно использовать для подключения к трансмиссии нескольких механизмов, причем тот или иной механизм соединяется с ведомой частью фрикциона кулачковой муфтой или подвижной шестерней.

Основные рабочие механизмы экскаватора Э-652Б приводятся в движение следующим образом.

Подъем ковша осуществляется включением ленточного фрикциона 21, соединяющего свободно вращающийся подъемный барабан 17 с валом 8. При вращении на барабан 17 навивается канат подъема ковша и ковш подтягивается к головным блокам стрелы. Если нужно остановить ковш и задержать его в поднятом положении, фрикцион 21 выключают и одновременно включают ленточный тормоз 18 наружного типа, затормаживающий барабан 17. Ковш опускается под действием собственного веса. Скорость его опускания регулируется тормозом 18. Во время копания грунта и подъема ковша для выгрузки фрикцион 21 включен. Тормозом 18 пользуются для удержания груженого ковша в поднятом положении при повороте платформы к месту разгрузки и во время разгрузки, а также для опускания опорожненного ковша при обратном повороте в забой.

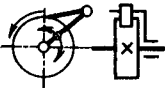
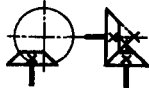
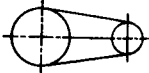
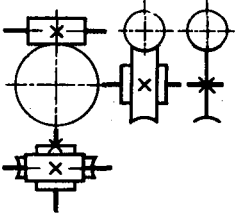
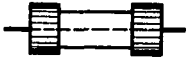
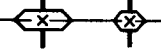
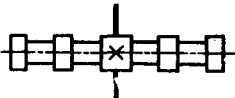
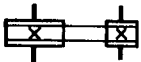
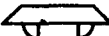
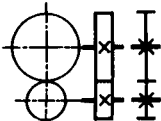
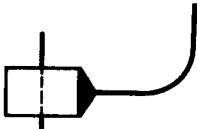
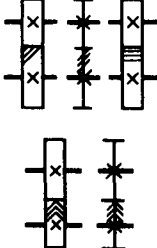
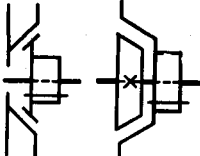
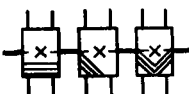
Выдвижение рукояти с ковшом (напор) осуществляют включением ленточного фрикциона 10 внутреннего типа. При этом двоязвездочка 16 начинает вращаться по часовой стрелке и в этом же направлении вращаются соединенные с ней однорядными цепями звездочки 12 и 24.

При вращении по часовой стрелке на барабан 15 снизу навиваются оба конца напорного каната 14, а с верхней части барабана отпускается возвратный канат 13. Длина ненавитой на барабан 15 части напорного каната сокращается настолько, насколько увеличивается длина ненавитой части каната 13.

Канат 14 проходит через крайние блоки, расположенные на оси седлового подшипника стрелы, и огибает уравнильный блок на заднем конце рукояти ковша. Канат 13, огибающий средний блок на оси седлового подшипника, закреплен одним концом в передней части рукояти, у ковша. Таким образом, при вращении барабана 15 по часовой стрелке задний конец рукояти подтягивается к седловому подшипнику, т. е. рукоять с ковшом двигается, осуществляя напор.

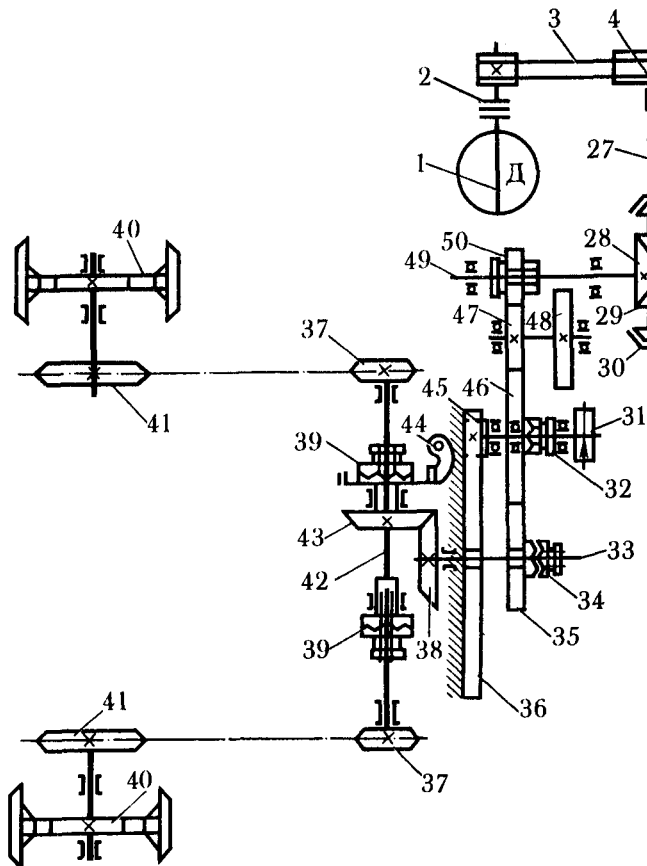
Двусторонняя кулачковая муфта 23 может жестко соединять с валом 7 либо звездочку 24, либо стрелоподъемный барабан 22. Во время работы прямой лопатой муфта 23 обычно включает звездочку 24 (к барабану 22 эту муфту подключают очень редко, так как при таком виде оборудования угол наклона стрелы при работе не изменяется). Поэтому при включении фрикциона 10 звездочка 24, муфта 23 и вал 7 со шкивом двухконусного фрикциона 6 вращаются вместе со звездочкой 16 по часовой стрелке навстречу шестерне 5 и укрепленным на ней фрикционным колодкам фрикциона 6.

| Наименование                                                         | Обозначение | Наименование                                                           | Обозначение |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.                             |             | Соединение двух валов:<br>глухое                                       |             |
| Вращение вала по часовой (а) стрелке, против (б) и в обе стороны (в) |             | шарнирное                                                              |             |
|                                                                      |             | Муфты сцепления кулачковые:<br>односторонняя                           |             |
| Неподвижное закрепление оси, стержня, пальца и т. п.                 |             | двусторонняя                                                           |             |
| Подшипники скольжения:<br>радиальный                                 |             | Муфты сцепления фрикционные:<br>общее обозначение (без уточнения типа) |             |
| радиально-упорные:<br>односторонний                                  |             | конусная:<br>односторонняя                                             |             |
| двусторонний                                                         |             | двусторонняя                                                           |             |
| Подшипники качения:<br>радиальный (общее обозначение)                |             | дисковая:<br>односторонняя                                             |             |
| радиально-упорные:<br>односторонний                                  |             | двусторонняя                                                           |             |
| двусторонний                                                         |             | Тормоза:<br>колодочный                                                 |             |
| Соединение детали с валом:                                           |             | ленточный                                                              |             |
| свободное при вращении                                               |             |                                                                        |             |
| подвижное без вращения                                               |             |                                                                        |             |
| глухое                                                               |             |                                                                        |             |

| Наименование                                                                                         | Обозначение                                                                         | Наименование                                                                                           | Обозначение                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением одно-сторонний                                     |    | Передачи зубчатые между пересекающимися валами (конические) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями |    |
| Маховик на валу                                                                                      |    | Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: гипоидная                                                 |    |
| Передачи цепью:                                                                                      |    | червячная с цилиндрическим червяком                                                                    |    |
| общее обозначение без уточнения типа цепи                                                            |    | Блок из двух шестерен                                                                                  |    |
| роликовый                                                                                            |    | Ведущая звездочка гусеничной ленты                                                                     |    |
| бесшумный                                                                                            |    | Гусеничное звено                                                                                       |   |
| Передачи зубчатые (цилиндрические): внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев) |    | Седловой подшипник напорного механизма                                                                 |  |
| то же, с косыми, прямыми и шевронными зубьями                                                        |   | Механизм открывания днища ковша                                                                        |  |
| внутреннее зацепление                                                                                |  |                                                                                                        |                                                                                      |
| Передачи зубчатые ременные с прямыми, косыми и шевронными зубьями                                    |  |                                                                                                        |                                                                                      |

**Кинематическая схема экскаватора Э-652Б с прямой лопатой:**

1 — вал двигателя,  
 2 — главная муфта,  
 3 — цепная передача,  
 4, 5, 9, 35, 45—48 и 50 — цилиндрические шестерни,  
 6, 26 и 30 — двухконусные фрикционы,  
 7, 8, 27, 31, 33 и 42 — валы,  
 10 и 21 — ленточные фрикционы,  
 11, 18 и 20 — тормоза,  
 12, 16, 19, 24, 37 и 41 — звездочки,  
 13 и 14 — возвратный и напорный канаты,  
 15 и 17 — напорный и подъемный барабаны,  
 22 — стрелоподъемный барабан,  
 23, 32, 34 и 39 — кулачковые муфты,  
 25, 28, 29, 38 и 43 — конические шестерни,  
 36 — зубчатый венец,  
 40 — ведущие колеса гусениц,  
 44 — двусторонний управляемый стопор,  
 49 — вертикальный вал реверса



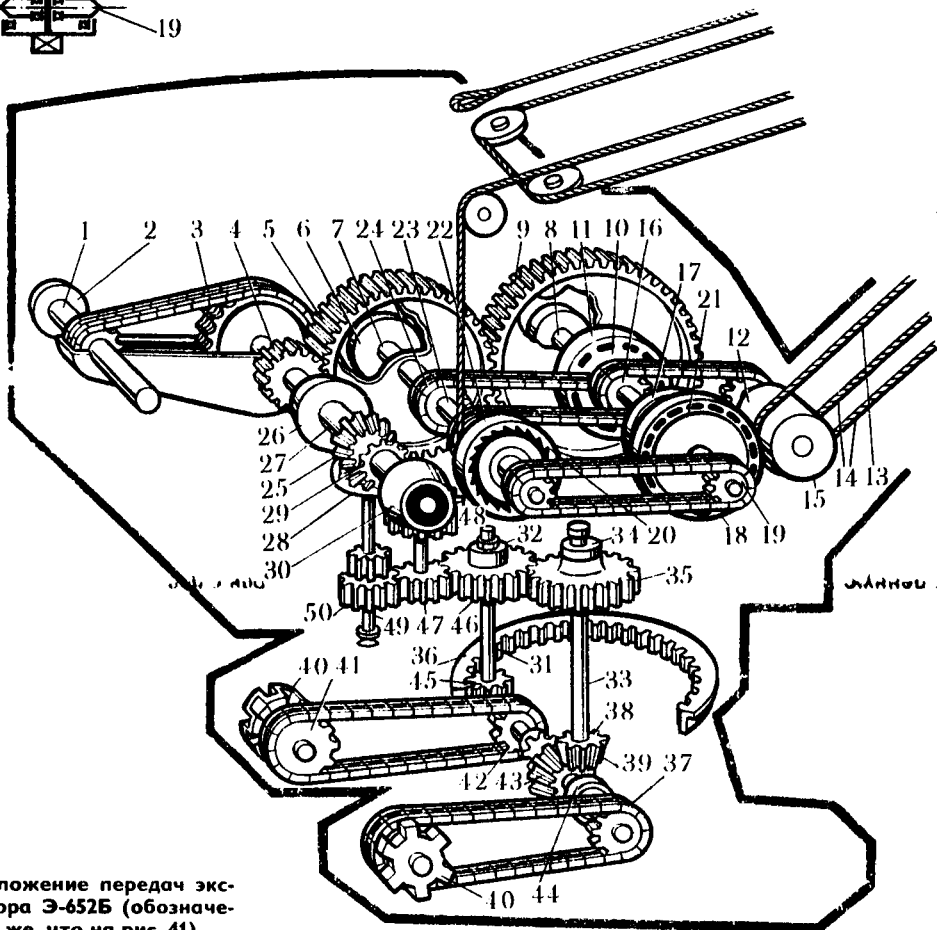
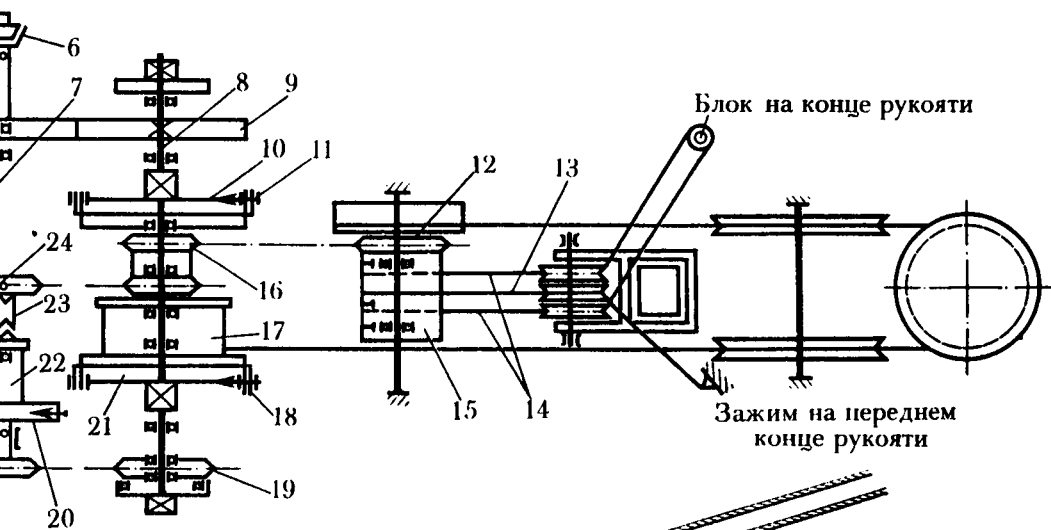
*Втягивание рукояти с ковшом (возврат)* осуществляется включением фрикциона 6. При этом вал 7 начинает вращаться против часовой стрелки и вращение передается через муфту 23 и звездочки 12, 16 и 24 барабану 15. При вращении против часовой стрелки на барабан 15 навивается канат 13 и разматывается канат 14, т. е. происходит втягивание рукояти.

При копании грунта обычно пользуются фрикционом 10 одновременно с фрикционом 21, регулируя таким образом толщину срезаемой стружки грунта и направление движения ковша. С помощью фрикционов 10 и 6 ковш устанавливают точно над местом разгрузки. Для удержания рукояти ковша от выдвигания или втягивания используют ленточный тормоз 11 наружного типа. Тормоз 11 необходим также для забрасывания ковша «под себя» при подготовке к очередной операции копания.

Для подъема стрелы муфту 23 включают направо, жестко соединяя стрелоподъемный барабан 22 с валом 7. Затем включают фрикцион 6 и вал 7 с барабаном 22 начинают вращаться против часовой стрелки: стрелоподъемный канат навивается на барабан 22 и стрела поднимается.

При выключенном фрикционе 6 барабан 22 удерживается от проворачивания управляемым замкнутым ленточным тормозом 30 наружного типа. Для опускания стрелы необходимо ослабить затяжку тормоза 30 соответствующим рычагом. Если не нажи-





42

Расположение передач экскаватора Э-652Б (обозначения те же, что на рис. 41)

направлять на этот рычаг, к рабочей пружине тормоза 20 снова затянет его и затормозит барабан 22.

Во избежание падения стрелы при случайном растормаживании или выходе из строя тормоза 20 применено противообгонное устройство, которое состоит из звездочки, жестко соединенной с барабаном 22, цепи, соединяющей эту звездочку со звездочкой 19 противообгонной муфты, и собственно противообгонной муфты. При вращении барабана 22 против часовой стрелки (подъем стрелы) звездочка 19 вращается навстречу валу 8 главной лебедки и противообгонная муфта проворачивается беспрепятственно. При опускании стрелы звездочка 19 вращается по часовой стрелке все с большей частотой и, когда частота вращения звездочки 19 и вала 8 будут равны, противообгонная муфта срабатывает. Таким образом, скорость опускания стрелы ограничивается частотой вращения вала главной лебедки и стрела не падает.

Особенностью механизмов поворота платформы и передвижения (ходового механизма) экскаваторов является возможность передачи движения в противоположных направлениях, что необходимо для поворота платформы вправо и влево, а также передвижения вперед и назад.

Изменение направления вращения (реверсирование) осуществляется механизмом реверса, через который движение передается на поворотный и ходовой механизмы. Механизм реверса экскаватора Э-652Б, состоящий из двух валов 27 и 49, трех конических шестерен 25, 28 и 29 и двух двухконусных фрикционов 30 и 26, действует следующим образом.

На горизонтальном валу 27, вращающемся по часовой стрелке, укреплены на шпонках шкивы фрикционов 30 и 26, которые могут перемещаться вдоль вала 27 и вращаться вместе с ним. На этом же валу смонтированы на подшипниках качения шестерни 29 и 25, находящиеся в постоянном зацеплении с шестерней 28, жестко (на шлицах) посаженной на конец вертикального вала 49 реверса. К шестерням 29 и 25 прикреплены болтами колодки фрикционов 30 и 26.

При выключенных фрикционах 30 и 26 все конические шестерни неподвижны. Если включить фрикцион 30, то шестерня 29 будет вращаться вместе с валом 27 и передаст движение шестерне 28 и валу 49, которые будут вращаться по часовой стрелке (если смотреть сверху, со стороны шестерни 28). При этом шестерня 25 вращается навстречу валу 27.

При включении фрикциона 26 шестерня 25 вращается по часовой стрелке вместе с валом 27, а шестерня 28 и вал 49 — против часовой стрелки. Навстречу валу 27 вращается шестерня 29. Таким образом осуществляется реверсирование вертикального вала 49 механизма реверса.

Управление фрикционами 30 и 26 сконструировано так, чтобы предотвратить одновременное включение обоих фрикционов, так как это вызывает останов двигателя, а иногда может привести к поломке шестерен.

От вала 49 движение передается поворотному и ходовому механизмам следующим образом. Вдоль вала 49 по шлицам перемещается двоянная шестерня 50, которая может войти в зацепление с шестернями 47 и 48, жестко закрепленными на промежуточном вертикальном валу. Шестерня 47 находится в постоянном зацеплении с шестерней 46 и через нее с шестерней 35; шестерни 46 и 35 свободно вращаются: первая — на вертикальном поворотном валу 31, вторая — на вертикальном ходовом валу 33. Каждая из шестерен (46 и 35) может быть жестко соединена с валом, на котором она расположена, с помощью кулачковых муфт 32 и 34.

Конструкция механизма включения муфт 32 и 34 позволяет включать одновременно только одну из них, вторая муфта при этом выключается. Следовательно, движение, передаваемое от вала 49 шестерням 35 и 46, может быть передано либо на поворотный вал 31, либо на вертикальный вал 33 ходового механизма. Иначе говоря, при повороте платформы невозможно передвижение экскаватора и, наоборот, при включенном ходовом механизме невозможен поворот платформы.

На шлицах нижнего конца вала 31 жестко закреплена шестерня 45; находящаяся в постоянном зацеплении с поворотным зубчатым венцом 36, приваренным к ходовой раме. При вращении вала 31 шестерня 45 обкатывается по венцу 36, поворачивая платформу

относительно ходовой части. Включая правый или левый фрикцион 26 и 30 механизма реверса, можно изменять направление вращения шестерни 45, поворачивая таким образом платформу в одну или другую сторону.

Платформу можно поворачивать с большей или меньшей скоростью. Если шестерня 50 находится в зацеплении с шестерней 48, поворот происходит с меньшей скоростью; при зацеплении шестерни 50 с шестерней 47 — с большей скоростью. Большую скорость поворота платформы используют при работе с землеройным оборудованием.

Платформу удерживают в требуемом положении ленточным тормозом открытого типа, который затормаживает шкив, жестко укрепленный на верхнем конце вала 31. Для передачи движения ходовому механизму экскаватора нужно включить муфту 34, при этом выключится муфта 32 поворотного механизма. Вращение будет передаваться через вал 33 и закрепленную на его нижнем конце коническую шестерню 38 шестерне 43, жестко связанной с горизонтальным валом 42 ходового механизма.

Вал 42 состоит из трех частей: средней и двух боковых (полуосей). Полуоси можно соединять со средней частью двумя кулачковыми муфтами 39, которые постоянно включены пружинами, т. е. все три части вала 42 представляют собой одно целое. При вращении шестерни 43 движение передается ведущим цепным звездочкам 37, а затем втулочно-роликовыми цепями — ведомым звездочкам 41, закрепленным на валах ведущих колес 40 гусениц. Направление вращения колес 40, а следовательно, и направление движения экскаватора изменяют фрикционными 26 и 30 механизмами реверса аналогично тому, как изменяют движение поворотного механизма.

Для передвижения экскаватора по кривой нужно отключить от вращающейся трансмиссии одну из гусениц, а для крутого поворота — остановить ее. Это осуществляется муфтами 39, причем при повороте вправо отключается правая гусеница, а при повороте влево — левая. Гусеница отключается перемещением подвижной полумуфты по направлению к цепной звездочке. Полуось сначала отключается от средней части вала, а затем стопорится, так как своими кулачками полумуфта соединяется с неподвижным стопором, приваренным к раме ходовой части. Таким образом, одна из гусениц экскаватора останавливается, а вторая движущаяся гусеница поворачивает экскаватор вокруг неподвижной гусеницы.

На время передвижения экскаватора тормоз механизма поворота платформы должен быть обязательно включен, так как иначе может произойти неожиданный поворот платформы, вызванный поперечным наклоном дороги или инерционными силами, действующими на поворотную платформу при повороте экскаватора.

При работе ходовая часть экскаватора должна быть неподвижной. Непроизвольное перемещение экскаватора под влиянием усилий, действующих на ковш во время копания грунта, нарушает четкость управления процессом копания и может привести к аварии. Так, при работе драглайном или обратной лопатой усилие в тяговом канате стремится не только поднять ковш к машине, но и сдвинуть экскаватор к ковшу, причем это усилие бывает максимальным тогда, когда ковш упирается в какое-либо препятствие. Поэтому важное значение имеет надежность устройства, предотвращающего перемещение экскаватора при работе и при остановке на уклоне. В экскаваторе Э-652Б это обеспечивается двусторонним управляемым стопором 44. Экскаватор может перемещаться с меньшей или большей скоростью, что достигается переключением шестерни 50.

Особенности кинематической схемы экскаватора Э-652Б заключаются в следующем: на поворотной платформе расположены в одной плоскости три основных горизонтальных вала — вал 8 главной лебедки, промежуточный вал 7 и вал 27 реверсивного механизма;

стрелоподъемный механизм может работать одновременно с механизмом поворота платформы и независимо от него, привод стрелоподъемного механизма — шестеренный;

реверс механизма поворота платформы и ходового механизма экскаватора осуществляется коническими шестернями и двухконусными фрикционными, причем имеются две скорости поворота и передвижения;

рабочее оборудование прямой лопаты имеет канатный напорный механизм комбинированного типа.

Главная муфта экскаватора предназначена для плавного соединения и быстрого разъединения вала двигателя внутреннего сгорания с главной трансмиссией экскаватора. Главная муфта представляет собой управляемый с места машиниста одно- или многодисковый фрикцион открытого или замкнутого типа.

Потребность в главной муфте при приводе экскаватора от карбюраторного двигателя или дизеля определяется следующими обстоятельствами. Во время запуска двигатель должен быть отключен от трансмиссии, что необходимо не только для облегчения запуска, но и для соблюдения правил техники безопасности, так как во время запуска двигателя машинист находится в непосредственной близости от механизмов главной трансмиссии экскаватора.

Кроме того, двигатель внутреннего сгорания, особенно дизель, имеющий тяжелый маховик, не может быть быстро остановлен, тогда как быстрая остановка всех механизмов экскаватора может понадобиться при аварийных случаях во время работы. Это достигается с помощью главной муфты и заблокированного с нею специального тормоза трансмиссии, автоматически включаемого при выключении главной муфты. Такой тормоз установлен почти на всех применяемых на экскаваторах главных муфтах.

Однодисковая фрикционная главная муфта *открытого типа* (рис. 43). Корпус 11 муфты фланцем 7 крепят к картеру двигателя. Вращение шлицевому валу 4, опирающемуся на шарикоподшипники 5 и 27, передается от маховика 6, укрепленного на коленчатом валу 3 дизеля, через эластичные соединительные планки 1 и диск 2. Ступица диска 2 закреплена на шлицах консольной части вала 4. Вместе с этим валом вращаются упорный ведущий диск 13, нажимный диск 15 и нажимная втулка 21.

Между ведущими дисками 13 и 15 находится ведомый диск 14, свободно вращающийся на валу 4, так как он установлен на роликоподшипнике, внутренняя обойма которого посажена на шлицевую оправку, скользящую по шлицам вала 4. Между шлицевой оправкой и ведущими дисками 13 и 15 установлены пластинчатые возвратные пружины 17, стремящиеся выключить главную муфту, т. е. создать зазор между поверхностями трения ведущих и ведомых дисков.

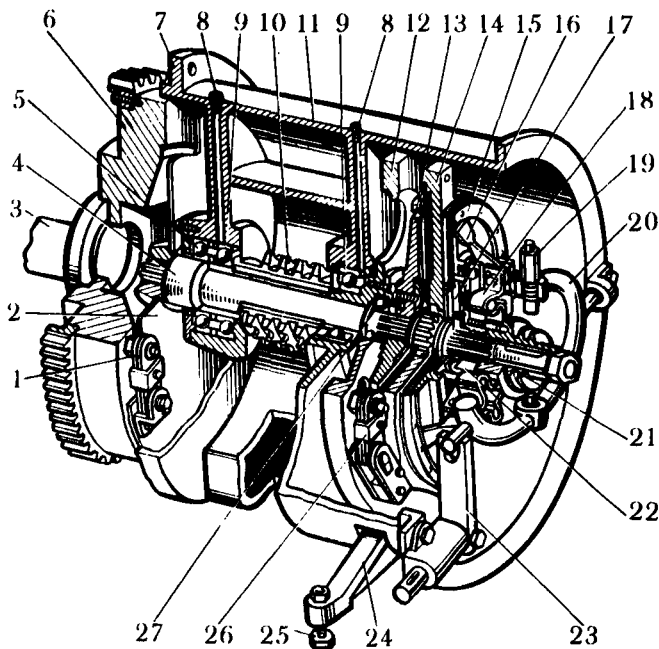
Для включения муфты нужно повернуть против часовой стрелки рычаг 23. При этом верхний конец рычага, шарнирно соединенный с кольцевым рычагом 20, сдвигается влево. На рычаге имеются пальцы 19, входящие в тело бронзового разъемного нажимного хомута, который связан с втулкой 21. Втулка переместится влево, поворачивая через пружинные серьги 18 три нажимных кулачка 16, шарнирно укрепленных на крестовине 22. При повороте концы кулачков 16 упрутся в ведущий диск 15 и перемещают его влево, преодолевая усилие возвратных пружин 17 и зажимая ведомый диск 14 между ведущими дисками 15 и 13. Таким образом, вращение передается ведомому диску 14, а от него соединительными планками 26 — диску 12, на втулке которого укреплена с помощью шпонки звездочка 10 четырехрядной цепной передачи.

Зазор между поверхностями трения дисков 13, 14 и 15 должен быть отрегулирован таким образом, чтобы при включенной главной муфте серьги 18 переходили через мертвое положение, т. е. положение, в котором они перпендикулярны оси вала 4. Если серьги 18 не дойдут до мертвого положения, то для удержания главной муфты во включенном положении нужно будет все время нажимать на постоянно вращающуюся втулку 21 через неподвижный бронзовый хомут, так как при работе экскаватора главная муфта должна быть все время включена. Это приведет к быстрому износу хомута и втулки и к необходимости постоянно удерживать рукой рычаг управления главной муфтой. Закреплять рычаг управления при включенной главной муфте недопустимо, потому что это исключает возможность ее автоматического выключения.

Если пружинные серьги 18 переходят через мертвое положение, то главная муфта может выключаться только в том случае, когда к нажимной втулке 21 будет приложено усилие, направленное вправо. Самовыключение муфты невозможно, так как усилие, сжимающее серьги 18, препятствует их обратному переходу через мертвое положение. Следователь-

### Однодисковая фрикционная главная муфта открытого типа:

- 1 и 26 — соединительные планки,  
2, 12, 13—15 — диски,  
3 — коленчатый вал дизеля,  
4 — вал муфты,  
5, 9 и 27 — шарикоподшипники,  
6 — маховик,  
7 — фланец корпуса,  
8 — пресс-масленка,  
10 — звездочка,  
11 — корпус,  
16 — кулачок,  
17 — пластинчатые возвратные пружины,  
18 — пружинная серьга,  
19 — палец,  
20, 23 и 24 — рычаги,  
21 — нажимная втулка,  
22 — крестовина,  
25 — регулировочный болт



но, при правильно отрегулированной муфте после ее включения нет необходимости передавать усилие на втулку 21.

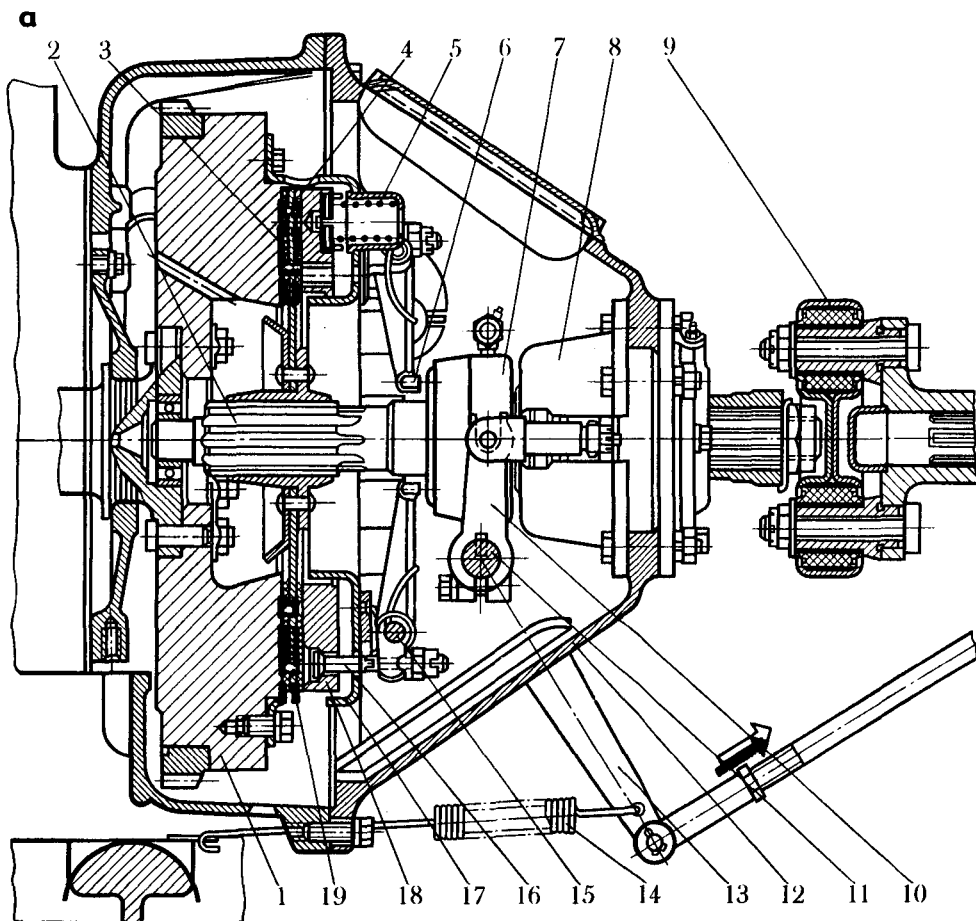
Момент перехода серег 18 через мертвое положение легко ощутить во время включения муфты, так как при этом чувствуется падение усилия, сопротивляющегося включению муфты. Обычно этим и пользуются при регулировании муфты.

Муфту необходимо регулировать по мере износа фрикционных накладок. Во время регулирования между поверхностями трения дисков (при выключенной муфте) устанавливают такой зазор, при котором втулка 21 в крайнем правом положении полностью выключает муфту, а в крайнем левом положении достаточно плотно прижимает фрикционные диски, причем муфта самостоятельно не выключается.

Зазор между дисками регулируют, навинчивая крестовину 22 с втулкой 21 на гайку, зафиксированную на валу. Для регулирования муфты нужно отпустить специальный болт, стягивающий разрезную втулку крестовины, а затем повернуть втулку в нужном направлении. При этом кулачки 16 упрутся в нажимный ведущий диск 15, перемещая его влево. Таким образом уменьшится зазор между поверхностями трения дисков. Затем стяжной болт затягивают, сжимая на гайке вала 4 разрезную втулку и фиксируя крестовину в установленном положении.

В главной муфте установлен предохранительный тормоз, колодка которого шарнирно укреплена на рычаге 24 и прижимается к наружной цилиндрической поверхности диска 12 при выключении муфты. Усилие рычагу 24 передается через регулировочный болт 25, устанавливаемый в такое положение, в котором рычаг управления главной муфты упирается в него при выключении муфты. Предохранительный тормоз удерживает от вращения трансмиссию экскаватора при выключенной главной муфте, что весьма важно для соблюдения правил техники безопасности.

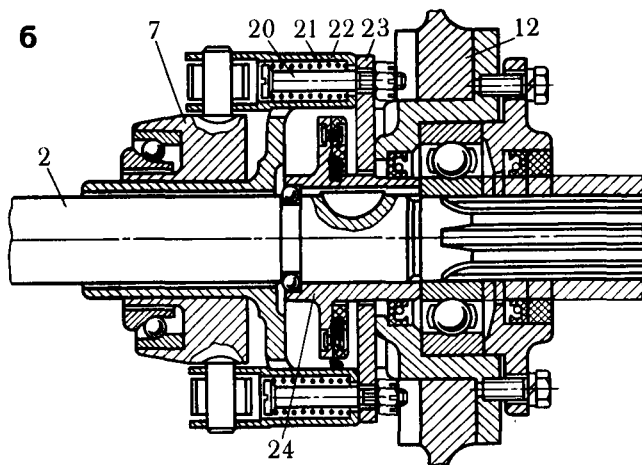
Подшипники главной муфты работают неодинаково. Так, шарикоподшипник 5 вращается все время при работающем двигателе независимо от того, включена или выключена муфта; шарикоподшипники 9 вращаются только при включенной муфте; шарикоподшипники 27 — только при выключенной муфте, т. е. сравнительно короткое время. Таким



образом, наиболее нагружены шарикоподшипники 5 и 9, к которым подведены смазочные каналы от пресс-масленок 8. Эти подшипники необходимо смазывать регулярно.

Однодисковая фрикционная главная муфта замкнутого типа (рис. 44, а). Главную муфту поставляют вместе с дизелем и крепят непосредственно на нем. Шлицевой валик 2 муфты смонтирован на подшипниках, один из которых установлен в маховике 1, вращающемся вместе с коленчатым валом двигателя, а второй — в корпусе 12. Таким образом, валик 2 свободно вращается относительно маховика 1. Вращение валику может быть передано через ведомый диск 19, к обеим сторонам которого прикреплены фрикционные наклад-ки 3 и 4.

Ведущими дисками являются маховик 1 и нажимный диск 18, перемещающийся по шлицам кожуха 17, укрепленного болтами на маховике. Возвратная пружина 14 поворачивает рычаг включения 13 вместе с валиком 11 и вилкой 10 по часовой стрелке, отодвигая вправо отжимную муфту 7. Торце муфты отходит от концов рычагов 6, качающихся на осях 15, и освобождает их. Фрикцион включается двенадцатью расположенными в два ряда рабочими пружинами 5, зажатыми между кожухом 17 и нажимным диском 18. Пружины сдвигают влево диск 18 и зажимают ведомый диск 19 между ведущим диском 18 и торцом маховика, соединяя таким образом валик 2 с валом двигателя. От валика вращение передается главной трансмиссии экскаватора через эластичную муфту 9.



#### Однодисковая фрикционная главная муфта замкнутого типа:

а — главная муфта, б — тормоз; 1 — маховик, 2 и 11 — валы, 3 и 4 — фрикционные накладки, 5, 14 и 21 — пружины, 6 — отжимный рычаг, 7 — отжимная муфта, 8 — тормоз, 9 — эластичная муфта, 10 — вилка, 12 — корпус, 13 — рычаг включения, 15 — ось отжимного рычага, 16 — отжимные болты, 17 — кожух фрикционных дисков, 18, 19 и 23 — диски, 20 — болты, 22 — стакан пружины, 24 — ступица

Для выключения главной муфты нужно нажать на рычаг 13 в направлении стрелки, показанной на рисунке. При этом отжимная муфта 7 перемещается влево. Торец муфты 7 нажимает на концы рычагов 6; последние, поворачиваясь на осях 15, оттягивают болтами 16 диск 18, сжимая пружины 5 и освобождая диск 19.

Валик 2 и трансмиссия экскаватора быстро останавливаются во время выключения главной муфты благодаря специальному тормозу 8, конструкция которого показана на рис. 44,б. При включенной главной муфте диск 23 с муфтой 7 находятся в крайнем правом положении и между торцевой поверхностью диска 23 и фрикционной накладкой, приклепанной к фланцу ступицы 24, имеется зазор, т. е. тормоз не мешает вращению валика 2.

При выключении главной муфты муфта 7 перемещается влево и через стаканы 22, пружины 21 и болты 20 тянет за собой диск 23, прижимая его к фрикционной накладке. Так затормаживаются ступицы 24 и валик 2, а с ним и главная трансмиссия экскаватора. Пружины 21 нужны для того, чтобы при упоре диска 23 во фрикционную накладку не ограничивалось перемещение муфты 7.

## § 15

### Лебедки

На экскаваторах имеются главная лебедка, управляющая движением рабочего оборудования в цикле экскавации, и стрелоподъемная.

**Главная лебедка** экскаватора осуществляет движения рабочего оборудования. Например, при оборудовании экскаватора прямой лопатой с помощью главной лебедки производят подъем ковша и выдвигание рукояти (у лопат с напорным механизмом) или наклон стрелы (у лопат с маятниковым напором); обратной лопатой — подтягивание ковша и подъем стрелы; драглайном — подтягивание и подъем ковша; грейфером — замыкание челюстей и подъем грейфера (ковша) и т. д.

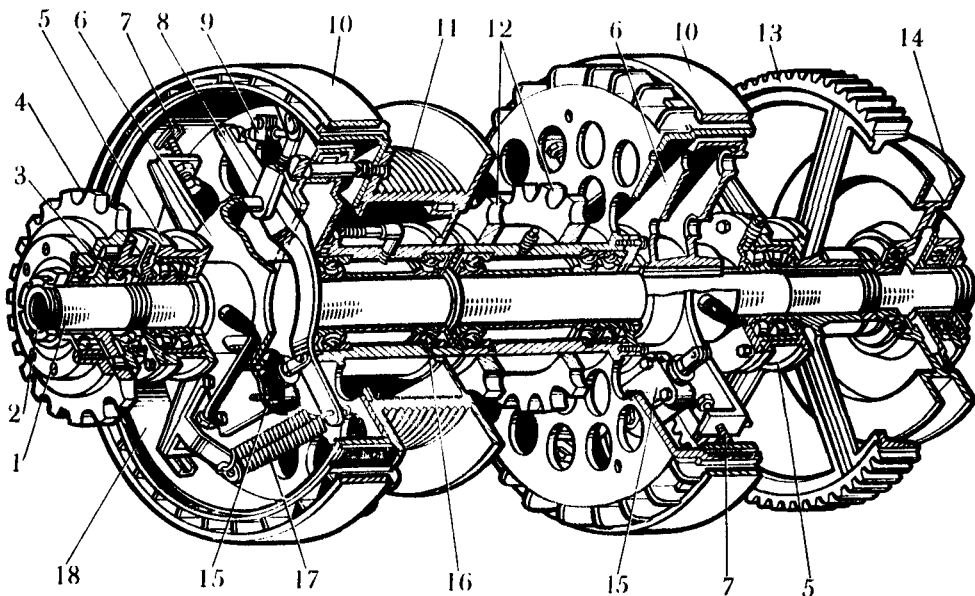
Главная лебедка состоит из двух управляемых независимо друг от друга механизмов, которые можно при необходимости подключать к главной трансмиссии экскаватора или останавливать. Эти механизмы могут быть размещены либо на одном валу (одновальная лебедка), либо на двух параллельных (двухвальная). Лебедками эти механизмы называют потому, что почти при всех видах рабочего оборудования их используют для наматывания канатов на барабаны. Механизмы главной лебедки включают фрикционы, останавливают тормозами.

### Главная лебедка экскаватора Э-652Б:

1 — вал, 2 — отверстия для подачи воздуха к пневмоцилиндру, 3 — муфта противобгонная, 4 — цепная звездочка механизма ограничения скорости опускания стрелы, 5 —

подшипник вала, 6 — водило (крестовина), 7 — болт, 8 — рычаг включения, 9 — регулировочная гайка, 10 — шкив тормоза, 11 — подъемный барабан, 12 — цепные звездочки барабана напора и возврата

рукояти, 13 — шестерня, 14 — барабан с муфтой успокоителя ковша грейфера, 15 — пневмоцилиндр, 16 — подшипник барабана, 17 — возвратная пружина, 18 — фрикционная лента



На рис. 45 показана одновальная главная лебедка экскаватора Э-652Б при рабочем оборотовании прямая лопата. Вал главной лебедки установлен на двух роликоподшипниках 5, обоймы которых помещены в разъемных опорах станины поворотной платформы. На валу с левой стороны укреплен механизм успокоителя грейфера, состоящий из барабана 14 и включающей его дисковой фрикционной муфты.

Движение от двигателя передается к валу 1 главной лебедки через шестерню 13, укрепленную на валу на шпонке. Подъемный барабан 11 и барабан с цепными звездочками 12 установлены на валу на подшипниках. Вращение от вала лебедки передается барабаном с помощью ленточных фрикционов (см. рис. 37, б). Фрикционы включаются пневмоцилиндрами 15 (рис. 45), к которым сжатый воздух подается через сверления в валу 1 и пневмоприводы. Затормаживаются барабаны тормозными лентами (на рисунке не показаны), охватывающими шкивы 10.

На ступице левого барабана приварены две звездочки 12, с помощью которых осуществляются напор и возврат рукояти. Левая из звездочек 12 соединена роликовой цепью с напорным барабаном и является приводной для механизма напора; правая — со звездочкой, расположенной на промежуточном валу, передает левому барабану вращение (в обратную сторону по сравнению с валом 1) при возврате рукояти ковша.

Барабан 14 успокоителя грейфера постоянно увлекается след за вращением вала 1. При этом канатик успокоителя грейфера натянут с небольшим усилием, что обеспечивается дисковым фрикционом барабана 14, который постоянно включен пружиной.

**Стрелоподъемная лебедка.** На современных экскаваторах до 4-й размерной группы включительно применяют шестеренные стрелоподъемные лебедки. Барабан стрело-



подъемной лебедки у экскаватора Э-652Б размещен на промежуточном валу. Стрело-подъемный барабан 17 (рис. 46, а) установлен в подшипниках 16 на валу 4. При работе крановым оборудованием барабан 17 соединен для подъема стрелы с валом 4 двусторонней кулачковой муфтой 15, перемещающейся вдоль вала по шпонке (или шлицевой части вала). Муфту 15 при крановом оборудовании используют также для опускания груза на режиме двигателя, для чего она перемещается влево, соединяя с валом 4 звездочку 14. Эта звездочка связана цепной передачей с барабаном подъема груза, установленным на валу главной лебедки. На валу 4 свободно вращается вместе со ступицей 5 зубчатый венец 11, который входит в главную трансмиссию экскаватора. На диске этой же ступицы болтами закреплен фрикционный шкив 10 двухконусного фрикциона.

Фрикционные колодки 9 болтами прикреплены к корпусу 8 пневматического цилиндра и могут перемещаться вдоль вала на двух шпонках. Они постоянно отжимаются от шкива 10 возвратной пружиной 6. Включается двухконусный фрикцион пневматическим цилиндром, расположенным в торце вала 4. Поршень 7 цилиндра закреплен гайкой на валу 4. При подаче воздуха в цилиндр его корпус 8 перемещается по валу и прижимает колодки 9 к шкиву 10. Вращение передается валу 4 и через кулачковую муфту 15 — барабану 17. Таким образом стрелу поднимают.

При выключенном двухконусном фрикционе стрела удерживается в поднятом положении замкнутым ленточным тормозом, лента 18 которого охватывает тормозной шкив 1 барабана 17.

Устройство этого тормоза показано на рис. 46, б. Рабочая пружина 21, установленная с большой предварительной затяжкой, старается повернуть рычаг 23 по часовой стрелке, натягивая вниз сбегающий конец 24 тормозной ленты. Однако во время работы прямой лопатой или драглайном, когда стрела находится в постоянном положении и кулачковая муфта 15 выключена, из-за вибрации машины и толчков, при большом натяжении стрелового каната стрелоподъемный барабан 17 может очень медленно проворачиваться. Это сопровождается некоторым опусканием стрелы и увеличением ее вылета, что особенно опасно при работе драглайном с низко опущенной стрелой. Увеличение вылета, не замеченное вовремя машинистом, может вызвать потерю устойчивости и опрокидывание экскаватора.

Поэтому, кроме описанного тормоза, имеется еще предохранительное храповое устройство с управляемой собачкой. Внутренняя поверхность тормозного шкива 1 выполнена в виде храповика, в зубья которого упирается собачка 26. Собачка 26 прижимается к храповику пружиной 27, действующей на рычаг 28. При включенной собачке шкив и барабан не могут повернуться по часовой стрелке. Для опускания стрелы необходимо вначале несколько приподнять стрелу, повернув барабан против часовой стрелки. При этом освобождается собачка, ранее прижатая зубом храповика, и ее можно выключить, для чего нужно подтянуть вверх (по стрелке) кольцо 19, соединенное тягой 25 с рычагом 28. Чтобы удержать собачку в выключенном положении, следует повернуть кольцо на 90° вокруг оси тяги, причем оно упирается в вырезы в трубе 20.

После выключения собачки можно опускать стрелу, нажимая на рукоятку 22 (по стрелке), причем будет ослабляться тормозная лента 18 и стрела начнет опускаться под действием собственного веса. Если отпустить рукоятку 22, то тормоз автоматически включится пружиной 21. Во время работы крановым оборудованием с частым изменением вылета стрелы собачка должна все время находиться в выключенном положении, а после окончания работы включаться.

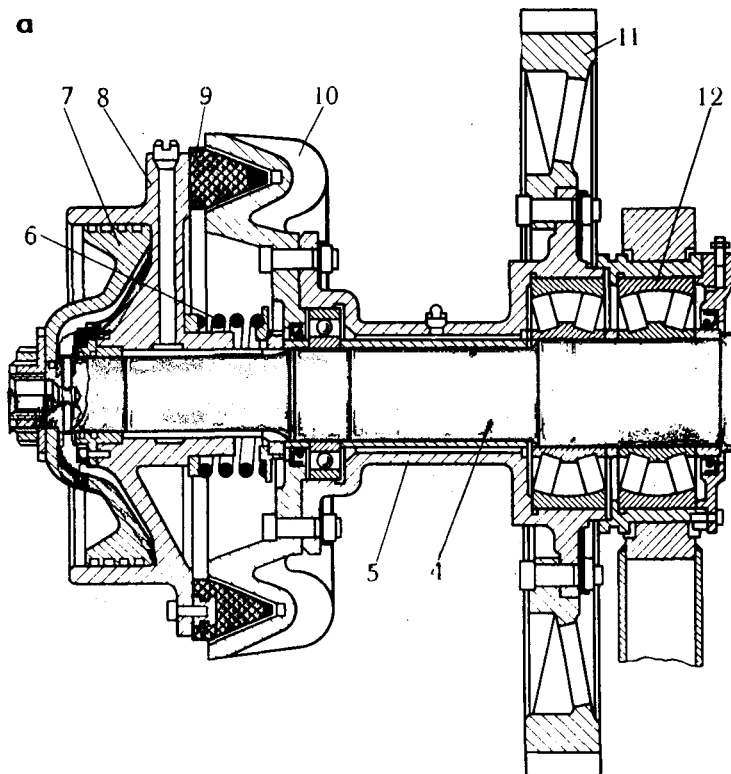
Скорость опускания стрелы ограничивается расположенным на валу главной лебедки роликовым противообгонным устройством, соединенным втулочно-роликовой цепью со звездочкой 3, жестко укрепленной на стрелоподъемном барабане.

Опирается вал 4 стрелоподъемной лебедки на сферические подшипники, смонтированные в станине поворотной рамы. Один конец вала 4 поддерживается подшипником 12, установленным непосредственно на валу, а второй опирается на подшипник большого диаметра, расположенный между звездочкой 3 и шкивом 1. Усилие на этот подшипник передается не непосредственно от вала 4, а через подшипники 16 и ступицу барабана 17. Подшипники смазывают с помощью пресс-масленок 2.

### Шестеренная стрелоподъемная лебедка:

а — вал лебедки с механизмами, 6 — тормоз стрелоподъемного барабана;

1 — тормозной шкив, 2 — пресс-масленка, 3 и 14 — звездочки, 4 — вал, 5 — ступица ведущего диска, 6 — возвратная пружина, 7 — поршень, 8 — корпус пневматического цилиндра, 9 — фрикционные колодки, 10 — фрикционный шкив, 11 — зубчатый венец, 12 — подшипник, 13 — втулка, 15 — кулачковая муфта, 16 — подшипник барабана, 17 — стрелоподъемный барабан, 18 — тормозная лента, 19 — кольцо, 20 — направляющая труба, 21 — рабочая пружина тормоза, 22 — рукоятка управления тормозом, 23 — рычаг, 24 — сбегаящий конец тормозной ленты, 25 — тяга, 26 — собачка, 27 — пружина собачки, 28 — рычаг собачки



## § 16

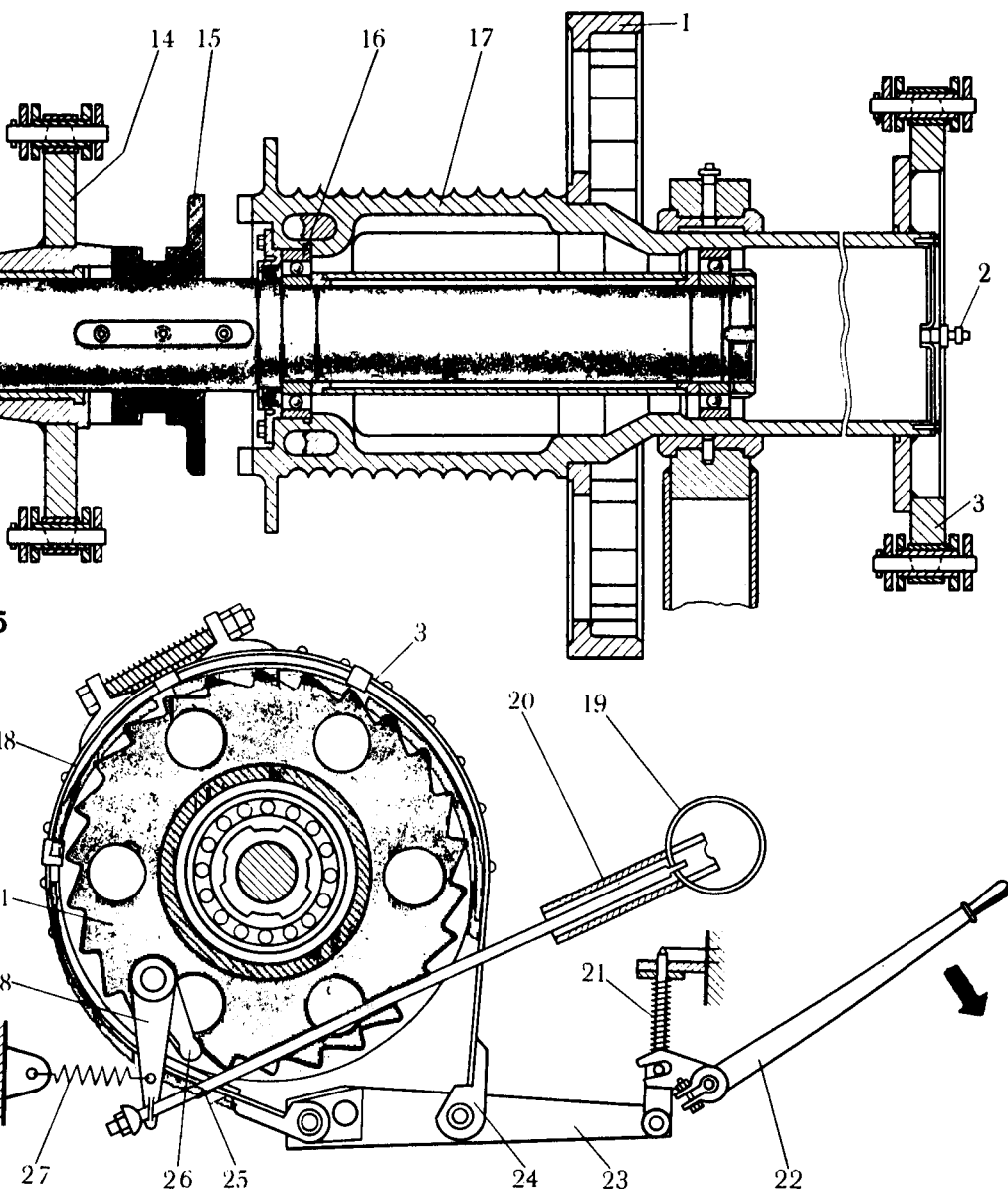
### Напорные механизмы и механизмы открывания днища ковша

**Напорные механизмы.** При копании грунта прямой лопатой необходимо одновременно с подъемом ковша выдвигать рукоять, т. е. подавать ковш к забою. Для выдвигания рукояти используют напорный механизм. Применяемые на универсальных экскаваторах напорные механизмы различают по способу передачи движения на рукоять (кремальберный и канатный) и по схеме передачи усилия — принципу действия (зависимый, независимый и комбинированный).

В канатном напорном механизме (рис. 47) вал 4 седлового подшипника установлен на двух бронзовых втулках 6, закрепленных в балках 1 стрелы. Седло 3 жестко связано с валом 4 хомутами 7 и вместе с ним качается относительно стрелы во втулках 6. К внутренней части квадратных проемов седла 3 прикреплены восемь сменных вкладышей 2, с четырех сторон охватывающих рукоять ковша. Под вкладыши по мере их износа подкладывают шайбы, уменьшающие зазор между поверхностью рукояти и вкладышами.

На валу 4 между хомутами седла установлены на подшипниках качения три блока 8. Через крайние блоки проходит напорный канат, который идет к заднему концу рукояти, а через средний блок — возвратный канат, закрепленный на переднем конце рукояти, у ковша. На обоих торцах вала 4 установлены пресс-масленки 5 для смазывания втулок 6.

Схема, при которой величина усилия напора зависит от натяжения каната подъема ковша, а машинист может лишь уменьшить напор, называется *зависимой*. Схема напорного механизма, при которой усилие напора может быть увеличено или уменьшено машинистом независимо от величины натяжения подъемного каната, называется *независимой*. При комбинированной схеме напорного механизма, объединяющей первые две, значение



усилия напора зависит от натяжения каната, но при включении независимой части механизма может быть по желанию машиниста увеличено.

В независимом канатном напорном механизме (рис. 48, а) подъемный канат 5 навит одним концом на подъемный барабан 2, другой конец каната закреплен в точке А к стреле. При подъеме ковш не возникает никакого усилия, которое заставило бы рукоять 8 выдвигаться. Наоборот, так как участок каната 5, заключенный между блоком 7 ковш и головными блоками 6, располагается при копании под углом не более  $45^{\circ}$ — $60^{\circ}$  к рукояти 8,

то при натяжении каната 5 рукоять 8 не только поворачивается против часовой стрелки (подъем ковша), но и стремится вдвинуться. Значение этого усилия, направленного на возврат рукояти, очень большое. Например, у экскаватора Э-652Б при копании оно может быть более 5 тс. Если нет необходимости выдвигать рукоять 8, то она удерживается тормозом напорно-возвратного барабана 3 (тормоз напора), который воспринимает усилие возврата, передающееся через уравнильный блок 4, напорный канат 9, напорный барабан 10 и напорную цепь 11.

Рукоять 8 выдвигают включением фрикциона звездочки, при вращении которой по часовой стрелке движение через цепь 11, барабан 10, канат 9 (оба конца которого закреплены на барабане 10) и блок 4 передается на рукоять. Значение усилия напора будет зависеть только от силы, с которой затянут фрикцион независимо от силы натяжения подъемных канатов.

При вращении барабана 10 по часовой стрелке возвратный канат 12 отпускается настолько, насколько подтягивается напорный канат 9. Укрепленный на заднем конце рукояти уравнильный блок 4, огибаемый напорным канатом 9, обеспечивает одинаковое натяжение обеих ветвей этого каната.

При выдвигании рукояти усилие в канате 9, создаваемое фрикционом напорно-возвратного барабана 3, должно преодолеть не только сопротивление врезанию ковша в грунт («отпор» грунта), но и ту силу, с которой канат 5 стремится вдвинуть рукоять. Следовательно, напорный фрикцион должен включаться с большой силой, причем для его вращения потребляется значительная мощность. Поэтому на экскаваторах с независимым напором при одновременном подъеме и напоре, необходимых при копании, резко увеличивается нагрузка на двигатель. Машинист во избежание остановки двигателя включает напорный механизм периодически, рывками подавая рукоять вперед, и выключает напор тогда, когда вал двигателя снижает обороты. Неравномерность нагрузок отрицательно сказывается на работе механизмов и двигателя.

Можно достичь равномерной работы и срезания плавной стружки путем включения фрикциона напора с постоянной пробуксовкой во время копания. Так работать может только опытный машинист. Однако на трение фрикциона идет значительная мощность, что вызывает сильный нагрев фрикциона и износ накладок, а также уменьшает оставшуюся часть мощности двигателя, которая может быть использована для срезания стружки грунта.

Основными недостатками независимого напора являются неравномерность нагрузки механизмов и двигателя экскаватора, увеличение нагрузки двигателя, что вызывается необходимостью преодолевать с помощью напорного механизма усилие, противодействующее выдвиганию рукояти и создаваемое натяжением подъемного каната.

Преимущество этой схемы напора в большем, чем при зависимом напоре, удобстве управления ковшом при копании, а также в возможности создания усилия напора, необходимого для врезания ковша в поверхность твердого грунта.

Принцип действия *комбинированного* напорного механизма (рис. 48, б), установленного на экскаваторе Э-652Б, отличается от принципа действия независимого канатного напора тем, что один конец подъемного каната 5, закрепленный при независимом напоре на стреле в точке А (рис. 48, а), при комбинированном напоре навивается и крепится на барабане 13, приваренном к барабану 10.

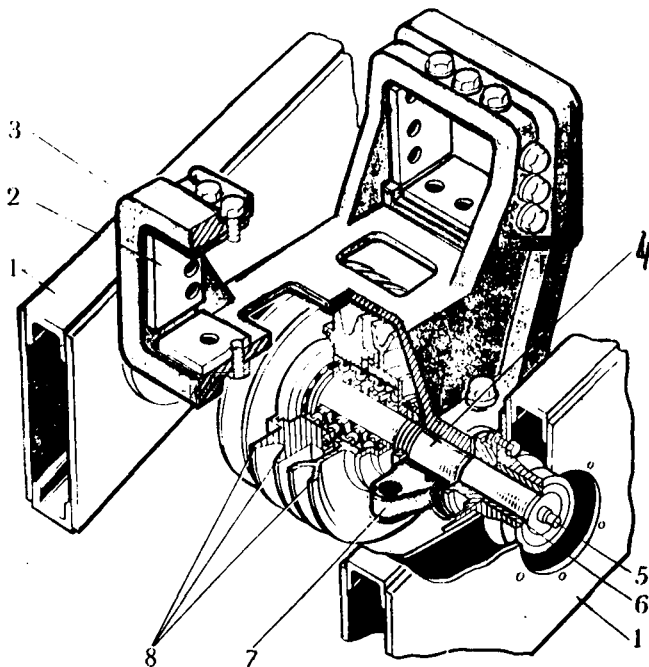
Цель такой запасовки подъемного каната 5 — уравновесить усилие на блоке 7 ковша, препятствующее выдвиганию рукояти 8. При натяжении подъемного каната 5 натягивается и тот конец его, который закреплен на барабане 13. Барабаны 13 и 10 стремятся повернуться по часовой стрелке, причем натягивается также напорный канат 9. Канат 9 передает на уравнильный блок 4 усилие напора, которое нейтрализует действие ветвей каната 5, сходящих с блока 7 ковша. При увеличении усилия на блоке 7 увеличивается и окружное усилие на барабане 13. Диаметр барабана 13 подбирают таким, чтобы не только уравновесить рукоять 8, но и создать некоторый излишек напорного усилия, необходимый для преодоления «отпора» грунта при копании.

Эта часть напорного механизма является зависимой, так как усилие напора создается за счет натяжения подъемного каната 5. Однако диаметр барабана 13 комбинированного

47

**Седловой подшипник канатного напорного механизма:**

- 1 — балка стрелы,
- 2 — сменный вкладыш,
- 3 — седло,
- 4 — вал седлового подшипника,
- 5 — пресс-масленка,
- 6 — бронзовая втулка,
- 7 — хомут седла,
- 8 — блоки



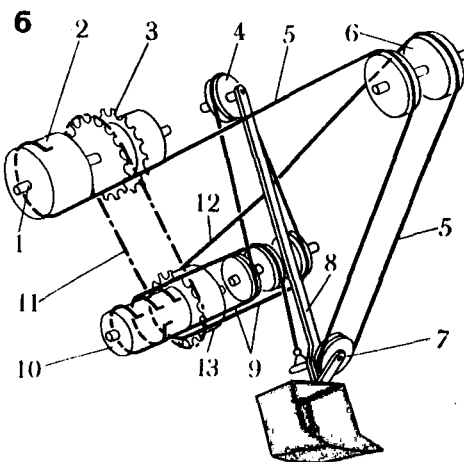
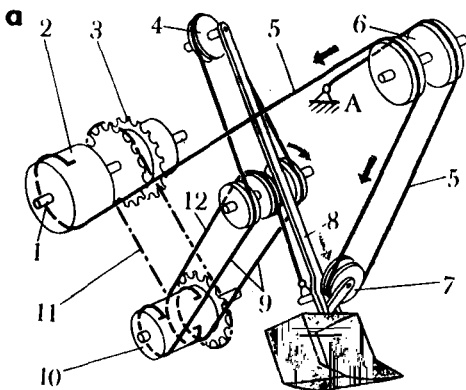
48

**Схемы независимого (а) и комбинированного (б) канатных напорных механизмов:**

- 1 — вал главной лебедки,
- 2 — подъемный барабан,

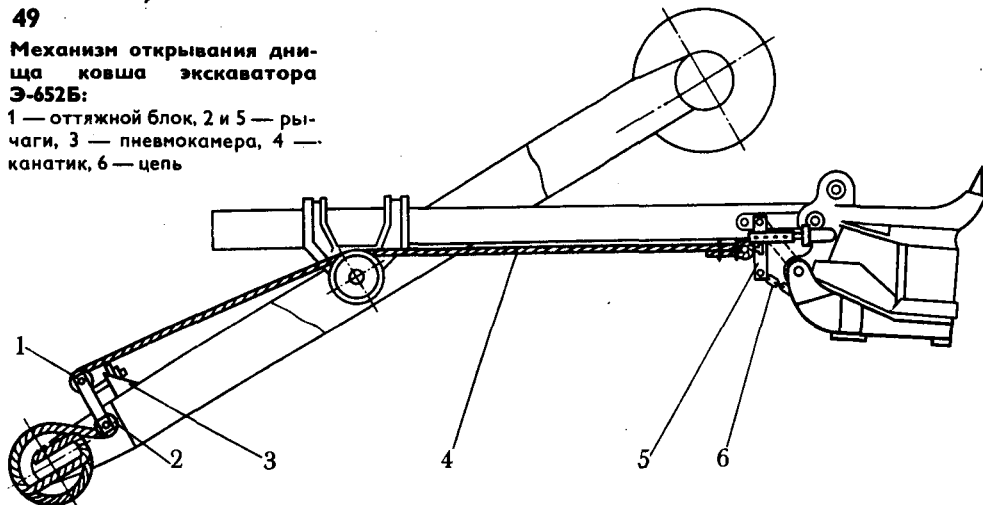
- 3 — напорно-возвратный барабан,
- 4 — уравнительный блок,
- 5 — подъемный канат,
- 6 — головные блоки,
- 7 — блок ковша,

- 8 — рукоять,
- 9 — напорный канат,
- 10 — напорный барабан,
- 11 — роликовая цепь,
- 12 — возвратный канат,
- 13 — дополнительный барабан



### Механизм открывания днища ковша экскаватора Э-652Б:

1 — оттяжной блок, 2 и 5 — рычаги, 3 — пневмокамера, 4 — канатик, 6 — цепь



напорного механизма примерно в два раза меньше, чем при зависимом напоре, так как при комбинированной схеме нужно только удерживать ковш от выглубления во время копания, когда канат 5 уже натянут с достаточной силой. Для врезания в твердый грунт с поверхности, а также для выдвигения максимально подтянутой рукоятки 8 с груженым ковшом используют независимую часть механизма — фрикцион звездочки, включаемый при этом с небольшим усилием и передающий дополнительное усилие напора на рукоятку аналогично независимому напорному механизму.

В подавляющем большинстве случаев при копании грунта не приходится пользоваться фрикционом звездочки, т. е. при копании не создается дополнительных нагрузок на двигатель, возникающих у экскаваторов с независимым напорным механизмом при включении фрикциона напора. Это определяет более плавную работу и меньшую нагрузку двигателя при комбинированном напорном механизме. Преимуществом комбинированной схемы напора является также более легкое управление ковшом при копании, так как при правильной разработке забоя уравновешенную рукоять 8 не нужно с большой силой удерживать от выдвигения тормозом (в отличие от зависимой схемы) или выдвигать, включая фрикцион напора (в отличие от независимой схемы).

Следует отметить, что некоторые экскаваторы (3-й размерной группы) оборудованы безнапорной прямой лопатой, которую называют еще маятниковой. У этого оборудования рукоять соединена со стрелой шарнирно, а напорные движения ковша осуществляются опусканием стрелы под действием нагрузки от массы оборудования.

Конструкция этого оборудования обеспечивает унификацию оборудования прямой и обратной лопаты, т. е. оба вида лопат монтируют с использованием одних и тех же элементов рабочего оборудования.

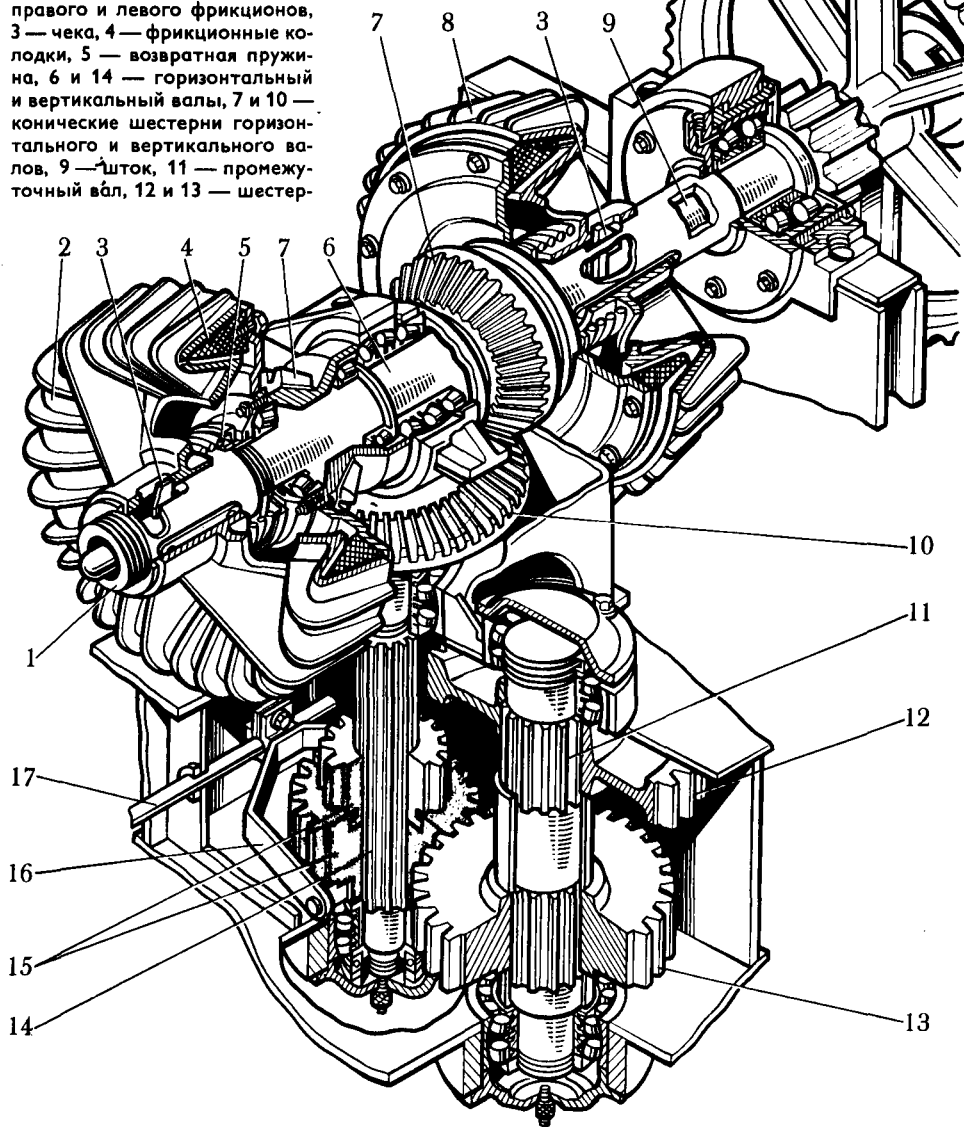
**Механизм открывания днища ковша** предназначен для выдергивания засова днища прямой лопаты во время разгрузки ковша. Этот механизм должен создавать в любом положении рукоятки ковша постоянное слабое натяжение канатика, прикрепленного к рычагу засова днища ковша, а также достаточное усилие при открывании днища, когда нужно выдернуть засов, прижатый весом днища и заполнившего ковш грунта.

На стреле (рис. 49) экскаватора установлена пневмокамера 3, шток которой шарнирно соединен с рычагом 2, качающимся на пальце. На другом конце рычага 2 укреплен оттяжной блок 1, огибаемый канатиком 4. Один конец канатика 4 навит на компенсирующий барабан, установленный на напорном барабане, а второй закреплен на рычаге 5, соединенном цепью 6 с рычагом засова днища ковша. Блок 1 удерживается в крайнем правом положении пружиной, а рычаг 5 оттягивается вправо пружиной рычага засова днища.

# **Механизм реверса с коническими шестернями:**

1 — концевая часть вала с резьбой, 2 и 8 — ведущие шкивы правого и левого фрикционов, 3 — чека, 4 — фрикционные колодки, 5 — возвратная пружина, 6 и 14 — горизонтальный и вертикальный валы, 7 и 10 — конические шестерни горизонтального и вертикального валов, 9 — шток, 11 — промежуточный вал, 12 и 13 — шестер-

ни низшей и высшей передач, 15 — двойная шестерня, 16 — вилка, 17 — валик рычага переключения передач



Натяжение канатика 4 регулируют гайкой. Диаметр барабана подбирают так, чтобы навитый на нем канатик 4 при выдвигении или возврате рукоятки удлинялся или укорачивался на нужную величину и натяжение его сохранялось неизменным. При подаче сжатого воздуха в пневмокамеру 3 перемещается блок 1 и канатик 4, поворачивая рычаг 5, вытягивает засов днища.

**Механизм реверса** предназначен для изменения направления вращения ведомого вала при неизменном направлении вращения ведущего вала.

Наиболее распространен механизм реверса, состоящий из трех конических шестерен, управляемый двумя фрикционными муфтами любого типа (рис. 50). Включают фрикционные пневматическими цилиндрами, укрепленными на резьбе на концах вала и вращающимися вместе с ним. При поступлении воздуха под давлением в полость цилиндра поршень передает усилие на шток 9, проходящий в осевом сверлении вала 6. На конце штока имеется вилка, которой он упирается в расположенную в прорезях вала 6 чеку (упорную планку) 3. Выступающие за пределы вала концы чеки нажимают на торцы ступицы шкива 2 (или шкива 8) и перемещают его, сжимая возвратную пружину 5 и прижимая шкив к фрикционным колодкам 4. Таким образом приводится в движение одна или другая коническая шестерня 7, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 10, которая закреплена на шлицах вертикального вала 14.

С вала 14 движение передается поворотному и ходовому механизмам экскаватора через двоянную шестерню 15 и шестерни 12 или 13, закрепленные на шлицах вертикального промежуточного вала 11. С помощью валика 17 и вилки 16 шестерня 15 может быть введена в зацепление с шестерней 13 или с шестерней 12. Шестерня 13 находится в постоянном зацеплении с шестерней (на рисунке не показана), расположенной на валу механизма поворота платформы.

**Механизмы поворота платформы** имеют многороликовое опорно-поворотное устройство с внутренним и наружным зубчатыми зацеплениями. Движение вала 5 (рис. 51) механизма поворота, установленному на подшипниках 4 и 13, передается от приводной шестерни 15 через кулачковую муфту 14. При этом шестерня 12, закрепленная на шлицах консольной части вала 5, обкатывается по венцу 10, поворачивая катящуюся на роликах 11 раму 8 вокруг центральной цапфы 9. При изменении направления вращения вала 5 рама 8 поворотной платформы поворачивается в обратном направлении.

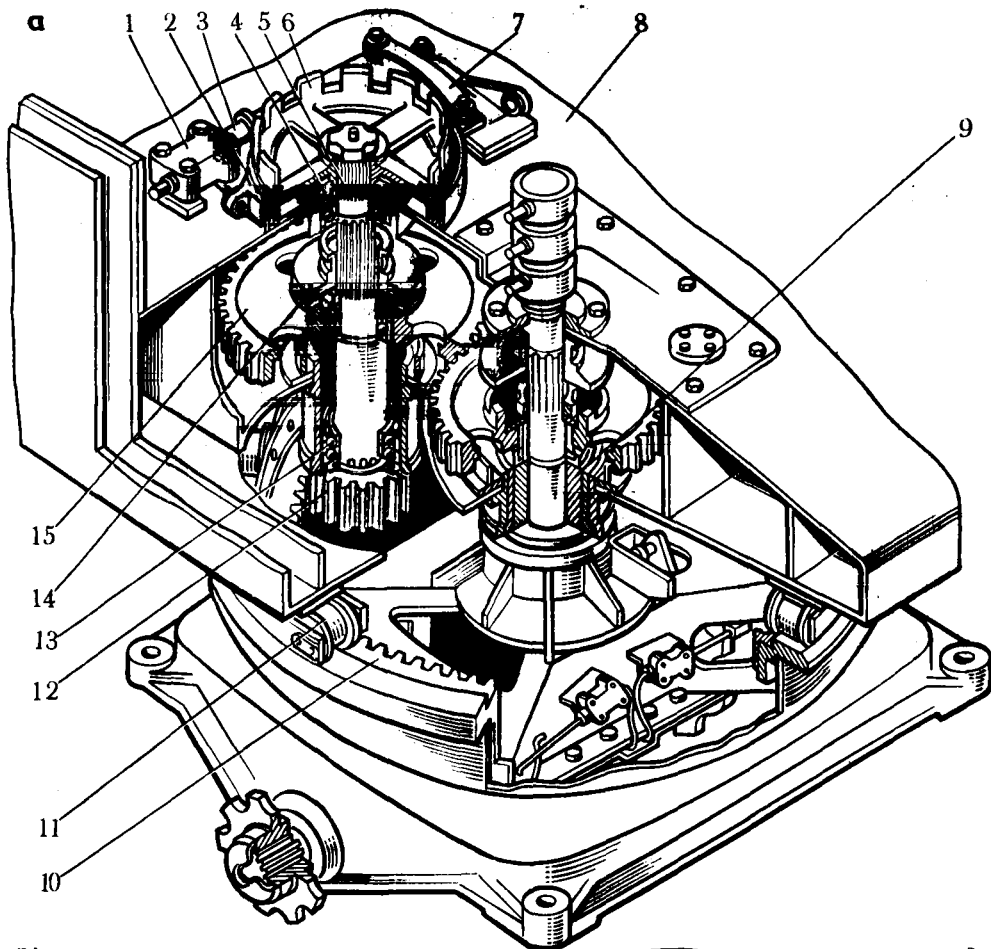
Раму 8 удерживают на месте при выключенной муфте 14 наружным ленточным тормозом открытого типа, тормозной шкив 6 которого установлен на шлицах верхнего конца вала 5. Тормоз механизма поворота включают рычагом управления, связанным с тормозом механически или исполнительным гидравлическим цилиндром 1, шток 3 которого через тягу и рычаги 7 затягивает тормозную ленту 2. На верхней части шкива 6 сделаны выступы, между которыми опущен стопор, удерживающий поворотную платформу от случайного поворота в нерабочее время, когда в системе нет давления. У экскаваторов с механическим управлением это достигается установкой рычага управления тормозом на защелку, удерживающую его во включенном положении.

**Опорно-поворотное устройство** предназначено для передачи нагрузки от поворотной платформы к раме ходового устройства экскаватора и дает возможность поворотной платформе свободно вращаться относительно ходового устройства. На универсальных полноповоротных экскаваторах ранее применяли опорно-поворотные устройства двух типов: многороликовое и малероликовое.

На современных отечественных экскаваторах устанавливают унифицированные роликовые опорно-поворотные круги (рис. 52). Ролики 3 расположены между кольцами 1, 4 и 5, причем соседние ролики имеют взаимно перпендикулярные оси, которые наклонены к вертикали под углом 60 или 30°. Кольцо 1 обычно крепят болтами к ходовой части экскаватора, а кольца 4 и 5, скрепленные между собой болтами, — к поворотной, где расположен механизм поворота платформы. При эксплуатации нужно следить за затяжкой этих болтов.

Ролики, катящиеся по дорожкам В, воспринимают направленные вниз нагрузки, ролики, которые катятся по дорожкам Г, работают как захваты, передавая усилия от кольца 4 к кольцу 1 и удерживая поворотную платформу от опрокидывания. Ролики смазываются через специальные масленки в кольце 5.

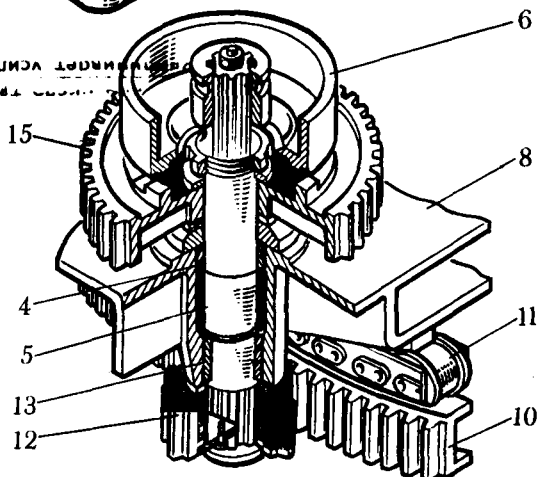




51

# **Механизмы поворота с внутренним (а) и наружным (б) зацеплением:**

- 1 — исполнительный цилиндр,
- 2 — тормозная лента,
- 3 — шток,
- 4 и 13 — верхний и нижний подшипники,
- 5 — вал,
- 6 — тормозной шкив,
- 7 — рычаги тормоза,
- 8 — рама поворотной платформы,
- 9 — центральная цапфа,
- 10 — зубчатый венец,
- 11 — опорный ролик,
- 12 и 15 — обегаящая и приводная шестерни,
- 14 — кулачковая муфта



Роликовые круги воспринимают горизонтальные усилия, сдвигающие поворотную платформу относительно ходовой части, поэтому нет необходимости в центральной цапфе. Независимо от типа опорно-поворотного устройства применяют зубчатый венец 2 с наружными или внутренними зубьями, находящийся в постоянном зацеплении с шестерней механизма поворота.

## § 18

### Механизмы передвижения и ходовое устройство

Механизм передвижения экскаватора предназначен для передачи движения ходовому устройству от общей трансмиссии. Механизмы передвижения универсальных гусеничных экскаваторов принципиально не отличаются один от другого.

Вертикальный вал 4 (рис. 53) приводится в движение через кулачковую муфту 2, которая соединяет этот вал со свободно сидящей на нем шестерней 3, вращающейся от шестерни 1 механизма поворота. На нижнем шлицевом конце вала 4, который установлен на сферических подшипниках, закрепленных в полой центральной цапфе ходовой рамы 18, поставлена коническая шестерня 5.

Горизонтальный вал состоит из трех частей: средней 12 и двух концевых 10 (полуосей). На средней части 12 горизонтального вала жестко укреплена коническая шестерня 6, с которой в постоянном зацеплении находится шестерня 5. Средняя 12 часть вала опирается на два разъемных бронзовых подшипника 11 ходовой рамы. Полуоси 10 одной стороной опираются на бронзовые втулки, запрессованные в торцы средней 12 части вала; второй точкой опоры для них являются бронзовые втулки 9 в ходовой раме. На шлицевых консольных концевых частях вала, выходящих за пределы ходовой рамы, укреплены ведущие звездочки 17 приводных втулочно-роликовых цепей 16.

Вращение от средней 12 части вала полуосям 10 передается двумя кулачковыми муфтами. Ведущие полумуфты 13 неподвижно закреплены на средней части вала, а ведомые 14 перемещаются по шлицам вдоль полуосей 10. Обе кулачковые муфты горизонтального вала механизма передвижения постоянно включены пружинами 15 и все три части вала работают как одно целое.

Движение от звездочек 17 передается цепями звездочкам 11 (рис. 54, б), укрепленным на шлицах консольной части валов 15 ведущих колес 7 гусениц.

Вал 15 установлен на двух опорных бронзовых втулках (подшипниках скольжения) 13 и 14 в кронштейнах рамы 3 (рис. 54, а) гусеничной тележки. На нем на шпонке укреплено ведущее колесо 7, вращающееся вместе с валом 15 (рис. 54, б) и звездочкой 11. При этом во впадины колеса 7 попадают выступы (кулачки) гусеничных звеньев 9 и колеса 7 перекатываются по бесконечной гусеничной ленте, т. е. экскаватор перемещается.

Для передвижения в обратную сторону достаточно изменить направление вращения вертикального вала 4 (рис. 53), что осуществляется механизмом реверса. Для поворота направо нужно правую кулачковую полумуфту 14 вывести из зацепления с полумуфтой 13 и сдвинуть полумуфту 14 вправо так, чтобы ее кулачки вошли в зацепление с приваренным к ходовой раме неподвижным стопором 7. Правая гусеница застопорится, а левая, которую продолжает приводить в движение горизонтальный ходовой вал, будет перемещаться вперед, поворачивая экскаватор относительно остановленной правой гусеницы. Для поворота налево нужно выключить левую полумуфту 14 и ввести ее в зацепление со стопором, имеющимся и на этой стороне рамы 18. Кулачковыми муфтами 13 и 14 горизонтального ходового вала управляет машинист из кабины. Чтобы облегчить управление, кулачковые полумуфты горизонтального вала механизма передвижения постоянно включены пружинами 15, а выключаются с помощью пневматической камеры 8 или гидроуправления. Воздух или рабочая жидкость для управления механизмом передвижения подводится по трубкам, проходящим через полый вертикальный вал 4 механизма передвижения.

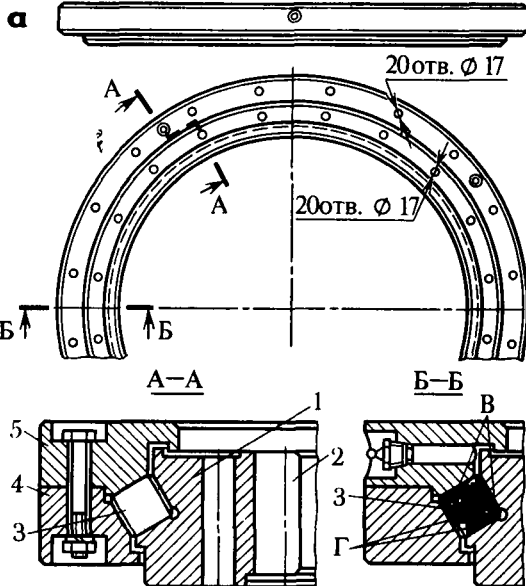
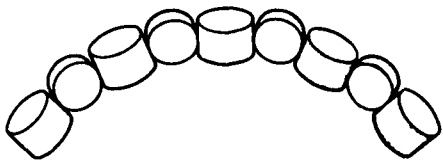
В описанной двухопорной конструкции подшипник 13 (рис. 54, а), расположенный между ведущим колесом 7 и звездочкой 11, несет большую нагрузку (рис. 54, е) и сравнительно

52

### Роликовый опорно-поворотный круг с внутренним зубчатым венцом:

а — разрез роликового круга,  
б — расположение роликов;  
1 — внутреннее кольцо-венец,  
2 — зуб венца,  
3 — ролик,  
4 и 5 — нижнее и верхнее кольца;  
В и Г — дорожки катания роликов

6



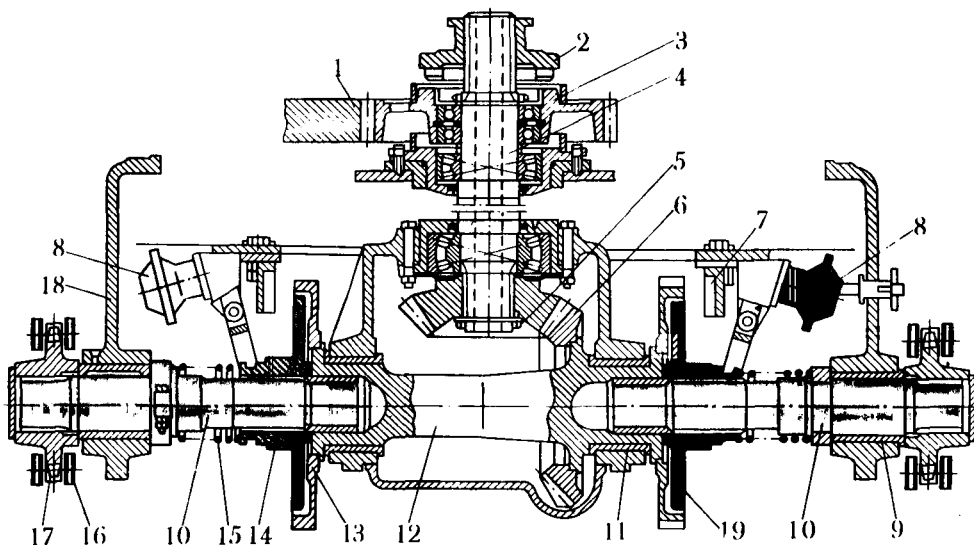
53

### Механизм передвижения гусеничного экскаватора Э-452Б:

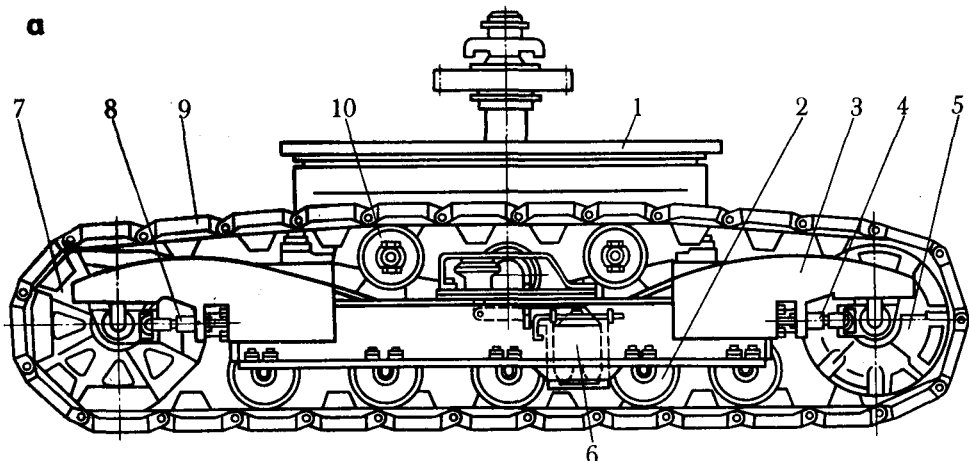
1 и 3 — шестерни механизмов поворота и передвижения, 2 — кулачковая муфта, 4 — верти-

кальный ходовой вал, 5 и 6 — конические шестерни, 7 — стопор, 8 — пневмокамеры, 9 — втулка полуоси, 10 — полуоси, 11 — подшипник, 12 — средняя часть горизонтального вала;

13 и 14 — ведущая и ведомая полумуфты, 15 — пружина подвижной полумуфты, 16 — втулочно-роликовая цепь, 17 — ведущая звездочка, 18 — ходовая рама, 19 — наружные зубья



**а**

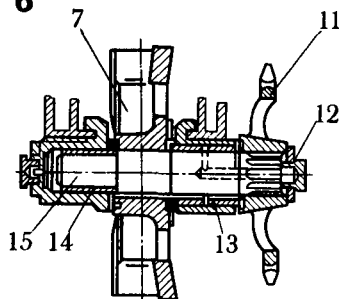


**54**

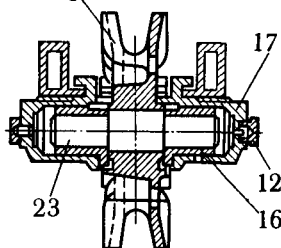
**Гусеничная тележка:**

а — тележка в сборе, б и в — ведущее и натяжное колеса гусеницы, г — опорный каток, д — поддерживающий ролик, е — схема примерного распределения нагрузок подшипников вала ведущего колеса гусеницы при двухопорной конструкции, ж — то же, при трехопорной конструкции; 1 — ходовая рама, 2 и 10 — опорный и поддерживающий катки, 3 — рама гусеничной тележки, 4 — натяжное устройство гусеничной ленты, 5 — направляющее колесо, 6 — стопор гусеничного хода, 7 — ведущее колесо гусеницы, 8 — болт натяжного устройства, 9 — звено гусеницы, 11 — ведомая звездочка, 12 — крышка масленки, 13, 14, 16 и 18 — подшипники скольжения (бронзовые втулки), 15 — вал ведущего колеса, 17 — корпус подшипника натяжного колеса, 19 — дуговой болт, 20 и 21 — оси, 22 — дополнительный подшипник (втулка), 23 — ось направляющего колеса; А — усилие на гусеничной ленте, Б — усилие на приводной цепи, В, Г и Д — реакции в опорных подшипниках

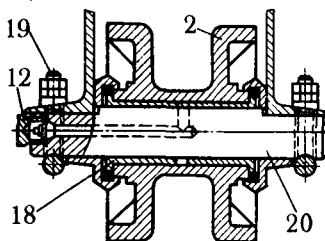
**б**



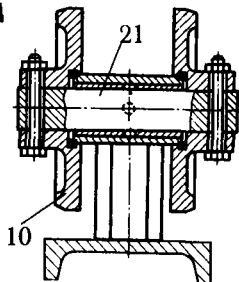
**в**



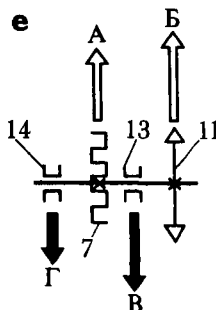
**г**



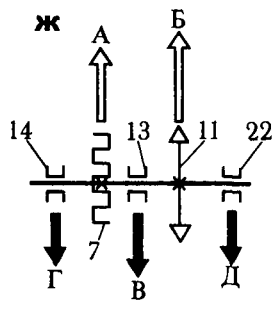
**д**



**е**



**ж**

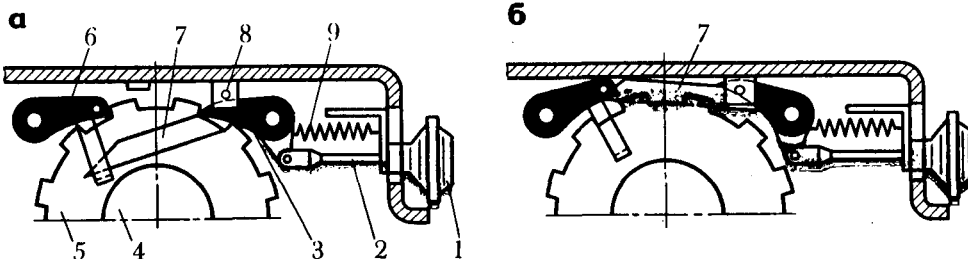


# **Схема работы храпового устройства механизма передвижения:**

а — включенное положение, б — выключенное положение;

1 — исполнительная пневмокамера, 2 — шток, 3 и 6 — передняя и задняя собачки, 4 — горизонтальный вал ходового механизма, 5 — ведущая кулачковая

полумуфта, 7 — рычаг передней собачки, 8 — стопор передней собачки, 9 — возвратная пружина



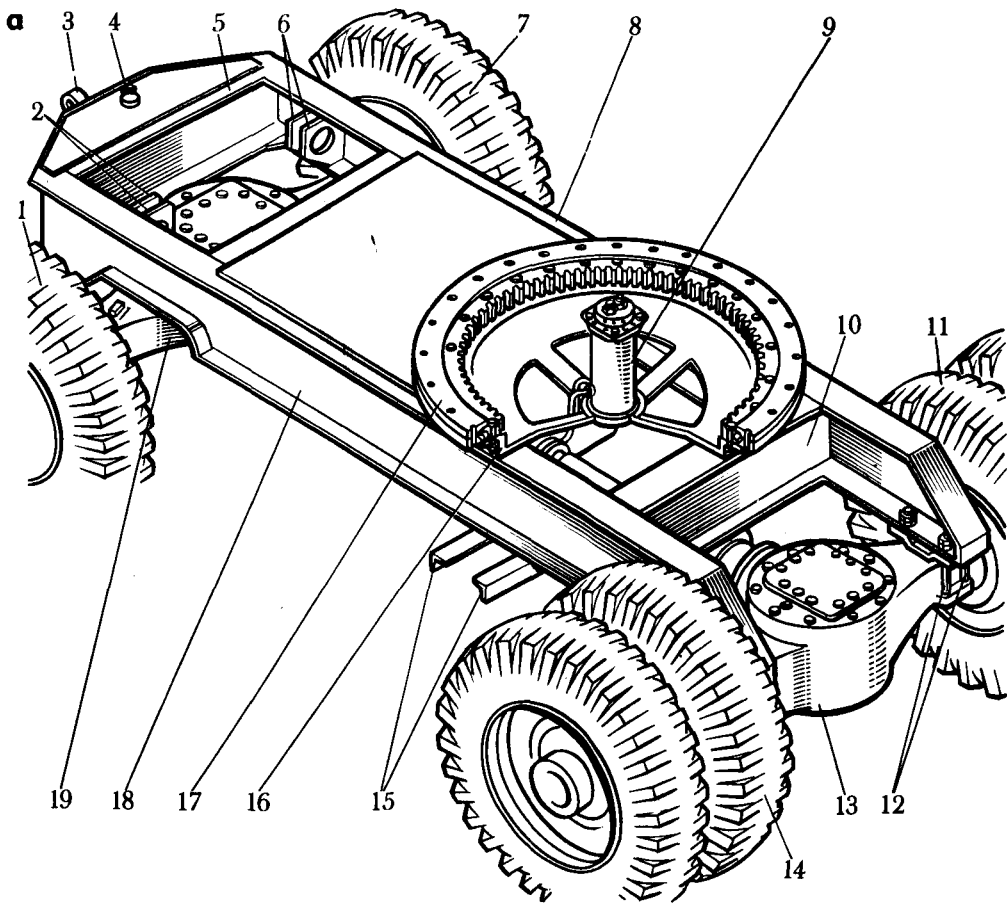
быстро изнашивается. Поэтому в последние годы на экскаваторах Э-652Б начали применять трехопорную конструкцию. Третий опорный подшипник 22 (рис. 54, ж) располагают на конце специальной регулируемой тяги-подпорки, второй конец которой может опираться на нижнюю часть ходовой рамы 1 (см. рис. 54, а) или на кронштейн рамы 3 гусеничной тележки. При трехопорной конструкции нагрузка распределяется на опорные подшипники 13, 14 и 22 более равномерно, чем при двухопорной, что, однако, обеспечивается только при правильном регулировании подшипника 22.

При копании необходимо одновременно застопорить обе гусеницы. Для этого собачку храпового устройства, закрепленную на ходовой раме 18 (рис. 53), вводят в зацепление с наружными зубьями 19 ведущей кулачковой полумуфты. При этом стопорится горизонтальный вал ходового механизма и останавливаются обе гусеницы. Управляют храповым устройством с рабочего места машиниста.

Схема работы храпового устройства показана на рис. 55. Пружина 9 удерживает в опущенном состоянии переднюю собачку 3 и ее рычаг 7. Задняя собачка 6 под действием собственного веса и под действием рычага 7 также опускается во впадину между кулачками ведущей полумуфты 5, жестко укрепленной на средней части горизонтального вала 4 ходового механизма. Таким образом, собачки 3 и 6 препятствуют вращению в обе стороны горизонтального вала с полуосями, ходовыми цепями и гусеницами.

Для выключения собачек подают воздух под давлением в исполнительную пневмокамеру 1. При этом диафрагма пневмокамеры 1 через шток 2 преодолевает сопротивление пружины 9 и, повернув собачку 3 по часовой стрелке, выводит ее из зацепления с кулачками полумуфты 5. Одновременно с собачкой 3 поворачивается рычаг 7 и поднимает собачку 6. В этом положении горизонтальный вал 4 механизма передвижения может вращаться в любую сторону. Поднятые собачки могут удерживаться в этом положении стопором 8, что может понадобиться, например, при буксировке экскаватора с неработающим двигателем.

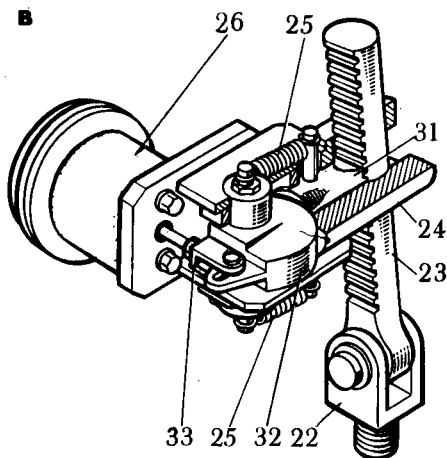
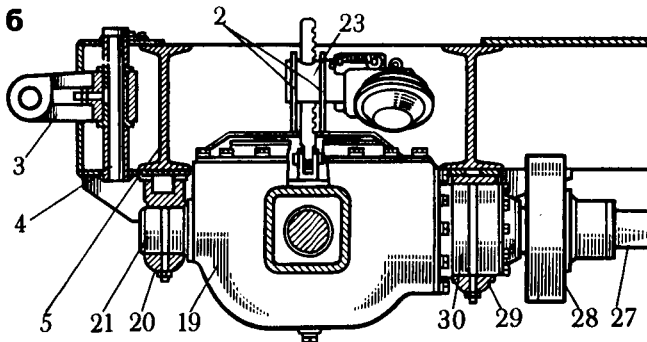
Вес экскаватора и внешние нагрузки, действующие на него при работе, передаются через ходовую раму 1 (см. рис. 54) на поперечные балки, жестко соединенные с рамами 3 двух гусеничных тележек. Рама 3 имеет передние и задние кронштейны, на которых крепят корпуса подшипников 13 и 14 вала 15 и подшипников 16 колеса 7 и оси 23. Кроме того, на раме смонтированы оси 20 опорных катков 2, передающих нагрузку на нижнюю ветвь гусеничной ленты, и оси 21 катков 10, поддерживающих верхнюю ветвь гусеницы. Бесконечная гусеничная лента, охватывающая ведущее 7 и направляющее 5 колеса, состоит из звеньев 9, звенья шарнирно соединены между собой продетыми в отверстия их проушин пальцами. На внутренней поверхности звеньев 9 сделаны выступы (кулаки), которыми гусеничная лента зацепляется с ведущим колесом 7.



В процессе работы экскаватора гусеничная лента и втулочно-роликовая цепь удлиняются за счет износа в соединительных шарнирах. Натяжение втулочно-роликовой цепи регулируют винтовыми натяжными устройствами путем перемещения корпусов подшипников колеса 7 вдоль кронштейнов рамы 3. Корпуса подшипников перемещаются по специальным направляющим кронштейнов рамы 3 с помощью натяжных болтов 8 и гаек, которые после регулирования фиксируют стопорами.

Для регулирования натяжения гусеничной ленты используют переднее натяжное устройство, которое перемещает направляющее колесо 5. Так как цепь или гусеничную ленту регулируют двумя болтами, поочередно перемещающими правый и левый подшипники, то во избежание перекаса оси или вала правый и левый болты надо подтягивать одинаково.

Конструкция ведущих колес большинства экскаваторов дает возможность грунту, попадающему между наружной поверхностью колеса и гусеничной лентой, свободно проваливаться, а не запрессовываться между ведущим колесом и звеньями ленты. В результате лента не растягивается и не обрывается. Если в конструкции гусеничного хода не предусмотрено самопроизвольного очищения ведущих колес от грунта, машинисту необходимо систематически очищать их.



56

# **Ходовая часть пневмоколесного экскаватора:**

а — общий вид, б — установка балансирующего переднего моста, в — стабилизатор; 1 и 7 — левое и правое колеса переднего моста, 2 и 6 — кронштейны левого и правого стабилизаторов, 3 — водило, 4 — ось водила, 5 и 10 — передняя и задняя поперечные балки рамы, 8 и 18 — правая и левая продольные балки рамы, 9 — центральный пневмоввод, 11 и 14 — правое и левое колеса заднего моста, 12 — болты крепления заднего моста к раме, 13 — задний мост, 15 — кронштейн подножки, 16 — опора, 17 — опорно-поворотное устройство, 19 — передний мост, 20 и 29 — разъемные опоры передней и задней цапф моста, 21 и 30 — передняя и задняя цапфы, 22 — проушина рейки стабилизатора, 23 — рейка, 24 — корпус стабилизатора, 25 — пружина стабилизатора, 26 — пневмотолкатель, 27 — промежуточный вал механизма хода, 28 — шкив тормоза продольного вала, 31 — плунжер стабилизатора, 32 — эксцентрик, 33 — шток пневмотолкателя

Обслуживание гусеничного оборудования и механизма передвижения заключается в правильном регулировании натяжения ходовых цепей и гусеничных лент, а также в регулярном смазывании подшипников скольжения, в которых вращаются валы и оси ходового механизма и катков гусениц. Подшипники смазывают через пресс-масленки, установленные на торцах валов и осей. Пресс-масленки устанавливают в углублениях на торцах осей катков и колес гусеничных тележек и закрывают закручивающимися пробками, чтобы предохранить их от случайных повреждений.

На рис. 56 показано ходовое устройство пневмоколесного экскаватора. Поворотная платформа соединена с ходовым устройством опорно-поворотным устройством 17 роликового типа. Ходовая рама, состоящая из продольных 8 и 18 и поперечных 5 и 10 балок, опирается на передний 19 и задний 13 мосты. Задний мост 13 жестко соединен с рамой, а передний 19 — шарнирно, он имеет возможность поворачиваться относительно рамы в вертикальной плоскости. Передний мост 19 установлен балансирующе на двух цапфах 21 и 30, опирающихся на разъемные опоры 20 и 29. Выключают балансирующую подвеску моста 19 с помощью левого и правого стабилизаторов, жестко соединяющих мост с рамой.

Экскаватор можно буксировать грузовиком, для чего предусмотрено дышло, соединяемое с водилом 3.

## § 19

## Классификация и общие сведения

Управление всеми рабочими механизмами экскаватора можно разделить на основное и вспомогательное.

**Основная система управления** — это комплекс устройств для управления экскаватором при выполнении рабочего цикла. Сюда входит управление фрикционными и тормозами подъемного и напорного механизмов главной лебедки, фрикционными механизмами главного реверса, а также тормозами механизма поворота платформы и механизмом открывания днища ковша.

Все эти механизмы должны включаться и выключаться в течение рабочего цикла, длительность которого составляет 15—20 с. Таким образом, для основного управления экскаватором характерны частые включения (до 35—50 в минуту) и значительные усилия, необходимые для включения фрикционных и тормозов.

**Вспомогательная система управления** экскаватором — это дополнительный к основной системе управления комплекс устройств для управления экскаватором между рабочими циклами.

Для вспомогательного управления характерно редкое включение, например: переключение кулачковых муфт механизмов поворота и передвижения экскаватора в забое; переключение подвижных шестерен, обеспечивающих высшую или низшую скорость поворота платформы или передвижения экскаватора; переключение двусторонней кулачковой муфты или шестерни, включающей стрелоподъемный барабан или звездочку возврата рукояти; переключение кулачковых муфт горизонтального вала механизма передвижения и пр.

Усилие на рычагах основной системы управления не должно превышать 3—4 кгс, величина хода — 150 мм в каждую сторону от нейтрального положения, так как при больших усилиях и ходах рычагов машинист быстро утомляется. Для облегчения условий работы машиниста применяют устройства, уменьшающие необходимые усилия на рычагах и величину их хода. Для рычагов вспомогательной системы управления, включаемых редко, можно допустить сравнительно большое усилие (до 12—15 кгс), необходимое для включения соответствующих механизмов.

Системы управления подразделяют на механические, гидравлические и пневматические. *Механическая* (рычажная) система управления наиболее проста в изготовлении, надежна в эксплуатации и обеспечивает благодаря непосредственной связи руки (или ноги) машиниста с фрикционом (или тормозом) высокую «чувствительность» управления. Для этой системы характерно большое число тяг, рычагов и шарнирных соединений. Трение в каждом из шарниров увеличивает усилие, которое должно быть приложено машинистом к рычагу или педали управления. Шарнирные соединения рычагов и тяг, несмотря на использование в них стальных закаленных втулок и пальцев, быстро изнашиваются. Износ шарниров вызывает необходимость часто регулировать систему управления и заменять изношенные детали, что связано с простоями экскаватора. Для уменьшения трения износа шарниры рычажной системы необходимо регулярно смазывать, что усложняет эксплуатацию экскаваторов.

На рассматриваемых экскаваторах 3-й и 4-й размерных групп механическую систему используют для управления вспомогательными механизмами.

В *гидравлической* системе управления усилие, необходимое для включения фрикционных и других механизмов, создается исполнительным гидроцилиндром, на поршень которого воздействует жидкость, подаваемая под давлением.

Жидкость в исполнительный гидроцилиндр можно подавать насосом, создающим давление (в этом случае машинист лишь управляет подачей жидкости, открывая доступ для



нее от насоса к гидроцилиндру), или гидроцилиндром — датчиком, на поршень которого машинист нажимает рычагом или педалью. В первом случае система управления называется насосной, а во втором — безнасосной. Гидравлическая система управления применяется на экскаваторах Э-1252Б более мощных, чем рассматриваемые в настоящей книге.

**Пневматическая система управления** принципиально отличается от насосной гидравлической тем, что рабочие механизмы включаются не жидкостью, а сжатым воздухом, подаваемым к исполнительным пневмоцилиндрам от компрессора через специальный пневмораспределитель и пневмоклапаны управления.

Основные преимущества пневматического управления по сравнению с гидравлическим заключаются в более плавном включении механизмов благодаря способности воздуха сжиматься, а также в использовании атмосферного воздуха в качестве рабочего тела, что исключает необходимость снабжения маслом. Плавное включение достигается конструктивными особенностями: изменением величины сечений входных каналов (дресселированием) и применением регулируемых пневмоаппаратов управления.

Однако при пневматическом управлении давление, под которым воздух подается к исполнительным пневмоцилиндрам, обычно не превышает 6—8 кгс/см<sup>2</sup>, т. е. намного меньше, чем при гидроуправлении. Поэтому размеры исполнительных пневмоцилиндров должны быть соответственно больше. Пневмокамерные фрикционы позволяют избежать этого недостатка.

На современных экскаваторах 3—4-й размерных групп с механическим приводом применяют пневматическую систему управления.

## § 20

### Пневматическая система управления

Рассмотрим назначение и принцип действия основных составных частей системы пневмоуправления.

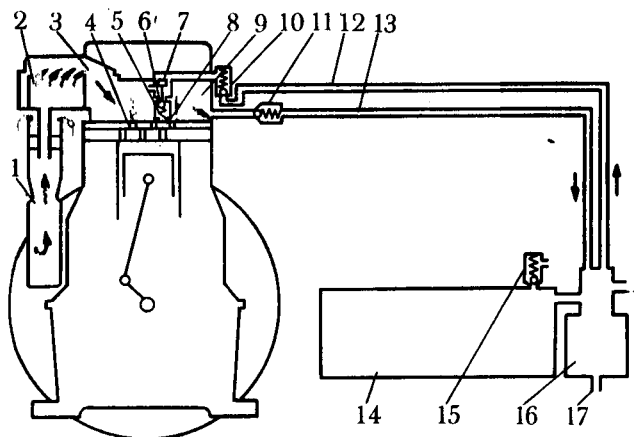
**Компрессор** (рис. 57) предназначен для системы пневмоуправления строительных и дорожных машин в условиях умеренного климата.

Воздух из атмосферы через всасывающий центробежный фильтр 1 засасывается в головку пневмоцилиндров, проходит через контактный фильтр 2 и попадает во всасывающую камеру 3 головки. При перемещении поршня вниз от головки в пневмоцилиндре создается разрежение, т. е. давление воздуха в нем становится меньше атмосферного, вследствие этого силой атмосферного давления всасывающий пневмоклапан 4 открывается и воздух заполняет полость пневмоцилиндра.

#### 57

##### Схема компрессорной установки:

1 и 2 — центробежный и контактный фильтры, 3 и 9 — всасывающая и нагнетательная камеры, 4 и 8 — всасывающий и нагнетательный клапаны, 5 — пружина, 6 — шарик, 7 — поршень, 10 — пневмоклапан, 11 и 15 — обратный и предохранительный клапаны, 12 и 13 — пневмолинии (трубопроводы), 14 — ресивер, 16 — маслоотделитель, 17 — сливная пробка



При обратном ходе поршня воздух в пневмоцилиндре начинает сжиматься, его давление становится выше атмосферного и всасывающий пневмоклапан 4 прижимается к седлу. По мере дальнейшего движения поршня воздух в цилиндре сжимается до тех пор, пока его давление не преодолеет сопротивления нагнетательного пневмоклапана 8 и давления сжатого воздуха в нагнетательном трубопроводе 13. В этот момент пневмоклапан 8, который во время всасывающего хода поршня закрыт, открывается и сжатый воздух из пневмоцилиндра поршнем выталкивается в нагнетательную камеру 9 головки и далее через обратный пневмоклапан 11 по нагнетательному трубопроводу 13 в ресивер пневмосистемы.

Когда давление в ресивере и трубопроводе 12 достигает величины, на которую отрегулирован пневмоклапан 10, он срабатывает и с помощью специального устройства открывает и держит все время открытыми всасывающие клапаны 4, т. е. переводит компрессор на холостой ход. При расходе воздуха из ресивера 14 давление в нем и пневмолинии 12 падает, клапаны 4 освобождаются и компрессор вновь подает сжатый воздух в нагнетательную пневмолинию 13.

**Масловлагоотделитель** предназначен для отделения масла и частично влаги от подаваемого в ресивер воздуха.

Масловлагоотделитель центробежного типа (рис. 58), используемый в системе пневмоуправления экскаватора Э-652Б, установлен между I и II ступенями компрессора. Воздух через патрубок 1 попадает на направляющий винт 6, по которому проходит в корпус 5, где конденсирующиеся из него масло и влага оседают на дно корпуса: их периодически спускают через кран 4. Очищенный воздух через внутренний канал винта 6 и патрубок 3 передается во II ступень компрессора. В крышке 2 имеются отверстия для установки манометра и предохранительного клапана.

Влага, выпадающая вследствие конденсации пара при сжатии атмосферного воздуха и попадающая в пневмоклапаны управления, рабочие пневмоцилиндры и пневмокамеры, а также масло, пары которого смешиваются с воздухом в компрессоре, отрицательно влияют на работу пневмосистемы. Масло, в частности, разъедает резиновые детали пневмоклапанов, а влага в зимнее время может привести к примерзанию пневмоклапанов, манжетов пневмоцилиндров, а также вызвать коррозию металлических деталей. Кроме того, влага, скапливаясь в местах изгиба соединительных трубок пневмосистемы, может замерзнуть и образовать ледяные пробки, т. е. закупорить систему пневмоуправления.

Поэтому машинист должен предохранять систему пневмоуправления от попадания в нее влаги, особенно в холодное время года, периодически спуская через кран 4 масло и влагу, осевшие на дно корпуса 5 масловлагоотделителя, а также из ресивера.

**Ресивер** служит аккумулятором, в котором содержится запас сжатого воздуха. Часто его используют также для охлаждения нагретого в компрессоре воздуха и для дополнительного выделения конденсата влаги и масла. В этом случае ресивер выполняют в виде секционного охладителя (рис. 59). Он состоит из секций 2 большого диаметра, расположенных рядом, соединенных между собой трубками 1 малого диаметра и прикрепленных друг к другу планками 3. В нижней части каждой секции установлен спускной кран.

Наличие нескольких секций увеличивает поверхность и соответственно ускоряет процесс охлаждения, а также способствует выпадению конденсата за счет изменения скорости и направления движения воздуха при переходе из секций большого диаметра в тонкие соединительные трубки, и наоборот.

Сжатый воздух поступает из масловлагоотделителя через нагнетательный штуцер 4 в первую секцию охладителя, а после нее последовательно проходит через остальные секции. По мере прохождения воздуха по секциям ресивера его температура и влагоудержание снижаются.

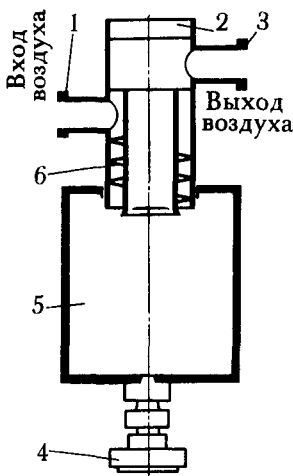
Выделяющийся в процессе охлаждения воздуха конденсат стекает вниз по стенкам каждой секции, откуда его сливают через спускной кран. Рекомендуется сливать конденсат в конце каждой смены, а если его много, то несколько раз в смену.

Для управления механизмами применяют крановые пневмоаппараты прямого действия, соединяющие полость рабочего пневмоцилиндра (камеры) с ресивером без изменения давления подаваемого воздуха, и регулируемые пневмоаппараты, позволяющие регули-

58

Маслолагоотделитель центробежного типа системы пневмоуправления экскаватора Э-652Б:

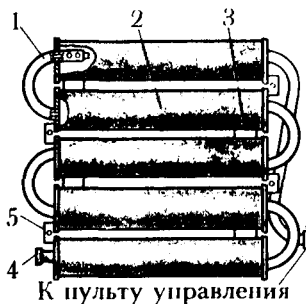
1 и 3 — входной и выводящий патрубки, 2 — крышка, 4 — спускной кран, 5 — корпус, 6 — направляющий винт



59

Секционный охладитель пневмоуправления экскаватора Э-652Б:

1 — соединительная трубка, 2 — секция, 3 — планка, 4 — нагнетательный штуцер, 5 — кронштейн

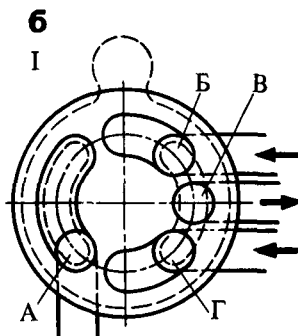
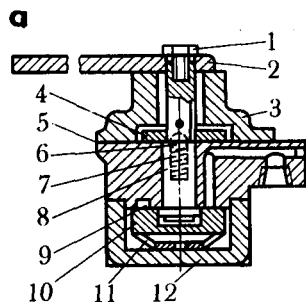


К пульту управления

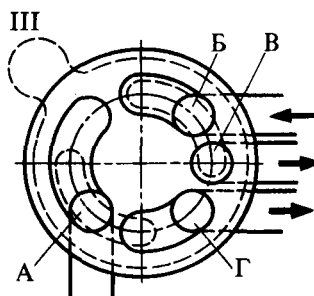
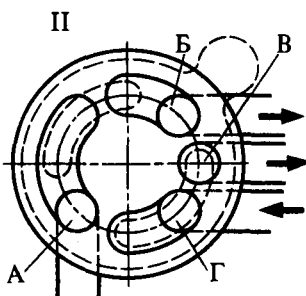
60

Крановый пневмоаппарат прямого действия (а) и положения рукоятки управления (б):

1 — винт, 2 — рукоятка управления, 3 и 12 — верхняя и нижняя крышки, 4 и 10 — фиксирующая и распределительная шайбы, 5 — корпус, 6 — шарик фиксатора, 7 — пружина фиксатора, 8 — валик, 9 — резиновая прокладка, 11 — дисковая пружина; А—Г — каналы



Из ресивера



ровать давление воздуха в исполнительном пневмоцилиндре (камере) включаемого рабочего механизма.

**Крановые пневмоаппараты прямого действия** обычно применяют для вспомогательного управления, а также для основного управления в тех случаях, когда не нужно регулировать усилие, включающее механизм. На экскаваторе Э-652Б используется крановый пневмоаппарат прямого действия (рис. 60), с помощью которого можно управлять двумя механизмами.

В корпусе 5 сделано четыре воздухопроводящих канала — А, Б, В и Г. Сверху и снизу корпус закрыт крышками 3 и 12, закрепленными на нем винтами. Под нижней крышкой 12 проложена уплотнительная резиновая прокладка. В выточке нижней крышки расположена распределительная латунная шайба 10, плотно притертая своей верхней плоско-

стью к торцу корпуса. Шайба 10 прижимается к корпусу дисковой пружиной 11, имеющей вид вогнутого диска с прорезями.

В центре шайбы 10 сделано квадратное углубление, в которое входит головка валика 8. Верхняя часть валика 8 имеет неравнобочное трехгранное сечение, благодаря чему надеть на него фиксирующая шайба 4 и рукоятка 2 крана, закрепленная винтом 1, устанавливаются в определенном положении. Шайба 4 закреплена на валике 8 штифтом. По окружности шайбы 4 сделаны три отверстия, в которые входит шарик 6 фиксатора, расположенный вместе с пружиной 7 в специальном отверстии корпуса 5.

Воздухопроводящий канал А соединен с ресивером, каналы Б и Г — с исполнительными пневмоцилиндрами, а канал В — с атмосферой. На верхней стороне шайбы 10 имеются две расположенные по окружности канавки (на рис. 60, б показаны пунктиром), с помощью которых при определенных положениях шайбы 10 каналы Б и Г соединяются с каналами А или В, включая или выключая механизмы, управляемые пневмоцилиндрами (камерами).

На нижней торцевой поверхности корпуса 5 также сделаны три канавки (показаны сплошной линией), идущие от каналов А, Б и Г.

В положении I, соответствующем нейтральному положению рукоятки управления, подводимый из ресивера к каналу А воздух дальше никуда не поступает, а каналы Б и Г соединены с каналом В, т. е. с атмосферой — оба управляемых механизма выключены.

В положении II канал А соединяется с каналом Б, в который подается воздух, и включается соответствующий механизм, канал Г продолжает быть соединенным через канал В с атмосферой.

В положении III включается второй механизм, в исполнительный пневмоцилиндр которого воздух подается через канал Г, а механизм, управляемый через канал Б, остается выключенным.

Шарик 6 фиксирует валик 8 и шайбу 10 в трех положениях, показанных на рис. 60, б. Положения II и III рукоятки 2 крана не являются крайними. При дальнейшем повороте рукоятки в любую сторону будут включены одновременно оба механизма.

**Регулируемый пневмоаппарат** (рис. 61) применяют для регулирования величины давления воздуха в исполнительном пневмоциindre (пневмокамере).

В свободном положении пружина 9 и подаваемый из ресивера через канал А воздух поднимают пневмоклапан 8 с резиновым уплотнителем и прижимают его к торцу корпуса, закрывая таким образом дальнейший проход воздуху. Упругая диафрагма 6 поднимает стакан 5, пружину 2 и чашку 1 в крайнее верхнее положение, а исполнительный пневмоцилиндр (камера) через канал Б, зазор между торцом стакана 5 и уплотнителем пневмоклапана 8, сверление в стакане 5 и канал В сообщается с атмосферой.

В таком положении регулируемый пневмоаппарат показан на рисунке. Для включения исполнительного пневмоцилиндра нажимают вниз (по направлению стрелки) на чашку 1. Усилие нажатия передается через пружину 2 и стакан на диафрагму 6, которая прогибается. Нижний торец стакана прижимается к уплотнителю пневмоклапана 8, отсоединяя канал Б и исполнительный пневмоцилиндр от атмосферы. Опуская дальше чашку 1, сжимают пружину 2 еще больше. Пневмоклапан 8 остается на месте до тех пор, пока усилие в пружине 2 не достигнет величины, превышающей давление воздуха и пружины 9 на клапан 8. При увеличении сжатия пружины 2 клапан 8 опускается и воздух проходит под диафрагму 6 и через канал Б в исполнительный пневмоцилиндр (камеру), заполняя его. По мере заполнения пневмоцилиндра воздухом увеличивается давление в его полости и под диафрагмой 6 и на пружину 2 снизу действует усилие большее, чем до заполнения воздухом, так как к действовавшему ранее давлению (только на нижний торец клапана) прибавляется давление на диафрагму 6.

Под действием этого усилия пружина 2 сжимается. Если чашка 1 остается неподвижной, то клапан 8 вместе со стаканом 5 поднимается и уплотнитель клапана 8 прижимается к заплешикам корпуса 11, т. е. закрывается проход сжатого воздуха из канала А в исполнительный пневмоцилиндр.

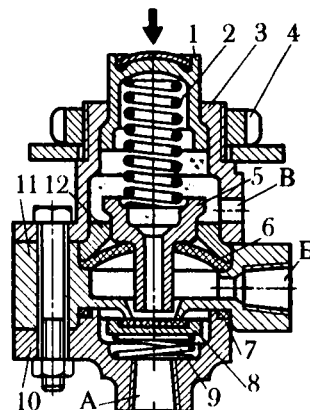
Давление под диафрагмой 6 и в полости пневмоцилиндра меньше, чем в пневмораспределителе и под клапаном. Величина давления зависит от усилия, с которым в этот момент

61

**Унифицированный регулируемый пневмоаппарат:**

1 — чашка,  
2 и 9 — пружины,  
3 — верхняя крышка,  
4 — гайка,  
5 — стакан,

6 — диафрагма,  
7 — уплотнение,  
8 — клапан с уплотнением,  
10 — нижняя крышка,  
11 — корпус,  
12 — шайба;  
А—В — каналы



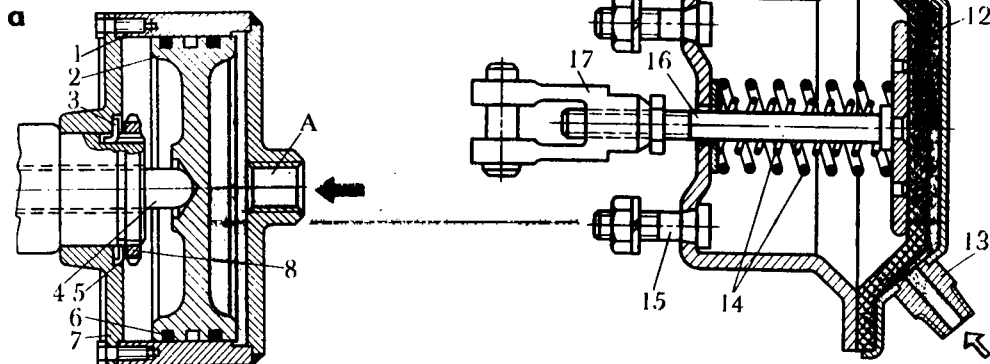
62

**Исполнительные узлы пневмоуправления:**

а — цилиндр,  
б — камера;  
1 — корпус цилиндра,  
2 — поршень,  
3 и 5 — стопорная и отгибная шайбы,  
4 — толкатель,  
6 — уплотнительное кольцо,  
7 и 11 — крышки,  
8 — гайка,

9 — корпус камеры,  
10 и 15 — болты,  
12 — диафрагма,  
13 — штуцер,  
14 — возвратные пружины,  
16 — шток,  
17 — вилка штока

6



сжата пружина 2. Для увеличения давления в пневмоцилиндре нужно дальше (вниз) продвинуть чашку 1. Клапан 8 снова приоткроется, дополнительная порция воздуха пройдет под диафрагму, сожмет пружину 2 и снова закроет клапан.

Таким образом, давление воздуха в исполнительном пневмоцилиндре (камере) зависит от степени сжатия рабочей пружины 2. Если перестать нажимать сверху на чашку 1, то пружины 9 и 2 и диафрагма 6 снова приведут все детали регулируемого пневмоаппарата в первоначальное положение, показанное на рис. 60, и воздух из исполнительного пневмоцилиндра выйдет в атмосферу.

На чашку 1 (рис. 61) можно нажимать торцом регулировочного винта. Если величина хода рукоятки управления и регулировочного винта ограничена, то для уменьшения конечного давления в пневмоцилиндре должен быть увеличен зазор между винтом и чашкой при нейтральном положении рычага управления. Если зазора нет, давление в пневмоцилиндре при включении его будет максимальным. Необходимая величина хода чашки и первоначальный зазор между ней и винтом зависят от давления, нужного для включения тех или иных механизмов. Более подробно эти сведения приведены в инструкции по эксплуатации.

Регулируемые пневмоаппараты применяют обычно для управления фрикционными и тормозами рабочих механизмов экскаватора, т. е. там, где машинист должен иметь возможность управлять усилием, включающим механизм.

Основными неисправностями регулируемого пневмоаппарата управления являются следующие:

1. Заедание чашки 1 в нижнем положении. Эта неисправность очень опасна и может вызвать аварию, так как механизм остается включенным при возврате рычага на пульте управления в положение «Выключено». Например, при включенном фрикционе тягового барабана драглайна тяговые цепи будут затянуты в ролики наводки, которые сломаются, а тяговый канат оборвется. В случае такой неисправности прежде всего отключают трансмиссию от двигателя (выключают главную муфту).

2. Износ уплотнения пневмоклапанов, в результате чего может частично или полностью упасть давление во всей пневмосистеме (давление контролируют по манометру на пульте управления). Если неисправен уплотнитель клапана, воздух будет непрерывно выходить из канала В корпуса 11 и при выключенном, и при включенном положении рычага управления. Износившиеся прокладки пневмоклапанов необходимо заменить.

**Исполнительные пневмоцилиндры** предназначены для управления фрикционными и другими устройствами, включающими и выключающими механизмы экскаватора. Рассмотрим исполнительный пневмоцилиндр фрикционной муфты механизма реверса экскаватора Э-652Б (рис. 62, а). Возвратная пружина, расположенная вне цилиндра, через толкатель 4 стремится сдвинуть поршень 2 в крайнее правое положение, выжимая воздух из рабочей полости пневмоцилиндра в атмосферу при выключенном положении пневмоаппарата управления. Во время впуска сжатого воздуха через отверстие А в задней крышке пневмоцилиндра, приваренной к цилиндрическому корпусу 1, поршень 2 смещается влево, включая фрикцион. На поршне 2 установлены уплотнительные кольца 6.

Исполнительный пневмоцилиндр крепят на валу реверса передней крышкой 7, которую фиксируют от вращения стопорной шайбой 3 и зажимают гайкой 8. Гайка удерживается от отвертывания отгибной шайбой 5, усик которой входит в прорезь вала.

Поршень и пневмоцилиндр смазывают, заполняя солидолом среднюю проточку, расположенную на поверхности цилиндра между уплотнительными кольцами. Смазку пополняют при периодических осмотрах.

Зимой уплотнительные кольца 6 поршня могут примерзать к внутренней поверхности корпуса 1, особенно при попадании конденсата в цилиндр. В результате этого возвратная пружина перестает действовать и рабочий механизм полностью не выключается, как говорят «прихватывает», что нарушает четкость управления им.

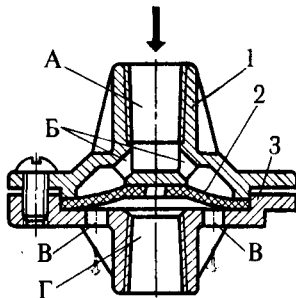
**Исполнительная пневмокамера** (рис. 62, б), назначение которой то же, что и исполнительного пневмоцилиндра, не имеет этого недостатка, так как между поверхностями диафрагмы и корпуса нет контакта. Такая камера называется иногда тормозной, так как заимствована из автомобиля, где используется для включения тормозных колодок колес. Камера состоит из корпуса 9, соединенного болтами 10 с крышкой 11, эластичной диафрагмы 12, зажатой между фланцами крышки и корпуса, возвратных пружин 14 и штока 16 с вилкой 17. Болтами 15 корпус камеры крепят в нужном месте на механизме экскаватора.

Сжатый воздух подается через отверстие штуцера 13 в полость между крышкой 11 и диафрагмой 12, отжимает вправо диафрагму со штоком 16, сжимает возвратные пружины 14 и включает механизм.

При управлении механизмом экскаватора, в частности фрикционными и тормозами, необходимо обеспечить большую четкость управления, т. е. минимальное отставание включения или выключения механизма от движения рычага управления. Пневматическое управление почти мгновенно включает механизм. Достигается это тем, что подаваемый из ресивера под давлением воздух очень быстро преодолевает сопротивления, возникающие во время прохождения через узкие каналы воздухопроводов и клапанов управления.

### Пневмоклапан быстрого выпуска воздуха:

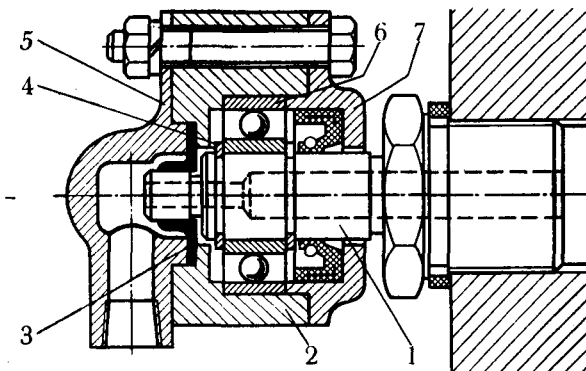
1 — корпус, 2 — диафрагма, 3 — крышка; А, Б, Г — каналы, В — отверстия



### Вращающееся соединение:

1 — штуцер, 2 — корпус, 3 — угловая манжета, 4 — стопор-

ные пружинные кольца, 5 — фланец, 6 — шарикоподшипник, 7 — крышка



При выключении механизма, которое также должно осуществляться очень быстро, воздух из исполнительного пневмоцилиндра (камеры) в атмосферу через клапан управления будет выпускаться сравнительно медленно вследствие сопротивления в каналах и постепенного падения давления воздуха в полости пневмоцилиндра. Поршень пневмоцилиндра сдвинется в выключенное положение только через некоторое время после начала выпуска воздуха, т. е. механизм выключится с опозданием, нарушая четкость управления.

**Пневмоклапаны быстрого выпуска воздуха** (рис. 63) применяют для быстрого выключения механизма. Эти клапаны, действующие автоматически, размещены на воздухопроводе между пневмоклапанами управления и исполнительными пневмоцилиндрами (камерами) как можно ближе к последним. На рисунке пневмоклапан показан в свободном положении, когда канал А соединен с атмосферой через клапанный пневмоаппарат. Упругая диафрагма 2, зажатая по краям между корпусом 1 клапана и его крышкой 3, прижата сверху, а воздух из исполнительного пневмоцилиндра (камеры) через каналы В в крышке 3 свободно выходит в атмосферу.

При подаче сжатого воздуха (включение механизма) через каналы А и Б диафрагма 2 прижимается к крышке 3 давлением потока воздуха, закрывая отверстия В и открывая проход воздуху через центральное отверстие в диафрагме и канал Г в исполнительный пневмоцилиндр (камеру). До тех пор, пока над диафрагмой 2 есть давление, она прижата к крышке и отверстия В закрыты.

Как только управляющий пневмоаппарат поставлен в нейтральное положение и полость корпуса 1 клапана, расположенная под диафрагмой 2, соединяется с атмосферой, упругость диафрагмы и давление воздуха в исполнительном пневмоцилиндре (камере) заставляют ее почти мгновенно занять положение, показанное на рисунке, и открыть свободный выход воздуха из цилиндра в атмосферу через отверстия В.

Клапаны быстрого выпуска значительно ускоряют выключение механизмов, поэтому их применяют во всех системах пневмоуправления.

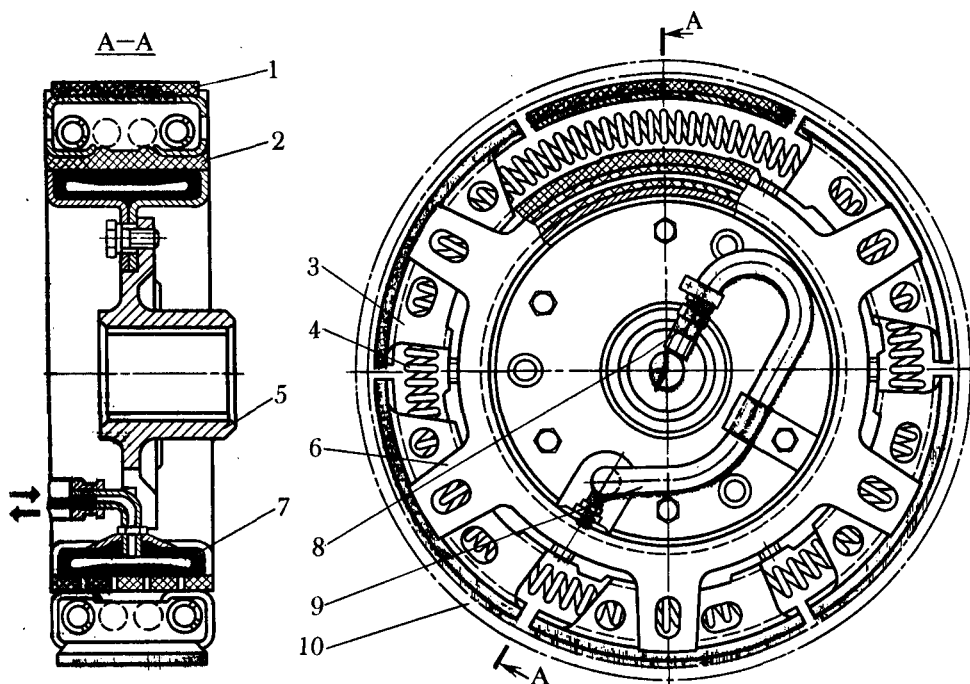
**Специальные вращающиеся соединения** (рис. 64) используют для подвода сжатого воздуха к исполнительным пневмоцилиндрам (пневмокамерам), расположенным на вращающихся механизмах.

Полый штуцер 1 ввернут одним концом в отверстие торца вала. На другом конце штуцера установлен шарикоподшипник 6, внутренняя обойма которого зафиксирована от

**Пневмокамерная муфта вала механизма реверса экскаваторов Э-302Б, Э-303В, Э-304В:**

- 1 — фрикционная накладка,  
2 — нажимная планка,  
3 — колодка,  
4 — пружина,  
5 — ступица,

- 6 — обойма,  
7 — пневматическая камера,  
8 — штуцер,  
9 — рукав,  
10 — шкив фрикциона



осевых перемещений по штуцеру двумя пружинными кольцами 4, а наружная зажата между корпусом 2 и крышкой 7 вращающегося соединения. Угловая манжета 3, зажата между корпусом 2 и фланцем 5, разделяет их внутренние полости.

Шарикоподшипник 6 нужно смазывать еженедельно, заливая автол через имеющееся в корпусе 2 отверстие, закрываемое пробкой.

**Пневмокамерные фрикционные муфты** применяют для включения рабочих механизмов. Например, на экскаваторах Э-302Б, ЭО-3311В, ЭО-3111В и Э-304В такие муфты используют как для управления лебедками подъема (тяги) ковша и унифицированной стрелы, так и механизм реверса.

В отличие от ленточных и конусных пневмокамерные муфты устроены более просто (рис. 65). Шкив 10 фрикциона связан с соответствующим рабочим механизмом экскаватора, например с шестерней механизма реверса, и свободно вращается на валу. На этом же валу жестко укреплен ступица 5, с которой болтами соединена обойма 6, образующая желоб. Внутри желоба размещают специальную камеру 7, выполненную из резины и упрочняющих тканевых прокладок. Камера связана с пневмоклапаном управления через штуцер 8, рукав и вращающееся соединение, расположенное на валу.

При пуске сжатого воздуха камера 7 расширяется и через нажимные планки 2 прижимает колодки 3 с укрепленными на них фрикционными накладками 1 к внутренней поверх-

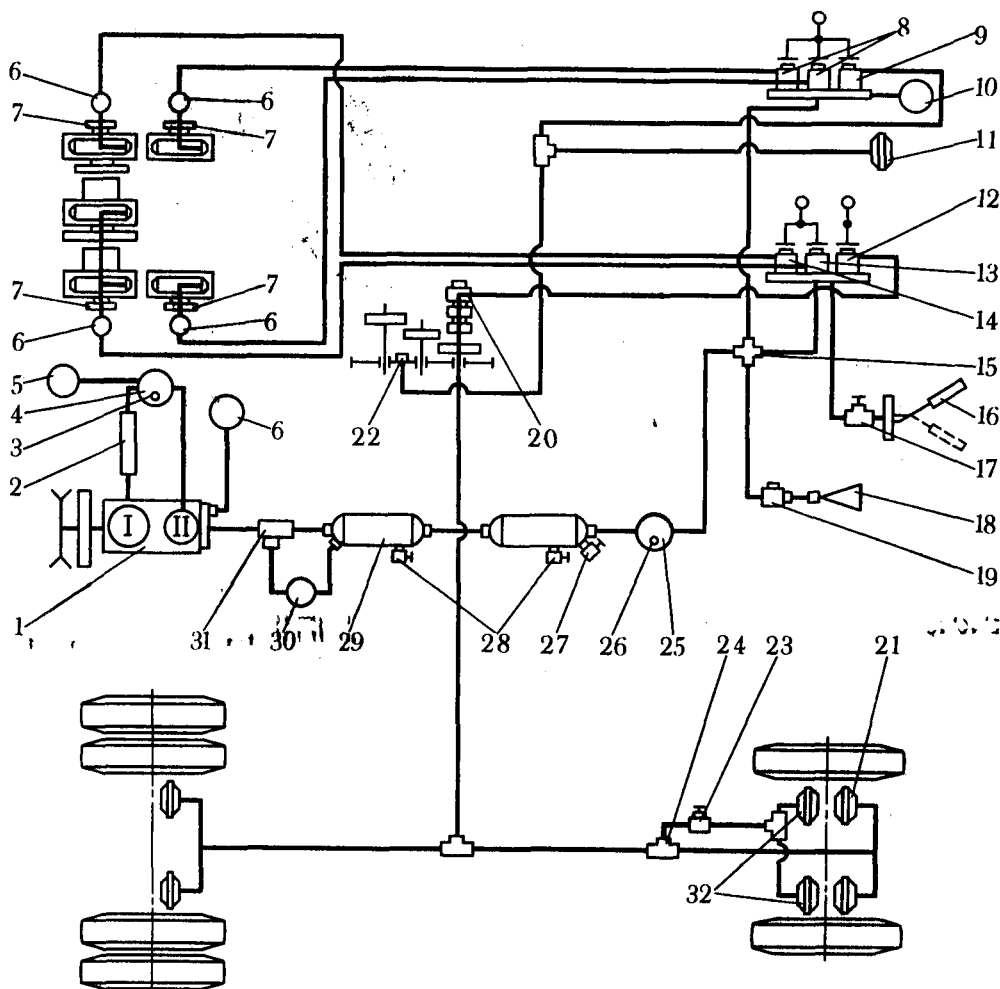


### Схема пневмоуправления экскаватора Э-302Б:

1 — компрессор, 2 — охладитель, 3 и 26 — предохранительные клапаны I и II ступеней, 4 и 25 — маслоотделители I и II ступеней, 5 и 10 — манометры I и II ступеней, 6 — пневмоклапаны быстрого выпуска воздуха, 7 — вращающиеся соединения пневмокамерной муфты; регулируемые пневмоаппараты: 8 — управле-

ния муфтами реверса, 9 — открывания днища ковша, 12 — тормозов колес, 13 — управления подъемной лебедкой, 14 — управления тяговой лебедкой; исполнительные камеры: 11 — механизма открывания днища, 21 — тормозная, 32 — стабилизаторов; 15 — распределительная крестовина; 16 — стеклоочиститель; краны: 17 — управления стеклоочистителем, 23 — стабили-

затора переднего моста, 27 — отбора воздуха, 28 — сливные; 18 — сигнал; 19 — кнопка сигнала; 20 — многоканальные вращающиеся соединения пневмо- и гидропривода; 22 — штуцер смазки верхней шестерни поворота; 24 — тройник; 29 — ресивер; 30 — датчик регулятора давления; 31 — сервомеханизм с обратным клапаном



ности шкива 10, включая таким образом фрикцион. Колодки 3 могут перемещаться только в радиальном направлении, причем пазы колодок скользят по направляющим обоймы 6. Окружное усилие при включении муфты передается от направляющих обоймы 6 на пазы колодок 3.

Таким образом, камера служит только для прижатия колодок 3 с накладками к поверхности шкива 10 и не нагружена другими усилиями.

Колодки 3 возвращаются в исходное положение при выключении муфты кольцевыми возвратными пружинами 4, охватывающими все нажимные планки. У некоторых пневмокамерных муфт колодки возвращаются в выключенное положение пластинчатыми пружинами рессорного типа, опирающимися своими концами на прорези в обойме 6.

Фрикционные накладки 1 изнашиваются по длине неравномерно. Поэтому при увеличении зазора между одним из концов фрикционной накладки и поверхностью шкива 10 до 4 мм колодки 3 нужно повернуть на 180°, меняя таким образом местами набегающий и сбегаящий концы фрикционной накладки.

Пневмокамерные муфты не требуют постоянного регулирования. По мере увеличения зазора между шкивом 10 фрикциона и фрикционными накладками 1 в пневматическую камеру 7 автоматически подается большее количество воздуха из системы пневмоуправления, благодаря чему муфта хорошо включается в любой период эксплуатации. Поверхность шкива ребристая, поэтому она лучше отводит тепло от поверхности трения. С этой же целью в обойме 6 делают вырезы или снабжают ее лопатками, которые при вращении дисков захватывают холодный воздух, охлаждающий камеру.

Основные преимущества пневмокамерных фрикционов следующие: плавность включения, отсутствие радиальных и осевых нагрузок на вал и подшипники, надежное ограничение передаваемого фрикционом окружного усилия.

Для примера рассмотрим принципиальную схему пневматического управления экскаватора Э-302Б (рис. 66). Воздух из атмосферы через всасывающий фильтр поступает в I ступень компрессора 1, приводимого в движение клиноременной передачей от вала двигателя. Из нее воздух подается через охладитель 2 и маслолагоотделитель 4 во II ступень компрессора, откуда нагнетается в ресиверы 29. Из ресиверов через маслолагоотделитель 25 и крестовину 15 воздух подается к коллекторам регулируемых пневмоаппаратов 8, 9, 12, 13 и 14 пульта управления и к кнопке 19 воздушного сигнала 18. Регулируемые пневмоаппараты соединяют полости исполнительных пневмоцилиндров (камер) 11, 21, 32 и вращающихся соединений с ресиверами 29 или атмосферой. Для быстрого выпуска воздуха из исполнительных пневмоцилиндров и камер рядом с ними установлены пневмоклапаны 6 быстрого выпуска воздуха.

В компрессоре 1 автоматически действует регулирующий пневмоаппарат, состоящий из датчика 30 и сервомеханизма 31. Последний соединен с ресиверами 29 и переключает компрессор на холостой ход, когда давление воздуха в ресивере достигает величины, на которую отрегулирован пневмоклапан. При холостом ходе всасывающие клапаны компрессора остаются все время открытыми и он работает вхолостую, если давление в ресивере 29 не изменяется. При расходе воздуха из ресивера на включение исполнительных пневмоцилиндров рабочих механизмов давление в ресивере падает, всасывающие пневмоклапаны освобождаются и компрессор пополняет запас воздуха в ресивере 29.

Таким образом, ресиверы 29 являются аккумуляторами, содержащими запас воздуха под давлением, а регулирующий пневмоаппарат выполняет функцию, аналогичную функции сливного клапана аккумулятора гидроуправления, т. е. переключает компрессор на холостой ход при достижении заданного давления в ресивере и автоматически включает компрессор на рабочий ход при падении давления воздуха в ресивере.

На маслолагоотделителях 4 и 25 установлены предохранительные клапаны соответственно 3 и 26, отрегулированные на определенное рабочее давление — для экскаватора Э-302Б оно составляет 3 и 8 кгс/см<sup>2</sup>.

Для контроля за давлением в I ступени компрессора установлен манометр 5, во II — манометр 10. Давление масла в смазочной системе компрессора контролируют по специальному манометру.

## § 21

## Экскаваторы 3-й размерной группы

Экскаваторы 3-й размерной группы (табл. 4) с механическим приводом выпускают на гусеничном и пневмоколесном ходовых устройствах.

Экскаваторы Э-302Б, Э-302БС, ЭО-3311В, ЭО-3111В и Э-304В — унифицированные машины этой группы. Все они имеют одинаковую поворотную часть и различное ходовое устройство (см. табл. 1).

Основным видом рабочего оборудования этих машин являются полностью унифицированные прямая и обратная лопаты с ковшом емкостью 0,4 м<sup>3</sup>. Кроме того, экскаваторы снабжают решетчатой стрелой для работы драглайном с ковшом емкостью 0,4 м<sup>3</sup>, крановым оборудованием, грейфером с ковшом емкостью 0,35 м<sup>3</sup> и специальным строительным краном с гуськом. Экскаватор Э-304В имеет сменный ковш драглайна емкостью 0,5 м<sup>3</sup>. Эта машина не поставляется с оборудованием прямой лопаты, крана и грейфера.

Кинематические схемы этих экскаваторов резко отличаются от описанных выше схем других машин (см. § 13). Например, двигатель установлен не поперек, а вдоль оси экскаватора. Это улучшает условия обслуживания двигателя, потому что для запуска и контроля его работы машинисту не надо спускаться с поворотной платформы.

**Экскаваторы Э-302Б и ЭО-3311В.** Кинематическая схема (рис. 67). Движение от двигателя к трансмиссии экскаваторов передается через главную муфту 3 с помощью конической передачи 5. Ведомая коническая шестерня и цилиндрическая шестерня 9 соединены со своим валом подвижной зубчатой муфтой 34. Вал 8 главной лебедки состоит из двух частей, одна из которых получает вращение через шестерни 10 и 6, а другая — через шестерни 35, 33 и 37.

Шестерни 33 и 37 и шестерни 6 и 12 попарно находятся в зацеплении (на схеме не показано), благодаря чему обе части вала главной лебедки и оба шкива фрикционов 11 и 32 механизма реверса вращаются в разные стороны.

Включением фрикционов 1 или 7 изменяют направление вращения барабана 4 для подъема или принудительного спуска груза при работе краном. Включением фрикционов 11 и 32 вала 13 изменяют направление вращения поворотной платформы, направление движения экскаватора или направление вращения барабана 27 подъема крановой стрелы. Соединением шестерен 31, жестко установленных на валу 13, с блоком 26 шестерен изменяют частоту вращения этих механизмов. Зацепление подвижной шестерни 14 с шестерней 9 дает возможность получить две транспортные нереверсивные скорости. При включении шестерни 14 муфта 34 автоматически выключается, разъединяя коническую передачу 5 с валом 1 и движение передается через коническую передачу 16 цилиндрической шестерне 23. В верхнем положении шестерня 23 входит в зацепление с шестерней 25 на поворотном валу 24, а в нижнем положении — с шестерней 22 на вертикальном ходовом валу 17.

На правом конце горизонтального вала конической передачи 16 установлен шкив 15 тормоза поворота и передвижения, а на левом — кулачковая муфта 29 планетарного механизма 28, обеспечивающего опускание крановой стрелы на режиме двигателя. При включении одного из фрикционов 11 или 32 на валу 13 и муфты 29 происходит вращение венца планетарного механизма 28. Венец жестко связан с винтом, на котором с помощью гайки укреплен барабан 27 подъема крановой стрелы. На другом конце винта установлен гладкий диск. Между барабаном 27 и диском свободно на гладкую ступицу винта надет шкив храпового устройства 30 с двусторонними фрикционными накладками. Для повышения безопасности при спуске стрелы снаружи зубчатого венца планетарного механизма установлен постоянно замкнутый ленточный тормоз.

Движение ходовому механизму передается от вертикального вала 17 через коническую передачу 18 горизонтальному валу 19, который одним концом через зубчатую муфту сое-

**Кинематическая схема пневмоколесных экскаваторов Э-302Б и ЭО-3311В:**

1 и 7 — фрикционы главной лебедки, 2 — двигатель, 3 — главная муфта, 4 — тяговый барабан, 5, 16 и 18 — конические передачи, 6, 9, 10, 12, 14, 33, 35 и 37 — шестерни, 8 — вал главной лебедки, 11 и 32 — фрикционы механизма реверса,

13 — вал механизма реверса, 15 — шкив тормоза поворота и передвижения, 17 и 19 — вертикальный и горизонтальный ходовые валы, 20 и 34 — зубчатые муфты, 21 — муфта включения переднего моста, 22, 23 и 25 — шестерни ходового и поворотного механизмов, 24 — поворотный вал,

26 — блок шестерен, 27 — барабан подъема крановой стрелы, 28 — планетарный механизм, 29 — муфта планетарного механизма, 30 — храповое устройство, 31 — шестерни переключения скоростей, 36 — подъемный барабан; I—III — горизонтальные валы редуктора

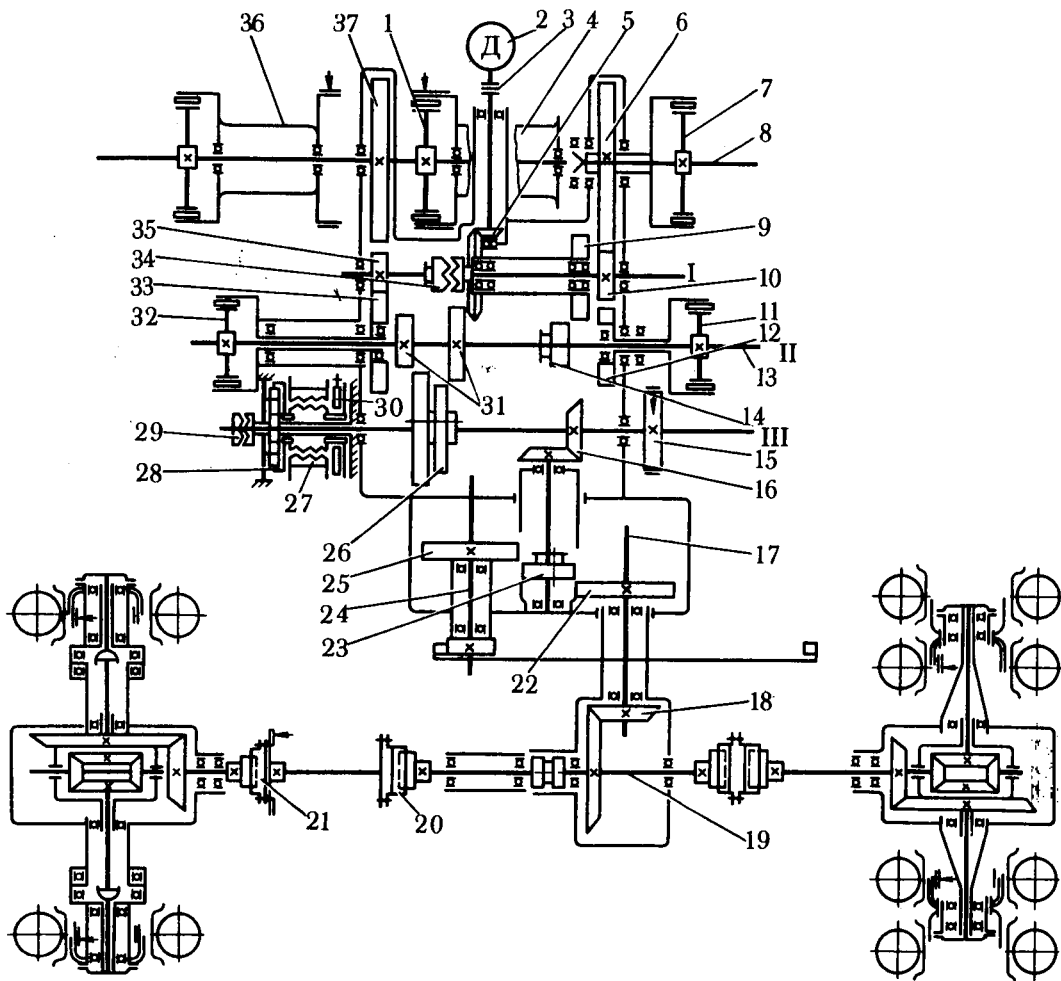


Таблица 4

## Техническая характеристика экскаваторов 3-й и 4-й размерных групп (привод механический, управление пневматическое)

| Показатели                                                                                               | Экскаваторы размерной группы         |                         |          |                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                          | 3-й                                  |                         | 4-й      |                                                 |
|                                                                                                          | пневмоколесные                       | гусеничные              |          |                                                 |
|                                                                                                          | Э-302Б, Э-302БС, ЭО-331Б             | ЭО-3111В                | Э-304В   | Э-652Б, Э-652БС                                 |
| Емкость ковша унифицированной лопаты, м³                                                                 | 0,4                                  | 0,4                     | 0,4      | —                                               |
| Сменное рабочее оборудование                                                                             | Драглайн, кран, грейфер              | Драглайн, кран, грейфер | Драглайн | Обратная лопата, драглайн, кран, грейфер, копер |
| Дизель                                                                                                   | Д-65                                 | Д-65                    | Д-65     | Д-108                                           |
| Мощность дизеля, л. с.                                                                                   | 50                                   | 50                      | 50       | 75—82                                           |
| Скорость передвижения, км/ч:                                                                             |                                      |                         |          |                                                 |
| первая                                                                                                   | 1,48                                 | 1,12                    | 0,83     | 1,7                                             |
| вторая                                                                                                   | 3,54                                 | 2,77                    | 1,93     | 3,01                                            |
| третья                                                                                                   | 6,60                                 | —                       | 3,73     | —                                               |
| четвертая                                                                                                | 15,00                                | —                       | —        | —                                               |
| Минимальная продолжительность цикла для лопаты, с:                                                       |                                      |                         |          |                                                 |
| обратной                                                                                                 | 15                                   | 15                      | 15       | —                                               |
| прямой                                                                                                   | —                                    | —                       | —        | 15                                              |
| Максимальная производительность для лопаты, м³/ч:                                                        |                                      |                         |          |                                                 |
| обратной                                                                                                 | 96                                   | 96                      | 96       | —                                               |
| прямой                                                                                                   | —                                    | —                       | —        | 156/192*                                        |
| Эксплуатационная масса экскаватора, т                                                                    | 11,7                                 | 11,6                    | 13,4     | 21,25                                           |
| Удельное давление на грунт (давление в шинах), кгс/см²                                                   | 5,5                                  | 0,49                    | 0,20     | 0,65                                            |
| Максимальная грузоподъемность, т (в числителе) в зависимости от длины крановой стрелы, м (в знаменателе) | 5/7,5; 3/12; 2/15; 1/15<br>с гуськом |                         | —        | 10/10; 7,5/18; 2,5/18<br>с гуськом              |

\* В числителе для ковша емкостью 0,65 м<sup>3</sup>, в знаменателе — емкостью 0,8 м<sup>3</sup>.

диняется с задним мостом, а другим концом через муфту включения 21 и зубчатую муфту 20 — с передним мостом.

Экскаватор имеет четыре скорости передвижения (две из которых могут быть использованы только при движении его вперед) и две скорости поворота платформы.

Передний мост включают при передвижении по рыхлому грунту специальной рукояткой, расположенной под правым лонжероном рамы. Во время переезда по хорошей дороге передний мост должен быть выключен.

Цилиндрические шестерни 22, 23 и 25 расположены в масляной ванне поворотной платформы, конические передачи 5, 16 и шестерни 6, 9, 10, 12, 14, 26, 31, 33, 35 и 37 также заключены в закрытую масляную ванну, составляя главный редуктор экскаватора. На верх-

ней части редуктора установлена одновальная главная лебедка с тяговым 4 и подъемным 36 барабанами. Фрикционы главной и стреловой лебедок, за исключением фрикциона 1, а также механизма реверса, расположены на консольных концах валов, что создает большое удобство при уходе за ними во время эксплуатации. Для фрикционов лебедок и фрикционов реверса на экскаваторе применены пневмокамерные муфты.

Главный редуктор (рис. 68). Движение от вала дизеля передается валу 29 / передачи коническими шестернями 36 и 31 со спиральными зубьями. Малая шестерня 36, изготовленная заодно с валом, установлена на роликоподшипнике 32 и спаренных конических подшипниках 33, помещенных в стаканах.

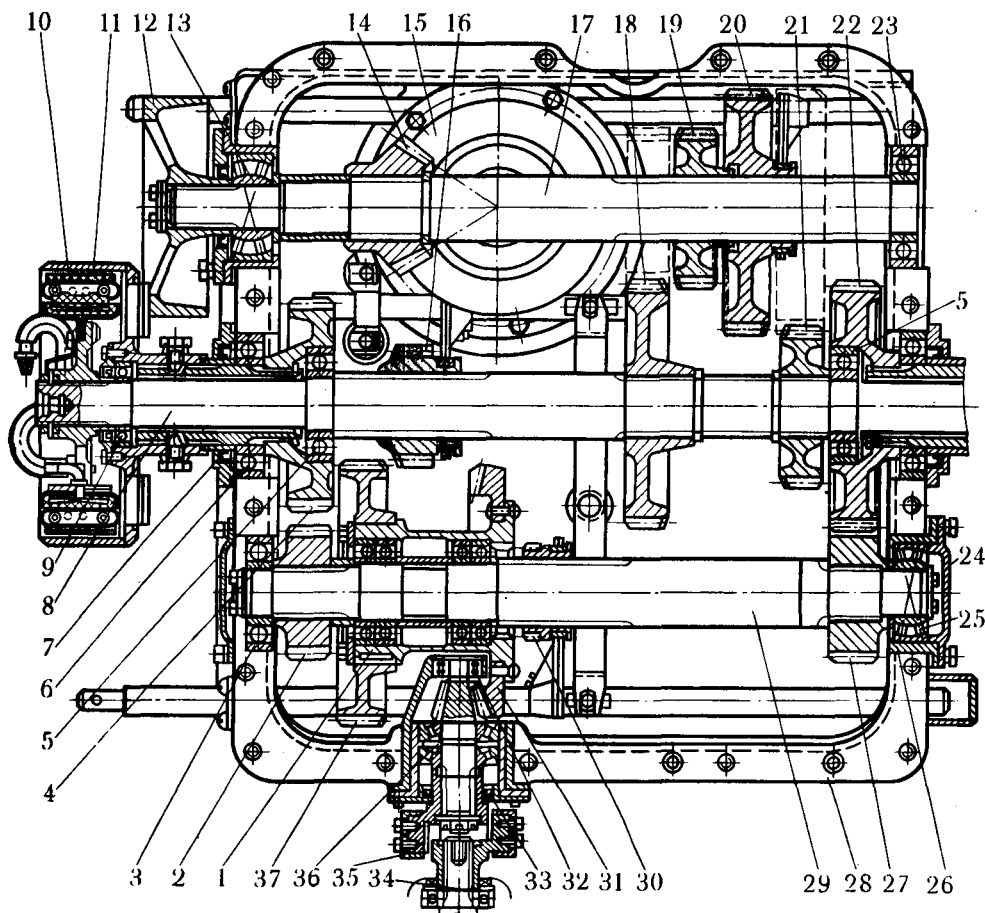
## 68

### Главный редуктор:

1 — ступица; шестерни:  
2, 4, 16, 18—22, 27 и 37 — цилиндрические редуктора,  
14 и 15 — конические привода механизмов поворота и хода,  
31 и 36 — конические I передачи;

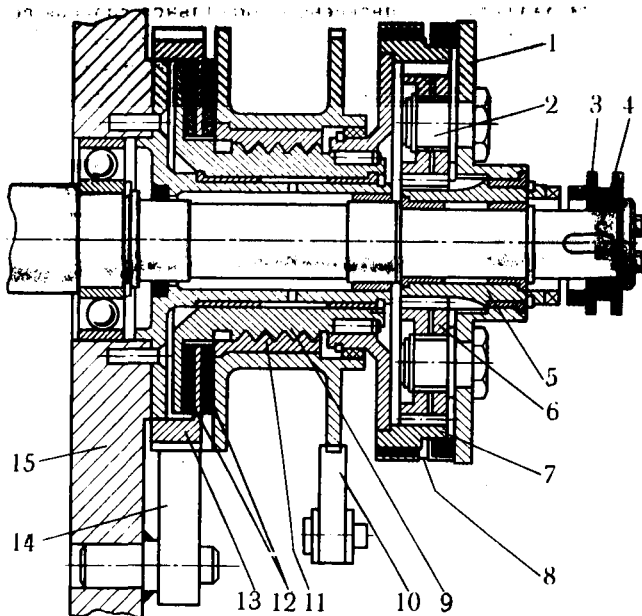
3, 5, 6, 9, 13, 23, 25, 32 и 33 — подшипники;  
7 и 24 — крышки; валы:  
8 — реверса,  
17 — перемены скоростей,  
29 — I передачи;  
10 — шкив пневмокамерной муфты;

11 — пневмокамерная муфта реверса;  
12 — шкив;  
26 — стакан подшипника;  
28 — корпус главного редуктора; полушестерни:  
30 — зубчатая,  
34 и 35 — кулачковые I передачи



**Стрелоподъемная лебедка:**

- 1 — неподвижный диск,
- 2 — ось сателлитной шестерни,
- 3 — кулачковая муфта,
- 4 — вал,
- 5 и 6 — солнечная и сателлитная шестерни,
- 7 — зубчатый венец планетарного механизма,
- 8 — тормозная лента,
- 9 — винтовая втулка,
- 10 и 14 — собачки храповых устройств,
- 11 — стрелоподъемный барабан,
- 12 — фрикционные накладки,
- 13 — храповой диск,
- 15 — корпус главного редуктора



Большая шестерня 31 прикреплена к ступице 1, смонтированной на четырех шарикоподшипниках на валу 29, который в свою очередь установлен на шарикоподшипнике 3 и бочкообразном роликоподшипнике 25, закрепленном в стакане 26. С помощью подшипника 25 и крышки 24 воспринимаются осевые нагрузки, возникающие при работе конических шестерен 36 и 31, и вал 29 фиксируется в осевом направлении.

Шестерня 37, соединенная шпонкой со ступицей 1, образует единый блок с шестерней 31. Вращение шестерне 36 передается от кулачковой полумуфты 34, жестко сидящей на валу муфты сцепления и укрепленной на этом валу болтом, через резиновые вкладыши кулачковой полумуфты 35, жестко сидящей на хвостовике шестерни 36 и укрепленной на нем гайкой. Резиновые вкладыши муфты уменьшают перекосы, чем улучшают условия работы как 1 передачи, так и деталей муфты сцепления дизеля. Для нормальной работы шестерен 36 и 31 необходимо правильно регулировать их зацепление.

Вращение вала 29 передается только в случае перемещения по шлицам вдоль оси вала зубчатой полумуфты 30 и соединения ее с шестерней 31.

Вал 8 реверса опирается на шарикоподшипники в корпусе 28 редуктора. Ведомый шкив пневмокамерной муфты 11 жестко соединен с валом 8 с помощью шлицев и с торцов закреплен гайкой со стопорной шайбой. На противоположном конце вала 8 установлена такая же фрикционная муфта. Шарикоподшипники 3 регулируют таким образом, чтобы между буртом крышки 7 и подшипником 6 был зазор 0,6—1 мм, который устанавливают за счет изменения толщины прокладок. Подшипники 9, на которых вращаются ведущие шкивы 10 пневмокамерных муфт, затягивают гайками, накрученными на концы вала 8. Подшипники 5 шестерен 22 и 4 затягивают коническими болтами.

Вал 17 перемены скоростей опирается на двухрядный роликоподшипник 13 и однорядный шарикоподшипник 23, непосредственно установленный в корпусе редуктора. На одном конце вала закреплен тормозной шкив 12, а на другом — стрелоподъемная лебедка. Валы 17 и 29 перемещаются вдоль их осей за счет изменения толщины стальных прокладок.

Цилиндрические шестерни 2, 18, 21 и 27 закреплены на валах жестко, а шестерни 16, 19 и 20, хотя и установлены на шлицах, имеют возможность осевого перемещения для за-

цепления соответственно с шестернями 37, 18 и 21 и изменения скоростей поворота и хода экскаватора.

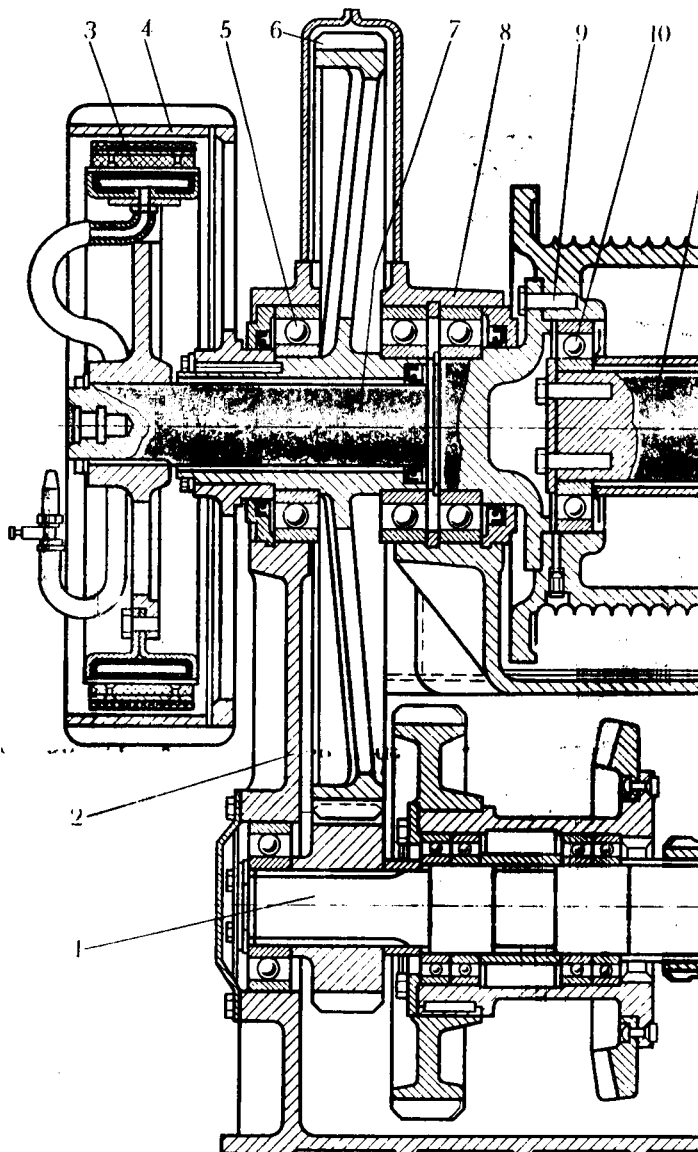
Конические шестерни 14 и 15 служат для передачи движения от главного редуктора механизмам поворота и хода.

Стрелоподъемная лебедка (рис. 69), снабженная планетарным механизмом, смонтирована на консольной части вала перемены передач. Ведущая часть кулачковой муфты 3, включающей стрелоподъемную лебедку в работу, жестко закреплена на валу 4 шпонкой. Кулачки ведомой части муфты 3 расположены на внешней торцевой стороне солнечной шестерни 5. Диск 1, в котором закреплены оси 2 сателлитных шестерен 6,

## 70

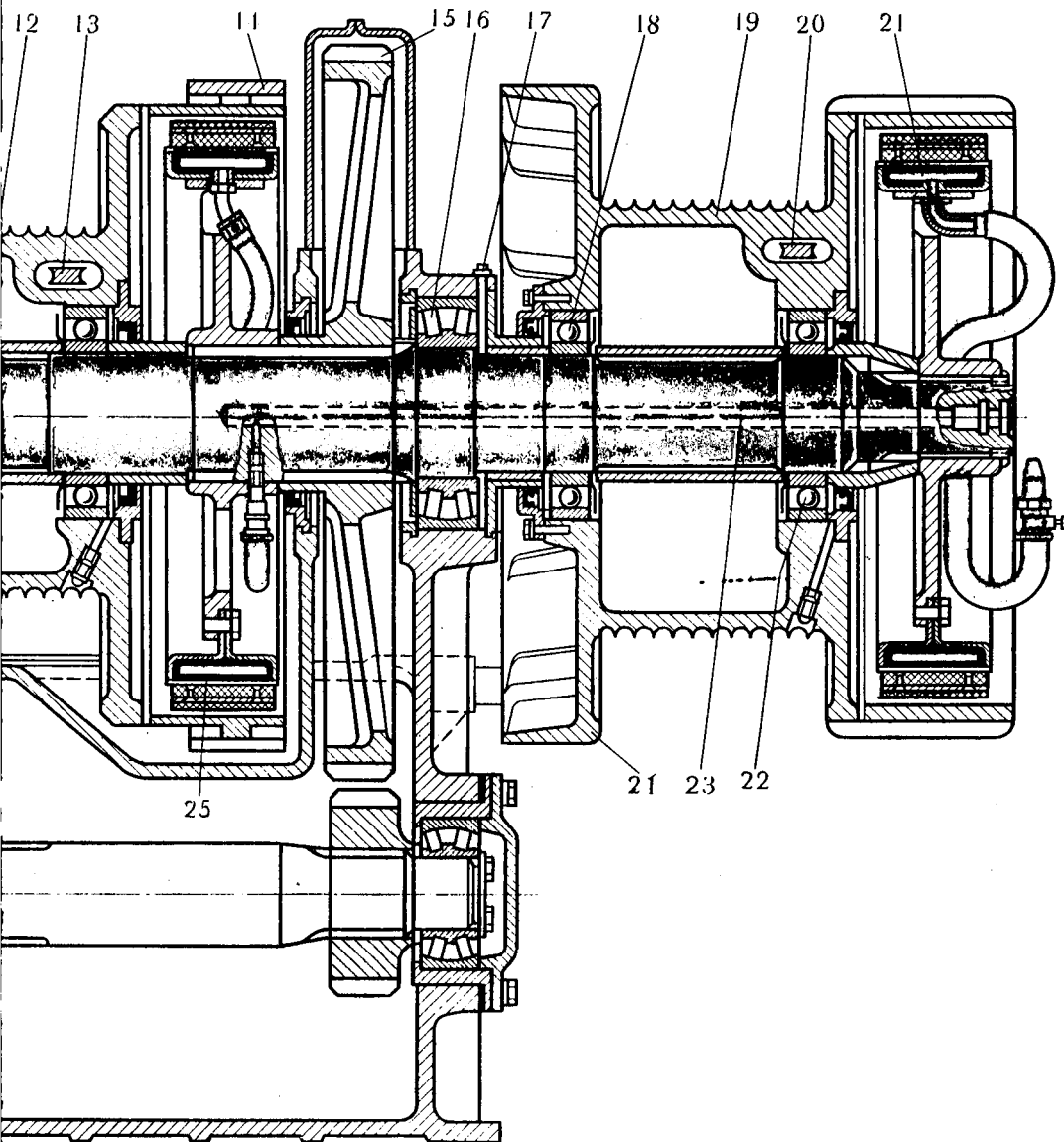
### Главная лебедка:

- 1 — вал I передачи,
- 2 — корпус главного редуктора,
- 3, 21 и 25 — фрикционные пневмокамерные муфты,
- 4 — шкив пневмокамерной муфты,
- 5, 10, 18 и 22 — шарикоподшипники,
- 6 и 15 — шестерни,
- 7 и 11 — левый и правый валы главной лебедки,
- 8 — крышка главного редуктора,
- 9 — болт,
- 12 и 19 — тяговый и подъемный барабаны,
- 13 и 20 — клинья,
- 14 и 24 — шкивы тормозов,
- 16 — опорный роликподшипник,
- 17 — масленка,
- 23 — центральный канал для подвода воздуха



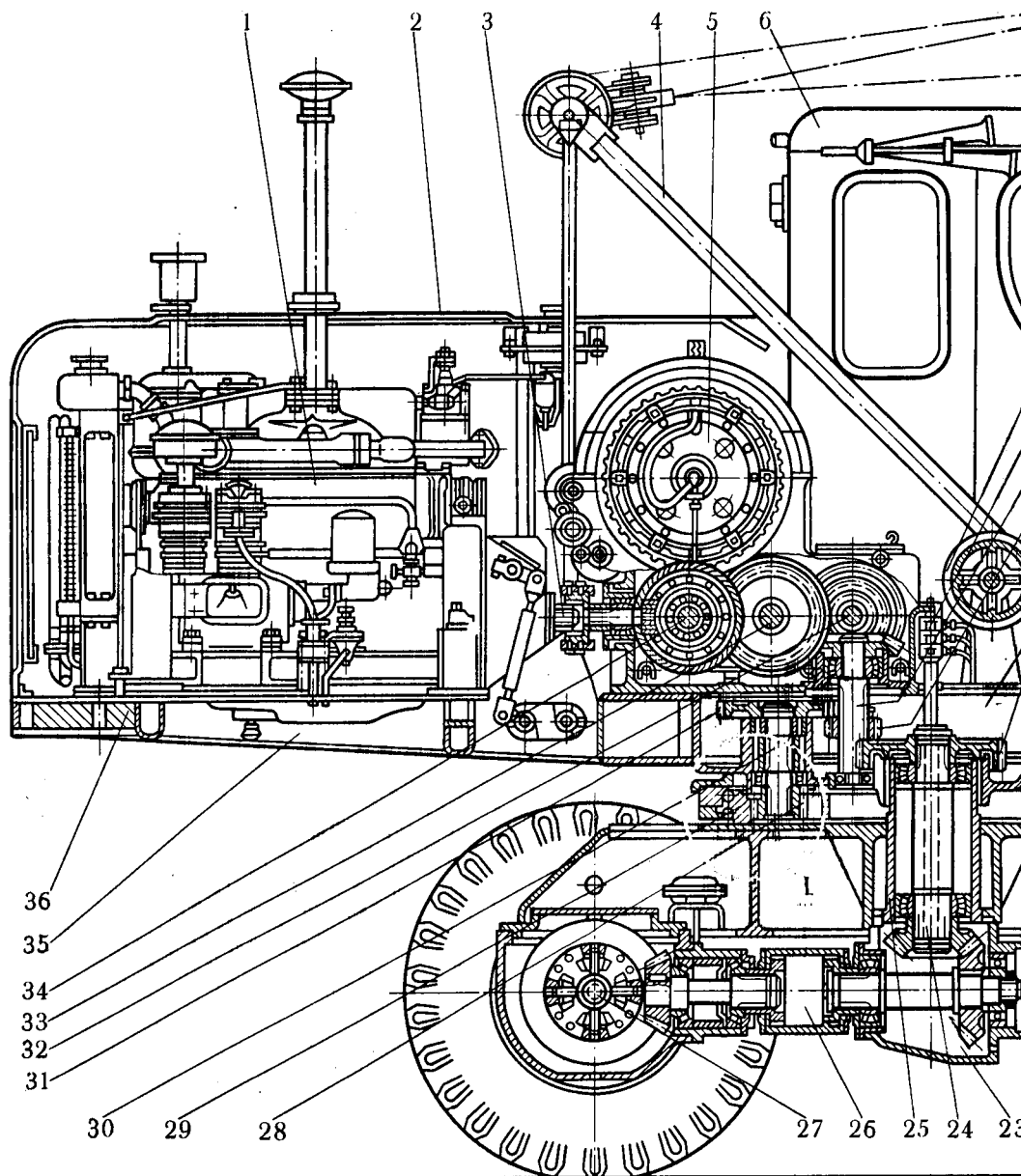


установлен неподвижно на корпусе главного редуктора. Зубчатый венец 7 планетарного механизма прикреплен к втулке 9 с винтовой нарезкой. Стрелоподъемный барабан 11 также имеет внутреннюю винтовую нарезку, с помощью которой он соединен с втулкой 9. Один из торцовых буртиков барабана 11 одновременно является храповым диском, находящимся в зацеплении с собачкой 10. Между вторым буртиком барабана и торцовым диском втулки 9 помещен храповой диск 13, который стопорится собачкой 14. Для пуска в работу стрелоподъемной лебедки включают муфту 3 и один из фрикционных реверсивного механизма. При этом от вала 4 вращение передается через муфту 3 и шестерни 5 и 6 зубчатому венцу 7. Вместе с венцом 7 начинает вращаться втулка 9 и соеди-



ненный с ней барабан 11. Во время подъема стрелы под действием натяжения каната барабан 11 перемещается по втулке 9 влево, зажимая между двумя фрикционными накладками 12 храповой диск 13. Собачка 14 скользит при этом по зубьям диска 13 и не препятствует его вращению.

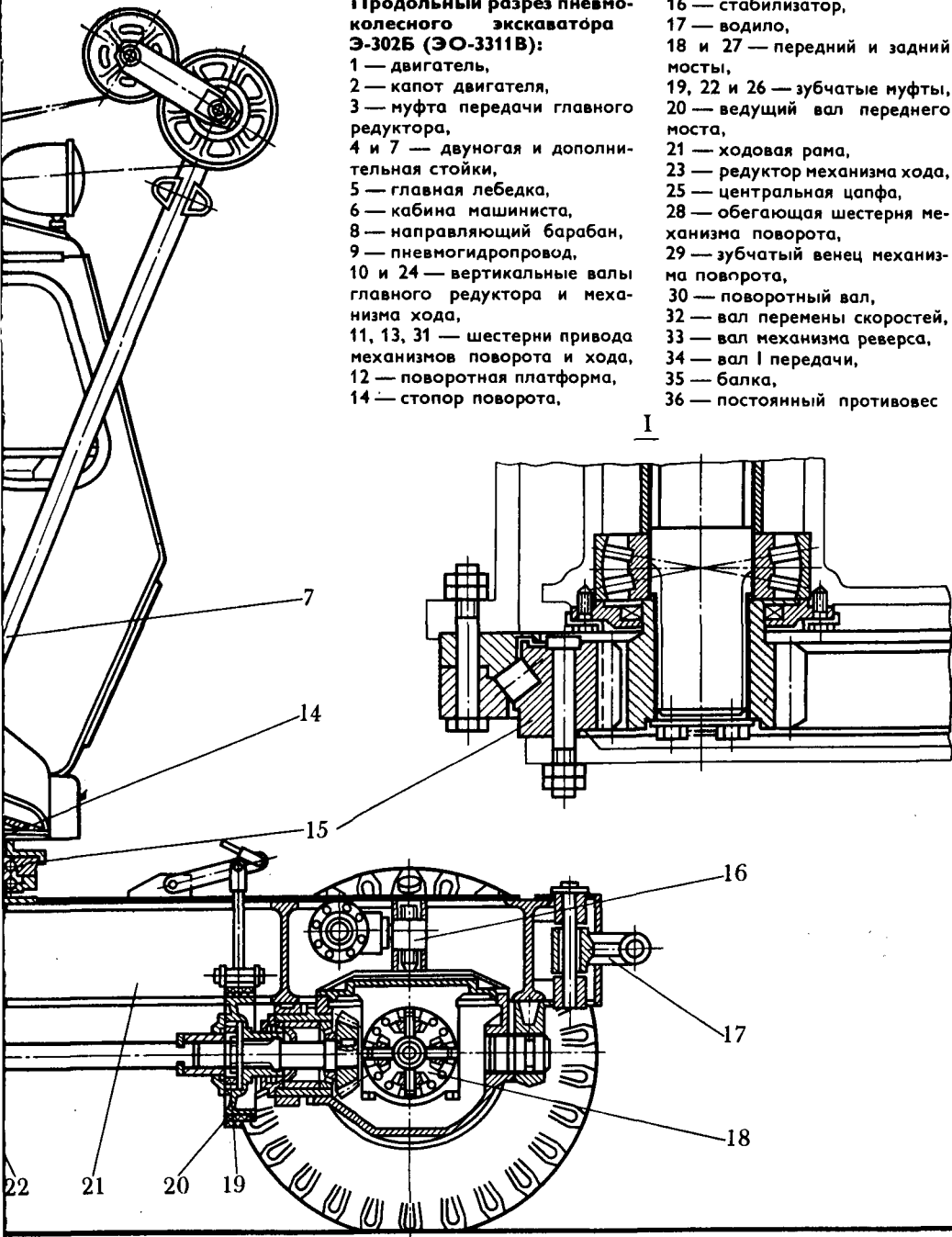
Если вал 4 получает вращение в обратном направлении, то барабан 11 перемещается по втулке 9 вправо, освобождаясь от сцепления с диском 13, канат сматывается с бараба-



**Продольный разрез пневмо-  
колесного экскаватора  
Э-302Б (ЭО-3311В):**

1 — двигатель,  
2 — капот двигателя,  
3 — муфта передачи главного  
редуктора,  
4 и 7 — двуногая и дополни-  
тельная стойки,  
5 — главная лебедка,  
6 — кабина машиниста,  
8 — направляющий барабан,  
9 — пневмогидропровод,  
10 и 24 — вертикальные валы  
главного редуктора и меха-  
низма хода,  
11, 13, 31 — шестерни привода  
механизмов поворота и хода,  
12 — поворотная платформа,  
14 — стопор поворота,

15 — роликовый опорно-пово-  
ротный круг,  
16 — стабилизатор,  
17 — водило,  
18 и 27 — передний и задний  
мосты,  
19, 22 и 26 — зубчатые муфты,  
20 — ведущий вал переднего  
моста,  
21 — ходовая рама,  
23 — редуктор механизма хода,  
25 — центральная цапфа,  
28 — обегаящая шестерня ме-  
ханизма поворота,  
29 — зубчатый венец механиз-  
ма поворота,  
30 — поворотный вал,  
32 — вал перемены скоростей,  
33 — вал механизма реверса,  
34 — вал I передачи,  
35 — балка,  
36 — постоянный противовес



на и стрела опускается. Если барабан 11 вращается быстрее втулки 9, он перемещается по втулке 9 влево до упора в диск 13, который в период спуска стрелы удерживается собачкой 14. В результате трения на поверхностях накладок 12 барабан 11 притормаживается и частота его вращения становится равной частоте вращения втулки 9. При такой конструкции спуск и подъем стрелы безопасны — в случае неисправности фрикциона механизма реверса или выключения муфты 3 барабан 11 перемещается влево и останавливается, так как прижимается к диску 13, застопоренному собачкой 14. Для повышения безопасности работы лебедки установлено дополнительное храповое устройство с собачкой 10, с помощью которой машинист может сам остановить барабан 11.

Наружная поверхность венца 7 является шкивом постоянно замкнутого тормоза, лента 8 которого затянута с небольшим усилием. Это усилие должно быть достаточным, чтобы удерживать от вращения втулку 9 и барабан 11, после того как будет выключена муфта 3. Если нет тормоза, барабан 11 и втулка 9 вращаются совместно при натяжении стрелового каната. В результате барабан не будет перемещаться влево и зажимать диск 13. Разматыванию стрелового каната ничто не будет препятствовать, и стрела может упасть.

За работой стрелоподъемной лебедки необходимо постоянно наблюдать: периодически устранять люфты в соединениях и проверять, как перемещается барабан 11 по втулке 9. Главная лебедка (рис. 70). Валам главной лебедки движение передается от шестерен 15 и 6, которые вращаются в разные стороны. Правая ведущая шестерня 15 жестко установлена на валу 11, а левая 6 — на подшипниках 5 в корпусе 2 главного редуктора. Опорами валов 7 и 11 в корпусе редуктора являются подшипники 5 и 16, причем вал 11 соединен болтами 9 с корпусом тягового барабана 12. На консольной части вала 11 с помощью шарикоподшипников 18 и 22 смонтирован подъемный барабан 19, который включают пневмокамерной муфтой 21. Ведущий диск муфты 21 жестко соединен с валом 11, а ведомый отлит заодно с барабаном 19. Барабан 19 останавливают управляемым ленточным тормозом, шкив 24 которого также является единым целым с барабаном.

Тяговым барабаном 12 управляют с помощью двух пневмокамерных муфт 3 и 25. При включении левой муфты 3 барабан 12 начинает вращаться в направлении вращения шестерни 6, а при включении средней муфты 25 — в направлении вращения шестерни 15. У муфты 3 в отличие от муфт 21 и 25 ведущим является не внутренний диск, а шкив 4, закрепленный шпонкой на ступице шестерни 6. Барабан 12 также тормозят ленточным тормозом, шкив 14 которого изготовлен заодно с барабаном и шкивом муфты 25.

Воздух к муфтам 3 и 21 подводят с торцов валов 7 и 11 через вращающиеся соединения, аналогичные по конструкции описанным в § 20 (см. рис. 64). К средней муфте 25 (см. рис. 70) от вращающегося соединения воздух поступает по центральному каналу 23 вала 11.

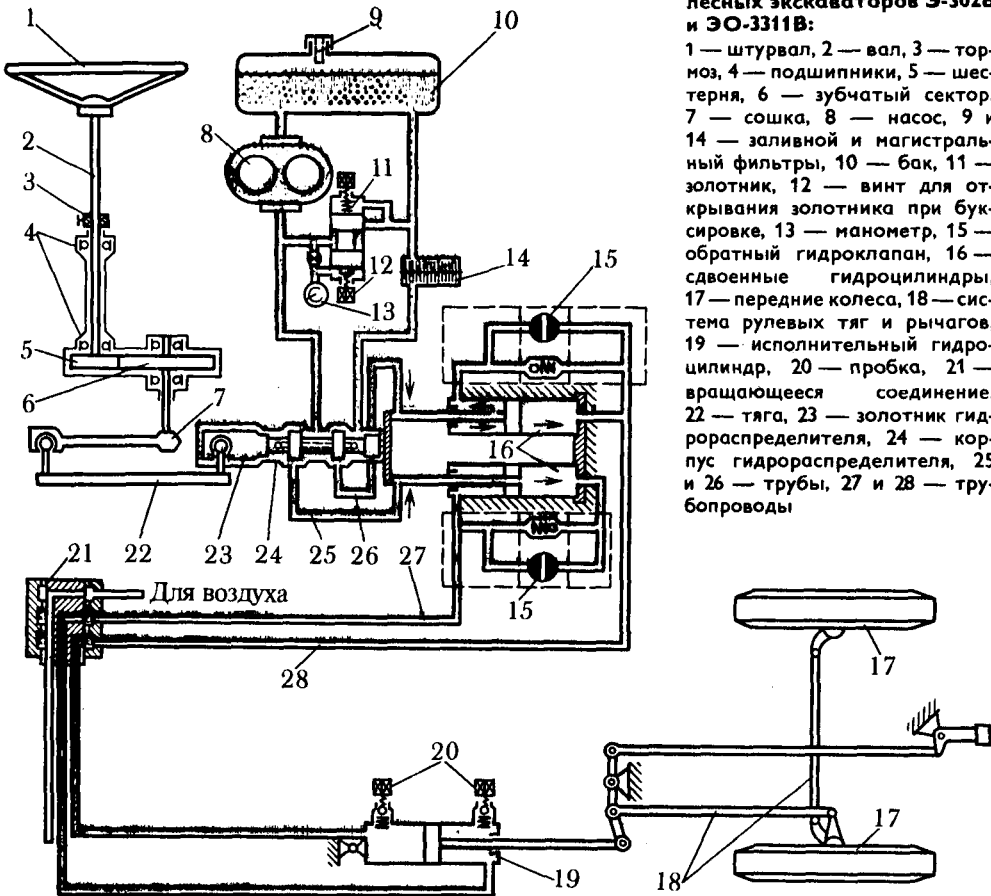
Канаты на барабанах 19 и 12 закрепляют клиньями 13 и 20. Шарикоподшипники затягивают с помощью крышек и прокладок. Необходимо следить за тем, чтобы на трущиеся поверхности тормозов и фрикционов не попадало масло из картера главного редуктора. Нужно периодически проверять затяжку болтов крышек подшипников и крышки 8 редуктора. Для смазывания подшипников предусмотрены масленки 17 в крышке 8 редуктора или в корпусах барабанов 12 и 19.

Привод механизмов поворота платформы и хода (рис. 71). Главный редуктор установлен на верхней обработанной поверхности поворотной платформы 12; нижний стакан редуктора входит в поддон платформы и центрирует его с редуктором. В поддоне размещены вертикальный вал 10 главного редуктора, поворотный вал 30 и верхняя часть вертикального вала 24 механизма хода, а также шестерни 11, 13 и 31. Опорами всех валов являются шариковые или роликовые подшипники. Все шестерни жестко установлены на валах, но шестерню 11 можно перемещать вдоль оси поворотного вала и вводить в зацепление или с шестерней 31, или с шестерней 13.

При зацеплении шестерни 11 с шестерней 31 движение передается через поворотный вал 30, обегашую шестерню 28 и зубчатый венец 29 для поворота платформы; при зацеплении шестерни 11 с шестерней 13 движение передается нижнему ходовому механизму через конические шестерни редуктора 23. Поворотная платформа вращается вокруг центральной цапфы 25, опорно-поворотным устройством служит роликовый круг 15.

# Гидравлическая схема рулевого управления пневмокопесных экскаваторов Э-302Б и ЭО-3311В:

1 — штурвал, 2 — вал, 3 — тормоз, 4 — подшипники, 5 — шестерня, 6 — зубчатый сектор, 7 — сошка, 8 — насос, 9 и 14 — заливной и магистральный фильтры, 10 — бак, 11 — золотник, 12 — винт для открывания золотника при буксировке, 13 — манометр, 15 — обратный гидроклапан, 16 — двойные гидроцилиндры, 17 — передние колеса, 18 — система рулевых тяг и рычагов, 19 — исполнительный гидроцилиндр, 20 — пробка, 21 — вращающееся соединение, 22 — тяга, 23 — золотник гидрораспределителя, 24 — корпус гидрораспределителя, 25 и 26 — трубы, 27 и 28 — трубопроводы



В зависимости от включения передач и муфт механизма реверса экскаватор может передвигаться вперед или назад. Конические шестерни редуктора 23 передают вращение горизонтальному валу, а затем через зубчатую муфту 26 — заднему мосту 27 и через промежуточный вал и зубчатые муфты 22 и 19 — переднему мосту 18. Зубчатые муфты необходимы для компенсации возможной несоосности валов.

Внутри полого вала 24 проходят пневмогидропроводы 9. Поскольку их ось совмещена с осью центральной цапфы 25, то поворот платформы не отражается на их положении. В картерах мостов 18 и 27 размещены конические зубчатые передачи. К ведомой шестерне в мостах крепят чашки сателлитов, вместе с которыми расположены конические шестерни полуосей. Задний мост 27 крепят к ходовой раме 21 жестко, в то время как подвеска переднего моста 18 выполнена балансирной для обеспечения необходимого контакта всех колес с грунтом и улучшения проходимости экскаватора. Передний мост включают в случае передвижения по плохой дороге с помощью рукоятки, расположенной под правым лонжероном ходовой рамы.

Стопор 14, вводимый с помощью рычага в зацепление с зубчатым венцом 29, фиксирует положение поворотной платформы относительно ходовой рамы при передвижении машины своим ходом или на буксире.

Для выключения рессор переднего моста во время использования рабочего оборудования (кроме обратной лопаты) на пневмоколесных экскаваторах применены управляемые стабилизаторы 16, исключаяющие также поперечное качание переднего моста. Включение стабилизаторов при передвижении экскаватора может вызвать в период торможения зависание колес, занос машины и аварию. Поэтому перед транспортированием экскаватора следует перекрыть доступ воздуха к исполнительным камерам стабилизаторов, пользуясь специальным краном.

Пневматическая система управления (см. § 20) является основной на описываемых экскаваторах. С ее помощью выполняют наиболее часто повторяющиеся операции: включение лебедок, управление муфтами реверса, включение механизма открывания днища ковша, торможение колес, включение стабилизаторов. Механическая система применена для управления вспомогательными операциями: управление главной муфтой, переключение скоростей, включение стрелоподъемной лебедки и др.

Гидравлическая система (рис. 72) служит для управления поворотом передних колес на пневмоколесных экскаваторах. Все ее элементы расположены на поворотной платформе, кроме гидроцилиндра 19, который установлен на ходовой тележке. Давление в гидравлической системе не превышает 40 кгс/см<sup>2</sup>, оно создается шестеренным насосом 8, который нагнетает масло, поступающее из бака 10 к распределителю. Корпус 24 золотникового гидрораспределителя жестко крепят к штокам двохвонных гидроцилиндров 16, а золотник 23 с помощью тяги 22 шарнирно соединен с сошкой 7 рулевого механизма. Полости гидроцилиндров 16 соединены трубками с одноименными полостями гидроцилиндра 19.

Элементы гидравлической и пневматической систем управления, расположенные на поворотной платформе и на ходовой тележке, связаны вращающимся соединением 21.

При вращении штурвала 1 рулевого механизма приводятся в движение жестко закрепленные на валах шестерня 5 и зубчатый сектор 6 и поворачивается сошка 7. Перемещаясь в горизонтальной плоскости, сошка 7 сообщает через тягу 22 поступательное движение золотнику 23 гидрораспределителя.

При перемещении золотника 23 влево масло от насоса поступает по трубе 25 и сквозному продольному каналу внутри штока в поршневую полость нижнего гидроцилиндра 16. Соединенные между собой штоки гидроцилиндров 16 под давлением масла перемещаются влево. Масло из штоковой полости нижнего гидроцилиндра 16 вытесняется по трубопроводу 27 в штоковую полость гидроцилиндра 19, поршень которого, перемещаясь вместе со штоком влево, приводит в движение систему 18 рулевых тяг и рычагов, связанных со ступицей правого колеса. Так как правое колесо соединено поперечной тягой с левым колесом, то одновременно поворачиваются в левую сторону оба колеса. В это же время из поршневой полости гидроцилиндра 19 масло по трубопроводу 28 поступает в поршневую полость верхнего гидроцилиндра 16.

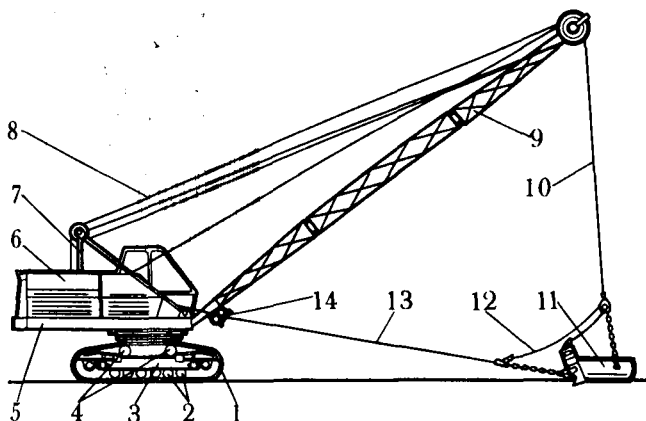
При перемещении золотника 23 гидрораспределителя вправо масло от насоса поступает в штоковую полость верхнего цилиндра 16 по трубе 26 и продольному и поперечному каналам в штоке гидроцилиндра 16. Под давлением масла штоки двохвонных гидроцилиндров 16 перемещаются вправо. Масло из поршневой полости гидроцилиндра 16 вытесняется по трубопроводу 28 в поршневую полость гидроцилиндра 19, шток которого приводит в движение систему 18 тяг и рычагов, и передние колеса поворачиваются в правую сторону.

Из штоковой полости гидроцилиндра 19 масла по трубопроводу 27 поступает в штоковую полость гидроцилиндра 16. Благодаря тому что полости гидроцилиндров 16 и 19 образуют две замкнутые системы циркуляции, движение поршней двохвонных гидроцилиндров 16 всегда передается поршню исполнительного цилиндра 19.

На линиях, соединяющих насосные полости двохвонных гидроцилиндров 16 с безнасосными, стоят обратные гидроклапаны 15, которые обеспечивают подпитку под давлением обеих замкнутых гидравлических систем в каждом рабочем цикле.

**Экскаватор ЭО-3111В с оборудованием драглайна:**

1 — гусеничная лента,  
2 и 4 — опорные и поддерживающие катки,  
3 — гусеничная рама,  
5 — поворотная платформа с силовой установкой и механизмами,  
6 — капот,  
7 — двуногая стойка,  
8 и 10 — канаты подъема стрелы и ковша,  
9 — решетчатая стрела,  
11 — ковш,  
12 и 13 — опрокидной и тягловый канаты,  
14 — наводка



При упоре колес 17 в препятствие и их вынужденном повороте движение поршня гидроцилиндра 19 передается через замкнутые системы циркуляции штокам гидроцилиндров 16 и вызывает смещение корпуса 24 гидрораспределителя относительно неподвижного золотника 23. Масло начинает поступать от насоса в ту полость сдвоенных гидроцилиндров 16, с которой поступил сигнал, и колеса 17 возвращаются в первоначальное положение, а корпус гидрораспределителя, следуя за штоками сдвоенных гидроцилиндров 16, занимает нейтральное положение относительно золотника 23.

Описанная система рулевого управления обеспечивает надежную жесткую связь между колесами 17 и штурвалом 1 в обоих направлениях. Поворот штурвала требует незначительного усилия. Выполнять эту операцию машинисту помогает постоянно замкнутый тормоз 3, который увеличивает усилие на штурвале.

Регулируют давление в системе рулевого управления напорным золотником 11, имеющим винт и пружину, путем слива в бак 10 избытка масла, подаваемого насосом 8. При буксировке экскаватора напорный золотник 11 и оба обратных клапана 15 открывают винтом 12 на слив. Если экскаватор буксируют с работающим двигателем, насос 8 отключают.

Контролируют давление в системе по манометру 13. Для очистки масла предназначены фильтры 9 и 14. Воздух, попавший в исполнительный гидроцилиндр, выпускают через пробку 20.

На экскаваторах Э-302Б и ЭО-3311В последнего выпуска применяют ту же систему рулевого управления, что и на гидравлических экскаваторах ЭО-3322А.

**Экскаватор ЭО-3111В** (рис. 73) имеет нормальное гусеничное ходовое устройство, благодаря которому при удельном давлении на грунт 0,49—0,50 кгс/см<sup>2</sup> достигается хорошая проходимость машины.

Кроме основного ковша емкостью 0,4 м<sup>3</sup> к машине может быть поставлен дополнительный ковш емкостью 0,5 м<sup>3</sup> с полукруглой режущей кромкой для погрузки прямой лопатой в транспорт сыпучих материалов.

Кинематическая схема экскаватора ЭО-3111В отличается от кинематической схемы экскаваторов Э-302Б и ЭО-3311В системой привода механизма гусеничного хода (рис. 74, а). Движение механизма хода передается от главного редуктора через шестерню 5 вертикального вала, от которого приводятся во вращение конические шестерни 9 и 4.

На концах средней части вала жестко закреплены ведущие кулачковые полумуфты 10. Подвижные полумуфты 11 установлены с помощью шлицев на полуосях 18. В случае соединения кулачковых полумуфт 10 и 11 будет вращаться также горизонтальный вал. При этом ведущие цепные звездочки 1 и 12 через втулочно-роликовые цепи передают

вращение к цепным звездочкам 27 (рис. 74, б), закрепленным на валах 19 ведущих колес гусеничных лент.

Ведущее колесо 21 гусеничной ленты с помощью шлицев жестко закреплено на валу 19, так же как и цепная звездочка 27. Вал 19 опирается на два подшипника 20 и 25, расположенные в корпусах 26, которые крепятся к кронштейнам гусеничной рамы болтами 22. Корпуса 26 подшипников имеют возможность перемещаться относительно кронштейнов, но от поперечного смещения удерживаются призматическими шпонками 23. Натяжение гусеничных лент регулируют путем перемещения корпусов 26 натяжными винтами. В центре ходовой рамы размещена центральная цапфа 8 (рис. 74, а), внутри которой на подшипниках качения 6 установлен вертикальный вал 7. Центральная часть ходовой рамы снизу закрывается картером 16. Конические шестерни 9 и 4, жестко установленные на вертикальном 7 и горизонтальном валах, постоянно находятся в зацеплении. Шестерни 4 и 9 работают в масляной ванне и защищены от влаги и пыли.

Средняя часть 15 горизонтального вала вращается на подшипниках 14 скольжения, закрепляемых в разъемных корпусах ходовой рамы. В торцовых отверстиях средней части вала установлены втулки 17, в которых размещены внутренние опоры полуосей 18. Вторыми опорами полуосей 18 являются подшипники 13, установленные в отверстия корпуса ходовой рамы.

Для разворота экскаватора подвижную полумуфту 11 перемещают в сторону внешнего конца полуоси 18, чтобы она вошла в зацепление со стопором 3, закрепленным на ходовой раме. При этом полуось 18, а вместе с ней и соответствующая гусеничная лента застопорятся, что необходимо для разворота экскаватора.

**Экскаватор Э-304В.** Главной конструктивной особенностью его ходового устройства является уширенно-удлиненное гусеничное ходовое устройство, благодаря чему удельное давление на грунт у них в 2,5 раза ниже, чем у экскаваторов ЭО-311В. Это позволяет эффективно использовать экскаваторы Э-304В при проведении мелиоративных, ирригационных и торфяных работ.

Имея с экскаваторами Э-302Б, ЭО-331В и ЭО-311В унифицированную поворотную платформу с механизмами, экскаватор Э-304В (рис. 75) существенно отличается устройством привода механизма хода и гусеничной тележки.

Шестерня 11, перемещаясь по шлицам вертикального вала 10 главного редуктора, может входить в зацепление или с шестерней 38 на поворотном валу 39, или с шестерней 13 на вертикальном валу 15 механизма хода. В последнем случае движение от главного редуктора передается механизму хода через пару конических шестерен, помещенных в масляной ванне 35.

Горизонтальный вал механизма хода экскаватора Э-304В одинаков по конструкции с валом экскаватора ЭО-311В (рис. 74, а). Отличие состоит в применении двух постоянно замкнутых тормозов для удержания гусеничных лент в период копания грунта. От горизонтального вала механизма хода движение передается в помощью двух втулочно-роликовых цепей 29 (см. рис. 75) к ведущим колесам 31 гусеничного хода, неподвижно закрепленным в литых кронштейнах гусеничной рамы 24. Ходовые цепи 29 натягивают специальным устройством 27, имеющим цепную звездочку.

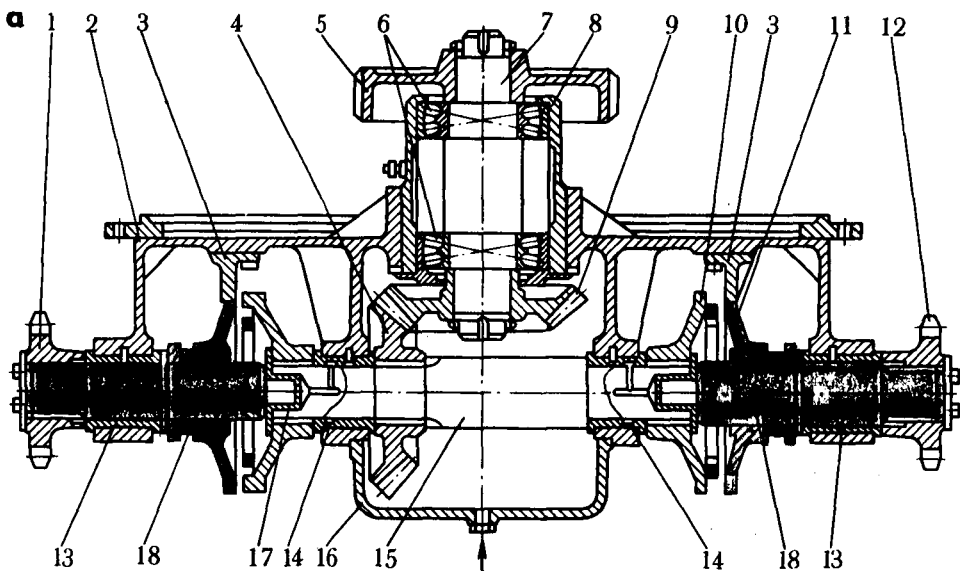
Для натяжения гусеничных лент 30 перемещают направляющие колеса 19, вращая ключом натяжные болты 21. Верхняя ветвь гусеничной ленты поддерживается двумя катками 22. Передача нагрузки от массы экскаватора на нижнюю ветвь гусеничной ленты производится через восемь опорных катков 23, оси которых закреплены в гусеничной раме 24.

## § 22

### Экскаваторы 4-й размерной группы

Экскаваторы 4-й размерной группы (Э-652Б и Э-652БС) с ковшом емкостью 0,65—0,8 м<sup>3</sup> составляют значительную часть экскаваторного парка нашей страны. Экскаваторы Э-652БС являются специальными машинами, предназначенными для работы на Крайнем Севере. Техническая характеристика экскаваторов Э-652Б и Э-652БС приведена в табл. 4.



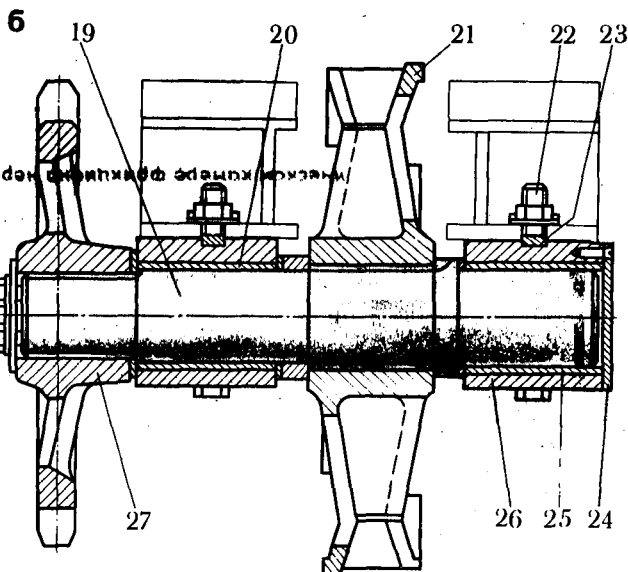


74

Механизм хода (а) и ведущее колесо гусеничной ленты: (б) экскаваторы ЭО-3111В:

ЭО-3111В:

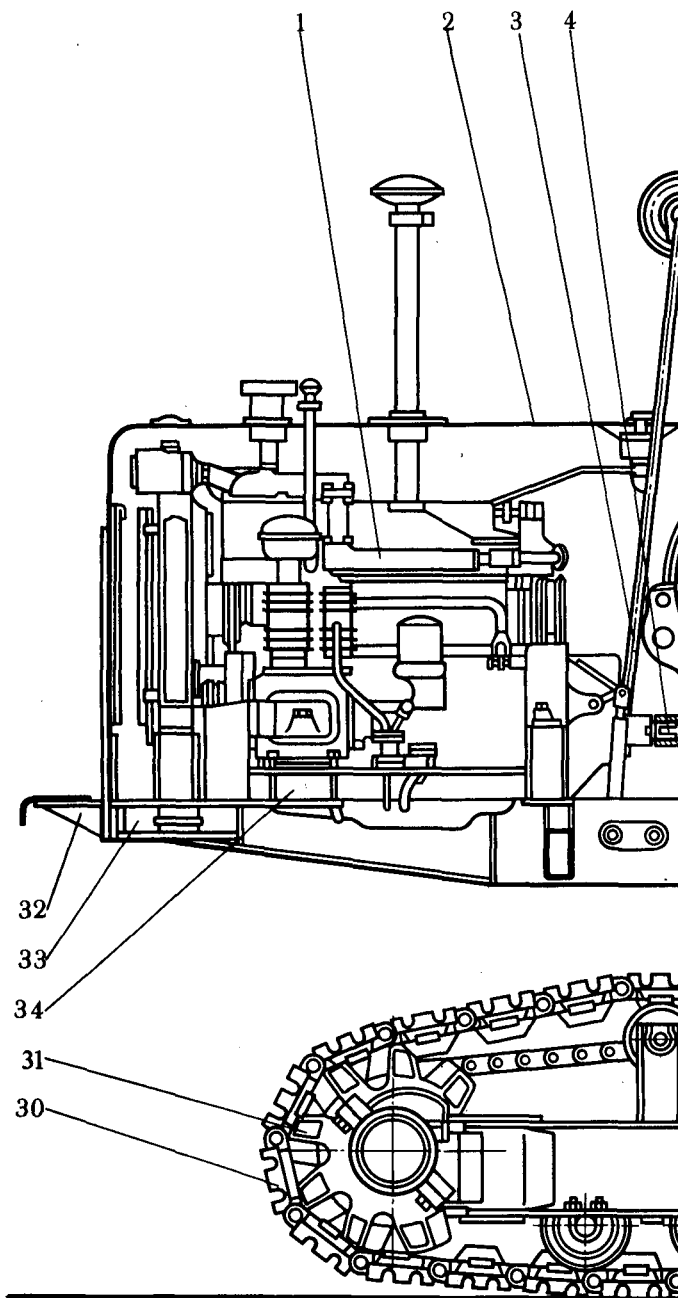
- 1 и 12 — цепные звездочки,
- 2 — ходовая рама,
- 3 — стопор кулачковой полушфты,
- 4 и 9 — конические шестерни,
- 5 — ведущая шестерня,
- 6 — опорные роликоподшипники вертикального вала,
- 7 — вертикальный вал,
- 8 — центральная цапфа,
- 10 и 11 — неподвижная и подвижная кулачковые полушфты,
- 13 и 14 — опорные подшипники горизонтального вала,
- 15 — средняя часть горизонтального вала,
- 16 — картер,
- 17 — втулка,
- 18 — полуоси горизонтального вала,
- 19 — вал,
- 20 и 25 — подшипники,
- 21 — ведущее колесо,
- 22 — болт,
- 23 — шпонка,
- 24 — крышка,
- 26 — корпус подшипника,
- 27 — цепная звездочка

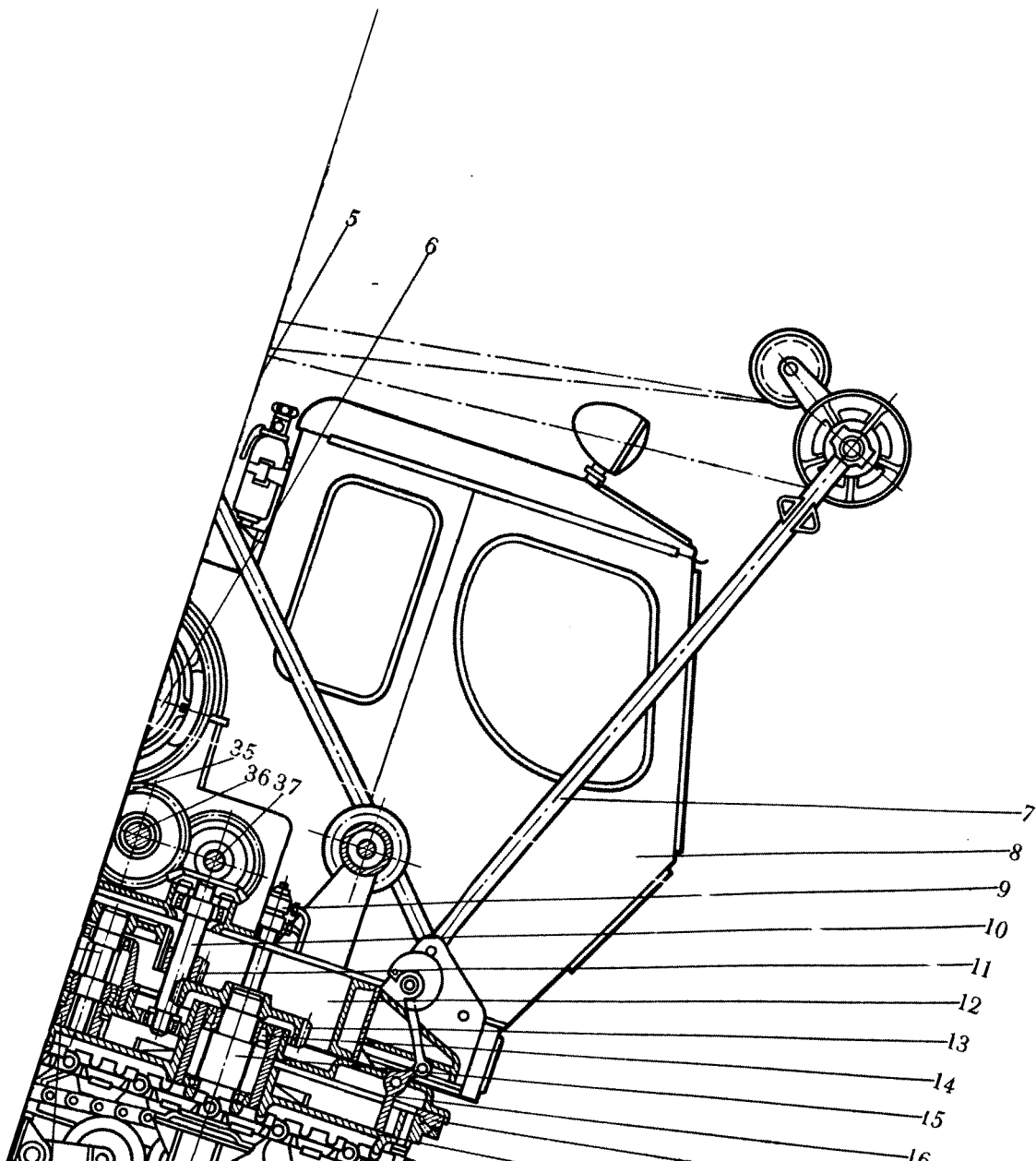


75

**Продольный разрез экскаватора Э-304В:**

- 1 — двигатель,
- 2 — капот двигателя,
- 3 — вал двигателя,
- 4 и 35 — валы I передачи главного редуктора,
- 5, 7 и 26 — двуногая, дополнительная и средняя стойки,
- 6 — главная лебедка,
- 8 — кабина машиниста,
- 9 — пневмопровод через центральную цапфу,
- 10 и 15 — вертикальные валы главного редуктора и механизма хода,
- 11, 13, 28 и 38 — шестерни привода механизмов поворота и хода,
- 12 — поворотная платформа,
- 14 — подшипник,
- 16 — стопор поворотной платформы,
- 17 — роликовый опорно-поворотный круг,
- 18 — ходовая рама,
- 19 и 31 — направляющее и ведущее колеса гусеничного хода,
- 20 — ползун,
- 21 — натяжной болт гусеничной ленты,
- 22 и 23 — поддерживающий и опорный катки гусеничной ленты,
- 24 — гусеничная рама,
- 25 — масляная ванна,
- 27 — натяжное устройство цепной передачи,
- 29 — ходовая цепь,
- 30 — гусеничная лента,
- 32 — площадка,
- 33 — постоянный противовес,
- 34 — рама двигателя,
- 36 — вал механизма реверса,
- 37 — вал перемены передач,
- 39 — поворотный вал





Поскольку мощность дизеля Д-108, устанавливаемого на экскаваторах Э-652Б, является избыточной, то ее ограничивают до 75—82 л. с. путем регулирования топливной аппаратуры и снижения частоты вращения двигателя. При установке оборудования прямой и обратной лопат экскаватор оснащают ковшами емкостью 0,65 м<sup>3</sup> с прямоугольной режущей кромкой и зубьями. На машине может быть применен также ковш прямой лопаты емкостью 0,8 м<sup>3</sup> с полукруглой режущей кромкой.

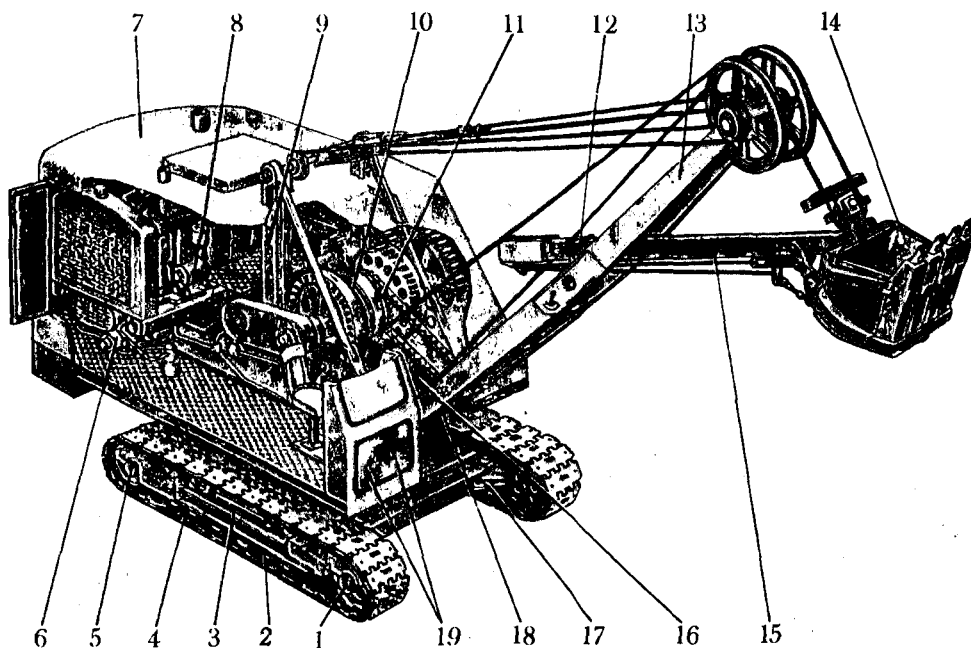
## 76

### Экскаватор Э-652Б:

1 и 5 — ведущее и направляющее колеса, 2 — опорный каток, 3 — гусеничная рама, 4 — гусеничная лента, 6 — компрес-

сор, 7 — кабина, 8 — двигатель, 9 — двуногая стойка, 10 — барабан подъема, 11 — звездочки механизма напора, 12 — седловой подшипник, 13 — стрела,

14 — ковш, 15 — рукоять, 16 — поворотная платформа, 17 — поперечная балка, 18 — ходовая рама, 19 — пульт управления



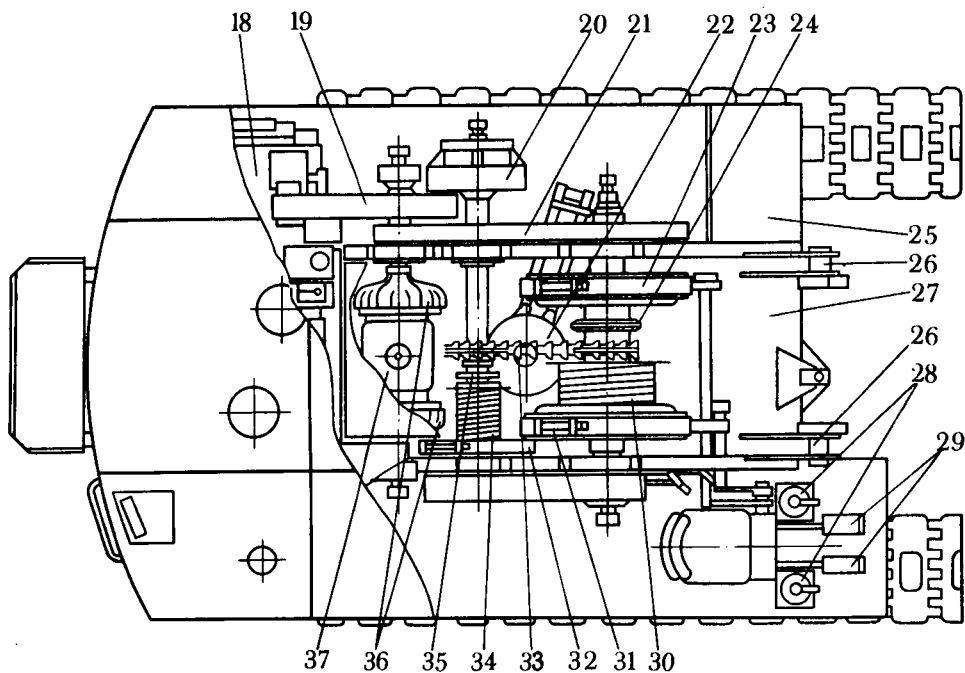
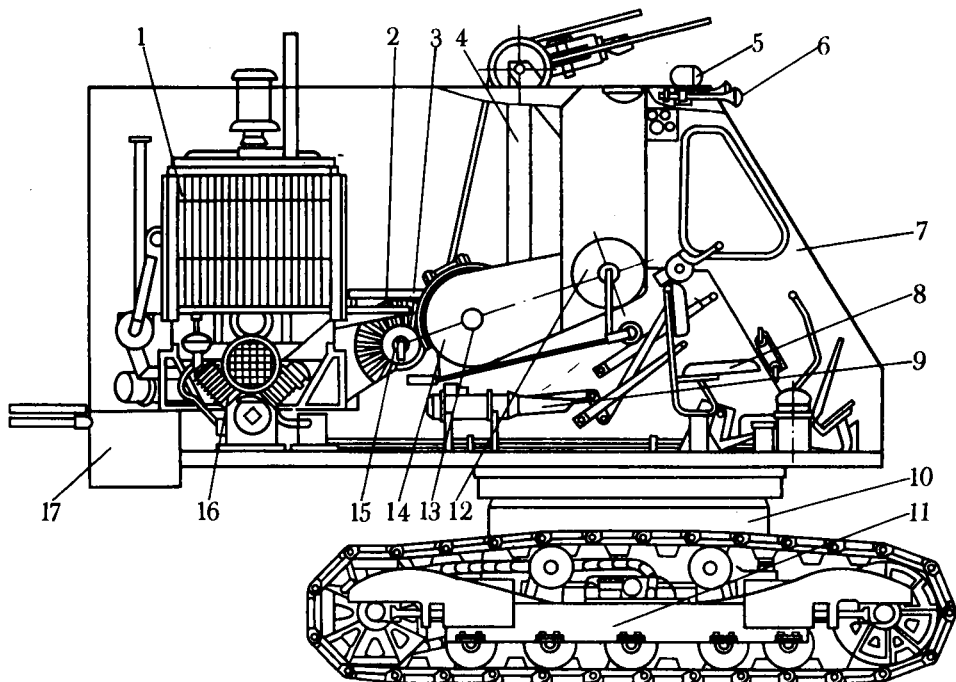
## 77

Размещение агрегатов, механизмов и узлов на поворотной платформе экскаватора Э-652Б:

1 — силовая установка, 2 — механизм реверса, 3 — щиток, 4 — двуногая стойка, 5 — прожектор, 6 — звуковой сигнал, 7 — кабина, 8 — сиденье машиниста, 9 — отопитель кабины, 10 — ходовая рама, 11 — гусеничная тележка, 12 — вал главной лебедки, 13 — вал ре-

верса главной лебедки, 14 — кожух механизма ограничения скорости опускания стрелы, 15 — вал механизма реверса, 16 — компрессор, 17 — задняя коробка платформы, 18 — главная муфта, 19 — кожух цепного редуктора, 20 и 36 — двухконусные фрикционы, 21 — кожух шестеренного редуктора, 22 — механизм поворота, 23, 31 и 32 — тормоза, 24 — цепные звездочки механизма на-

пора, 25 — инструментальный ящик, 26 — проушины, 27 — поворотная платформа, 28 — пульт управления, 29 — педали тормозов главной лебедки, 30 — барабан подъема ковша, 33 — цепная передача реверса главной лебедки, 34 — барабан подъема стрелы, 35 — двусторонняя кулачковая муфта, 37 — коробка механизма реверса



Кинематическая схема экскаватора Э-652Б подробно описана в § 13 (см. рис. 41). Устройство экскаватора Э-652Б и расположение механизмов на поворотной платформе при оборудовании прямой лопатой показаны на рис. 76 и 77.

Силовая установка 1 (рис. 77) размещена в задней части поворотной платформы 27. С правой стороны дизеля установлен радиатор, с левой — главная муфта 18. Цепной редуктор, закрытый кожухом 19, соединяет вал дизеля с валом 15 механизма реверса. Цилиндрические шестерни, соединяющие горизонтальные валы 15, 13 и 12 механизмов на платформе, закрыты кожухом 21.

Двухконусные фрикционы 36 механизма реверса видны снаружи, а конические шестерни этого механизма находятся внутри коробки 37. Для безопасности механизм реверса сверху закрыт щитком 3.

Двухконусный фрикцион 20 реверса главной лебедки расположен на левой консольной части вала 13, а барабан 34 лебедки подъема стрелы — на правой части. С помощью двусторонней кулачковой муфты 35 с валом 13 соединяют или барабан 34 или звездочку цепной передачи 33 реверса главной лебедки. Механизм ограничения скорости опускания стрелы закрыт кожухом 14.

Барабан 30 подъема ковша и цепные звездочки 24 механизма напора размещены на валу 12 главной лебедки. Механизмы подъема ковша и напора рукояти останавливают тормозами 23 и 31, управляемыми педалями.

Поворотная платформа 27 представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из продольных и поперечных балок и двух стоек. В средней части платформы находится коробка, в которой размещены вертикальные валы механизмов реверса, поворота и хода. На стойках смонтированы горизонтальные валы 12, 13 и 15 механизмов реверса, стреловой и главной лебедок, а также двуногая стойка 4 для крепления полиспаста подъема стрелы. Под радиатором дизеля на платформе установлен компрессор 16. В передней части расположен пульт 28 управления с сиденьем 8 машиниста.

В проушинах 26 поперечной балки платформы закрепляют стрелы рабочего оборудования, дополнительную стойку обратной лопаты и барабан механизма напора. В задней коробке 17 платформы, связывающей обе продольные балки, размещен топливный бак. Вся платформа с расположенными на ней механизмами закрыта кабиной. Сверху на кабине помещены прожекторы 5 и звуковые сигналы 6.

Большинство узлов и механизмов экскаваторов Э-652Б описано в гл. III—V книги.

Главная лебедка (рис. 78) приводится в движение от шестерни 3 редуктора, с помощью шлицев жестко закрепленной на валу 1. Для монтажа вала 1 в левой и правой стойках поворотной платформы устанавливают обоймы 4 и 18 для двухрядных роликоподшипников 5 и 19, которые служат опорами валу. Рядом с опорами жестко на шлицах закреплены крестовины 9 и 17 ленточных фрикционов лебедки. К крестовинам присоединены фрикционные ленты 23 и 26, рычаги и детали управления и регулирования фрикционов.

Шкивы 8 и 15 своими ступицами опираются на вал 1 через шарикоподшипники 10 и 14. Наружные поверхности шкивов охватываются тормозными лентами 7 и 16, закрепленными на поворотной платформе. На ступице шкива 8 жестко на сварке закреплены звездочки 11, с помощью которых цепными передачами осуществляется соединение вала главной лебедки.

К шкивам 15 и 8 болтами с потайными головками крепят по две сменные половины барабанов 13, 24 и 25. Барабан 13 используют при оборудовании экскаватора прямой и обратной лопатами, драглайном и грейфером, барабан 25 — при оборудовании обратной лопатой, драглайном, краном и грейфером, а барабан 24 — только при оборудовании краном.

На шлицах левой консольной части вала 1 закреплена обгонная муфта 21 механизма ограничения скорости опускания стрелы, а на правой и на ступице шестерни 3 монтируют фрикцион успокоителя грейфера. Все детали, установленные на валу 1, стягивают гайками 2 и 22.

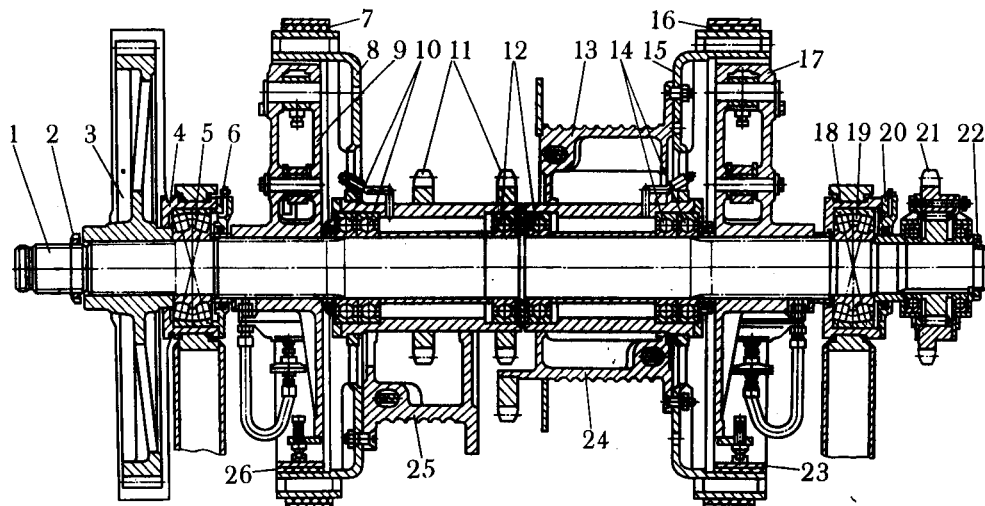
Шестерня 3 и вал 1 при включении главной муфты машины постоянно вращаются вместе с крестовинами 9 и 17 и лентами 23 и 26 фрикционов. Оба фрикциона открытого типа и

### Главная лебедка экскаватора Э-652Б:

1 — вал, 2 и 22 — гайки, 3 — шестерня, 4 и 18 — обоймы опорных подшипников, 5 и 19 — опорные роликоподшипники,

6 и 20 — крышки, 7 и 16 — тормозные ленты, 8 и 15 — шкивы фрикционных, 9 и 17 — крестовины фрикционных, 10, 12 и 14 — шарикоподшипники, 11 — звездочки, 13,

24 и 25 — сменные половины барабанов, 21 — обгонная муфта механизма ограничения скорости опускания стрелы, 23 и 26 — ленты фрикционных



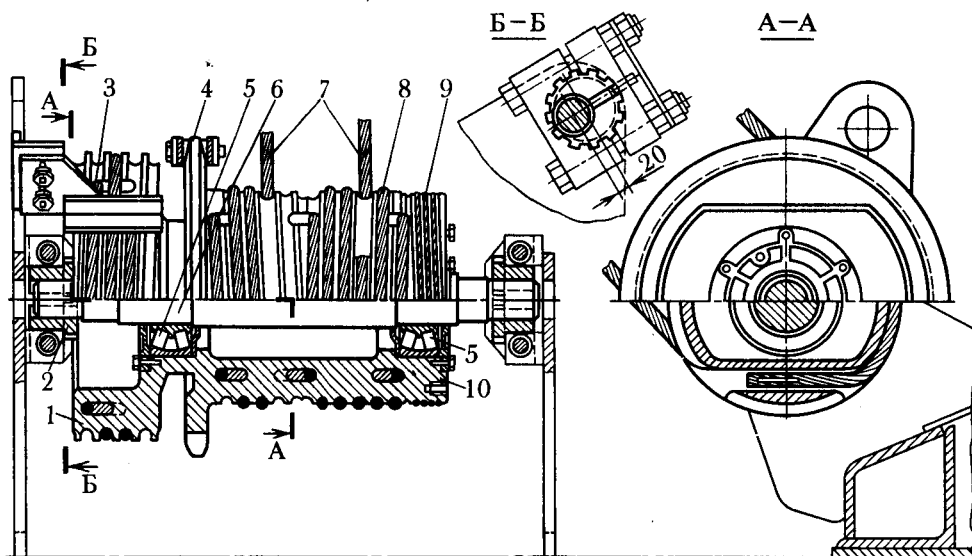
## 79

### Напорный барабан экскаватора Э-652Б:

1 и 10 — дополнительная и основная части барабана, 2 —

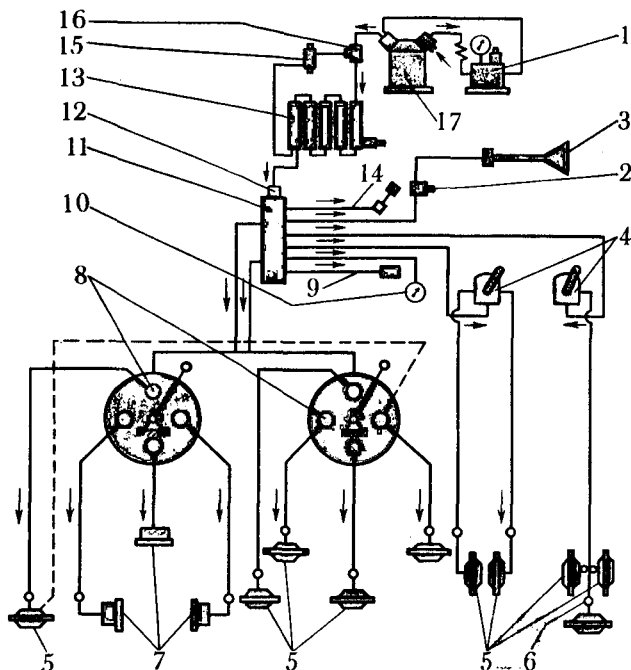
эксцентрик, 3 — подъемный канат, 4 — цепная звездочка, 5 — роликоподшипники, 6 —

ось, 7 и 8 — напорный и возвратный канаты, 9 — канат открывания дна ковша



### Схема пневмоуправления экскаватора Э-652Б:

- 1 — маслонагнетатель,
- 2 — выключатель сигнала,
- 3 — сигнал,
- 4 — пневмоклапаны,
- 5 — пневмокамеры,
- 6 — пневмоклапан быстрого оттормаживания,
- 7 — пневмоцилиндры,
- 8 — регулируемый пневмоаппарат,
- 9 — трубопровод к ограничителю грузовой нагрузки,
- 10 — манометр,
- 11 — пневмораспределитель,
- 12 — фильтр, 13 — секционный охладитель,
- 14 — трубопровод к стеклоочистителю,
- 15 — датчик,
- 16 — сервомеханизм,
- 17 — компрессор



удерживаются в выключенном положении возвратными пружинами, воздействующими на рычаги управления. Фрикционы включаются при подаче воздуха под давлением в пневматические камеры, установленные на крестовинах 9 и 17. Фрикционы и тормоза главной лебедки включаются независимо друг от друга. При включении левого фрикциона вместе с лентой 26 и шкивом 8 начинают вращаться звездочки 11. От левой звездочки 11 движение передается напорному барабану (рис. 79). Таким образом происходит выдвижение рукояти ковша.

При включении правого фрикциона вместе с лентой 23 (рис. 78) и шкивом 15 начинает вращаться барабан 13 или барабан 24. Через канат и блоки движение передается ковшу или грузу и таким образом происходит их перемещение. Останавливают шкивы 8 и 15 включением тормозов главной лебедки. Для землеройного оборудования эти тормоза открытого типа, а при крановом оборудовании правый тормоз должен быть изменен на замкнутый.

Воздух подается пневматической камере фрикциона через продольное сверление, идущее от ближнего торца вала 1, а затем по трубке, соединяющей поперечный канал вала с полостью камеры. В каналы, расположенные по оси вала 1, воздух подается через оба торца вала с помощью специальных вращающихся соединений.

Механизм напора прямой лопаты состоит из двух основных узлов: напорного барабана и седловых блоков (см. рис. 47). Напорный барабан (рис. 79) имеет две нарезные части 1 и 10 разного диаметра, разделенные цепной звездочкой 4, которая изготовлена за одно целое с барабаном. Барабан опирается на ось 6 через роликоподшипники 5. На концевые шейки оси 6 надеты разрезные эксцентрики 2, зажимаемые в разъемных опорах, нижняя часть которых приварена к поворотной платформе. С помощью эксцентриков 2 регулируют натяжение напорной цепи, соединяющей цепную звездочку на главной лебедке и звездочку 4 на напорном барабане.

На основной части 10 барабана запасовывается три каната: возвратный 8, напорный 7 и открывания днища ковша; на дополнительной части 1 только подъемный канат 3,

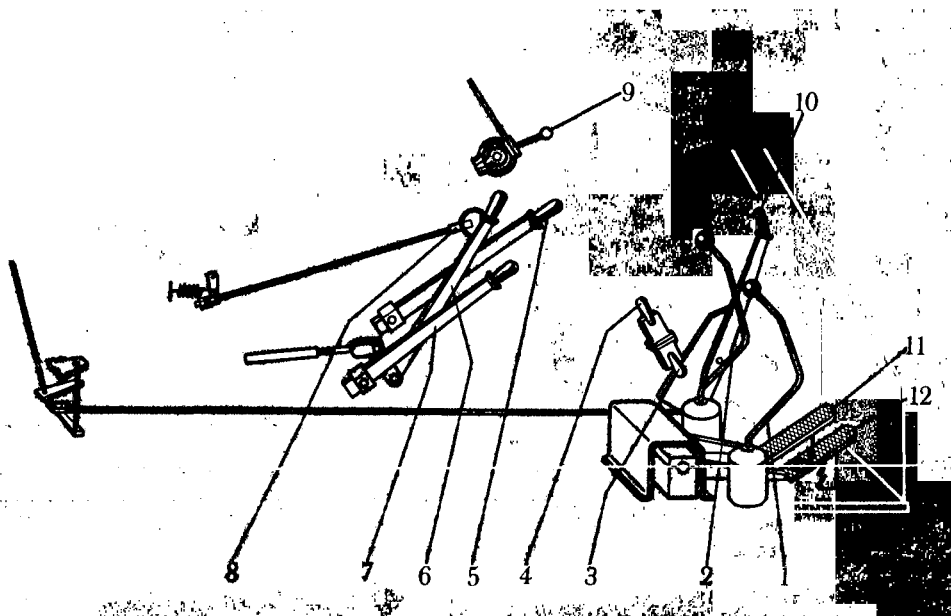


**Рычаги и педали управления:**

рычаги: 1 и 2 — управления рабочим циклом,  
3 — выключения стопора и собачек храповых устройства гусеничного хода,  
4 — управления тормозом по-

рота и механизмом возврата рукояти,  
5 — тормоза стреловой лебедки,  
6 — включения скоростей механизмов поворота и хода,  
7 — включения кулачковых

муфт механизмов поворота и хода,  
9 — управления частотой вращения двигателя,  
10 — главной муфты;  
8 — тяга выключения собачки;  
11 и 12 — педали тормозов главной лебедки



ричем возвратный и подъемный канаты огибают барабан сверху, а обе ветви напорного каната — снизу. Принцип работы механизма напора описан в § 16 (см. рис. 48).

Принципиальная схема пневмоуправления экскаватора показана на рис. 80. Из атмосферы воздух поступает в I ступень компрессора 17, приводимого в движение от дизеля клиноременной передачей, сначала в маслоотделитель 1, затем во II ступень компрессора, а из нее под давлением до 7 кгс/см<sup>2</sup> нагнетается в секционный охладитель 13 и пневмораспределитель 11. При включении регулируемых пневмоаппаратов 8 и пневмоклапанов 4 сжатый воздух поступает в пневмокамеры 5 или пневмоцилиндры 7 и производит необходимую работу по включению механизмов машины. При выключении регулируемого пневмоаппарата 8 или пневмоклапана 4 воздух из камеры (цилиндра) выпускается в атмосферу через пневмоаппарат 8 и пневмоклапан 6 быстрого выпуска.

Из пневмораспределителя 11 воздух поступает также к сигналу 3, стеклоочистителю, манометру 10 и ограничителю грузового момента (при крановом оборудовании).

Рычаги и педали управления машиной (рис. 81). Все основные операции в рабочем цикле выполняют с помощью рычагов 1 и 2, каждый из которых имеет по четыре рабочих положения и одно нейтральное.

При передвижении рычага 1 из нейтрального положения назад включается правый фрикцион главной лебедки (тяга или подъем ковша или подъем груза), при перемещении впра-

во включается механизм открывания днища ковша. Установка рычага 1 в переднее или левое положение соответствует включению правой или левой кулачковых муфт на горизонтальном валу механизма хода (разворот экскаватора на месте).

Перемещение рычага 2 вперед соответствует включению левого фрикциона главной лебедки (напор рукояти, подъем ковша драглайна или оборудования обратной лопаты); назад — фрикциона реверса главной лебедки (возврат рукояти, подъем стрелы или опускание груза); установка рычага в правое или левое положение — включению левого или правого фрикциона механизма реверса (платформа экскаватора вращается в ту или другую сторону).

Чтобы подготовить экскаватор к передвижению, необходимо выключить стопоры гусеничного хода и собачки храповых устройств механизма хода перемещением рычага 3 вперед.

Нейтральное положение рычага 4 соответствует включению тормоза механизма поворота и соединению двусторонней кулачковой муфты реверса главной лебедки со звездочкой возврата рукояти. Для выключения тормоза механизма поворота рычаг 4 перемещают назад. При перемещении рычага 4 вперед двусторонняя кулачковая муфта соединяется с барабаном подъема стрелы.

Перемещая рычаг 10 назад, включают главную муфту, опуская рычаг 9, увеличивают частоту вращения двигателя. Верхнее положение рычага 5 соответствует включению тормоза лебедки подъема стрелы, а нижнее — его выключению.

Рычагом 6 включают первую (верхнее положение рычага) или вторую (нижнее положение рычага) скорости механизмов поворота платформы и хода экскаватора.

Механизмы поворота и хода, как известно, одновременно работать не могут. Для подготовки их к работе следует включить соответствующие кулачковые муфты на вертикальных валах этих механизмов. Эту операцию выполняют с помощью рычага 7, перемещение которого вверх соответствует включенному положению механизма поворота и выключенному механизма хода. При перемещении рычага 7 вниз положение изменяется: механизм хода включается, а механизм поворота выключается.

Следует иметь в виду, что для вращения платформы или передвижения машины нужно установить в определенное положение не только рычаг 7, но и включить один из фрикционов механизма реверса, передвинув рычаг 2 вправо или влево.

Собачка храпового устройства стрелоподъемной лебедки постоянно находится во включенном положении под действием пружины. Выключают собачку перемещением тяги 8 вперед.

Тормозами главной лебедки управляют педалями 11 и 12. Для включения нужного тормоза нажимают на соответствующую педаль ногой. При снятии ноги педаль под действием пружины возвращается в верхнее положение, которое соответствует выключенному положению тормоза.

При переключении рычагов, имеющих фиксаторы крайних положений, необходимо всегда ставить рычаг на фиксатор. Нарушение этого правила приводит к неполному включению шестерен или кулачковых муфт, в результате чего они преждевременно изнашиваются. Если же не установить в фиксированное положение рычаг управления главной муфтой, то это может привести к аварии или несчастному случаю.

Фиксатором рычага 2, наоборот, следует пользоваться осторожно и только при передвижении экскаватора на длинных прямых участках пути, когда нет необходимости в экстренной остановке экскаватора. Особое внимание следует обращать на рычаг 4; его нельзя включать до отказа, а только до положений, фиксируемых шариковыми фиксаторами.

# КОНСТРУКЦИЯ ЭКСКАВАТОРОВ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Гидравлические экскаваторы обладают конструктивными, технологическими и экономическими преимуществами по сравнению с экскаваторами с механическим приводом. Конструктивные и технологические преимущества определяются главным образом применением гидравлического объемного привода для передачи мощности от двигателя к рабочим механизмам машины. Гидравлический привод позволяет:

реализовать большие передаточные числа от ведущего звена источника энергии к рабочим механизмам и органам машины без применения громоздких и сложных по кинематике устройств;

простым способом преобразовать вращательное движение в поступательное, упростив кинематику рабочего оборудования за счет исключения канатных передач, а также значительно расширить номенклатуру рабочего оборудования (телескопическое оборудование, лопата с двухчелюстным ковшом, напорный грейфер, рыхлитель, планировщик, разнообразные захваты, крановое оборудование для монтажных работ и др.);

расположить рабочие механизмы независимо от силовой установки, что обуславливает возможность их наилучшей компоновки;

соединить с помощью поворотных соединений и гибких рукавов высокого давления элементы гидропривода, расположенные на взаимно перемещающихся частях машины;

достаточно простыми средствами выполнять удобное и независимое бесступенчатое регулирование в широком диапазоне скоростей рабочих движений, совмещаемых по времени, что улучшает технологические возможности машины (в частности, позволяет заменять ручной труд на земляных работах) и повышает эффективность использования мощности двигателя; этому также способствуют жесткая двусторонняя фиксация исполнительных механизмов в любом положении и возможность без дополнительных устройств реверсировать направление движения исполнительного механизма при любой системе гидропривода;

применить автоматическое и полуавтоматическое управление, использование которого улучшает условия труда машиниста и повышает качество выполняемых работ;

унифицировать и нормализовать конструкцию узлов и элементов гидропривода для машин разных типоразмеров, ограничив их номенклатуру;

исключить из силовых передач фрикционные муфты и тормоза, используемые при механической трансмиссии и подверженные интенсивному износу, а также существенно уменьшить число мест смазывания, что сокращает затраты времени на техническое обслуживание машин.

При гидравлическом приводе улучшаются и расширяются технологические возможности экскаваторов с различными видами рабочего оборудования. Например, при использо-

вании *обратной лопаты* увеличивается заполнение ковша при копании на значительной глубине за счет реализации больших усилий копания (так как сопротивление грунта копанию воспринимается через стрелоподъемные цилиндры весом всего экскаватора), что повышает производительность машины. Создается возможность копания только посредством поворота ковша при неподвижной (относительно стрелы) рукояти, что позволяет выполнять работы, например в условиях города, в непосредственной близости от подземных коммуникаций, где требования к безопасности ведения работ часто вынуждают использовать ручной труд.

При использовании *погрузчика* обеспечиваются близкая к горизонтальной траектория движения режущего контура ковша и большее его заполнение за счет силового поворота ковша на себя в конце горизонтального перемещения.

При использовании *грейфера* обеспечивается эффективное копание достаточно плотных грунтов благодаря возможности воспринимать массой всего экскаватора реакцию грунта при копании, а также возможность использования его для отрывки ям, приемков, колодцев, а также для перегрузки длиномерных штучных грузов (например, бревен), различных ориентированных в плане по отношению к экскаватору.

Расширение и улучшение технологических возможностей экскаваторов с гидроприводом не ограничивается приведенными примерами.

Экономические преимущества экскаваторов с гидравлическим приводом вытекают из конструктивных и технологических. Так, расширение номенклатуры сменного рабочего оборудования и его специфическая кинематика, а также независимое регулирование скоростей совмещаемых рабочих движений позволяют механизировать работы, которые ранее выполняли вручную. Это дает возможность не только существенно снизить стоимость и ускорить производство таких работ, но и высвободить большое число рабочих.

Нормализация конструкции и унификация узлов гидропривода создает реальные возможности для организации производства гидравлических экскаваторов на базе специализированного изготовления унифицированных узлов и выпуска необходимых народному хозяйству типоразмеров экскаваторов.

Кроме того, значительно уменьшается номенклатура запасных частей для парка эксплуатируемых экскаваторов и создается возможность применения агрегатного метода ремонта машин, а следовательно, уменьшаются их простои в ремонте и увеличивается время полезного использования.

Улучшение условий труда за счет автоматизации управления дает возможность повысить производительность экскаваторов, а автоматизация их привода ведет к экономии энергетических ресурсов вследствие повышения общего КПД машин.

Сокращение времени, необходимого для технического обслуживания машины, позволяет повысить коэффициент ее использования в течение смены и для наиболее распространенных типоразмеров экскаваторов уменьшить число обслуживающего персонала.

Перечисленные факторы обуславливают при надлежащей организации изготовления и эксплуатации экскаваторов с гидравлическим приводом повышение темпа строительных и других работ и снижение стоимости разработки грунта.

## Глава VIII

## РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

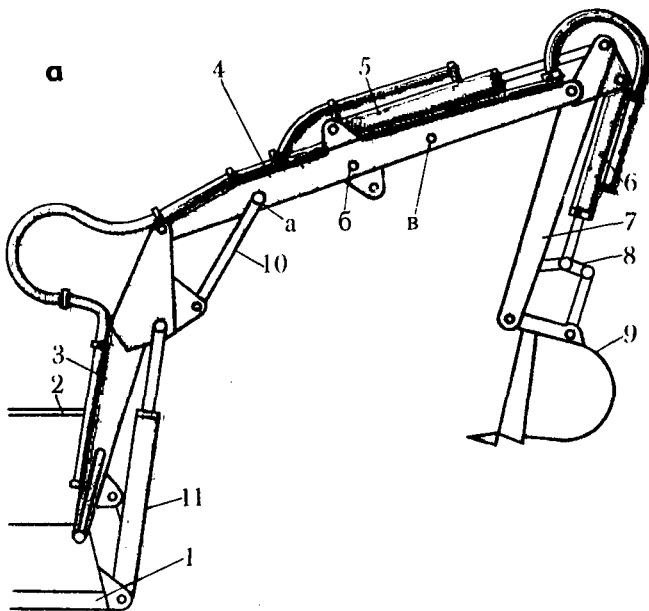
### § 23

### Обратная лопата

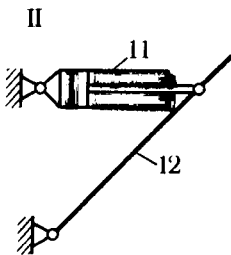
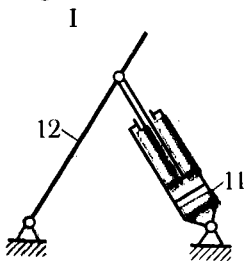
На гидравлических экскаваторах обратная лопата — один из основных видов сменного рабочего оборудования. По конструктивной схеме обратную лопату выпускают нескольких разновидностей, но основными ее узлами всегда являются: стрела, состоящая на экскаваторах ЭО-3322А и ЭО-4121 из основной 3 (рис. 82, а) и удлиняющей 4 частей, рукоять 7, ковш 9 и гидроцилиндры 11, 5 и 6 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша.

Обратная лопата (а) и схемы расположения гидроцилиндров ее рабочего оборудования (б) для привода стрелы (I—III), рукояти (IV) и ковша (V и VI):

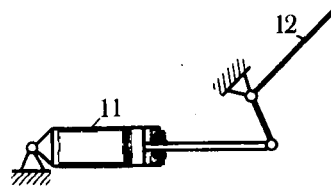
1 — поворотная рама,  
2 — кабина машиниста,  
3 и 4 — нижняя основная и верхняя удлиняющая части стрелы,  
5 и 6 — гидроцилиндры рукояти и ковша,  
7 — рукоять,  
8 — рычаг ковша,  
9 — ковш,  
10 — тяга,  
11 — гидроцилиндр стрелы,  
12 — стрела;  
а—в — положения, в которых можно устанавливать тягу 10



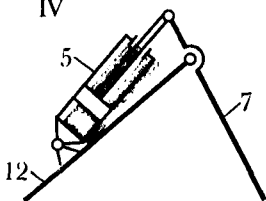
6



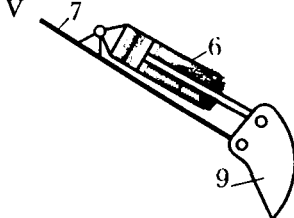
III



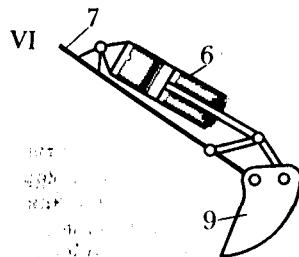
IV



V



VI



Основную часть 3 стрелы, как правило, используют при установке различных видов сменного рабочего оборудования, например обратной и прямой лопат, грейфера, погрузчика. Удлиняющую часть 4 стрелы при переходе с одного вида оборудования на другой можно либо сохранять, например при переоборудовании обратной лопаты на грейфер, либо демонтировать.

Наряду с составной стрелой на некоторых моделях экскаваторов применяют и неразъемную стрелу. Такая стрела Г-образной формы применена на экскаваторах Э-5015А.

Стрела обратной лопаты — прочная, пустотелая, сваренная из легированного металлопроката конструкция. Пяту стрелы шарнирно укрепляют в проушинах поворотной рамы 1, к которой присоединены также и гидроцилиндры 11 подъема стрелы. Штоки гидроцилиндров 11 шарнирно соединены со стрелой, при выдвигении штоков изменяется угол наклона стрелы по отношению к поворотной платформе.

Рукоять 7 подвешена на стреле и может поворачиваться по часовой стрелке или против нее при выдвигении или втягивании штока гидроцилиндра 5. Ковш 9 закреплен на рукояти 7 в одной точке, поэтому также может свободно поворачиваться с помощью гидроцилиндра 6.

Основная 3 и удлиняющая 4 части стрелы соединены между собой пальцем. Чтобы во время работы не было поворота одной части стрелы по отношению к другой, между ними дополнительно устанавливают тягу 10.

Расположение гидроцилиндров рабочего оборудования бывает различным (рис. 82, б). Для привода стрелы 12 обычно применяют три схемы расположения гидроцилиндра 11: под стрелой впереди ее пяты (рис. 82, I), этот вариант наиболее распространен на полноповоротных экскаваторах; над стрелой (рис. 82, II), что характерно для навесных неполноповоротных экскаваторов; за пятой стрелы, обычно горизонтально (рис. 82, III).

Для привода рукояти 7 гидроцилиндр 5 располагают над стрелой (рис. 82, IV). Для привода ковша 9 гидроцилиндр 6 размещают над рукоятью, причем шток гидроцилиндра 6 крепят или непосредственно к проушинам на ковше 9 (рис. 82, V), или через дополнительные тяги (рис. 82, VI). Для подъема стрелы 12 часто устанавливают два гидроцилиндра 11. Такое конструктивное решение используют иногда и для поворота рукояти, например на навесных экскаваторах.

Обратной лопатой работают следующим образом (рис. 83). Втягивая шток гидроцилиндра рукояти, поворачивают ее по часовой стрелке. Стрела с рукоятью и вынесенным вперед ковшом опускается вниз как под действием веса рабочего оборудования, так и под давлением жидкости, подаваемой в гидроцилиндр стрелы. Операцию копания осуществляют поворотом ковша и поворотом рукояти (положение I).

Величину стружки в процессе копания регулируют с помощью гидроцилиндра путем подъема или опускания стрелы. После того как наполненный грунтом ковш будет поднят к стреле или повернут по отношению к рукояти настолько, чтобы грунт не высыпался, рабочее оборудование поднимают из забоя с помощью гидроцилиндра стрелы (положение II), а затем вместе с платформой поворачивают к месту разгрузки.

Чтобы разгрузить ковш, поворачивают рукоять и ковш по часовой стрелке, используя для этого гидроцилиндры 2 и 4 (положение III). Затем производят обратный поворот платформы к забоя и рабочий цикл повторяют.

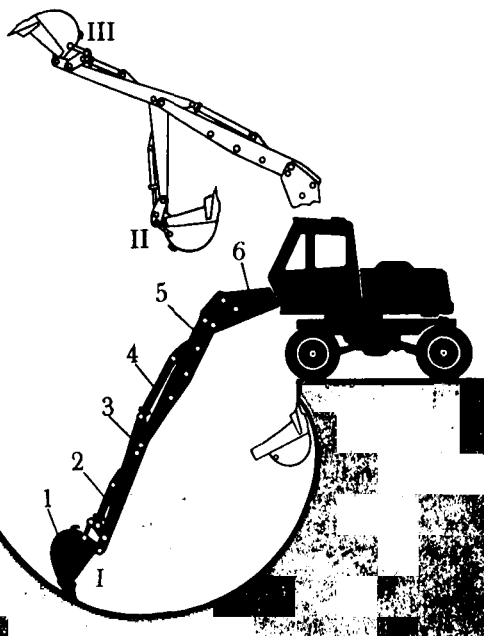
Для повышения производительности машины совмещают подъем рабочего оборудования и поворот платформы к месту разгрузки, а также опускание стрелы с обратным поворотом к забоя.

Главный несущий элемент основной части стрелы экскаватора ЭО-3322А — полая балка 1 (рис. 84) коробчатого сечения. Короб 6 закрыт сверху листом 7. В наиболее нагруженных сечениях балка 1 дополнительно усилена боковыми листами 8. С помощью проушин 2 и пальцев основная часть стрелы соединена с удлиняющей частью.

К кронштейну 3 крепят тягу, которая соединяет основную и удлиняющую части стрелы. К боковым листам 8 и к коробу 6 приварена труба 9, с помощью которой соединяют стрелу со штоками гидроцилиндров. Кронштейн 4 при оборудовании экскаваторов обратной лопатой не используют. Он необходим для крепления гидроцилиндра рукояти при установке рабочего оборудования погрузчика. Нижний конец стрелы — пяту 5 с помощью

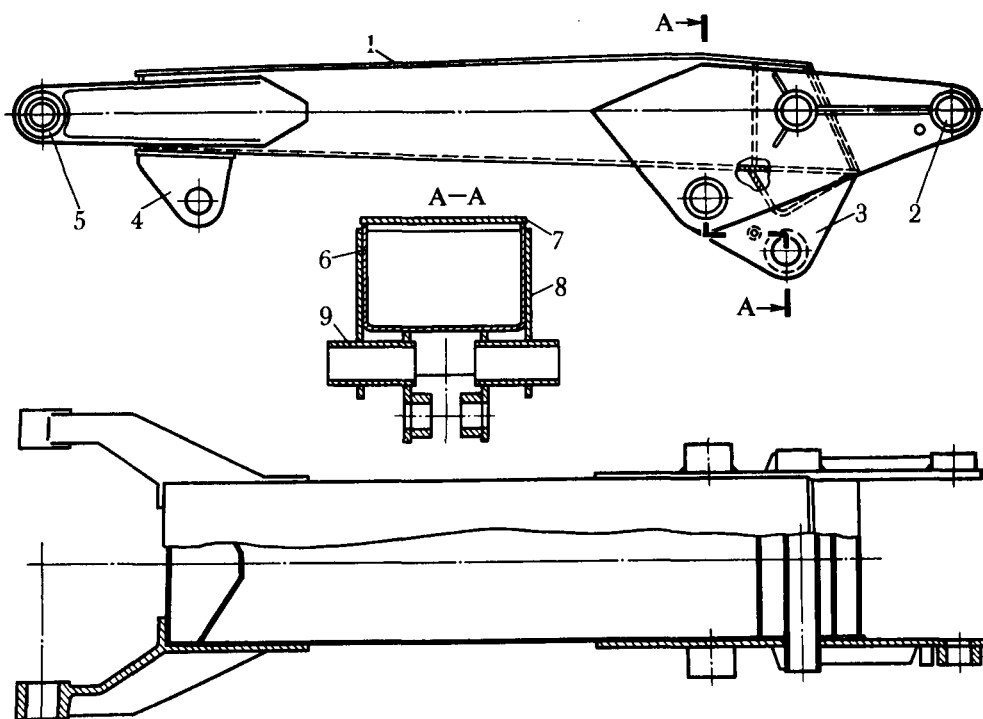
**Схема работы обратной лопаты:**

- 1 — ковш,  
2 — гидроцилиндр ковша,  
3 — рукоять,  
4 — гидроцилиндр рукояти,  
5 и 6 — удлиняющая и основная части стрелы;  
I—III — положения ковша



**Основная часть стрелы экскаватора ЭО-3322А:**

- 1 — балка,  
2 — проушина для крепления удлиняющей части стрелы,  
3 и 4 — кронштейны для крепления тяги и гидроцилиндра рукояти погрузчика,  
5 — пята,  
6 — короб,  
7 и 8 — верхний и боковой листы,  
9 — труба для крепления штоков гидроцилиндров стрелы



пальцев шарнирно укрепляют в проушинах рамы поворотной платформы. На этих пальцах стрела поворачивается при изменении угла ее наклона. На экскаваторе ЭО-3322А поднимают и опускают стрелу обратной лопаты с помощью двух гидроцилиндров. Рукоять обратной лопаты (рис. 85) экскаваторов Э-5015А представляет собой полую балку 2 переменного сечения, сваренную из листового легированного металлопроката. Наиболее прочно сечение В—В в месте крепления рукояти к стреле. К верхней части балки крепят пальцем 5 шток гидроцилиндра рукояти. Палец 5 закреплен неподвижно и не вращается.

Гидроцилиндр ковша крепят в проушинах 1 пальцем 6. Шток этого гидроцилиндра присоединен к тягам 3 и 4, одна из которых соединена с нижней частью балки рукояти, а вторая с ковшом. Для смазывания трущихся поверхностей пальцев и втулок устанавливают масленки 8.

В конкретных условиях обратную лопату оборудуют сменными ковшами различной емкости и формы. Ковш обратной лопаты в большинстве случаев выполняют сварным. Он состоит из корпуса без открывающегося днища. Число зубьев, устанавливаемых на передней стенке, зависит от ширины ковша и вида работ, для которых предназначен ковш.

Ковш для рытья траншей часто снабжают дополнительными зубьями, укрепленными на боковых стенках. Назначение этих зубьев — подрезать стенки траншей во избежание заклинивания в них корпуса. Кроме того, боковые зубья позволяют при необходимости расширять отрытую траншею. Зубья устанавливают в гнезда различной конструкции и крепят болтами или шпильками.

На режущую кромку ковша наносят слой твердой наплавки для уменьшения ее износа.

На отдельных моделях (например, у экскаватора ЭО-4121) ковш представляет собой комбинированную конструкцию из литых и сварных деталей. Литой изготавливают переднюю стенку или только ее верхнюю часть — козырек со специальными гнездами для крепления зубьев.

Ковш (рис. 86) обратной лопаты экскаватора ЭО-3322А состоит из задней стенки 8, двух боковых стенок 4, передней стенки с козырьком 2 и зубьев 1 и 3. Все детали корпуса ковша соединены между собой сваркой. Задняя стенка 8 скруглена, чтобы избежать трения о грунт при повороте ковша. Зубья 1 заканчиваются суживающимся хвостовиком, который входит в гнездо козырька 2. От выпадения из гнезда зуб удерживается клином 9. При такой конструкции замена изношенного зуба не вызывает затруднений.

Боковые зубья 3 крепят к корпусу ковша заклепками. Обычно зубья изготавливают литыми из высокомарганцовистой стали, хорошо противостоящей истиранию, штампованными (с закалкой) или из низкоуглеродистой стали с износостойкой наплавкой. С помощью проушины 6 ковш соединяют с рукоятью, а проушиной 7 — с рычагом, приводимым в действие гидроцилиндром поворота ковша.

## § 24

### Прямая лопата

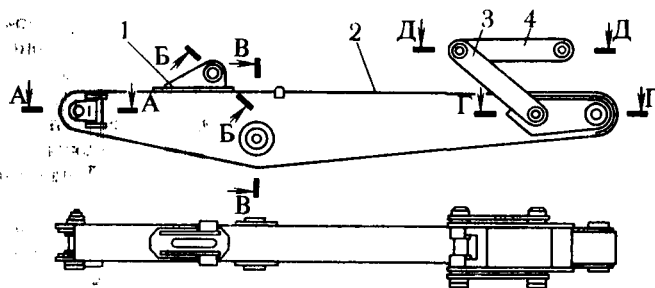
Прямая лопата гидравлических экскаваторов находит широкое применение в особенности на экскаваторах 4-й размерной группы и на машинах большей мощности.

Конструктивная схема прямой лопаты экскаватора ЭО-4121 показана на рис. 87. Основными узлами являются стрела 1, рукоять 2, ковш 5 и гидроцилиндры 9 и 8 подъема стрелы и поворота рукояти. Ковш может быть присоединен к рукояти жестко тягой 3, тогда для открывания днища ковша устанавливают специальный гидроцилиндр 7. Для повышения эффективности работы ковш можно крепить к рукояти шарнирно, в этом случае его поворачивают относительно рукояти с помощью отдельного гидроцилиндра 10 (рис. 87, б). На экскаваторе ЭО-4121 устанавливают как неповоротный, так и поворотный ковши. Поворотный ковш значительно расширяет их область применения. При этом используют специальную рукоять 2. Ковш 5 присоединяют к рукояти 2 шарнирно, так что он может изменять свое положение с помощью гидроцилиндра 10, который шарнирно крепят к про-



### Рукоять обратной лопаты экскаватора Э-5015А:

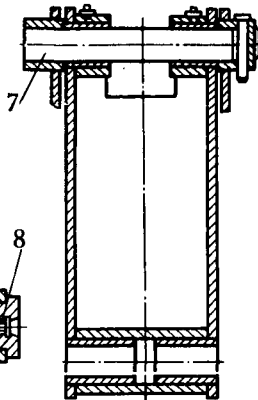
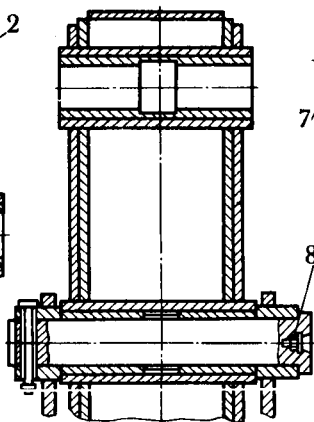
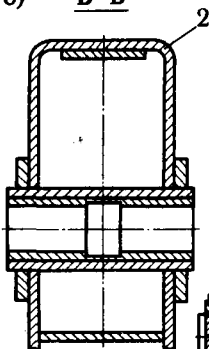
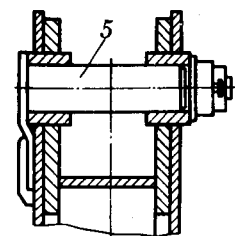
- 1 — проушина,  
2 — балка рукояти,  
3 и 4 — тяги,  
5—7 — пальцы,  
8 — масленка



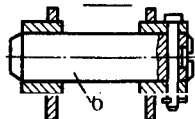
А-А (повернуто)

В-В

Г-Г (повернуто) Д-Д (повернуто)



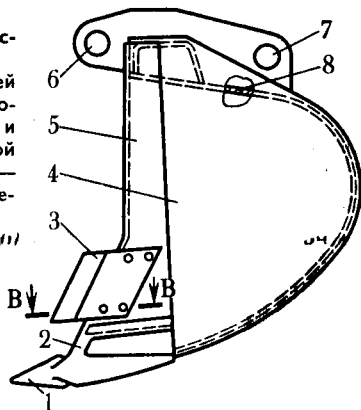
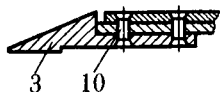
Б-Б



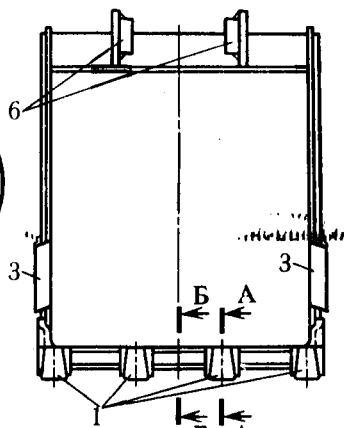
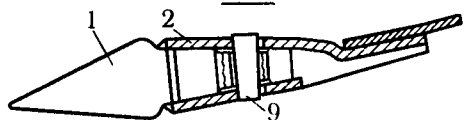
### Ковш обратной лопаты экскаватора ЭО-3322А:

- 1 — зубья ковша на режущей кромке, 2 — козырек, 3 — боковой зуб, 4 и 8 — боковая и задняя стенки, 5 — боковой лист, 6 и 7 — проушины, 9 — клин, 10 — заклепка, 11 — режущая кромка

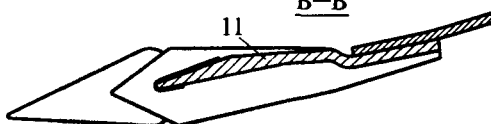
В-В



А-А



Б-Б



ушинам рукояти, а шток гидроцилиндра также шарнирно присоединяют к ковшу. Прямой лопатой с поворотным ковшом можно не только разрабатывать и грузить грунт, но и планировать забой. В процессе копания такой лопатой участвуют гидроцилиндры 8—10.

Стрелу прямой лопаты устанавливают так же, как и стрелу обратной лопаты. На большинстве экскаваторов стрелу обратной лопаты полностью или частично используют и для прямой лопаты. Рукоять подвешивают к стреле шарнирно и могут поворачивать по часовой или против часовой стрелки с помощью гидроцилиндра 8, устанавливаемого под стрелой.

Прямой лопатой работают следующим образом. Втягивая шток гидроцилиндра 8 рукояти, поворачивают ее по часовой стрелке и, опуская одновременно стрелу, устанавливают ковш в первоначальное положение для копания. Чтобы заполнить ковш, переводят рукоять из положения I в положение II, выдвигая шток гидроцилиндра рукояти.

Заглубление ковша и регулирование толщины стружки грунта производят гидроцилиндрами 9 стрелы, опуская или поднимая ее по отношению к поворотной платформе на нужную высоту. После того как ковш наполнится грунтом или породой, поднимают стрелу и выводят ковш из забоя. Затем, поворачивая платформу вместе с рабочим оборудованием, перемещают грунт к месту разгрузки. В случае необходимости при этом одновременно поднимают ковш на большую высоту. С этой целью используют как гидроцилиндр 9 стрелы, так и гидроцилиндр 8 рукояти.

Для разгрузки ковша либо открывают его днище, втягивая шток гидроцилиндра 7, либо поворачивают ковш отдельным гидроцилиндром 10. Потом поворачивают ковш к забоя и рабочий цикл повторяют. Операции обратного поворота и опускания ковша в исходное положение для копания обычно совмещают с целью сокращения длительности рабочего цикла машины и повышения ее производительности.

По конструкции стрела и рукоять прямой лопаты (рис. 88) в основном аналогичны таким же узлам обратной лопаты. Стрела представляет собой сварную конструкцию. В нижней части стрелы приварены две пяты 1, которыми она соединена шарнирно с поворотной платформой. Нижний кронштейн 7 стрелы с двумя отверстиями предназначен для установки гидроцилиндра рукояти. Верхняя часть стрелы может шарнирно соединяться с рукоятью.

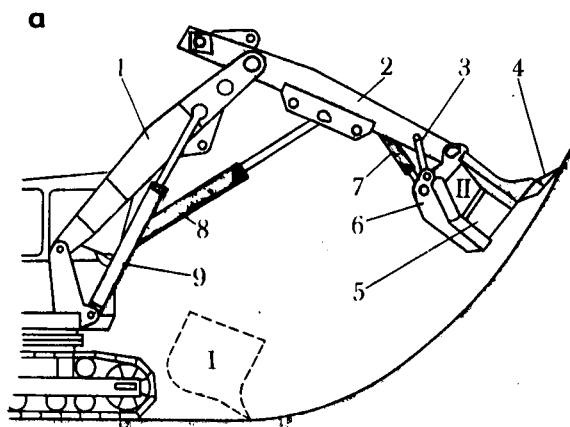
Балка стрелы выполнена в виде короба 10, закрытого сверху листами 8 и 9. Для придания необходимой жесткости через определенные промежутки по длине балки установлены диафрагмы 3, которые с одной стороны приварены к коробу 10, а с другой — к уголкам 4, установленным поперек сечения. Стрела соединена с рукоятью пальцем с помощью проушины 5.

Рукоять также представляет собой сварную металлоконструкцию типа полый балки с приваренными к ней кронштейнами. Для соединения со стрелой на рукояти предусмотрены две проушины. В случае установки рукояти так, как показано на рис. 87, а, копание будет производиться с минимальным радиусом. Если соединить рукоять со стрелой через вторую проушину, то радиус копания будет увеличен на 0,5 м. К середине рукояти приварен кронштейн с тремя отверстиями, предназначенными для изменения точки крепления штока гидроцилиндра рукояти, что в свою очередь приводит к изменению высоты копания и выгрузки грунта.

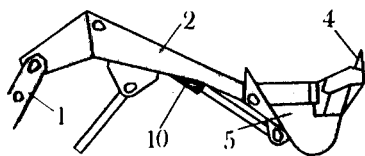
Неповоротный ковш (рис. 89, а) прямой лопаты экскаватора ЭО-4121 предназначен для тяжелых работ и представляет собой комбинированную конструкцию из литых и сварных деталей. Ковш состоит из корпуса 1, днища 2 и сменных зубьев 5. Передняя стенка корпуса ковша — литая. Задние и боковые стенки сверху и снизу усилены поясами. К задней стенке приварены проушины для крепления с помощью осей 6 и 7, тяги 3 и петель днища 2. Зубья 5 заканчиваются сужающимся хвостовиком, который входит в гнездо козырька передней стенки. От выпадения из гнезда зуб удерживается шплинтом. Во время замены изношенного зуба шплинт удаляют.

Рычаг 10 (рис. 89, б) механизма открывания днища этого ковша одним концом установлен шарнирно на оси 12 вращения днища ковша, другим соединен с цепью 9. Гидроцилиндр 11 проушиной корпуса цилиндра соединен шарнирно с рукоятью, а проушиной штока — с рычагом 10. При открывании днища ковша шток гидроцилиндра 11 втягивается и через

Прямая лопата экскаватора ЭО-4121 с неповоротным (а) и поворотным (б) ковшом:  
1 — стрела, 2 — рукоять, 3 — тяга, 4 — зуб ковша, 5 — ковш, 6 — петля дна ковша, 7—10 — гидроцилиндры; I—II — положения ковша при копании



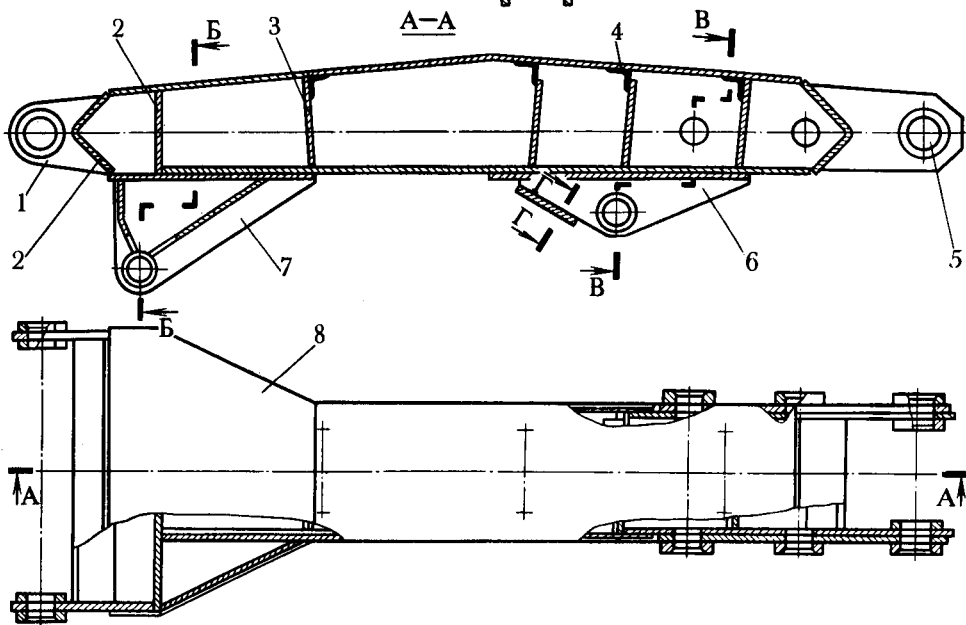
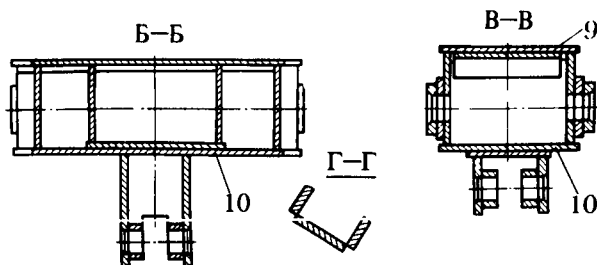
6



88

Стрела прямой лопаты экскаватора ЭО-4121:

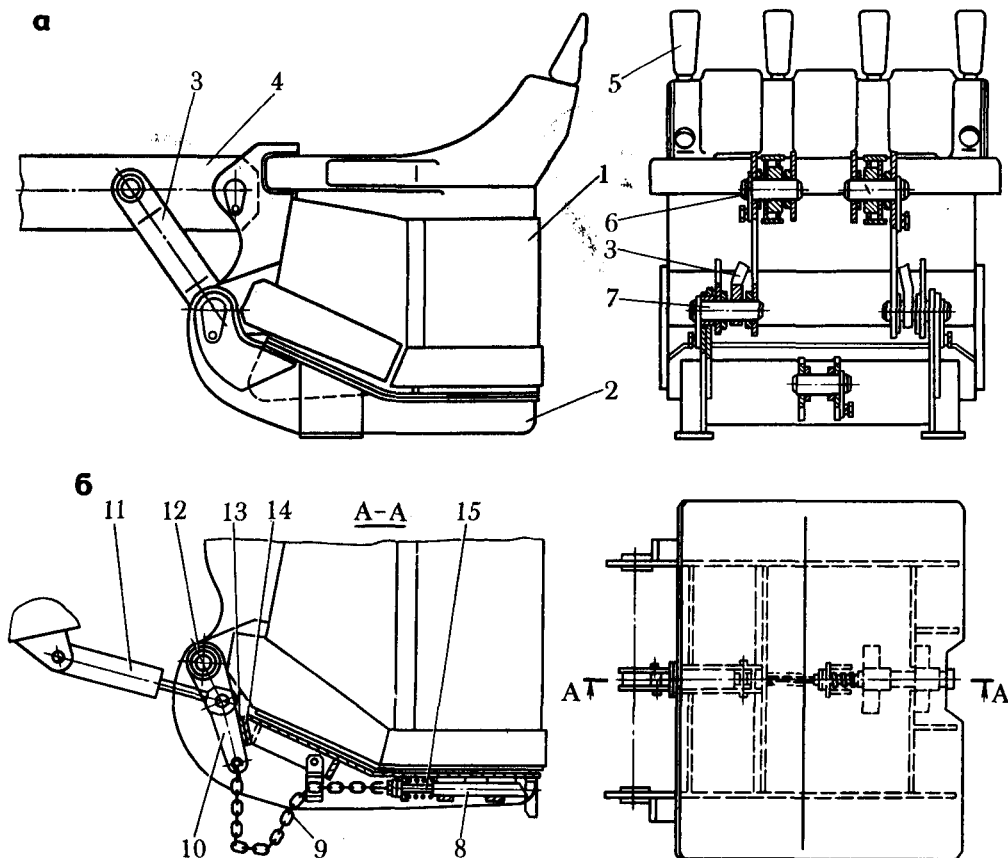
1 — пята, 2 и 3 — диафрагмы, 4 — уголок, 5 — проушина, 6 и 7 — верхний и нижний кронштейны, 8 и 9 — листы, 10 — короб



Неповоротный ковш прямой лопаты (а) и механизм открывания его днища (б): 1 — корпус, 2 — днище, 3 — тя-

га, 4 — рукоять, 5 — зуб, 6 — ось крепления рукояти, 7 — ось петель днища, 8 — пружинная защелка, 9 — цепь,

10 — рычаг, 11 — гидроцилиндр, 12 — ось, 13 — упор рычага, 14 — упор днища, 15 — шток защелки



рычаг 10 и цепь 9 выдергивает защелку 8. Открывается днище под действием тяжести грунта, закрывается принудительно при движении штока 15 в результате действия упора 13 рычага на упор 14 днища.

## § 25

### Погрузчик

Экскаватор с рабочим оборудованием погрузчика предназначен для разработки грунтов и погрузки сыпучих и дробленых материалов выше уровня стоянки машины. Как и прямая лопата, погрузчик работает движением ковша от себя (от машины в сторону забоя или отвала материалов). Емкость ковша погрузчика в 1,5—2 раза больше емкости ковша прямой лопаты, что позволяет существенно повышать производительность экскаватора.

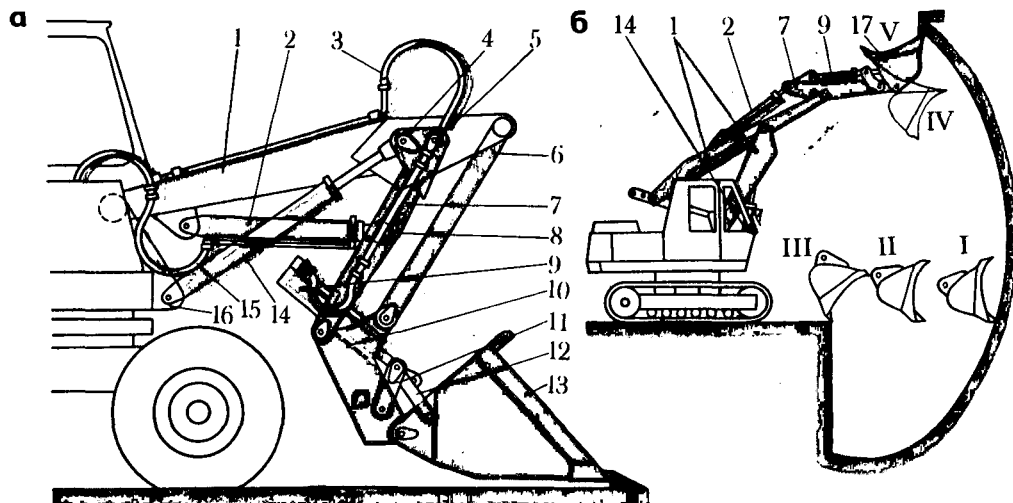
Кинематическая схема этого вида рабочего оборудования обеспечивает движение режущей кромки отвала по прямолинейной горизонтальной траектории на уровне стоянки на

**Погрузчик экскаватора ЭО-3322А (а) и схема его работы (б):**

1 — стрела, 2 — гидроцилиндр рукояти, 3 и 15 — трубопроводы подвода жидкости к гидро-

цилиндрам, 4 и 8 — пальцы, 5 — ось крепления рукояти, 6 — тяга стрелы, 7 — рукоять, 9 — гидроцилиндр ковша, 10 — подвеска ковша, 11 — рычаги,

12 — тяга ковша, 13 — ковш, 14 — гидроцилиндр стрелы, 16 — поворотная платформа, 17 — ковш; I—V — положения ковша



длине от 2 м и более. Это позволяет планировать площадку, на которой стоит машина. Другое отличие погрузчика от обратной лопаты — возможность поворота ковша после внедрения его в разрабатываемый материал.

В качестве стрелы погрузчика часто используют нижнюю основную часть 3 (см. рис. 82) стрелы обратной лопаты. Для подъема стрелы оставляют также гидроцилиндры 11 обратной лопаты, которые крепят к поворотной платформе 16 (рис. 90, а). Штоки гидроцилиндров 14 присоединяют пальцами 4 к рукояти 7, которая подвешивается на оси 5, установленной в стреле 1. К нижней части рукояти крепят подвеску 10 и гидроцилиндр 9 ковша.

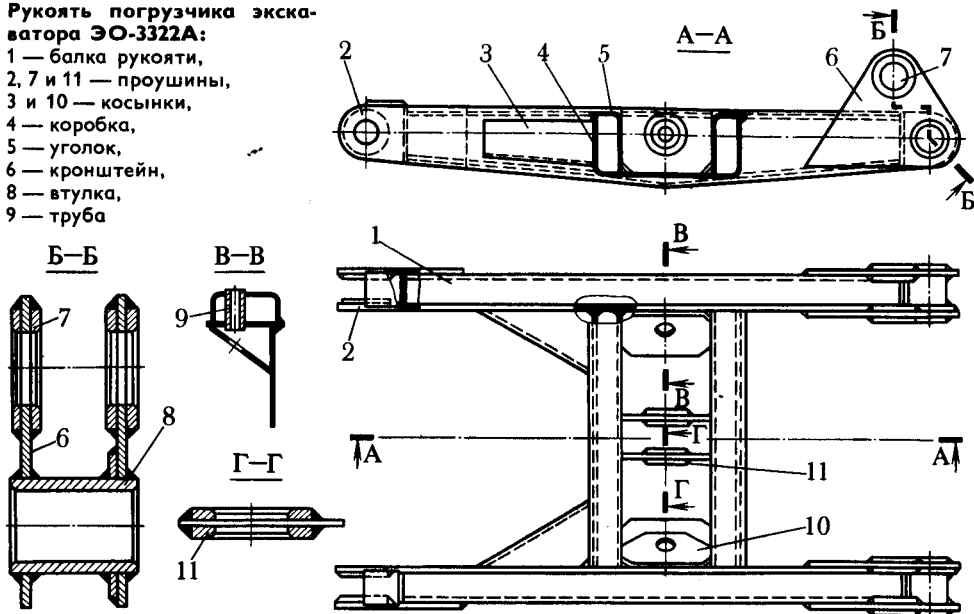
Гидроцилиндры 14 стрелы проушинами штоков соединены шарнирно не со стрелой 1, а с кронштейнами рукояти 7. Рукоять 7 и тяги 6 соединены шарнирно со стрелой 1 и с подвеской 10 ковша. В результате образуется шарнирный четырехзвенник (параллелограмм): рукоять 7, подвеска 10 ковша, тяги 6, стрела 1. Шарнирное соединение проушин штоков гидроцилиндров стрелы с кронштейнами рукояти и шарнирный четырехзвенник обеспечивают горизонтальное перемещение ковша погрузчика и планировку определенного участка поверхности. Тяги 6 изготовлены из труб с приваренными по обоим их концам проушинами, предназначенными для шарнирного соединения со стрелой и подвеской ковша.

Поворот рукояти осуществляют с помощью гидроцилиндра 2, который нижней проушиной соединен шарнирно с кронштейном стрелы, а проушиной штока — с кронштейнами рукояти. Подвеска 10 ковша представляет собой сварную конструкцию, соединенную шарнирно с рукоятью 7, тягами 6, рычагами 11 и ковшом 13. Кроме того, к подвеске ковша приварены два разъемных подшипника скольжения, в которых установлен на двух цапфах гидроцилиндр 9 ковша.

Гидроцилиндр 9 ковша проушиной штока соединен шарнирно с рычагом 11 сварной конструкции, который, кроме отмеченных выше двух шарнирных соединений (с подвеской

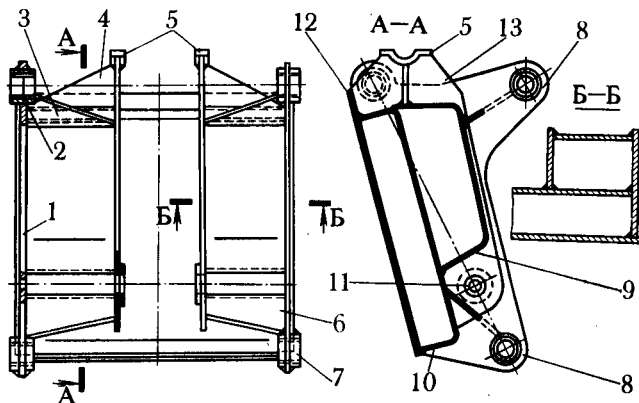
### Рукоять погрузчика экскаватора ЭО-3322А:

- 1 — балка рукояти,  
2, 7 и 11 — проушины,  
3 и 10 — косынки,  
4 — коробка,  
5 — уголок,  
6 — кронштейн,  
8 — втулка,  
9 — труба



### Подвеска ковша погрузчика экскаватора ЭО-3322А:

- 1 — кронштейн,  
2, 7, 8 и 11 — проушины,  
3, 4 и 6 — косынки,  
5 — подшипники,  
9 и 10 — коробки,  
12 — лист,  
13 — ребро

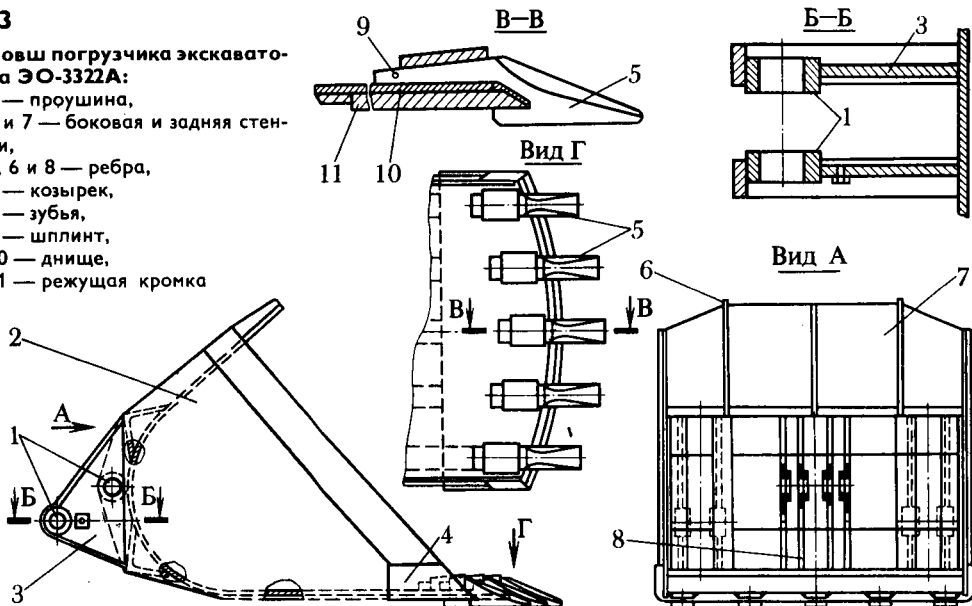


ковша и с проушиной штока ковша), шарнирно соединен с ковшом 13 через тягу 12. Система, состоящая из гидроцилиндра 9 ковша, рычага 11, тяги 12, обеспечивает поворот ковша погрузчика вокруг шарнира подвески ковша.

Ковш 13 погрузчика закрытого типа. Положения ковша во время работы показаны на рис. 90, б. Положение I соответствует началу операции копания ниже уровня стоянки машины; положения II и III показывают взаимное расположение элементов рабочего оборудования при движении ковша по горизонтальной прямой на уровне стоянки машины. При подъеме ковша на максимальную высоту он занимает положение V. Ковш разгружают поворотом его вокруг шарнира крепления к рукояти с помощью гидроцилиндра 2 (положение II).

### Ковш погрузчика экскаватора ЭО-3322А:

- 1 — проушина,  
2 и 7 — боковая и задняя стенки,  
3, 6 и 8 — ребра,  
4 — козырек,  
5 — зубья,  
9 — шплинт,  
10 — днище,  
11 — режущая кромка



Рукоять (рис. 91) погрузчика экскаватора ЭО-3322А представляет собой двухбалочную сварную металлоконструкцию. Обе балки 1 коробчатого сечения в середине соединены двумя поперечинами, которые связаны общей коробкой 4, усиленной уголками 5.

На рукояти сделано несколько проушин, нужных для соединения с другими узлами рабочего оборудования. С помощью проушин 2 к рукояти в нижней ее части крепят подвеску ковша, к проушинам 7 прикрепляют концевые части штоков гидроцилиндров стрелы. Для крепления проушин 7 к балкам 1 рукояти приварены по два кронштейна 6. Концевую часть штока гидроцилиндра рукояти помещают между проушинами 11 и закрепляют пальцем. Со стрелой рукоять соединяют осью, которая проходит внутри втулок 8. Подвеска ковша (рис. 92) состоит из нескольких кронштейнов 1, коробок 9 и 10, соединенных косынками 3, 4 и 6 и усиленных ребрами 13. В подвеске сделаны проушины 2, 7, 8 и 11 для соединения с другими узлами и деталями погрузчика. Кроме того, к подвеске приварены два разъемных подшипника 5, в которых установлен на цапфах гидроцилиндров ковша. Прουшинами 2 подвеску соединяют с рукоятью, а проушинами 7 — с ковшом.

Ковш (рис. 93) погрузчика экскаватора ЭО-3322А сварной конструкции. Его задняя стенка 7 скруглена, а боковые 2 прямые. Плоское днище 10 заканчивается козырьком 4, в котором закреплены пять зубьев 5. От выпадения зубья удерживаются шплинтами 9. Ребра 3, 6 и 8 придают ковшу необходимую прочность и жесткость. У ковша открыта только передняя часть, поэтому для разгрузки грунта или сыпучих материалов ковш поворачивают с помощью гидроцилиндра и тяг вокруг шарниров крепления к подвеске.

## § 26

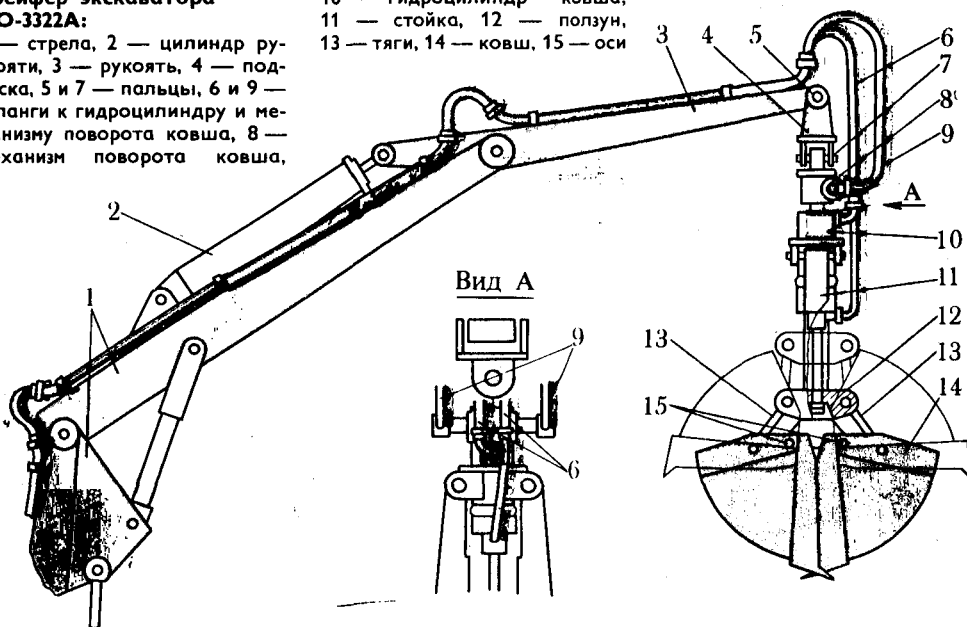
### Грейфер

На экскаваторах с гидравлическим приводом устанавливают жестко подвешенные грейферы, которые крепят на рукояти обратной лопаты вместо ковша. Основное преимущество жестко подвешенного грейфера по сравнению с канатным заключается в том, что им можно создать необходимое давление на грунт при врезании, т. е. независимо от массы грейфера успешно разрабатывать плотные грунты.

### Грейфер экскаватора ЭО-3322А:

1 — стрела, 2 — цилиндр рукоятки, 3 — рукоять, 4 — подвеска, 5 и 7 — пальцы, 6 и 9 — шланги к гидроцилиндру и механизму поворота ковша, 8 — механизм поворота ковша,

10 — гидроцилиндр ковша, 11 — стойка, 12 — ползун, 13 — тяги, 14 — ковш, 15 — оси



Грейфер экскаватора ЭО-3322А (рис. 94) включает стрелу 1 и рукоять 3, используемые от обратной лопаты, подвеску 4, механизм 8 поворота ковша и гидроцилиндр 10 для замыкания и открывания челюстей ковша 14.

Существует три вида соединения грейферных ковшей с рукоятью, отличающиеся возможностью поворота ковша в плане: неповоротное, неполноповоротное и полноповоротное. При любом виде соединения возможно продольное и поперечное раскачивание ковша. Ниже описано неполноповоротное соединение.

Механизм 8 поворота ковша служит для установки рабочего органа в плане, чтобы удобнее и эффективнее вести земляные работы. Поворот возможен на  $120^\circ$  в каждую сторону при подаче жидкости по шлангам 9 в одну из полостей гидроцилиндра механизма поворота. При этом перемещается поршень с зубчатой рейкой, которая вращает шестерню, укрепленную с помощью шпонки на корпусе гидроцилиндра 10. Вращение гидроцилиндра 10 через стойки 11 передается ковшу 14.

Для перемещения челюстей ковша по шлангам 6 масло под давлением подается в гидроцилиндр 10. Шток гидроцилиндра 10, выдвигаясь, перемещает ползун 12 и через тяги 13 поворачивает челюсти вокруг неподвижных осей 15 до полного их замыкания. При втягивании штока гидроцилиндра 10 ползун 12 поднимается вверх и через тяги 13 раскрывает челюсти ковша.

Чтобы не было чрезмерного раскачивания ковша, на пальцы 5 и 7 установлены тормозные фрикционные диски. При копании на большую глубину штангу грейфера наращивают промежуточными вставками.

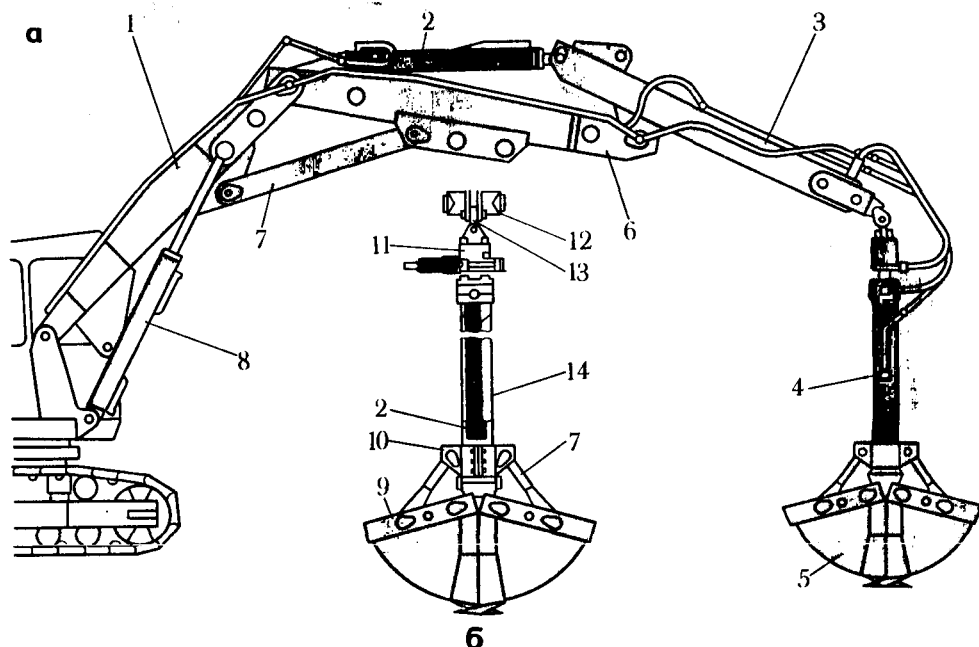
Грейфер (рис. 95, а) экскаватора ЭО-4121 во многом однотипен с грейфером экскаватора ЭО-3322А. Ковш грейфера состоит из двух челюстей 9 (рис. 95, б) и двух тяг 7. В механизм подвески и привода ковша входят рама 14, поворотная головка 11, гидроцилиндр 2 и ползун 10. Поворотную головку шарнирно соединяют с рукоятью серьгой 13 и подвеской 12, что обеспечивает вертикальную установку ковша грейфера при повороте рукоятки или подъеме и опускании стрелы. Каждая челюсть 9 в одной точке соединена шарнирно



Грейфер экскаватора ЭО-4121 (а) и механизм подвески и привода его ковша (б):

1 и 6 — основная и удлиняющая части стрелы, 2 и 8 — гидроцилиндры, 3 — рукоять, 4 — стойка с гидроцилиндром ковша, 5 — ковш, 7 — тяга, 9 — челюсти ковша, 10 — ползун, 11 — поворотная головка, 12 — подвеска, 13 — серьга, 14 — рама

ша, 5 — ковш, 7 — тяга, 9 — челюсти ковша, 10 — ползун, 11 — поворотная головка, 12 — подвеска, 13 — серьга, 14 — рама



с рамой 14 и во второй — через тягу 7 с ползуном 10. Режущая кромка и приваренные зубья челюстей имеют наплавку из твердого сплава.

Рама 14 представляет собой сварную конструкцию из двух продольных балок коробчатого сечения, соединенных между собой в верхней части приварной плитой и в нижней части — листом. Челюсти замыкаются гидроцилиндром 2, который установлен между продольными балками и соединен шарнирно верхней проушиной с рамой 14, а проушиной штока — с ползуном 10.

Поворотная головка (рис. 96) предназначена для поворота оборудования грейфера экскаватора ЭО-4121 вокруг вертикальной оси на 180°. Корпус 7 соединен болтами с крышкой 1. В корпусе на подшипниках установлена ось 8 в сборе, которая болтами соединена с рамой.

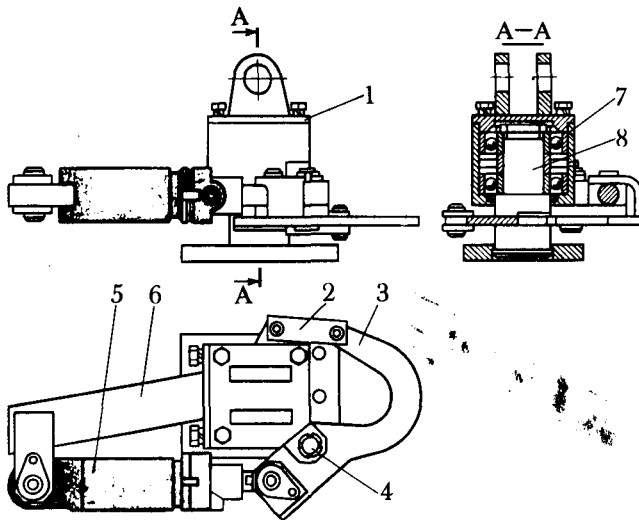
Грейфер поворачивается с помощью гидроцилиндра 5, который нижней проушиной соединен шарнирно с кронштейном 6 корпуса 7, а проушиной штока — с коротким плечом рычага 3.

При движении штока гидроцилиндра 5 рычаг 3 поворачивается на оси 4, закрепленной в кронштейне корпуса, и длинным плечом через шатун 2 передает усилие поворота на рычаг оси 8, которая вместе с рамой и ковшом грейфера поворачивается на определенный угол.

Челюсти ковша грейфера (рис. 97) сварены в основном из листового металлопроката. Боковые стенки 3 спереди и сверху имеют усиливающие пояса 2, 4 и 5. Такой же усиливающий пояс сделан сверху и на задней стенке 7. Зубья 1 челюсти приварены к козырьку.

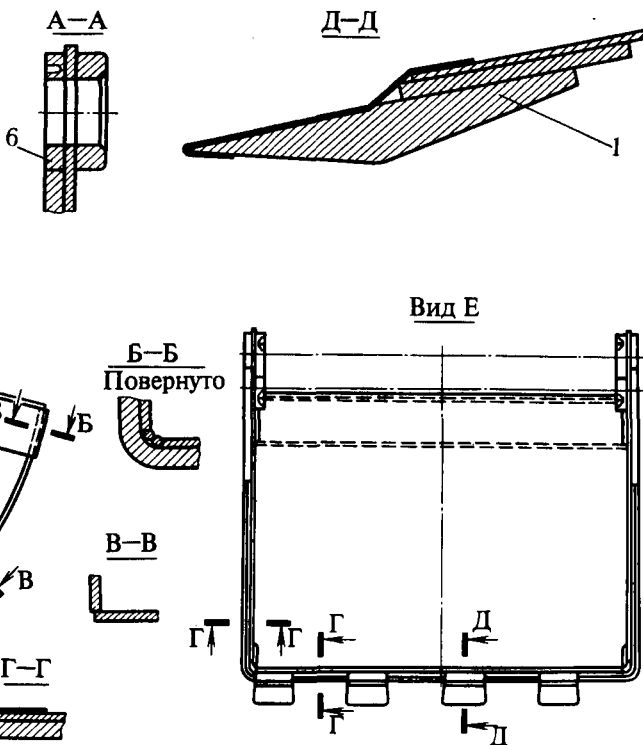
**Поворотная головка ковша  
грейфера экскаватора  
ЭО-4121:**

- 1 — крышка,
- 2 — шатун,
- 3 — рычаг,
- 4 — ось,
- 5 — гидроцилиндр,
- 6 — кронштейн,
- 7 — корпус,
- 8 — ось в сборе



**Челюсть ковша грейфера  
экскаватора ЭО-4121:**

- 1 — зуб,
- 2 и 4 — усиливающие боковые  
пояса,
- 3 — боковая стенка,
- 5 — верхний пояс,
- 6 — проушины,
- 7 — задняя стенка,
- 8 — режущая кромка



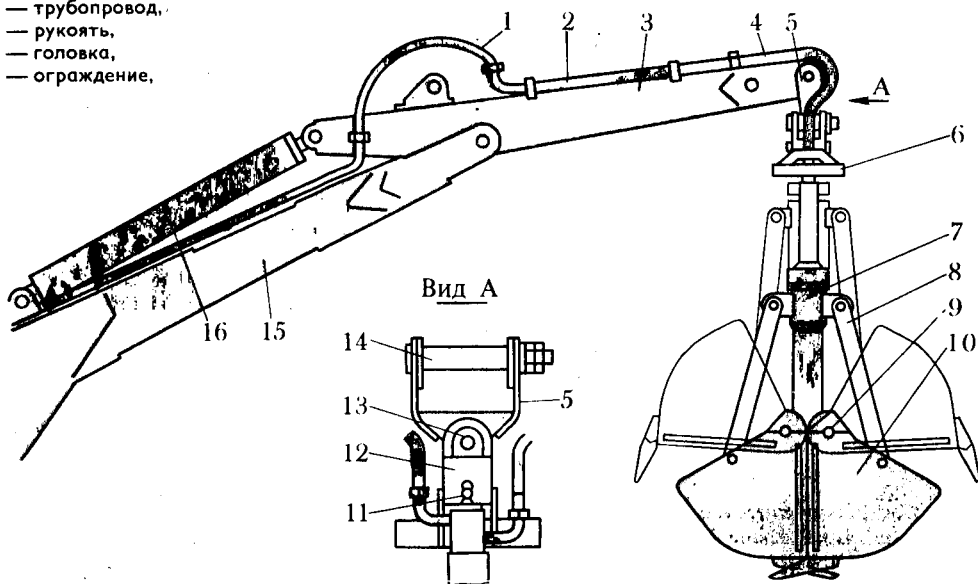
## Грейфер экскаватора

Э-5015А:

1 и 4 — шланги к гидроцилиндру ковша,  
2 — трубопровод,  
3 — рукоять,  
5 — головка,  
6 — ограждение,

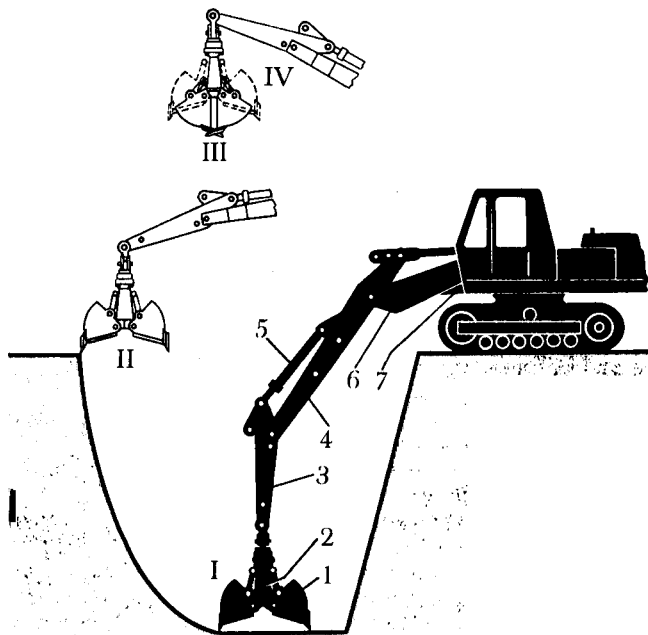
7 и 16 — гидроцилиндры ковша и рукояти,  
8 — тяга,  
9, 11 и 13 — пальцы,

10 — челюсть ковша,  
12 — проушина,  
14 — ось,  
15 — стрела



## Схема работы грейфера:

1 — челюсть ковша,  
2 — цилиндр ковша,  
3 — рукоять,  
4 и 6 — удлиняющая и основная части стрелы,  
5 и 7 — гидроцилиндры рукояти и стрелы;  
I—IV — положения ковша



Как режущая кромка 8, так и зубья 1 покрыты износостойкой наплавкой. Проушины 6 предназначены для соединения челюсти с подвеской ковша.

Грейфер экскаватора Э-5015А (рис. 98) состоит из стрелы 15, рукояти 3 обратной лопаты и ковша грейфера, получающего привод от гидроцилиндра 7. Ковш грейфера устанавливают на рукояти 3 с помощью головки 5, закрепляемой на оси 14. К головке 5 пальцем 13 крепят проушину 12. К нижней части проушины пальцем 11 присоединяют ухо штока гидроцилиндра 7 ковша. На нижнем резбовом конце штока установлена траверса, к которой пальцами 9 крепят челюсти 10 ковша. Челюсти приводятся во вращение с помощью трубы гидроцилиндра 7 через тяги 8.

Для подключения гидроцилиндра 7 к гидросистеме экскаватора гибкие шланги присоединяют к трубопроводу 2. Далее рабочая жидкость поступает к гидроцилиндру 7 по шлангам 4. Для защиты штока от механических повреждений и загрязнений гидроцилиндр 7 снабжен кожухом (на рисунке не показан) и ограждением 6.

Рассмотрим положения ковша в различные моменты работы. В положении I (рис. 99) ковш находится в раскрытом состоянии на дне котлована или колодца перед началом смыкания челюстей, т. е. перед заполнением ковша. Положение II аналогично положению I, только здесь показан момент начала копания с уровня стоянки машины. Заполненный ковш поднимают до необходимой высоты, выдвигая штоки гидроцилиндров стрелы и поворачивая рукоять вокруг шарнира крепления к стреле. В положении III ковш поднят в закрытом состоянии на максимальную высоту. Когда поворотная платформа с рабочим оборудованием повернута к месту разгрузки, челюсти ковша раскрываются (положение IV) и грунт или сыпучий материал высыпается.

## § 27

### Сменные рабочие органы

Самыми распространенными сменными рабочими органами гидравлических экскаваторов являются ковши обратной лопаты (табл. 5, п. 1). Для одной и той же модели экскаватора выпускают ковши различной емкости, конфигурации и конструкции (табл. 5, п. 2—6). Многие машины оснащают ковшами для работы в липких и влажных грунтах. Эти ковши снабжаются автоматическими выталкивателями-эжекторами, очищающими внутреннюю поверхность ковша при разгрузке грунта.

Ковши для планировочных и зачистных работ (табл. 5, п. 4 и 5) отличаются значительной шириной и чаще всего имеют режущую кромку без зубьев. Режущая часть таких ковшей представляет собой плоский нож, приваренный к днищу и боковым стенкам. Цилиндрическая форма задней стенки и днища облегчает заполнение ковша грунтом и его разгрузку.

Погрузочные ковши (табл. 5, п. 6) в отличие от планировочных выполняют меньшими по ширине, но большими по высоте. Их режущая кромка оснащается большим числом зубьев, но в некоторых случаях они отсутствуют.

При ремонте и реконструкции дорог, а также погрузке кусковых материалов в транспорт применяют ковш с ребрами жесткости. Зубья в этом случае надежно крепят болтами.

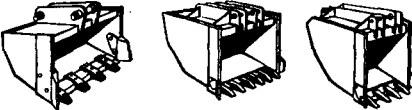
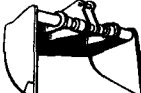
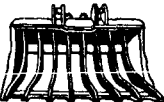
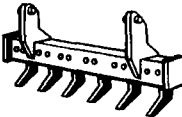
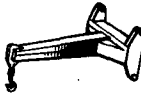
Для засыпки ям и траншей может быть смонтирован бульдозерный отвал (табл. 5, п. 7), а для рытья грунтов и пород и взламывания асфальтовых покрытий применяют много- и однозубовые рыхлители (табл. 5, п. 8 и 9). Последние используют также при корчевании пней.

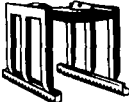
Для проведения погрузочных работ используют грейферные и захватные рабочие органы очень широкой номенклатуры (табл. 5, п. 12—18). На гидравлические экскаваторы навешивают также активные органы цепного или шнекового (табл. 5, п. 19) типа, приводимые в действие от гидродвигателей.

Для работы вблизи фундаментов зданий и других сооружений на подвижную часть стрелы устанавливают надставку, которая обеспечивает боковое смещение ковша относительно продольной оси стрелы (табл. 5, п. 11). На некоторых моделях машин применяют ковш с зубьями, расположенными с двух сторон (табл. 5, п. 20). Такой ковш позволяет разрабатывать грунт обратной лопатой ниже уровня стоянки машины и прямой — выше уровня стоянки машины.

Таблица 5

## Сменные рабочие органы

| Номер<br>п/п                        | Название                  | Эскиз                                                                               | Назначение                                                        |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Для земляных и грузоподъемных работ |                           |                                                                                     |                                                                   |
| 1                                   | Ковши<br>обратных лопат   |    | Обычные земляные работы                                           |
| 2                                   | Ковш                      |    | Дренажные работы                                                  |
| 3                                   | —                         |    | Рытье узких траншей                                               |
| 4                                   | —                         |    | Планировочные работы                                              |
| 5                                   | —                         |    | Зачистные работы                                                  |
| 6                                   | —                         |    | Погрузочные работы                                                |
| 7                                   | Бульдозерный<br>отвал     |   | Засыпка ям и траншей                                              |
| 8                                   | Многозубовый<br>рыхлитель |  | Рыхление грунтов и пород<br>и взламывание асфальтовых<br>покрытий |
| 9                                   | Однозубовый<br>рыхлитель  |  | То же, и корчевание пней                                          |
| 10                                  | Крановая<br>подвеска      |  | Грузоподъемные работы                                             |

| Номер<br>п/п          | Название                                                        | Эскиз                                                                               | Назначение                                              |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 11                    | Надставка<br>для бокового<br>смещения ковша                     |    | Работы вблизи фундаментов<br>зданий и других сооружений |
| Для погрузочных работ |                                                                 |                                                                                     |                                                         |
| 12                    | Двухчелюстной<br>грейфер                                        |    | Рытье траншей и котлованов                              |
| 13                    | Двухчелюстной<br>грейфер                                        |    | Погрузка крупнокусковых<br>материалов, камней и т. п.   |
| 14                    | Грейферный<br>захват<br>для сельского<br>хозяйства              |    | Погрузка сена, силоса и т. п.                           |
| 15                    | Грейферный<br>захват<br>для длинномерных<br>материалов          |    | Погрузка труб и бревен                                  |
| 16                    | Многочелюстной<br>грейфер                                       |    | Рытье колодцев и погрузка<br>крупнокусковых материалов  |
| 17                    | Захват<br>для перегрузочных<br>операций                         |   | Погрузка бревен                                         |
| 18                    | Захват<br>для складских<br>работ                                |  | Перегрузка тарных и штучных<br>грузов                   |
| 19                    | Шнековый бур                                                    |  | Рытье колодцев небольшого<br>диаметра                   |
| 20                    | Ковш прямой<br>и обратной лопат<br>(сдвоенный<br>рабочий орган) |  |                                                         |

## § 28

Общие сведения о насосах  
и гидродвигателях

**Насос** является частью объемной гидравлической передачи. Он преобразует сообщаемую ему первичным двигателем (например, дизелем, электродвигателем и т. д.) механическую энергию в энергию потока рабочей жидкости. Рабочая жидкость транспортируется по трубопроводам к гидродвигателю, который преобразует энергию потока жидкости в механическую энергию ведомого звена гидродвигателя (вала гидромотора или штока гидроцилиндра), приводящего в действие исполнительный механизм.

На гидравлических экскаваторах применяют объемные насосы в основном двух типов: шестеренные и поршневые. Объемным называют насос, в котором жидкая среда перемещается путем периодического изменения объема занимаемой ею камеры, попеременно сообщаемой с входом и выходом насоса.

К шестеренным насосам относят зубчатые насосы с рабочими органами в виде шестерен, обеспечивающих геометрическое замыкание рабочей камеры и передающих крутящий момент. Роторно-поршневыми называют роторно-поступательные насосы с рабочими органами в виде поршней или плунжеров.

**Объемные гидродвигатели** представляют собой объемные гидромашины, предназначенные для преобразования энергии потока рабочей среды в энергию выходного звена. Наибольшее распространение на экскаваторах получили гидродвигатели двух типов: гидроцилиндры и гидромоторы.

*Гидроцилиндром* называют объемный гидродвигатель с поступательным движением выходного звена (штока или плунжера). Различают гидроцилиндры одно- и двустороннего действия. У первых движение выходного звена под действием рабочей жидкости возможно только в одном направлении, а у вторых — в двух противоположных направлениях. *Гидромотор* — это объемный гидродвигатель с неограниченным вращательным движением выходного звена (вала).

Имеются объемные гидромашины, называемые насос-моторами, которые могут работать как в режиме объемного насоса, так и в режиме объемного гидромотора. Обычно это бывают унифицированные изделия, которые используют либо в качестве насоса, либо в качестве гидромотора.

На гидравлических экскаваторах наибольшее применение получили шестеренные и роторные поршневые гидромоторы. У шестеренного гидромотора рабочие камеры образованы рабочими поверхностями зубчатых колес и корпуса, а у роторного поршневого гидромотора — рабочими поверхностями поршней и цилиндров.

**Основными техническими показателями насосов** являются объемная подача, давление, мощность и КПД. *Объемной подачей насоса* называют отношение объема подаваемой жидкой среды ко времени.

Различают *давление жидкой среды на входе в насос*, на выходе из насоса и *предельное давление насоса*. Предельным называют наибольшее давление на выходе из насоса, на которое рассчитана конструкция насоса.

Различают *мощность, потребляемую насосом*, и *полезную мощность насоса*. Полезной называют мощность, сообщаемую насосом подаваемой жидкой среде. Отношение полезной мощности к потребляемой мощности насоса является *КПД насоса*.

Потери насоса складываются из гидравлических, объемных и механических, которые оценивают соответствующим КПД. Гидравлический КПД представляет собой отношение полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, затраченной на преодоление гидравлических сопротивлений в насосе. Объемным КПД называют отношение полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, потерянной с утечками. Механический КПД насоса есть величина, выражающая относительную долю механических потерь в насосе.

Режим работы насоса, обеспечивающий заданные технические показатели, называется номинальным. Оптимальным называют режим работы насоса при наибольшем значении КПД.

## § 29

### Шестеренные насосы и гидромоторы

**Шестеренные насосы** бывают с внешним и внутренним зацеплением.

В насосе с **внешним зацеплением** (рис. 100) при вращении шестерен 1 и 2 в направлении, указанном стрелками, жидкость, заключенная во впадинах шестерен, переносится из полости всасывания в полость нагнетания и затем выдавливается в напорную линию зубьями шестерен, вступающими в зацепление. Число зубьев у шестерен принимают обычно равным 6—12. В полости всасывания зубья выходят из зацепления и освобожденный объем заполняется жидкостью. Затем процесс повторяется.

Величина объемного КПД в основном зависит от утечек жидкости через зазоры, образованные головками зубьев и корпусом насоса, а также между торцовыми поверхностями шестерен и боковыми стенками насоса. Кроме того, дополнительно возникают утечки по линии контакта зубьев. Максимально объемный КПД достигает 0,8—0,95. Чтобы уменьшить утечки, стремятся сделать минимальными зазоры между шестернями и корпусом насоса. При изготовлении зубьев с высокой точностью утечки по линии их контакта могут быть сведены к нулю.

Насосы с **внутренним зацеплением** применяют значительно реже. Они более компактны, но сложнее по конструкции и дороже, чем насосы с внешним зацеплением.

На ряде экскаваторов применены шестеренные насосы с внешним зацеплением типа НШ с давлением 100 кгс/см<sup>2</sup>.

Односекционный (с одной парой шестерен) насос НШ-32Э показан на рис. 101. Ведущая и ведомая 9 шестерни изготовлены заодно с валами и заключены в алюминиевый корпус 7, который закрывают крышкой 5, прикрепляемой болтами 10. Плавающие втулки 6 являются опорными подшипниками скольжения для валов и одновременно выполняют роль упорных подшипников для торцов шестерен 8 и 9. Положение одной втулки относительно другой фиксируют лысками и проволокой.

Плавающие втулки 6 автоматически прижимаются к шестерням независимо от износа их трущихся поверхностей подачей рабочей жидкости под давлением под торцы втулок 6. Этим достигается высокий объемный КПД насоса (0,94) и увеличивается срок его службы. Во избежание перекосов втулок из-за неравномерной нагрузки со стороны всасывающей камеры установлена разгрузочная пластина 11, обтянутая резиновым кольцом. Жидкость, просочившаяся по валам шестерен, поступает через отверстие 3 крышки 5 и отверстие ведомой шестерни 9 в полости, которые соединены с камерой всасывания. Резиновые кольца 1 и 2, а также манжетное уплотнение 4 предотвращают утечку жидкости из корпуса насоса. Уплотнение 4 закреплено в крышке 5 опорным 12 (рис. 101, в) и разрезным пружинным 13 кольцами.

На хвостовике вала ведущей шестерни 8 сделаны шлицы для соединения насоса с двигателем посредством муфты. К боковым плоскостям корпуса 7 насоса болтами прикреплены патрубки, соединяющие полости нагнетания и всасывания с соответствующими трубопроводами.

Насосы выпускают как правого, так и левого вращения, о чем есть указание на их корпусах знаками «Правый» или «Левый». Чтобы изменить направление вращения, нужно поменять местами ведущую 8 и ведомую 9 шестерни, повернуть крышку 5 на 180°, а также повернуть втулки 6 так, чтобы изменилось положение линии их контакта по стыковым плоскостям относительно нагнетательной и всасывающей полостей.

На рис. 102 показан трехсекционный шестеренный насос с внешним зацеплением, у которого в одном блоке смонтированы три пары шестерен (ведущие шестерни 23, 25 и 28 и ведомые шестерни 2, 6 и 11). Цапфы шестерен опираются на игольчатые подшипники 5, расположенные в корпусах 4, 9, 13 и в задней крышке 1. Торцовые поверхности шестерен уплотнены бронзовыми втулками 12. Втулки 12 вместе с подшипниками 5 одновременно



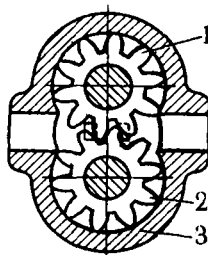
100

Схема шестеренного насоса с внешним зацеплением:

1 и 2 — ведущая и ведомая шестерни,  
3 — корпус

Всасывание

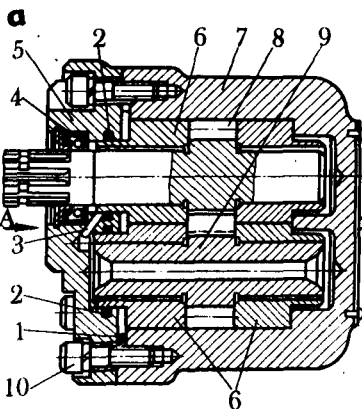
Нагнетание



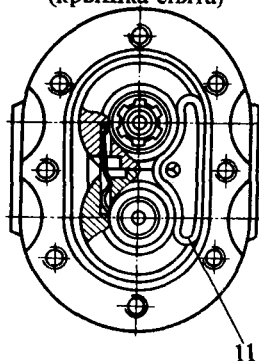
101

Шестеренный насос НШ-32Э в разрезе (а и б) и детали насоса (в):

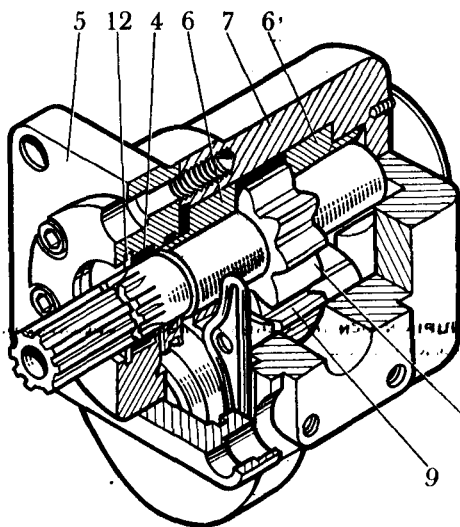
1 и 2 — резиновые кольца,  
3 — отверстие,  
4 — манжетное уплотнение,  
5 — крышка,  
6 — втулки,  
7 — корпус насоса,  
8 и 9 — ведущая и ведомая шестерни,  
10 — болты,  
11 — пластина,  
12 и 13 — опорные и пружинные кольца



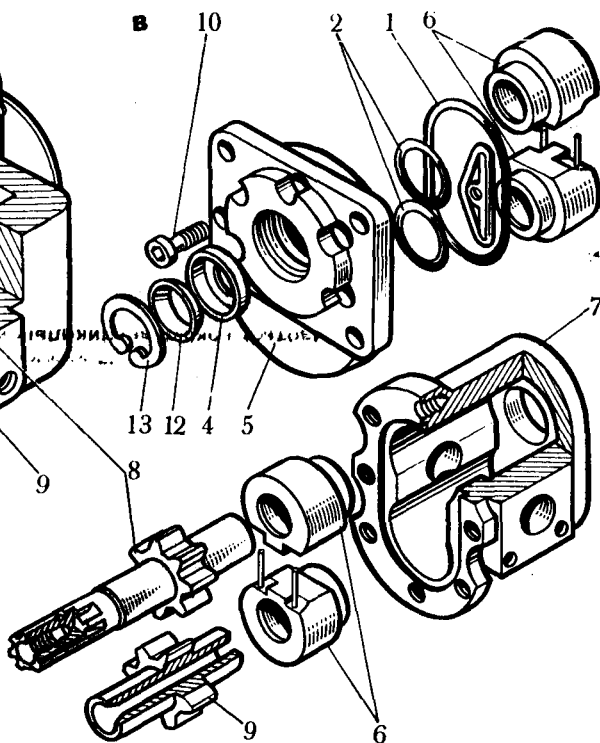
Вид А  
(крышка снята)



б



в



центрируют корпусные детали 3, 4, 7, 9, 10 и 13 одну относительно другой. Секции насоса отделены одна от другой втулками 24 с уплотнителями.

Приводной вал 14 установлен на роликоподшипнике 15 и соединен с ведущей шестерней 23 первой секции насоса шлицами. Вращение от вала 14 ко второй и третьей секциям передается двумя промежуточными валами 27, каждый из которых входит в шлицевые отверстия двух смежных секций. Во избежание осевого смещения валы стягивают сквозной шпилькой 22. Между валами помещены разъединительные втулки 26.

Заднюю крышку 1 крепят к корпусу 3 шпильками 29. Крышка 16 на приводном валу 14 имеет манжетное уплотнение 18 и уплотнительное кольцо 19. Подшипник 15 закрепляют в осевом направлении втулкой 17.

Для уменьшения внутренних перетечек через зазоры между торцовыми поверхностями шестерен 2, 6, 11, 23, 25 и 28 и втулок 12 их прижимают одну к другой путем подачи рабочей жидкости под давлением. Во избежание чрезмерного сжатия рабочей жидкости между зубьями шестерен на втулках 12 со стороны шестерен выполнены разгрузочные канавки, которые сообщены с полостью нагнетания. С противоположной стороны в каждой втулке 12 сделаны шесть прямоугольных пазов для размещения резиновых уплотнений круглого сечения, которые разобщают всасывающую и нагнетательные линии. Корпусные детали 3, 4, 7, 9, 10 и 13 уплотнены по разьему резиновыми кольцами 8 круглого сечения.

Для подвода жидкости к насосу в корпусах подшипников предусмотрены два всасывающих штуцера. Напорные штуцера первой и второй секций насоса расположены непосредственно в корпусах 7 и 10, а третьей секции — на смежном с ней корпусе 4 подшипников.

Ширина зубьев шестерен первой и второй секций насоса одинаковая, поэтому их подача по 100 л/мин каждой при давлении 110 кгс/см<sup>2</sup>. Ширина зубьев шестерен третьей секции в 1,7 раза меньше и соответственно подача этой секции 59 л/мин при давлении 140 кгс/см<sup>2</sup>.

**Шестеренный гидромотор** показан на рис. 103. Корпус 1 гидромотора сверху закрыт крышкой 3, через полости А и Б которой подводится рабочая жидкость, а через дренажную полость В — отводятся утечки. Гидромотор включает в себя три ведущие шестерни 8 (в разрезе видна одна шестерня), свободно вращающиеся на осях 7 и приводящие в движение ведомую шестерню 6, изготовленную заодно с валом. С помощью шайбы 2 распределяется жидкость, поступающая через полости А и Б. Нижняя крышка 5 служит одновременно фланцем для крепления гидромотора. Все детали гидромотора стянуты по периметру болтами 9.

Поверхность разьема уплотняется пятью резиновыми кольцами 4. Шестерня 10, закрепленная на консольной части ведомой шестерни 6, непосредственно зацепляется с зубчатым колесом приводимого механизма. Такой гидромотор развивает большой крутящий момент, поэтому его называют высокомоментным и используют для непосредственного привода механизмов без редукторов, например для привода механизма поворота платформы.

На некоторых экскаваторах для привода механизма хода применяют двухсекционные шестеренные гидромоторы (рис. 104), аналогичные по конструкции трехсекционным насосам. Поскольку такие гидромоторы развивают небольшой крутящий момент, их называют низкомоментными и для создания необходимого тягового усилия на гусеничном ходу их применяют вместе с редукторами.

Обе секции гидромотора одинаковые. Сливные и нагнетательные каналы общие, штуцера их выведены в среднюю часть гидромотора. В крышке 1 сделаны гнезда для установки шарикоподшипника 3 и игольчатых подшипников 4. Здесь же установлены два обратных клапана, через которые утечки отводятся во всасывающую гидролинию.

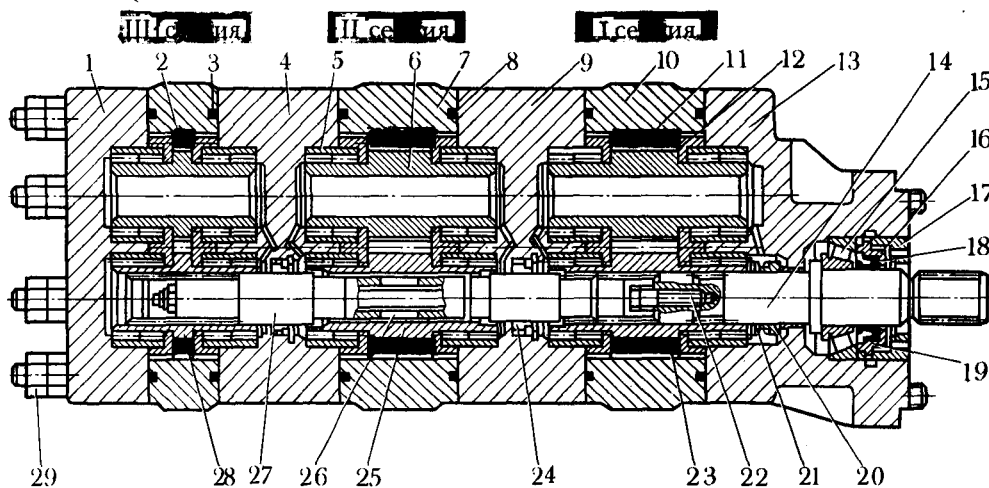
При подаче жидкости под давлением в гидромотор шестерни начинают вращаться и передавать движение валу 2, от которого приводится в движение механизм хода. Ведомая шестерня 7 первой секции шпонкой жестко закреплена с одной стороны на валу 2, а с другой — на валу 10, на котором также закреплена и ведомая шестерня 15 второй секции. Таким образом, весь суммарный крутящий момент, развиваемый обеими секциями гидромотора, передается на вал 2.

**Трехсекционный шестеренный насос:**

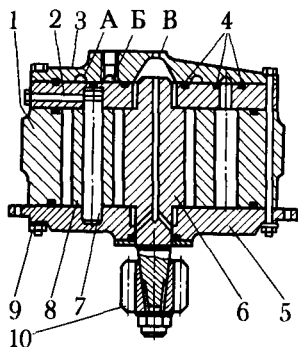
1 — задняя крышка, 2, 6 и 11 — ведомые шестерни, 3, 7 и 10 — корпуса секций, 4, 9 и 13 — корпуса подшипников,

5 — игольчатые подшипники, 8 — резиновые кольца, 12 — торцовые втулки, 14 и 27 — приводной и промежуточные валы, 15 — опорный роликоподшипник, 16 — крышка, 17, 20, 24

и 26 — втулки, 18 — манжетное уплотнение, 19 — уплотнительное кольцо, 21 — пружина, 22 и 29 — шпильки, 23, 25 и 28 — ведущие шестерни

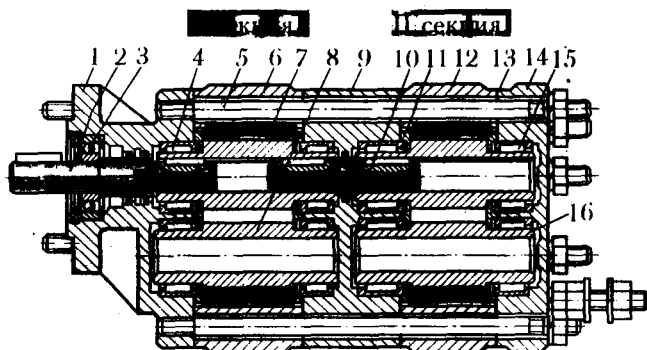
**Шестеренный гидромотор:**

1 — корпус, 2 — шайба, 3 и 5 — крышки, 4 — резиновые кольца, 6 и 8 — ведомая и ведущая шестерни, 7 — оси, 9 — болты, 10 — шестерня привода механизма

**Двухсекционный шестеренный гидромотор:**

1 и 14 — крышки, 2 и 10 — приводной и промежуточные валы, 3 и 4 — опорные подшипники, 5 — шпилька, 6 и 12 —

корпуса шестерен, 7 и 15 — ведомые шестерни, 8 и 16 — ведущие шестерни, 9 — корпус игольчатых подшипников, 11 — опорная плита, 13 — прокладка



При сборке гидромотора контролируют зазор между торцами шестерен и опорными плитами 11, он должен быть в пределах 0,11—0,15 мм. Величину его регулируют, устанавливая бумажные прокладки 13 разной толщины.

Шестеренные насосы и гидромоторы отличаются рядом преимуществ: просты по конструкции, малогабаритны, могут работать при высокой частоте вращения.

Полный КПД большинства шестеренных насосов в рабочей зоне не превышает 0,6—0,75, эта величина является наименьшей по сравнению с полным КПД насосов других типов. Кроме того, шестеренные насосы характерны небольшим сроком службы при работе с высоким давлением. Поэтому их рекомендуется применять в тех гидропередачах экскаваторов, где величина КПД не имеет существенного значения.

## § 30

### Поршневые насосы и гидромоторы

Поршневые насосы и гидромоторы широко применяют в гидроприводах ряда экскаваторов как на навесных, так и на многих полноповоротных машинах. Наибольшее распространение получили роторно-поршневые насосы двух типов: аксиально-поршневые и радиально-поршневые.

**Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы.** Их кинематической основой служит кривошипно-шатунный механизм, в котором цилиндр перемещается параллельно своей оси, а поршень движется вместе с цилиндром и одновременно вследствие вращения вала кривошипа перемещается относительно цилиндра. При повороте вала кривошипа на угол  $\gamma$  (рис. 105, а) поршень перемещается вместе с цилиндром на величину  $a$  и относительно цилиндра на величину  $c$ . Поворот плоскости вращения вала кривошипа вокруг оси  $y$  (рис. 105, б) на угол  $\beta$  приводит также к перемещению точки А, в которой палец кривошипа шарнирно соединен со штоком поршня.

Если вместо одного взяты несколько цилиндров и расположить их по окружности блока или барабана, а кривошип заменить диском, ось которого повернута относительно оси цилиндров на угол  $\gamma$ , причем  $\beta + \gamma = 90^\circ$ , то плоскость вращения диска совпадет с плоскостью вращения вала кривошипа. Тогда будет получена принципиальная схема аксиального насоса (рис. 105, в), у которого поршни перемещаются при наличии угла  $\gamma$  между осью блока цилиндров и осью ведущего вала.

Насос состоит из неподвижного распределительно диска 1, вращающегося блока 2, поршней 3, штоков 4 и наклонного диска 5, шарнирно соединенного со штоком 4. В распределительном диске 1 сделаны дуговые окна 7 (рис. 105, г), через которые жидкость засасывается и нагнетается поршнями. Между окнами 7 предусмотрены перемычки шириной  $b$ , отделяющие полость всасывания от полости нагнетания. При вращении блока отверстия 8 цилиндров соединяются либо с полостью всасывания, либо с полостью нагнетания. При изменении направления вращения блока 2 функции полостей меняются. Для уменьшения утечек жидкости торцовую поверхность блока 2 тщательно притирают к распределительному диску 1. Диск 5 вращается от вала 6, а вместе с диском вращается блок 2 цилиндров.

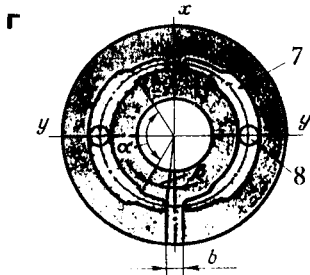
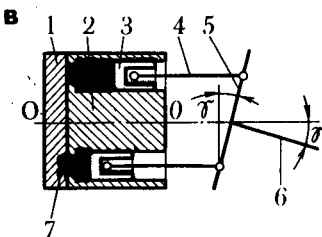
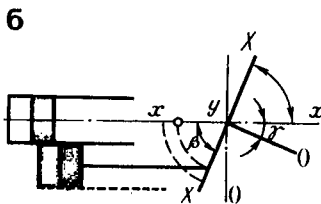
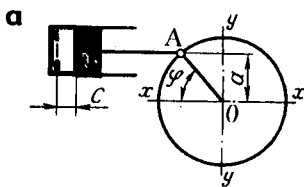
Угол  $\gamma$  обычно принимают равным 12—15°, а иногда он достигает 30°. Если угол  $\gamma$  постоянный, то объемная подача насоса постоянна. При изменении в работе величины угла  $\gamma$  наклона диска 5 изменяется ход поршней 3 на один оборот ротора и соответственно изменяется подача насоса.

Схема автоматически регулируемого аксиально-поршневого насоса показана на рис. 106. В этом насосе регулятором подачи является шайба 1, связанная с валом 3 и соединенная с поршнем 4. На поршень, с одной стороны, действует пружина 5, а с другой — давление в напорной гидрوليнии. При вращении вала 3 шайба 1 перемещает плунжеры 2, которые засасывают рабочую жидкость и нагнетают ее в гидрوليнию. Подача насоса зависит от наклона шайбы 1, т. е. от давления в напорной гидрوليнии, изменяющегося в свою очередь от внешнего сопротивления. Для насосов небольшой мощности подачу насоса можно также регулировать вручную путем изменения наклона шайбы, для более мощных насосов применяют специальное усилительное устройство.

### Схемы аксиально-поршневых насосов:

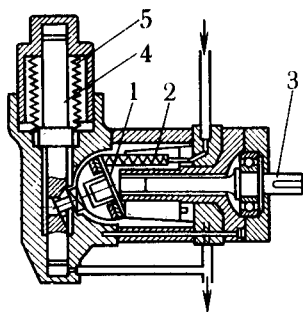
- а — действия поршня,  
 б — работы насоса,  
 в — конструктивная,  
 г — действия неподвижного распределительного диска:  
 1 — неподвижный распределительный диск,  
 2 — вращающийся блок,

- 3 — поршень,  
 4 — шток,  
 5 — наклонный диск,  
 6 — вал,  
 7 — дуговое окно,  
 8 — цилиндрическое отверстие;  
 а — длина полного сечения дугового окна



### Схема регулируемого аксиально-поршневого насоса:

- 1 — шайба,  
 2 — плунжер,  
 3 — вал,  
 4 — поршень,  
 5 — пружина



Аксиально-поршневые гидромоторы устроены так же, как и насосы.

На многих навесных экскаваторах используют *нерегулируемый аксиально-поршневой насос-гидромотор с наклонным блоком НПА-64* (рис. 107). Блок 3 цилиндров получает вращение от вала 1 через универсальный шарнир 2. Вал 1, приводимый в движение от двигателя, опирается на три шарикоподшипника. Поршни 8 связаны с валом 1 штоками 10, шаровые головки которых завальцованы во фланцевой части вала. Блок 3 цилиндров, вращающийся на шарикоподшипнике 9, расположен по отношению к валу 1 под углом  $30^\circ$  и прижат пружиной 7 к распределительному диску 6, который этим же усилием прижимается к крышке 5. Жидкость подводится и отводится через окна 4 в крышке 5. Манжетное уплотнение 11 в передней крышке насоса препятствует утечке масла из нерабочей полости насоса.

Подача насоса за один оборот вала —  $64 \text{ см}^3$ . При 1500 об/мин вала и рабочем давлении  $70 \text{ кгс/см}^2$  подача насоса составляет 96 л/мин, а объемный КПД — 0,98.

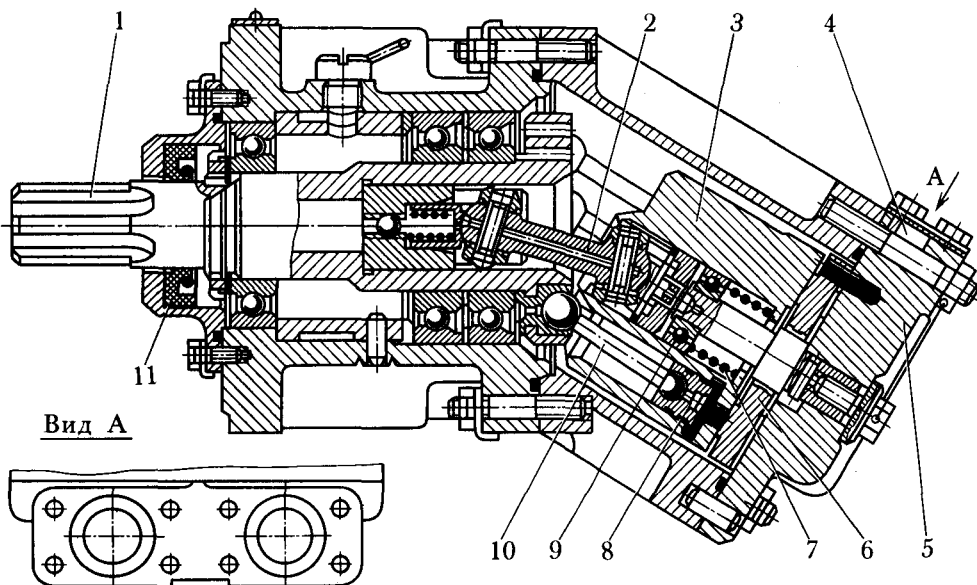
У насоса НПА-64 ось блока цилиндров расположена под углом к оси ведущего вала, что и определяет его название — с наклонным блоком. В отличие от него у аксиальных насосов с наклонным диском ось блока цилиндров совпадает с осью ведущего вала, а под углом к нему расположена ось диска, с которым шарнирно связаны штоки поршней.

Рассмотрим конструкцию *регулируемого аксиально-поршневого насоса с наклонным диском* (рис. 108). Особенность насоса заключается в том, что вал 2 и наклонный диск 6 соединены друг с другом с помощью одинарного или сдвоенного карданного механизма 7. Рабочий объем и подачу насоса регулируют изменением наклона диска 6 относительно блока 8 цилиндров 3.

**Аксиально-поршневой нерегулируемый насос-гидромотор НПА-64 с наклонным блоком:**

1 — вал, 2 — универсальный шарнир, 3 — блок цилиндров, 4 — окно, 5 — крышка, 6 — распределительный диск, 7 — пружина, 8 — поршень, 9 — шарикоподшипник, 10 — шток, 11 — манжетное уплотнение

11 — манжетное уплотнение



В сферических опорах наклонного диска 6 и поршней 4 закреплены концы шатуны 5. При работе шатуны 5 отклоняется на небольшой угол относительно оси цилиндра 3, поэтому боковая составляющая сила, действующая на дно поршня 4, незначительна.

Крутящий момент на блоке цилиндров определяется только трением торца блока 8 о распределительный диск 9. Величина момента зависит от давления в цилиндрах 3. Практически почти весь крутящий момент с вала 2 передается на наклонный диск 6, так как при его вращении перемещаются поршни 4, вытесняя рабочую жидкость из цилиндров 3. Поэтому сильно нагруженным элементом в таких насосах является карданный механизм 7, передающий весь крутящий момент от вала 2 к диску 6. Карданный механизм ограничивает угол наклона диска 6 и увеличивает габариты насоса.

Блок 8 цилиндров соединен с валом 2 через механизм 1, который позволяет блоку самоустанавливаться по поверхности распределительного диска 9 и передавать момент трения между торцами диска и блока на вал 2.

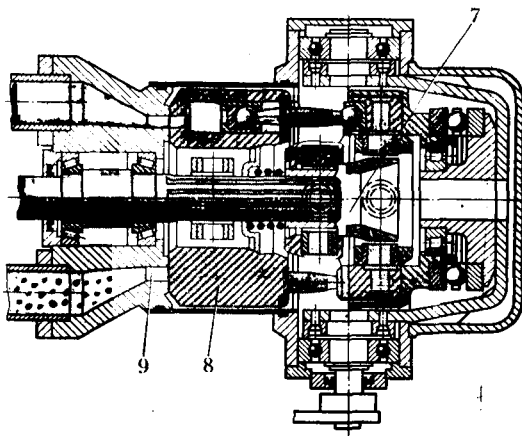
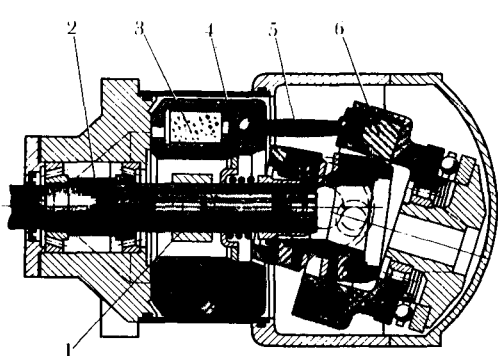
Одной из положительных особенностей регулируемых насосов такого типа являются удобные и простые подвод и отвод рабочей жидкости.

Аксиально-поршневые регулируемые и нерегулируемые насосы и гидромоторы, применяемые на экскаваторах Э-5015А, ЭО-3322А, ЭО-4321 и ЭО-4121, отличаются унифицированной конструкцией качающего узла (рис. 109, а). Опорами ведущего вала 1 служат три шарикоподшипника: два радиально-упорных 13 и один радиальный 14. От осевого перемещения внутренние кольца подшипников удерживаются двумя пружинными кольцами 15, втулкой 3 и запорным кольцом 2. В передней крышке 16 установлено манжетное уплотнение 17, опирающееся на втулку 18. В сферические гнезда фланца вала 1 входят семь шатунов 11, которые вместе с центральным шипом 5 прижаты к фланцу вала штампованной пластиной 4. На шпильке 5 с помощью штифта 10 зафиксирован блок 7 цилиндров, наружная поверхность которого опирается на распределительный диск 8.

**Аксиально-поршневой регулируемый насос с наклонным диском:**

1 — шарнирный механизм, 2 — вал, 3 — цилиндр, 4 — поршень, 5 — шатун, 6 — наклонный

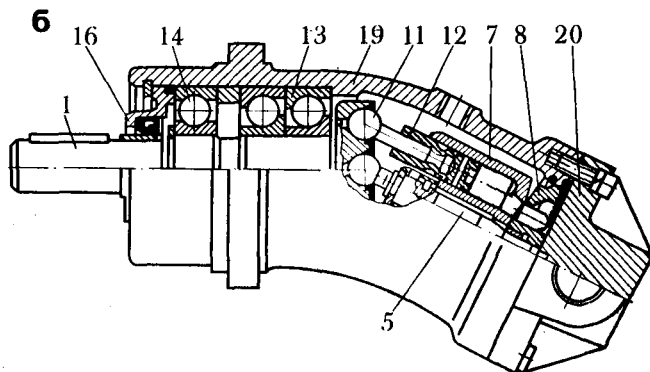
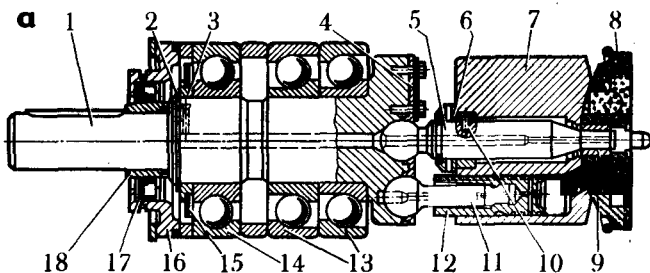
диск, 7 — карданный механизм, 8 — блок цилиндров, 9 — распределительный диск



**Аксиально-поршневой унифицированный насос-гидромотор:**

а — унифицированный качающийся узел, 6 — нерегулируемый насос-гидромотор;

1 — вал, 2 — запорное кольцо, 3, 9 и 18 — втулки, 4 — пластина, 5 — центральный шип, 6 — тарельчатые пружины, 7 — блок цилиндров, 8 — распределительный диск, 10 — штифт, 11 — шатун, 12 — поршень, 13 и 14 — шарикоподшипники, 15 — пружинные кольца, 16 и 20 — передняя и задняя крышки, 17 — манжетное уплотнение, 19 — корпус



Опорами шипа 5 служат с одной стороны сферическая головка, а с другой — бронзовая втулка 9, запрессованная в диск 8. Внутри блока цилиндра находятся семь поршней 12, завальцованных на шатунах 11. Предварительное прижатие блока цилиндров к диску 8 достигается тарельчатыми пружинами 6.

Когда ось вала 1 совпадает с осью шипа 5 (как показано на рис. 109, а), то при вращении вала поршни не совершают возвратно-поступательного движения и не производят всасывания и нагнетания рабочей жидкости.

Рассмотрим конструкции нерегулируемого и регулируемых одинарного и сдвоенного насосов, выполненных на базе описанного качающего узла.

У нерегулируемого насоса блок 7 цилиндров повернут так, что ось шипа 5 составляет некоторый угол с осью вала 1 (рис. 109, б). Поэтому при вращении блока поршни 12 всасывают и нагнетают жидкость через каналы диска 8. При изменении величины и направления наклона блока 7 цилиндров изменяются величина и направление потока рабочей жидкости. Если зафиксировать угол наклона блока 7 цилиндров, то насос становится нерегулируемым. Описанная конструкция позволяет насосу работать и в режиме гидромотора.

В регулируемом насосе создана возможность изменения наклона блока в процессе работы. Регулируемый аксиально-поршневой насос (рис. 110) включает в себя поворотный корпус 14, который может быть повернут с помощью цапфы 9 по отношению корпуса 3 на угол от нуля до  $25^\circ$ . Количество подаваемой жидкости при этом пропорционально углу наклона блока 11 цилиндров и числу оборотов вала 1 насоса. При такой конструкции достигается бесступенчатое регулирование независимо от частоты вращения приводного двигателя.

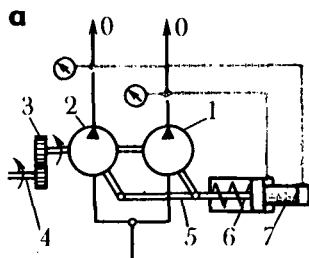
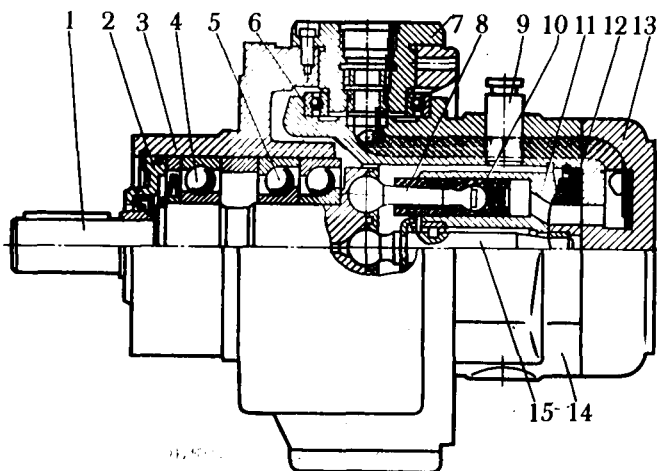
Усилие, которое необходимо приложить к цапфе 9, может быть такой величины, что непосредственное управление подачей насоса без применения усиливающих устройств становится невозможным. При высоком рабочем давлении жидкости насосы выпускают с усилителями механического и гидравлического типов. Механические усилители могут быть как с ручным, так и с электрическим управлением. Гидравлические усилители оборудуют непосредственным или дистанционным управлением. Применяют также устройства, автоматически изменяющие угол наклона блока цилиндров в зависимости от давления в гидросистеме (регуляторы постоянной мощности или ограничители мощности).

На экскаваторах ЭО-3322А, Э-5015А, ЭО-4321 и ЭО-4121 установлены сдвоенные аксиально-поршневые насосы, которые состоят из двух унифицированных качающих узлов, смонтированных в одном корпусе. Сдвоенные насосы (рис. 111) используют тогда, когда нужно создать два потока рабочей жидкости. Полное использование мощности приводного двигателя обеспечивается с помощью встроенного сумматора мощности, который распределяет мощность между потребителями таким образом, что сумма их мощностей остается постоянной и равной установленной мощности привода. Вал 4 сдвоенного насоса (рис. 111, а) получает вращение от приводного двигателя и через встроенный в насос редуктор 3 передает движение валам качающих узлов.

Поворотные корпуса 1 и 2 качающих узлов сдвоенного насоса установлены на подшипниках и могут поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол  $25^\circ$ , чем и достигается изменение подачи насоса. Оба поворотных корпуса жестко связаны траверсой 5 регулятора и могут поворачиваться только синхронно под воздействием регулятора мощности.

Регулятор мощности (рис. 111, б) представляет собой золотник 7, помещенный непосредственно в корпусе сдвоенного насоса. Золотник 7 соединен цапфами 9 с блоками цилиндров и воспринимает с одной стороны усилия пружин 6, а с другой — усилие, создаваемое давлениями  $P_1$  и  $P_2$ . Ступени золотника 7 регулятора имеют равные площади. Под каждую ступень подводится давление нагнетания от качающих узлов, т. е.  $P_1$  и  $P_2$ . При работе с малым давлением пружины 6 регулятора удерживают поворотные корпуса 1 и 2 на наибольшем угле поворота, обеспечивая максимальную подачу насоса. Когда давление возрастает, двухступенчатый золотник 7 сжимает пружины 6, снижая подачу насоса. Пружину регулятора и упорную шайбу 12 подбирают таким образом, чтобы сохранить постоянную заданную мощность привода.

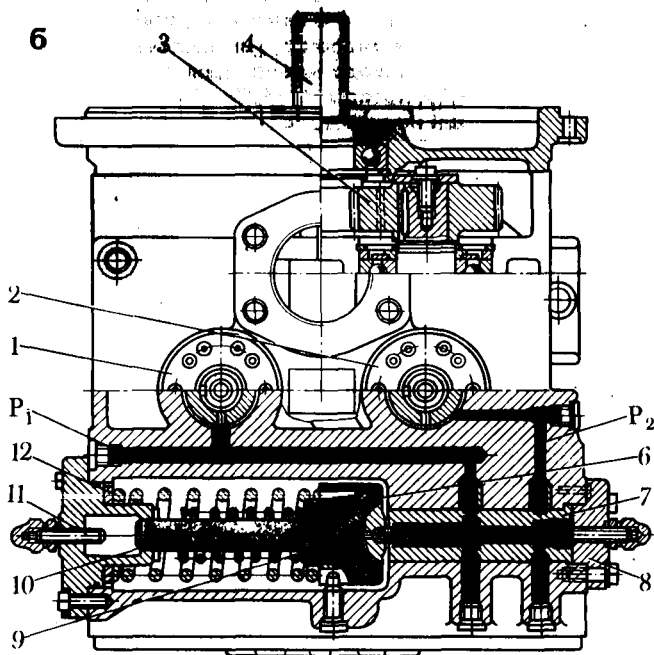




111

**Сдвоенный аксиально-поршневой насос с сумматором мощности:**

- а — гидравлическая схема,  
 б — общий вид;  
 1 и 2 — поворотные корпуса,  
 3 — редуктор,  
 4 — вал насоса,  
 5 — траверса,  
 6 — комплект из двух пружин,  
 7 — золотник,  
 8 — ограничитель хода,  
 9 — цапфа блока цилиндров,  
 10 — тяга регулятора,  
 11 — винт установки минимального расхода,  
 12 — шайба



К преимуществам аксиально-поршневых насосов и гидромоторов относятся компактность, высокий КПД при большом давлении, сравнительно малая инерционность, значительная энергоемкость на единицу массы (в некоторых высокооборотных конструкциях до 12 кВт/кг).

Недостатками этих насосов и гидромоторов являются необходимость в тонкой фильтрации рабочей жидкости, сложность изготовления и трудность обеспечения длительного срока службы некоторых деталей (например, подшипника блока цилиндров у насосов с золотниковым распределителем).

**Радиально-поршневые насосы (рис. 112) и гидромоторы.** Основой насоса является кривошипно-шатунный механизм, у которого роль шатуна выполняет статор 1, соосный оси  $O_1$ , а цилиндры сделаны в роторе 2. При вращении ротора вокруг оси  $O_2$ , имеющей по отношению к оси  $O_1$  эксцентриситет  $e$ , поршень совершает вращательное движение вместе с ротором и возвратно-поступательное движение относительно ротора.

Жидкость подводится под поршень и отводится из-под поршня по двум каналам 3, сделанным вдоль оси ротора. Жидкость вытесняется (нагнетается) при вращении поршня от точки А к точке С и при перемещении его к центру (оси)  $O_2$ . При работе необходимо, чтобы поршни были прижаты к статору. Достигается это либо за счет пружин, помещаемых под поршень, либо с помощью ползунов, перемещающихся в пазах статора, либо за счет вспомогательного подкачивающего насоса, благодаря которому поршни прижимаются к статору в полости всасывания насоса.

В гидромоторе аналогичного типа поршни прижимаются давлением жидкости, подводимой под поршни.

Если в насосе изменить положение эксцентриситета  $e$  путем перемещения статора, то тем самым будет изменено действие полостей всасывания и нагнетания на обратное. Изменение величины эксцентриситета вызывает соответствующее изменение подачи насоса.

Радиально-поршневые насосы применяют для создания давления до 250 кгс/см<sup>2</sup> и подачи от 5 до 500 л/мин при частоте вращения ротора от 6000 до 1500 в минуту.

Радиально-поршневые гидромоторы аналогичны по устройству насосам. На экскаваторах Э-5015А для привода механизма поворота применен высокомоментный радиально-поршневой гидромотор (рис. 113). Эксцентриковый вал 14 гидромотора опирается на два роликоподшипника 12, один из которых установлен в корпусе 10 гидромотора, а второй — в нижней крышке 13. В соприкосновении с валом 14 находятся пять шатунов 6, которые приводят в движение поршни 9. Трущиеся поверхности шатунов 6 и вала 14 надежно смазываются путем подачи масла из цилиндра гидромотора через фильтры 8, запрессованные в поршни, по каналам в шатунах и жиклеры 5. Шатуны 6 находятся в постоянном контакте с поверхностью эксцентрикового вала 14 и удерживаются упорными кольцами 11.

Боковое смещение шатунов 6 ограничено опорными пластинами 16. Сверху к корпусу 10 гидромотора прикреплен корпус 4, в котором расположен распределитель 3, регулирующий поступление рабочей жидкости в гидромотор и слив ее в линию гидросистемы. Через муфту 17 распределитель 3 постоянно соединен с валом 14 и вращается вместе с ним.

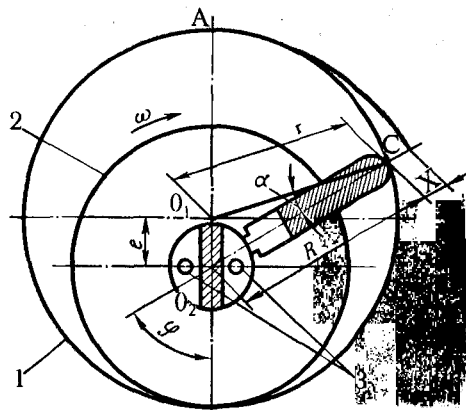
К корпусу 4 распределителя присоединены два трубопровода от гидросистемы. Необходимое уплотнение между распределителем 3 и его корпусом, а также между цилиндрами и поршнями гидромотора достигается установкой уплотнительных фторопластовых колец. Кроме крышки 13, внутренние полости гидромотора закрыты также крышками 2 и 7.

Сбоку к корпусу 10 гидромотора прикреплен разгрузочный дренажный клапан 15. На нижнем выступающем конце эксцентрикового вала жестко с помощью шпонки закреплена обгающая шестерня механизма поворота, находящаяся в зацеплении с зубчатым венцом на ходовой раме.

Гидромотор работает следующим образом. Из нагнетательного трубопровода рабочая жидкость под давлением поступает в корпус 4 распределителя, а затем в распредели-

**Кинематическая схема радиально-поршневого насоса:**

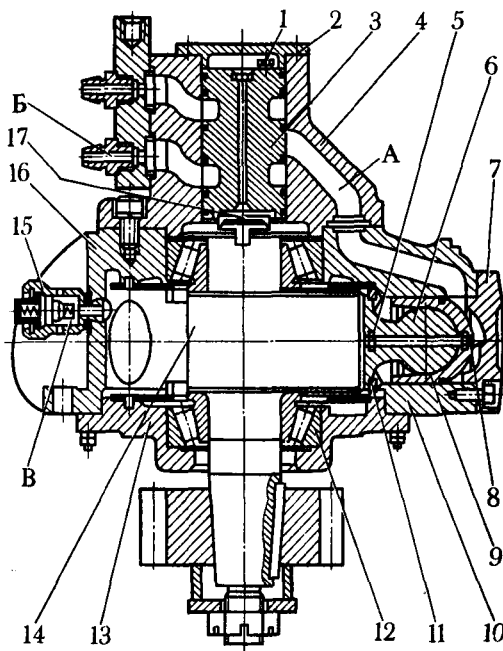
1 — статор,  
2 — ротор,  
3 — каналы;  
 $r$  — радиус статора,  
 $R$  — расстояние от оси ротора до статора,  
 $\alpha$  — угол между  $r$  и  $R$ ,  
 $\varphi$  — угол поворота оси поршня,  
 $X$  — ход поршня,  
 $\omega$  — угловая скорость,  
 $A$  и  $C$  — положения поршня



**Высокомоментный радиально-поршневой гидромотор экскаватора Э-5015А:**

1 — болт, 2, 7 и 13 — крышки, 3 — распределитель, 4 — корпус распределителя, 5 — жиклер, 6 — шатун, 8 — фильтр,

9 — поршень, 10 — корпус гидромотора, 11 — упорное кольцо, 12 — опорные роликоподшипники, 14 — вал, 15 — разгрузочный клапан, 16 — опорные пластины, 17 — муфта



тель 3. Полость нагнетания распределителя 3 соединена с нагнетательными окнами в его центральной части, через которые жидкость поступает в каналы А, соединенные с каналами корпуса 10 гидромотора. При этом жидкость попадает в два или три цилиндра гидромотора в зависимости от положения окон распределителя 3 относительно отверстий корпуса 4. Под давлением жидкости поршни 9 начинают перемещаться в цилиндрах и через шатуны 6 приводят во вращение вал 14. В результате обегаящая шестерня механизма перекачивается по зубчатому венцу и поворотная платформа экскаватора вращается относительно его ходовой тележки.

Во время работы гидромотора часть поршней 9 перемещается от центра, выталкивая жидкость через окна в цилиндрах в каналы корпуса 10 гидромотора и корпуса 4 распределителя. Из канала Б жидкость затем перетекает в сливную линию гидросистемы.

Если давление жидкости, проникающей в дренажную линию через зазоры притертых полостей, превышает допустимую величину, поршень клапана 15 сжимает пружину и жидкость выходит наружу через отверстие В. Это сигнализирует о снижении КПД гидромотора.

Гидроцилиндры являются простейшими гидродвигателями, выходное звено которых совершает возвратно-поступательное движение, причем выходным (подвижным) звеном может быть как шток или плунжер, так и корпус гидроцилиндра.

Основными параметрами гидроцилиндров являются их внутренний диаметр, диаметр штока, ход поршня и номинальное давление, определяющее его эксплуатационную характеристику и конструкцию, в частности тип применяемых уплотнений, а также требования к качеству обработки и чистоте внутренней поверхности гидроцилиндра и наружной поверхности штока. Гидроцилиндры бывают одно- и двустороннего действия.

Гидроцилиндр одностороннего действия (рис. 114, а). Его характерная особенность заключается в том, что усилие на выходном звене (например, штоке), возникающее при нагнетании в рабочую полость гидроцилиндра жидкости под давлением, может быть направлено только в одну сторону (рабочий ход). В противоположном направлении выходное звено перемещается, вытесняя при этом жидкость из гидроцилиндра, только под влиянием возвратной пружины б или другой внешней силы, например силы тяжести.

Поршневые гидроцилиндры одностороннего действия на экскаваторах применяют обычно в системах управления и для привода некоторых вспомогательных механизмов.

Гидроцилиндры двустороннего действия (рис. 114, б). В отличие от гидроцилиндров одностороннего действия они включают в себя две рабочие полости, поэтому усилие на выходном звене и его перемещение могут быть направлены в обе стороны в зависимости от того, в какую из полостей нагнетается рабочая жидкость (противоположная полость при этом соединяется со сливом).

Полость гидроцилиндра, в которой расположен шток, называется *штоковой*, а противоположная — *поршневой*. При нагнетании рабочей жидкости в поршневую полость усилие на выходном звене больше, чем при подаче жидкости под тем же давлением в штоковую полость, причем отношение усилий пропорционально отношению  $D^2/D^2 - d^2$ , где  $D$  — внутренний диаметр гидроцилиндра (поршня), а  $d$  — наружный диаметр штока.

Иногда для того, чтобы величина усилия на выходном звене и скорость его перемещения в обоих направлениях были одинаковы, величины  $D$  и  $d$  выбирают такими, чтобы  $d^2 = D^2 - D^2$ . При этом питание гидроцилиндра осуществляется следующим образом. При вытягивании штока жидкость нагнетается в штоковую полость, а поршневая полость соединяется со сливом. Таким образом, давление жидкости воздействует на кольцевую поверхность, площадь которой равна  $S = \pi(D^2 - d^2)/4$ .

При выдвигании штока жидкость нагнетается одновременно в обе полости (поршневую и штоковую), соединенные между собой. В этом случае воздействие на поршневой торцевой площадью  $\pi D^2/4$  со стороны поршневой полости (рис. 114, б) уменьшается давлением со стороны штоковой полости, воздействующим на кольцевую поверхность  $\pi(D^2 - d^2)/4$ . Таким образом, на шток действует только усилие, которое определяется давлением на оставшуюся площадь

$$\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Так как  $d^2 = D^2 - D^2$ , то выходное звено перемещается в обе стороны под действием одинакового по величине усилия.

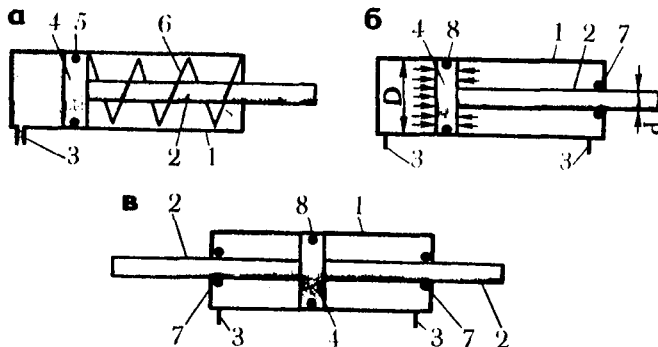
Рабочую жидкость в полости гидроцилиндров можно подавать как через корпус, так и через шток. Трубопроводы, подводящие и отводящие рабочую жидкость, обычно стараются крепить на том элементе гидроцилиндра, который не совершает возвратно-поступательного движения.

Наиболее распространены в экскаваторах с гидроприводом силовые гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком (рис. 114, б); гидроцилиндры с двусторонним штоком (рис. 114, в) применяют в основном для привода поворота рабочего

114

Схема гидроцилиндра одностороннего (а) и двустороннего действия с односторонним (б) и двусторонним (в) штоком:

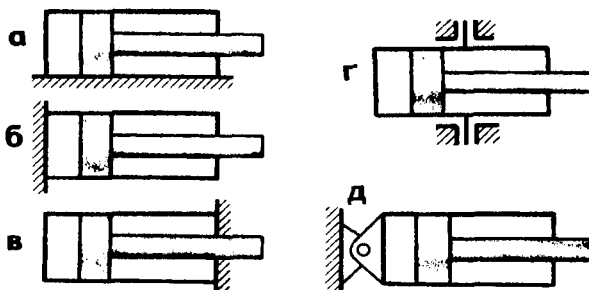
1 — корпус,  
2 — шток,  
3 — штуцер для подвода рабочей жидкости,  
4 — поршень,  
5 — уплотнительные манжеты,  
6 — возвратная пружина,  
7 — уплотнения штоков,  
8 — уплотнение поршня



115

Жесткое (а—в) и шарнирное (г и д) крепления корпуса гидроцилиндра:

а и г — за корпус (гильзу),  
б и д — за заднюю крышку,  
в — за переднюю (штоковую) крышку



оборудования некоторых навесных экскаваторов, причем подвижным звеном является корпус гидроцилиндра. Наружный конец штока обычно крепят шарнирно.

Схемы различных вариантов крепления корпуса гидроцилиндра показаны на рис. 115. Жесткое крепление (рис. 115, а—в) применяют в основном для небольших гидроцилиндров системы управления. В экскаваторостроении чаще используют шарнирное крепление корпуса гидроцилиндра (рис. 115, г и д).

Гидроцилиндры рабочего оборудования крепят шарнирно (рис. 115, д), причем в обоих местах шарнирного крепления — у корпуса и штока — применяют сферические подшипники скольжения типа ШС. Эти подшипники допускают поворот (на небольшой угол) пальца в любой плоскости, обеспечивают свободный монтаж и демонтаж шарнирного соединения и исключают заклинивание его при небольших перекосах из-за неточности изготовления элементов рабочего оборудования.

Гидроцилиндр (рис. 116) на давление 160 кгс/см<sup>2</sup>, используемый для рабочего оборудования экскаватора ЭО-3322А, состоит из следующих основных частей: собственно гидроцилиндра (гильзы 19 с приваренной к ней задней крышкой), навинченной на гильзу 19 передней крышки 9 с отверстием под шток, штока 18 с проушиной 2 и поршня 15. В проушине 2, ввинченной в наружный торец штока 18, и в проушине задней крышки гидроцилиндра установлены с помощью пружинных колец сферические подшипники 1 типа ШС.

Рабочая жидкость подается в поршневую и штоковую полости гидроцилиндра соответственно через отверстия Б и А. Герметичное разделение поршневой и штоковой полостей и передача усилия от давления в рабочей полости на шток 18 создается поршнем 15 с манжетами 14 и уплотнительным кольцом 13. Поршень 15 крепят на внутреннем конце штока 18 гайкой 16, фиксируемой шплинтом 17. Перетечки из полости в полость гидроцилиндра предотвращаются по наружной поверхности поршня манжетами 14, по внут-

ренной — кольцом 13. Манжеты 14 удерживаются от осевого перемещения по поршню 15 манжетодержателями 12.

Передняя крышка 9 фиксируется на резьбе гильзы 19 цилиндра контргайкой 10. Запресованная в крышке 9 втулка 21 служит направляющей для штока 18.

Утечкам из штоковой полости гидроцилиндра препятствуют установленное в проточке крышки 9 уплотнительное кольцо 8, а также манжета 6 и уплотнительные кольца 4 и 5 во втулке 21. От осевого перемещения при движении штока манжета 6 удерживается манжетодержателем 7. Со стороны наружного торца крышки 9 установлен грязесъемник 3, который удерживается гайкой 22, ввернутой во внутреннюю резьбу крышки.

На штоке рядом с поршнем 15 установлен демпфер 11, смягчающий удар поршня в переднюю крышку в конце его полного хода. В конце хода штока налево щель между кромкой 20 крышки 9 и конической поверхностью демпфера 11, через которую рабочая жидкость выжимается поршнем из штоковой полости в отверстие А, уменьшается. При этом поршень затормаживается за счет дросселирования масла через уменьшающуюся щель.

Есть и другие конструкции демпфирующих (дроссельных) устройств, например на рис. 117, а показаны конструктивные схемы дроссельного устройства, тормозящего шток при подходе поршня к передней крышке гидроцилиндра. При движении поршня 3 (рис. 117, I) вправо поступающая через канал А жидкость, отжимая кромку втулки-манжеты 5, проходит к поршню. При движении поршня в обратном направлении (рис. 117, II) жидкость вначале проходит свободно. Когда втулка-манжета 5 войдет в отверстие, соединяющее канал А с поршневой полостью гидроцилиндра, кромка манжеты 4 перекрывает его под давлением жидкости. Поршень тормозится при продавливании жидкости через канал дросселя 2. Интенсивность торможения регулируют винтом 1 дросселя.

Для торможения штока гидроцилиндра при подходе к задней крышке может быть применено устройство, показанное на рис. 117, б. При движении штока жидкость вначале сливается через отверстия А и Б в крышке 8 гидроцилиндра и через отверстие В и щель дросселя 7. Когда хвостовик штока входит в отверстие А, жидкость сливается в отверстие Б только через щель дросселя 7, что уменьшает скорость штока и предотвращает удар поршня о крышку. Из крайнего положения поршень может перемещаться быстро и с полным усилием, так как при этом жидкость подается к поршню через отверстие Б и обратный гидроклапан 6.

На рис. 117, в показано устройство для торможения поршня в конце хода в результате дросселирования жидкости с помощью подвижного винтового дросселя. В крышке 9 расположена втулка 10, в которой перемещается золотник 11. На наружной поверхности золотника нарезана демпферная спиральная канавка 12. При нагнетании жидкости поступает в цилиндр или через каналы Д и Е, или через обратный клапан 13 и отверстие Ж. Слив до начала торможения идет свободно через каналы Е и Д. Поршень, приближаясь к крышке цилиндра, упирается в золотник 11 и, сжимая пружину 14, вдвигает его внутрь втулки 10. Золотник 11 перекрывает свободный слив из канала Е в канал Д, и рабочая жидкость из цилиндра, которая должна идти на слив, продавливается в канал Д через канавку 12.

При торможении, по мере приближения поршня к крышке, скорость его должна падать, а следовательно, уменьшается и количество жидкости, поступающей из цилиндра на слив. Расход жидкости, идущей через демпфер, изменяется в этом случае от максимального до нуля (при остановке поршня). Поэтому для поддержания достаточного сопротивления канавка 12 выполнена с переменным поперечным сечением.

Для торможения штока гидроцилиндра применяют также выносные дроссельные устройства, называемые конечными выключателями (рис. 117, г).

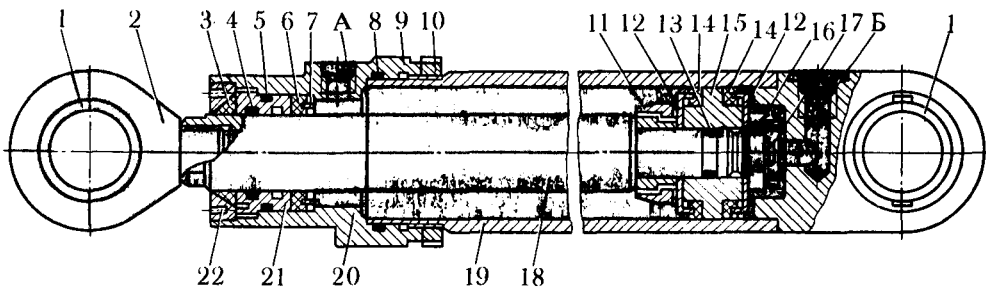
При сливе из гидроцилиндра рабочая жидкость поступает в отверстие 3 и через отверстие И направляется в гидрораспределитель. Если шток сдвигает золотник 15, то жидкость сливается через узкую щель К, в результате чего происходит торможение. Обратный клапан 16 служит для свободного прохода жидкости при движении штока от конечного положения в обратную сторону, когда жидкость из отверстия И поступает в отверстие 3. Из полости Л, образованной крайней проточкой золотника, жидкость отводится через дренажное отверстие М.

### Гидроцилиндры экскаватора ЭО-3322А:

1 — сферический подшипник, 2 — проушина штока, 3 — грязеъемник, 4, 5, 8 и 13 — уплотнительные кольца, 6 — ман-

жета штока, 7 и 12 — манжето-держатели, 9 — передняя крышка, 10 — контргайка, 11 — демпфер, 14 — манжеты поршня, 15 — поршень, 16 — гайка поршня, 17 — шплинт, 18 —

шток, 19 — гильза гидроцилиндра с задней крышкой, 20 — кромка крышки, 21 — втулка передней крышки, 22 — гайка грязеъемника



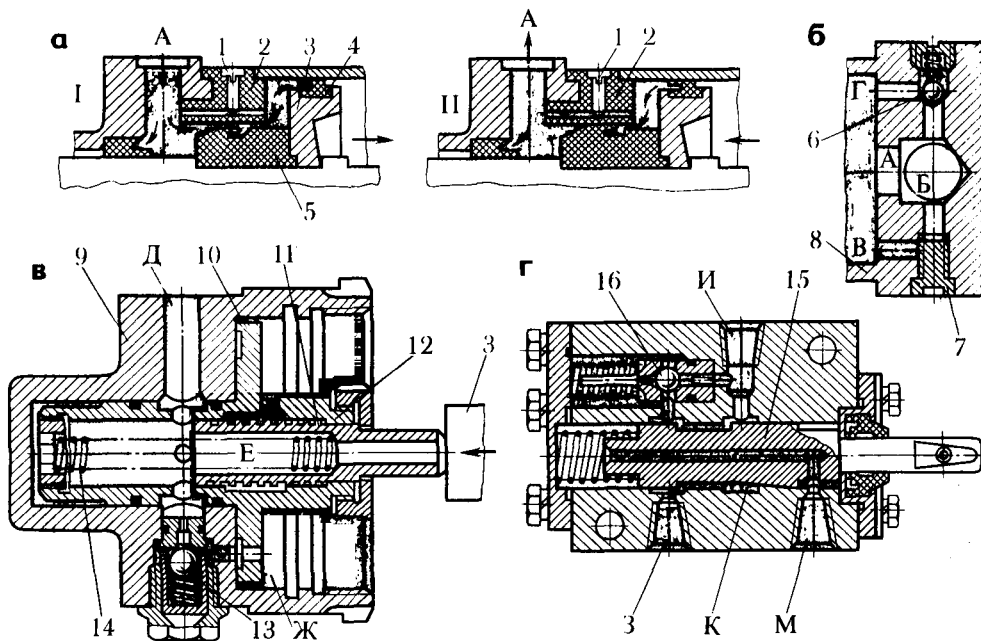
### 117

Демпфирующие (дрессельные) устройства гидроцилиндров для торможения поршня при его подходе к крышке:

а — передней, б — задней,

в — с винтовым дресселем, г — выносное дрессельное; 1 — регулировочный винт, 2 и 7 — дрессели, 3 — поршень, 4 — манжета поршня, 5 — втулка-манжета, 6, 13 и 16 — об-

ратные гидроклапаны, 8 и 9 — крышки гидроцилиндра, 10 — втулка, 11 и 15 — золотники, 12 — канавка, 14 — пружина золотника



Насосная установка экскаватора предназначена для подачи рабочей жидкости под давлением в систему гидропривода экскаватора. Гидравлические экскаваторы обычно оборудованы основной насосной установкой, используемой для гидропривода рабочих движений и передвижения машины, а также дополнительными насосами малой мощности для привода вспомогательных движений и управления.

Основные насосные установки экскаваторов с гидравлическим приводом различаются:

по числу собственно насосов (секций или качающих агрегатов) — на одно- и многонасосные;

по возможности регулирования расхода жидкости — на нерегулируемые и регулируемые;

по принципу регулирования — со ступенчатым регулированием, когда величина расхода изменяется подключением или отключением одного или нескольких насосов (секций) к напорной линии, по которой рабочая жидкость поступает от насосной установки к гидродвигателю; с бесступенчатым регулированием, при котором величина расхода зависит от изменения удельного расхода жидкости (подачи за один оборот) насоса;

по виду регулирования — с автономным регулированием, при котором объемная подача каждого из насосов (секций) регулируется независимо (автономно) от других насосов; с совместным регулированием, когда объемная подача всех или нескольких из имеющихся насосов (секций) регулируется одновременно и одинаково.

Регулирование насоса может быть ручным (по воле машиниста экскаватора и независимо от нагрузки) и автоматическим, при котором увеличение нагрузки (давления) на насос автоматически уменьшает его объемную подачу, и наоборот. Иногда при автоматическом регулировании сохраняется возможность ручного регулирования подачи жидкости.

Сказанное выше о регулировании относится к расходу рабочей жидкости, подаваемой самой насосной установкой. Помимо этого в системах гидропривода экскаваторов есть еще возможность регулирования потока жидкости, поступающей к гидродвигателям, с помощью регулирующих устройств, описанных в гл. X.

Однонасосные установки на современных гидравлических экскаваторах применяют редко и только для навесных и прицепных машин малой мощности. Наиболее широко применяют двух- и трехнасосные установки. Рассмотрим двухнасосную установку экскаваторов ЭО-3322 и ее привод от вала дизеля (рис. 118).

Сдвоенный регулируемый аксиально-поршневой насос 4 болтами 3 крепится к фланцу промежуточного картера 2, который укреплен на картере 1 маховика 9 дизеля. Вращение от вала 12 дизеля на вал 5 насоса передается через болты 11 и фланец 10 (крепящие маховик 9 на валу 12) на ведущую вилку 8, посаженную на шлицевой валик фланца 10. С вилки 8 через карданную головку 7 и ее втулку 6 вращение передается валу 5, с которым втулка связана шлицевым соединением.

На большинстве отечественных гидравлических экскаваторов (Э-5015А, ЭО-3322А, ЭО-4121) для привода основных движений<sup>1</sup> используют двухнасосные установки (сдвоенный насос) регулируемой объемной подачи. Расход рабочей жидкости, поступающей от каждого из двух насосов установки к гидродвигателям, регулируется автоматически и совместно. Автоматическое регулирование обеспечивает (в диапазоне регулирования) примерно постоянную мощность, передаваемую выходящим из насосной установки потоком рабочей жидкости независимо от внешней нагрузки.

На рис. 119 показана трехнасосная установка навесного на тракторе экскаватора Э-2515 с редуктором привода насосов. Корпус 1 редуктора прикреплен болтами к корпусу трансмиссии трактора. На первичном валу 4 на шлицах установлена шестерня 3, которая

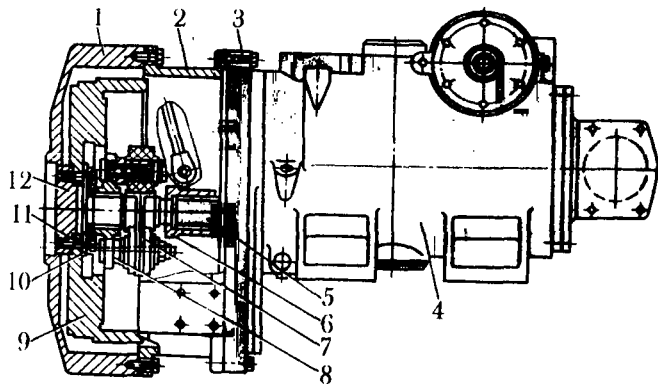
<sup>1</sup> Основными называют движения, совершаемые при выполнении цикла экскавации, а также передвижение экскаватора.



118

**Установка и привод сдвоенного насоса на экскаватор ЭО-3322А:**

1 — картер дизеля, 2 — промежуточный картер, 3 и 11 — болты, 4 — насос, 5 — вал насоса, 6 — шлицевая втулка карданной головки, 7 — карданная головка, 8 — ведущая вилка, 9 — маховик, 10 — ведущий фланец, 12 — коленчатый вал дизеля

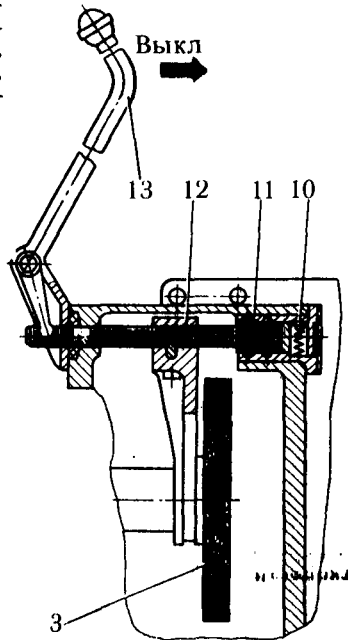
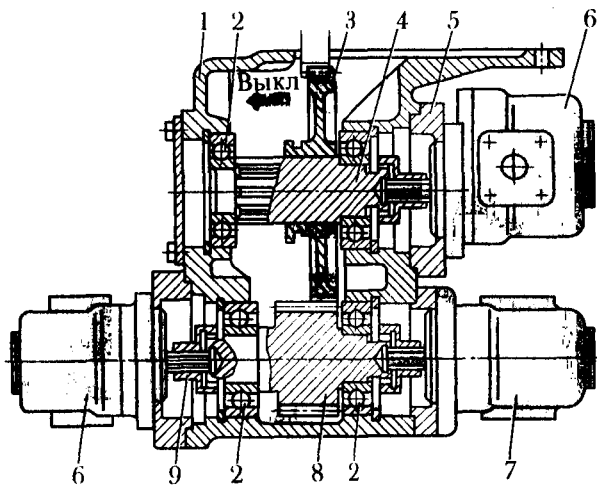


119

**Трехнасосная установка навесного экскаватора:**

1 — корпус редуктора, 2 — шарикоподшипники, 3 — приводная шестерня, 4 — вал приводной шестерни, 5 — фланец,

6 и 7 — насосы левого и правого вращения, 8 — вал-шестерня, 9 — зубчатая муфта, 10 — шариковый фиксатор, 11 — валик, 12 — вилка, 13 — рукоятка



с помощью рукоятки 13, валика 11 и вилки 12 может быть введена в зацепление с шестерней трактора и с валом-шестерней 8.

При выключении редуктора шестерня 3 выходит из зацепления с шестерней трактора, но остается в зацеплении с валом-шестерней 8 редуктора. Включенное и выключенное положения шестерен 3 определяются шариковым фиксатором 10. С помощью зубчатых муфт 9 насосы 6 и 7 соединяются с валами редуктора, которые опираются на шарикоподшипники 2.

Переходные фланцы 5 служат для фиксации положения насосов 6 и 7 относительно корпуса 1 редуктора.

## § 33

Элементы систем управления  
и их назначение

Система управления гидравлического привода экскаватора предназначена для изменения направления движения и регулирования скорости выходных звеньев (штоков, валов) гидродвигателей, а также для предохранения конструкции экскаватора от перегрузок. Регулирование скорости достигается изменением расхода жидкости, поступающей в гидродвигатель.

Основными элементами систем управления являются регулирующие устройства (клапаны различного типа, гидрораспределители, дроссели и др.), а также механические шарнирно-рычажные и другие системы, с помощью которых машинист управляет регулирующими устройствами.

Для управления работой гидропривода экскаватора используют устройства, посредством которых регулируют: давление в линиях и агрегатах гидропривода; направление движения потока рабочей жидкости, в том числе распределение его между гидродвигателями; величину подачи (расхода) рабочей жидкости к гидродвигателям.

Некоторые из входящих в систему управления регулирующих устройств действуют автоматически, другие находятся под контролем машиниста. Устройства для регулирования давления действуют, как правило, автоматически. Устройствами, которые регулируют направление движения и расход рабочей жидкости, в большинстве случаев управляет машинист. Изменение направления движения и величины расхода рабочей жидкости, подаваемой к гидродвигателю, определяет соответствующее изменение направления и скорости движения механизма экскаватора, приводимого от этого гидродвигателя.

По принципу регулирования скорости (расхода) различают дроссельное и объемное регулирование, причем в обоих случаях оно может быть автоматическим или ручным.

В гидросистемах с *дроссельным регулированием* расход жидкости регулируется так называемыми дроссельными устройствами, представляющими собой гидравлические сопротивления, устанавливаемые на пути потоков жидкости. К ним могут быть отнесены и распределительные устройства (например, гидрораспределители золотникового типа), в которых изменяется площадь сечения для прохода жидкости. Гидрораспределитель используют также для изменения направления потока жидкости и соответственно реверса движения рабочего элемента.

Системы с дроссельным регулированием обычно применяют при использовании насосов постоянной подачи и нереверсируемых автоматически регулируемых насосов для ручного регулирования скорости выходных звеньев гидродвигателей независимо от величины внешних сопротивлений их движению.

В гидросистемах с *объемным регулированием* изменение расхода жидкости обеспечивается изменением рабочего объема насоса, т. е. его объемной подачи. Реверсирование движения в закрытых гидросистемах достигается изменением направления подачи жидкости насосом. При этом идущие к гидродвигателю гидролинии высокого и низкого давления меняются местами.

На большинстве экскаваторов с гидравлическим приводом применяют нереверсивные регулируемые насосы (с нереверсируемым потоком жидкости), объемная подача которых изменяется автоматически в зависимости от нагрузки. Гидросистемы с такими насосами требуют применения гидрораспределителей. Кроме того, число устанавливаемых на экскаваторе насосов обычно меньше числа приводимых от них двигателей. Поэтому нужны распределительные устройства, направляющие поток жидкости от насоса к тому или иному гидродвигателю и используемые также для дроссельного регулирования этого потока.

Таким образом, на гидравлических экскаваторах применяют оба вида регулирования расхода: объемное (автоматически регулируемые насосы) и дроссельное (ручное управление гидрораспределителями).

Серьезное внимание уделяется уменьшению усилия, необходимого для управления распределительными и другими устройствами, регулирующими расход и направление движения жидкости. Это относится главным образом к управлению основными движениями.

Сопротивление перемещению золотника гидрораспределителя зависит от размеров золотника, его конструкции и условий работы в системе гидропривода. При механическом управлении гидрораспределителями движение от рукояток пульта управления к золотникам гидрораспределителя передается шарнирно-рычажной механической системой.

Механическое управление дает возможность без применения каких-либо дополнительных устройств четко управлять золотником гидрораспределителя, удерживая его в любом промежуточном положении. Таким образом, машинист может регулировать величину прохода для рабочей жидкости, обеспечивая за счет ее дросселирования регулирование расхода и скорости движения механизма.

На экскаваторах ЭО-4121 установлены совмещенные рычаги управления шарнирного типа. Таким рычагом можно управлять одновременно или в определенной последовательности движениями двух элементов, например стрелой и рукоятью, ковшом и поворотом платформы. Это позволяет в процессе работы экскаватора совмещать большее число операций и создает благоприятные условия для работы машиниста, так как ему не приходится переносить руку с одного рычага на другой.

## § 34

### Регулирующие устройства систем гидропривода экскаваторов

Устройства для регулирования давления служат как для ограничения максимального создаваемого насосом давления в системе, так и для ограничения давления, вызываемого действием внешних сил в любой точке системы. К таким устройствам относятся напорные (предохранительные) и редукционные гидроклапаны. Гидроклапанами управляют либо с помощью непосредственно поступающего к ним потока жидкости под давлением, либо дистанционно.

Для регулирования направления потока жидкости применяют обратные клапаны, допускающие движение жидкости только в одном направлении, и гидрораспределители. Подачу (расход) жидкости регулируют дросселями (дроссельными устройствами) и гидрораспределителями (обычно золотникового типа).

Применяют также устройства для комбинированного регулирования, которые выполняют несколько функций и состоят из нескольких аппаратов различного назначения, конструктивно объединенных в одном агрегате, что позволяет сократить количество трубопроводов и снизить массу агрегатов. В частности, используемые для гидравлических экскаваторов гидрораспределители являются сложным устройством, поэтому они описаны в отдельном параграфе.

#### РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ

**Предохранительные клапаны** защищают механизмы и элементы гидропривода экскаваторов от перегрузок, ограничивая давление жидкости в системе допустимым пределом.

Предохранительные клапаны устанавливают непосредственно на насосах и гидромоторах, в гидрораспределителях, фильтрах и на трубопроводах. В последнем случае их закрывают в отдельные корпуса. Они должны обеспечивать надежную работу, высокую чувствительность, стабильность давления при различных расходах жидкости и минимальные вибрации элемента клапана, открывающего и запирающего канал, через который рабочая жидкость сливается при давлении, превышающем номинальное.

Предохранительные клапаны обычно регулируют на давление, превышающее номинальное на 10—20%. При давлении в системе, превышающем допустимую величину, клапан открывается и перепускает жидкость в полость низкого давления; при давлении ниже заданного клапан надежно запирает проход жидкости в полость низкого давления. По принципу действия предохранительные клапаны разделяют на клапаны прямого (давление жидкости действует непосредственно на запорный элемент) и непрямого действия (давление жидкости действует на вспомогательный клапан, управляющий перемещением запорного элемента).

Предохранительные клапаны прямого действия подразделяют на обычные, когда давление жидкости действует на всю активную площадь запорного элемента, и дифференциальные, когда давление действует только на часть площади. По конструктивному исполнению клапаны могут быть шариковыми, конусными, плунжерными (золотниковыми).

Шариковые клапаны просты по конструкции и дешевы в изготовлении. Принцип действия клапана основан на уравнивании силы давления жидкости, действующей на шарик 4 (рис. 120, а), усилием пружины 3. Клапан открывается, когда давление действующей на шарик жидкости больше, чем усилие сжатой пружины 3. При этом давление жидкости под шариком падает, так как напорная линия А соединяется со сливной Б, и клапан закрывается. Под действием возросшего давления клапан снова открывается и процесс повторяется. Таким образом, быстро и часто открываясь и закрываясь, шарик разбивает седло.

Шариковые клапаны бывают с центрированным шариком (рис. 120, а) и нецентрированным (рис. 120, б). В клапанах с центрированным шариком (рис. 120, а) направляющие центрирующего элемента 5 препятствуют боковым перемещениям шарика. За счет малого зазора между корпусом 2 и элементом 5, а также наличия демпфирующего отверстия в элементе 5 колебания шарика в осевом направлении удаётся гасить, что устраняет вибрацию шарика и, следовательно, предохраняет его седло.

Клапаны с нецентрированным шариком проще в изготовлении, но из-за отсутствия центрирования шарик в них может перемещаться также и в боковые стороны, вследствие чего нарушается герметичность клапана и он пропускает рабочую жидкость в сливную линию даже будучи закрытым. Поэтому их, как правило, применяют в системах с небольшим расходом жидкости, в которых давление редко достигает величины регулировки клапана.

Конусные клапаны более совершенны, чем шариковые: как правило, центрированы и могут поворачиваться только относительно своей оси, поэтому отличаются более высокой герметичностью.

Недостатки конусных клапанов — неустойчивую работу и вибрацию, вызывающие повышенный износ седла и клапана, усталостные разрушения трубопроводов и соединений и отрицательно сказывающиеся на сроке службы насосов, — устраняют, применяя демпфирующие устройства или клапаны с обратным конусом.

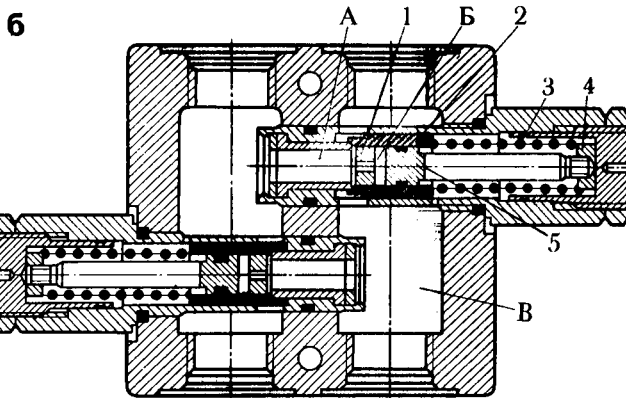
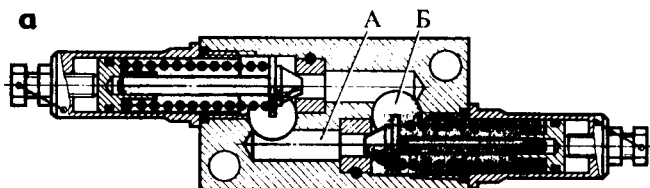
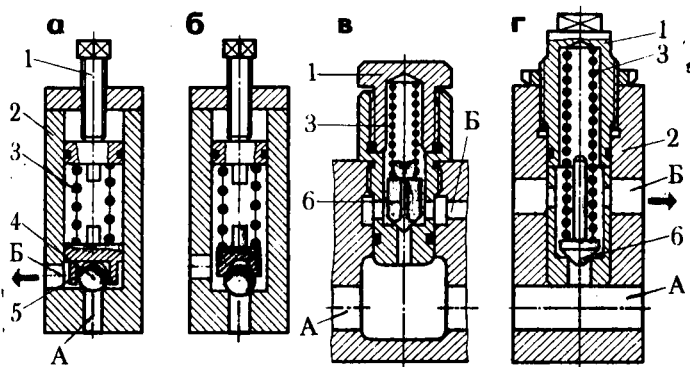
Например, для предохранения механизма поворота от перегрузок установлены два смонтированных в одном корпусе (блок) предохранительных клапана прямого действия конусного типа с механическим демпфированием колебаний (рис. 121). Полости А и Б соединены с рабочими линиями гидромотора поворота. При давлении в одной из линий, превышающем давление настройки клапана, жидкость перепускается в другую гидрولينию. Вибрация такого клапана при работе значительно меньше, чем, например, клапана, показанного на рис. 120, г, вследствие бокового расположения отверстий А и Б. При прохождении через клапан (рис. 121) потока жидкости он прижимается давлением жидкости к противоположной от отверстия стенке и благодаря трению о стенку колебания его тормозятся и значительно уменьшаются.

На экскаваторах Э-5015А установлен блок клапанов прямого действия с гидравлическим демпфированием колебаний (рис. 121, б). Собственно клапан 2 выполнен полым с обратным конусом (коническая внутренняя поверхность), который плотно прижат пружиной 3 к седлу клапана и запирает выход рабочей жидкости из полости А в полость В. При этом демпфер 1, который может перемещаться внутри клапана 2, прижат давлением

Схемы шариковых (а и б) и конусных (в и г) клапанов прямого действия:

а — с центрированным шариком, б — с нецентрированным шариком, в — с центрированным клапаном, г — с нецентрированным клапаном;

1 — регулировочный болт, 2 — корпус, 3 — пружина клапана, 4 — шарик, 5 — центрирующий элемент, 6 — конический клапан; А — канал высокого давления, Б — сливной канал



Блок предохранительных клапанов конусного типа с механическим (а) и гидравлическим (б) демпфированием:

1 — демпфер, 2 — клапан, 3 — пружина клапана, 4 — регулировочная гайка, 5 — неподвижный плунжер

жидкости в полости А в крайнее правое положение относительно клапана. Буртик демпфера упирается во внутреннюю коническую поверхность клапана 2.

При повышении давления в полости А рабочая жидкость, воздействуя на коническую поверхность клапана 2, быстро открывает его, сжимая пружину 3, и проходит из полости А в полость В. Под реактивным давлением потока жидкости, воздействующего на торец демпфера 1, последний движется вслед за клапаном 2, но медленнее, чем клапан, так как для этого жидкость из полости Б в полость А должна выжаться через малое отверстие в демпфере.

При понижении давления в полости А клапан 2 под действием пружины начинает закрываться. Однако закрывается он медленно, так как он упирается в буртик сместившегося вправо демпфера 1 и плавно перемещается в сторону закрытия вместе с демпфером по мере наполнения полости Б жидкостью, которая проходит туда через отверстие малого диаметра в демпфере 1.

Вследствие простоты конструкции, компактности и быстроты срабатывания предохранительные клапаны прямого действия применяют широко.

Следует иметь в виду, что предохранительные клапаны, которые рассчитаны на частую работу и большие расходы жидкости, иногда называют перепускными. К ним, например, относятся клапаны, применяемые в гидроприводе механизма поворота и работающие в каждом цикле экскавации.

Дифференциальные клапаны прямого действия применяют при большом расходе жидкости и высоком давлении с целью уменьшения действующих усилий и размеров пружин. В дифференциальном клапане (рис. 122, а) пружина воспринимает только часть усилия, создаваемого давлением жидкости. Для этого в золотнике 1 установлен поршень 2, нижний торец которого соприкасается с пробкой 3 клапана. Жидкость поступает в полость А и через сверления в золотнике 1 в полость Б над поршнем. На пружину золотника действует усилие, равное произведению давления жидкости на площадь поршня 2.

На рис. 122, б показан конусный дифференциальный клапан, у которого жидкость воздействует на поверхности золотника, ограниченные диаметрами  $d_1$  и  $d_2$ .

Обычно разность площадей конической части  $d_1$  и цилиндрической части  $d_2$  золотника не меньше чем  $\frac{1}{4}$  площади конической части  $d_1$  золотника, так как при малом усилии сжатия пружины работа клапана будет неустойчивой вследствие влияния трения.

Предохранительные клапаны непрямого действия (рис. 122, в) применяют для ограничения давления при передаче больших мощностей. Эти клапаны позволяют поддерживать заданное давление независимо от расхода жидкости.

На золотник 1 действует слабая пружина 5, которая стремится переместить его в крайнее нижнее положение. В поршне золотника 1 сделано отверстие Б малого диаметра, являющееся демпфером и соединяющее полости А и В. Пока давление жидкости, действующее на конусный клапан 6, не превышает давления, на которое отрегулирована пружина 7, клапан 6 закрыт и давление в полости В равно давлению в полости А. При этом золотник 1 под действием пружины 5 находится в крайнем нижнем положении и напорная полость А отсоединена от сливной Г.

При давлении, превышающем настройку пружины 7, конусный клапан 6 открывается и перепускает жидкость на слив через канал Д золотника 1.

К конусному клапану 6 жидкость поступает из полости А через демпфер (отверстие) Б и канал Е. Ввиду малого диаметра демпфера Б создается перепад давления до и после него, в результате чего возникает усилие, поднимающее золотник 1 вверх. При этом полость А высокого давления соединяется с полостью Г низкого давления и поток под давлением, определяемым настройкой пружины 7, направляется на слив в бак.

**Редукционные гидроклапаны** (рис. 123) применяют в тех случаях, когда требуется понизить давление подаваемой в систему жидкости до определенной величины независимо от давления, развиваемого насосом. Они поддерживают на выходе постоянное давление, которое не зависит от давления на входе и расхода жидкости.

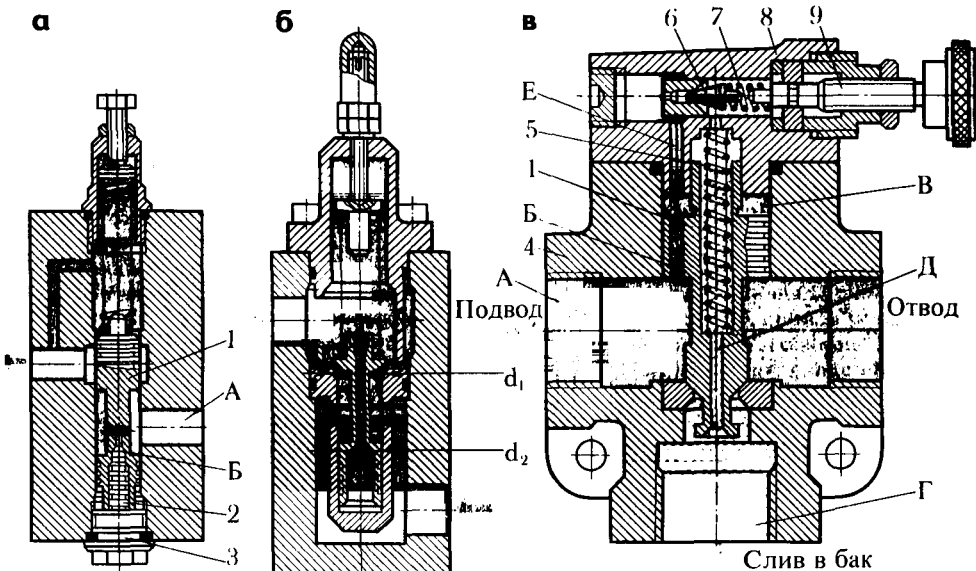
Жидкость подводится в полость А под давлением, развиваемым насосом. Шариковый клапан 5 отрегулирован на давление, меньшее давления на входе. В начальный момент золотник 7 находится в крайнем нижнем положении. Полости Б и Г соединены через сверления в корпусе 6 и золотнике 7. Жидкость воздействует на клапан 5, который открывается и начинает перепускать часть жидкости в дренажную гидролинию через канал В. В золотнике 7 сделано калиброванное отверстие 1 (демпфер) малого диаметра, которое при проходе через него жидкости создает некоторый перепад давления, в результате чего золотник 7 перемещается вверх и перекрывает щель между полостями А и Б. Давление в полости Б уменьшается и золотник, медленно (из-за демпфера) перемещаясь вниз, открывает щель. Как только щель откроется настолько, что давление в полости Б (следовательно, и под нижним торцом золотника 7) превысит давление, на которое отрегулирован клапан 5, он снова откроется и процесс повторится.

Таким образом, во время работы золотник 7 колеблется с небольшим ходом относительно того положения, при котором величина щели обеспечивает расчетное давление в полости Б, соответствующее давлению, на которое отрегулирован клапан 5. Во время работы золотник занимает положение, соответствующее определенной величине щели.

**Предохранительные клапаны дифференциального типа (а и б) и непрямого действия (в):**

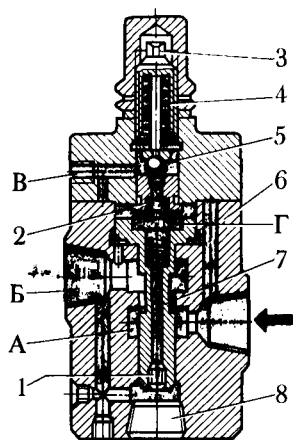
а — плунжерного типа (с поршнем в золотнике), б — конусный; 1 — золотник, 2 — поршень золотника, 3 — проб-

ка, 4 — корпус, 5 и 7 — пружины, 6 — конусный клапан, 8 — крышка, 9 — регулировочный винт



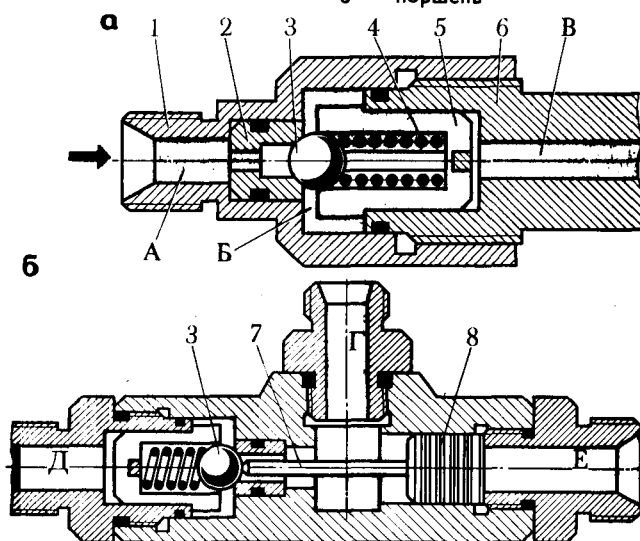
**Редукционный клапан:**

1 — демпфер, 2 и 4 — пружины, 3 — регулировочный винт, 5 — шариковый клапан, 6 — корпус, 7 — золотник, 8 — пробка



**Неуправляемый (а) и управляемый (б) шариковые обратные клапаны:**

1 и 6 — штуцера, 2 — седло, 3 — шарик, 4 — пружина, 5 — направляющие, 7 — игла, 8 — поршень



Чем больше давление в полости А, тем меньше щель, и наоборот. Давление на выходе из клапана определяется только давлением настройки клапана 5 и не зависит от давления на входе и расхода жидкости.

Применение редукционного клапана вызывает потери энергии потока жидкости и ее нагрев, которые растут с увеличением давления в полости А.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОТОКА

Обратные клапаны предназначены для того, чтобы пропускать через себя поток жидкости только в одном направлении и исключать ее обратное движение. Они различаются по конструкции (шариковые и конусные) и принципу действия (неуправляемые и управляемые).

На рис. 124, а показан *неуправляемый* шариковый обратный клапан. В седле 2 штуцера 1 установлен шарик 3, который прижимается к седлу слабой пружиной 4. Жидкость, поступающая под давлением в канал А, воздействуя на шарик 3, легко преодолевает сопротивление пружины и проходит в полость Б и сообщаящийся с ней канал В. Если же в полости Б давление выше, чем в канале А, то оно прижимает шарик к седлу тем сильнее, чем больше разница давлений в полости Б и канале А. Таким образом, жидкость может проходить только из канала А в полость Б. Обратное ее движение исключается.

*Управляемый* шариковый обратный клапан (рис. 124, б) от неуправляемого отличается тем, что при подаче жидкости под давлением в канал Е управления клапаном поршень 8 с иглой 7 и шариком 3 смещаются влево, сжимая пружину и открывая свободный проход жидкости из канала Д в канал Г и обратно. Если в канале Е нет давления, то пружина прижимает шарик к седлу, запирая проход жидкости из канала Д в канал Г.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ЖИДКОСТИ

Дроссели представляют собой гидравлические сопротивления, устанавливаемые на пути потока жидкости. Регулирование расхода жидкости достигается изменением проходного сечения отверстия дросселя. Дросселирование потока связано с нагревом жидкости, потерей напора и снижением КПД гидропривода. Однако дроссельное регулирование отличается (по сравнению с объемным) незначительными усилиями, необходимыми для управления.

В гидросистемах дроссель устанавливают на напорной (регулирование на входе) или сливной (регулирование на выходе) гидролиниях или параллельно гидродвигателю.

Схема регулирования на входе показана на рис. 125, а. Рабочая жидкость от насоса 1 постоянной подачи поступает через дроссель 3 и гидрораспределитель 4 в одну из полостей гидроцилиндра 5. На напорной линии до дросселя 3 установлен предохранительный клапан 2, с помощью которого ограничивается давление до дросселя. При регулировании скорости движения выходного звена (штока гидроцилиндра) часть жидкости поступает через дроссель в гидроцилиндр, а другая часть — через предохранительный клапан на слив. Расход жидкости, поступающий в гидроцилиндр, зависит от проходного сечения дросселя и перепада давления до и после него.

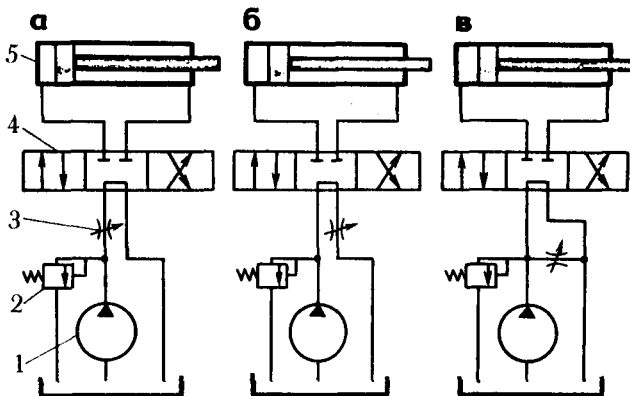
Давление до дросселя всегда постоянно и зависит только от настройки предохранительного клапана, а давление после дросселя определяется усилием, приложенным к штоку гидроцилиндра, величина которого может в процессе работы изменяться. С увеличением усилия на штоке повышается давление в гидроцилиндре, перепад давления на дросселе уменьшается, в результате чего уменьшается скорость перемещения поршня. При уменьшении усилия на штоке давление в гидроцилиндре понижается, перепад давления на дросселе увеличивается и скорость поршня возрастает. Следовательно, установка дросселя на напорной линии не обеспечивает постоянной скорости при изменении нагрузки, приложенной к гидродвигателю, и данном проходном сечении дросселя.

При дроссельном регулировании на выходе дроссель устанавливают на сливной гидролинии (рис. 125, б). Давление, создаваемое насосом, ограничивается настройкой предохранительного клапана.



### Схема установки дросселей в гидросистемах:

- а — на входе,  
 б — на выходе,  
 в — параллельно гидродвигателю;  
 1 — насос,  
 2 — предохранительный клапан,  
 3 — регулируемый дроссель,  
 4 — трехпозиционный четырехходовой гидрораспределитель,  
 5 — гидроцилиндр



Если дроссель создает достаточное сопротивление, то давление в поршневой (левой) полости гидроцилиндра в любом случае ограничится настройкой предохранительного клапана. Давление в штоковой полости зависит от нагрузки, приложенной к штоку гидроцилиндра. Чем больше нагрузка, тем меньше давление в правой полости цилиндра и перепад давления на дросселе, следовательно, тем меньше и скорость перемещения поршня. Таким образом, установка дросселя на выходе также не обеспечивает постоянной скорости перемещения поршня при изменении нагрузки, приложенной к штоку. Иногда применяют схемы с дросселем, устанавливаемым параллельно гидродвигателю (рис. 125, в). В этой схеме предохранительный клапан и дроссель установлены параллельно напорной гидролинии. При полностью закрытом дросселе вся жидкость, подаваемая насосом, нагнетается в гидроцилиндр и с максимальной скоростью перемещает поршень. При полностью открытом дросселе вся жидкость через дроссель поступает в бак и поршень перемещаться не будет. При частично открытом дросселе поток разделяется: часть жидкости поступает в гидроцилиндр, а другая часть через дроссель — в бак. Давление, развиваемое насосом при такой схеме, зависит от сопротивления перемещению штока гидроцилиндра. Чем больше сопротивление, тем больше давление перед дросселем и тем меньше скорость перемещения поршня. Следовательно, и в этом случае скорость перемещения поршня зависит от величины внешней нагрузки.

Потери энергии на дросселирование в такой схеме значительно меньше, чем при установке дросселя на входе и выходе, так как насос большую часть времени работает при давлении, меньшем, чем то, на которое настроен предохранительный клапан.

По *принципу действия* дроссели (рис. 126) бывают вязкостного сопротивления, в которых потери напора определяются вязкостным сопротивлением; инерционного, в которых потери напора определяются деформацией потока жидкости; комбинированного, в которых используется и вязкостное, и инерционное сопротивления.

По *виду регулирования* дроссели подразделяют на управляемые (проходное сечение дросселирующего отверстия в процессе работы может быть увеличено или уменьшено машинистом) и неуправляемые (при работе проходное сечение остается неизменным).

По *конструкции* неуправляемые дроссели бывают прямого действия, у которых расход жидкости зависит от перепада давления до и после дросселя, и регуляторы скорости, поддерживающие постоянный расход жидкости независимо от величины нагрузки.

Неуправляемые дроссели часто применяют в сочетании с другими регулирующими устройствами. На рис. 127 показан конусный обратный клапан со встроенным в него неуправляемым дросселем прямого действия. Назначение дросселя — ограничивать скорость опускания стрелы под действием нагрузки от массы рабочего оборудования.

Обратный клапан с дросселем установлен в линии питания полости гидроцилиндра. При нагнетании жидкости в эту полость стрела поднимается. При подъеме стрелы (на-

правление потока рабочей жидкости при этом указано на рис. 127 стрелкой) жидкость поднимает полый клапан 2, сжимая слабую пружину 3, почти не создающую сопротивления потоку. При опускании стрелы, когда поток жидкости движется в противоположном направлении, коническая поверхность клапана 2 прижимается к кромке корпуса 1 пружины 3 и воздействием самого потока, скорость прохождения которого через клапан ограничивается проходным сечением дроссельного отверстия А. Это устройство не позволяет регулировать скорость опускания стрелы, которая при определенных массе и положении рабочего оборудования и вязкости жидкости будет зависеть только от величины дроссельного отверстия А.

В системах гидроприводов некоторых экскаваторов (например, ЭО-4121) устанавливают управляемый машинистом дроссель, позволяющий регулировать скорость опускания стрелы, что более удобно в работе.

Для регулирования скорости гидродвигателя независимо от внешних нагрузок применяют регулятор скорости (рис. 128, а), состоящий из неуправляемого дросселя (величина проходного сечения которого во время работы не изменяется) и редукционного клапана, обеспечивающего постоянный перепад давления на дросселе, а значит постоянный расход через него независимо от нагрузки в механизме и давления в системе.

Расход жидкости устанавливается дросселем 4, а постоянный перепад давления до и после дросселя обеспечивается клапаном 2, на который воздействует пружина 1. Жидкость подводится в отверстие Г, проходит через кольцевую щель, образованную редукционным клапаном 2 и корпусом 3, в полость Б и далее через дроссель 4 щелевого типа в отверстие А. Из полости Б по каналам жидкость подводится к нижнему торцу и заплочкам клапана 2, а полость В соединена каналом Д с отверстием А после дросселя. При равновесном положении клапана 2 на него с одной стороны действует давление жидкости после дросселя (в полости А) и усилие пружины 1, рассчитанной на небольшое давление (2—3 кгс/см<sup>2</sup>), а с другой — давление жидкости в полости Б.

При увеличении давления в полости Г в начальный момент увеличивается давление и в полости Б, а также давление, действующее на клапан 2. Так как давление в полостях А (внешняя нагрузка) и В остается неизменным, то клапан 2, перемещаясь вверх, уменьшает проходное сечение, образованное буртиком клапана 2 и корпусом 3. Перепад давления между полостями Г и Б увеличивается, и давление в полости Б уменьшается до начального (изменением усилия на пружине 1 при этом можно пренебречь). Таким образом, перепад давления на дросселе 4 поддерживается постоянным, что определяет и постоянный расход через него.

Аналогично действует клапан 2 при снижении внешней нагрузки на гидродвигатель (уменьшении давления в полости А): клапан поднимается, перекрывая проход и увеличивая перепад давления между полостями Г и Б до тех пор, пока перепад давления на дросселе 4 не станет равным заданной величине. При уменьшении давления в полости Г в начальный момент уменьшается давление и в полости Б. Клапан под действием давления в полости В и пружины 1 перемещается вниз, щель увеличивается и давление в полости Б становится равным расчетному. Так же действует клапан при повышении давления в полости А.

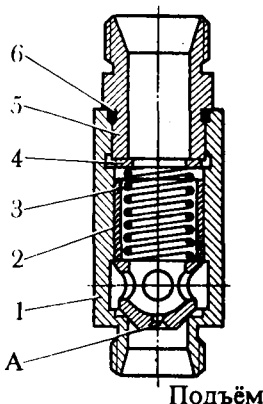
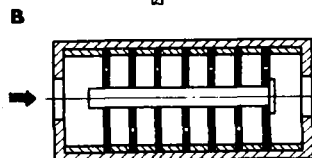
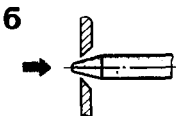
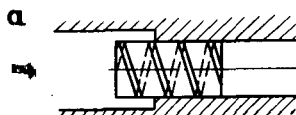
Таким образом, независимо от давления в проводящей и отводящей гидролиниях автоматически поддерживается постоянный перепад давления до и после дросселя, а следовательно, и неизменный расход через дроссель при данном проходном сечении.

На рис. 128, б показано комбинированное регулирующее устройство, включающее в себя не только неуправляемый дроссель 4 и редукционный клапан 2, но и предохранительный клапан 5, ограничивающий давление в гидросистеме.

Жидкость подается по каналу Г в полость Б и далее через дроссель 4 и полость А направляется в гидродвигатель. Через дроссель 4 проходит определенный объем жидкости, а излишек ее — через кольцевую щель, образованную кромкой клапана 2 и корпусом 3, отводится из полости В в полость Д и далее в бак. Кроме того, через каналы, соединенные с полостью В, жидкость воздействует на нижние торцы клапана 2, а через канал, соединенный с полостью А после дросселя 4, — на торец клапана 2 со стороны пружины 1.

126

Дроссели вязкостного (а), инерционного (б) и комбинированного (в) сопротивления



127

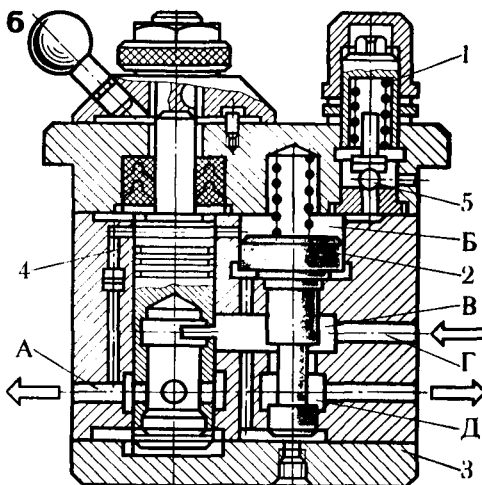
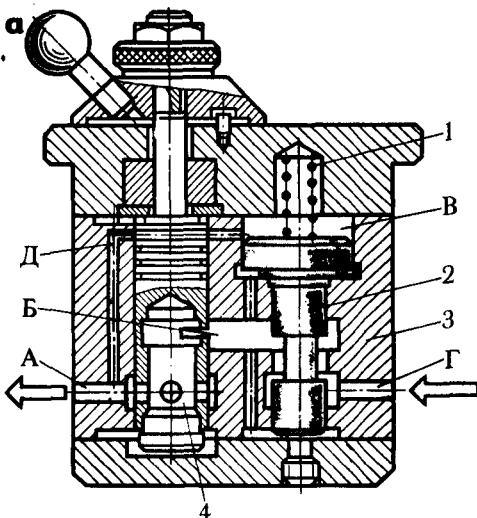
Обратный клапан с дросселем:

1 — корпус, 2 — клапан, 3 — пружина, 4 — шайба, 5 — штуцер, 6 — уплотнительное кольцо

128

Регулятор скорости простой (а) и комбинированный (б):  
1 — пружина, 2 — редукцион-

ный клапан, 3 — корпус, 4 — дроссель, 5 — предохранительный клапан



Благодаря этому клапан 2 с одной стороны находится под давлением жидкости, развиваемым насосом, а с другой — под воздействием пружины и давления в гидролинии гидродвигателя (полости А).

Если под воздействием каких-то внешних причин перепад давления между полостями В и А увеличивается, клапан 2 поднимается, уменьшая давление в полости В. При уменьшении перепада давления между полостями В и А клапан 2 уменьшает сечение кольцевой щели между полостями В и Д, вследствие чего давление в полости поднимается.

Следовательно, если пренебречь небольшим изменением усилия пружины / при перемещении клапана, то перепад давления до и после дросселя всегда остается постоянным. Таким образом, и расход жидкости через него — величина постоянная и не зависит от давления в системе и нагрузки.

При чрезмерном повышении давления на выходе из дросселя (в полость А) предохранительный клапан 5 открывается и перепускает жидкость из полости Б в бак, в результате чего давление в этой полости падает. Равновесие действующих на клапан 2 сил нарушается, он поднимается вверх и соединяет полости Г и Д. Жидкость под давлением, определяемым настройкой предохранительного клапана 5, отводится на слив.

Таким образом, применение дросселей с регуляторами, выполненных по описанным схемам, позволяет регулировать расход (скорость рабочего движения) независимо от величины сопротивления, преодолеваемого гидродвигателем.

На рис. 129, а представлена схема гидропривода с регулятором скорости, установленным на входе. Жидкость от насоса 1 через регулятор 4 скорости и гидрораспределитель 6 поступает в одну из полостей гидроцилиндра 7. Часть жидкости постоянно (через предохранительный клапан 2) отводится на слив. Давление перед регулятором скорости 4 поддерживается всегда постоянным и не зависит от нагрузки на штоке гидроцилиндра 7.

Разность давлений до и после дросселя 5 поддерживается постоянной в результате применения редукционного клапана 3 и не зависит от давления в напорной гидролинии гидроцилиндра. Следовательно, и скорость перемещения штока гидроцилиндра не зависит от величины прилагаемой нагрузки. Однако описанная система не является жесткой, так как одна из полостей гидроцилиндра всегда соединена со сливом без соответствующего подпора, что может привести к некоторым изменениям скорости при знакопеременных и пульсирующих внешних нагрузках на шток.

Более стабильные скорости обеспечивает схема гидропривода с регулятором скорости, установленным на выходе (рис. 129, б). От насоса жидкость поступает через гидрораспределитель в одну из полостей гидроцилиндра. На гидролинии между гидрораспределителем и баком установлен регулятор скорости. Насос постоянно работает под давлением, определяемым настройкой предохранительного клапана.

С изменением нагрузки на штоке гидроцилиндра изменяется давление в сливной полости гидроцилиндра и, следовательно, перед регулятором скорости. Давление в напорной полости гидроцилиндра остается постоянным. Редукционный клапан создает постоянный перепад давления в дросселе, не зависящий от давления на входе, в результате чего на скорость перемещения поршня не влияет изменение внешней нагрузки. Установка регулятора скорости на выходе позволяет создать постоянное противодействие, что обеспечивает плавное перемещение поршня при пульсирующих и знакопеременных нагрузках на штоке гидроцилиндра.

При установке регуляторов скорости на входе или на выходе количество жидкости, подаваемой насосом, превышает расход жидкости через гидродвигатель. Избыток жидкости постоянно отводится в бак через предохранительный клапан. Ввиду того что насос постоянно работает под максимальным давлением, не зависящим от нагрузки на рабочем органе, а при малых рабочих скоростях почти вся расходуемая энергия тратится на дросселирование жидкости, КПД такой гидросистемы весьма низкий.

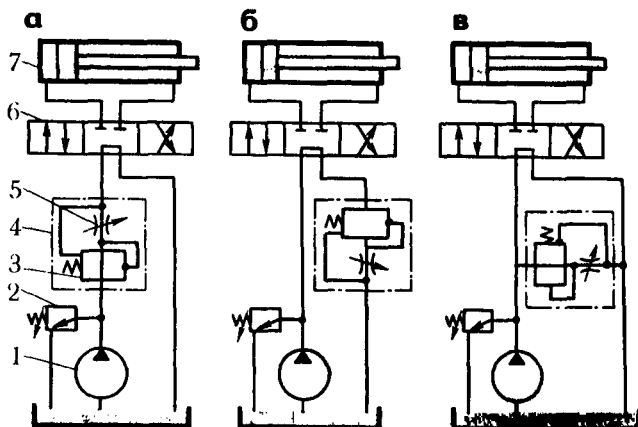
Гидропередачи этого типа могут быть применены только в системах малой мощности и в основном для вспомогательных операций, например для разворота колес, установки выносных опор, включения стабилизатора и т. п.

В системах привода основных рабочих операций следует применять гидросистемы с регулятором скорости, устанавливаемым параллельно гидродвигателю (рис. 129, в). В этом случае давление на насосе определяется только нагрузкой, прикладываемой к штоку гидроцилиндра. Предохранительный клапан работает эпизодически и только предотвращает перегрузки гидросистемы. Регулятор скорости подключен к напорной гидролинии и позволяет необходимую часть жидкости отводить под рабочим давлением на слив. Редукционный клапан создает постоянный перепад давлений на дросселе независимо от давления в системе и тем самым обеспечивает постоянную скорость поршня гидроцилиндра.

Эту схему наиболее широко применяют в гидроприводах экскаваторов с крановым оборудованием, так как она дает возможность получать необходимые скорости движения рабочего органа при сравнительно высоком КПД гидропривода.

**Схемы установки регулятора скорости в гидросистемах:**

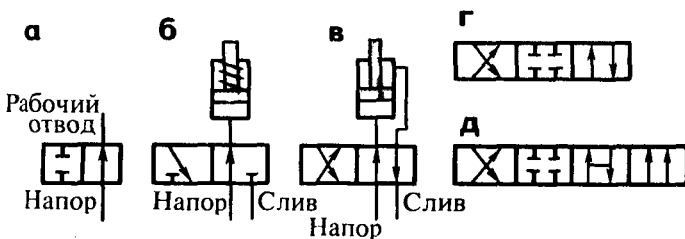
- а — на входе,  
б — на выходе,  
в — параллельно гидродвигателю;  
1 — насос,  
2 и 3 — предохранительный и  
редукционный клапаны,  
4 — регулятор скорости,  
5 — дроссель,  
6 — гидрораспределитель,  
7 — гидроцилиндр



## 130

**Гидрораспределители:**

- а — двухходовые,  
б — трехходовые,  
в — четырехходовые,  
г — трехпозиционные,  
д — четырехпозиционные



## § 35

## Гидравлические распределительные устройства

Распределительные устройства (гидрораспределители или распределительные блоки) предназначены для управления потоком жидкости. По конструктивному исполнению их подразделяют на три основные группы: золотниковые, клапанные, крановые. В золотниковых потоком жидкости управляют посредством возвратно-поступательного перемещения золотников; в клапанных — путем открытия и закрытия специальных клапанов; в крановых — поворотом распределительного элемента кранового аппарата.

По числу подсоединенных каналов различают двух-, трех- и четырехходовые гидрораспределительные устройства. Двухходовые гидрораспределители (рис. 130, а) с двумя каналами (напор, рабочий отвод) служат для пропуски или перекрытия потока жидкости; трехходовые (рис. 130, б) с тремя каналами (напор, слив, рабочий отвод) — для управления гидродвигателями одностороннего действия, четырехходовые (рис. 130, в) с четырьмя каналами (напор, слив, два рабочих отвода) — для управления гидродвигателями двустороннего действия. Число каналов может быть и более четырех. По числу рабочих позиций (фиксированных положений) гидрораспределительные устройства подразделяют (рис. 130, д и е) на двух- (одно рабочее, одно нейтральное), трех- (два рабочих и одно нейтральное), четырехпозиционные (два рабочих, одно нейтральное и одно плавающее) и т. д. При плавающем положении обе полости гидродвигателя соединены между собой и со сливом.

В системах гидроприводов экскаваторов обычно применяют золотниковые гидрораспределители. Золотниковые гидрораспределители по исполнению корпуса бывают секционные и моноблочные.

Секционные гидрораспределители (рис. 131, а) состоят из нескольких секций. Конструктивное исполнение секции может быть различным. Это значительно расширяет область применения гидрораспределителей при использовании небольшой номенклатуры унифицированных секций разных типов (рабочих, напорных, сливных, промежуточных). Таким образом, создается возможность организации специализированного крупносерийного производства их. Секционные гидрораспределители удобны в эксплуатации. Изношенную секцию можно легко заменить и отремонтировать. Недостатками их являются увеличенные габариты и масса, наличие уплотняемых поверхностей на стыках секций. Последний из них тем серьезнее, чем выше давление в системе гидропривода.

Моноблочные гидрораспределители (рис. 131, б) с одним или несколькими золотниками выполняют в одном корпусе (блоке). Их габариты и масса значительно меньше, чем секционных, что весьма важно для размещения на машине. Определенное число золотников и клапанов в моноблочном гидрораспределителе ограничивает его применение только данным конкретным типом машин. Моноблочные гидрораспределители целесообразно применять при большой серийности выпуска машин с одинаковой системой гидропривода.

Схема соединения золотников гидрораспределителей может быть параллельной, последовательной и индивидуальной. В гидрораспределителе с *параллельной* схемой соединения золотников (рис. 132, а) при одновременном включении золотников проточный канал Ж закрыт, с напорной линией Д сообщаются каналы В и Г, которые соединены с трубопроводами, идущими к двум разным гидродвигателям. При этом противоположные полости гидродвигателей соединены через каналы Б и Е со сливной гидролинией А. При использовании такого гидрораспределителя трудно осуществлять совмещение двух и более рабочих движений с регулированием их скорости, так как жидкость стремится поступать в гидродвигатель рабочего органа с наименьшим внешним сопротивлением.

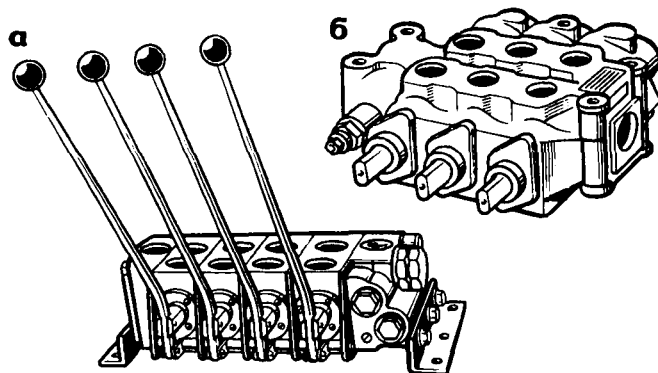
В гидрораспределителе с *последовательной* схемой соединения золотников (рис. 132, б) при включенных золотниках канал Г золотника 1 соединен с напорной линией Д гидрораспределителя, а канал Е — с каналом В золотника 2, линия слива которого сообщается через канал Б со сливной линией А гидрораспределителя. Таким образом, жидкость из напорной линии Д поступает в канал Г к гидродвигателю, управляемому золотником 1, а из него по каналам Е и В к гидродвигателю, который управляется золотником 2. Гидрораспределитель подобной конструкции позволяет совмещать две и более рабочие операции с более удобным, чем при параллельном питании, регулированием их скоростей, но давление на насосе при этом будет равно сумме перепадов давлений в приводимых гидродвигателях.

В гидрораспределителях с *индивидуальной* схемой соединения золотников (рис. 132, в) напорная линия Д соединена с каналом Г золотника, расположенного ближе к напорной линии, линия слива — через канал Е со сливной линией А гидрораспределителя. На рисунке золотник 1 показан во включенном положении, а золотник 2 — в нейтральном. При одновременном включении нескольких золотников жидкость поступает только к тому гидродвигателю, который управляется золотником, расположенным ближе других к напорной линии.

Схема разгрузки насоса при нейтральном положении всех золотников гидрораспределителя может быть проточной и клапанной. В гидрораспределителях с *проточной* схемой разгрузки (рис. 132, г) напорная гидролиния В соединена со сливной гидролинией Б специальным проточным каналом А, который перекрывается при включении любого из золотников. Применение такой схемы позволяет плавно включать движение механизмов и устранять повышение давления в гидросистеме во время включения золотников. Однако в гидрораспределителях с несколькими золотниками достаточно велики потери давления при проходе жидкости через проточный канал со сложной конфигурацией.

131

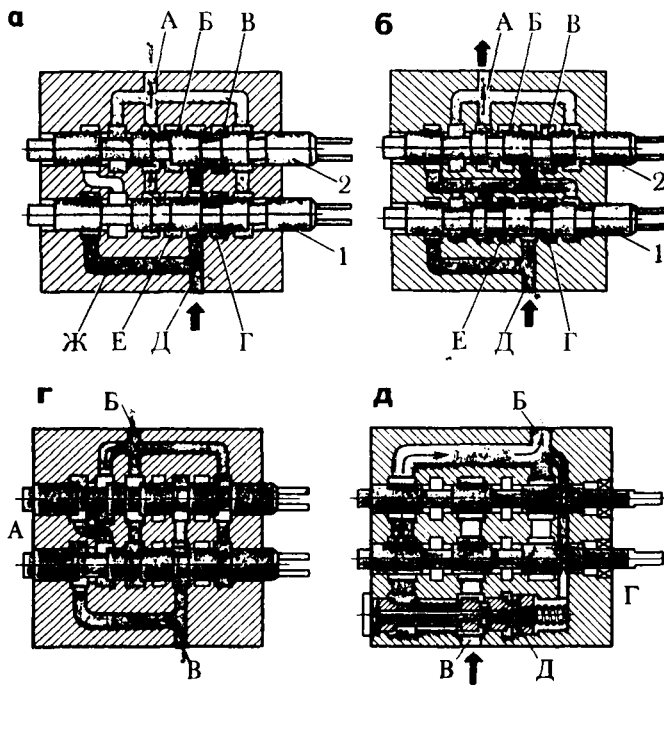
Секционные (а) и моноблочный (б) гидрораспределители



132

Схемы соединения золотников (а—в) и схемы конструктивного исполнения (г и д) гидрораспределителей:

а — параллельная,  
б — последовательная,  
в — индивидуальная,  
г — с проточной разгрузкой насоса,  
д — то же, с клапанной;  
1 и 2 — золотники



В гидрораспределителях с клапанной схемой разгрузки (рис. 132, д) напорная гидролиния В соединена со сливной гидролинией Б через специальный клапан Д, линия Г управления которым соединена со сливной гидролинией. Насос разгружается при определенном малом давлении независимо от числа золотников в гидрораспределителе. Недостатком такой схемы является возникновение пиков давления при резком включении золотников, когда перекрывается линия Г.

Гидрораспределитель секционного типа с параллельной схемой соединения золотников и проточной схемой разгрузки насоса (рис. 133) применяют на большинстве отечественных гидравлических экскаваторов (например, ЭО-3322А, ЭО-4121).

В напорной секции 1 установлены предохранительный клапан 4 прямого действия и обратный клапан 5, препятствующий перетеканию жидкости из гидродвигателей на слив через проточный канал при промежуточных положениях золотника 6 гидрораспределителя. Рабочая секция 2 состоит из литого корпуса и золотника 6, фиксируемого в нейтральном положении пружиной 7 и шайбами 8. Сливная секция 3 предназначена для отвода жидкости в бак.

В нейтральном положении золотников 6 поток жидкости от насоса поступает в полость В и направляется через проточный канал Г в сливную гидролинию Д. Так происходит разгрузка насоса. При перемещении золотников 6 в рабочее положение проточный канал перекрывается, жидкость через обратный клапан 5 поступает к отводам в исполнительные органы. Гидролинии Е и Ж гидрораспределителя предназначены для слива жидкости из гидродвигателей.

Гидрораспределитель позволяет плавно включать и выключать механизмы и регулировать рабочие скорости перемещением золотника, что обеспечивается конфигурацией регулирующих кромок золотника, размерами и геометрией каналов, очередностью их открытия и закрытия.

**Моноблочный трехзолотниковый гидрораспределитель с параллельной схемой соединения золотников и клапанной разгрузкой насоса** (рис. 134) используют на навесных (на тракторах) гидравлических экскаваторах.

При нейтральном положении золотников 5 отводы В и Г к рабочим органам закрыты, а гидролиния Д управления переливным золотником 5 соединена со сливной гидролинией Е. При этом поток жидкости от насоса, преодолевая сопротивление пружины 4 золотника 5 под небольшим давлением ( $2\text{--}3 \text{ кгс/см}^2$ ), направляется по каналу Ж в сливную гидролинию Е.

При включении любого из золотников гидрораспределителя гидролиния Д управления перекрывается. Жидкость через демпфер в золотник 5 поступает в полость А, давление жидкости, действующее на золотник 5 с двух сторон, уравнивается, и он под действием пружины 4 перемещается вправо и отсоединяет поток жидкости от сливной гидролинии Е. Жидкость через золотник гидрораспределителя направляется к гидродвигателю.

Если давление в соединенных через демпфер полостях Б и А выше давления настройки пружины 1 предохранительного клапана 2, жидкость из полости А через клапан 2 поступает в сливную гидролинию (на рисунке не показано). Количество жидкости, поступившей из полости А на слив, не может быть пополнено через малое отверстие демпфера (диаметр 1,1 мм). Поэтому золотник 5 под давлением, действующим в полости Б на его торцы, преодолевает сопротивление пружины 4, перемещается влево и соединяет напорную Б и сливную Е гидролинии. При этом поток жидкости под давлением, определяемым давлением настройки пружины 1 клапана 2, направляется в гидробак.

При понижении давления в системе клапан 2 закрывается, давление жидкости, действующее на золотник 5, уравнивается, и золотник 5 под действием пружины 4 перемещается вправо, разъединяя напорную и сливную гидролинии.

Характерная особенность этого гидрораспределителя — механическая обработка всех отверстий и карманов в корпусе 3, вследствие чего в гидросистему не попадают включения, которые бывают на литых внутренних поверхностях.

Во избежание увеличения количества трубопроводов и соединений в гидролиниях к гидрораспределителям экскаваторов присоединяют ряд других гидроаппаратов: предохранительный и переливной клапаны, дополнительные устройства для управления специальными операциями, например безнасосным опусканием стрелы.

Устройство для управляемого безнасосного опускания стрелы (рис. 135) применяют для сокращения продолжительности цикла экскавации (в основном обратной лопаты) за счет возможности совмещения трех движений при двух насосах, а также увеличения скорости опускания стрелы под действием собственного веса; обеспечения мягкой посадки ковша на грунт благодаря возможности плавно регулировать скорость опускания стрелы; повышения удобства управления и обеспечения возможности использовать прямую лопату с погрузочным ковшом на погрузочных работах, в том числе на подборке материа-

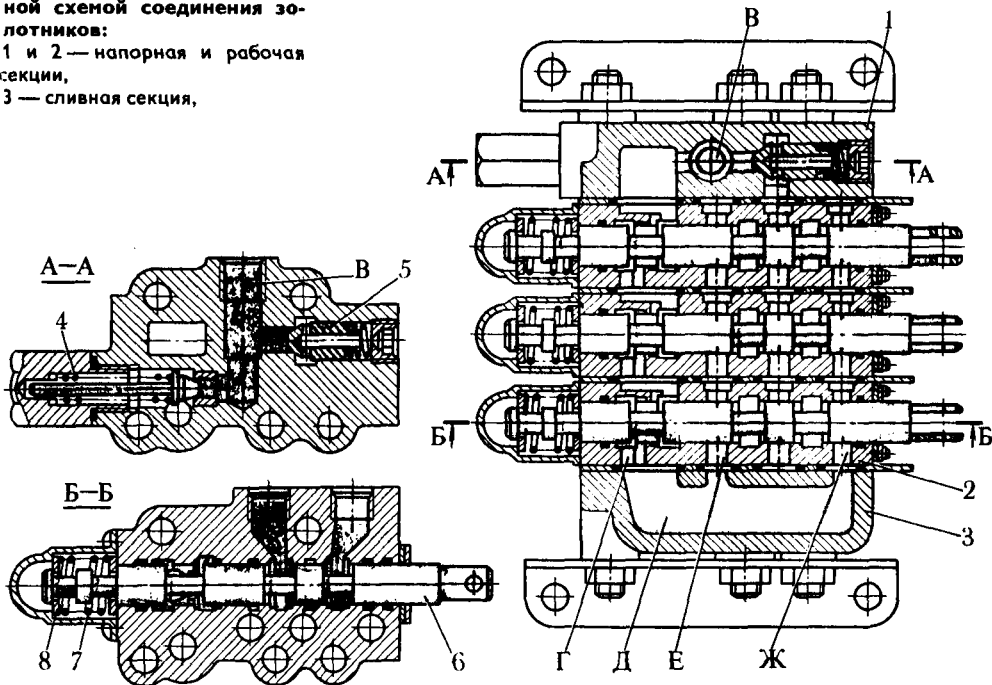


Секционный гидрораспределитель с проточной разгрузкой насоса и параллельной схемой соединения золотников:

1 и 2 — напорная и рабочая секции,  
3 — сливная секция,

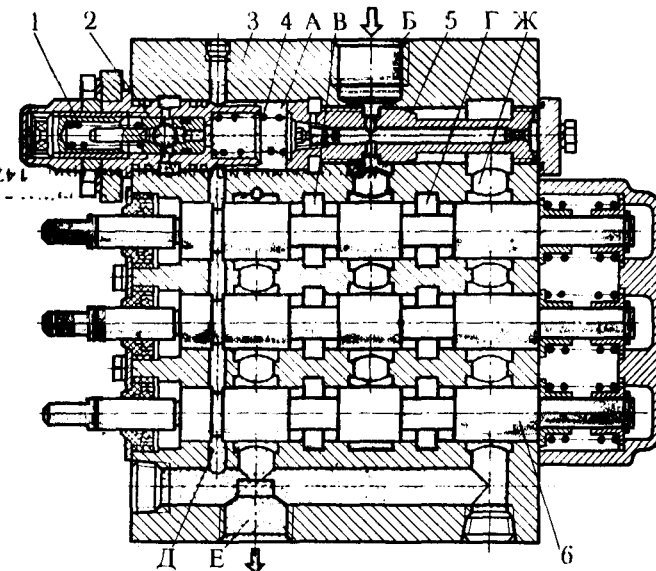
4 и 5 — предохранительный и обратный клапаны,  
6 — золотник,

7 — возвратная пружина золотника,  
8 — шайба



Моноблочный гидрораспределитель с клапанной разгрузкой насоса и параллельной схемой соединения золотников:

1, 4 — пружины предохранительного клапана и переливного золотника,  
2 — предохранительный клапан,  
3 — корпус,  
5 и 6 — золотники переливной и управления



лов с твердого горизонтального основания, за счет возможности работы гидроцилиндра стрелы в плавающем положении.

На рис. 135 показано устройство для безнасосного опускания стрелы экскаватора ЭО-4121. Оно состоит из золотника 8 в корпусе 7, который пристыкован к корпусу 16 рабочей секции гидрораспределителя, управляющей подъемом и опусканием стрелы в режиме питания от насоса.

В один торец золотника 8 ввернута на резьбе вилка 1, соединенная рычажной системой с рукояткой или педалью управления, а в другой торец — хвостовик 12. Передняя крышка 3 с грязесъемником 4 закреплена на корпусе 7 четырьмя болтами 2. Герметичность обеспечивается резиновыми кольцами 6, прижимаемыми кольцами 5. Большинство деталей устройства унифицировано с деталями рабочей секции гидрораспределителя.

Золотник 8 удерживается в исходном — крайнем правом положении (рис. 135, а) пружинной 11, зажатой между фигурными шайбами 9. Каналы В и Г соединены соответственно с поршневой и штоковой полостями гидроцилиндров 18 стрелы. При показанном на рисунке положении золотников 8 и 15 полости гидроцилиндров 18 заперты, т. е. отсоединены от напорных и сливных каналов, и стрела удерживается в определенном положении.

Чтобы произвести подъем стрелы, золотник 15 рабочей секции перемещают вправо (рис. 135, б). При этом жидкость под давлением поступает из канала Б через канал В в поршневые полости стрелоподъемных гидроцилиндров, а из штоковых полостей — через каналы Г и А — на слив (показано стрелками).

При насосном опускании стрелы золотник 15 перемещается влево. При этом поршневая полость гидроцилиндров 18 через канал В соединяется со сливным каналом А, а штоковая — через канал Г с напорным каналом Б.

При безнасосном опускании стрелы (рис. 135, в) золотник 15 остается в нейтральном положении, отсоединяя рабочие полости В и Г от напорного Б и сливных А каналов, а золотник 8 перемещается влево, соединяя дросселирующими канавками Д полости В и Г. Под действием веса рабочего оборудования рабочая жидкость из поршневой полости гидроцилиндра стрелы вытесняется через канавки Д в штоковую полость, а избыток жидкости, образующийся при этом за счет разницы объемов поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра, уходит через дросселирующие канавки Е в штуцер 17 и на слив.

Регулируя величину перемещения золотника 8, машинист может изменять сопротивление проходу рабочей жидкости через дросселирующие канавки Д и Е, регулируя таким образом скорость вытеснения жидкости из поршневой полости гидроцилиндра стрелы и скорость опускания стрелы.

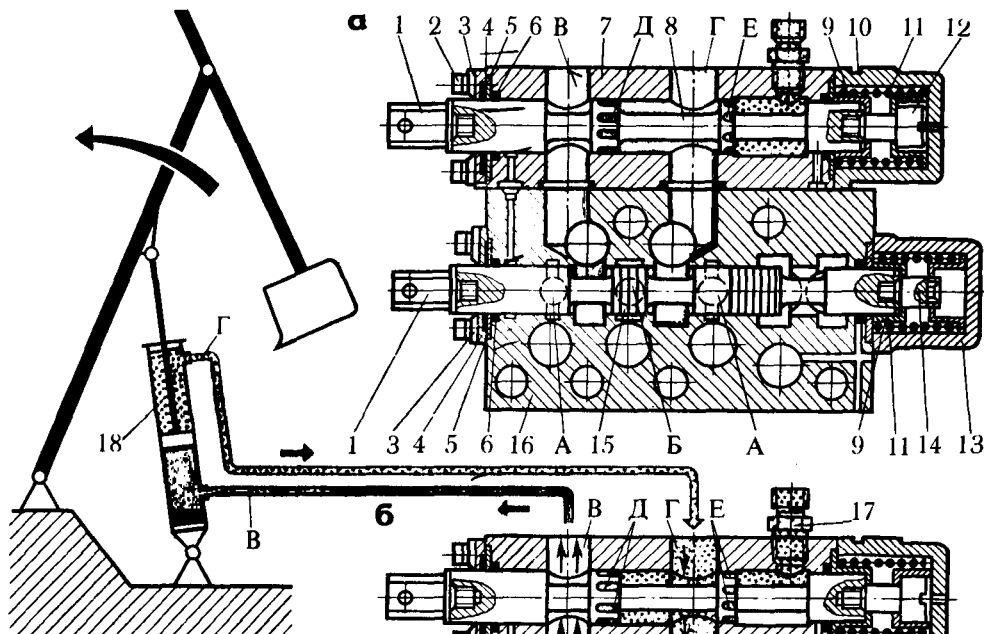
## § 36

### Вспомогательное гидрооборудование

К вспомогательному гидрооборудованию относятся гидробаки, фильтры, охладители.

**Гидробак** — это гидроемкость, предназначенная для питания рабочей жидкостью, а также для компенсации разности объемов полостей гидроцилиндров, пополнения наружных утечек и охлаждения рабочей жидкости. Минимальная емкость бака должна быть не менее 1,5 емкостей остальной части гидропривода и быть не менее максимального расхода жидкости, проходящего через бак за 0,3—0,5 мин. Максимальная емкость бака обычно ограничивается минутным расходом насосной установки. Для лучшей теплоотдачи используют баки плоской формы иногда с ребристой поверхностью.

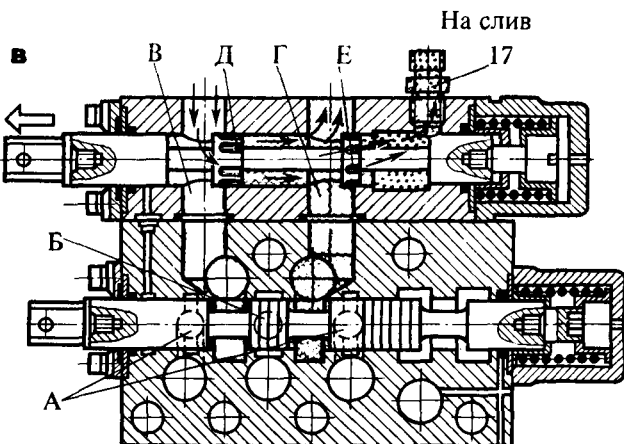
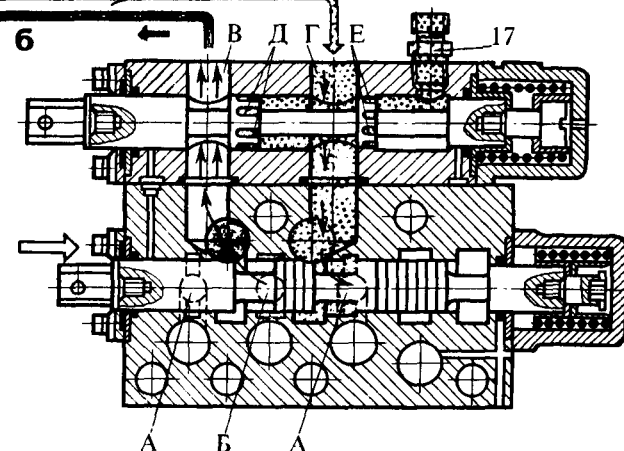
Внутренняя поверхность бака должна быть гладкой, без карманов и предохранена от коррозии специальным химическим покрытием. Нижнюю стенку (дно) бака лучше выпонять куполообразной и снабжать пробкой для слива масла и очистки от загрязнений. Конструкция бака сварная или штамповая из листового проката; она предусматривает возможность контроля уровня жидкости. В заливной горловине бака установлен фильтр грубой счистки. Всасывающий патрубок, через который рабочая жидкость подается к насосной установке, оборудован запорным вентилем для перекрытия подачи жидкости при ремонтах.



135

**Устройство для управляемого безнасосного опускания стрелы:**

а — рабочие полости гидроцилиндров стрелы заперты, б — подъем стрелы, в — безнасосное опускание стрелы; А — сливные каналы рабочей секции, Б — напорный канал, В и Г — рабочие каналы, соединенные с полостями гидроцилиндра, Д и Е — дросселирующие канавки; 1 — вилка, 2 — болт, 3 — передняя крышка, 4 — грязесъемник, 5 и 6 — прижимные и резиновые кольца, 7 — корпус, 8 — золотник безнасосного опускания, 9 — фигурная шайба, 10 и 13 — стаканы, 11 — возвратная пружина, 12 и 14 — хвостовики золотника, 15 — золотник рабочей секции, 16 — корпус рабочей секции, 17 — сливной штуцер, 18 — гидроцилиндр стрелы



Часто во внутренней полости бака для очистки рабочей жидкости устанавливают фильтры, конструкция которых должна обеспечивать их легкий демонтаж, и магнитные пробки для задержания попадающих в бак мелких металлических включений.

На гидравлических экскаваторах в основном применяют баки открытого типа (рис. 136), у которых внутренняя полость связана с атмосферой через салун, обеспечивающий очистку воздуха. Рабочая жидкость сливается в полость бака через отверстия стаканов 14, проходя фильтрующие элементы 10, собранные на трубке 7 и закрепленные гайкой 8. При засорении фильтрующих элементов 10 в результате повышения давления в полости фильтра срабатывает предохранительный клапан 15 и часть рабочей жидкости сливается в бак без фильтрации. В связи с этим очень важна своевременная очистка фильтра. Для снятия фильтра вывертывают болты 16.

Запорный вентиль 3 выполнен совместно со всасывающим штуцером. Для перекрытия бака, например при разборке гидролиний, отвертывают гайку 4 и вывертывают до отказа клапан 5, перекрывающий всасывающий канал.

**Фильтры** предназначены для очистки рабочей жидкости от посторонних примесей, состоящих из продуктов распада масла, износа деталей гидроузлов и других частиц, попадающих в гидросистему извне.

Загрязнение рабочей жидкости в процессе работы системы гидропривода увеличивает износ трущихся деталей гидроаппаратов, снижает КПД гидропривода, повышает нагрев жидкости, нарушает регулировку, приводит к поломкам системы.

По качеству фильтрации (размерам и количеству частиц, пропущенных фильтрами) фильтры бывают грубой, нормальной, тонкой и особо тонкой очистки, пропускающие частицы размером соответственно не менее 100; 10; 5 и 1 мкм. Чем меньше размеры задерживаемых фильтром частиц, тем больше сопротивление прохождению жидкости через единицу площади фильтра. Поэтому для создания необходимой пропускной способности фильтра при небольшом сопротивлении проходу жидкости нужна тем большая площадь фильтрующих элементов, чем мельче поры фильтра.

Фильтр грубой очистки, где в качестве фильтрующего элемента используется металлическая сетка, устанавливают, как правило, в заливной горловине гидросистемы экскаватора, через которую ее заправляют и пополняют рабочей жидкостью.

Во время работы гидросистемы рабочая жидкость обычно фильтруется через сетчатые фильтры с размером ячейки в сетке, очищающей от частиц размером более 40 мкм. Широко распространены сетчатые фильтры в виде набора фильтрующих элементов, заключенных в специальном корпусе. Фильтрующий элемент представляет собой полую чечевицу, изготовленную из металлической сетки и имеющую центральное отверстие. В последнее время на экскаваторах начали применять бумажные фильтрующие элементы с тонкостью фильтрации 25 мкм.

В фильтре гидросистемы фильтруется или весь поток жидкости (последовательное подключение фильтра), или его часть (параллельное). При последовательном включении фильтр рассчитывают на полный расход жидкости при допустимом перепаде давления около 0,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Фильтры устанавливают преимущественно на сливной гидролинии. Установка фильтров на всасывающей линии хотя и предохраняет насос, наиболее чувствительный к загрязнению, вместе с тем ухудшает условия питания насоса, вызывая кавитацию. Фильтры, установленные на напорной гидролинии, находятся под рабочим давлением, что предъявляет повышенные требования к их прочности.

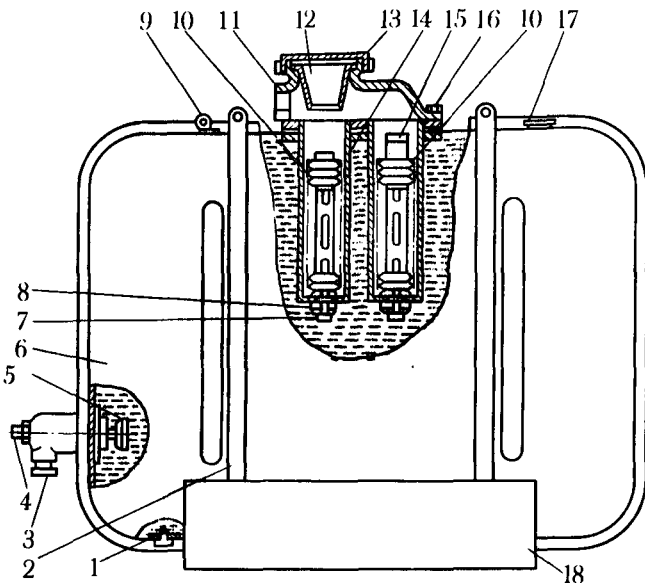
На рис. 137 показан фильтр, устанавливаемый на сливной гидролинии экскаватора ЭО-3322А. Путь прохождения рабочей жидкости через фильтр показан стрелками. Предохранительный клапан 4 пропускает жидкость непосредственно (без фильтрации) из входного отверстия к выходному в том случае, когда фильтрующие элементы 2 засорены и давление, необходимое для прохода всей жидкости через них, поднялось до величин, опасной для прочности корпуса фильтра. Поэтому периодически необходимо промывать или заменять фильтрующие элементы, которые вынимают из корпуса 1 вместе с отвинчивающейся крышкой 3.

**Охлаждатели** предназначены для интенсивного охлаждения рабочей жидкости в системе гидропривода. Нагрев рабочей жидкости до температуры выше 70°C приводит к по-

**Бак рабочей жидкости навесного гидравлического экскаватора:**

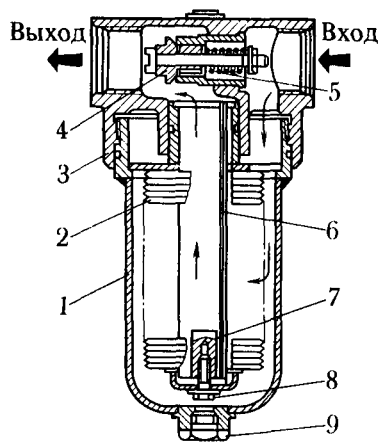
1 — спускная пробка, 2 — стяжка, 3 — запорный вентиль, 4 и 8 — гайки, 5 — клапан, 6 — боковина бака, 7 — трубка, 9 — маслосборная линия, 10 —

фильтрующий элемент, 11 — горловина, 12 — фильтр грубой очистки, 13 — крышка горловины, 14 — корпус (стакан) фильтра, 15 — предохранительный клапан, 16 — болт, 17 — сапун, 18 — кронштейн



**Масляный фильтр экскаватора ЭО-3322А:**

1 — корпус, 2 — фильтрующий элемент, 3 — крышка, 4 — предохранительный клапан, 5 — пружина клапана, 6 — стакан с отверстиями, 7 — стержень крышки, 8 — болт, 9 — спускная пробка



тере их смазочных свойств, вследствие чего могут образовываться задиры на трущихся поверхностях деталей насосов и гидромоторов, которые выведут их из строя. Жидкость непрерывно нагревается в насосе, а также вследствие сопротивления прохождению потока через гидроаппараты и трубопроводы и особенно при повороте платформы в процессе разгона и торможения. Конструкция охладителей аналогична конструкции радиаторов для охлаждения воды в двигателях внутреннего сгорания. Охладители принудительно обдувают вентилятором дизеля, либо специально установленным вентилятором, что обеспечивает более интенсивное охлаждение.

## § 37

### Трубопроводы

Большинство агрегатов гидропривода связано между собой трубопроводами, по которым проходит поток рабочей жидкости. Применяют жесткие металлические трубопроводы, выполненные из цельнотянутых труб, и гибкие — рукава высокого давления (РВД) и резиновые шланги, используемые в линиях низкого давления.

Трубопроводы гидропривода экскаваторов испытывают не только высокое давление (напорное), но и вибрацию во время работы машины. Поэтому трубопроводы и их соединения между собой и с гидроаппаратами системы должны обладать достаточной прочностью и надежностью. Их следует периодически осматривать, чтобы своевременно обнаруживать и устранять утечки рабочей жидкости.

Во время замены жестких трубопроводов нужно иметь в виду, что при изгибе трубы нельзя допускать ее повреждения и сужения. Сужение повышает сопротивление проходу жидкости и создает дополнительный ее нагрев. Радиус изгиба обычно принимают в пределах 8—3 радиусов наружного диаметра трубы, причем большие значения относятся к трубам меньшего диаметра. Трубу следует крепить вблизи места ее изгиба.

Гибкие трубопроводы (РВД) применяют для подвода рабочей жидкости к ограниченно подвижным агрегатам гидропривода, например гидроцилиндрам рабочего оборудования. РВД состоит из внутреннего резинового слоя I (рис. 138), хлопчатобумажного слоя 2 и металлической оплетки 3, поверх которой опять идут в той же последовательности резиновый, хлопчатобумажные слои и металлическая оплетка. Для предохранения от повреждений наружная поверхность рукава покрыта толстым резиновым слоем 4, а иногда еще металлической лентой или проволоочной оплеткой. Число всех слоев и прочность материала оплетки увеличивают в зависимости от давления в гидросистеме, для которой предназначен РВД. Число металлических оплеток определяет тип РВД: I — с одной оплеткой, II — с двумя, III — с тремя.

В некоторых экскаваторах с целью облегчения монтажа и демонтажа трубопроводов РВД и резиновые шланги используют как промежуточные гибкие звенья для присоединения к гидроаппаратам жестких трубопроводов, что позволяет компенсировать возможную неточность изготовления последних.

Трубопроводы соединяют между собой и с агрегатами гидропривода с помощью арматуры, которая должна обеспечивать легкость монтажа и демонтажа, а также надежное уплотнение соединения. Соединения могут быть неподвижными и подвижными (шарнирными).

**Неподвижные соединения трубопроводов.** Наиболее распространены следующие виды неподвижных соединений (рис. 139) трубопроводов: с развальцовкой труб, конусные с медными или алюминиевыми уплотнениями, шаро-конусные, с врезающимся кольцом, с резиновыми уплотнениями.

Соединение с развальцовкой труб (рис. 139, а) рекомендуется для систем с низким рабочим давлением (например, дренажных). Это наиболее простой вид соединения, состоящий из промежуточного (проходного) штуцера 1, двух ниппелей 3 и двух накидных гаек. Для систем с высоким давлением этот вид соединения можно применять только при условии специальной технологической оснастки и высокого качества изготовления.

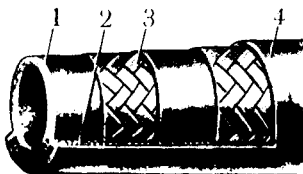
Конусное соединение с медным или алюминиевым уплотнением (рис. 139, б) и шаро-конусное соединение (рис. 139, в) применяют для стальных трубопроводов гидросистем экскаватора с внутренним диаметром от 10 до 35 мм при давлении до 300 кгс/см<sup>2</sup>. Преимущество конусных соединений в том, что при разборке и нарушении герметичности в них заменяют лишь уплотнение 4. Нарушение герметичности шаро-конусных соединений при искажении поверхности прилегания восстановить трудно.

Соединения трубопроводов с помощью врезающегося кольца (рис. 139, г). При навинчивании накидной гайки 2 на проходной штуцер 1 кольцо 6 врежется в материал трубы 5. Затяжка гайки 2 ключом обеспечивает достаточное уплотнение и прочное соединение трубопроводов с узлами гидросистемы.

Для соединения трубопроводов с регулирующими устройствами и другими узлами системы гидропривода используют арматуру с резиновыми уплотнениями. Эти соединения выполняют угловыми или прямыми. Угловые соединения с резиновыми уплотнениями круглого сечения (рис. 139, д) применяют для трубопроводов, которые по условиям монтажа должны иметь различные положения относительно гидроузлов. Для соединения трубопровода, расположение которого постоянно, применяют прямые штуцера с торцовым уплотнением (рис. 139, е).

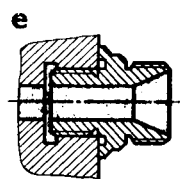
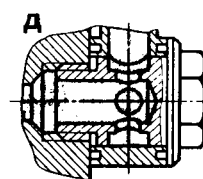
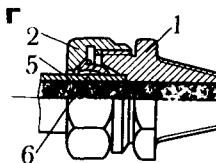
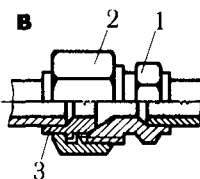
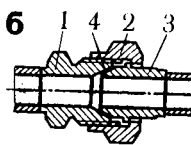
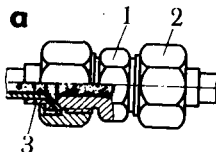
На рис. 140 представлена конструкция соединения рукава высокого давления 7 с концевой арматурой. В отличие от описанных выше конструкций соединений самозапирающееся соединение при разъединении трубопроводов (рис. 141) предотвращает вытекание рабочей жидкости и загрязнение ее в гидроприводе. Корпус соединения состоит из двух частей 4 и 7, которые стянуты накидной гайкой 5. В оба торца корпуса ввернуты штуце-

**Рукав высокого давления:**  
1 и 2 — резиновый и хлопчатобумажный слои, 3 — металлическая оплетка, 4 — наружный резиновый слой (предохранительный)

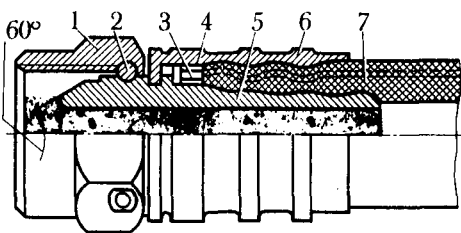


**Неподвижные соединения трубопроводов:**  
а — с развальцовкой труб, б — конусное с уплотнением, в — шаро-конусное, г — с помощью врезавшегося кольца,

д — угловое с торцовым уплотнением, е — прямым штуцером; 1 — штуцер, 2 — накидная гайка, 3 — ниппель, 4 — уплотнение, 5 — труба, 6 — врезавшееся кольцо

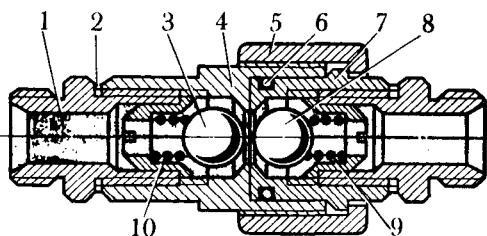


**Соединение рукава с концевой арматурой:**  
1 — накидная гайка, 2 — штифт, 3 и 4 — кольца, 5 — ниппель, 6 — наружная втулка, 7 — рукав высокого давления



**Соединение с самозапирающимися клапанами:**  
1 — штуцер, 2 — уплотнительная прокладка, 3 и 8 — шариковые

вые клапаны, 4 и 7 — части корпуса, 5 — накидная гайка, 6 — уплотнительное кольцо, 9 и 10 — пружины



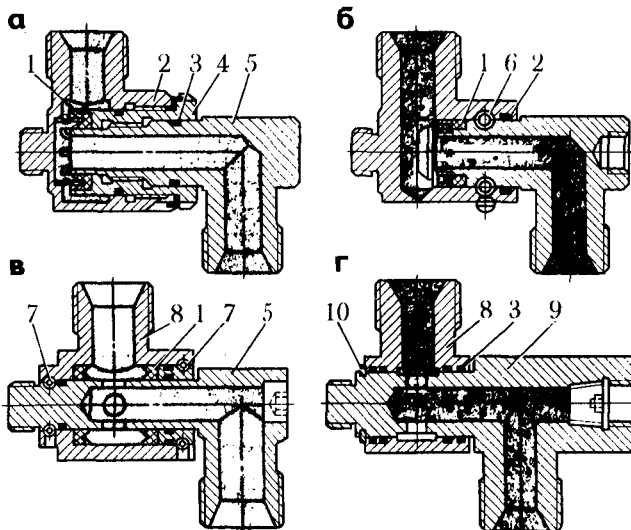
ра 1, зажимающие между своими заплечиками и торцами корпуса уплотнительные медные прокладки 2. Внутри каждой из частей 4 и 7 корпуса установлены шариковые клапаны 3 и 8, на которые воздействуют пружины 10 и 9.

При стягивании соединения гайкой 5 клапаны 3 и 8 упрутся один в другой и, сжимая пружины 10 и 9, отходят от седел в корпусе, образуя проход для рабочей жидкости. При разомкнутом соединении каждый из клапанов прижат пружиной к седлу и препятствует вытеканию жидкости. Резиновое уплотнительное кольцо 6 герметизирует зазор между частями 4 и 7 корпуса при стянутом соединении.

**Подвижные (шарнирные) соединения трубопроводов.** Подвижные соединения трубопроводов применяют в тех случаях, когда необходимо подвести рабочую жидкость к узлу машины, поворачивающемуся при работе относительно подводящего трубопровода.

**Аксиальные (а и б) и радиальные (в и г) шарнирные соединения:**

а — резьбовое,  
б — шариковое,  
в — с манжетными уплотнениями,  
г — с кольцевыми уплотнениями;  
1 — манжета,  
2 — корпус,  
3 и 10 — уплотнительное и пружинное кольцо,  
4 — втулка,  
5, 8 и 9 — штуцера,  
6 — шарик,  
7 — винтовой стопор



Подвижные соединения трубопроводов (коллекторы) бывают двух основных видов: аксиальные (резьбовое и шариковое) и радиальные с манжетными и кольцевыми уплотнениями.

Аксиальные соединения не разгружены от действия давления жидкости вдоль оси вращения коллектора. В аксиальном резьбовом соединении (рис. 142, а) угловой штуцер 5 вращается в резьбе втулки 4, закрепленной неподвижно в корпусе 2. Герметичность конструкции создается манжетой 1 и уплотнительными кольцами 3. Недостатки данной конструкции — осевое перемещение подвижного штуцера 5 при вращении по резьбе, вызывающее деформацию труб и нагружение его осевыми силами.

В аксиальном шариковом соединении (рис. 142, б) осевые силы воспринимаются шариками 6, помещаемыми через резьбовое отверстие корпуса 2. Недостатки шарикового соединения — небольшой срок службы манжеты 1.

Радиальные соединения разгружены от осевых сил. Они отличаются простой конструкцией и меньшими габаритами, однако требуют повышенной точности изготовления. Соединения этого типа выполняют с манжетными или кольцевыми уплотнениями.

Соединение с манжетными уплотнениями (рис. 142, в) удерживается от осевого сдвига винтовыми стопорами 7, выполненными по типу винтовых пружин для манжет трансмиссионных валов. При работе манжета 1 поворачивается со штуцером 8 относительно штуцера 5. Соединение с кольцевыми уплотнениями (рис. 142, г) состоит из штуцеров 8 и 9, закрепленных кольцом 10, и четырех уплотнительных колец 3 круглого сечения.

Для одновременного подвода рабочей жидкости от гидрораспределителей к нескольким исполнительным механизмам на подвижных элементах экскаватора или с поворотной платформы к механизмам ходового устройства применяют групповые шарнирные соединения. Групповое шарнирное соединение (рис. 143) представляет собой набор радиальных шарнирных соединений, выполненных в одном корпусе. Подведенная к неподвижному штуцеру 2 рабочая жидкость проходит по каналам Б внутренней неподвижной втулки 6 и через кольцевые проточки В поступает в подвижные штуцера 3, 10 и др. Внутреннее отверстие Г служит для закрепления коллектора на машине, по каналу А отводятся утечки рабочей жидкости, прошедшие через круглые резиновые уплотнения 5.

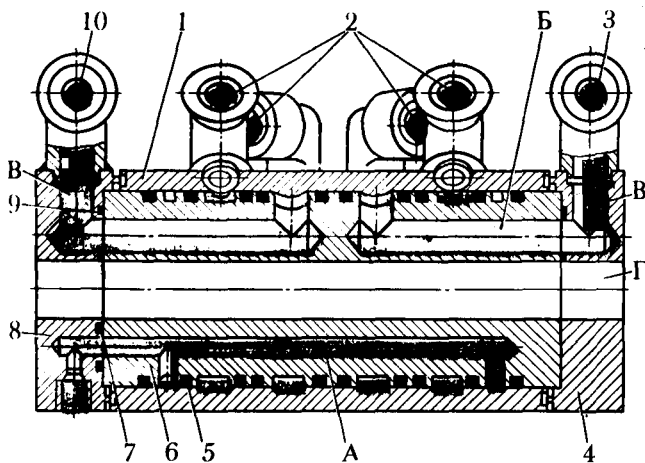
При изготовлении наружной втулки снимают фаски в отверстиях под штуцера с внутренней стороны и защищают их. В противном случае при сборке могут быть срезаны резиновые уплотнения.



143

**Групповое шарнирное соединение:**

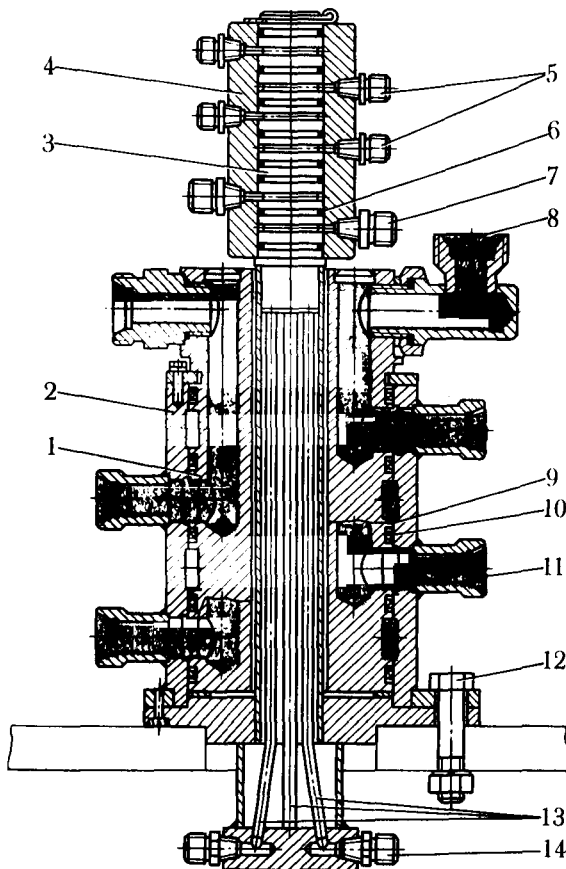
1 и 6 — наружная и внутренняя втулки,  
2, 3 и 10 — штуцера,  
4 и 8 — крышки,  
5, 7 и 9 — уплотнительные кольца



144

**Центральный коллектор:**

1 — колонка,  
2 — гильза,  
3 — цапфа,  
4 — втулка,  
5, 7 и 14 — штуцера пневмо- и гидроуправления,  
6 и 10 — резиновые уплотнительные кольца,  
8 и 11 — штуцера гидропривода,  
9 — фторопластовое уплотнительное кольцо,  
12 — болт крепления к ходовой раме, 13 — трубопроводы



К групповым соединениям также относится центральный коллектор (рис. 144), который управляют по оси вращения платформы. Центральный коллектор предназначен для передачи рабочей жидкости (для привода гидромотора механизмов передвижения, гидроцилиндра выносных опор и поворота колес), а также сжатого воздуха (для управления тормозами, стабилизаторами и коробкой передач пневмоколесных экскаваторов) с поворотной части к ходовому устройству.

Центральный коллектор крепят болтами 12 к раме ходового устройства экскаватора. В неподвижную гильзу 2 вварены штуцера 11, от которых трубопроводы идут к гидромотору передвижения и к гидроцилиндру выносных опор. В гильзе 2 свободно вращается колонка 1, которая поворачивается вместе с поворотной платформой. В верхнюю часть колонки 1 ввернуты штуцера 8, которые при любом положении колонки 1 относительно гильзы 2 сообщаются через каналы и кольцевые проточки в колонке с соответствующим из штуцеров 11, ввернутых в гильзу. В верхнюю втулку 4, вращающуюся с поворотной платформой, ввернуты штуцера 5 и 7 пневмо- и гидроуправления. Против этих штуцеров расположены кольцевые проточки в цапфе 3, которые через каналы, выполненные в цапфе 3, и трубопроводы 13 сообщаются с соответствующими штуцерами 14, расположенными на раме ходового устройства, от которых отводятся пневмопроводы к тормозам и другим узлам на ходовой части машины.

Цапфа 3, расположенная выше и являющаяся внутренней частью конструкции, не вращается, так как удерживается трубой и нижним фланцем, прикрепленным к ходовой раме. Для разделения потоков в колонке 1 и цапфе 3 в специальных выточках размещены уплотнительные кольца 6 и 10. Там, где потоки жидкости находятся под большим давлением, кроме резиновых колец установлены фторопластовые кольца 10.

Рабочая жидкость подводится к колонке 1 от гидрораспределителей.

## Глава XI

## СХЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

### § 38

### Классификация схем гидроприводов

Схема гидропривода определяет принципиальную взаимосвязь между его элементами: насосной установкой, регулирующими (в том числе распределительными) устройствами, гидродвигателями и другим оборудованием независимо от конструктивного исполнения.

От схемы гидропривода зависят:

технологические возможности экскаватора при работе с различными видами рабочего оборудования;

производительность экскаватора, на которую влияет не только удобство управления рабочим оборудованием при копании, но и возможность рационального совмещения различных операций при повороте на выгрузку и обратно;

возможность максимального использования мощности насосной установки в течение цикла при минимальных потерях энергии, сообщаемой насосной установкой потоку рабочей жидкости;

возможность использования мощности насосной установки (потоков рабочей жидкости от всех насосов) для привода стрелы, рукояти и ковша, а также для передвижения экскаватора.

Схемы гидропривода классифицируют по следующим признакам:

по числу потоков рабочей жидкости, подаваемых от насосной установки, — на одно- и многопоточные (двух-, трехпоточные и т. д.);

по возможности объединения потоков — с отдельными (автономными) и объединяемыми потоками;

по виду питания гидродвигателей — с индивидуальным и групповым питанием.

При *однопоточной* схеме гидропривода основные механизмы экскаватора приводятся

в действие от одного или нескольких насосов, подающих рабочую жидкость в одну напорную гидролинию; при *многопоточной* схеме основные механизмы экскаватора приводятся в действие от двух или более насосов, которые могут одновременно подавать рабочую жидкость в разные напорные гидролинии.

В схемах гидропривода с автономными потоками подаваемые различными насосами потоки жидкости не могут быть объединены; в схемах с *объединяемыми* потоками подаваемые различными насосами потоки жидкости могут быть объединены в одной напорной линии (насоса или гидродвигателя). При этом потоки могут быть соединены или разъединены вручную машинистом или автоматически при заранее заданных условиях (например, при определенном давлении).

При *индивидуальном питании* от одного потока может питаться только один гидродвигатель. При *групповом питании* от одного или нескольких потоков может питаться несколько гидродвигателей. В схемах гидропривода с групповым питанием гидродвигатели могут подключаться к напорной линии параллельно, последовательно или раздельно.

При *параллельном* питании напорная линия насоса может быть одновременно соединена с напорными рабочими линиями двух или более гидродвигателей; при *последовательном* питании напорная линия насоса может быть одновременно соединена с напорной рабочей линией только одного из гидродвигателей, сливная линия которого соединяется с напорной линией второго гидродвигателя, и т. д; при *раздельном* питании напорная линия насоса может быть одновременно соединена с напорной рабочей линией только одного из гидродвигателей (или группы гидродвигателей, приводящих в движение один механизм). При этом исключается также возможность последовательного питания других гидродвигателей.

В схемах гидроприводов экскаваторов часто применяют комбинированное питание гидродвигателей, т. е. сочетание различных видов группового питания, например параллельно-последовательное, раздельно-последовательное и т. п.

## § 39

### Примеры схем гидропривода

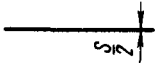
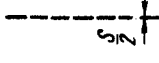
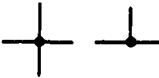
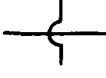
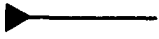
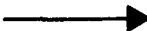
Однопоточные системы гидроприводов, являющиеся наиболее простыми, выполняют обычно с параллельным, последовательным или параллельно-последовательным питанием гидродвигателей. Вид питания определяет возможности совмещения рабочих операций в цикле.

При *параллельном питании* очень сложно управлять каждым из движений во время совмещения операций. Это определяется тем, что для привода каждого из совмещенных движений используются различные величины давления, в связи с чем необходимо искусственно за счет дросселирования в гидрораспределителе увеличивать сопротивление прохождению жидкости в гидродвигатели, требующие меньшего давления. В противном случае основной поток пойдет в гидродвигатель с наименьшей нагрузкой, а питание остальных может вообще прекратиться.

Таким образом, совмещение операций при параллельном питании связано со значительными потерями на дросселирование жидкости под давлением, которое нужно подвести к максимально нагруженному гидродвигателю. В связи с этим однопоточные системы с параллельным питанием используют редко и только на экскаваторах небольшой мощности.

При *последовательном питании* весь поток жидкости поступает от насоса к первому гидродвигателю, а слив из него — ко второму. Поэтому при полностью открытых проходах в золотниках гидрораспределителя, управляющих обоими гидродвигателями, последние приводят в движение с определенной скоростью независимо от нагрузки на каждом из них, а необходимое давление в напорной линии насоса характеризуется суммарной нагрузкой последовательно питаемых гидродвигателей.

В экскаваторах последовательное питание иногда используют для совмещения движений элементов рабочего оборудования (стрелы, рукояти, ковша) при подъеме его из забоя, повороте платформы, разгрузке ковша в отвал и т. п.

| Наименование                                                     | Условные обозначения                                                                | Наименование                                                   | Условные обозначения                                                                 |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Бак:<br>под атмосферным давлением<br>с внутренним давлением:     |    | Заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т. п.        |    |
| выше атмосферного                                                |    | Гидролиния связи (трубопроводы):<br>всасывания, напора, слива  |    |
| ниже атмосферного (вакуумом)                                     |    | управления                                                     |    |
| Аккумулятор:<br>пневматический (ресивер, баллон, воздухосборник) |    | дренажные (отвод утечек)                                       |    |
| гидравлический (без указания принципа действия)                  |    | Соединение гидролинии связи                                    |    |
| пружинный гидравлический                                         |    | Перекрещивание гидролиний связи (несоединенные линии)          |    |
| пневмогидравлический                                             |  | Подвод жидкости под давлением (без указания источника питания) |  |
| Фильтр для жидкости или воздуха                                  |  | Слив жидкости из гидросистемы                                  |  |
| Охладитель жидкости или воздуха                                  |  | Удаление воздуха из гидросистемы                               |  |

| Наименование                                                                                               | Условные обозначения | Наименование                                                                                                                                                                                                  | Условные обозначения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Дроссель (местное сопротивление в линии) — расход зависит от вязкости рабочей среды                        |                      | непрямого действия                                                                                                                                                                                            |                      |
| Шарнирное соединение трубопроводов:                                                                        |                      | с дополнительным подводом давления от отдельной гидролинии                                                                                                                                                    |                      |
| однолинейное                                                                                               |                      |                                                                                                                                                                                                               |                      |
| трехлинейное                                                                                               |                      |                                                                                                                                                                                                               |                      |
| Быстроразъемная муфта: без обратных клапанов                                                               |                      | Напорный клапан (аппарат, поддерживающий постоянный перепад давления $p_1 - p_2$ )                                                                                                                            |                      |
| с обратными клапанами                                                                                      |                      | Редукционный гидравлический клапан (клапан, поддерживающий постоянное давление на выходе $p_2$ независимо от давления на входе $p_1$ при условии, что $p_2 < p_1$ ) при давлении на выходе $p_2$ , зависящем: |                      |
| Регулирующий орган: нормально закрытый                                                                     |                      | от усилия пружины                                                                                                                                                                                             |                      |
| нормально открытый                                                                                         |                      | от давления управления $p_3$                                                                                                                                                                                  |                      |
| Предохранительный клапан (клапан, ограничивающий максимальное давление $p_1$ ): с собственным управлением: |                      | Регуляторы потока:                                                                                                                                                                                            |                      |
| прямого действия                                                                                           |                      | дроссель                                                                                                                                                                                                      |                      |

| Наименование                                           | Условные обозначения | Наименование                     | Условные обозначения |
|--------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| дрессель с автоматически управляемым напорным клапаном |                      | Насос регулируемый:              |                      |
|                                                        |                      | с постоянным направлением потока |                      |
| то же, и с предохранительным клапаном                  |                      | с реверсируемым потоком          |                      |
| Обратный клапан                                        |                      | Гидромотор нерегулируемый:       |                      |
| Насос нерегулируемый:                                  |                      | с постоянным направлением потока |                      |
| с постоянным направлением потока                       |                      | с реверсируемым потоком          |                      |
| с реверсируемым потоком                                |                      | Гидромотор регулируемый:         |                      |
|                                                        |                      | с постоянным направлением потока |                      |
|                                                        |                      | с реверсируемым потоком          |                      |

В табл. 6 приведены условные обозначения элементов гидропривода, используемые при графическом изображении схем гидропривода.

Рассмотрим схему однопоточной системы гидропривода с групповым последовательным питанием всех гидродвигателей рабочего оборудования и механизма поворота платформы (рис. 145).

Гидропривод этих механизмов питается от нерегулируемого насоса 1, который также используют для привода вспомогательных механизмов, поворота управляемых ходовых колес и выдвижения выносных опор.

Жидкость от насоса 1 подается к клапанно-распределительному блоку 3 с проточной разгрузкой насоса, состоящему из напорной, семи рабочих и сливной секций. В напорной секции установлен предохранительный клапан, а ко всем рабочим с помощью фланцев прикреплены блоки предохранительных клапанов, ограничивающих максимальные величины давления в рабочих полостях гидродвигателей при любом, в том числе закрытом положении золотников управления.

Последовательное питание позволяет использовать всю мощность насосной установки при работе одного из гидродвигателей. Однако при совмещении операций (например, копания грунта и подачи ковша к забою для регулирования толщины стружки) скорость основного движения — копания грунта поворотом рукояти или ковша — резко падает из-за срабатывания предохранительного клапана в напорной секции, вследствие чего уменьшается расход жидкости, поступающей в гидродвигатели.

Другая характерная для последовательного питания особенность этой схемы заключается в том, что если первым из приводимых гидродвигателей является гидроцилиндр, то подаваемый к следующему гидродвигателю объем жидкости уменьшается по сравнению с расходом насоса в том случае, если слив осуществляется из штоковой полости гидроцилиндра (первого гидродвигателя), и увеличивается, если жидкость ко второму гидродвигателю поступает из поршневой полости.

Для подпитки гидромотора 10 механизма поворота предусмотрены антикавитационные обратные клапаны 9, присоединенные болтами к его крышке. Вливной гидролинии гидрораспределителя с помощью напорного клапана 2 поддерживается определенное избыточное давление, что повышает надежность подпитки.

Рулевое управление осуществляется с помощью следящего гидропривода, в котором для обратной связи использован последовательно соединенный с рабочим гидроцилиндром 7 второй гидроцилиндр 12. Для уменьшения силы ударов поршней о крышки гидроцилиндров в конце хода в поршни встроены механически управляемые обратные клапаны, которые открываются при подходе поршня к крышкам гидроцилиндра, сообщая между собой штоковую и поршневую полости гидроцилиндра.

Двухпоточные системы обеспечивают независимое совмещение и регулирование скорости двух операций и чаще других применяются для экскаваторов.

Для навесных экскаваторов, как правило, используют двухпоточные системы с автономными потоками. Эти потоки обычно отличаются по расходу (количеству подаваемой жидкости), причем больший используется для привода гидродвигателей рабочего оборудования, а меньший — для механизмов поворота колонны и вспомогательных.

На навесных экскаваторах ЭО-2621А применена двухпоточная схема гидропривода с объединением вручную потоков для питания гидроцилиндра подъема стрелы. Для этого используют отдельный золотник, через который в гидроцилиндр стрелы может дополнительно подаваться поток от насоса меньшей объемной подачи. Дополнительный золотник позволяет не только увеличивать производительность экскаватора за счет сокращения продолжительности подъема ковша с грунтом при работе обратной лопатой посредством объединения потоков, но и обеспечивать независимое управление стрелой при копании.

В полноповоротных экскаваторах с жесткой подвеской стрелы распространены двухпоточные схемы гидропривода от автоматически регулируемых насосов с объединением потоков вручную и групповым параллельно-последовательным питанием гидродвигателей. Такая схема является типовой для отечественных гидравлических экскаваторов 3—4-й размерных групп.

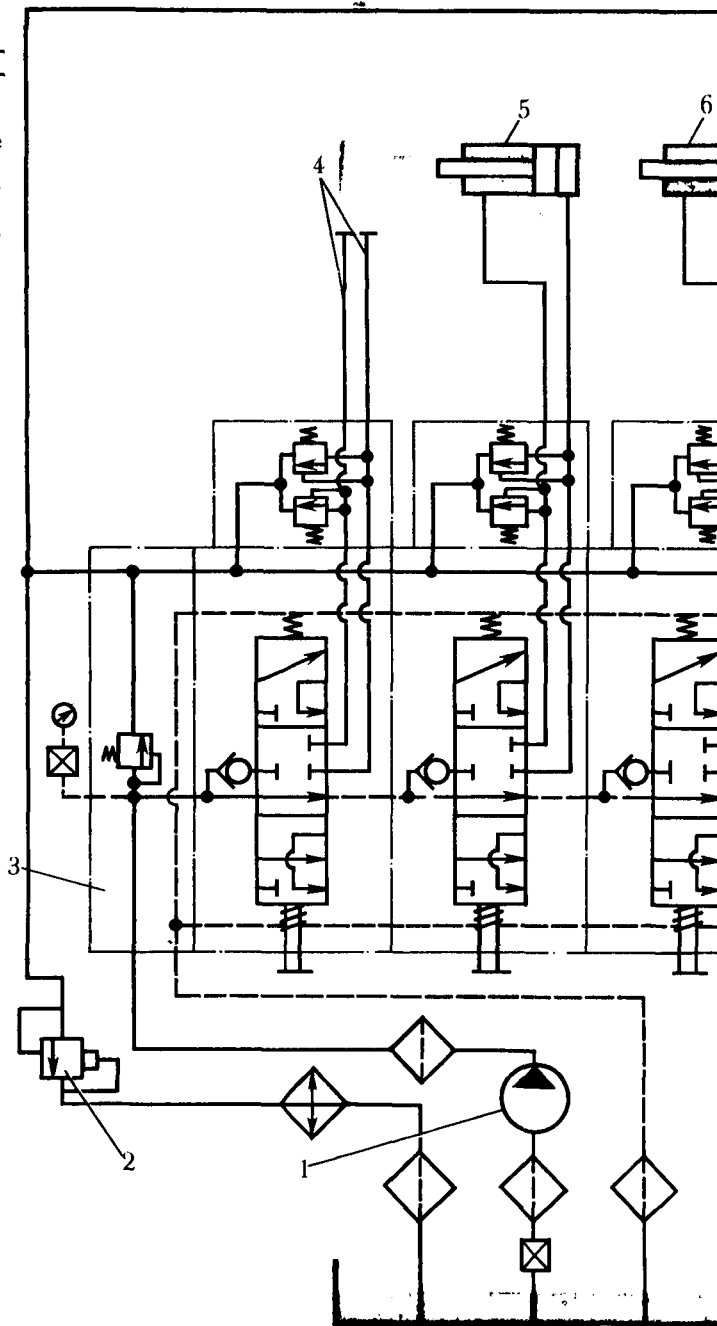
В качестве примера рассмотрим схему гидропривода пневмоколесного экскаватора 3-й размерной группы (рис. 146).

Основные механизмы приводятся в движение от двухсекционного автоматически и совместно регулируемого аксиально-поршневого насоса 1. Потоки рабочей жидкости от секций А и Б насоса 1 питают соответственно гидрораспределительные блоки 6 и 19 секционного типа с проточной разгрузкой насоса и параллельным<sup>1</sup> питанием гидродвигателей. Если все золотники гидрораспределительного блока 6 находятся в нейтральном положении (как показано на рисунке), то поток от секции А насоса объединяется с потоком от секции Б и гидрораспределительный блок 19 питается полным потоком от насосной установки. При включении любого из золотников гидрораспределительного блока 6 потоки жидкости от секций А и Б насоса 1 разъединяются, причем слив из гидрораспреде-

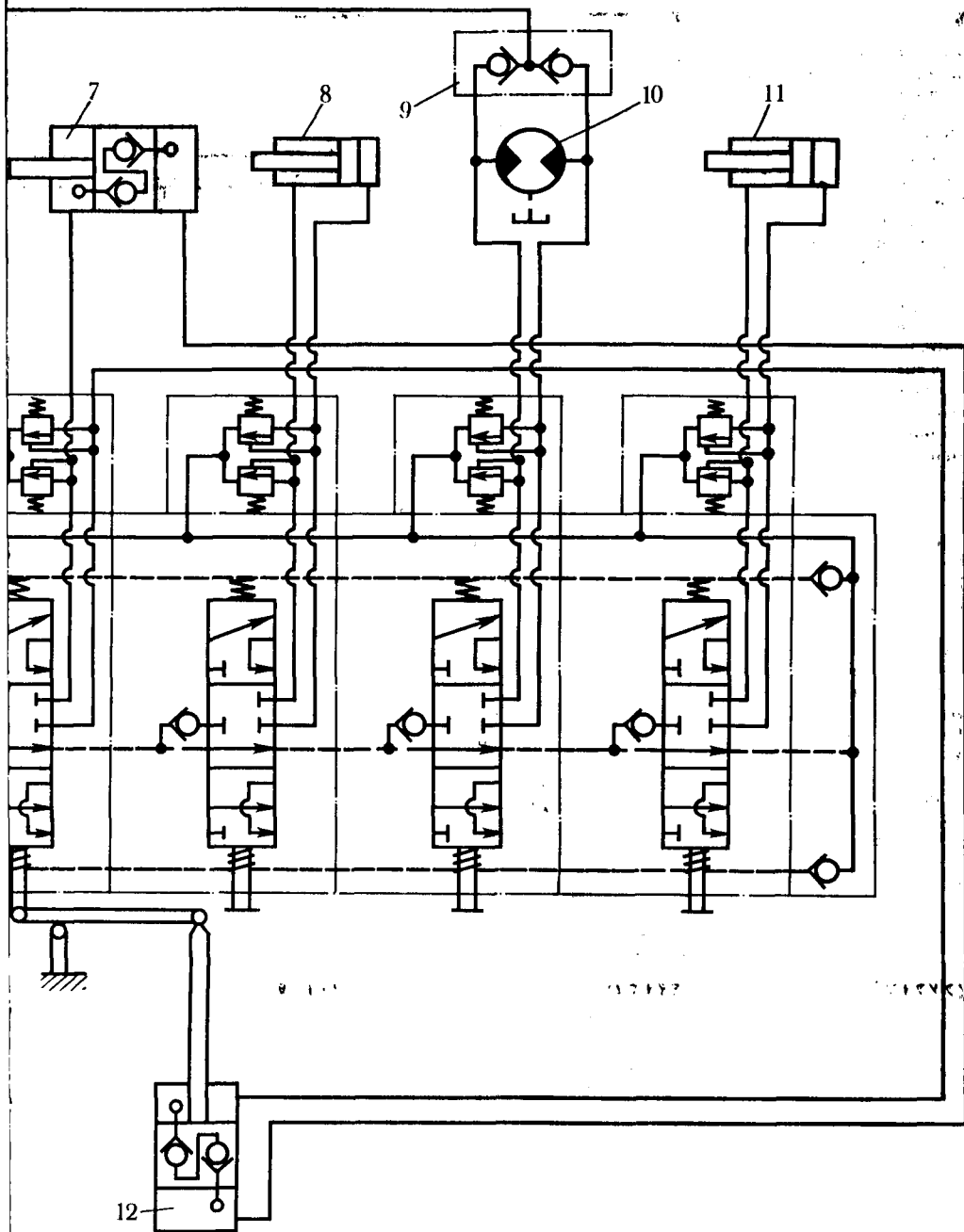
<sup>1</sup> За исключением рабочей секции ЗР7, имеющей раздельное от секций ЗР4, ЗР5 и ЗР6 питание за счет использования промежуточной секции КО4.

**Однопоточная схема гидропривода с последовательным питанием:**

- 1 — насос,
- 2 и 9 — напорный и обратные клапаны,
- 3 — клапанно-распределительный блок,
- 4 — отводы на гидродвигатель дополнительного механизма;
- 5 — стрелы,
- 6 — рукояти,
- 7 — рулевого управления,
- 8 — ковша,
- 11 — выносных опор,
- 12 — обратной связи рулевого управления;
- 10 — гидромотор механизма поворота

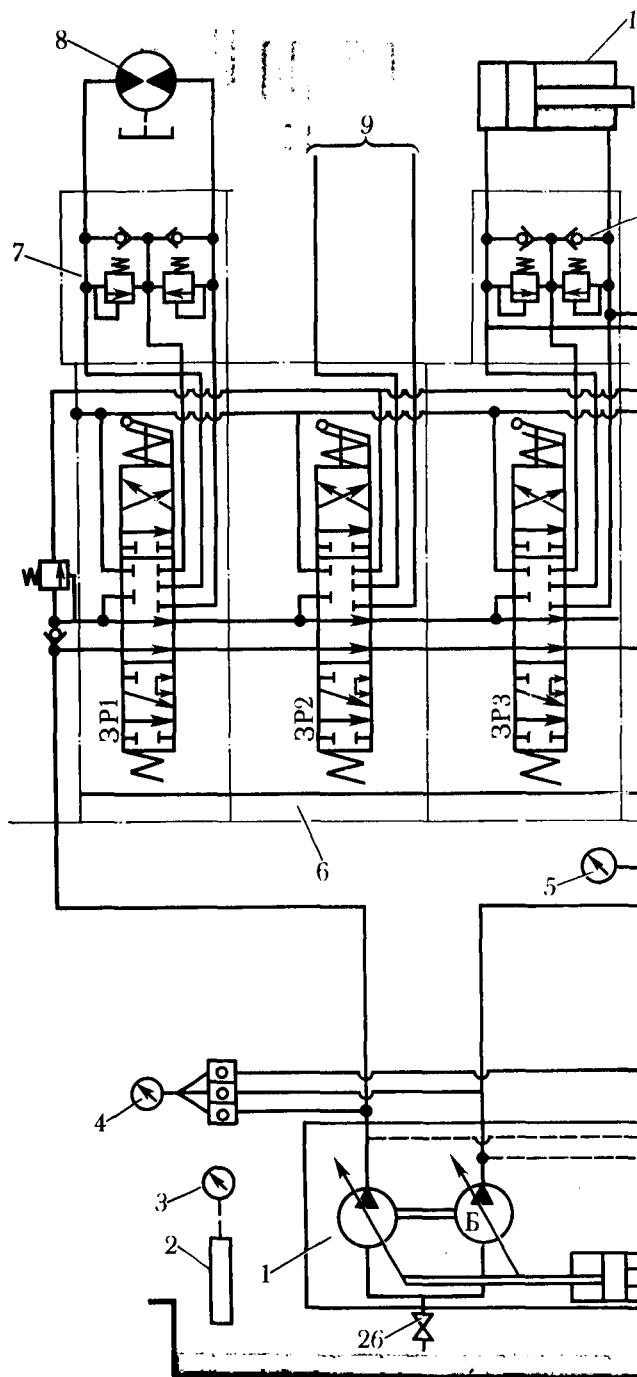


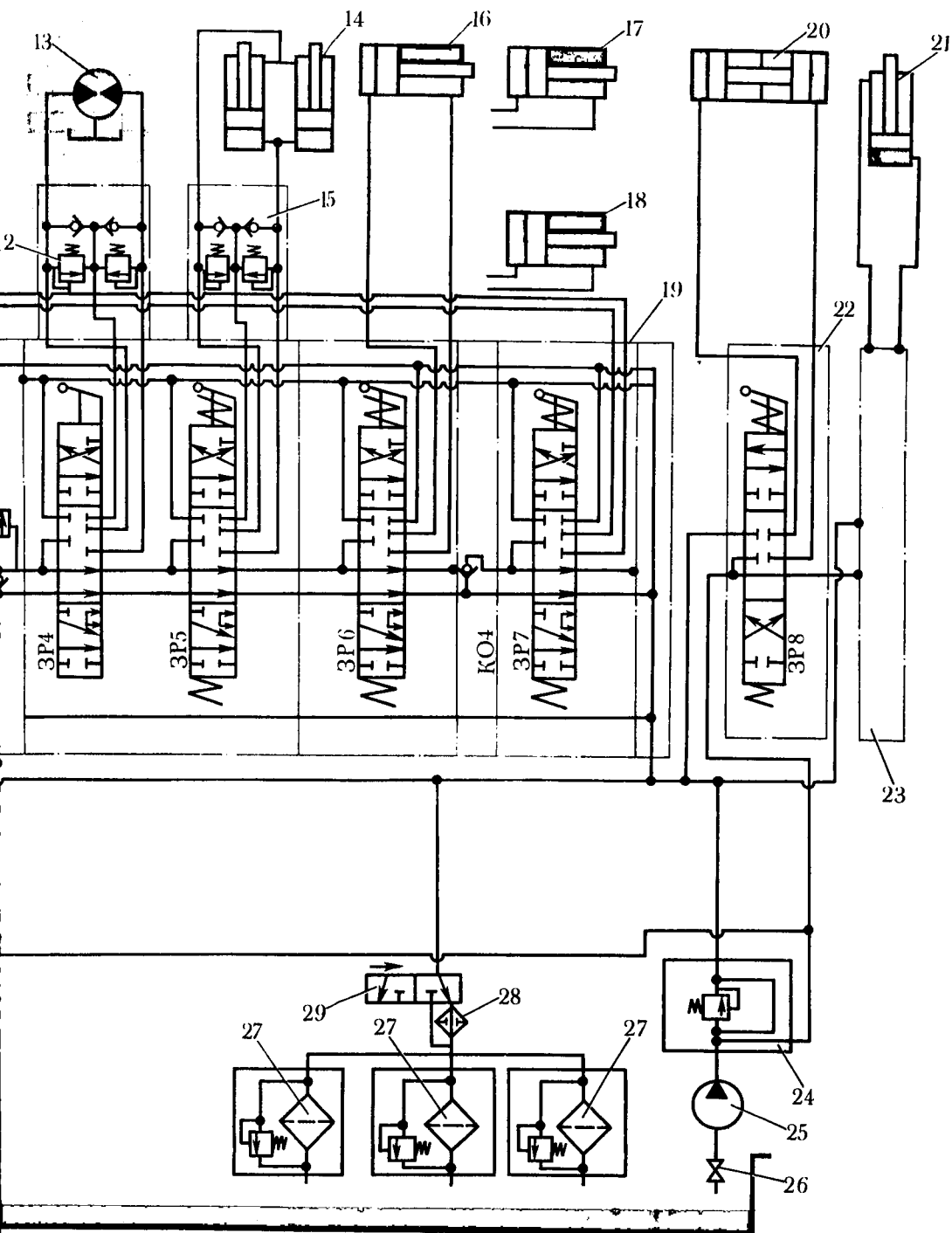




**Двухпоточная схема гидропривода от насосов совместно регулируемой подачи с объединяемыми вручную потоками и параллельным питанием:**

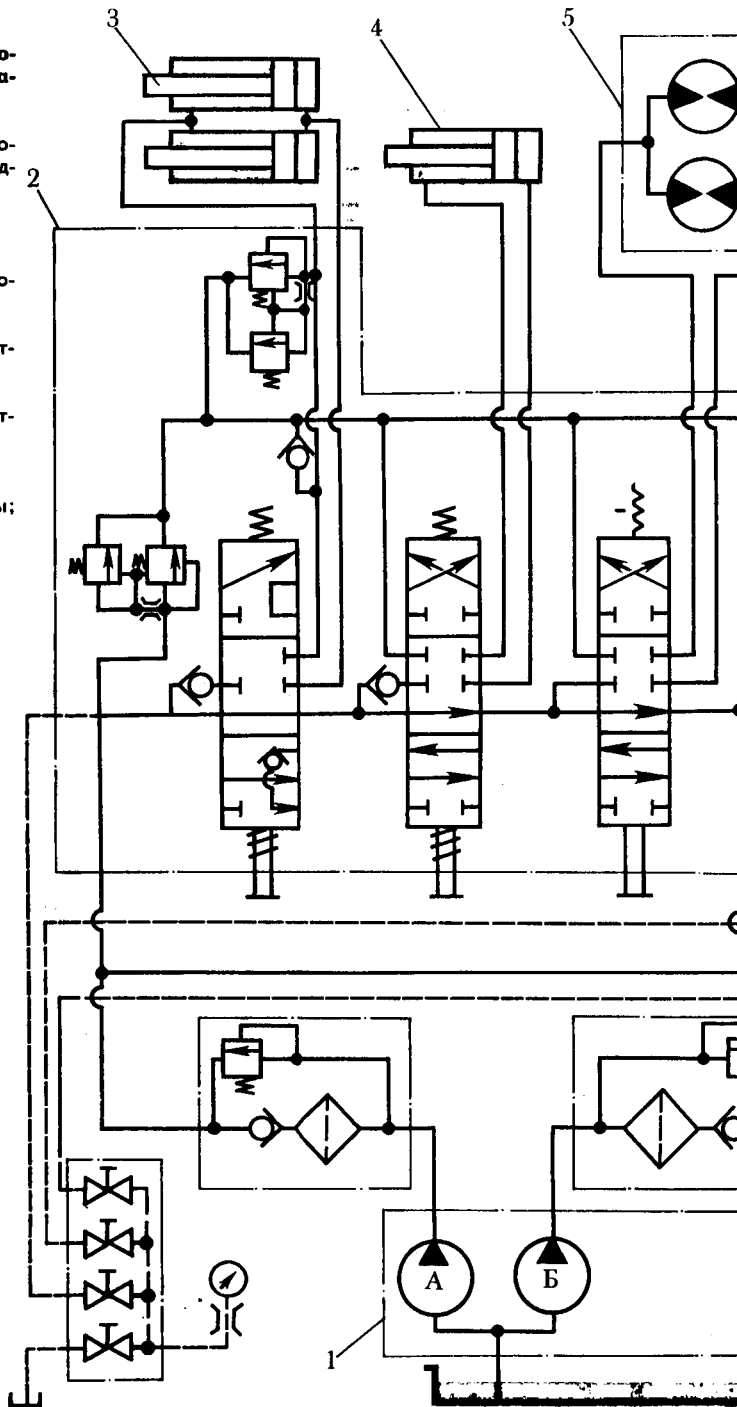
1 — сдвоенный регулируемый насос;  
2 — датчик температуры;  
3 — указатель температуры;  
4 и 5 — манометры;  
6 и 19 — гидрораспределительные блоки;  
7, 11, 12 и 15 — блоки клапанов;  
гидромоторы:  
8 — поворота,  
13 — передвижения;  
9 — рабочие гидролинии резервной рабочей секции; гидроцилиндры:  
10 — рукояти,  
14 — стрелы,  
16 — ковша обратной лопаты,  
17 — ковша погрузчика,  
18 — челюстей грейфера,  
20 — поворота грейфера,  
21 — поворота колес;  
22 — гидрораспределитель управления поворотом грейфера,  
23 — гидрораспределитель следящей системы поворота колес,  
24 — предохранительный клапан,  
25 — нерегулируемый насос вспомогательной системы гидропривода,  
26 — запорный вентиль,  
27 — фильтр,  
28 — охладитель,  
29 — двухпозиционный золотник;  
3P1—3P8 — рабочие секции,  
KO4 — промежуточная секция

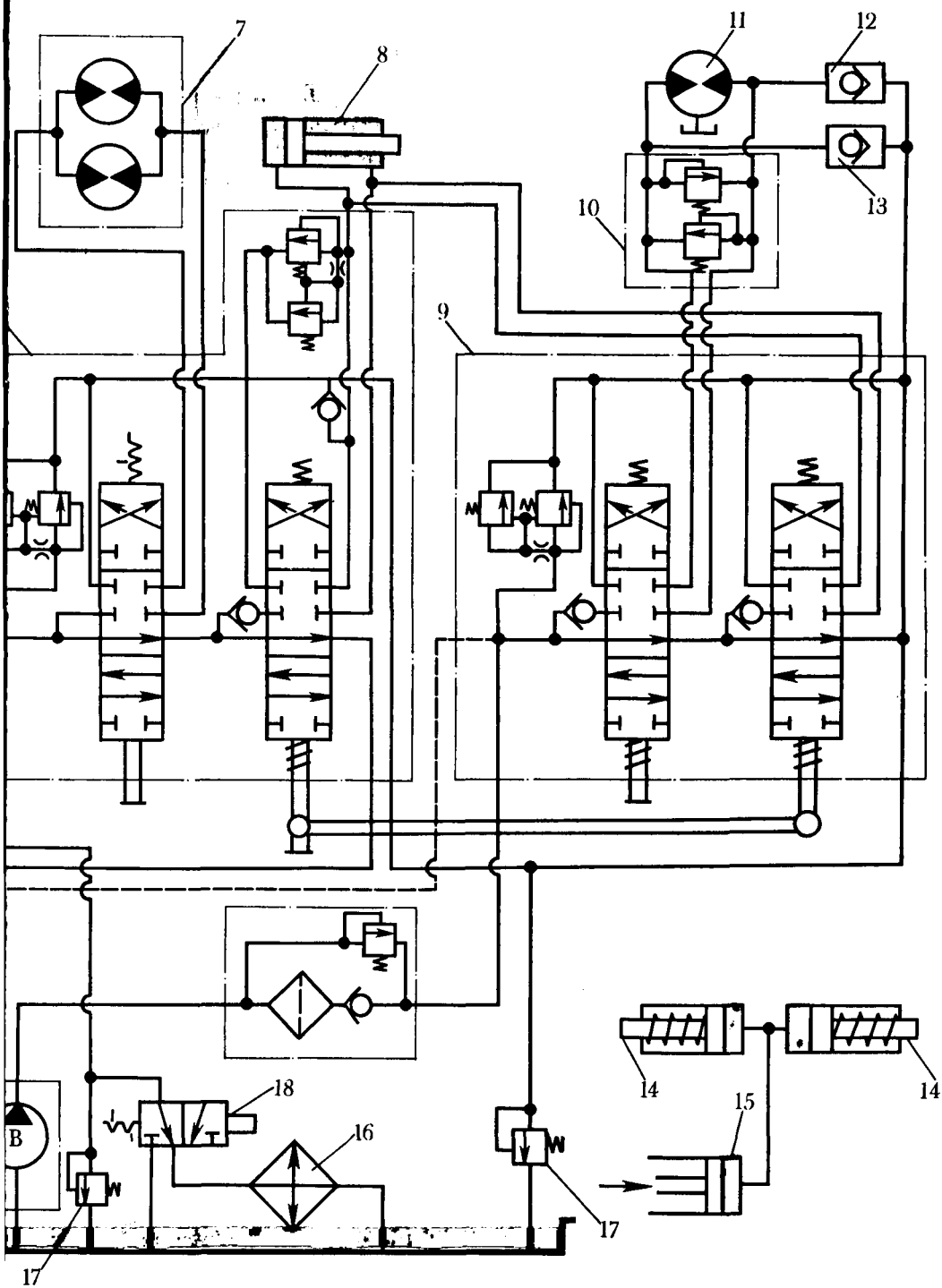




# Трехпоточная схема гидропривода гусеничного экскаватора:

- 1 — насос,  
 2, 6 и 9 — моноблочные гидро-  
 распределители; гидроцилиндры:  
 3 — стрелы,  
 4 — ковша,  
 8 — рукояти,  
 14 — тормозов гусениц; гидро-  
 моторы:  
 5 и 7 — гусениц,  
 11 — механизма поворота плат-  
 форм;  
 10 — блок клапанов;  
 12 и 13 — подпиточные обрат-  
 ные клапаны;  
 15 — гидроцилиндр-датчик;  
 16 — охладитель;  
 17 — напорные гидроклапаны;  
 18 — золотник





лительного блока 6 направляется в бак, а распределительный блок 19 питается только потоком от секции Б насоса.

Таким образом, гидромотор 8 поворота платформы может питаться только потоком от секции А насоса, в то время как в управляемые от гидрораспределительного блока 19 гидромотор 13 передвижения и гидроцилиндры 10, 14 и 16 подается полный поток от обеих секций А и Б насоса 1 при работе каждого из этих гидродвигателей без совмещения с другими операциями.

При включении золотника секции ЗР1, управляющего гидромотором 8 поворота платформы, в гидроцилиндры 10, 14 и 16 подается поток жидкости только от секции Б насоса 1.

Золотник секции ЗР3 гидрораспределительного блока 6 дает возможность совмещать движение рукояти (гидроцилиндр 10) с движениями стрелы (гидроцилиндр 14) или ковша (гидроцилиндр 16) при независимом управлении каждым из совмещаемых движений.

Слив от обоих распределительных блоков 6 и 19 поступает в бак через золотник 29, который позволяет направлять рабочую жидкость либо непосредственно в фильтры 27 (при низкой температуре окружающего воздуха), либо через охладитель 28. Число фильтров 27, параллельно установленных в сливной гидролинии, определяется необходимостью обеспечивать минимальное сопротивление потоку жидкости.

Помимо основного сдвоенного насоса 1 в системе гидропривода пневмоколесного экскаватора используется еще шестеренный насос 25 постоянной объемной подачи, устанавливаемый на дизеле и питающий через гидрораспределитель 23 следящей системы гидроцилиндр 21 поворота управляемых ходовых колес.

В напорные секции обоих гидрораспределительных блоков 6 и 19 встроены отрегулированные на 175 кгс/см<sup>2</sup> предохранительные клапаны, ограничивающие давление в секциях А и Б насоса 1, а также обратные клапаны. Давление насоса 25 ограничивается предохранительным клапаном 24, а в рабочих линиях гидромоторов 8 и 13 и цилиндров 10 и 14 — клапанами блоков 7, 11, 12 и 15, присоединенными болтами к соответствующим рабочим секциям гидрораспределительных блоков.

Для контроля настройки предохранительных клапанов в напорных линиях насосов установлен манометр 4, который может поочередно подключаться к напорным линиям секций А и Б насоса 1 и насоса 25. Давление в сливной гидролинии контролируется с помощью манометра 5, а температура рабочей жидкости — датчика 2 и указателя 3 температуры.

Схема гидропривода обеспечивает работу машины с обратной лопатой (подключение гидродвигателей показано на рисунке), а также с погрузчиком и грейфером.

При погрузчике гидроцилиндры 10, 14, 16 сохраняют свое назначение и система питания гидродвигателей не изменяется.

При грейфере рабочие гидролинии 9 резервной секции ЗР2 используются для управления гидроцилиндром подъема (опускания) верхней части составной стрелы, секция ЗР6 — для управления гидроцилиндром 18 челюстей грейфера, а дополнительный гидрораспределитель 22 для управления гидроцилиндром 20 поворота грейфера в плане, причем последний приводится в движение от вспомогательного насоса 25 и управляется секцией ЗР8. Трехпоточные схемы применяют чаще всего при использовании нерегулируемых насосов. На рис. 147 приведена схема гидропривода гусеничного экскаватора, оборудованного обратной лопатой. Система трехпоточная, с объединением (разъединением) потоков вручную и раздельно-последовательным питанием гидродвигателей.

Объемная подача каждой из секций А и Б трехсекционного шестеренного насоса 100 л/мин, а секции В — 60 л/мин, причем потоки рабочей жидкости от них поступают соответственно в моноблочные гидрораспределители 2, 6 и 9 с поточной разгрузкой насоса.

При нейтральном положении золотников управления гидрораспределителя 6, управляющих гидроцилиндром 8 рукояти и гидромотором 7 одной из гусениц, поток жидкости от секции Б насоса 1 проходит через проточный канал гидрораспределителя 6 и объединяется с потоком от секции А, подающимся в гидрораспределитель 2. Таким образом, гидроцилиндры 3 и 4 стрелы и ковша питаются объединенным потоком от секций А и Б насоса, если их движения не совмещаются с движением гидроцилиндра 8 рукояти.

Кроме того, конструкция рабочей секции управления гидроцилиндрами 3 стрелы обеспечивает возможность последовательного питания гидроцилиндров 3 и 4 стрелы и ковша. Гидроцилиндр 8 рукояти питается от двух секций гидрораспределителей 6 и 9, механически заблокированных между собой и управляемых одновременно одной рукояткой. При нейтральном положении золотника, управляющего гидромотором 11 механизма поворота платформы, гидроцилиндр 8 рукояти питается потоками от секций Б и В насоса 1, объединяющимися в рабочей линии гидроцилиндра 8.

Описанная схема питания гидродвигателей, участвующих в выполнении рабочего цикла, позволяет даже при включении золотника привода гидромотора 11 механизма поворота, питаемого от секции В насоса, осуществлять движения всех элементов рабочего оборудования: стрелы и ковша — с последовательным питанием одним потоком от секции А; рукояти — раздельно от секции Б. Таким образом, трехпоточная схема с раздельно-последовательным питанием и тремя распределителями дает возможность совмещать операции в течение рабочего цикла экскавации.

Недостаток схемы по сравнению с типовой — применение нерегулируемых насосов, что снижает использование установленной мощности насосной установки и вызывает несколько больший нагрев рабочей жидкости, так как в гидросистеме постоянно циркулирует максимальный расход жидкости.

В напорных линиях всех секций насоса 1 установлены фильтры. Во все гидрораспределители встроены предохранительные клапаны, ограничивающие давление в напорных линиях секций насоса, а также обратные клапаны, расположенные на входах к золотникам, управляющим движениями рабочего оборудования и механизмом поворота платформы. Давление в штоковой полости гидроцилиндра 3 стрелы и поршневой полости гидроцилиндра рукояти при нейтральном положении золотников ограничивается предохранительными клапанами, встроенными в гидрораспределители 2 и 6 вместе с обратными клапанами (антикавитационными), обеспечивающими подпитку этих же полостей из сливной гидролинии при быстром опускании стрелы и рукояти. Необходимое для подпитки давление в сливных гидролиниях поддерживается напорными клапанами 17.

Давление в рабочих полостях гидромотора 11 механизма поворота платформы ограничивается предохранительными клапанами, расположенными в блоке 10, а подпитка полостей гидромотора 11 осуществляется через обратные клапаны 12 и 13.

В системе гидрпривода установлен охладитель 16, отключаемый посредством золотника 18. Давление во всех напорных линиях насосной установки и сливной линии контролируют с помощью одного манометра, который может подключаться к любой из них запираемыми вентилями.

Тормоз гусениц включается гидроцилиндрами 14, в которые масло подается из гидроцилиндра-датчика 15 — безнасосная система.

## **Глава XII**                    **МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ, ХОДОВЫЕ УСТРОЙСТВА**

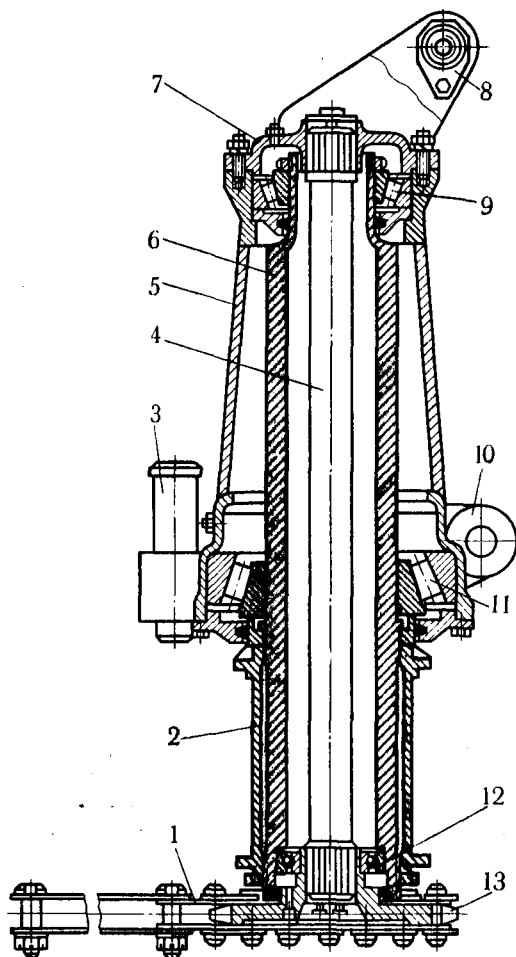
### **§ 40**                            **Механизмы поворота**

Поворот рабочего оборудования к месту выгрузки ковша и обратный поворот к разрабатываемому забою осуществляются путем поворота поворотной колонны (у неполноповоротных) или всей платформы (у полноповоротных экскаваторов). Поворот занимает примерно 60—70% времени рабочего цикла и существенно влияет на его общую продолжительность.

Для привода механизма поворота неполноповоротных машин используют гидроцилиндры, полноповоротных — гидромоторы.

**Поворотная колонна неполноповоротного экскаватора:**

- 1 — цепь,
- 2 — рама экскаватора,
- 3 — фиксатор,
- 4 — вал,
- 5 — корпус колонны,
- 6 — полая стойка,
- 7 — крышка,
- 8 и 10 — проушина для крепления гидроцилиндра стрелы и плиты стрелы,
- 9, 11 и 12 — подшипники,
- 13 — звездочка



По конструктивному исполнению механизмы поворота неполноповоротных экскаваторов бывают канатными, цепными, реечными и рычажными. В навесных экскаваторах с гидروприводом распространены механизмы поворота цепные и реечные с рейкой, расположенной на корпусе гидроцилиндра. Механизмы поворота полноповоротных экскаваторов имеют зубчатые передачи.

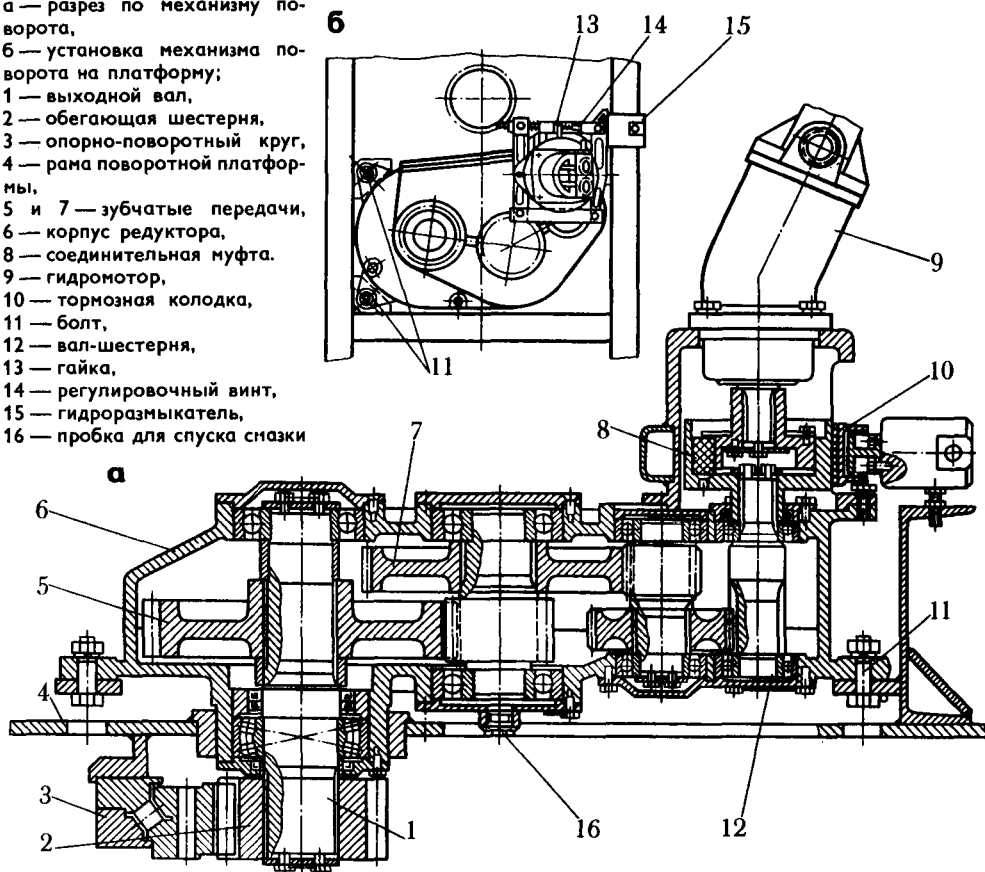
Поворотная колонна экскаватора (рис. 148) на базе трактора поворачивается с помощью цепного механизма, цепи 1 которого передают движение звездочке 13, укрепленной на шлицах вала 4. Верхний шлицевой конец вала 4 соединен с внутренними шлицами крышки 7, жестко укрепленной шпильками на корпусе 5 колонны. Колонна вместе с рабочим оборудованием, прикрепленным пятой стрелы и гидроцилиндром стрелы соответственно к проушинам 10 и 8, поворачивается на подшипниках 9 и 11, насаженных на полую стойку 6, которая жестко соединена с рамой 2 экскаватора.

Концы цепей 1 закреплены на штоках гидроцилиндров двустороннего действия, приводящих в движение механизм поворота колонны. Для жесткого соединения корпуса 5 колонны с рамой экскаватора и для фиксации положения колонны с рабочим оборудованием при переездах машины служит фиксатор 3.



### Механизм поворота с низкомоментным гидромотором и редуктором:

- а — разрез по механизму поворота,  
 б — установка механизма поворота на платформу;  
 1 — выходной вал,  
 2 — обегаящая шестерня,  
 3 — опорно-поворотный круг,  
 4 — рама поворотной платформы,  
 5 и 7 — зубчатые передачи,  
 6 — корпус редуктора,  
 8 — соединительная муфта.  
 9 — гидромотор,  
 10 — тормозная колодка,  
 11 — болт,  
 12 — вал-шестерня,  
 13 — гайка,  
 14 — регулировочный винт,  
 15 — гидроразмыкатель,  
 16 — пробка для спуска смазки



Механизм поворота платформы полноповоротного экскаватора, устанавливаемой с помощью опорно-поворотного круга на раме ходового устройства, приводится в действие высокомоментным или низкомоментным гидромотором и зубчатыми передачами.

Высокомоментный гидромотор обеспечивает величину крутящего момента на его выходном валу, достаточную для непосредственного привода обегаящей шестерни, находящейся в постоянном зацеплении с зубчатым венцом опорно-поворотного круга (ОПК). Поэтому при применении высокомоментного гидромотора в механизме поворота обычно имеется только одна зубчатая передача (обегаящая шестерня-венец ОПК).

При приводе от низкомоментного гидромотора необходимо увеличивать создаваемый им крутящий момент, для чего применяют редуктор, связывающий валы гидромотора и обегаящей шестерни. В механизме поворота платформы экскаватора ЭО-4121 с низкомоментным гидромотором (рис. 149) вал гидромотора 9 связан соединительной муфтой 8 с валом-шестерней 12 редуктора, от которой вращение передается обегаящей шестерне 2, консольно закрепленной на выходном валу 1. Корпус 6 редуктора, который установлен в расточке стакана, приваренного к раме 4 поворотной платформы, удерживается болтами 11 от поворота в стакане под действием реактивного крутящего момента.

Муфту 8 охватывает жестко соединенный с ней тормозной шкив, который при отсутствии давления в обеих рабочих гидролиниях питания гидромотора 9 затормаживается тормозными колодками 10 нормально замкнутого тормоза. При включении золотника управления, подающего рабочую жидкость к гидромотору 9, тормоз автоматически размыкается гидроразмыкателем 15. Тормоз регулируют винтом 14 и фиксирующей его гайкой 13. Применение тормоза на входном валу редуктора дает возможность надежно удерживать поворотную платформу от поворота под действием горизонтальных нагрузок, возникающих при копании стенки траншеи, при расположении экскаватора на уклоне и т. п. Поворот платформы на разгрузку ковша и обратно занимает примерно  $\frac{2}{3}$  продолжительности рабочего цикла, поэтому для сокращения времени поворота (т. е. сокращения продолжительности цикла и повышения производительности экскаватора) интенсивность поворота должна быть максимальной. Она ограничивается допустимыми величинами нагрузки (крутящего момента) и максимальной скорости поворота, при которой экскаватор сохраняет устойчивость. Для удовлетворения этих условий параметры механизма и привода поворота выбирают такими, чтобы при работе с наиболее часто встречающимся углом поворота платформы (90—100°) происходили только разгон до максимальной скорости и торможение платформы без равномерного движения с установившейся скоростью.

При питании гидродвигателя поворота от нерегулируемого насоса (например, в экскаваторах ЭО-2621А) в рабочую гидролинию гидродвигателя в период разгона платформы поступает полный поток жидкости, соответствующий объемной подаче насоса и максимальной скорости поворота платформы.

Однако вследствие инерции платформа не может сразу набрать максимальную скорость и разгоняется постепенно, причем в гидродвигатель при этом поступает только часть жидкости, подаваемой насосом. Излишек рабочей жидкости дросселируется через предохранительный клапан из рабочей в сливную гидролинию гидродвигателя под давлением, на которое отрегулирован клапан. При этом расход жидкости через клапан по мере разгона платформы до максимальной скорости (когда гидродвигатель уже может пропустить весь поток, поступающий от насоса) уменьшается до нуля.

Для торможения платформы золотник, управляющий ее поворотом, перемещается в нейтральное положение, при котором рабочие гидролинии гидромотора поворота заперты. Кинетическая энергия, запасенная поворачивающейся платформой, заставляет вращаться гидромотор поворота, который в это время начинает работать как насос. Так как рабочие гидролинии гидромотора заперты золотником, то жидкость дросселируется через предохранительный клапан, находящийся под давлением, в противоположную рабочую линию гидромотора или в сливную гидролинию. При этом гидролиния, которая питает гидромотор, работающий в режиме насоса, подпитывается (пополняется жидкостью) от сливной гидролинии через соответствующий обратный клапан в блоке предохранительных клапанов, чем предотвращается возникновение кавитации.

Следует отметить, что лучшей является конструкция клапанного блока, обеспечивающая при торможении непосредственный перепуск жидкости из одной рабочей гидролинии гидромотора в другую (а не в сливную гидролинию). В этом случае через обратный клапан должно подаваться небольшое количество жидкости, необходимое для компенсации только утечек.

При дросселировании в сливную гидролинию через подпитывающий обратный клапан подается все количество жидкости, необходимое для питания гидромотора, что требует значительного увеличения размеров обратного клапана. Таким образом, как при разгоне, так и при торможении платформы происходит дросселирование значительного объема жидкости через предохранительный клапан, причем вся энергия дросселируемого потока превращается в тепловую энергию, вызывающую нагрев рабочей жидкости.

При быстром включении золотника управления гидромотором механизма поворота к гидромотору подается поток под давлением, определяемым регулировкой предохранительного клапана в рабочей гидролинии гидромотора, на вал которого сразу, толчком, воздействует полный крутящий момент. То же происходит и при торможении, когда золотник резко перекрывает рабочие линии питания гидромотора.

При использовании регулируемых насосов нагрев рабочей жидкости во время разгона платформы может быть несколько ниже, однако это зависит от величины используемого при разгоне диапазона автоматического регулирования насоса. Наименьшие потери энергии на нагрев может обеспечить закрытая схема гидропривода поворота с индивидуальным питанием от регулируемого насоса, которую целесообразно применять на достаточно мощных машинах.

## § 41

### Ходовые устройства

**Гусеничные ходовые устройства.** Использование гидропривода гусеничного ходового устройства позволяет применить индивидуальный привод каждой гусеницы от отдельного гидромотора и значительно упростить конструкцию поворотной платформы и центральной ходовой рамы по сравнению с экскаваторами с механическим приводом. Упрощение конструкции определяется отсутствием длинной кинематической цепи зубчатых и цепных передач, управляемых фрикционных и кулачковых муфт и других узлов для передачи энергии от расположенного на поворотной платформе двигателя к гусеницам.

Конструкция гусениц также упрощается, так как отсутствуют втулочно-роликовые цепи, передающие движение валам ведущих колес гусениц, и нет необходимости во втором натяжном устройстве для их натяжения. На каждой из гусениц сохраняется только механизм натяжения гусеничных лент.

Индивидуальный гидропривод гусениц позволяет обеспечивать разворот экскаватора на месте (относительно оси ходового устройства) за счет движения гусеничных лент в разные стороны. Кроме того, при использовании автоматически регулируемых насосов повышается (без переключения передач) скорость передвижения по хорошей дороге, так как при снижении сопротивления передвижению автоматически увеличивается расход жидкости, поступающей от насосной установки в гидромоторы хода.

Ведущие колеса гусениц приводятся от низкомоментных гидромоторов через редукторы, обычно выполненные в виде отдельных узлов или вмонтированные (полностью или частично) в рамы гусениц (например, у модели Э-5015А).

Рассмотрим гусеничное ходовое устройство на примере экскаватора ЭО-4121 (рис. 150).

На верхней части центральной рамы 4 укреплен опорно-поворотный круг 2, через который на ходовое устройство передаются нагрузки от установленной на круге 2 рамы 3 поворотной платформы. Поперечные балки 7 рамы 4 опираются на рамы 9 обеих гусениц.

Ведущие колеса 11 гусениц приводятся в действие от аксиально-плунжерных нерегулируемых гидромоторов 6 через редукторы 5. Рабочая жидкость от расположенной на раме 3 насосной установки подается через центральный коллектор 12 и трубопроводы к гидромоторам и гидроразмыкателям тормозов гусениц.

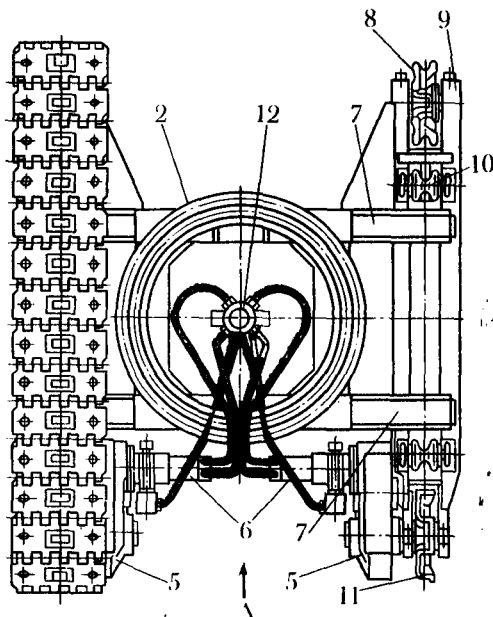
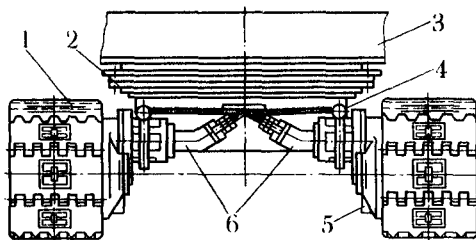
Корпус редуктора 1 (рис. 151) крепят с внутренней стороны концевой вилки рамы 6 гусеницы. Второй опорой корпуса является наружная сторона вилки рамы 6, на которую через сферический подшипник 7 опирается выходной вал 8 редуктора. Вращение передается от вала гидромотора 3 через соединительную муфту 2 валу-шестерне 4, а от него тремя парами зубчатых передач выходному валу 8 редуктора, на шлицах которого закреплено ведущее колесо 5 гусеницы. Редуктор унифицирован с редуктором механизма поворота (см. рис. 149), отличие заключается лишь в передаточном отношении первых ступеней и конструкции выходных валов.

Замкнутый колодочный тормоз 15 (см. рис. 151) типа ТК-200, управляемый с помощью гидроразмыкателя 14, также полностью унифицирован с тормозом механизма поворота. Величину отхода колодок 16 тормоза 15 регулируют винтом 11, фиксируемым контргайкой 12. Назначение тормозов — удерживать экскаватор при работе, разгружая гидромоторы, а также обеспечивать безопасность при спуске с крутых уклонов и стоянке на них.

### Гусеничное ходовое устройство:

1 — гусеничная лента, 2 — опорно-поворотный круг, 3 — рама поворотной платформы, 4 — центральная рама ходового устройства, 5 — редуктор привода гусеницы, 6 — гидромоторы, 7 — поперечные балки, 8 — направляющее колесо, 9 — рама гусеницы, 10 — поддерживающий каток, 11 — ведущее колесо, 12 — центральный коллектор

Вид А



У экскаваторов, механизмы передвижения которых не оборудованы тормозом, применяют управляемые стопоры гусеничного хода, аналогичные тем, которые используют на машинах с механическим приводом.

Для контроля уровня смазки в редукторе служит пробка 10, для заливки смазки — отверстие, закрытое пробкой 13; отработанная смазка спускается при отвертывании пробки 9. При сливе смазки из редуктора следует также отвернуть пробку 13.

В устройстве для натяжения гусеничной ленты экскаватора ЭО-4121 (рис. 152) направляющее (натяжное) колесо 1 установлено на роликоподшипниках на оси 8, которая укреплена в ползунах 2, жестко соединенных с вилкой 3 и перемещающихся в раме гусеницы. Шарикоподшипник 9 не воспринимает радиальных нагрузок и служит для фиксации колеса 1 в осевом направлении.

Гусеничная лента натягивается гидроцилиндром 4, конец плунжера которого упирается в шаровую опору вилки 3. Для натяжения ленты густая смазка нагнетается через прессмасленку 6 в гидроцилиндр 4, перемещая влево плунжер с вилкой 3 и колесом 1. Чтобы ослабить натяжение гусеничной ленты, нужно частично отвернуть штуцер 5 масленки и плавно включить задний ход.

**Пневмоколесные ходовые устройства.** Применение гидропривода для пневмоколесного ходового устройства значительно упрощает конструкцию поворотной платформы, ходовой рамы и собственно механизма передвижения. Использование многопоточных схем и регулируемых насосов дает возможность упростить (при тех же ходовых мостах, что и у машин с механическим приводом хода) ходовую трансмиссию при обеспечении более удобного управления экскаватором и повышении средней скорости передвижения собственным ходом.

Применение на пневмоколесных экскаваторах автоматически регулируемых насосов с бесступенчатым регулированием объемной подачи (при постоянной мощности) улучшает тяговую характеристику машины.

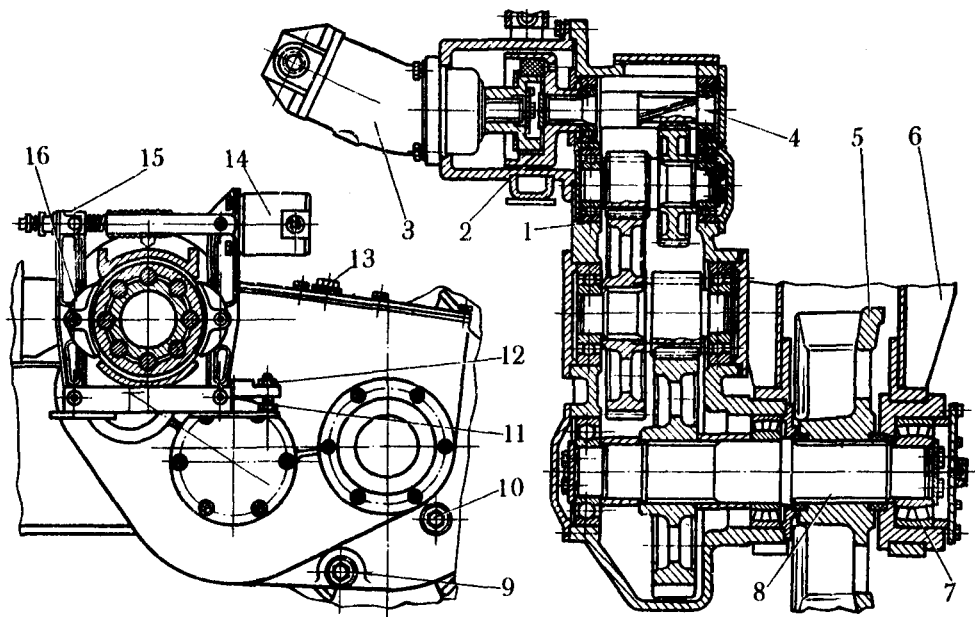
В настоящее время с целью повышения устойчивости пневмоколесных экскаваторов при работе применяют выносные опоры с гидравлическим приводом, управляемым из кабины машиниста.

### Механизм привода гусеницы от низкомоментного гидромотора:

1 — редуктор, 2 — соединительная муфта, 3 — гидромо-

тор, 4 — вал-шестерня, 5 — ведущее колесо, 6 — рама гусеницы, 7 — подшипник, 8 — выходной вал, 9 — сливная пробка, 10 — контрольная пробка,

11 — регулировочный винт, 12 — контргайка, 13 — заливная пробка, 14 — гидроразмыкатель, 15 — колодочный тормоз, 16 — тормозная колодка



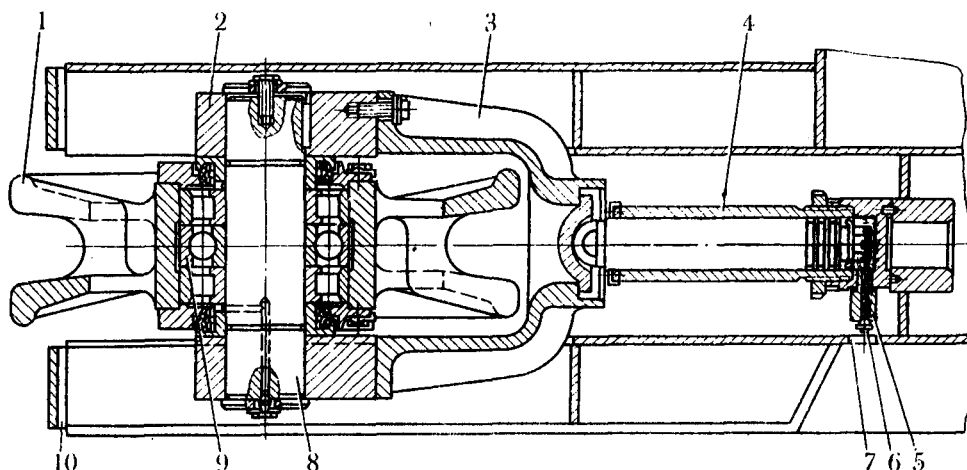
## 152

### Гидравлическое натяжное устройство гусеничной ленты ЭО-4121:

1 — натяжное (направляющее)

колесо, 2 — ползун, 3 — вилка, 4 — плунжерный гидроцилиндр, 5 — штуцер, 6 — пресс-насадка, 7 — отверстие для наконеч-

ника шприца, 8 — ось, 9 — шарикоподшипник, 10 — рама гусеницы



## § 42

## Экскаваторы 2-й размерной группы

Для механизации земляных и погрузочных работ небольших объемов выпускают гидравлические экскаваторы 2-й размерной группы, которые монтируют на пневмоколесных тракторах ЮМЗ-6Л/6М.

Техническая характеристика навесного гидравлического экскаватора ЭО-2621А (рис. 153) приведена в табл. 7.

Экскаватор ЭО-2621А предназначен для разработки грунтов I—III категории и погрузки сыпучих и мелкодробленых материалов. Машина имеет два вида рабочего оборудования: экскаваторное и бульдозерное.

Основным рабочим органом экскаваторного оборудования является унифицированный ковш прямой и обратной лопат емкостью 0,25 м<sup>3</sup>. Кроме того, экскаватор может быть оснащен по специальному заказу погрузочным ковшом емкостью 0,5 м<sup>3</sup>, крановой подвеской, вилами, оборудованием грейфера и обратной лопаты со смещенной осью копания.

Таблица 7

Техническая характеристика экскаваторов  
2—4-й размерных групп

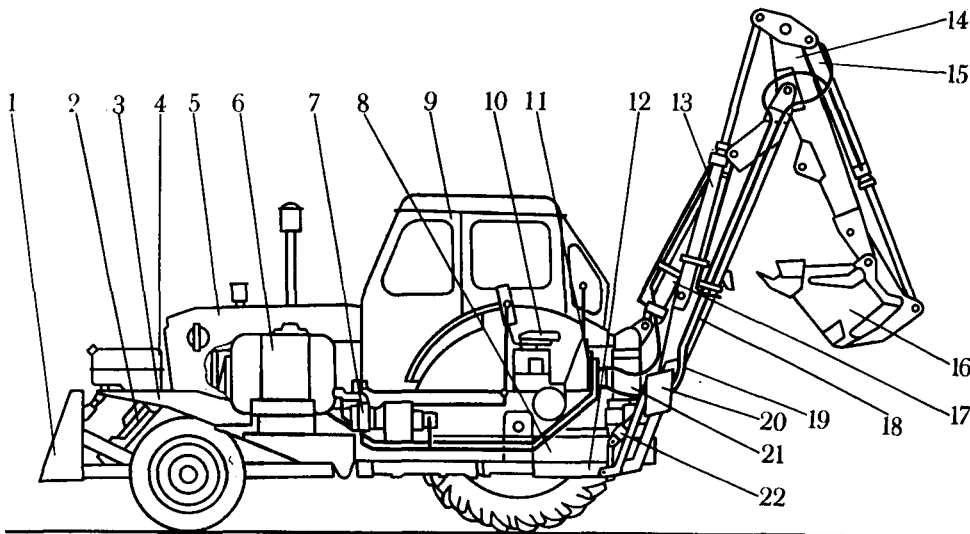
| Показатели                                                                           | Размерная группа           |            |                 |            |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|
|                                                                                      | 2-я                        | 3-я        |                 | 4-я        |                 |
|                                                                                      | ЭО-2621А                   | ЭО-5015А   | ЭО-3322А        | ЭО-4121    | ЭО-4321         |
| Емкость ковша, м <sup>3</sup> :                                                      |                            |            |                 |            |                 |
| унифицированного прямой и обратной лопат                                             | 0,25*                      | —          | —               | —          | —               |
| погрузочного                                                                         | 0,50                       | —          | —               | —          | —               |
| обратной лопаты                                                                      | —                          | 0,5*       | 0,4; 0,5*; 0,65 | 0,65; 1,0* | 0,4; 0,65*; 1,0 |
| грейфера                                                                             | —                          | 0,5        | 0,35            | 0,65       | 0,65            |
| погрузчика                                                                           | —                          | —          | 0,5; 0,8        | 1,0; 1,5   | —               |
| прямой лопаты                                                                        | —                          | —          | —               | 0,65; 1,0* | 0,8             |
| Наибольшая глубина копания обратной лопаты с различными ковшами, м                   | 3,0                        | 4,5        | 5,0; 4,2; 3,2   | 7,3; 5,8   | 6,7; 5,5; 4,0   |
| Дизель:                                                                              |                            |            |                 |            |                 |
| марка                                                                                | Д-65Н                      | СМД-14     |                 | А-01М      | СМД-15М         |
| мощность, л. с.                                                                      | 60                         | 75         |                 | 130        | 80              |
| Тип ходового устройства                                                              | На базе колесного трактора | Гусеничное | Пневмо-колесное | Гусеничное | Пневмо-колесное |
| Скорость передвижения, км/ч                                                          | 2,1—19,0                   | До 2,0     | 1,9—22,0        | До 2,8     | 0,98—15,5       |
| Минимальная продолжительность рабочего цикла обратной лопаты с основным ковшом, с    | 16                         | 16         | 16              | 18         | 16              |
| Максимальная производительность обратной лопаты с основным ковшом, м <sup>3</sup> /ч | 56                         | 112        | 112             | 200        | 146             |
| Рабочая масса с оборудованием обратной лопаты, т                                     | 5,7                        | 12,25      | 14,0            | 21,5       | 19,6            |
| * Основной ковш.                                                                     |                            |            |                 |            |                 |

**Экскаватор ЭО-2621А:**

- 1 — отвал бульдозера; гидроцилиндры;  
2 — отвала бульдозера,  
13 — рукояти,  
15 — ковша,  
17 — стрелы,  
22 — опор;  
3 — рама бульдозера;

- 4 — топливный бак;  
5 — трактор;  
6 — бак гидросистемы;  
7 — насосная установка;  
8 — обвязочная рама;  
9 — кабина;  
10 — сиденье машиниста;  
11 — гидрораспределитель;

- 12 — механизм поворота;  
14 — рукоять;  
16 — ковш;  
18 — стрела;  
19 — соединительные трубопроводы;  
20 — выносная опора;  
21 — поворотная колонна



Ковшом обратной лопаты отрывают небольшие котлованы, ямы с отвесными стенками, траншеи для подземных коммуникаций, неглубокие каналы оросительных систем. С помощью ковша прямой лопаты разрабатывают мелкие забои, расположенные выше уровня стоянки машины; производят зачистные работы в котлованах, погрузку сыпучих и мелкокусковых материалов. Ковшом грейфера отрывают колодцы, очищают траншеи и каналы, а также грузят различные материалы и породы. Погрузочный ковш используют для легких зачистных работ и погрузки мусора, снега, зерна и других материалов с малой объемной массой.

Экскаватор с крановой подвеской применяют на погрузке и разгрузке штучных грузов, на укладке трубопроводов и установке столбов. Виллами пользуются при погрузке металлической стружки, органических удобрений, соломы, силоса, а также штучных и других грузов. В передней части трактора устанавливают бульдозерное оборудование, которое используют для засыпки траншей, очистки дорог от снега, сгребания строительного мусора. Его можно применять для работы с грунтами до II категории включительно.

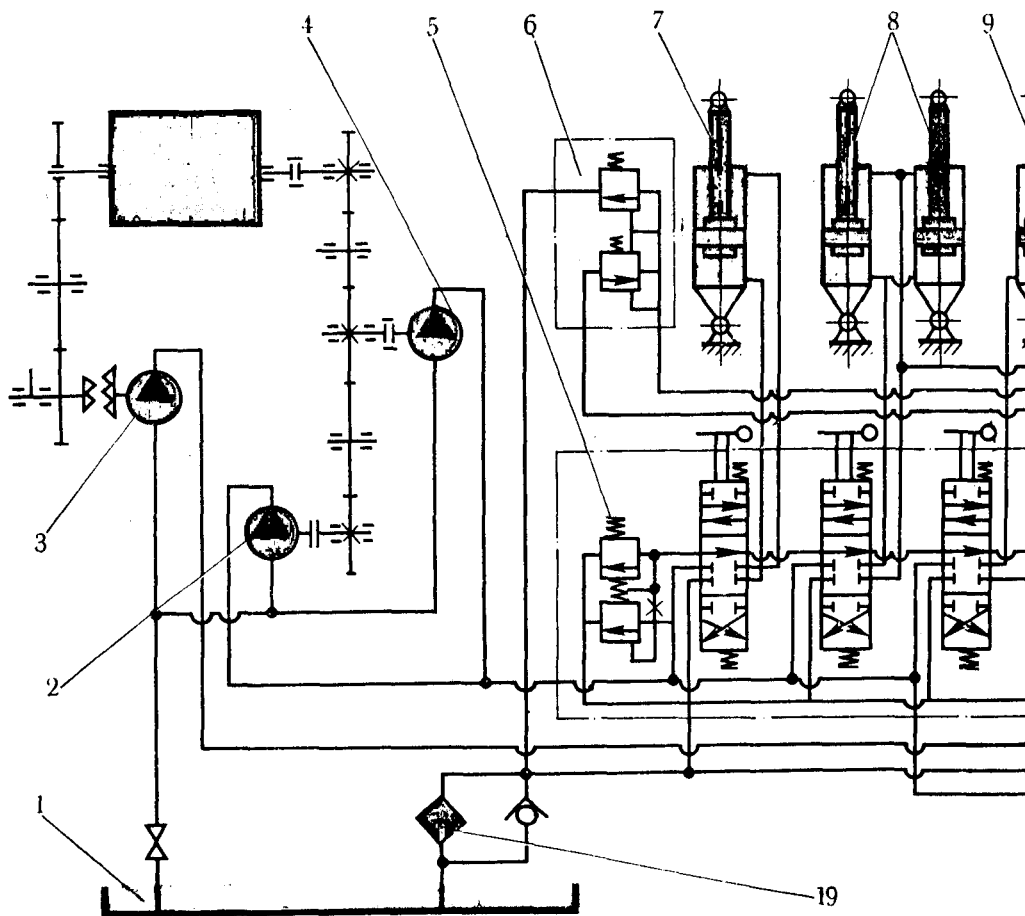
Рабочее оборудование монтируют на рамах 8 и 3, крепление которых выполнено таким образом, чтобы разгрузить остоу трактора 5. С помощью гидроцилиндра 2 отвал 1 может быть установлен на разной высоте. Кроме основного назначения, отвал выполняет также и роль противовеса. Для повышения устойчивости экскаватора в работе используют выносные опоры 20, которые крепят к раме 8. С помощью двух гидроцилиндров 22 опоры 20 могут быть опущены на грунт или во время движения машины подняты вверх. На раме 8 смонтированы также поворотная колонна 21 и механизм 12 поворота экскавационного рабочего оборудования, состоящего из стрелы 18, рукояти 14 и ковша 16. Каждый из этих узлов управляют с помощью одного (стрела и ковш) или двух гидроцилиндров.

Гидравлическая схема экскаватора ЭО-2621А с элементами кинематики:

1 — бак рабочей жидкости;  
2 и 4 — НШ-32У экскаватора,  
3 — НШ-67к трактора; гидрораспределители:

5 и 10 — экскаватора,  
17 — трактора;  
6 — разгрузочный клапан гидроцилиндра стрелы; гидроцилиндры:  
7 — стрелы,  
8 — рукояти,  
9 — ковша,

12 и 13 — механизма поворота,  
15 — выносных опор,  
16 — бульдозера;  
11 и 14 — обратный и перепускной клапаны;  
18 — установка манометра;  
19 — фильтр рабочей жидкости

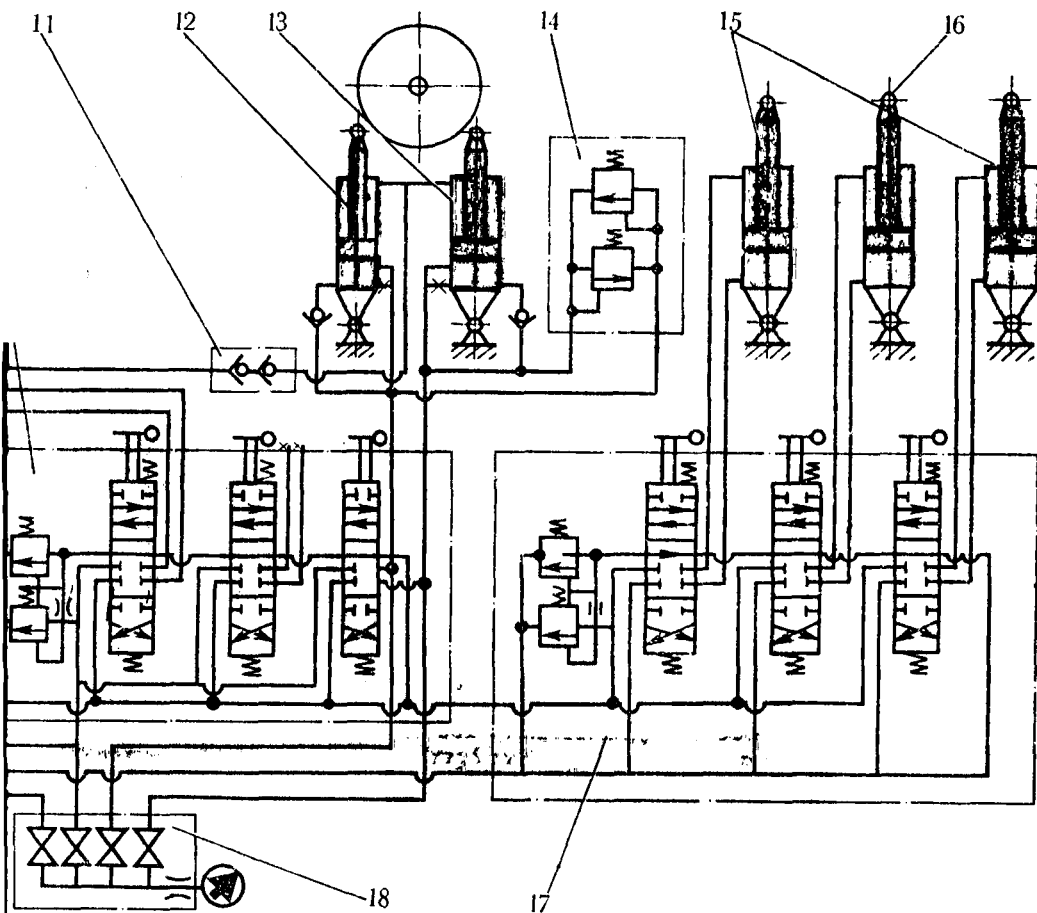
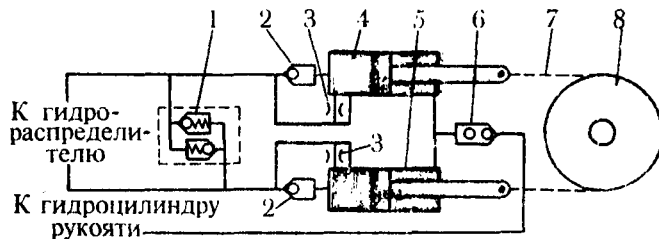


ров (рукоять). Жидкость к гидроцилиндрам 13, 15 и 17 подает под давлением от насосной установки 7. Запас рабочей жидкости для гидросистемы находится в баке 6. Машиной управляют путем перемещения золотников гидрораспределителей 11. Сиденье 10 машиниста может быть повернуто на 180°. При одном его положении машинист управляет трактором во время передвижения, а при другом — работой экскаватора. Для удобства обслуживания топливный бак 4 вынесен в переднюю часть трактора.



**Схема механизма поворота:**

1 и 2 — перепускной и обратные клапаны, 3 — демпферные устройства (дрессели) гидроцилиндров поворота, 4 и 5 — гидроцилиндры поворота, 6 — обратный клапан подпитки гидроцилиндров, 7 — цепь механизма, 8 — цепная звездочка



Замену рабочего оборудования машинист может выполнить в течение часа с помощью крана грузоподъемностью не менее 0,25 т. При отсутствии подъемных средств для перемонтажа необходимо участие второго рабочего.

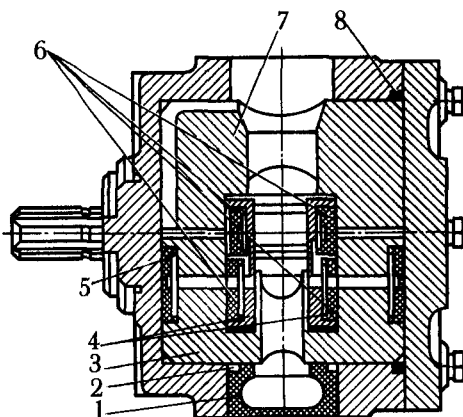
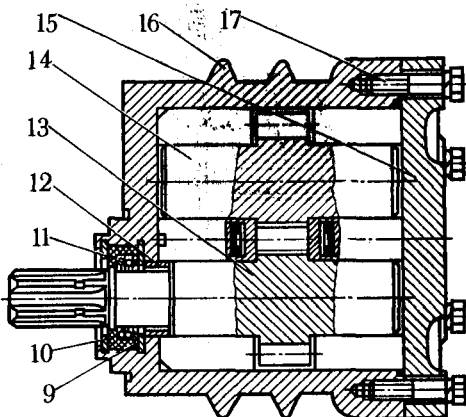
**Гидравлическая система.** На экскаваторе работают две гидравлические системы: одна из них установлена на тракторе, другая для привода узлов рабочего оборудования на экскаваторе.

**Насос НШ-67к:**

1, 5, 6 и 9 — манжеты,  
2 — пластина,  
3 и 7 — поджимная и подшипниковая обоймы,

4 — пластики,  
8 и 10 — уплотнительное и опорное кольца,  
11 — стопорное кольцо,  
12 — центрирующая втулка,

13 и 14 — ведущая и ведомая шестерни,  
15 — крышка,  
16 — корпус,  
17 — болт



Гидросистема трактора включает шестеренный насос 3 (рис. 154) типа НШ-67к, который приводится в движение от вала дизеля через редуктор. Насос 3 через гидрораспределитель 10 подает жидкость в гидроцилиндр 7 стрелы и в гидроцилиндры 12 и 13 механизма поворота, а также через тракторный гидрораспределитель 17 — в гидроцилиндры 15 выносных опор и гидроцилиндр 16 бульдозера.

Гидросистема экскаватора включает два шестеренных насоса 2 и 4 типа НШ-32У, которые через гидрораспределитель 5 подают жидкость в гидроцилиндры 7, 8 и 9. Гидроцилиндр 7 стрелы питается или от каждой гидросистемы отдельно, или от двух гидросистем суммарным потоком рабочей жидкости с целью ускорения рабочей операции. Рабочая жидкость, поступающая из бака 1 к насосам 2 и 4, нагнетается в гидрораспределители 5, 10 и 17 и в зависимости от положения рычагов управления или направляется в гидроцилиндры механизмов, или через фильтр 19 на слив в бак 1.

Для предохранения механизмов экскаватора от перегрузок в гидрораспределителях установлены клапаны. К трубопроводам гидроцилиндра 7 стрелы подсоединен разгрузочный клапан 6 для предохранения от изгиба штока гидроцилиндра при возникновении реактивных давлений. При чрезмерном повышении давления в запорной поршневой полости гидроцилиндра 7 разгрузочный клапан 6 перепускает жидкость в штоковую полость гидроцилиндра, а избыток жидкости — в бак 1.

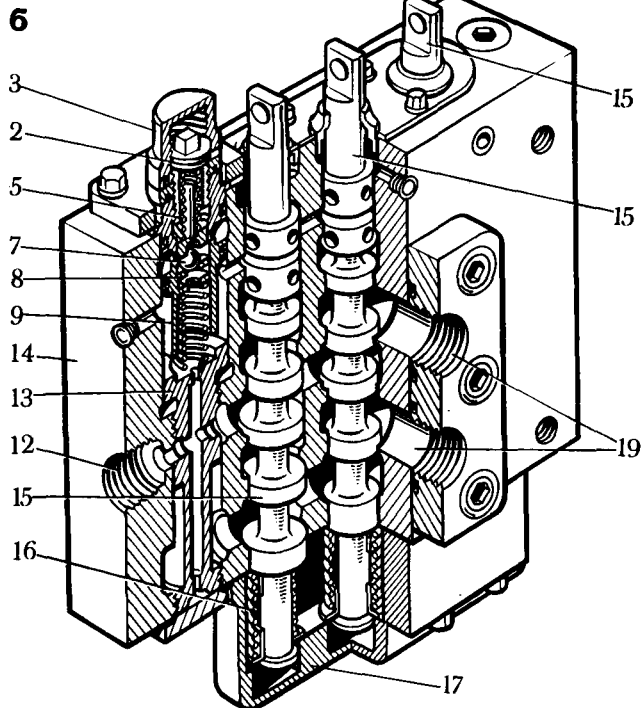
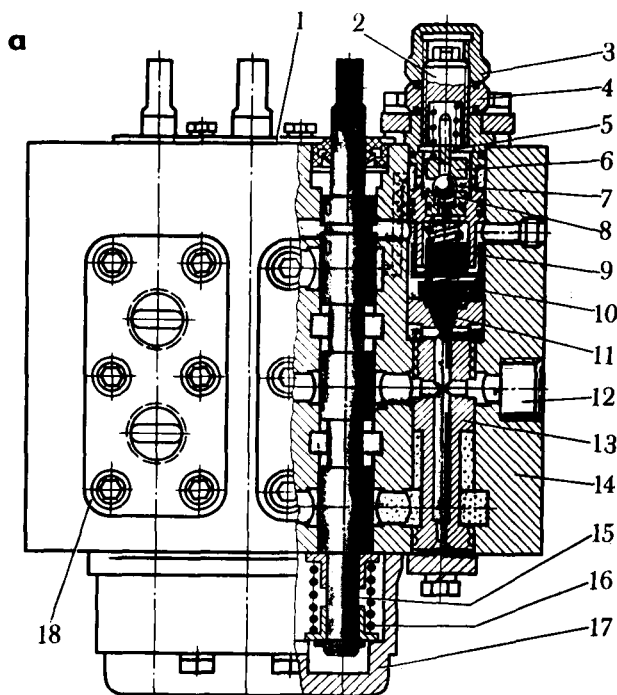
Гидравлическая схема механизма поворота рабочего оборудования вместе с поворотной колонной показана на рис. 155. С целью увеличения крутящего момента, развиваемого механизмом поворота, рабочая жидкость подается под давлением в поршневые полости гидроцилиндров 4 и 5.

Штоковые полости гидроцилиндров 4 и 5 также заполнены жидкостью и соединены между собой. Если подать жидкость в поршневую полость одного из гидроцилиндров, то в его штоковой полости также возникнет давление, которое передается в штоковую полость другого гидроцилиндра поворота. В результате этого штоки придут в движение вместе с цепью 7 механизма поворота. Цепная звездочка 8 начнет вращаться вместе с корпусом поворотной колонны и закрепленным на ней рабочим оборудованием. Потери жидкости в штоковых полостях компенсируются через обратный клапан 6, соединенный с трубопроводами гидроцилиндров рукояти.

# Гидрораспределитель экскаватора ЭО-2621А:

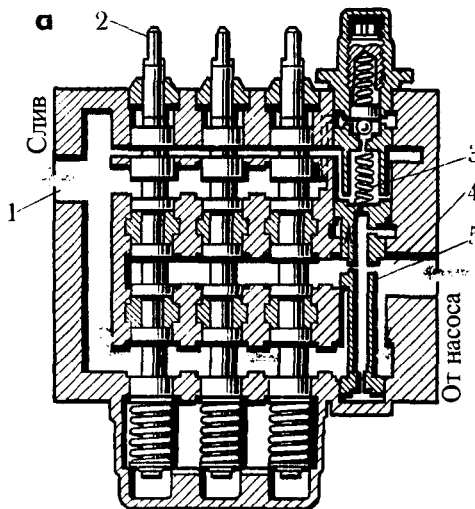
а — конструктивная схема,  
б — корпус в разрезе по двум золотникам;

1 и 17 — крышки,  
2 — регулировочный винт,  
3 — колпачок,  
4 — контргайка,  
5 и 10 — пружины предохранительного и перепускного клапанов,  
6 — направляющий стержень,  
7 — шарик,  
8 — гнездо предохранительного клапана,  
9 — корпус предохранительного клапана,  
11 — демпфер,  
12 — нагнетательная полость,  
13 — плунжер перепускного клапана,  
14 — корпус гидрораспределителя,  
15 — золотники,  
16 — возвратная пружина золотника,  
18 — штуцерная пластина,  
19 — каналы к исполнительным органам



**Схема работы гидрораспределителя экскаватора ЭО-2621А при положении золотников:**

**а** — нейтральном,  
**б** — нижнем,  
**в** — верхнем;  
**1 и 4** — сливная и нагнетательная полости,  
**2** — золотники,  
**3** — пружина,  
**5** — плунжер перепускного клапана,  
**6 и 7** — каналы гидрораспределителя



Плавное автоматическое торможение механизма поворота в середине хода осуществляется с помощью перепускного клапана **1**, а в конце хода — за счет демпферных устройств **3**, смонтированных в задних крышках гидроцилиндров **4** и **5**.

Конструкция бака рабочей жидкости описана в § 36 (см. рис. 136), а общее устройство насосной установки — в § 32 (см. рис. 119). Насос НШ-32У по своему устройству практически одинаков с насосом НШ-32Э (см. рис. 101). Насос НШ-67к (рис. 156) имеет конструктивные особенности и увеличенную в 2,1 раза объемную подачу по сравнению с насосом НШ-32У.

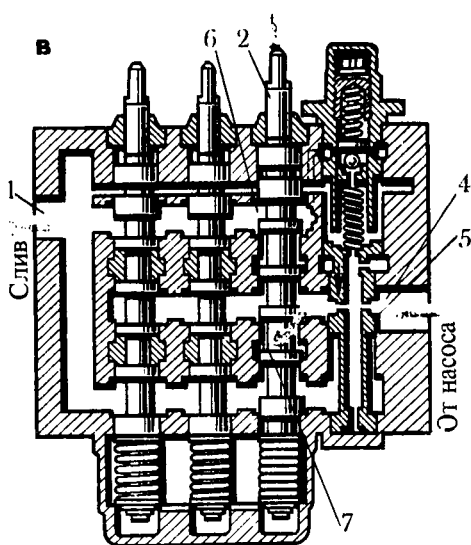
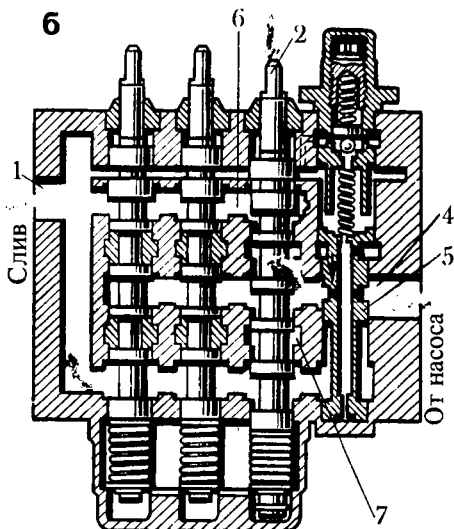
Шестерни насоса помещены в подшипниковой обойме **7**, выполненной в виде полуцилиндра с четырьмя подшипниковыми гнездами. Регулировка зазора между шестернями и корпусом в радиальном направлении осуществляется поджимной обоймой **3**, опирающейся на цапфы шестерен **13** и **14**.

Манжета **1** образует камеру, в которой давлением жидкости обойма **3** прижимается к зубьям шестерен. Зазор между корпусом **16** и поджимной обоймой **3** перекрывает пластина **2**. Обойма **3** по мере износа опорных ее поверхностей компенсирует радиальный зазор между своей уплотняющей поверхностью и зубьями шестерен. Торцовое уплотнение шестерен достигается с помощью двух пластинок **4**, усилие прижатия которых создается за счет давления жидкости, находящейся в камерах, ограниченных манжетами **6**. Для уравнивания усилий, передаваемых через пластины **4**, в поджимной обойме **3** расположены ограниченные манжетами **5** камеры, в которые также поступает жидкость под давлением.

Вытеканию жидкости по валу насоса препятствуют манжеты **9**, которые предохраняются от механических повреждений опорным **10** и стопорным **11** кольцами. Центрирующая втулка **12** препятствует повороту шестерни **13** в сборе с обоймами и пластинами во время работы насоса. Крышку **15** крепят к корпусу **16** насоса болтами **17**. Уплотнение между корпусом и крышкой насоса достигается с помощью резинового кольца **8**.

От насоса к гидроцилиндрам бульдозера и выносных опор рабочая жидкость подается через гидрораспределитель трактора, а к другим гидроцилиндрам — через трехзолотниковые гидрораспределители (рис. 157) со встроенными предохранительными и перепускными клапанами.

В корпусе **14** трехзолотникового гидрораспределителя собраны перепускной клапан (в который входят плунжер **13**, демпфер **11** и пружина **10**), а также предохранительный кла-



пан, состоящий из корпуса 9, гнезда 8, шарика 7, направляющего стержня 6, пружины 5, регулировочного винта 2, контргайки 4 и колпачка 3. Кроме того, в нем имеется множество различных полостей, соединенных между собой каналами. В сочетании с золотниками 15 и перепускным клапаном эти полости и каналы дают возможность направлять поток рабочей жидкости от насоса в гидроцилиндры рабочего оборудования, а затем возвращать обратно в бак.

Золотники 15 устанавливают в нейтральное и рабочие положения рычагами управления, в нейтральное положение они возвращаются под действием пружин 16.

При нейтральном положении золотников 2 (рис. 158, а) поток рабочей жидкости от насоса, пройдя через гидрораспределитель, направляется под небольшим давлением в бак. При этом рабочая жидкость, поступившая от насоса в нагнетательную полость 4, преодолевает сопротивление пружины 3 и перемещает плунжер 5 вверх, соединяя сливную полость 1 с нагнетательной 4 (движение жидкости на рисунке показано стрелками). Плунжер 5 перепускного клапана перемещается вверх, так как давление в полости над ним всегда меньше вследствие потерь в демпфере 11 (см. рис. 157), встроенном в плунжер. При перемещении золотника 2 (рис. 158, б) вниз открываются каналы 6 и 7, соединяющие гидрораспределитель с гидроцилиндрами. Давления на плунжер 5 сверху и снизу уравновешиваются и под действием пружины 3 он перемещается вниз, перекрывая сливную полость 1. Жидкость от насоса поступает в канал 6 (показано сплошными стрелками) и далее по трубопроводу — в соответствующую полость гидроцилиндра, а из другой его полости вытесняется через канал 7 гидрораспределителя в бак.

При перемещении золотника 2 вверх (рис. 158, в) нагнетательная полость 4 соединяется уже с каналом 7, а канал 6 сообщается со сливной полостью 1. Таким образом поршень гидроцилиндра перемещается в противоположную сторону. Свободные полости над золотниками 15 (см. рис. 157, а) и в нижней крышке 17 заполнены рабочей жидкостью, проникающей через зазоры. Эти полости связаны между собой отверстиями в корпусе 14 и через дренажную трубку соединены с баком, что исключает самопроизвольное перемещение золотников.

Предохранительный клапан вступает в работу в случае превышения рабочего давления, на которое он отрегулирован. При этом шарик 7 поднимается вверх и часть жидкости из полости над перепускным клапаном сбрасывается на слив. Давление в полости понижается, плунжер 13 перемещается вверх и открывает сливную гидролинию в бак.

Перепускной клапан (рис. 159, а) состоит из двух одинаковых секций, при повышении давления под влиянием инерционных сил он соединяет обе полости гидроцилиндров механизма поворота, чем достигается плавное торможение последнего. В зависимости от повышения давления в каком-либо из гидроцилиндров поворота срабатывает (перепускает рабочую жидкость) та или другая секция клапана. Под давлением жидкости шарик 2 перемещается, сжимая через направляющий стержень 3 пружину 5, обе полости клапана соединяются и жидкость перетекает из одного гидроцилиндра поворота в другой. Перепускной клапан отрегулирован на давление 100 кгс/см<sup>2</sup>.

Предохранительный клапан (рис. 159, б) по устройству аналогичен перепускному. Секции клапана отрегулированы на давление соответственно 115 и 125 кгс/см<sup>2</sup>. Если давление в поршневой полости гидроцилиндра стрелы превышает 115 кгс/см<sup>2</sup>, то верхняя секция клапана срабатывает и перепускает жидкость в штоковую полость гидроцилиндра. В связи с меньшим рабочим объемом штоковой полости гидроцилиндра по сравнению с поршневой штоковая полость не может поглотить всю жидкость из поршневой полости, поэтому после достижения давления 125 кгс/см<sup>2</sup> срабатывает нижняя секция клапана, из которой избыток жидкости перетекает в бак.

В гидросистеме привода механизма поворота для перепуска рабочей жидкости в штоковые полости гидроцилиндров поворота от штоковых полостей гидроцилиндров рукояти установлен *обратный клапан* (рис. 160). Под давлением жидкости шарики 1 отходят и пропускают поток жидкости. При отсутствии давления шарики прижаты к гнездам во втулке 4 и корпусе 6 пружинами 2. Для надежности устанавливают два шарика.

*Гидравлические цилиндры* предназначены для выполнения рабочих и вспомогательных операций. По конструкции все применяемые гидроцилиндры — поршневого типа с прямолинейным и возвратно-поступательным движением штока. Во время перемещения штока одна полость гидроцилиндра соединяется с нагнетательной, а другая — со сливной гидрролинией. Направление движения штока зависит от положения золотника гидрораспределителя, которое изменяют с помощью рычага управления.

По принципу действия все гидроцилиндры рабочего оборудования двойного действия и одинаковой конструкции. Гидроцилиндр рукояти (рис. 161, а) состоит из трубы 9, на один конец которой навинчена передняя крышка 10, а к другому приварена задняя крышка 1. Поверхность трубы 9 хромированная и обработана с высокой степенью точности и чистоты. На штоке 16 гайкой 4 укреплен поршень 5. Поршень 5 уплотнен манжетами 6 и кольцом 17, а шток 16 — манжетой 14 и грязесъемником 12, установленным в крышке 11. На передней 10 и задней 1 крышках гидроцилиндра закреплены угловые штуцера 3 для присоединения к ним трубопроводов. Опорные кольца 7 удерживают манжеты 6 от осевого перемещения. Переднюю крышку 10 уплотняют кольцом 15.

Для смягчения ударов в конце хода поршня служит конус 8, а при обратном ходе роль демфера выполняет хвостовик штока 16. Шток 16 и заднюю крышку 1 соединяют с другими деталями через шарнирные сферические подшипники 2.

Гидроцилиндры поворота отличаются от других гидроцилиндров отсутствием сферических подшипников 2 и наличием демферного устройства, смонтированного в заднюю крышку 1 (рис. 161, б). Демферное устройство состоит из корпуса 18, в котором перемещается золотник 19. На наружной поверхности золотника нарезана спиральная канавка 21 переменного сечения.

При нагнетании жидкость поступает в гидроцилиндр или через каналы А и Б, или через обратный клапан 22 и отверстие В. До начала торможения слив идет свободно через каналы Б и А. При приближении к крышке 1 поршень упирается в золотник 19 и, сжимая пружину 20, перемещает его внутрь корпуса 18. При этом золотник 19 перекрывает свободный слив через канал Б и канал А и жидкость из гидроцилиндра продавливается в канал А через спиральную канавку 21.

*Гидропроводы* на экскаваторе ЭО-2621А представляют собой или бесшовные стальные трубы, или шланги высокого давления. В большинстве случаев их соединяют штуцерами, добиваясь необходимой герметичности установкой конических или кольцевых прокладок. К распределителю гидропроводы присоединяют с помощью винтов и уплотнительных колец.

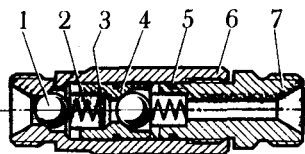
**Перепускной (а) и предохранительный (б) клапаны:**

- 1 — корпус,
- 2 — шарик,
- 3 — направляющий стержень,
- 4 — пломба,
- 5 — пружина,
- 6 — колпачок,
- 7 — регулировочный винт,
- 8 — контргайка

## 160

**Обратный клапан механизма поворота:**

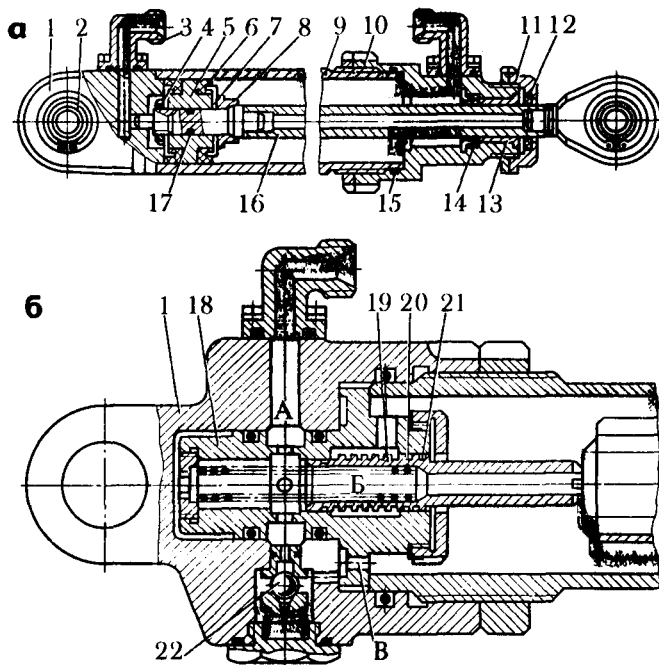
- 1 — шарики,
- 2 — пружина,
- 3 — шайба,
- 4 — втулка,
- 5 — уплотнение,
- 6 — корпус,
- 7 — штуцер



## 161

**Гидроцилиндры:**

- а — рукоятки,
- б — механизма поворота;
- 1 и 10 — крышки,
- 2 — сферический подшипник,
- 3 — штуцер,
- 4 — гайка,
- 5 — поршень,
- 6 и 14 — манжеты,
- 7 — опорное кольцо,
- 8 — конус,
- 9 — труба,
- 11 — крышка грязеъемника,
- 12 — грязеъемник,
- 13 — втулка,
- 15 и 17 — уплотнительные кольца,
- 16 — шток,
- 18 — корпус,
- 19 — золотник,
- 20 — пружина,
- 21 — спиральная канавка,
- 22 — обратный клапан



Механизм поворота (рис. 162) состоит из поворотной колонны, цепной передачи и двух гидроцилиндров. Поворотный корпус 14 опирается на конические роликоподшипники 6 и 9 и вращается относительно стакана 7 головки рамы с помощью цепной звездочки 1, приводимой в движение цепью 3 от гидроцилиндров 4. Оба гидроцилиндра работают попеременно. Если шток одного гидроцилиндра втягивается, то цепь 3, соединенная с ним тягой 5, поворачивает звездочку 1 и корпус 14, а другой гидроцилиндр совершает холостой ход.

В корпусе 14 сделаны проушины 15 и 13 для установки стрелы и ее гидроцилиндра, а также прилив 8 с пальцем 10 — для фиксации механизма поворота в транспортном положении.

При работе машины палец 10 поднят вверх и своей нижней частью упирается в ограничители поворота, которые расположены на раме экскаватора и служат для стопорения колонны в случае обрыва цепи.

Для регулирования осевого люфта колонны опускают рабочий орган на грунт, отгибают стопорную шайбу, затягивают гайку 2 и отпускают ее на  $\frac{1}{8}$  оборота, а затем вновь застопоривают шайбой. Для демонтажа внутренней обоймы подшипника 9 предусмотрены отверстия в корпусе 14, закрытые пробками 12. Подшипники 9 и 6 смазывают через масленки 11 и 16.

Рабочее оборудование (рис. 163) устанавливают на поворотном корпусе колонны. Ковш 6 обратной лопаты (рис. 163, а) закрепляют на нижней вилке рукояти 4 с помощью оси 7. Днище 10 ковша фиксируют неподвижным пальцем 9 с помощью стопорной планки 8, входящей в наружную кольцевую проточку пальца. Шток гидроцилиндра 5 ковша крепят к рычагу днища ковша. Штоки гидроцилиндров 11 рукояти крепят к верхнему кронштейну рукояти пальцем 3, фиксируемым винтом 2.

При переоборудовании на прямую лопату (рис. 163, б) ковш 6 устанавливают зубьями наружу и закрепляют на нижней вилке рукояти 4 с помощью дополнительных тяг 13. Штоки гидроцилиндров рукояти крепят к нижнему кронштейну 12 рукояти, для чего используют палец 3 (рис. 163, а). Днище ковша шарнирно соединяют с корпусом ковша на оси 7 (рис. 163, б). Пальцы 9 стопорными шайбами закрепляют в выдвинутом положении и днище в корпусе не фиксируют, так что оно свободно вращается с помощью гидроцилиндра 5 ковша.

Крюковую подвеску 15 (рис. 163, в) крепят на вилке рукояти 4 с помощью пальца 9. Свободный конец штока гидроцилиндра 5 ковша присоединяют к рукояти 4. Как и при работе обратной лопатой, штоки гидроцилиндров 11 рукояти закрепляют на верхнем кронштейне 14 рукояти.

Погрузочный ковш 17 (рис. 163, г) и вилы 18 (рис. 163, д) монтируют на оси 7 аналогично прямой лопате. Шток гидроцилиндра 5 ковша крепят к верхним проушинам 16 ковша (вил). Для повышения рабочих усилий штоки гидроцилиндров 11 рукояти присоединяют к нижним кронштейнам 12 рукояти.

После каждой замены проверяют работу рабочего оборудования на холостом ходу в течение 5 мин. До начала проверки необходимо убедиться в том, что стрела, механизм поворота и отвал бульдозера не зафиксированы в транспортном положении.

## § 43

### Экскаваторы 3-й размерной группы

Гидравлические полноповоротные экскаваторы 3-й размерной группы выпускают на гусеничном и пневмоколесном ходовых устройствах. Технические характеристики этих экскаваторов приведены в табл. 7.

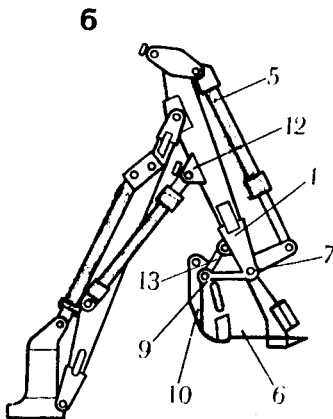
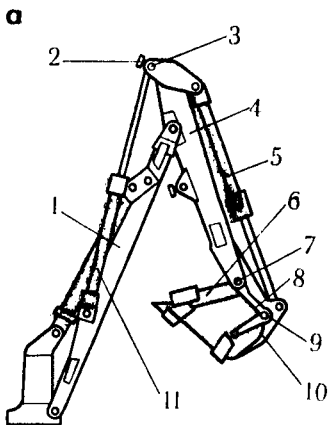
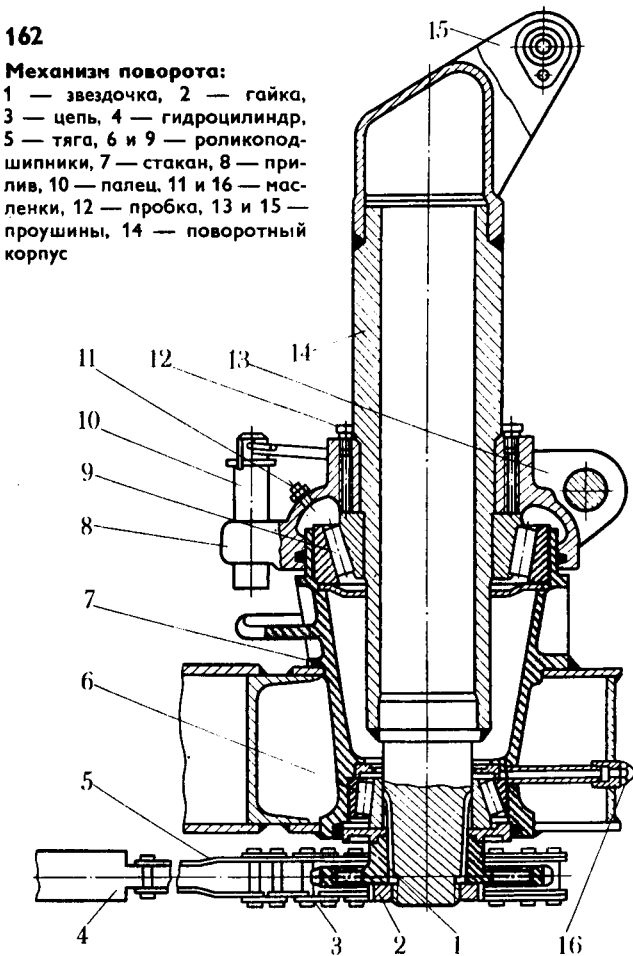
Машины этого класса предназначены для разработки грунтов и погрузки дробленых скальных пород и сыпучих материалов, их применяют в промышленном и гражданском строительстве, при сооружении оросительных систем в сельском хозяйстве, на строительстве железных и автомобильных дорог.

Основным рабочим оборудованием для этой группы экскаваторов является обратная лопата, которую в зависимости от категории разрабатываемого грунта можно оснащать



**Механизм поворота:**

1 — звездочка, 2 — гайка, 3 — цепь, 4 — гидроцилиндр, 5 — тяга, 6 и 9 — роликподшипники, 7 — стакан, 8 — прилив, 10 — палец, 11 и 16 — масленки, 12 — пробка, 13 и 15 — проушины, 14 — поворотный корпус

**Схема монтажа рабочего оборудования:**

а — обратной лопаты, б — прямой лопаты, в — крюковой подвески, г — погрузочного ковша, д — вил; 1 — стрела, 2 — винт, 3 и 9 — пальцы, 4 — рукоять, 5 — гидроцилиндр ковша, 6 — ковш, 7 — ось, 8 — стопорная планка, 10 — днище ковша, 11 — гидроцилиндр рукояти, 12 и 14 — кронштейны, 13 — тяга, 15 — крюковая подвеска, 16 — верхние проушины ковша (вил), 17 — погрузочный ковш, 18 — вилы

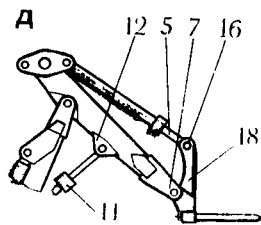
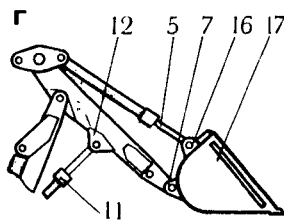
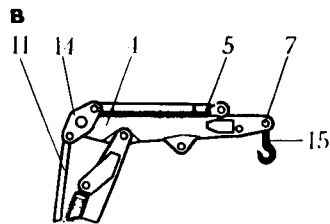


Таблица 8

Сменные ковши  
экскаваторов ЭО-3322А

| Емкость сменных<br>ковшей, м <sup>3</sup> | Категории грунтов<br>Ч | Глубина копания                                   |
|-------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
| 0,4<br>0,5<br>0,65                        | IV<br>II—IV<br>I—II    | Максимальная<br>85% от максимальной<br>То же, 65% |

сменными ковшами различной емкости (табл. 8). При оснащении обратной лопатой этими экскаваторами роют котлованы, траншеи и ямы. Поворотный ковш обеспечивает хорошие условия копания грунта и выгрузки его в отвал и транспортные средства. Кроме обратной лопаты, экскаваторы снабжают погрузчиком, грейфером, прямой лопатой и ковшами различной формы для специальных земляных работ. Грейфером выполняют погрузочно-разгрузочные работы и разрабатывают выемки, ямы, котлованы типа колодцев с отвесными стенками. С помощью погрузчика эффективно и с высокой производительностью осуществляют погрузку сыпучих и кусковых материалов, разрабатывают котлованы и карьеры, обеспечивая одновременную планировку площадки на уровне стоянки машины.

**Экскаватор Э-5015А.** В силовой гидросистеме экскаватора Э-5015А применены сдвоенный аксиальный роторно-поршневой насос (см. рис. 111) и аксиальные роторно-поршневые гидромоторы (см. рис. 109).

Поворотная часть экскаватора Э-5015А (рис. 164) опирается на ходовое устройство 14 через роликовый опорно-поворотный круг 13. На поворотной платформе 11 устанавливают сменное рабочее оборудование, силовую установку, механизм поворота, узлы гидропривода и гидроуправления, баки, кабину и противовес. Дизель 10 смонтирован на хвостовой части платформы 11, где также размещены топливный бак, баки с рабочей жидкостью и противовес 17.

Рабочее оборудование обратной лопаты включает стрелу 5, рукоять 4, ковш 6 и гидроцилиндры для их привода. Кабина 8 машиниста оборудована тепло- и шумоизоляцией. Здесь расположены сиденье и пульт управления с рычагами. В холодное время года кабина обогревается. На кабине установлены стеклоочистители. Экскаватор оборудован системами освещения и сигнализации. Механизмы передвижения машины и поворота платформы приводятся в движение от гидромоторов. Все это позволяет вести работу в любую погоду и в любое время суток. На гусеничной тележке установлены два низкомоментных гидромотора с редукторами, обеспечивающие независимый привод гусеничным тележкам. Привод включает в себя также индивидуальные ленточные тормоза с управлением от автономной гидросистемы. Высокомоментный гидромотор 9 предназначен для вращения поворотной платформы. Рабочая жидкость подается под давлением от гидравлического насоса 16, получающего вращение от дизеля 10. Машиной управляют с помощью трех блоков 15 гидрораспределителя.

С вращающейся платформы 11 к гидромоторам привода гусеничных лент и к тормозам механизма передвижения жидкость подводится через центральный коллектор 12.

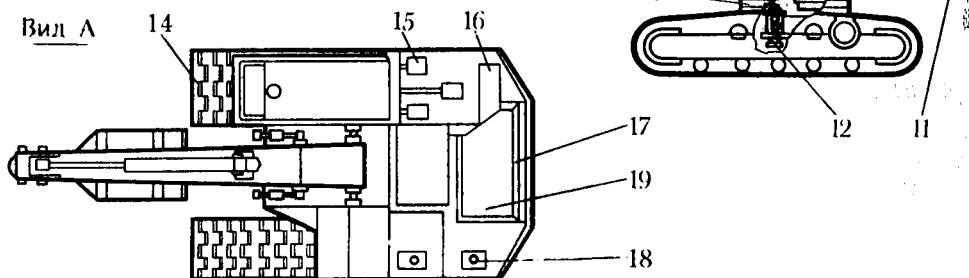
**Гидравлическая система** (рис. 165). Одним из основных агрегатов гидросистемы является **сдвоенный регулируемый насос 1** с суммирующим регулятором мощности (см. рис. 111). Привод насоса осуществляется дизельным двигателем 2 (рис. 165) мощностью 75 л. с. с максимальной частотой вращения 1700 в минуту. Максимальная подача каждой из двух секций насоса 120 л/мин. Рабочее давление в гидросистеме 150 кгс/см<sup>2</sup>.

Кроме насосной установки, гидропривод включает в себя распределительную и клапанную аппаратуру (клапанный блок), гидроцилиндры и гидромоторы, фильтры, масляный бак, коллектор, трубопроводы и соединительную арматуру. Все гидроцилиндры и гидромоторы хода расположены непосредственно около приводимых ими в движение рабочих механизмов.

Питается гидросистема от бака 3 рабочей жидкости емкостью 0,32 м<sup>3</sup>, в который вмонтированы сливные фильтры с тонкостью очистки 20 мкм. Распределение потока рабочей

**Расположение механизмов и узлов экскаватора Э-5015А:**  
гидроцилиндры:

1 — ковша, 7 — стрелы, 3 — рукояти; 2 — трубопроводы; 4 — рукоять; 5 — стрела; 6 — ковш; 8 — кабина машиниста; 9 — гидромотор механизма поворота; 10 — дизель; 11 — поворотная платформа; 12 — центральный коллектор; 13 — опорно-поворотный круг; 14 — ходовое устройство; 15 — блоки гидрораспределителя; 16 — насос; 17 — противовес; 18 — топливный бак; 19 — капот дизеля

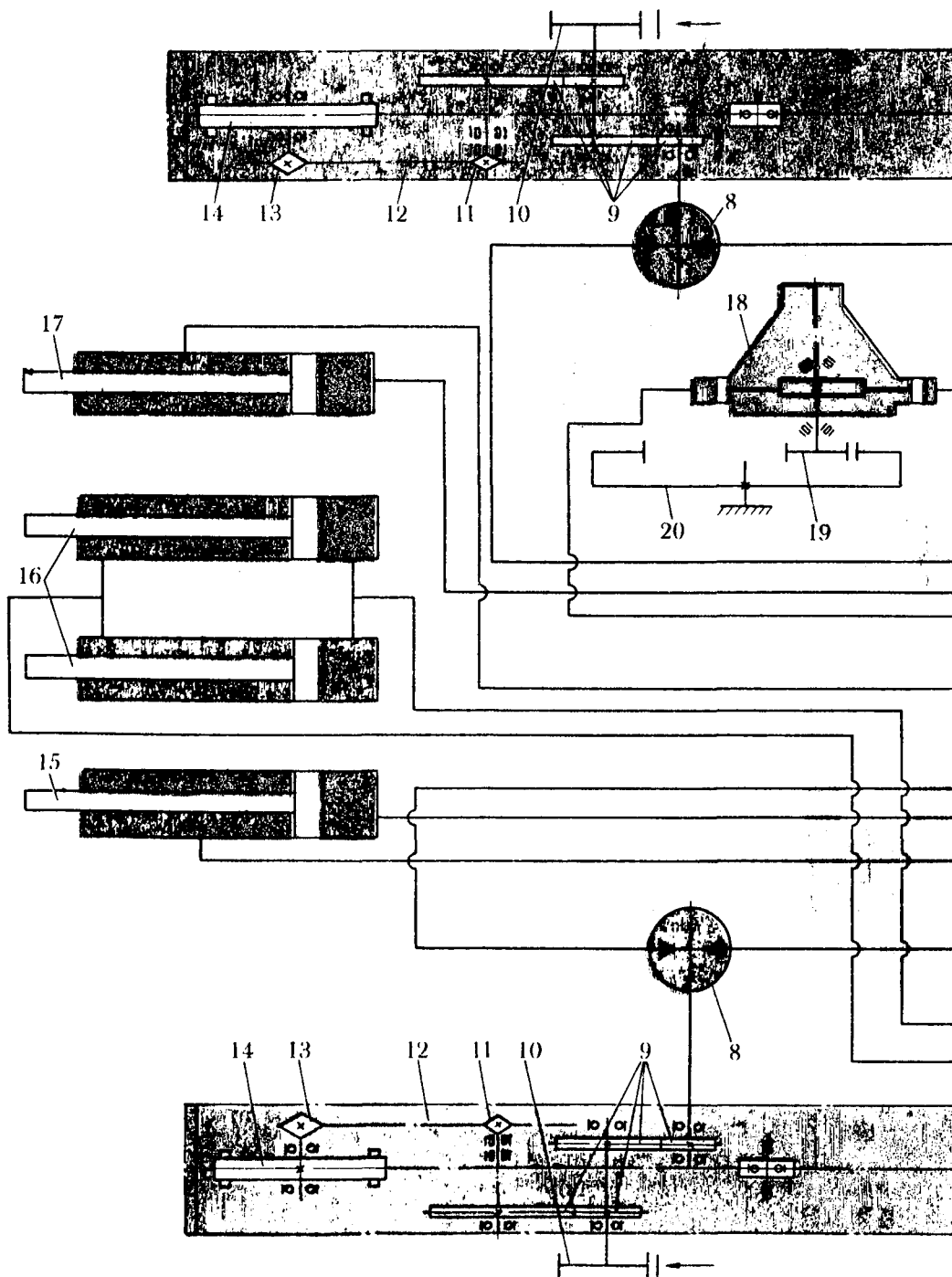


жидкости осуществляется тремя распределительными блоками 4—6. Блоки 4 и 5 имеют две сливные гидролинии, одна из которых соединяется с общей гидролинией слива гидросистемы, а вторая служит для последовательного соединения этих блоков. Сливная гидролиния блока 6 соединена только с общей гидролинией слива.

От первой секции насоса 1 рабочая жидкость поступает к распределительному блоку 5, управляющему работой гидромотора 18 поворота платформы, гидроцилиндра 17 рукояти и гидромотора 8 правой гусеничной ленты. При нейтральном положении золотников блока 5 рабочая жидкость, нагнетаемая первой секцией насоса, поступает к нагнетательной гидролинии, подводящей рабочую жидкость от второй секции насоса к распределительному блоку 4.

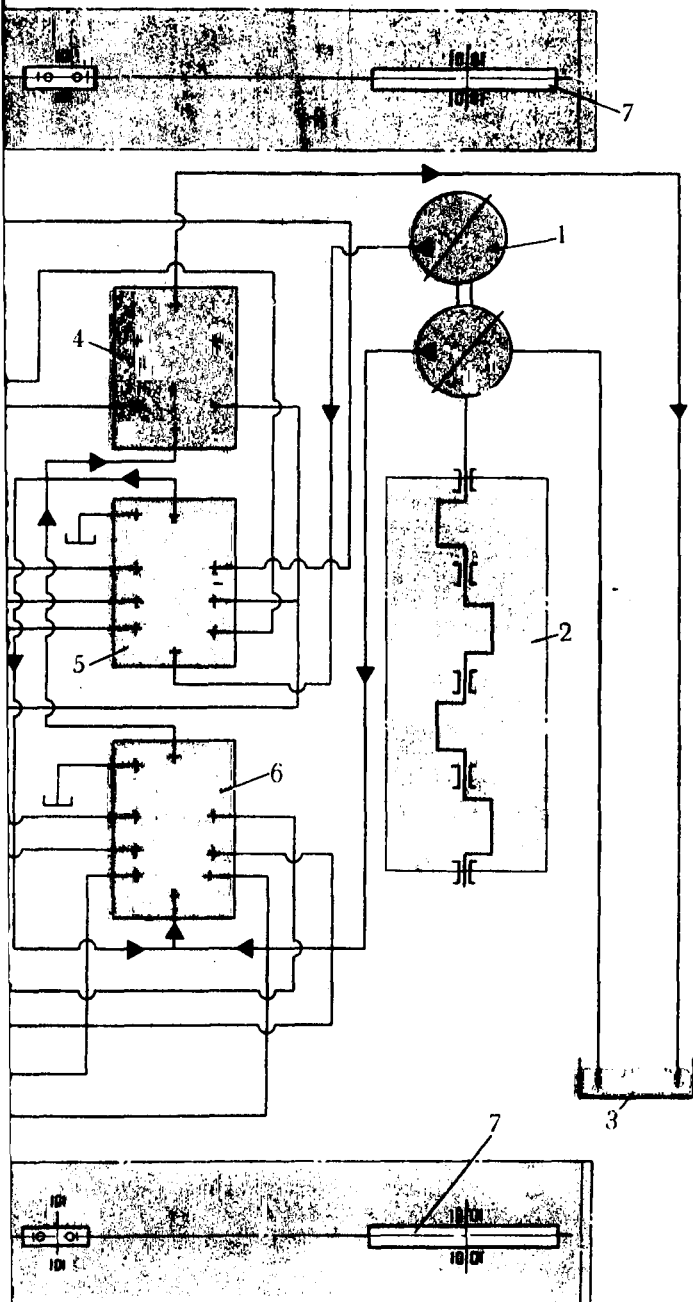
Блок 4 управляет работой гидроцилиндров 16 стрелы, гидроцилиндра 15 ковша и гидромотора 8 левой гусеничной ленты. При нейтральном положении золотников блоков 4 и 5 рабочая жидкость, нагнетаемая первой и второй секциями насоса, поступает к распределительному блоку 6. Один золотник блока 6 заблокирован с золотником блока 5 и перемещается с ним синхронно от одного рычага при управлении работой гидроцилиндра 17 рукояти. Другой золотник блока 6 — резервный может быть использован для управления исполнительными органами сменного рабочего оборудования. Таким образом, исполнительные органы, управляемые блоком 5, питаются только от одной секции насоса, а исполнительные органы, управляемые блоками 4 и 6, при нейтральном положении золотников блока 5 — от двух секций насоса (двойная подача).

Гидросистема экскаватора позволяет совмещать одно рабочее движение, управляемое распределительным блоком 5, с одним рабочим движением, управляемым распределительным блоком 4 или 6. Кроме того, золотник управления работой гидроцилиндров стрелы выполнен конструктивно так, что позволяет совмещать работу (с последовательным



# Гидравлическая схема с элементами кинематики экскаватора Э-5015А:

- 1 — двоянный насос,
- 2 — дизель СМД-14,
- 3 — бак рабочей жидкости,
- 4—6 — блоки гидрораспределителя;
- 7 и 14 — направляющие и ведущие колеса гусеничного хода;
- 8 — механизма хода,
- 18 — механизма поворота;
- 9 — редукторы механизма хода;
- 10 — тормоза механизма хода.
- 11 и 13 — ведущие и ведомые цепные звездочки.
- 12 — цепи; гидроцилиндры:
- 15 — ковша,
- 16 — стрелы,
- 17 — рукояти;
- 19 — обегаящая шестерня механизма поворота;
- 20 — опорно-поворотный круг с зубчатым венцом



потоком рабочей жидкости) стреловых гидроцилиндров с одним из рабочих движений, управляемых четырьмя золотниками блоков 6 и 4. Следовательно, в совокупности могут быть совмещены одновременно три рабочих движения. При совмещении операций каждый из гидроцилиндров питается потоком рабочей жидкости от одной секции насоса. Только гидроцилиндр рукояти при совмещении операции с гидроцилиндрами стрелы получает двойной поток жидкости благодаря тому, что им управляют с помощью двух заблокированных золотников распределителя, работающих синхронно.

Для защиты системы от перегрузки к напорным гидролиниям каждой секции насоса параллельно подключены два предохранительных клапана, отрегулированные на максимальное давление 150 кгс/см<sup>2</sup>. Для плавного торможения гидромоторов поворота платформы и хода экскаватора в гидросистеме установлены перепускные клапаны, также отрегулированные соответственно на давление 160 и 110 кгс/см<sup>2</sup>.

В гидросхеме предусмотрена подпитка гидромотора 18 поворота платформы от сливной гидролинии с помощью двух обратных клапанов.

Трехходовой крановый аппарат КР1 направляет рабочую жидкость из сливной гидролинии через сливной фильтр или непосредственно в бак или через маслоохладитель. Контроль за рабочим давлением в гидросистеме осуществляют с помощью блока запорных кранов и манометра.

В остальном гидравлическая схема экскаватора Э-5015А аналогична схеме, описанной в § 39 (см. рис. 147).

Механизм поворота платформы получает привод от высокомоментного гидромотора 18 (см. рис. 165), на выходном конце вала которого закреплена обегаящая шестерня 19, находящаяся в зацеплении с зубчатым венцом опорно-поворотного круга 20.

Гусеничные ленты приводятся во вращение от двух раздельных механизмов хода, каждый из которых включает гидромотор 8, шестеренный редуктор с тормозом 10 и цепной редуктор со звездочками 11 и 13 и цепью 12. При включении гидромотора 8 ведомая звездочка 13 приводит во вращение ведущее колесо 14 гусеничного хода, а вместе с ним и гусеничную ленту.

Блоки гидрораспределителей экскаваторов Э-5015А литой моноблочной конструкции со встроенными золотниками и клапанными устройствами различного назначения. В корпусе блока гидрораспределителя (рис. 166) установлены золотники 1—3, управляющие соответственно гидроцилиндрами стрелы, ковша и гидромотором левой гусеничной ленты. При нейтральном положении золотников 1—3 жидкость через отверстие А и центральные клапаны Б поступает на слив к отверстию В (рис. 166, а). При перемещении золотников 1 и 2 влево или вправо (рис. 166, б—г) жидкость через обратные клапаны б поступает в дугообразные каналы Д и далее в соответствующие полости гидроцилиндров. При внезапном падении давления в напорной гидролинии обратные клапаны запирают рабочие полости гидроцилиндров стрелы и ковша. В нейтральное положение золотники 1 и 2 устанавливаются пружинными фиксаторами 5. При этом полости гидроцилиндров стрелы и ковша заперты.

Золотник 3 включает в себя трехпозиционный шариковый фиксатор 4, при среднем положении которого гидромотор левой гусеничной ленты заперт.

Золотник 1 имеет внутренние каналы и обратный клапан-демпфер 7, благодаря чему возможно совмещение рабочих операций. При перемещении золотника 1 влево (рис. 166, б, л) жидкость через каналы Д и Г подается в штоковые полости гидроцилиндров и стрела опускается. Из поршневой полости жидкость через обратный клапан-демпфер 7, обеспечивающий плавное опускание стрелы, перетекает в канал Б.

При перемещении золотника 1 вправо (рис. 166, б, л) жидкость через канал Д и внешнюю правую проточку золотника поступает в поршневые полости гидроцилиндров, благодаря чему стрела поднимается. В это время обратный клапан-демпфер 7 под давлением жидкости закрывается и из штоковых полостей гидроцилиндров стрелы жидкость по внутреннему каналу Г перетекает в центральный канал Б.

При перемещении золотника 2 влево (рис. 166, в, л) жидкость поступает в поршневую полость гидроцилиндра ковша через обратный клапан б, дугообразный канал Д и правую проточку золотника. Из штоковой полости гидроцилиндра жидкость сливается в бак

через левую проточку золотника и сливной канал В. Это положение соответствует операции заполнения ковша грунтом.

«При перемещении золотника 2 вправо (рис. 166, в, II) жидкость поступает в штоковую полость гидроцилиндра ковша через обратный клапан 6, дугообразный канал Д и левую проточку золотника. Из поршневой полости гидроцилиндра жидкость сливается в бак через правую проточку золотника и сливной канал В. Это положение соответствует операции разгрузки ковша.

Когда крайнее левое положение занимает золотник 3 (рис. 166, г, I), то жидкость через дугообразный канал Д и правую проточку золотника 3 поступает в правую полость гидромотора, а из левой полости гидромотора она сливается в бак через левую проточку золотника 3 и сливной канал В. При этом экскаватор движется вперед. Когда золотник 3 занимает крайнее правое положение (рис. 166, г, II), то жидкость поступает в левую полость гидромотора, а из правой сливается в бак. Экскаватор при этом движется назад.

Для предотвращения чрезмерного повышения реактивных давлений в гидроцилиндрах рабочего оборудования в полости гидрораспределителя установлены разгрузочные клапаны (рис. 167). Большие реактивные давления возникают при запертых полостях гидроцилиндров в период копания грунта.

Корпус 5 разгрузочного клапана своим резьбовым концом ввернут в корпус блока гидрораспределителя и прижимает к его гнезду направляющую втулку 14, центральное отверстие которой заперто подвижным золотником 13. При этом полость высокого давления А отделена от сливной полости Б, так как золотник 13 плотно прижат к своему гнезду усилием пружины 8 через тарелку 12. Герметичность уплотнения между корпусами гидрораспределителя и клапана достигается установкой резинового кольца 11, прижимаемого шайбой 10 и контргайкой 9.

При повышении реактивного давления выше допустимого в полостях гидроцилиндров, соединенных с полостью А, золотник 13 преодолевает сопротивление пружины 8 и, поднимаясь вверх, отходит от седла направляющей втулки 14. Жидкость перетекает из полости А в сливную полость Б, благодаря чему величина реактивного давления ограничивается.

Для смягчения обратного удара золотника 13 о направляющую втулку 14 (при падении давления в полости А) предусмотрена гидравлическая амортизация. Достигается это конструктивным оформлением хвостовика золотника и установкой пробки 15 в нижнем отверстии направляющей втулки 14.

Для регулирования разгрузочного клапана снимают колпачковую гайку 1 и отпускают контргайку 3. Затем вращением регулировочного винта 2 сжимают пружину 8 так, чтобы клапан срабатывал при давлении 165 кгс/см<sup>2</sup>. После регулирования зажимают контргайку 3, не допуская поворота винта 2, и проверяют давление. Затем устанавливают колпачковую гайку 1 и пломбируют ее. Снимать пломбу и регулировать клапан в полевых условиях запрещается.

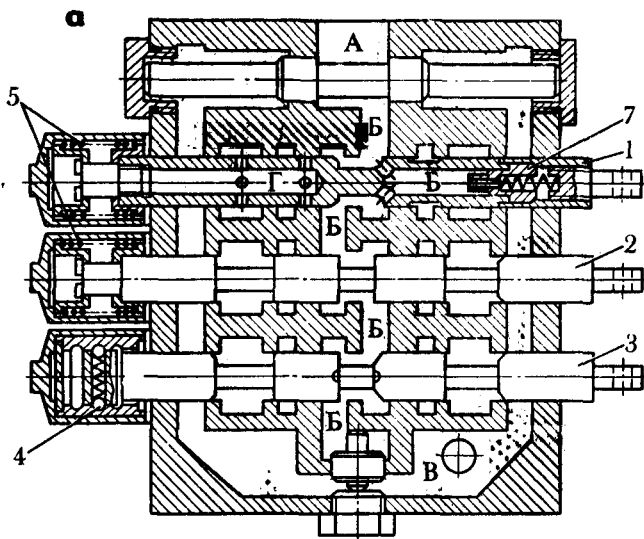
Блок 5 (см. рис. 165) гидрораспределителя (рис. 168, а) включает в себя золотники 1 и 3, управляющие соответственно гидромоторами поворота платформы и хода правой гусеницы, и золотник 2, управляющий гидроцилиндром рукояти. В этом блоке центральные клапаны Б разъединены от слива В заглушкой 6 и при нейтральном положении золотников жидкость из отверстия А через центральные каналы Б поступает не на слив В, а в отверстие Г, соединенное с отверстием А.

Таким образом, при среднем положении золотников блока 5 (см. рис. 165) в блок 4 поступает суммарный поток жидкости от обеих секций насосов, обеспечивая при включении соответствующих золотников повышенную скорость перемещения стрелы, ковша и гусеницы. При перемещении влево или вправо одного из золотников блока 5 поступление жидкости от одной секции насоса в блок 4 прекращается и последний распределяет поток жидкости только второго насоса, обеспечивая перемещение рабочих органов со скоростью, обусловленной подачей второго насоса.

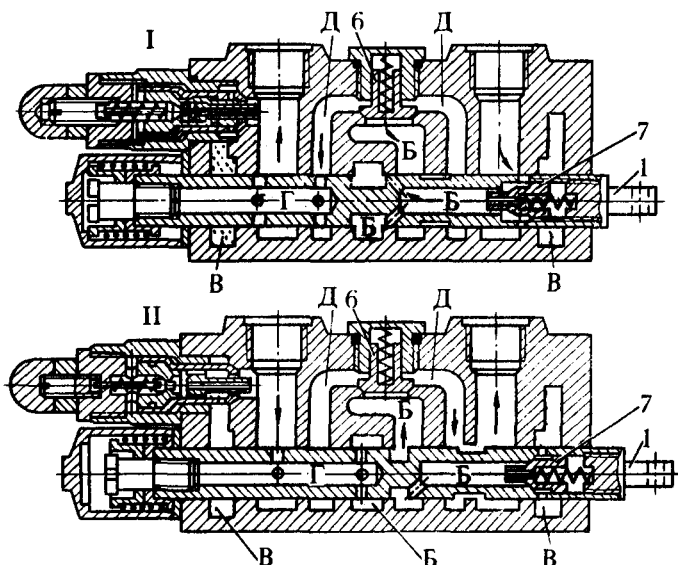
Золотник 3 (см. рис. 168, а) включает в себя трехпозиционный шариковый фиксатор 4, при среднем положении которого полости гидромотора правой гусеницы заперты.

**Блок гидрораспределителя управления гидроцилиндрами стрелы, ковша и гидромотором левой гусеничной ленты:**

**а** — общий вид; положения золотника:  
**б** — при опускании (I) и подъеме (II) стрелы,  
**в** — при заполнении (I) и разгрузке (II) ковша,  
**г** — при движении экскаватора вперед (I) и назад (II); золотники управления:  
 1 — гидроцилиндром стрелы,  
 2 — гидроцилиндром ковша,  
 3 — гидромотором левой гусеничной ленты;  
 4 и 5 — шариковый и пружинный фиксаторы;  
 6 — обратный клапан;  
 7 — обратный клапан-демпфер



**б**



При смещении золотника 3 влево или вправо поток жидкости распределяется аналогично тому, как при работе золотника 3 (см. рис. 166) блока 4 (см. рис. 165).

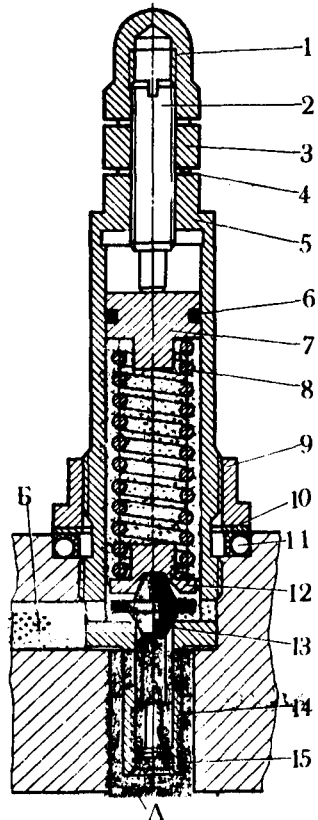
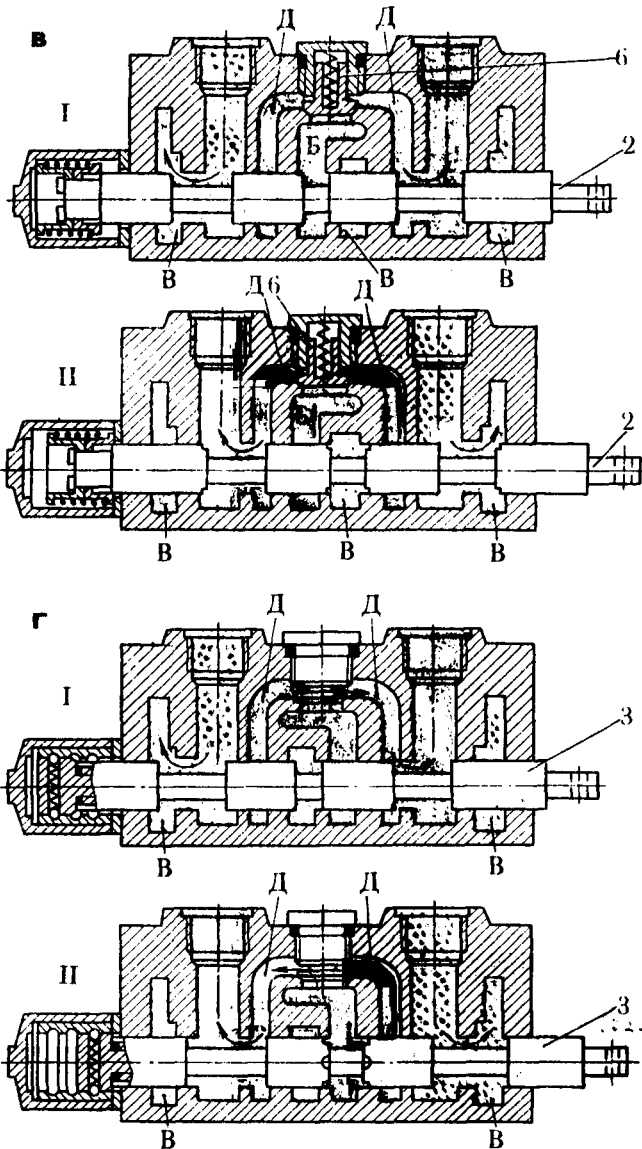
Золотники 1 (см. рис. 168, а) и 2 устанавливаются в нейтральном положении пружинным фиксатором 5, при этом запираются полости гидроцилиндра рукояти и гидромотора поворота платформы. При смещении золотников 1 и 2 вправо и влево потоки жидкости распределяются так же, как при работе золотников 1 (см. рис. 166) и 2 блока 4 (см. рис. 165). Разгрузочный и обратный клапаны блока 5 взаимозаменяемые с клапанами блока 4.

Блок 6 гидрораспределителя вспомогательный, он включает в себя золотник 1 (рис. 168, б),



**Разгрузочный клапан:**

1 — колпачковая гайка, 2 — винт, 3 и 9 — контргайки, 4 — прокладка, 5 — корпус клапана, 6 — уплотнение, 7 — стакан, 8 — пружина, 10 — шайба, 11 — кольцо, 12 — тарелка, 13 — золотник, 14 — направляющая втулка, 15 — пробка



управление которым заблокировано в одном рычаге с управлением золотником 2 (см. рис. 168, а) блока 5 (см. рис. 165). При включении обоих золотников в гидроцилиндр рукоятки идет суммарный поток жидкости от обеих секций насоса при нейтральном положении золотников блока 4. Золотник 7 (см. рис. 168, б) не имеет объекта управления, является резервным и постоянно находится в нейтральном положении, удерживаемом, как и золотник 1, пружинным фиксатором 5. При смещении золотника 1 влево или вправо потоки жидкости распределяются так же, как при работе золотников блоков 4 (см. рис. 165) и 5. В блоке 6 нет разгрузочного клапана.

**Клапанный блок** (рис. 169) предназначен для снятия пиковых давлений, возникающих от значительных инерционных сил при торможении поворотной платформы (после установки золотника поворотной платформы в нейтральное положение) и механизма передвижения.

Блок состоит из двух одинаковых предохранительных клапанов прямого действия, смонтированных в корпусе 1 с помощью гильз 2. Внутри гильзы 2 закреплена полая втулка 3, на внутренний конец которой опирается подвижный затвор 4 предохранительного клапана. Затвор 4 прижимается к втулке 3 пружиной 5, которая упирается в гайку 7 штока 6 поршня. Силу прижатия затвора 4 к внутреннему концу втулки 3 регулируют винтом 8, в который упирается шток 6. Постоянную настройку предохранительного клапана обеспечивает контргайка 9, предотвращая самопроизвольное смещение регулировочного винта 8. В днище 10 затвора 4 просверлено сквозное отверстие, выполняющее роль демпфера.

Предохранительные клапаны установлены между двумя полостями гидромотора поворота платформы так, что каждый из них реагирует на резкий подъем давления только в одной полости.

После того как подвод жидкости в гидромотор поворота и отвод из него будут заперты золотником, платформа будет продолжать поворачиваться в этом же направлении за счет значительных сил инерции и в гидролинии отвода резко повысится давление. При давлении, превысившем усилие затяжки пружины 5 предохранительного клапана, подвижный затвор 4 отойдет от опорной втулки 3 и соединит полости А и Б между собой. В результате давление в полостях А и Б выравняется и платформа затормозится. Когда подвижный затвор 4 откроется, жидкость начнет выдавливаться из его внутренней полости В через демпферное отверстие в днище 10 затвора, создавая тормозное усилие, обеспечивающее плавное перемещение затвора. Как только давление в полости отвода уменьшится до 155—165 кгс/см<sup>2</sup>, пружина 5 плавно возвратит затвор 4 в исходное положение и полости А и Б будут разъединены. При возврате затвора в полости В создается разрежение. Скорость перемещения затвора пропорциональна скорости заполнения полости В. После закрытия затвора платформа останавливается.

**Коллектор** (рис. 170), состоящий из вращающейся (колонка 2) и неподвижной (корпус 4) частей, укреплен на ходовой раме экскаватора. Неподвижный корпус 4 и вращающаяся колонка 2 образуют полости, разделенные резиновыми 6 и фторопластовыми 5 уплотнительными кольцами. Эти полости соединены каналами со штуцерами 1 на колонке 2 и штуцерами 7 на корпусе 4. Таким образом, рабочая жидкость с вращающейся платформы подводится к ходовой части машины. В осевом направлении сверху и снизу коллектор ограничивают фланцы 3 и 8, допускающие свободное вращение колонки в корпусе. Рабочая жидкость подводится к коллектору от распределительных блоков, тормозная жидкость — от главного гидроцилиндра тормоза. От коллектора рабочая и тормозная жидкости попадают по трубопроводам к гидромоторам хода и тормозам.

**Бак рабочей жидкости** (рис. 171, а) открытого типа (см. § 35). К верхнему листу бака крепят корпус 13 (рис. 171, б) фильтра, закрываемый крышкой 15 с пробкой 16. Уровень рабочей жидкости в баке контролируют по шупу 4, на котором сделаны две риски, соответствующие максимальному и минимальному допускаемым уровням.

Весь поток неочищенной рабочей жидкости от блоков гидрораспределителя поступает через корпус 13 фильтра 2 в полость между сердечником 6 и фильтрующим элементом 8, представляющим собой гофрированную бумагу с сеткой. Рабочая жидкость, очищенная от механических примесей с помощью набора постоянных магнитов 7, которые размещены на сердечнике 6, проходит через элемент 8 с толщиной очистки 20 мкм.

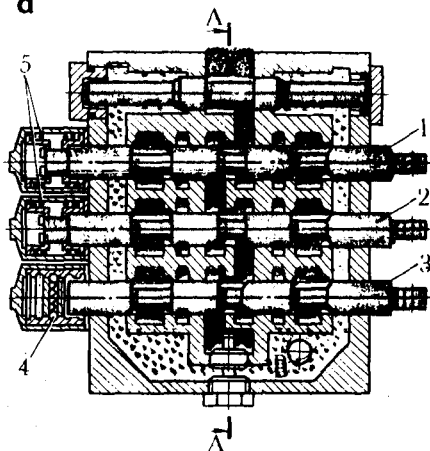
Очищенная рабочая жидкость собирается в маслосборнике 9. Из маслосборника 9 через многочисленные отверстия в днище 10 она перетекает внутрь корпуса 1 бака, откуда при пуске насоса поступает в его всасывающую гидролинию.

В случае чрезмерного загрязнения фильтроэлемента 8 в полости неочищенной жидкости повышается давление. Усилие, создаваемое давлением жидкости на стакан 11, возрастает, и элемент 8 смещается вниз, сжимая пружину 12. При этом образуется свободный проход для слива в бак неочищенной рабочей жидкости. Дозатор 5 служит для слива

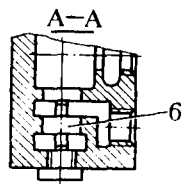
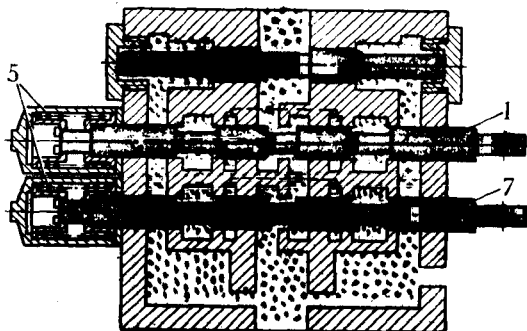
Блок управления гидромотором поворота, гидроцилиндром рукояти и гидромотором правой гусеничной ленты (а) и вспомогательный блок (б):

1—3 — золотники,  
4 и 5 — шариковый и пружинный фиксаторы,  
6 — заглушка,  
7 — резервный золотник

а



б



169

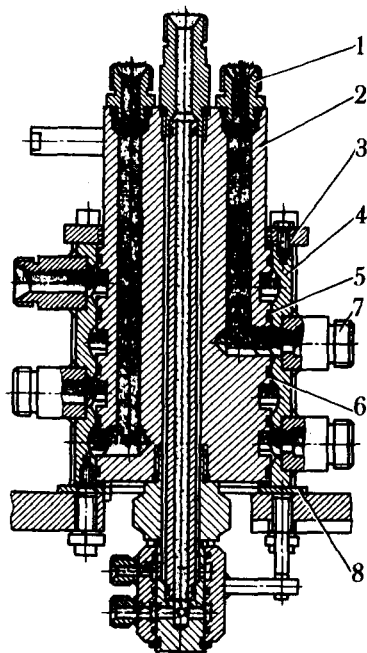
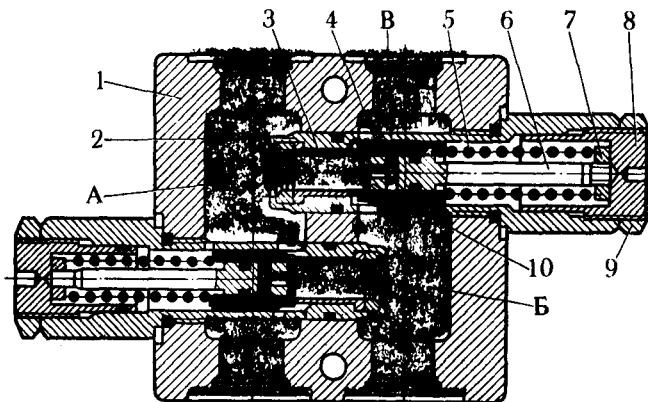
Клапанный блок:

1 — корпус,  
2 — гильза,  
3 — втулка,  
4 — подвижный затвор,  
5 — пружина,  
6 — шток,  
7 — гайка,  
8 — винт,  
9 — контргайка,  
10 — днище затвора

170

Коллектор:

1 и 7 — штуцера,  
2 — колонка,  
3 и 8 — верхний и нижний фланцы,  
4 — неподвижный корпус,  
5 и 6 — уплотнительные кольца

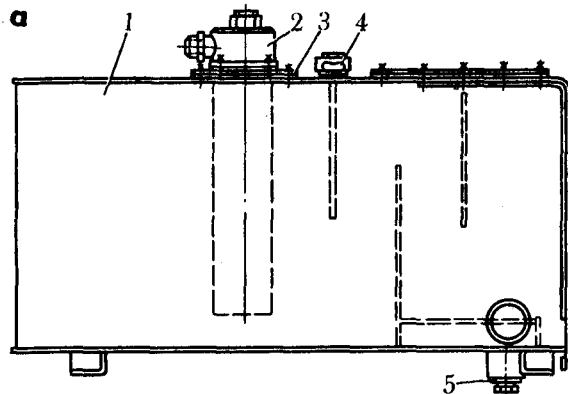


171

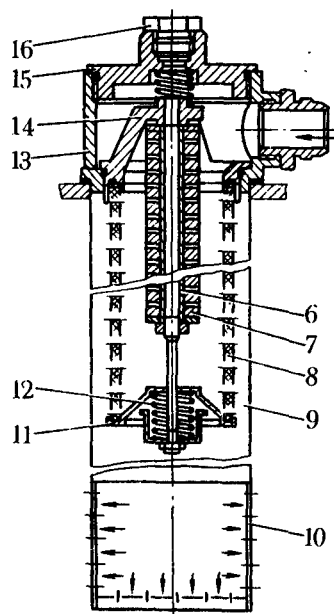
Бак (а) с фильтром (б) рабочей жидкости:

- 1 — корпус бака,
- 2 — фильтр,
- 3 — сапун,
- 4 — щуп,
- 5 — дозатор,
- 7 — магнит,

- 8 — фильтрующий элемент,
- 9 — маслобункер,
- 10 — днище,
- 11 — стакан,
- 12 — пружина,
- 13 — корпус фильтра,
- 14 — стойка,
- 15 — крышка,
- 16 — пробка



б

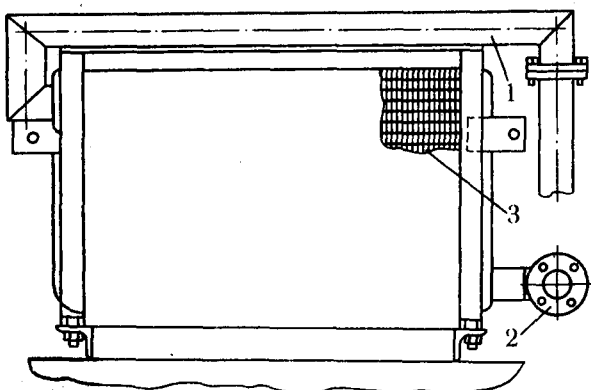


172

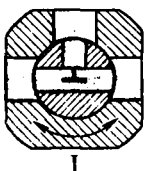
Охладитель рабочей жидкости (а) и установка крана (б):

- 1 — подводящая труба,
- 2 — отводящая труба,
- 3 — охлаждающие трубки с пластинами

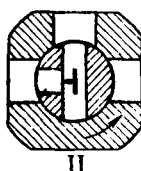
а



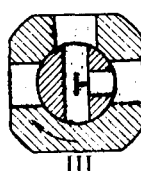
б  
В охладитель



В бак



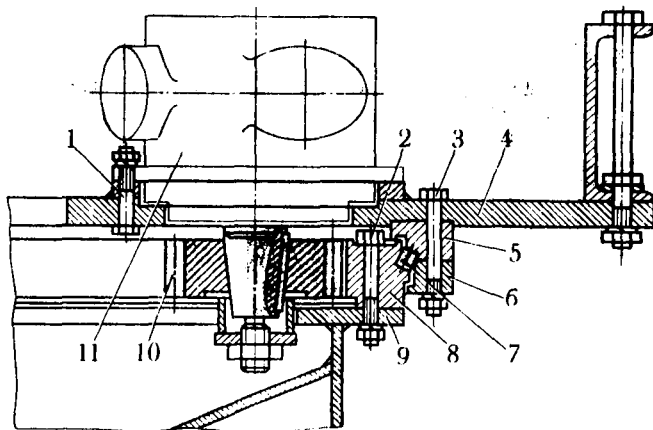
↓



В бак

**Установка механизма поворота и опорно-поворотного устройства экскаватора Э-5015А:**

1—3 — болты крепления,  
4 — опорный лист поворотной рамы,  
5 и 6 — верхняя и нижняя обоймы,  
7 — ролики,  
8 — зубчатый венец,  
9 — фланец ходовой рамы,  
10 — обгоняющая шестерня,  
11 — гидромотор механизма поворота



из бака рабочей жидкости, а сапун 3 — для соединения внутренней полости бака с атмосферой.

Охладитель (рис. 172, а) рабочей жидкости расположен перед водяным радиатором двигателя. Жидкость поступает в охладитель по трубе 1, проходит внутри системы трубок 3 с пластинами, имеющими большую внешнюю поверхность, и через трубу 2 отводится в бак гидросистемы. Трубки 3 с пластинами обдуваются воздухом при работе вентилятора силовой установки.

В случае повышения температуры жидкости выше допустимого значения ( $65^{\circ}\text{C}$ ) охладитель включают путем установки трехходового крана в положение II (рис. 172, б). Если температура жидкости низкая (менее  $10^{\circ}\text{C}$ ), кран поворачивают в положение III и рабочая жидкость перетекает в бак, минуя охладитель. В остальных случаях кран должен находиться в положении I, когда жидкость имеет доступ как в охладитель, так и непосредственно в бак.

Конструкция рабочего оборудования экскаватора Э-5015А описана в гл. VII.

Механизм поворота платформы описан в § 40. Установка механизма поворота платформы и опорно-поворотного круга этих экскаваторов показана на рис. 173. Гидромотор 11 механизма крепят болтами 1 к опорному листу 4 поворотной рамы экскаватора.

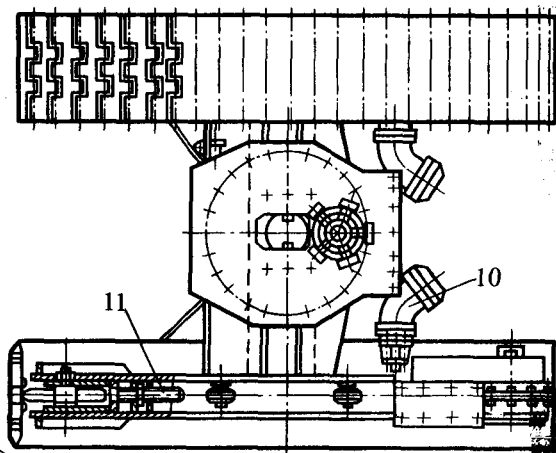
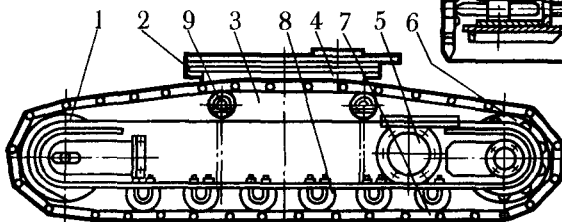
Зубчатый венец 8 крепят болтами 2 к фланцу 9 рамы ходового устройства. Верхняя 5 и нижняя 6 обоймы опорно-поворотного круга соединены между собой болтами 3 и одновременно прикреплены к опорному листу 4 поворотной рамы машины. Крестообразно расположенные ролики 7 помещены на дорожках катания зубчатого венца 8 и обойм 6 и 5. При вращении гидромотора 11 шестерня 10 обгоняет вокруг венца 8, а поворотная платформа экскаватора перекачивается по роликам 7 относительно ходовой тележки машины.

Ходовая тележка экскаватора (рис. 174). Нагрузка от массы машины и внешние нагрузки, действующие при работе, передаются через опорно-поворотное устройство 2 и ходовую раму 4 на две гусеничные тележки. На раме 3 гусеничной тележки смонтированы направляющее 1 и ведущее 6 колеса гусеничного хода, опорные 8 и поддерживающие 9 катки, редуктор 5 механизма хода, натяжное устройство 11 и гусеничная лента 7. Поддерживающие катки 9 установлены на шарикоподшипниках, а опорные катки — на подшипниках скольжения, которые запорты крышками с манжетными уплотнениями. Гусеничная лента 7 собрана из звеньев, соединенных пальцами.

Редуктор механизма хода (рис. 175) имеет три передачи: две шестеренные, смонтированные на валах 9, 11 и 13, и одну цепную со звездочками 15 и 19. Все валы редуктора, так же

### Ходовая тележка экскаватора Э-5015А:

1 и 6 — направляющее и ведущее колеса, 2 — опорно-поворотное устройство, 3 и 4 — гусеничная и ходовая рамы, 5 — редуктор механизма хода, 7 — гусеничная лента, 8 и 9 — опорный и поддерживающий катки, 10 — гидромотор, 11 — натяжное устройство



как и вал 6 ведущего колеса гусеничного хода, установлены на подшипниках качения — шариковых и роликовых. Все передачи встроены в гусеничную раму 7.

Шестеренные передачи герметически закрыты и работают в условиях постоянной жидкой смазки. Цепная передача закрыта кожухом 14. Корпус редуктора уплотняют манжетами 16 и картонными прокладками. На верхнем конце вала 11 установлен тормоз, который закрывают кожухом 10. Первичный вал 13 редуктора соединен с гидромотором привода механизма хода.

Натяжное устройство (рис. 176), служащее для уменьшения провисания гусеничной ленты, установлено со стороны направляющего колеса 1, которое опирается на ось 5 через конические роликоподшипники 3. Гайкой 4 регулируют осевой люфт подшипников 3, которые смазывают через масленку 6. Гусеничную ленту натягивают вращением гайки 7, которая перемещает винт 9 и стакан 10 вместе с осью 5 и направляющим колесом 1. После натяжения ленты гайку 7 стопорят планкой 8.

Для каждой гусеничной ленты предусмотрена отдельная тормозная система, которая включает в себя тормоз, систему управления тормозом и трубопроводы.

Шкив 9 (рис. 177) тормоза жестко шпонкой 11 и стопорным кольцом 10 закреплен на вторичном валу 12 редуктора механизма передвижения. Тормозные колодки 5 через ступицы 13 и тормозной диск 14 крепят к неподвижной раме гусеничного хода и притягивают одну к другой стяжными пружинами 4 и 6. Между колодками 5 и шкивом 9 при невключенном тормозе установлен гарантированный минимальный зазор, который создается автоматическим устройством гидроцилиндра 1. При подаче жидкости через трубки 8 в гидроцилиндр 1 тормоза поршни 3 раздвигают колодки 5 и они прижимаются к тормозному шкиву 9, осуществляя операцию торможения.

Для выпуска воздуха из системы предусмотрен клапан 7. На гидроцилиндры и поршни с внешних торцов надеты резиновые защитные колпаки 2.

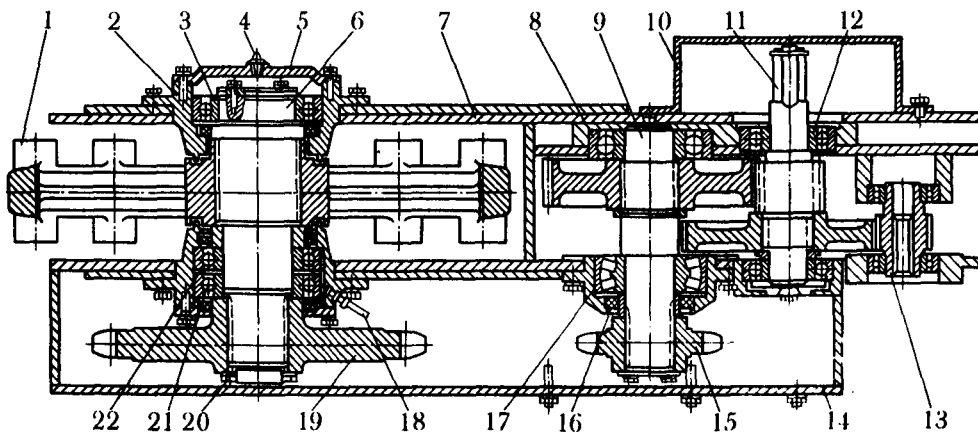
Система управления тормозом установлена на поворотной платформе экскаватора. Гидроцилиндр-датчик 2 (рис. 178) тормоза предназначен для создания давления в системе гидравлического привода. Сверху над гидроцилиндром-датчиком расположен наполнительный бачок 4, закрытый крышкой 5 с отверстием для сообщения внутренней полости бачка с атмосферой. В бачке установлен сетчатый фильтр 6, выполняющий одновре-

### Редуктор механизма хода с ведущим колесом:

1 — ведущее колесо; 2 — корпус; подшипники: 3 и 21 — вала ведущего колеса, 8 и 17 — промежуточного вала, 12 — вала

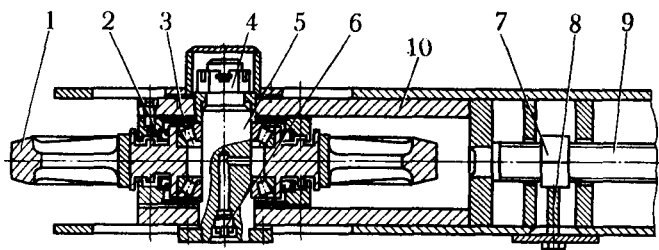
редуктора; 4 — насадка; 5 — крышка; валы: 6 — ведущего колеса, 9 — промежуточный, 11 и 13 — редуктора; 7 — гусеничная рама; 10 и 14 — кожухи

тормоза и цепной передачи; 15 и 19 — ведущая и ведомая цепные звездочки; 16 — манжета; 18 — трубка; 20 — гайка; 22 — распорное кольцо



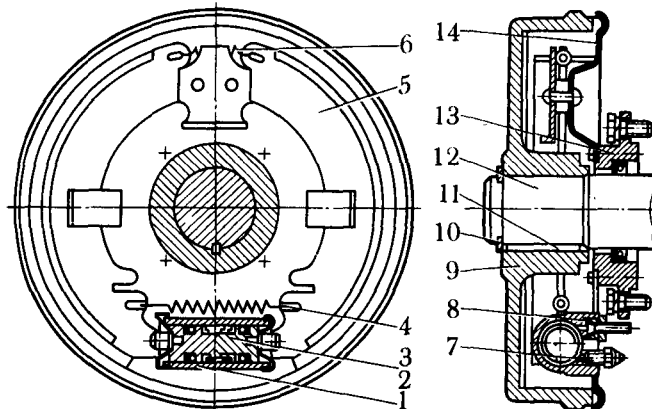
### Натяжное устройство гусеничной ленты:

1 — направляющее колесо, 2 — манжетное уплотнение, 3 — роликоподшипник, 4 и 7 — гайки, 5 — ось направляющего колеса, 6 — насадка, 8 — планка, 9 — винт, 10 — стакан



### Тормоз механизма передвижения экскаватора Э-5015А:

1 — исполнительный гидроцилиндр, 2 — защитный колпак, 3 — поршень, 4 и 6 — пружины, 5 — колодка, 7 — клапан, 8 — трубка, 9 — шкив тормоза, 10 — стопорное кольцо, 11 — шпонка, 12 — вал редуктора, 13 — ступица, 14 — диск



менно функции успокоителя находящейся в бачке тормозной жидкости. Жидкость из бачка поступает в гидроцилиндр самотеком через компенсационное отверстие 7.

При воздействии на педаль тормоза толкатель 1 перемещает поршень 3, манжета 8 которого перекрывает отверстие 7, и жидкость под давлением через двойной клапан 10 и штуцер 11 поступает в коллектор по трубопроводам и затем в тормоза. При движении поршня назад жидкость проходит в полость 9 через обратный клапан.

**Экскаватор ЭО-3322А** (см. рис. 5) является полноповоротным гидравлическим экскаватором на пневмоколесном ходу, который серийно выпускают со сменным рабочим оборудованием обратной лопаты, грейфера и погрузчика.

Поворотная часть экскаватора, включающая поворотную платформу с механизмами и рабочее оборудование, опирается на раму пневмоколесной ходовой тележки через роликовое опорно-поворотное устройство. На поворотной платформе установлены силовое (дизель СМД-14) и гидравлическое оборудование, система управления, механизм поворота, топливный бак, кабина машиниста и противовес. У рабочего оборудования постоянными (не демонтируемыми) узлами являются нижняя (основная) часть стрелы и гидроцилиндры подъема. Остальные узлы могут быть демонтированы при замене одного вида оборудования другим. Кабина машиниста оборудована вентиляцией, тепло- и шумоизоляцией и приспособлена для работы в разное время года и суток. В кабине расположены сиденье мягкого типа, контрольно-измерительные приборы и рычаги управления. Предусмотрены освещение, сигнализация и очистка стекол кабины.

Все рабочие операции экскаватора и его передвижение выполняются с помощью гидравлического привода. От дизеля 1 (рис. 179) вращается сдвоенный насос 17, подающий рабочую жидкость под давлением к гидроцилиндрам рабочего оборудования и гидромоторам 5 и 15 механизмов поворота и хода. Рабочими операциями экскаватора управляют при перемещении соответствующих золотников двух блоков 2 гидрораспределителей. В гидросистеме предусмотрены клапанные блоки 3 и 4, которые служат для плавного пуска и остановки механизмов и их предохранения от чрезмерных нагрузок. Механизм поворота приводится в действие от низкомомментного гидромотора 5, который передает вращение через двухступенчатый редуктор обогатяющей шестерне 6, находящейся в постоянном зацеплении с зубчатым венцом 7. Для привода механизма хода установлен низкомомментный гидромотор 15, который через двухскоростную коробку передач передает движение переднему 11 и заднему 14 мостам ходового устройства. Первую или вторую скорости хода включают с помощью зубчатой муфты 13. Механизм хода оборудован стояночным тормозом 10. Рабочая жидкость подается к гидромотору 15 и обратно отводится в бак через центральный коллектор 16. Необходимое количество рабочей жидкости для системы гидропривода заливают в бак 18. Подробно схема гидропривода экскаватора ЭО-3322А описана в § 39 (см. рис. 146), а узлов гидросистемы — в гл. IX и X. Рабочее оборудование этой машины описано в гл. VIII.

Механизм поворота (рис. 180). Привод его осуществлен от низкомомментного гидромотора 8, который вместе с двухступенчатым шестеренным редуктором составляет единый агрегат. Вал 9 гидромотора соединен муфтой 7 с первичным валом-шестерней 6 редуктора. На промежуточном валу-шестерне 4 жестко закреплена с помощью шлицевого соединения шестерня 5. Две цилиндрические шестерни 3 и 1 также с помощью шлицев соединены с поворотным валом 2.

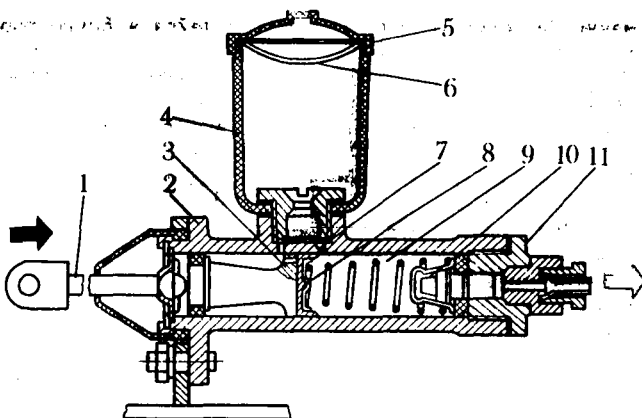
Для смазывания шестерен и опорных подшипников валов редуктора внутрь корпуса 11 заливают масло, уровень которого определяют по рискам на линейке 10. Нижний опорный подшипник поворотного вала 2 смазывают, подавая густую смазку через насленку 12. От осевого перемещения обогатяющую шестерню 1 удерживает шайба 13, закрепленная болтами.

Рабочую жидкость подводят через штуцера на верхней части гидромотора. Подача жидкости под давлением через тот или другой штуцер приводит к вращению вала гидромотора и соответственно всей поворотной части машины в ту или другую сторону. При установке золотника гидрораспределителя в нейтральное положение полости гидромотора заперты и механизм поворота находится в заторможенном положении. В случае необходимости механизм поворота может быть демонтирован единым блоком.



# **Система управления тормозом механизма передвижения:**

- 1 — толкатель,
- 2 — гидроцилиндр-датчик,
- 3 — поршень,
- 4 — наполнительный бачок,
- 5 — крышка,
- 6 — сетчатый фильтр,
- 7 — отверстие,
- 8 — манжета,
- 9 — полость гидроцилиндра-датчика,
- 10 — двойной клапан,
- 11 — штуцер

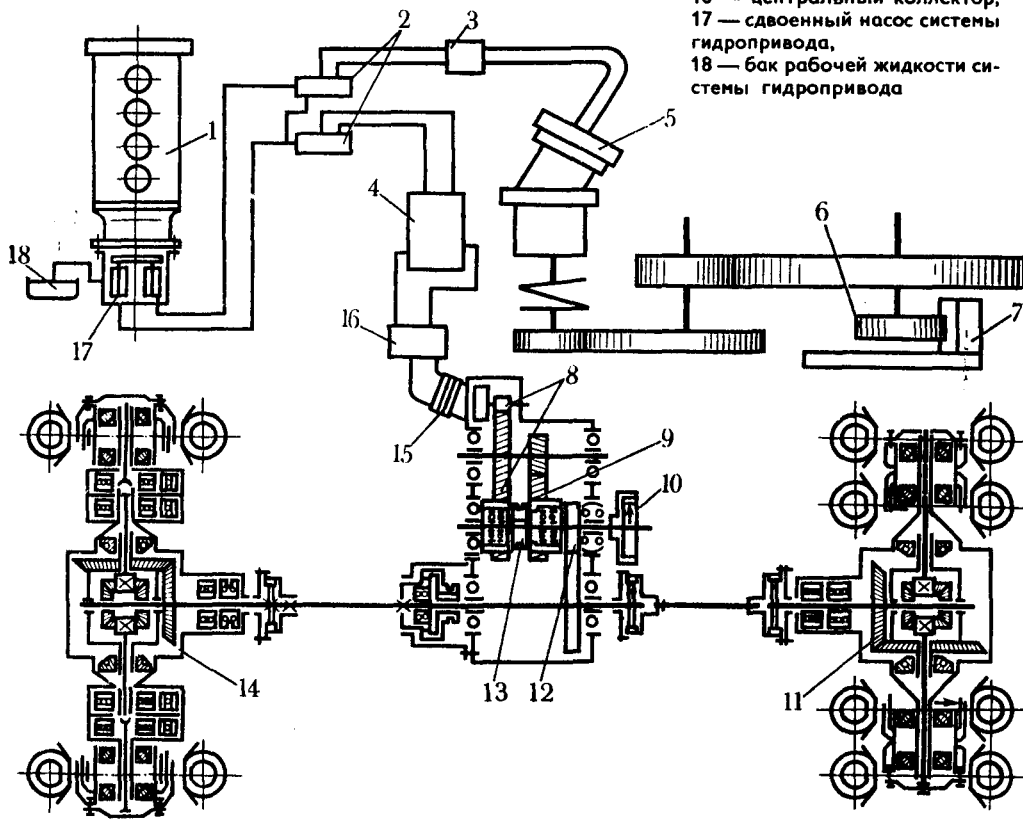


# **Гидравлическая и кинематическая схемы механизмов хода и поворота экскаватора ЭО-3322А:**

- 1 — дизель,
- 2 — блоки гидрораспределителя,

- 3 и 4 — клапанные блоки,
- 5 и 15 — гидромоторы механизмов поворота и хода,
- 6 — обгоняющая шестерня механизма поворота,
- 7 — зубчатый венец механизма поворота,

- 8, 9 и 12 — первая, вторая и третья передачи механизма хода,
- 10 — тормоз механизма хода,
- 11 и 14 — передний и задний мосты,
- 13 — зубчатая муфта,
- 16 — центральный коллектор,
- 17 — сдвоенный насос системы гидропривода,
- 18 — бак рабочей жидкости системы гидропривода



Ходовое устройство экскаватора (рис. 181) состоит из сварной рамы 6, опирающейся на два ведущих моста 1 и 5.

Ходовая рама 6 имеет выносные опоры 13, для установки которых изготовлена поперечная балка из гнутых листов. К раме жестко прикреплена коробка 9 передач, приводимая во вращение низкомоментным гидромотором 4. На верхней плоскости рамы 6 закреплены роликовый опорно-поворотный круг 12 и центральный коллектор 2.

Выходной вал коробки 9 передач одним концом через муфту включения переднего моста и зубчатую муфту соединен с передним мостом 5, другим концом через зубчатые муфты и промежуточный вал — с задним мостом 1. Справа на лонжероне рамы расположен гидrocилиндр управления поворотом передних колес, связанный тягами и рычагами со ступицей правого колеса. Правое колесо связано с левым поперечной рулевой тягой. В передней части тележки установлено водило 7, используемое при буксировке экскаватора тягачом.

Задний ведущий мост крепят на раме 6 жестко. Он опирается на четыре колеса. Главную передачу монтируют в корпусе 30 (рис. 182) редуктора, закрепленном в картере 1 моста. Вращение от коробки передач через зубчатую полу муфту 26 передается на вал с шестерней 21 и на ведомую шестерню 13. Чаши 14 и 17 сателлитов, соединенные пальцами с шестерней 13, вращают крестовину 16, сателлиты 15 и шестерни 18, от которых движение передается на полуosi 2 и через фланцы 4 на ступицы 3 колес.

Таким образом, если включены гидромотор механизма хода и коробка передач, то задние колеса постоянно вращаются, осуществляя передвижение экскаватора. Все передачи установлены на роликoподшипниках. Для предотвращения вытекания смазки из корпуса 30 редуктора, а также по полуосям и ступицам предусмотрен целый комплект уплотнений, резиновых колец и сальников.

Главная передача переднего моста (рис. 183) полностью унифицирована с главной передачей заднего моста и отличается лишь проточкой на корпусе 1. Передний мост — управляемый. Вращение от коробки передач передается полуosi 2 и через кулак 5 и диск 22 шарнира — вилке 11 полуosi, а затем фланцу 12 и ступице 10, к которой прикреплено колесо. Между торцом верхнего шкворня 18 и рычагом 21 или крышкой с помощью прокладки должен быть обеспечен зазор 0,5 мм.

При снятом фланце 12 вилка 11 полуosi должна иметь осевой люфт в пределах 4—7 мм, что обеспечивает возможность поворота колес на угол 25° без расклинивания шарнира. Ступица 10 сидит на цапфе, закрепленной на корпусах 19 и 20 поворотных кулаков. К торцовому фланцу корпуса 1 переднего моста приварен корпус 3 шаровой опоры. В корпусе 3 закреплены шкворни 7 и 18, на которые насажены роликoподшипники 17 и упорный шарикoподшипник 6, входящие в расточки корпусов 19 и 20 поворотных кулаков.

При перемещении рулевой тяги рычаг 21 поворачивает корпус 19 поворотных кулаков относительно шкворней 18 вместе со ступицами 10 колес переднего моста. Подвеска переднего моста выполнена балансирной для создания постоянного контакта всех колес с грунтом и увеличения проходимости машины. Передний мост включают рычагом на пульт управления и только в том случае, если для передвижения недостаточно одного заднего моста. При передвижении по хорошей дороге передний мост выключают.

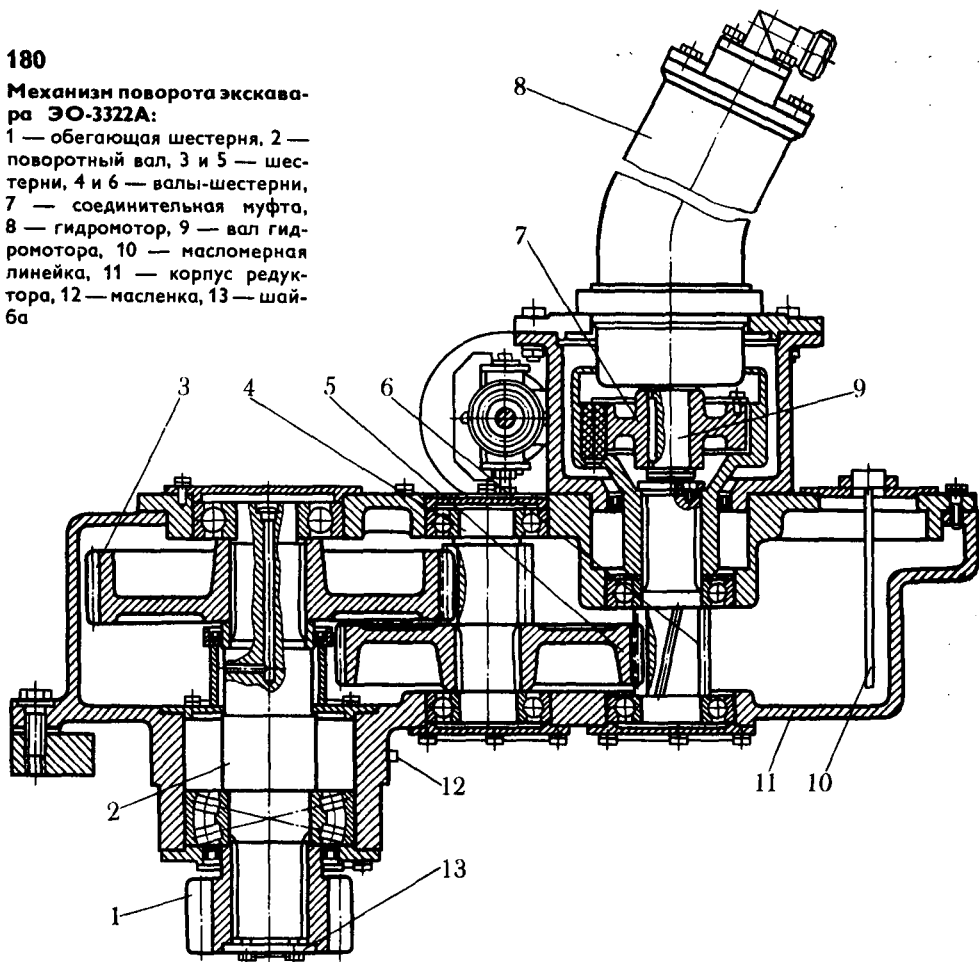
Коробка передач (рис. 184) служит для передачи движения от гидромотора 5 привода механизма хода к переднему и заднему мостам экскаватора, а также для изменения скорости передвижения машины в зависимости от дорожных условий. Все элементы зубчатых передач заключены в стальной корпус 14, имеющий отверстия для крепления коробки пальцами на поперечной балке ходовой рамы.

При соединении подвижной зубчатой полу муфты 3 с шестерней 8 получают первую (пониженную) скорость передвижения экскаватора. В передаче вращения от вала гидромотора при этом участвуют шестерни и валы-шестерни 6—4, 7—8 и 9—11. Если соединить зубчатую полу муфту 3 с шестерней 2, то будет получена вторая (повышенная) скорость передвижения машины. Крутящий момент к мостам экскаватора будет передаваться через передачи 6—4—2 и 9—11. Первую скорость обычно используют при перемещении в забое, а вторую — при движении по дорогам.

180

**Механизм поворота экскаватора ЭО-3322А:**

1 — обгоняющая шестерня, 2 — поворотный вал, 3 и 5 — шестерни, 4 и 6 — валы-шестерни, 7 — соединительная муфта, 8 — гидромотор, 9 — вал гидромотора, 10 — маслосборная линейка, 11 — корпус редуктора, 12 — масленка, 13 — шайба

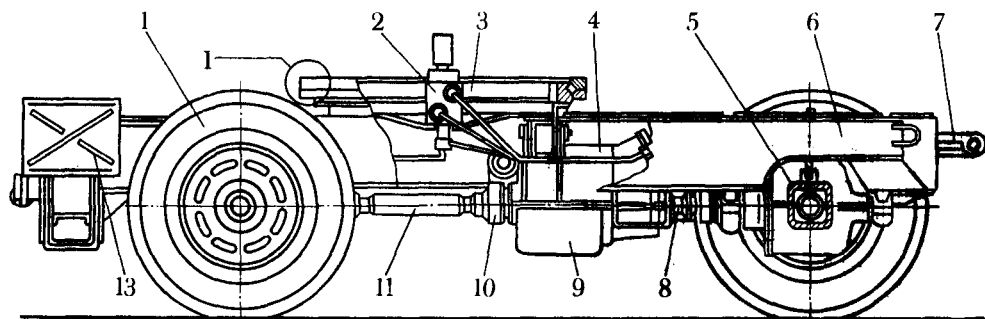
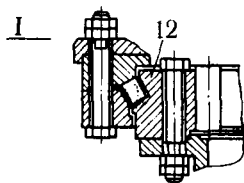


181

**Ходовое устройство экскаватора ЭО-3322А:**

1 — задний мост в сборе, 2 — центральный коллектор, 3 — трубопроводы, 4 — гидромотор хода, 5 — передний мост, 6 — рама, 7 — водило, 8 — механизм включения переднего моста, 9 — коробка передач, 10 — зубчатая муфта, 11 — промежуточный вал, 12 — роликовый опорно-поворотный круг, 13 — выносная опора

ханизм включения переднего моста, 9 — коробка передач, 10 — зубчатая муфта, 11 — промежуточный вал, 12 — роликовый опорно-поворотный круг, 13 — выносная опора

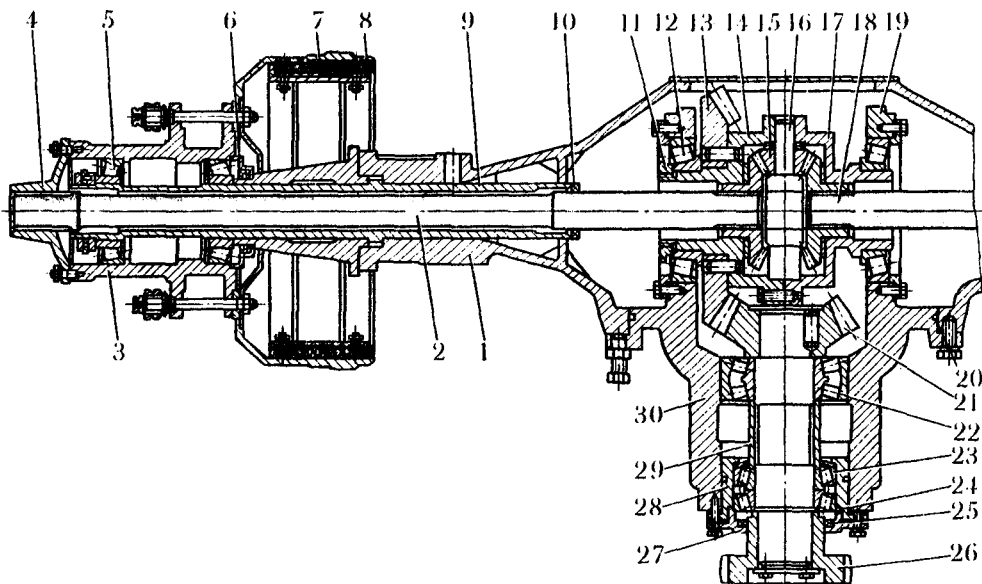


### Задний мост экскаватора ЭО-3322А:

1 — картер, 2 — полуось, 3 — ступица, 4 — фланец, 5, 12, 22 и 23 — роликоподшипники, 6 и 10 — сальники

ступицы и полуоси, 7 — тормозная колодка, 8 — шкив тормоза, 9 — кожух полуоси, 11 — гайка, 13, 18 и 21 — шестерни, 14 и 17 — чаши сателлитов, 15 — сателлит, 16 — кресто-

вина, 19 — крышка подшипника, 20 — жгут, 24 — резиновое кольцо, 25 — уплотнение, 26 — полумуфта, 27 — крышка, 28 — стакан, 29 — втулка, 30 — корпус редуктора

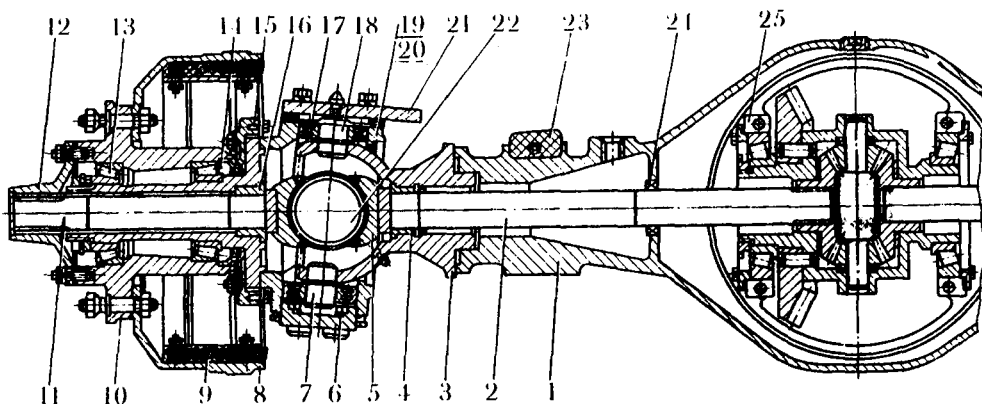


### Передний мост экскаватора ЭО-3322А:

1 — корпус, 2 — полуось, 3 — корпус шаровой опоры, 4 и 16 — втулки, 5 — кулак шарнира, 6 — шарикоподшип-

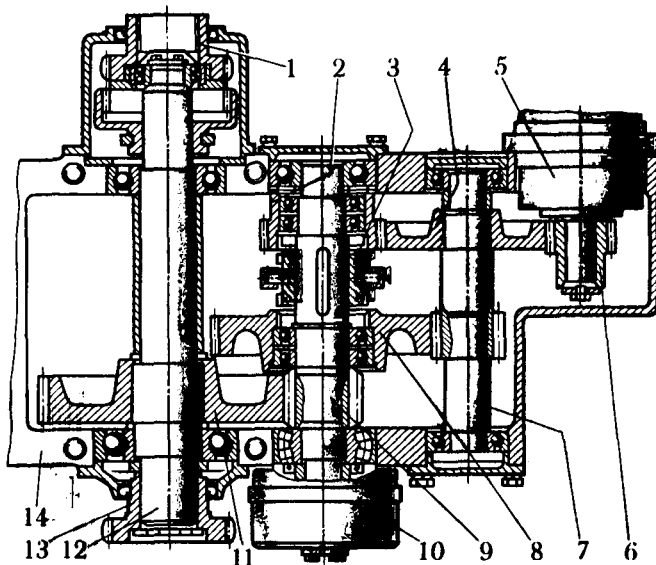
ник, 7 и 18 — нижний и верхний шкворни, 8 — тормозной шкив, 9 — тормозная колодка, 10 — ступица, 11 — вилка полуоси, 12 — фланец, 13 и 17 — роликоподшипники, 14 — сальник сту-

пицы, 15 — суппорт, 19 и 20 — корпуса поворотных кулаков, 21 — рычаг поворота, 22 — диск шарнира, 23 — упор, 24 — сальник полуоси, 25 — редуктор моста

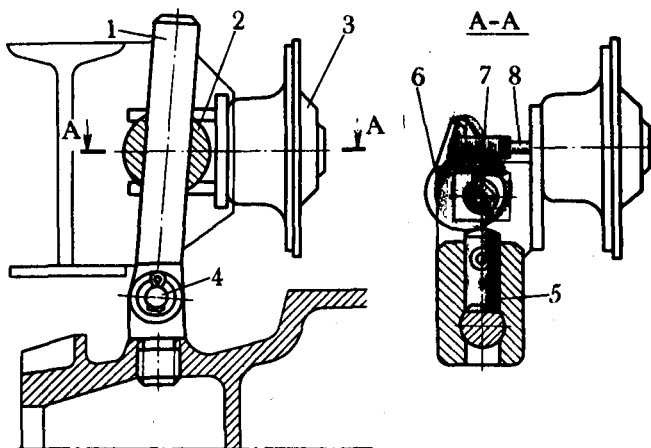


**Коробка передач:**

1 — зубчатая полумуфта включения переднего моста,  
 2, 4, 6, 8 и 11 — шестерни,  
 3 — зубчатая полумуфта переключения скоростей,  
 5 — гидромотор,  
 7 и 9 — валы-шестерни,  
 10 — кожух тормоза,  
 12 — выходной вал,  
 13 — зубчатая полумуфта соединения с задним мостом,  
 14 — корпус коробки

**Стабилизатор экскаватора ЭО-3322А:**

1 — рейка,  
 2 — корпус,  
 3 — тормозная камера,  
 4 — палец рейки,  
 5 — плунжер,  
 6 — эксцентрик,  
 7 — вилка,  
 8 — шток



Для повышения поперечной устойчивости на экскаваторе установлены управляемые стабилизаторы (рис. 185), исключающие поперечное качание переднего моста. Нижний конец зубчатой рейки 1 пальцем 4 шарнирно закреплен на картере переднего моста. Верхняя часть рейки свободно проходит в отверстие корпуса стабилизатора и при качании моста перемещается в нем в вертикальном направлении. На корпусе стабилизатора закреплена тормозная камера 3, которая при подаче в нее воздуха через шток 8, вилку 7 и эксцентрик 6 воздействует на плунжер 5, прижимая его зубцы к зубцам рейки и фиксируя таким образом мост в неподвижном положении. При прекращении подачи воздуха (растормаживании колес) шток 8 камеры 3 поворачивает эксцентрик 6, освобождает плунжер 5 и пружины оттягивают его от рейки.

Включение стабилизаторов в транспортном положении экскаватора (в случае торможения) может вызвать зависание колес, занос машины и аварию. Поэтому при передвижении

экскаватора необходимо перекрыть доступ воздуха к тормозным камерам 3 стабилизаторов, пользуясь для этой цели специально установленным воздушным краном.

Рулевое управление экскаватора требует применения отдельной гидросистемы. Все элементы гидравлической системы, используемой для управления поворотом передних колес (рис. 186), расположены на поворотной платформе, за исключением гидроцилиндра 18, который установлен на ходовой тележке. Давление в гидравлической системе 40 кгс/см<sup>2</sup>. Оно создается шестеренным насосом 8, который нагнетает жидкость, поступающую из бака 10 к гидрораспределителю 25.

Корпус 24 золотникового гидрораспределителя жестко крепят к штоку сдвоенного гидроцилиндра 13, а его золотник тягой 26 шарнирно соединен с сошкой 7 рулевого механизма. Полости гидроцилиндра 13 соединены трубопроводами 20 и 21 с полостями гидроцилиндра 18. Центральный коллектор 19 связывает элементы гидравлической и пневматической систем управления, расположенные на поворотной платформе и ходовой тележке.

При вращении рулевого колеса 1 поворачиваются жестко закрепленные на валах шестерня 5, зубчатый сектор 6 и сошка 7. Перемещаясь в горизонтальной плоскости, сошка 7 сообщает через тягу 26 поступательное движение золотнику гидрораспределителя.

Картер рулевого механизма закреплен болтами на настиле кабины машиниста. Верхний подшипник рулевого вала 2, выполненный в виде конической втулки, служит одновременно постоянно действующим тормозом 3, который препятствует самопроизвольному включению системы управления и обеспечивает экскаватору сохранение выбранного курса в случае, если машинист отпустит рулевое колесо 1.

Сдвоенный гидроцилиндр 13 служит для принятия сигналов обратной связи, поступающих от исполнительного гидроцилиндра 18 и передачи этих сигналов на корпус 24 распределителя. Гидроцилиндр 13 имеет четыре полости, две из которых (А) соединены через золотник гидрораспределителя с баком или насосом, а две другие (Б и В) — через центральный коллектор 19 с полостями исполнительного гидроцилиндра 18.

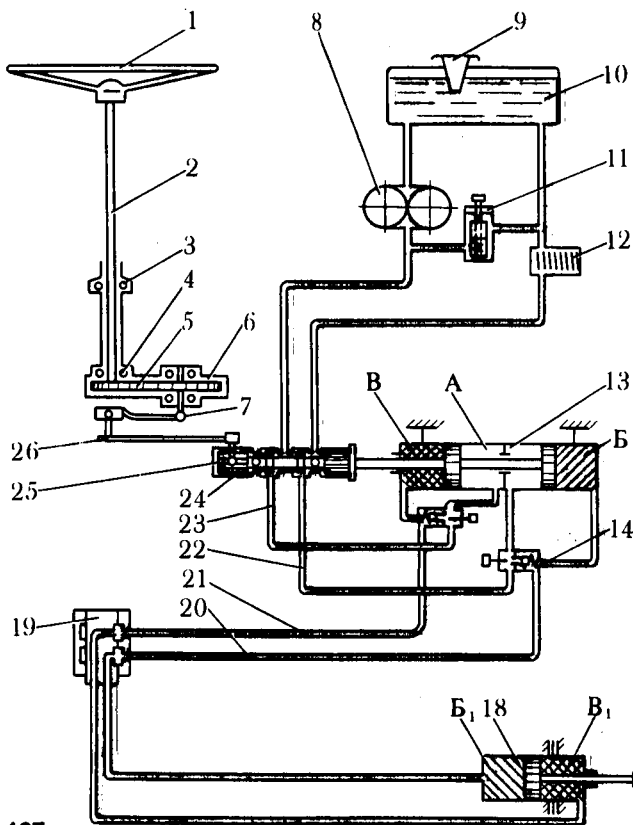
Гидрораспределитель (рис. 187) сложной конструкции. Его золотник 6 занимает три положения: два рабочих и среднее нейтральное. В нейтральном положении золотника напорная и сливная гидрролинии сообщены между собой и две средние полости сдвоенного гидроцилиндра соединены. При этом насос работает на слив, а давление в гидросистеме управления колесами равно атмосферному. Рабочий ход золотника равен всего 2 мм.

Напорный гидроклапан (рис. 188, а) служит для поддержания рабочего давления в пределах 30—40 кгс/см<sup>2</sup>. Для соединения крайних полостей сдвоенного гидроцилиндра предназначен обратный клапан (рис. 188, б), который включают при регулировке управления, при заливке рабочей жидкости в систему управления, а также для прокачки системы в случае попадания в нее воздуха. Для включения клапана надо завернуть гайку 1.

Система рулевого управления работает следующим образом (см. рис. 186). Когда рулевое колесо 1 неподвижно, золотник гидрораспределителя 25 находится в нейтральном положении. Насос 8 подает рабочую жидкость через открытый гидрораспределитель в бак 10. При повороте рулевого колеса 1 золотник гидрораспределителя перемещается из нейтрального положения в рабочее. Насос нагнетает рабочую жидкость в ту полость сдвоенного гидроцилиндра 13, которая в результате перемещения золотника оказалась соединенной с напорной гидрوليнией.

По мере поступления жидкости, например в полость А, и по мере продвижения поршня под давлением жидкости влево масло из полости В будет поступать в полость Б, исполнительного гидроцилиндра 18, поршень которого, перемещаясь, будет увлекать тяги рулевого управления, поворачивая колеса экскаватора.

Вытесняемая под воздействием поршня жидкость из полости исполнительного гидроцилиндра 18 будет поступать в освобождающийся объем полости В сдвоенного гидроцилиндра 13. Таким образом, продвигаясь влево, корпус золотника вновь встанет в нейтральное положение, открыв путь жидкости от насоса на слив в бак. Следовательно, повороту рулевого колеса на некоторый угол соответствует определенный ход штока исполнительного гидроцилиндра.



186

**Схема рулевого управления экскаватора ЭО-332А:**

1 — рулевое колесо, 2 — вал, 3 — тормоз, 4 — подшипник, 5 — шестерня, 6 — зубчатый сектор, 7 — сошка, 8 — насос, 9 и 12 — фильтры, 10 — бак, 11 — напорный гидроцилиндр, 13 — двоиенные гидроцилиндры, 14 — обратные клапаны, 15 — передние колеса, 16 — буксирное приспособление, 17 — система рулевых тяг и рычагов, 18 — исполнительный гидроцилиндр, 19 — центральный коллектор, 20 и 21 — трубопроводы, 22 и 23 — трубы, 24 — корпус гидрораспределителя, 25 — гидрораспределитель, 26 — тяга

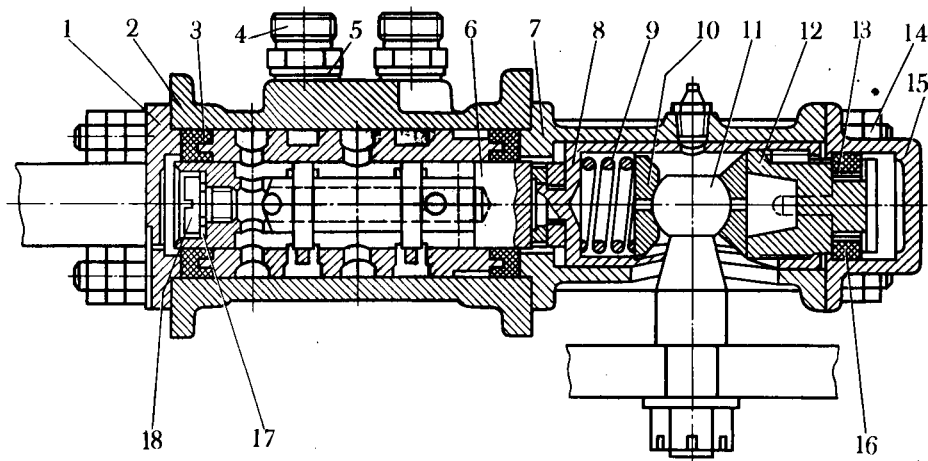
187

**Гидрораспределитель:**

1 и 15 — крышки, 2 — корпус с втулкой, 3 — манжета, 4 — штуцер, 5 и 17 — прокладки,

6 — золотник, 7 — корпус стакана, 8 — стакан, 9 и 13 — пружины, 10 — сухарь, 11 — шаш-

ровая головка, 12 и 18 — пробки, 14 — гайка, 16 — тормозная лента



Применение гидравлического привода с обратной гидравлической связью дает возможность легко управлять колесами ходовой тележки не только при передвижении по дорогам, но и в условиях бездорожья и в забое.

Весь цикл работы гидропривода складывается из следующих операций: рулевой механизм включает гидрораспределитель;

гидрораспределитель направляет поток жидкости в одну из полостей исполнительного гидроцилиндра 18;

вытесняемая из другой полости жидкость сдвоенного гидроцилиндра 13 перетекает в одну из полостей исполнительного гидроцилиндра 18;

вытесненная жидкость из сокращающейся полости гидроцилиндра 18 поступает к сдвоенному гидроцилиндру 13 и возвращает золотник в нейтральное положение.

Непрерывный поворот рулевого колеса сопровождается плавным поворотом управляемых колес.

При упоре колес 15 в препятствие и их вынужденном повороте движение поршня гидроцилиндра 18 передается через замкнутые системы циркуляции штоку сдвоенного гидроцилиндра 13 и вызывает смещение корпуса 24 гидрораспределителя относительно неподвижного золотника. Масло начинает поступать от насоса в ту полость сдвоенного гидроцилиндра 13, с которой поступил сигнал, и колеса 15 возвращаются в первоначальное положение, а корпус гидрораспределителя, следуя за штоком сдвоенного гидроцилиндра 13, занимает нейтральное положение относительно золотника.

Система пневматического управления (рис. 189) предназначена для управления тормозами колес ходовой тележки, а также для включения переднего моста и некоторых других узлов на экскаваторе.

Воздух из атмосферы через всасывающий фильтр поступает в одноступенчатый двухцилиндровый компрессор 11, приводимый в движение клиноременной передачей от вала дизеля.

Сжатый поршнями воздух вытесняется в пневмосистему через расположенные в головке цилиндров компрессора самодействующие пластинчатые клапаны. Блок и головка компрессора охлаждаются жидкостью, подводимой из системы охлаждения двигателя. В блоке цилиндров компрессора расположено разгрузочное устройство, работающее от регулятора 10 давления.

При достижении в пневмосистеме давления воздуха  $7,5\text{--}7,7\text{ кгс/см}^2$  срабатывает регулятор 10 и воздух, поступая в разгрузочный канал, воздействует на плунжеры, которые открывают впускные клапаны цилиндров компрессора. При этом цилиндры сообщаются между собой, в результате чего воздух свободно переходит из цилиндра в цилиндр и компрессор начинает работать вхолостую.

Когда давление в пневмосистеме снизится до  $6,8\text{--}7,2\text{ кгс/см}^2$ , снова срабатывает регулятор 10, выпуская воздух из-под плунжеров в атмосферу. Под действием пружины плунжеры опускаются, освобождая впускные клапаны, и компрессор начинает нагнетать воздух в ресиверы 7, которые крепят к балке поворотной платформы. Ресиверы 7 представляют собой воздушные баллоны, замкнутые с автомобилем МАЗ-200. На одном из ресиверов 7 установлен кран 8 отбора воздуха, а на другом — предохранительный клапан 6, отрегулированный на давление  $8\text{ кгс/см}^2$ . Клапан 6 служит для предохранения пневмосистемы от повышения давления воздуха в случае неисправности регулятора 10.

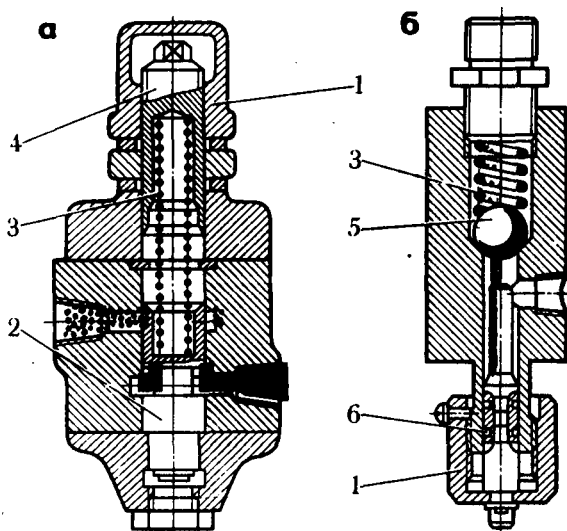
Из ресиверов 7 воздух поступает к коллектору 5 и к кнопке 24 воздушного сигнала 2. От коллектора 5 воздух по трубкам также подходит к регулирующему пневмоаппарату 22, к кранам 23 отключения пневмокамер 13, 12 и 16, а также к крану 3 стеклоочистителя 1. Давление в системе пневмоуправления контролируют по манометру 4.

Для передачи сжатого воздуха с поворотной платформы на ходовую тележку установлен центральный коллектор. При включении регулирующего пневмоаппарата 22 и крановых пневмоаппаратов 3, 23 и 17 приводятся в действие те или другие потребители сжатого воздуха: стеклоочиститель 1, пневмокамеры 12 тормозов колес, пневмокамеры 13 переключения скоростей хода, включения стояночного тормоза, переднего моста и пневмокамеры 16 стабилизаторов. Сливные краны 9 служат для спуска конденсата из ресиверов 7 и 19.



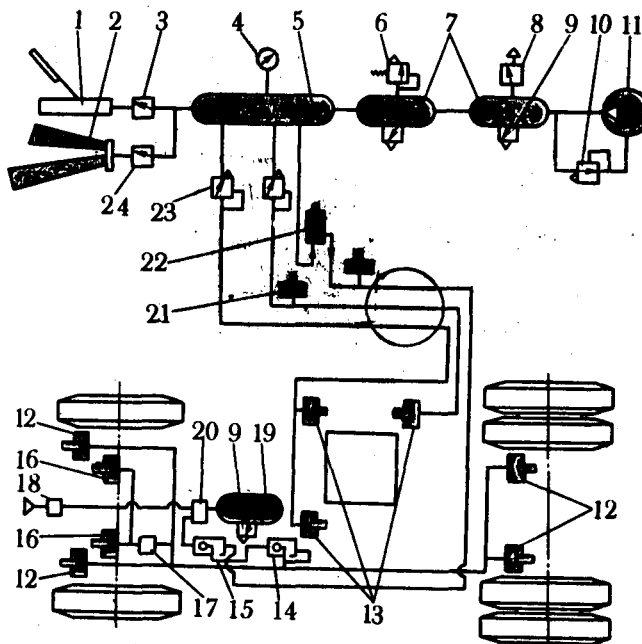
### Напорный (а) и обратный (б) гидроклапаны:

- 1 — гайка,
- 2 — плунжер,
- 3 — пружина,
- 4 — регулировочный винт,
- 5 — шарик,
- 6 — кольцо



### Схема пневмоуправления экскаватора ЭО-3322А:

- 1 — стеклоочиститель;
- 2 — сигнал;
- крановые пневмоаппараты:
- 3 — стеклоочистителя,
- 8 — отбора воздуха,
- 9 — сливные,
- 17 — стабилизатора,
- 23 — отключения пневмокамер;
- 4 — манометр;
- 5 — коллектор;
- клапаны:
- 6 — предохранительный,
- 15 — перекидной;
- 7 и 19 — ресиверы;
- 10 — регулятор давления;
- 11 — компрессор;
- пневмокамеры:
- 12 — тормозов колес,
- 13 — переключения скоростей хода, стояночного тормоза и включения переднего моста,
- 14 — быстрого оттормаживания,
- 16 — включения стабилизатора;
- 18 — соединительная головка;
- 20 — воздухораспределительная камера;
- 21 — включатель «стоп-сигнала»;
- 22 — регулирующий пневмоаппарат;
- 24 — кнопка сигнала



Трубка для подключения шланга расположена внизу передней части ходовой рамы и заглушена гайкой с шариком. Тормозная система тягача соединена через гибкий шланг и трубопроводы с верхней полостью воздухораспределительной камеры 20. Средняя полость камеры 20 соединена с ресивером 19, установленным на ходовой раме, а нижняя полость через трубопроводы и перекидной клапан 15 — с пневмокамерами 12 тормозов колес.

Воздух из тормозной системы тягача поступает в верхнюю полость камеры 20, отжимая края манжеты 4 (рис. 190) и через среднюю полость камеры заполняет ресивер, создавая в нем рабочее давление 4,8—5,3 кгс/см<sup>2</sup>. При нажатии на тормозную педаль тягача давление в пневмолинии, соединяющей тягач и экскаватор, и, следовательно, в верхней полости камеры, падает и шток 10 благодаря подпору из средней полости, соединенной с ресивером, поднимается вверх, открывая впускной клапан 7 и закрывая выпускной клапан 1.

При этом сжатый воздух из ресивера через нижнюю полость камеры и перекидной клапан поступает к пневмокамерам тормозов колес. В результате происходит торможение экскаватора. Если не нажимать на тормозную педаль тягача, то давление воздуха в подводящей пневмолинии и в верхней полости камеры возрастает до нормального значения. Но так как часть воздуха из ресивера израсходована, то давление в средней полости камеры будет ниже, чем в верхней полости. Вследствие этого шток 10 перемещается вниз, закрывая впускной клапан 7 между средней и нижней полостями и открывает выпускной клапан 1, соединяющий нижнюю полость и тормозные пневмокамеры с атмосферой. Происходит операция растормаживания колес экскаватора и поступление воздуха в ресивер с повышением давления до номинальной величины.

При обрыве шланга давление в верхней полости камеры падает и колеса экскаватора затормаживаются. Для растормаживания в этом случае открывают крановый пневмоаппарат 9 (рис. 189) ресивера 19 и выпускают из него воздух, после чего аппарат 9 закрывают.

Остальные узлы системы пневмоуправления подробно описаны в § 20 (см. рис. 61—63).

## § 44

### Экскаваторы 4-й размерной группы

К этой группе машин относятся экскаваторы ЭО-4121 (см. рис. 7) и ЭО-4321 (см. рис. 6), техническая характеристика которых приведена в табл. 7.

**Экскаватор ЭО-4121** (рис. 191), являющийся первым в нашей стране полноповоротным гидравлическим экскаватором на гусеничном ходу с ковшами емкостью 0,65—1,5 м<sup>3</sup>, выпускают со сменным рабочим оборудованием прямой и обратной лопат, грейфера и погрузчика. Он предназначен для земляных работ в грунтах I—IV категории и погрузки сыпучих материалов и мелкодробленых скальных пород с величиной кусков не более 400 мм.

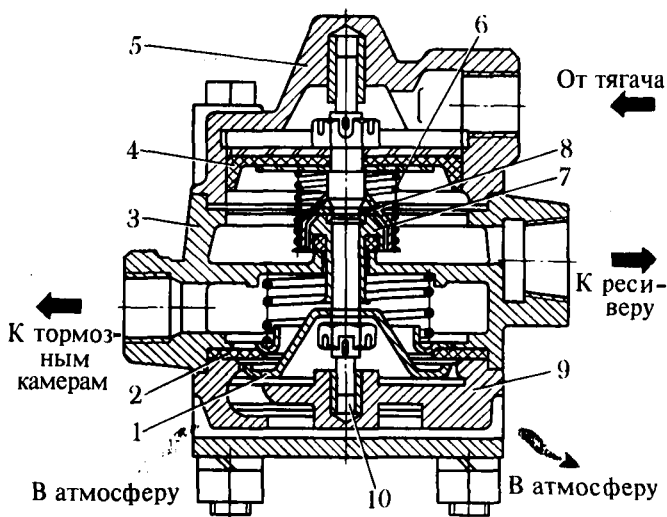
Ковши прямой и обратной лопат емкостью 1 м<sup>3</sup> предназначены для разработки грунтов IV категории, а ковш емкостью 0,65 м<sup>3</sup> — для погрузки дробленых скальных пород и разрыхленных мерзлых грунтов. Ковшом погрузчика емкостью 1 м<sup>3</sup> грузят грунты и материалы с объемной массой до 2,2 т/м<sup>3</sup>, а ковшом емкостью 1,5 м<sup>3</sup> — грунты и материалы объемной массой до 1,6 т/м<sup>3</sup>.

Поворотная часть экскаватора, включающая поворотную платформу с механизмами и рабочее оборудование, опирается на гусеничную ходовую тележку 10 через роlikовое опрно-поворотное устройство 9. На поворотной платформе установлены силовая установка 1 (дизель А-01М), гидравлическое оборудование и система управления, механизм поворота 3, топливный бак, кабина 4 машиниста и противовес 11. У рабочего оборудования постоянными (не демонтируемыми) узлами являются основная часть 6 стрелы и гидророллинды 7 подъема стрелы. Остальные узлы могут быть демонтированы при замене одного вида оборудования другим.

Кабина 4 машиниста оборудована вентиляцией, тепло- и шумоизоляцией и приспособлена для работы в различное время года и суток. В кабине расположено сиденье мягкого

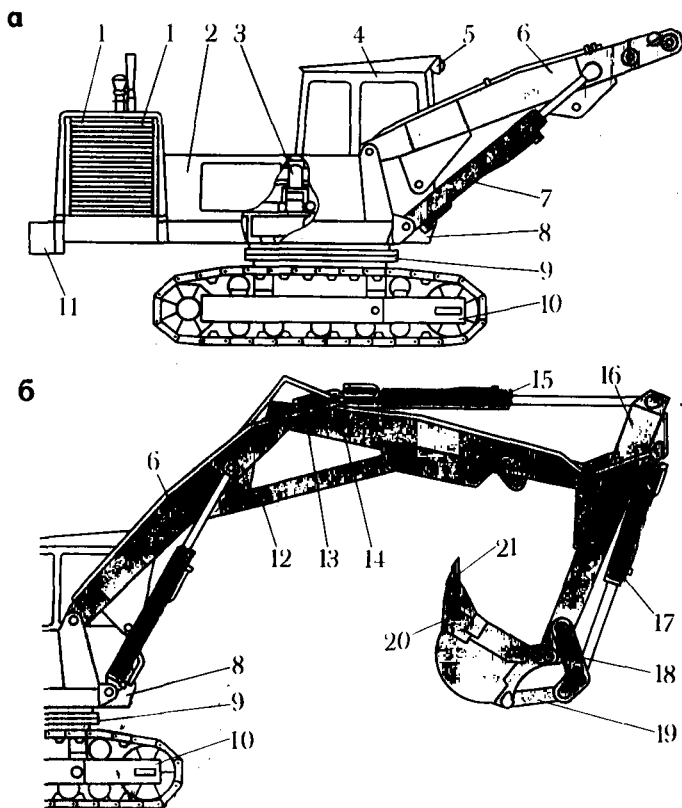
### Воздухораспределительная камера:

1 и 7 — выпускной и впускной клапаны,  
2 и 4 — манжеты,  
3 — корпус камеры,  
5 — крышка,  
6 — пружина,  
8 — уплотнительное кольцо впускного клапана,  
9 — нижняя крышка,  
10 — шток



### Экскаватор ЭО-4121 с основной частью стрелы (а) и оборудованием обратной лопаты (б):

1 — силовая установка,  
2 — капот гидрооборудования и механизмов на платформе,  
3 — механизм поворота,  
4 — кабина машиниста,  
5 — фара,  
6 и 13 — основная (недемонтируемая) и промежуточная части стрелы,  
7, 15 и 17 — гидроцилиндры стрелы, рукояти и ковша,  
8 — поворотная платформа,  
9 — опорно-поворотное устройство,  
10 — гусеничная ходовая тележка,  
11 — противовес,  
12, 18 и 19 — тяги,  
14 — установочное отверстие,  
16 — рукоять,  
20 — ковш,  
21 — зубья ковша



типа, контрольно-измерительные приборы и рычаги управления. Предусмотрены освещение, сигнализация и очистка стекол кабины.

Все рабочие операции и передвижение экскаватора выполняются с помощью гидравлического привода, в котором впервые в нашей стране было применено давление рабочей жидкости до  $250 \text{ кгс/см}^2$ .

Система гидропривода включает сдвоенный насос, распределительную и предохранительную аппаратуру, гидродвигатели, бак рабочей жидкости и вспомогательные системы. Сдвоенный насос 1 (рис. 192) с суммирующим регулятором мощности приводится в действие от дизеля 18 через раздаточную коробку. Рабочая жидкость под давлением от насоса 1 подается к блокам 2 и 3 гидрораспределителя, а затем к гидромоторам 6 и 11 хода, к гидромотору 14 поворота платформы и гидроцилиндрам 7—10 рабочего оборудования.

Очищается рабочая жидкость в фильтрах 12, а охлаждается в радиаторе 16. Центральный коллектор 13 предназначен для подвода рабочей жидкости от гидрораспределителя к гидромоторам хода. Необходимый объем рабочей жидкости находится в баке 15.

Система управления включает две колонки 4 и 5, на которых расположены две рукоятки для управления рабочим оборудованием, причем каждая рукоять позволяет выполнять два движения. Кроме того, на пульте управления помещены две педали для управления поворотом платформы и два рычага для включения механизма хода. Помимо основных элементов системы управления на пульте установлены рычаги управления частотой вращения двигателя, рычаги управления стояночными тормозами поворота и хода и приборы контроля работы двигателя и гидросистемы.

Гидравлическая система экскаватора представлена на рис. 193. Секции сдвоенного насоса А и Б подают рабочую жидкость из бака 2 к двум блокам 15 и 43 гидрораспределителя.

При нейтральном положении золотников 10—12, 44—46 и 48 гидрораспределителя насос работает на слив, а полости цилиндров и гидромоторов закрыты. При этом рабочая жидкость от секции А насоса 1 через переливные каналы блока 15 гидрораспределителя и обратный клапан 53 нагнетается к блоку 43, где суммируется с потоком рабочей жидкости от секции Б насоса 1, и далее весь поток рабочей жидкости от двух секций насоса через переливные каналы блока 43, радиатор 49 охлаждения и фильтры 50 поступает в бак 2. Давление рабочей жидкости в системе в этом случае  $6—8 \text{ кгс/см}^2$ .

Гидромоторы и гидроцилиндры включают в работу перемещением золотников гидрораспределителя. От секции А насоса 1 жидкость при этом подается под давлением в гидромотор 22 левой гусеничной ленты, гидромотор 23 механизма поворота платформы и в гидроцилиндры 24, 26, 34—36, используемые при установке различных видов сменного рабочего оборудования. С помощью секции Б насоса 1 в движение приводится вал гидромотора 40 правой гусеничной ленты и штоки гидроцилиндров 32—39. Блок 15 гидрораспределителя включает в себя три золотника 10—12, а блок 43 — четыре золотника 44—46 и 48.

Золотники 11, 12, 44 и 48 гидрораспределителя имеют постоянное назначение: с помощью золотников 12 и 44 управляют гидромоторами 22 и 40 механизма хода, золотника 11 — гидромотором 23 механизма поворота платформы, золотника 48 — гидроцилиндрами 31 подъема стрелы. С помощью золотника 28 управляют опусканием стрелы под действием нагрузки ее собственной массы (при нейтральном положении золотника 48).

Назначение золотников 10, 45 и 46 зависит от вида устанавливаемого рабочего оборудования.

С помощью золотника 10 управляют одним из следующих гидроцилиндров:

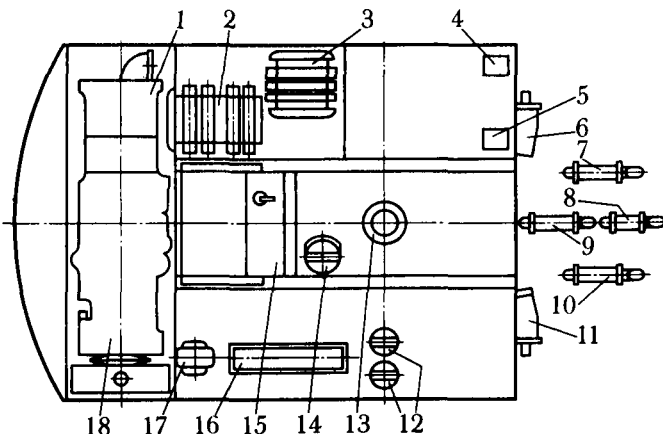
35 — рукоятки обратной лопаты или 34 — рукоятки прямой лопаты с поворотным ковшом при независимом совмещении движения рукоятки с движением стрелы или ковша; 36 — ковша погрузчика при независимом совмещении движения ковша с движением рукоятки или стрелы; 26 — открывания днища ковша прямой лопаты; 24 — поворота грейфера.

С помощью золотника 46 управляют одним из следующих гидроцилиндров:

35 — рукоятки обратной лопаты; 32 — рукоятки прямой лопаты; 33 — рукоятки погрузчика; 34 — рукоятки прямой лопаты с поворотным ковшом.

### Расположение гидрооборудования и гидроаппаратуры экскаватора ЭО-4121:

- 1 — сдвоенный насос,  
2 и 3 — блоки гидрораспределителя,  
4 и 5 — колонки управления,  
6 и 11 — гидромоторы хода,  
7—10 — гидроцилиндры рабочего оборудования,  
12 — фильтры,  
13 — центральный коллектор,  
14 — гидромотор поворота платформы,  
15 — бак рабочей жидкости,  
16 — радиатор охлаждения рабочей жидкости,  
17 — насос подпитки,  
18 — дизель



С помощью золотника 45 управляют гидроцилиндрами:

37 — ковша обратной лопаты; 38 — грейфера; 36 — ковша погрузчика; 39 — ковша прямой лопаты с поворотным ковшом.

Для возможности совмещения двух рабочих операций (подъема стрелы с поворотом рукояти или ковша по последовательной схеме) между рабочими секциями с золотниками 48 и 46 установлена промежуточная секция 47. При совмещении указанных операций рабочая жидкость, сливающаяся из штоковых полостей гидроцилиндров подъема 31 стрелы, поступает в гидроцилиндр 35 рукояти или гидроцилиндр 37 ковша обратной лопаты. Если золотники блока 15 гидрораспределителя не включены, потоки рабочей жидкости, поступающей от обеих секций насоса 1, объединяются за обратным клапаном 53 и подаются в блок 43 гидрораспределителя, при этом рабочие движения осуществляются с удвоенной скоростью. Предохранительные клапаны 14 блоков гидрораспределителя, предотвращающие перегрузку насоса, отрегулированы на давление 220 кгс/см<sup>2</sup>.

На рабочих секциях с золотниками 12, 44 и 11, управляющими ходом экскаватора и поворотом платформы, установлены перепускные клапаны 16 хода и 17 поворота платформы, которые разгружают гидромоторы от пиковых давлений при торможении или разгоне. Клапаны 16 настроены на давление 200, клапаны 17 — на 160 кгс/см<sup>2</sup> и запломбированы.

Предохранительные клапаны 30 и 42 разгружают полости гидроцилиндров от чрезмерных реактивных давлений, возникающих при копании:

клапан 30 предохраняет штоковую полость гидроцилиндров 31 подъема стрелы при оборудовании обратной лопаты;

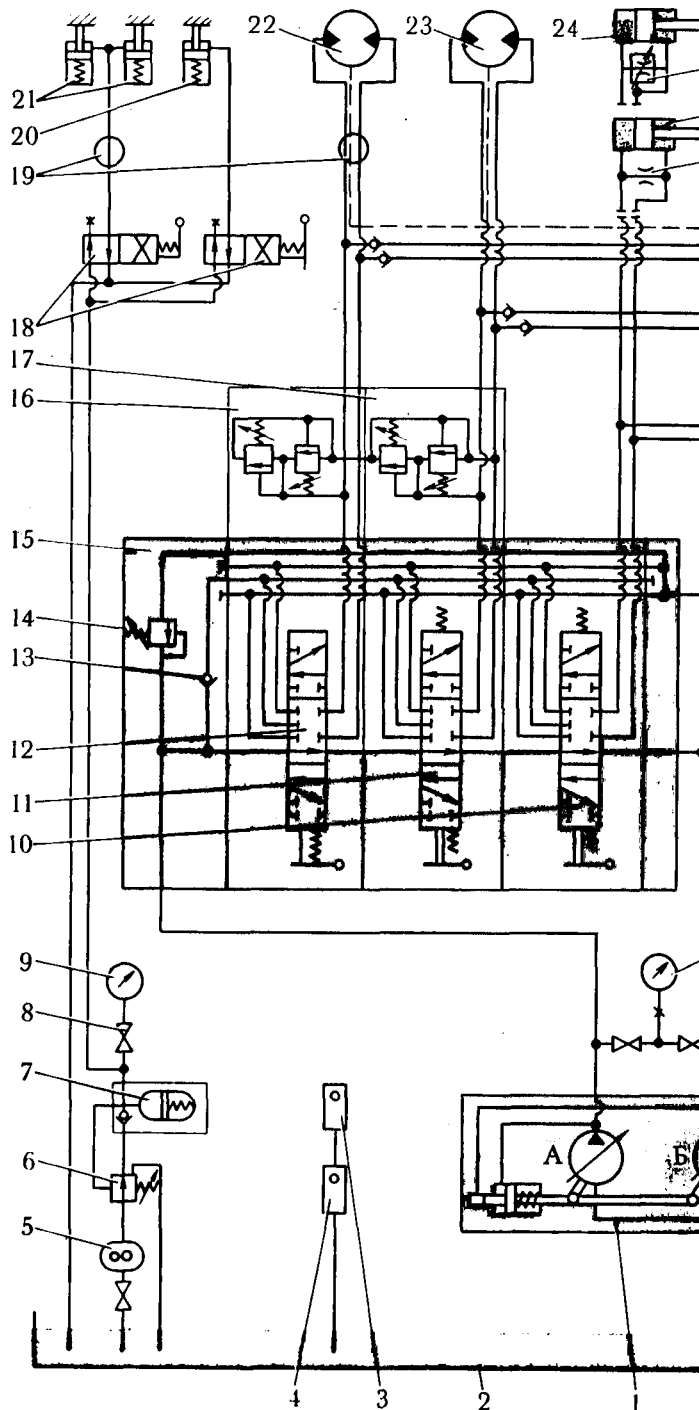
клапан 42 — штоковую полость гидроцилиндра 36 ковша при погрузочном оборудовании, или поршневые полости гидроцилиндра 35 рукояти при оборудовании обратной лопаты, или гидроцилиндра 34 при оборудовании прямой лопаты с поворотным ковшом.

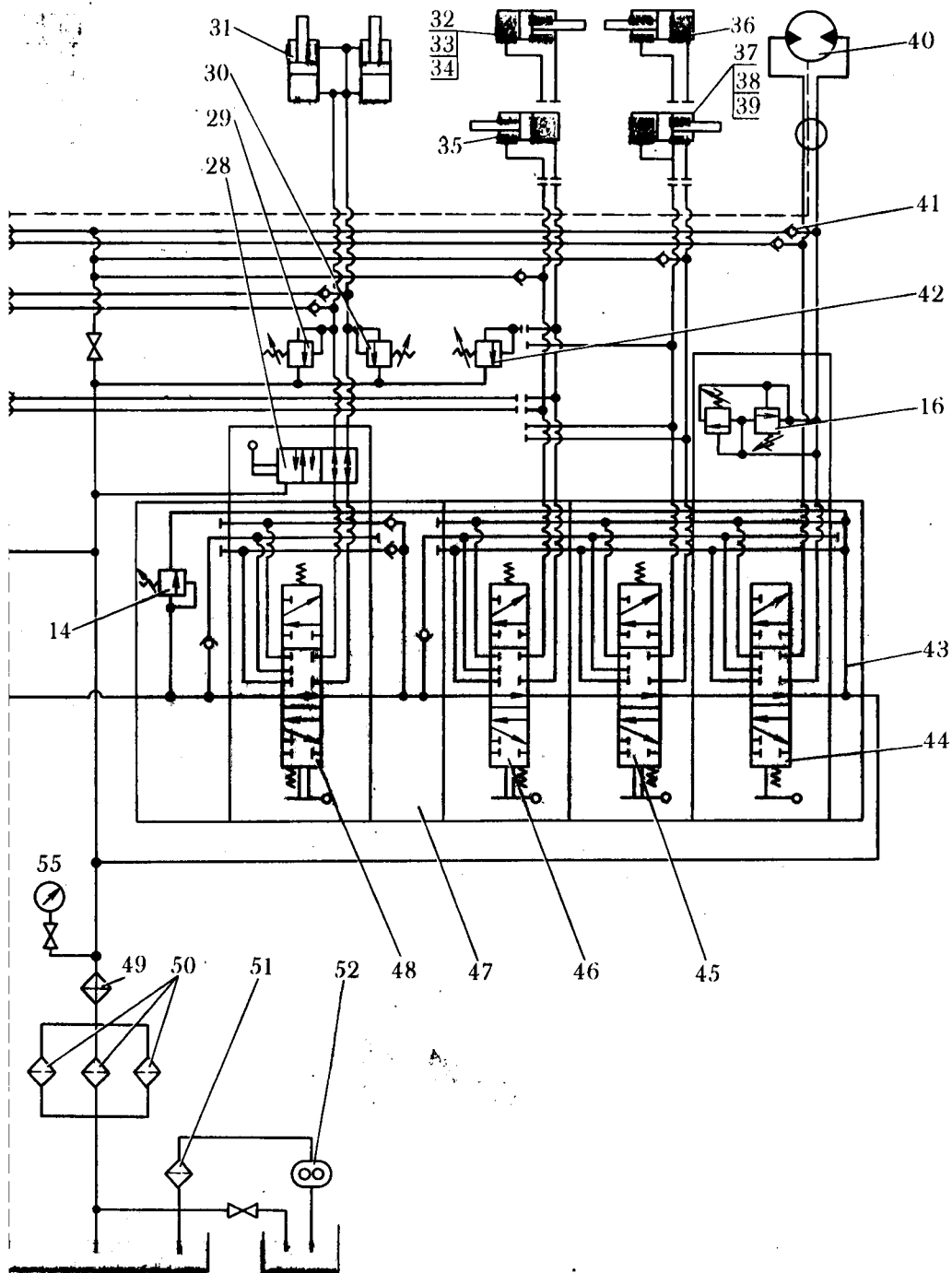
Клапан 29 предохраняет трубопроводы и поршневую полость гидроцилиндра 31 от пиковых нагрузок, возникающих в результате резкого торможения при опускании стрелы в безнасосном режиме.

Обратные клапаны 41 предназначены для восполнения утечек рабочей жидкости из полостей гидроцилиндров при срабатывании предохранительных клапанов 29, 30 и 42, а также из полостей гидромоторов 22, 23, 40 при срабатывании перепускных клапанов 16 и 17. Обратные клапаны 41 установлены на трубопроводах, соединяющих рабочие секции гидрораспределителей с соответствующими полостями гидроцилиндров и гидромоторов, и шлангами соединены со сливной гидролинией.

# Гидравлическая схема экскаватора ЭО-4121:

1 — двохвонный насос,  
 2 — гидробак,  
 3 — указатель температуры,  
 4 — датчик температуры,  
 5 и 52 — шестеренные насосы,  
 6 — напорный гидроклапан,  
 7 — гидроаккумулятор,  
 8 — крановый гидроаппарат,  
 9, 54 и 55 — манометры,  
 10—12, 28, 44—46, 48 — золотники,  
 13, 41, 53 — обратные клапаны,  
 14, 29, 30, 42 — предохранительные клапаны,  
 15 — трехсекционный блок гидрораспределителя,  
 16 и 17 — перепускные клапаны,  
 18 — крановые гидроаппараты управления,  
 19 — центральный коллектор,  
 20 и 21 — гидроразмыкатели,  
 22, 23, 40 — гидромоторы хода и поворота,  
 24, 26, 31—39 — гидроцилиндры,  
 25 и 27 — дроссели,  
 43 — четырехсекционный блок гидрораспределителя,  
 47 — промежуточная секция,  
 49 — радиатор охлаждения масла,  
 50 и 51 — фильтры





Обратный клапан 53 исключает возможность движения рабочей жидкости от секции насоса Б к блоку 15 гидрораспределителя. Рабочая жидкость из блоков гидрораспределителя поступает в сливную гидролинию. В сливной линии установлены фильтры 50 для очистки рабочей жидкости и охладитель для охлаждения рабочей жидкости потоком воздуха, создаваемым вентилятором.

Обратный клапан 13 предотвращает опускание рабочего оборудования при включении золотника гидрораспределителя.

Тормозами бортовых передач и механизма поворота управляет вспомогательная гидросистема, для питания которой использован шестеренный насос 5, установленный на двигателе А-01М. Крановыми аппаратами 18 управления включают гидроразмыкатели 21 и 20 тормозов хода и поворота.

Гидроаккумулятор 7 и напорный гидроклапан 6 предназначены для разгрузки насоса 5. Дроссели 25 и 27 служат для уменьшения скорости поворота грейфера и скорости открывания днища ковша прямой лопаты.

С помощью шестеренного насоса 52, установленного на двигателе А-01М, осуществляют заправку гидросистемы рабочей жидкостью. При этом рабочая жидкость очищается фильтром 51 с тонкостью фильтрации 25 мкм.

Контролируют состояние гидросистемы и настраивают предохранительную аппаратуру согласно показаниям манометров 9, 54, 55, включаемых кранами 8.

Температурный режим рабочей жидкости в баке контролируется датчиком 4, от которого сигналы поступают к указателю 3, установленному в кабине машиниста.

Силовая установка (рис. 194) включает в себя дизель 6, отрегулированный на 130 л. с. при 1700 об/мин; сдвоенный насос 10, муфту 8 сцепления дизеля и муфту 9 насоса. Дизель 6 установлен на раме на двух задних опорах 7 и на передней опоре 3. Опоры 7 снабжены резиновыми амортизирующими втулками.

Корпус сдвоенного насоса 10 крепят фланцами к корпусу муфты 8. Вращение от двигателя к насосу 10 передается через муфты 8 и 9. Выключают муфту сцепления при пуске дизеля рычагом 5.

Муфта насоса (рис. 195) состоит из двух полумуфт 1 и 5, двенадцати пальцев 3 и резиновых втулок 4. Пальцы 3, зафиксированные конусами в диске 2 с надетыми резиновыми втулками 4, вставлены в отверстия полумуфт 1 и 5, соединяющих вал 8 насоса и вал 6 муфты сцепления.

Устройство насоса подробно описано в § 30 (см. рис. 111).

Гидрораспределитель экскаватора ЭО-4121 состоит из трех- и четырехсекционного блоков (по числу рабочих секций).

Трехсекционный блок (рис. 196, а) включает в себя напорную секцию 1, рабочие секции 3 и 8 с пристыкованными к ним блоками перепускных клапанов, рабочую секцию 9 и сливную секцию 12. Все секции состыкованы между собой и стянуты шестью болтами динамометрическим ключом с моментом затяжки 23 кгс·м (превышение момента может привести к заклиниванию золотников). Для создания герметичности между секциями в стальных пластинах 13 поставлены уплотнительные резиновые кольца 14.

Напорная секция 1 подает рабочую жидкость от насоса к рабочим секциям гидрораспределителя. Она состоит из корпуса с каналами А и В для прохода рабочей жидкости, предохранительного клапана и встроенного обратного клапана 2.

Предохранительный клапан ограничивает давление в гидросистеме, чем предохраняет первую секцию насоса. Он состоит из седла 31, клапана 33 с направляющим поршеньком, центрирующей шайбы 30, пружины 28, нажимного поршня 27, корпуса, регулировочного винта 23 и контргайки 24.

Седло 31 самоцентрирующееся, фиксируется в корпусе напорной секции 1 корпусом клапана 25. Уплотнение между корпусом напорной секции 1 и седлом 31 обеспечивается врезанием торцового пояса седла в корпус напорной секции.

Уплотнение корпуса предохранительного клапана 25 и поршня 27 осуществляется резиновыми кольцами 29 и 26.

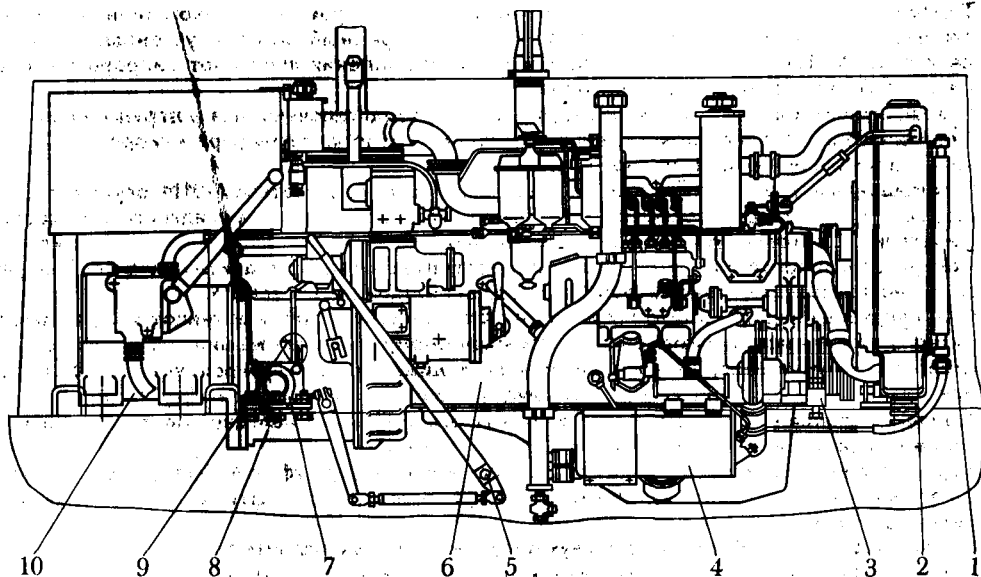
Давление рабочей жидкости в гидросистеме зависит от преодолеваемого исполнительным органом (гидромотором или гидроцилиндром) сопротивления и ограничивается



Силовая установка экскаватора ЭО-4121,  
1 и 2 — масляный и водяной радиаторы,  
3 и 7 — опоры дизеля,

4 — пусковой подогреватель дизеля,  
5 — рычаг управления муфтой сцепления,

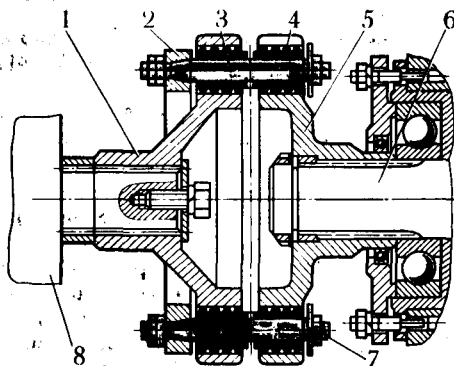
6 — дизель,  
8 — муфта сцепления дизеля,  
9 — муфта насоса,  
10 — двойной насос



## 195

Муфта насоса:

1 и 5 — полумуфты,  
2 — диск,  
3 — палец,  
4 — резиновая втулка,  
6 — вал муфты сцепления,  
7 — гайка,  
8 — вал насоса



усилием поджатия пружины 28 предохранительного клапана. При чрезмерном поджатии пружины 28 давление окажется выше допустимого и будет ограничиваться прочностью насосов, трубопроводов и других элементов гидросистемы.

Давление рабочей жидкости, возникающее в гидросистеме при включенном золотнике, действует на клапан 33, создавая усилие, направленное на преодоление усилия сжатия пружины 28. При достижении усилия, равного усилию поджатия пружины 28, клапан 33 начинает открываться. Конструкция клапана 33, соотношение его площади и жесткости пружины обеспечивают начало его открывания при давлении в гидросистеме, на 50—

60 кгс/см<sup>2</sup> меньшем давления настройки. При этом между седлом 31 и клапаном 33 образуется щель и часть жидкости перепускается через канал на слив. При дальнейшем возрастании давления в гидросистеме клапан 33 открывается полностью и весь поток рабочей жидкости поступает от насоса по каналам И и Б к трубопроводам на слив.

Рабочие секции 3, 8 и 9 предназначены для подачи потока рабочей жидкости к исполнительному органу — гидромотору или гидроцилиндру. Секции различаются по конструкции фиксирующего устройства, которое может быть шариковым или пружинным.

Рабочая секция 3, управляющая гидромотором хода, состоит из корпуса, золотника 5, стакана 18 с запрессованной в него втулкой 19 и крышки 7 с грязеуловителем 4. С одной стороны золотник 5 имеет вилку 6 для соединения с тягой управления, с другой стороны в него ввернут ползун 22 фиксатора с двумя шариками 20, поджатыми пружиной 21. Этот шариковый фиксатор обеспечивает фиксацию золотника в трех позициях.

Рабочие секции 8 и 9 имеют пружинный фиксатор, который фиксирует золотник только в нейтральном положении и возвращает его из рабочих положений. Фиксатор состоит из хвостовика 17, ввернутого в золотник, двух чашек 16 и пружины 15.

Для предотвращения утечек рабочей жидкости по золотникам в выточках корпусов рабочих секций 3, 8 и 9 установлены резиновые кольца 11 и шайбы 10, прижимаемые крышками 7 и стаканами 18.

От первой секции насоса рабочая жидкость подается в подводящий канал А гидрораспределителя. При нейтральном положении всех золотников рабочая жидкость из канала А по переливным каналам секции 1 поступает в канал Д сливной секции 12 и далее по трубопроводу, преодолевая сопротивление обратного клапана, поступает в подводящий канал четырехсекционного гидрораспределителя.

При перемещении золотника, например 5, в направлении Н переливной канал 1 перекрывается и рабочая жидкость, преодолевая сопротивление обратного клапана 2, поступает в напорный канал В и далее через щель между корпусом и отсекающей кромкой золотника 5 в полость Г, откуда по каналу К (рис. 196, б) перепускного клапана и по трубопроводам подводится к гидромотору, приводя его во вращение. Вытесняемая из гидромотора жидкость под малым давлением по трубопроводу подводится к каналу Л перепускного клапана и далее в полость Е рабочей секции, откуда через щель между корпусом и кромкой золотника поступает в сливной канал И (см. рис. 196, а) рабочих секций и далее в канал Б сливной секции, который соединен трубопроводом со сливной гидролинией.

Перепускные клапаны по конструкции и принципу действия одинаковые с предохранительными клапанами. Устанавливают их на линии трубопроводов между гидрораспределителем и гидромотором и крепят к корпусу рабочей секции двумя болтами. Стык между корпусами клапанов и блока уплотнен резиновыми кольцами 35. Перепускные клапаны предназначены для ограничения давления рабочей жидкости, возникающего в гидромоторах и в трубопроводах за счет инерционных сил вращающихся масс, при переводе золотника в нейтральное положение. В этом случае гидромотор, например механизма поворота, при торможении начинает работать в режиме насоса и клапан, открываясь, перепускает рабочую жидкость из полости высокого в полость низкого давления. При срабатывании перепускного клапана рабочая жидкость начинает циркулировать по системе гидромотор — клапан — гидромотор до полной остановки гидромотора. Перепускные клапаны при включении золотника выполняют роль предохранительных, ограничивая максимально допустимое давление.

Перепускной клапан регулируют винтом 23: при вращении винта 23 по часовой стрелке давление срабатывания клапана увеличивается. После регулирования винт 23 законтрируют контргайкой 24.

Обратный клапан 2 состоит из стакана и пружины 34, поджатие которой осуществляется пробкой 36. Седлом клапана 2 служит кромка корпуса. Клапан предназначен для предотвращения проседания рабочего оборудования при включении золотника.

Четырехсекционный блок гидрораспределителя (рис. 197, а) состоит из напорной секции 19, четырех рабочих секций 20, 7, 9 и 11, секции 22 управления опусканием стрелы, пристыкованной к рабочей секции 20, промежуточной секции 5; сливной секции 13 и блока перепускных клапанов, пристыкованного к рабочей секции 11.

# **Блок гидрораспределителя из трех рабочих секций:**

а — блок в разрезе,

б — блок перепускных клапанов;

1 — напорная секция,

2 — обратный клапан,

3, 8 и 9 — рабочие секции,

4 — грязеуловитель,

5 — золотник,

6 — вилка,

7 — крышка,

10 — шайба,

11, 14, 26, 29 и 35 — уплотнительные кольца,

12 — сливная секция,

13 — пластина,

15, 21, 28 и 34 — пружины,

16 — чашка,

17 — хвостовик,

18 — стакан,

19 — втулка,

20 — шарик,

22 — ползун,

23 — винт,

24 — контргайка,

25 — предохранительный клапан,

27 — поршень,

30 — шайба,

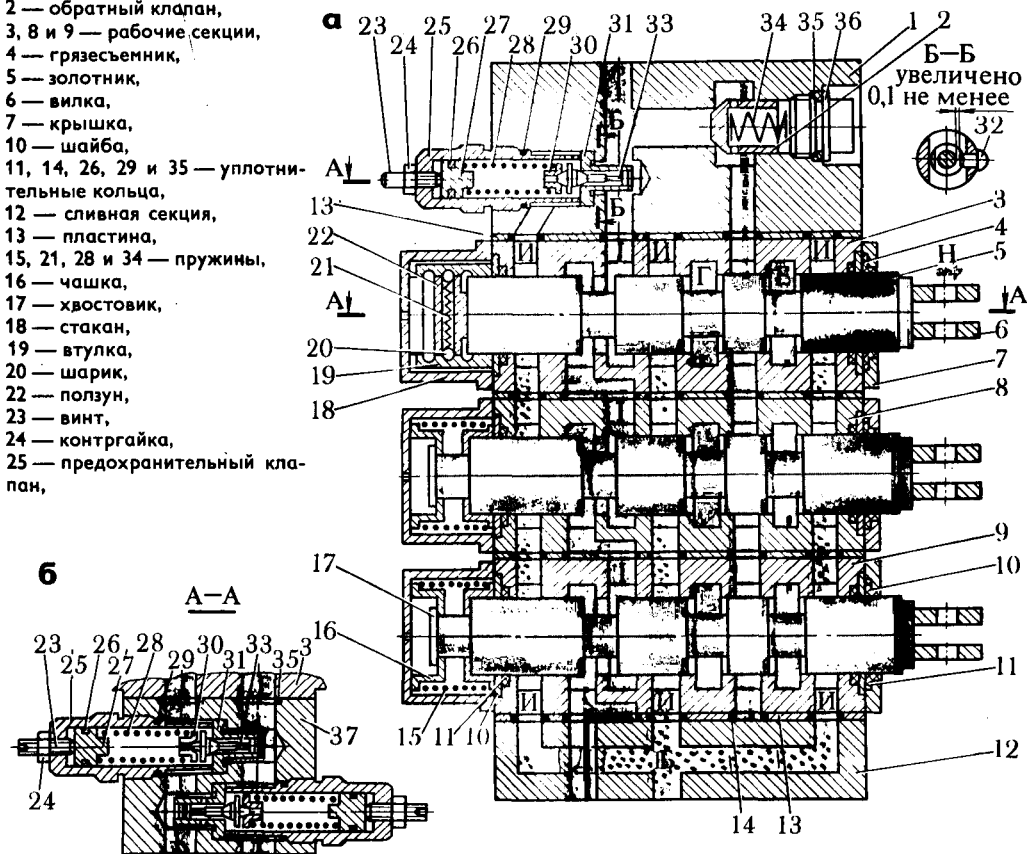
31 — седло,

32 — штифт,

33 — клапан,

36 — пробка,

37 — корпус блока перепускных клапанов



Напорная 19 и рабочие секции четырехсекционного гидрораспределителя по конструкции аналогичны описанным выше напорным и рабочим секциям трехсекционного гидрораспределителя.

Сливная секция 13 отличается наличием у переливного Д и сливного Б каналов общего выходного канала К, соединенного трубопроводами со сливной гидролинией системы.

Промежуточная секция 5 предназначена для обеспечения возможности последовательного включения гидроцилиндров стрелы и гидроцилиндров ковша или рукояти при совмещении движений стрелы и ковша или рукояти. Секция 5 состоит из корпуса, двух обратных клапанов 4 и обратного клапана 6. В корпусе секции 5 переливной канал 1 соединен с напорным каналом А, а два сливных канала И закрыты обратными клапанами 4, полости которых соединены каналом Ж.

При включении только золотника 1 рабочая жидкость из сливных каналов И секции 20, преодолевая сопротивление обратного клапана 4, поступает в канал Ж и далее в ка-

нал 1 — А и по переливным каналам 1 секций 7, 9 и 11 на слив. Если при включенном золотнике 1 включить золотник 8, 10 или 12, то переливной канал 1 закроется и рабочая жидкость, преодолевая сопротивление обратного клапана 6, начнет поступать в напорный канал В и далее в соответствующую полость гидроцилиндра или гидромотора. Напорные каналы секций 7, 9 и 11 соединены параллельно, как и в трехсекционном гидрораспределителе. Обратные клапаны 4, установленные в сливных каналах И промежуточной секции, предназначены для разгрузки стяжных болтов при последовательном питании золотников. Возникающее при последовательном питании золотников в канале 1 — А рабочее давление действует на стык между секциями только в месте срабатывания обратного клапана 4.

Стрела может опускаться принудительно при работе насоса (насосный режим) или под действием нагрузки от массы рабочего оборудования (безнасосный режим), создающей давление в поршневых полостях гидроцилиндров.

При безнасосном режиме действует секция управления опусканием стрелы. В корпусе секции установлен золотник 23, в который ввернут хвостовик 17, упирающийся в стакан 18. Детали золотника (пружина, чашки, вилка и уплотнения) унифицированы с деталями рабочих секций. Секция управления опусканием стрелы пристыкована сверху к рабочей секции 20 и крепится к ней двумя болтами. Момент затяжки болтов 14 кгс·м. К плоскости П фланцами крепятся трубопроводы, соединяющие полость Л с поршневой полостью гидроцилиндра, а полость М — со штоковой.

В безнасосном режиме стрела опускается при включении золотника 23 в направлении III, при этом золотник 1 рабочей секции 20 блокируется стопором, управляемым из кабины машиниста.

При нейтральном положении золотников 1 и 23 в полостях Л и Е рабочая жидкость находится под давлением, возникающим под действием нагрузки от массы рабочего оборудования.

При включении золотника 23 рабочая жидкость из полости Л, а следовательно, и из поршневой полости гидроцилиндра через продольные канавки R золотника 23 поступает в полость М. Из полости М часть рабочей жидкости поступает в штоковую полость гидроцилиндра, а остальная часть через канавки С золотника 23 — в полость Т корпуса и далее по трубопроводу в сливную гидролинию. Плавное изменение скорости опускания стрелы обеспечивается продольными пазами на уплотняющих поясах Ф и У золотника 23.

Опускание стрелы в насосном режиме производится при включении золотника 1 рабочей секции в направлении И; при этом золотник 23 блокируется стопором и остается неподвижным. Направление потока рабочей жидкости при таком включении описано выше.

Гидроаккумулятор (рис. 198) предназначен для разгрузки шестеренного насоса НШ-10ДЛ системы управления.

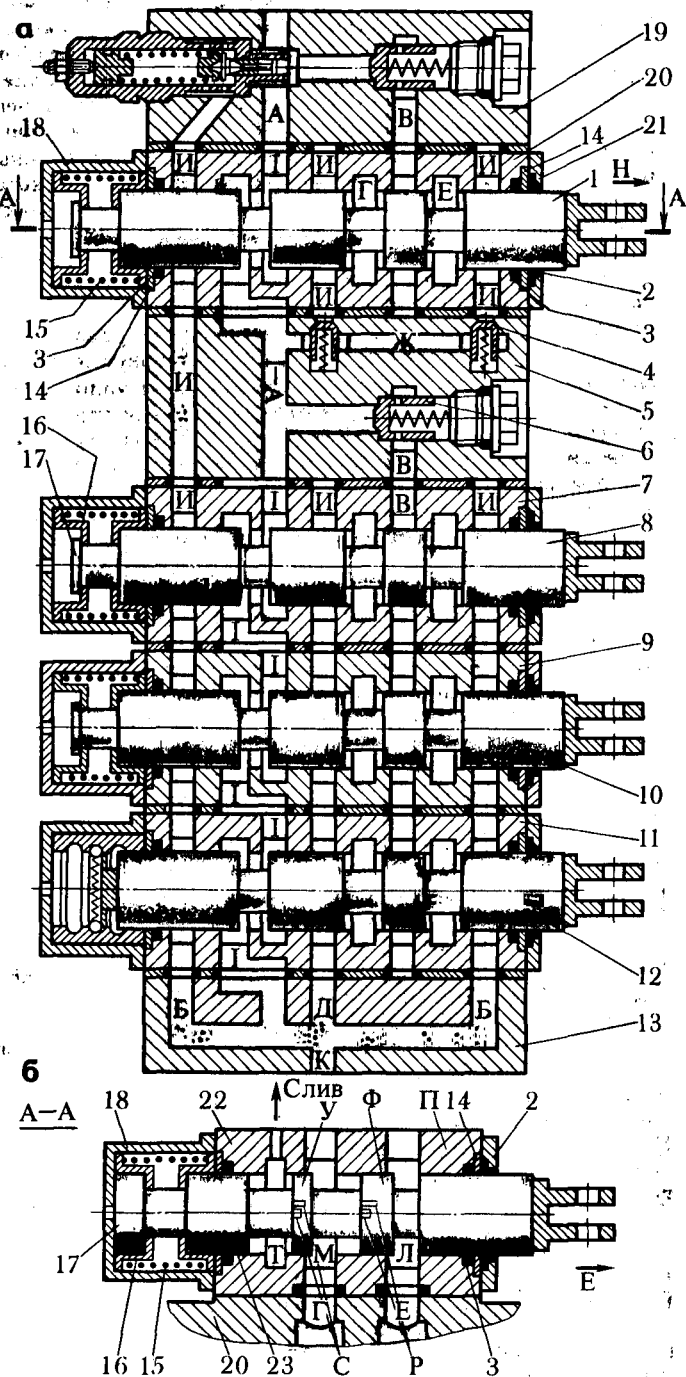
Рабочая жидкость от насоса поступает через штуцер 1 и обратный клапан 2 в плунжер 4. Под действием давления рабочей жидкости гидроцилиндр 7 передвигается по плунжеру 4, сжимая пружину 8. При этом аккумулятор заряжается до давления 15 кгс/см<sup>2</sup>. При достижении этого давления напорный гидроклапан 6 (см. рис. 193), связанный с гидроаккумулятором трубопроводом и штуцером Б (см. рис. 198), переключается и направляет поток рабочей жидкости на слив, разгружая шестеренный насос 5 (см. рис. 193). Штуцер А (см. рис. 198) соединен трубопроводом с крановым аппаратом управления тормозами.

Крановый аппарат управления тормозами (рис. 199) пробкового типа. В корпусе 11 рукояткой 5 поворачивается пробка 1. Крайние положения крана фиксируются шариковым фиксатором, состоящим из пружины 7 и шарика 8. Корпус 11 закрыт двумя крышками 10 и 13 и стянут тремя болтами 3. Уплотнительные кольца 9 и 12 герметизируют валик пробки и торцовые стыки крышек. Рукоятка управления фиксируется на валике пробки шпонкой 4 и пружинной шайбой 6.

Поворот пробки 1, имеющей четыре выемки и два радиально расположенных взаимно перпендикулярных и смещенных по высоте отверстия, изменяет направление потока рабочей жидкости. Поворот пробки фиксируется в двух положениях: тормоз выключен, тормоз включен.

**Блок гидрораспределителя из четырех рабочих секций:**  
 а — блок в разрезе,  
 б — секция управления опусканием стрелы;

1, 8, 10, 12 и 23 — золотники;  
 2 — грязеуловитель,  
 3 — манжета,  
 4 и 6 — обратные клапаны,  
 5 — промежуточная секция,  
 7, 9, 11 и 20 — рабочие секции,  
 13 — сливная секция,  
 14 — шайба,  
 15 — пружина,  
 16 — чашка,  
 17 — хвостовик,  
 18 — стакан,  
 19 — напорная секция,  
 21 — крышка,  
 22 — секция управления опусканием стрелы



При включенном тормозе полости гидроцилиндров гидроразмыкателей тормозов соединены со сливом (как показано на рисунке); при этом насос НШ-10ДП работает на зарядку гидроаккумулятора 7 (см. рис. 193) или на слив через напорный гидроклапан 6, так как гидролиния слива в корпусе 11 (рис. 199) закрыта заглушкой 2. Такая схема подключения кранового аппарата обеспечивает возможность одновременной работы тормоза поворота и гидроаккумулятора.

Для выключения тормоза рукоятку 5 поворачивают на  $45^\circ$  (второе крайнее положение); при этом полости гидроцилиндров соединяются с полостью, к которой подведено питание от насоса.

Крановые гидроаппараты управления установлены на боковой стенке кабины, справа от машиниста.

*Напорный гидроклапан* (рис. 200) служит для предохранения гидросистемы управления тормозами от перегрузки и поддержания постоянного давления в ней. Настраивают его на давление  $15 \text{ кгс/см}^2$  винтом 1. Рабочая жидкость от насоса подается в полость А. Вместо заглушки 3 ввертывают штуцер, который соединяется с гидроаккумулятором. При давлении в гидроаккумуляторе выше  $15 \text{ кгс/см}^2$  золотник 4 поднимается и рабочая жидкость от насоса поступает в канал В, соединенный со сливом. Таким образом осуществляется разгрузка насоса.

*Обратные клапаны* (рис. 201) крепят штуцером 1 с конической резьбой. Корпус клапана выполнен заодно с ниппелем, на котором крепят шланг, соединяющий клапан со сливным трубопроводом.

При давлении в питающем трубопроводе выше давления в сливной гидролинии клапан 4 прижимается к седлу, в качестве которого служит корпус 5, пружиной 3 и закрывает проход рабочей жидкости от питающего трубопровода в сливной.

При срабатывании предохранительного или перепускного клапана в одной из полостей гидромотора или гидроцилиндра, а следовательно, и в соответствующем трубопроводе давление рабочей жидкости уменьшается до вакуума. Клапан 4 под действием давления в сливной гидролинии открывается и пропускает рабочую жидкость в полость гидромотора или гидроцилиндра.

При достижении в полости давления, равного сливному, клапан 4 под действием пружины 3 снова закрывает проход рабочей жидкости.

*Дроссельный блок* (рис. 202) крепят двумя болтами к корпусу рабочей секции 9 (см. рис. 196, а) трехсекционного блока гидрораспределителя при применении рабочего оборудования грейфера или прямой лопаты.

В корпусе 1 (см. рис. 202) блока сделаны каналы А и Б, соединяющиеся каналом В. Каналы А и Б штуцерами 2 и 5 и трубопроводами соединены соответственно с поршневой и штоковой полостями гидроцилиндра.

При включении золотника рабочей секции 9 (см. рис. 196, а) поворот грейфера (или открывание днища ковша прямой лопаты) происходит с уменьшенной скоростью, так как при этом часть рабочей жидкости по каналу В (см. рис. 202) перетекает на слив. Скорость поворота грейфера зависит от величины дросселирующего проходного сечения канала В, которое регулируют винтом 7. Стопорят винт 7 резиновой прокладкой 6.

*Центральный коллектор* (рис. 203) предназначен для подачи рабочей жидкости от гидрораспределителей, расположенных на поворотной платформе, к гидромоторам и гидроцилиндрам тормозов передач механизма хода.

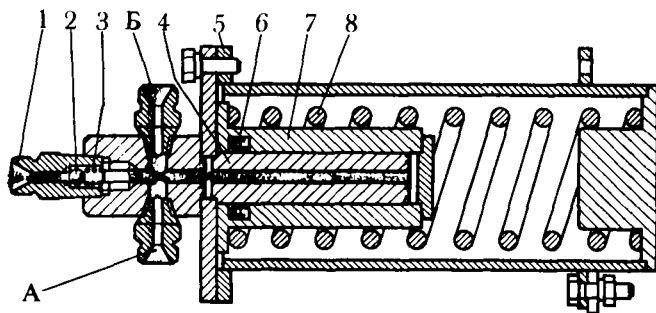
Он состоит из неподвижной части — колонки 17, имеющей продольные и радиальные каналы, и наружной подвижной шестисекционной части — с верхней 8 и нижней 16 крышками. Для создания герметичности устанавливают резиновые манжеты 2 и фторопластовые защитные шайбы 1.

Между манжетами поставлены распорные кольца 3, между секциями — центрирующие стальные кольца 4. На упорном подшипнике 5, в верхней части колонки, подвешена подвижная часть центрального коллектора. Секции коллектора 9—11 и 13—15 скрепляют четырьмя шпильками 7. К секции 11 приварен палец 12, с помощью которого подвижную часть центрального коллектора фиксируют на поворотной платформе в приваренном к ней упоре.

198

**Гидроаккумулятор:**

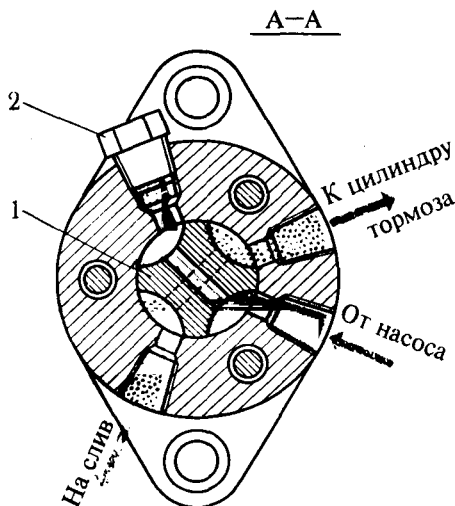
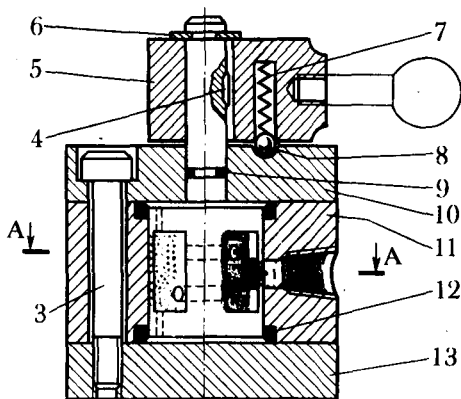
1 — штуцер обратного клапана, 2 — обратный клапан, 3 и 8 — пружины, 4 — плунжер, 5 — корпус, 6 — манжетное уплотнение, 7 — гидроцилиндр



199

**Крановый гидроаппарат управления:**

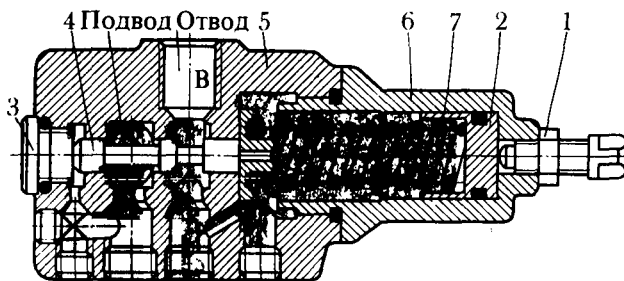
1 — пробка, 2 — заглушка, 3 — болт, 4 — шпонка, 5 — рукоятка, 6 — пружинная шайба, 7 — пружина, 8 — шарик, 9 и 12 — уплотнительные кольца, 10 и 13 — крышки, 11 — корпус



200

**Напорный гидроклапан:**

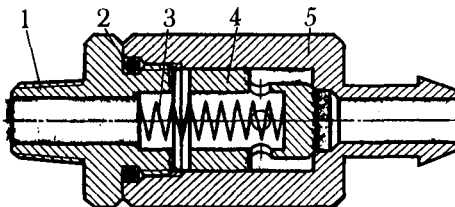
1 — регулировочный винт, 2 — поршень, 3 — заглушка, 4 — золотник, 5 — корпус, 6 — крышка, 7 — пружина



201

**Обратный клапан:**

1 — штуцер, 2 — уплотнительное кольцо, 3 — пружина, 4 — клапан, 5 — корпус



Коллектор с помощью фланца колонки 17 крепят четырьмя болтами к ходовой раме. При работе экскаватора наружная часть коллектора вращается вместе с поворотной платформой, а колонка 17 остается неподвижной.

Гидроцилиндр (рис. 204) состоит из следующих основных деталей: трубы 12, сваренной с задней крышкой 1, штока 11 с ввернутой проушиной 21 и гайкой 5, поршня 6, передней крышки 19 с грязесъемником 20. Кроме того, на штоке установлены втулки 9 и 10, а внутри гидроцилиндра — втулка 14, которую поджимают гайкой 17.

Гидроцилиндр ковша погрузчика отличается от описанной конструкции тем, что крышка 1 выполнена без проушины, а к трубе 12 приварены две цапфы для установки в разъемных подшипниках подвески ковша.

Труба 12 гидроцилиндра с крышкой 1 и втулкой 14 образуют основной рабочий объем гидроцилиндра. Рабочая поверхность штока тщательно обработана и хромирована для снижения силы трения, повышения износостойкости и антикоррозионной стойкости.

Поршень 6 крепят на штоке корончатой гайкой 5. Для уменьшения трения и износа наружную поверхность поршня наплавляют латунью. Герметичность поршня внутри гидроцилиндра обеспечивается манжетными уплотнениями 8 и кольцевым уплотнением 7.

Для предотвращения выноса рабочей жидкости по штоку во втулке 14 установлены манжетные уплотнения 16 с металлическими опорным и нажимным кольцами. По мере износа уплотнений 16 и появления течи рабочей жидкости по штоку прокладку 18 снимают, чтобы поджать уплотнение 16 до прекращения течи рабочей жидкости. С помощью грязесъемника 20, помещенного в передней крышке 19, очищают шток от пыли и грязи.

Чтобы смягчить удар в конце хода поршня, в гидроцилиндре предусмотрена система демпфирования, в которую входят втулки 9 и 10, кольцевые проточки б и каналы а и в во втулке 14 и задней крышке 1, а также регулировочные винты 2.

Система работает следующим образом. При движении поршня, например вправо, жидкость устремляется через проточку б в канал в (показано стрелкой). Когда проточка б перекрыта втулкой 9, давление жидкости в гидроцилиндре повышается. Втулка 9 плотно прижата к втулке 10, а рабочая жидкость устремляется по каналу а во втулку 14 в канал в через зазор, отрегулированный с помощью винтов 2. Движение поршня при этом замедляется и сильного удара его о втулку 14 не происходит.

Механизмы поворота платформы и передвижения экскаватора ЭО-4121 описаны в гл. XII (см. рис. 149—152), а конструкция различных видов рабочего оборудования, исключая погрузчик, — в гл. VIII (см. рис. 87—89, 95—97) и в § 44 (см. рис. 191).

Оборудование погрузчика (рис. 205). Отличительной особенностью экскаватора с оборудованием погрузчика является то, что гидроцилиндры 2 базовой части стрелы проушинами штоков соединены шарнирно не с базовой частью стрелы, а с кронштейном рукояти 3. Рукоять 3 и тяги 4 соединены шарнирно с базовой частью стрелы и подвеской б ковша.

Рукоять 3 представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух продольных балок коробчатого сечения, соединенных между собой в средней части поперечной связью. Тяга 4 выполнена из трубы, по обоим концам которой приварены проушины для шарнирного соединения тяги со стрелой и подвеской ковша. Поворот рукояти 3 осуществляется с помощью гидроцилиндра 1, который нижней проушиной шарнирно соединен с кронштейном стрелы, а проушиной штока — с кронштейном рукояти.

Подвеска б ковша представляет собой сварную конструкцию, соединенную шарнирно с рукоятью 3, тягами 4 и ковшом 7. К подвеске приварены два разъемных подшипника, в которых установлен на двух цапфах гидроцилиндр 5 ковша, соединенный с ковшом проушиной штока.

Копание осуществляется при работе гидроцилиндра 1, при этом кинематика механизма обеспечивает горизонтальное движение ковша. Поворот ковша в конце копания и выгрузка осуществляется с помощью гидроцилиндра 5.

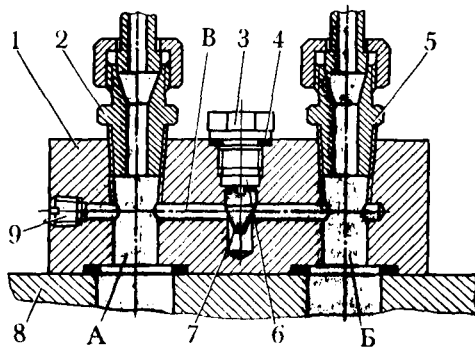
Экскаватор ЭО-4321 (см. рис. 6) является первым отечественным пневмоколесным экскаватором 4-й размерной группы с гидравлическим приводом. Он предназначен для разработки грунтов I—IV категорий при выполнении рассредоточенных земляных и



202

**Дроссельный блок:**

- 1 — корпус,
- 2 и 5 — штуцера,
- 3 и 9 — заглушки,
- 4 — уплотнительное кольцо,
- 6 — резиновая прокладка,
- 7 — регулировочный винт,
- 8 — рабочая секция

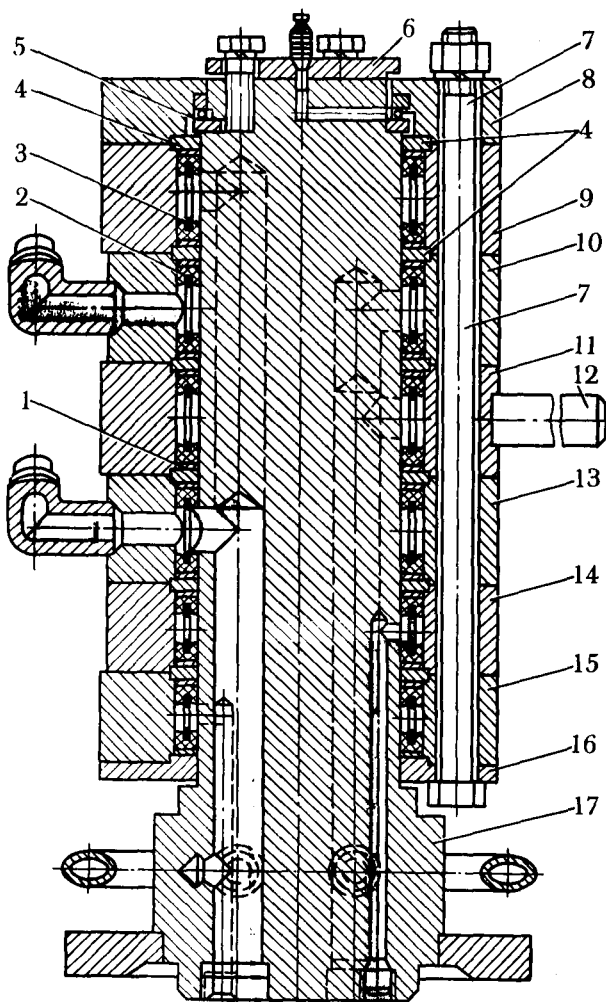
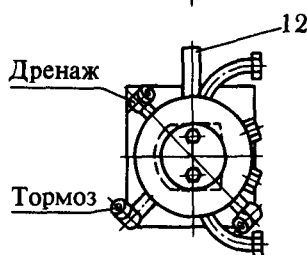
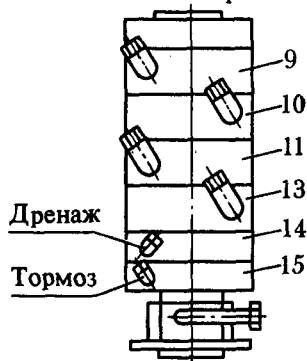


203

**Центральный коллектор экскаватора ЭО-4121:**

- 1 — защитная шайба,
- 2 — манжета,
- 3 — распорное кольцо,
- 4 — кольцо,
- 5 — подшипник,
- 6 — шайба,
- 7 — шпилька,
- 8 и 16 — верхняя и нижняя крышки,
- 9—11 и 13—15 — секции,
- 12 — палец,
- 17 — колонка

**Схема сборки коллектора**



перегрузочных работ в строительстве и других отраслях народного хозяйства. Для скальных пород и мерзлых грунтов экскаватор можно применять при условии дробления пород и грунтов на куски не более 400 мм.

Основным рабочим оборудованием экскаватора является обратная лопата с ковшом емкостью 0,65 м<sup>3</sup>. Сменное рабочее оборудование и сменные рабочие органы: прямая лопата с ковшом емкостью 0,8 м<sup>3</sup>, удлиненная рукоять обратной лопаты с ковшом 0,4 м<sup>3</sup>, грейфер с ковшом 0,65 м<sup>3</sup>, ковш обратной лопаты емкостью 1 м<sup>3</sup>, гидромолот для разработки мерзлого грунта, зуб-рыхлитель, крановая подвеска, вставка грейфера для глубокого копания.

Поворотная часть экскаватора (рис. 206), включающая поворотную платформу 5 с механизмами и рабочее оборудование, опирается на раму пневмоколерной ходовой тележки через роликное опорно-поворотное устройство 6.

На поворотной платформе установлены силовое оборудование 4, гидравлическое оборудование и система управления, механизм поворота, баки 2 и 7 с рабочей жидкостью и топливом, кабина машиниста и противовес.

Ходовое устройство включает раму, опирающуюся на ведущие передние и задние колеса, механизмы привода колес и управления передним мостом. На ходовой раме установлены также выносные опоры 3 и оборудование бульдозера.

Базовым элементом рабочего оборудования является основная часть 9 стрелы, к которой двумя пальцами присоединена удлиняющая часть 10 (вставка) стрелы. Вылет стрелы регулируют ступенчато путем перестановки вставки 10 при работе ковшами различной емкости. При работе прямой лопатой вставку 10 стрелы обратной лопаты заменяют вставкой стрелы прямой лопаты.

Все шарнирные соединения рабочего оборудования выполнены в виде подшипников скольжения с бронзовыми или стальными втулками. В шарнирные соединения гидроцилиндров встроены сферические подшипники. Для защиты от попадания грязи и сохранения смазки в кольцевые проточки бронзовых или стальных подшипников скольжения вставлены резиновые кольца.

Все рабочие движения рабочего оборудования выполняются с помощью гидроцилиндров стрелы, рукояти и ковша.

Рабочее оборудование бульдозера предназначено для планировочных и зачистных работ на уровне стоянки экскаватора.

Оборудование включает отвал 14, на котором установлены ножи, рычаги 17 и гидроцилиндр. Во время работы рычаги 17 обеспечивают постоянный угол резания ножа отвала. Для удобства монтажа цапфа нижнего рычага выполнена разъемной. Во время работы экскаватора отвал бульдозера служит дополнительной опорой, увеличивающей устойчивость машины.

Гидросистема экскаватора ЭО-4321 имеет ряд особенностей, связанных с конструктивным выполнением механизмов машины.

Гидросистема (рис. 207) включает бак 1 для рабочей жидкости, гидронасос 5 с приводом от дизеля СМД-15Н мощностью 80 л. с. (максимальная частота вращения 1800 об/мин), контрольную и распределительную аппаратуру, аппаратуру фильтрации рабочей жидкости, исполнительные механизмы (гидромоторы, гидроцилиндры), систему сервоуправления, гидросистему руля, систему охлаждения рабочей жидкости, трубопроводы и присоединительные элементы.

Бак, насосная установка, распределительная и клапанная аппаратура, гидромотор поворота установлены на поворотной платформе. Все гидродвигатели находятся непосредственно около приводимых ими в движение элементов рабочего оборудования и механизмов.

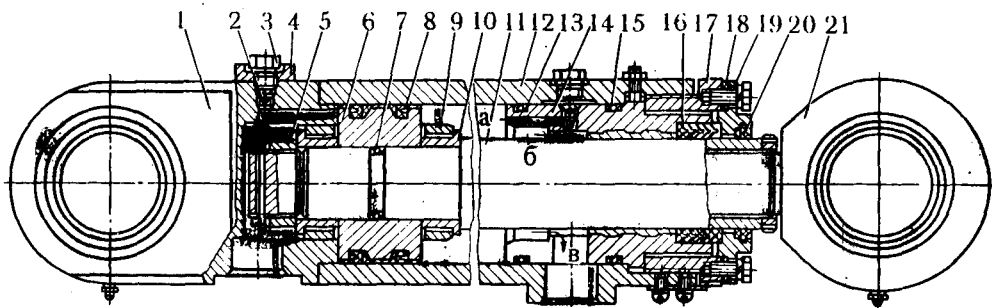
Источником энергии в гидроприводе экскаватора является сдвоенный аксиально-поршневой гидронасос 5 с сумматором мощности. Область давлений, в которой работает сумматор мощности, 120 ÷ 250 кгс/см<sup>2</sup>. При давлении 120 кгс/см<sup>2</sup> объемная подача каждой секции насоса 5 составляет 120 л/мин. По мере роста давления она снижается, доходя при давлении 250 кгс/см<sup>2</sup> до 60 л/мин. На каждой нагнетательной линии гидронасоса установлены предохранительные клапаны 6 и 7 для защиты системы и насоса от пере-

### Гидроцилиндр экскаватора ЭО-4121:

1 и 19 — задняя и передняя крышки,  
2 и 3 — регулировочные винты,

4 — шайба,  
5 и 17 — гайки,  
6 — поршень,  
7, 8, 13, 15 и 16 — уплотнения,  
9, 10 и 14 — втулки,

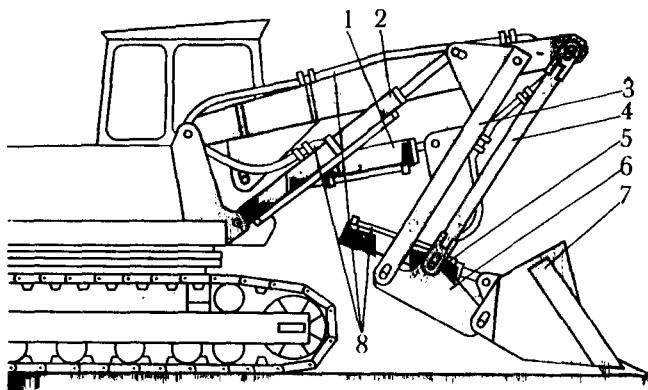
11 — шток,  
12 — труба,  
18 — прокладка,  
20 — грязеуловитель,  
21 — проушина



## 205

### Погрузчик экскаватора ЭО-4121:

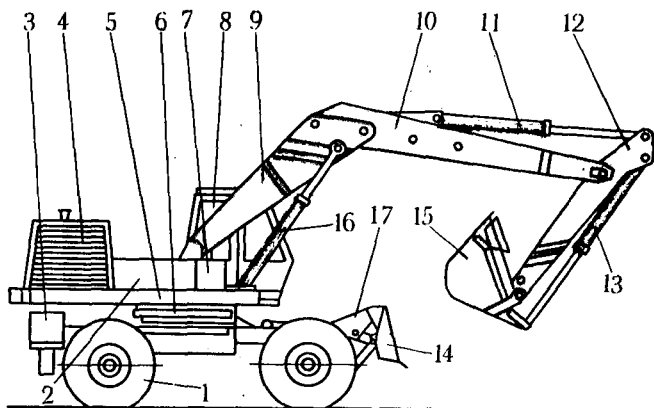
1 — гидроцилиндр рукояти,  
2 — гидроцилиндр базовой части стрелы,  
3 — рукоять,  
4 — тяги,  
5 — гидроцилиндр ковша,  
6 — подвеска,  
7 — ковш,  
8 — трубопроводы



## 206

### Экскаватор ЭО-4321 с обратной лопатой:

1 — ходовое устройство,  
2 — бак рабочей жидкости,  
3 — выносная опора,  
4 — силовое оборудование,  
5 — поворотная платформа,  
6 — опорно-поворотное устройство, 7 — бак топлива,  
8 — кабина машиниста,  
9 — основная часть стрелы,  
10 — удлиняющая часть стрелы,  
11, 13 и 16 — гидроцилиндры рукояти, ковша и стрелы,  
12 — рукоять,  
14 — отвал бульдозера,  
15 — ковш,  
17 — рычаги бульдозера



грузок. Настраивается предохранительный клапан на максимальное давление 250 кгс/см<sup>2</sup>. В корпусах клапанов имеются отверстия для установки контрольных манометров. Распределение рабочей жидкости осуществляют три блока 9, 31 и 32 гидрораспределителя. В каждом блоке имеется три золотника. Управление золотниками пружинно-гидравлическое, осуществляется от насоса 2. От этого же насоса с помощью блока управления приводятся гидроцилиндры 27 включения редукторов задних колес. Напорный гидроклапан 45 служит для поддержания давления в гидролинии сервоуправления и ограничения давления в системе управления редукторов задних колес.

От секции А насоса 5 рабочая жидкость поступает к гидрораспределительному блоку 9, управляющему работой гидромотора 11 поворота платформы (золотник 8), гидромоторами 10 переднего моста (золотник 37) и гидроцилиндром 24 рукояти (золотник 36). При нейтральном положении всех этих золотников поток рабочей жидкости проходит через распределительный блок 9 и поступает в распределительный блок 32, с помощью которого управляют работой гидроцилиндра 13 бульдозера (золотник 35), гидроцилиндрами 14 выносных опор (золотник 34) и гидромоторами 19 и 20 заднего моста (золотник 33). Секция Б насоса 5 подключена к золотнику 33 блока 32.

При нейтральном положении золотников блока 9 и золотников 35 и 34 блока 32 поток рабочей жидкости, нагнетаемой обеими секциями насоса 5, поступает на золотник 33 и далее, в случае нахождения этого золотника в нейтральном положении, к распределительному блоку 31, управляющему работой гидроцилиндров 21 и 22 стрелы (золотник 28), гидроцилиндра 23 ковша (золотник 29) и гидроцилиндра 24 рукояти (золотник 30). Золотник 30 заблокирован с золотником 36 и управляется с ним одной рукояткой.

Таким образом, исполнительные органы, управляемые золотниками 8, 37, 36, 35, 34 (назовем их группой I), питаются от одной секции насоса, а исполнительные органы, управляемые золотниками 33, 28, 29, 30 (назовем их группой II), при нейтральном положении этих золотников питаются от двух секций насоса 5.

Гидросистема экскаватора позволяет совмещать одно рабочее движение группы I с одним рабочим движением группы II. С целью получения возможности совмещения движений бульдозера с работой гидромоторов переднего моста золотники 37 и 35 соединены между собой дополнительным трубопроводом. Для совмещения работы стрелы и ковша рабочая жидкость к распределительному блоку 31 подводится через золотники 28 и 29. Наличие двух золотников, управляющих гидроцилиндром рукояти, позволяет совмещать работу рукояти с любым движением из обеих групп.

При нахождении всех золотников в нейтральном положении поток рабочей жидкости от обеих секций насоса направляется в бак 1. При этом поток может быть направлен или непосредственно в бак, или в жаркое время года предварительно через радиатор 38 охлаждения. Прежде чем возвратиться в бак, рабочая жидкость проходит через фильтры 40 и 41 с тонкостью фильтрации 20 мкм. Для управления потоком жидкости на слив в системе предусмотрен кран 39.

Для предохранения гидросистемы поворота платформы в момент торможения установлены предохранительные клапаны 12, в системе хода установлены предохранительные клапаны 16. Для защиты от реактивных давлений в гидролинии штоковой полости гидроцилиндров стрелы и бесштоковой полости гидроцилиндра рукояти в соответствующих блоках гидрораспределителя установлены разгрузочные клапаны. Кроме разгрузки эти клапаны выполняют антикавитационную функцию, т. е. исключают возможность снижения давления в гидролиниях, на которых они установлены, ниже атмосферного.

Подпитка гидромотора поворота платформы осуществляется от сливной гидролинии с помощью двух обратных клапанов.

Исполнительные органы, находящиеся на ходовой тележке, и гидрораспределительная аппаратура связаны центральным коллектором.

Для подачи рабочей жидкости под давлением в гидросистему рулевого управления служат насосы 3 и 42, золотник 43, гидроцилиндр 26 поворота колес. Давление в системе рулевых управлений ограничивается предохранительным клапаном 44.

Рабочая жидкость к гидроцилиндрам 14 выносных опор подводится через групповой коллектор с запорными клапанами 15, а к гидроцилиндрам стрелы — с помощью тру-

бопроводов и поворотного соединения. На штоковой гидролинии гидроцилиндра рукояти установлен дроссель 25.

Силовая установка экскаватора ЭО-4321 по своей конструкции подобна силовой установке (см. рис. 194) экскаватора ЭО-4121. Основное отличие ее состоит в монтаже охладителя рабочей жидкости гидросистемы совместно с водяным и масляным радиаторами дизеля. Кроме того, на дизеле установлены два шестеренных насоса НШ-10 для подачи рабочей жидкости в системы сервоуправления и рулевого управления, а также компрессор пневмосистемы экскаватора.

Устройство двохлопного насоса описано в § 30 (см. рис. 110, 111).

Гидрораспределитель выполнен в виде трех блоков, каждый из которых представляет собой аппарат с тремя золотниками и клапанными устройствами различного назначения. На экскаваторе применено дистанционное сервоуправление золотниками.

Конструктивно все золотники, за исключением золотников управления гидромоторами хода, одинаковы. Отличие их состоит в том, что они позволяют соединять обе полости гидромоторов хода с баком при нейтральном положении золотников.

Каждый из золотников имеет двойное функциональное назначение: управляет включением какого-либо механизма экскаватора и направляет проходящий через гидрораспределитель поток рабочей жидкости. Управление общим потоком жидкости осуществляется за счет средней проточки золотника, которая при нахождении золотника в нейтральном положении пропускает поток к последующим аппаратам. В случае смещения золотника в любое крайнее положение поток отсекается от последующих аппаратов и через обратные клапаны направляется в свою нагнетательную камеру.

Когда по схеме такой блокировки не требуется, производится параллельное подсоединение двух или нескольких золотников.

На рис. 208 показан блок гидрораспределителя для управления гидроцилиндрами рабочего оборудования; золотник 1 управляет гидроцилиндрами стрелы, золотник 2 гидроцилиндром ковша и золотник 3 гидроцилиндром рукояти. При нейтральном положении золотников жидкость из отверстия А по центральным каналам В перетекает в отверстие Б.

Рабочие положения управления гидроцилиндрами стрелы показаны на рис. 209. При смещении золотника 3 вправо (рис. 209, а) поток рабочей жидкости через обратный клапан 2 поступает в канал б и через левую проточку золотника — к штоковой полости гидроцилиндров стрелы. Поршневые полости гидроцилиндров соединены в этот момент со сливом — происходит опускание стрелы.

Обратный клапан 2 предотвращает перемещение стрелы под действием собственного веса в случае падения давления в рабочей гидролинии или при воздействии других элементов конструкции (рукояти, ковша). Предохранительный и антикавитационный клапаны 1, с одной стороны, ограничивают величину реактивного давления, возникающего в линии при воздействии ковша или рукояти (когда золотник 3 находится в нейтральном положении), и, с другой стороны, при движении стрелы под собственным весом соединяют расширяющуюся полость гидроцилиндра с баком для всасывания рабочей жидкости.

При смещении золотника 3 влево (рис. 209, б) поток жидкости поступает через его правую проточку в поршневые полости гидроцилиндров стрелы, в то время как штоковые полости соединяются со сливом. В этот период происходит подъем стрелы.

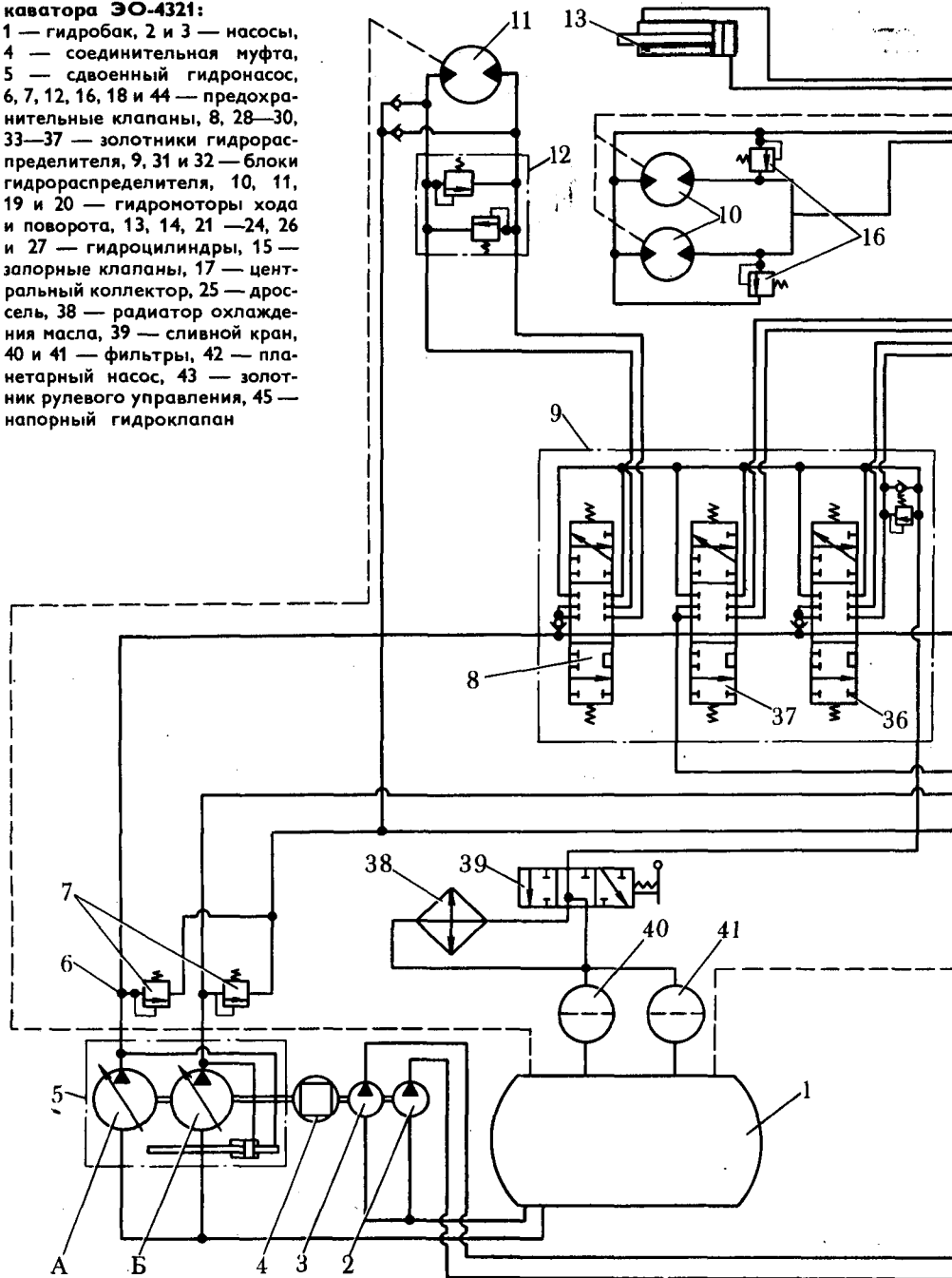
На входе в гидролинию золотника управления гидроцилиндром ковша вместо обратного клапана установлен штуцер 1 (рис. 210) с глухим дном, что необходимо для совмещения работы стрелы с ковшом. Штуцер дает выход только в нагнетательный канал золотника и не соединяет с центральным каналом.

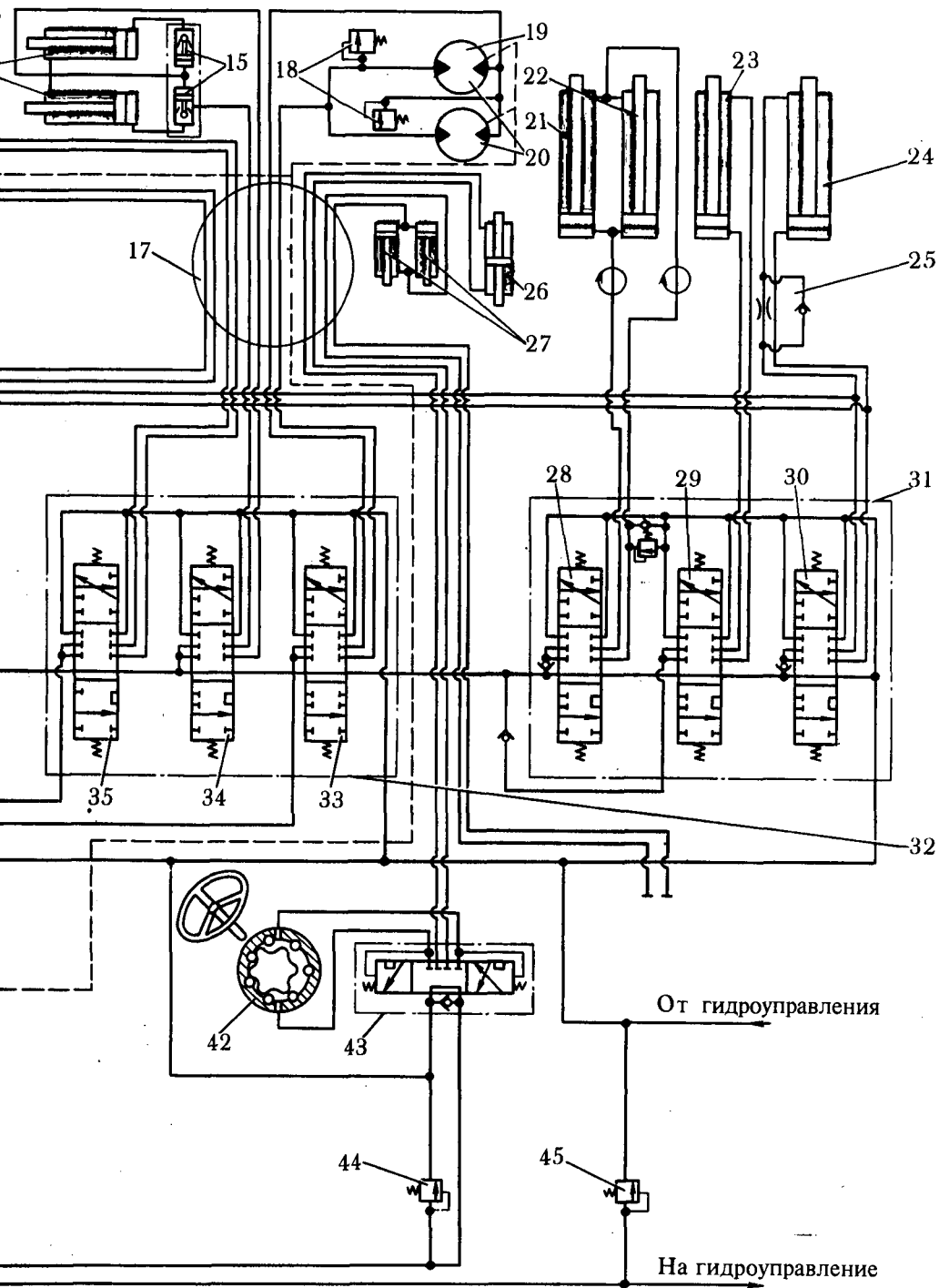
Два других блока гидрораспределителя имеют аналогичное устройство с незначительными отличиями, вызванными необходимостью обеспечения соответствующей работы управляемых механизмов.

Перепускной клапан (рис. 211) прямого действия служит для предохранения от перегрузок гидролиний нагнетания гидромоторов механизмов передвижения экскаватора и поворота платформы. Плунжер 4 клапана, помещенный в корпусе 5, при возрастании

# Гидравлическая схема экскаватора ЭО-4321:

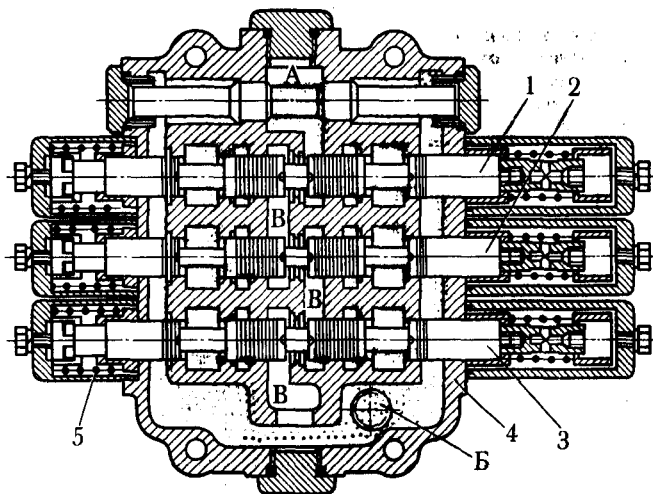
1 — гидробак, 2 и 3 — насосы, 4 — соединительная муфта, 5 — двоянный гидронасос, 6, 7, 12, 16, 18 и 44 — предохранительные клапаны, 8, 28—30, 33—37 — золотники гидрораспределителя, 9, 31 и 32 — блоки гидрораспределителя, 10, 11, 19 и 20 — гидромоторы хода и поворота, 13, 14, 21—24, 26 и 27 — гидроцилиндры, 15 — запорные клапаны, 17 — центральный коллектор, 25 — дроссель, 38 — радиатор охлаждения масла, 39 — сливной кран, 40 и 41 — фильтры, 42 — планетарный насос, 43 — золотник рулевого управления, 45 — напорный гидроклапан





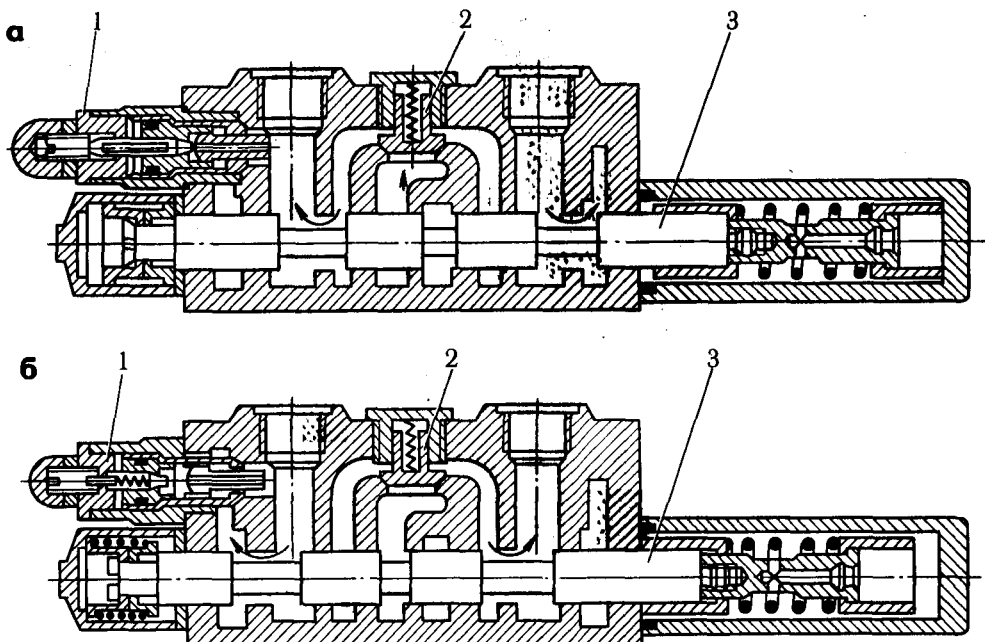
**Блок гидрораспределителя для управления гидроцилиндрами рабочего оборудования:**

- 1, 2 и 3 — золотники,  
4 — литой корпус,  
5 — пружинный фиксатор



**Положения золотника управления гидроцилиндрами при опускании (а) и подъеме (б) стрелы:**

- 1 — предохранительный и антикавитационный клапаны,  
2 — обратный клапан,  
3 — золотник



давления в линии нагнетания гидромотора выше давления настройки пружины 3 открывается и клапан перепускает рабочую жидкость из нагнетательной полости в сливную.

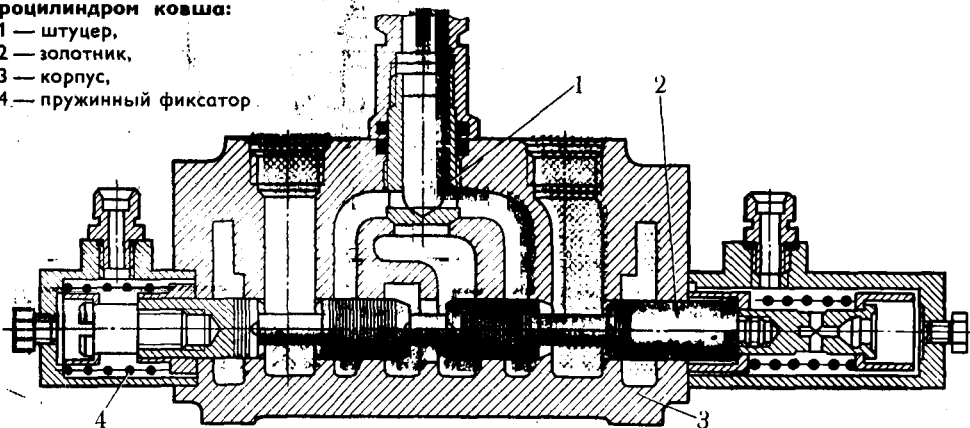
Для удобства монтажа клапаны установлены по одному на каждом из гидроцилиндров. Один из клапанов предохраняет оба гидромотора хода от перегрузок при движении машины вперед, а другой выполняет ту же функцию при движении назад.



210

**Золотник управления гидроцилиндром ковша:**

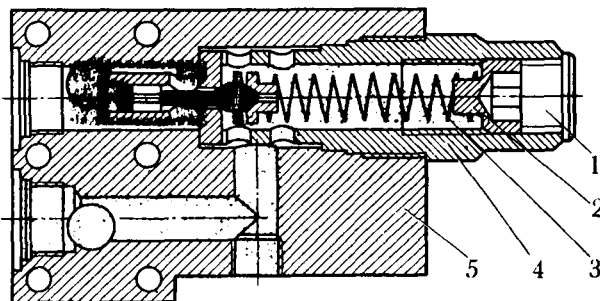
- 1 — штуцер,  
2 — золотник,  
3 — корпус,  
4 — пружинный фиксатор.



211

**Перепускной клапан:**

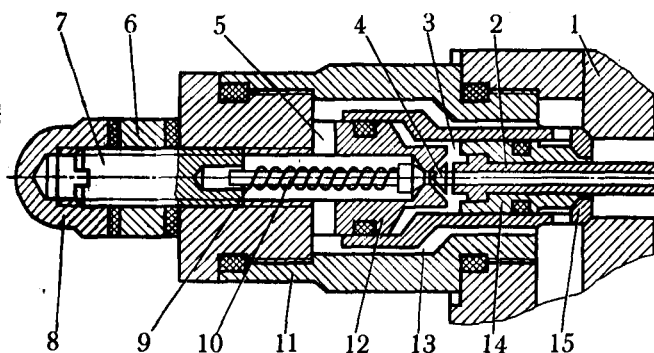
- 1 — пробка,  
2 — регулировочная гайка,  
3 — пружина,  
4 — плунжер,  
5 — корпус



212

**Предохранительный и антикавitationsный клапаны гидрораспределителя:**

- 1 — корпус гидрораспределителя, 2 — трубка, 3 — полость, 4 — пружина, 5 — сливной канал, 6 — контргайка, 7 — винт, 8 — колпачок, 9 — пружина, 10 — игла, 11 — корпус, 12 — пробка, 13 — кольцевая проточка, 14 — антикавitationsный клапан, 15 — предохранительный клапан



Перепускные клапаны настраивают на давление 195—205 кгс/см<sup>2</sup>. Для регулировки снимают пробку 1 и вращением гайки 2 создают необходимую затяжку пружины 3. Гидромотор поворота платформы защищен от перегрузок аппаратом, состоящим из двух перепускных клапанов. При установке золотника гидрораспределителя в нейтральное положение обе линии гидромотора заперты, но в силу инерции платформа продолжает движение и вал гидромотора также вращается.

Гидромотор, затормаживая платформу, работает в режиме насоса, а нагнетаемый им поток рабочей жидкости открывает один из перепускных клапанов и направляется в противоположную линию гидромотора под давлением 195—205 кгс/см<sup>2</sup>.

Предохранительный 15 (рис. 212) и антикавитационный 14 клапаны предотвращают чрезмерное повышение и понижение давления в гидроцилиндрах рабочего оборудования.

С помощью корпуса 11 клапаны соединены с корпусом 1 гидрораспределителя. Клапан 14 помещен внутри клапана 15, который перемещается в осевом направлении. Это перемещение ограничивается, с одной стороны, седлом клапана, а с другой — пробкой 12. Между внутренней поверхностью корпуса 11 и наружной клапана 15 сделана кольцевая проточка 13, соединенная со сливным каналом гидрораспределителя. Четыре сливных радиальных канала 5 выведены в кольцевую проточку 13, которая может частично или полностью перекрываться при открытии клапана 15. Клапан 15 скользит по наружной поверхности клапана управления, выполненного на пробке 12 и состоящего из иглы 10, пружины 9 и регулирующего винта 7 с контргайкой 6.

В осевое отверстие клапана 14 вставлена подвижная трубка 2 с ограничивающим буртом, которая в исходном положении под действием пружины 4 занимает крайнее нижнее положение. Как только давление жидкости, действующее на иглу 10 клапана управления, превысит величину давления настройки, игла 10 переместится вверх, соединив при этом полость 3 со сливом. На падение давления в полости 3 сначала прореагирует наиболее легкая и подвижная трубка 2: под действием более высокого давления штоковой полости она переместится вверх и упрется в иглу 10 клапана управления. В этом случае полость 3 будет соединена со сливом и изолирована от штоковых полостей гидроцилиндров, что приведет к быстрому падению давления в последних. Под действием давления жидкости в штоковых полостях гидроцилиндров предохранительный клапан 15 откроется и соединит штоковые полости гидроцилиндров со сливом. Перемещаясь вверх, клапан 15 одновременно перекроет сливные каналы 5 клапана управления, затруднив или полностью прекратив слив жидкости из полости 3. Расход жидкости из этой полости 3 упадет, а давление в ней и штоковых полостях гидроцилиндров выравняется, закрыв этим клапан 15. Если давление на сливе окажется выше давления жидкости в штоковых полостях, то антикавитационный клапан 14 переместится вверх и соединит сливную гидростроению со штоковыми полостями цилиндров.

Групповой коллектор (рис. 213) подводит рабочую жидкость к гидроцилиндрам выносных опор и предотвращает ее перетечку из одного гидроцилиндра опор в другой при работе экскаватора.

При подаче давления в отверстие Б поднимаются шарики 3 и рабочая жидкость попадает через отверстия А и шланги в поршневые полости гидроцилиндров. Опоры при этом опускаются. Жидкость через отверстия С и С<sub>1</sub> поступает на слив. Как только прекращается подача давления в отверстие Б, шарики 3 под действием пружины 1 садятся в седла и отсекают возможную перетечку жидкости из одного гидроцилиндра в другой.

Для подъема опор давление подают в отверстие С<sub>1</sub>, при этом жидкость попадает в штоковые полости гидроцилиндров. В этом случае в полости В возникает давление, под действием которого поршни-толкатели 6, которые вмонтированы в корпус 5 коллектора, перемещаются вверх и приподнимают шарики 3, что дает возможность жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров через отверстия Б перетекать на слив.

Центральный коллектор (рис. 214) предназначен для передачи рабочей жидкости под давлением к агрегатам, расположенным на ходовой раме. Он состоит из подвижной и неподвижной частей.

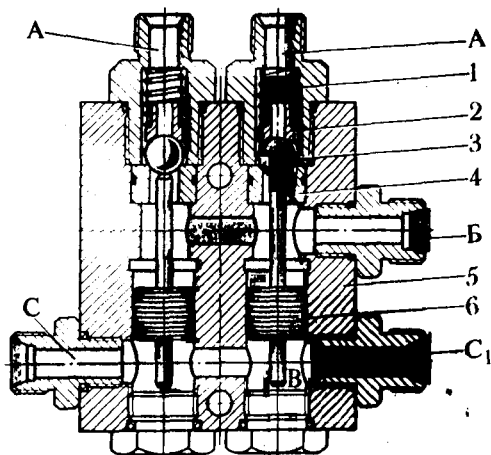
Подвижная часть — колонка 1 — жестко связана с платформой экскаватора, а неподвижная часть, состоящая из связанных между собой муфтой 3 верхней 2 и нижней 5 втулок, закреплена на ходовой раме. В верхней части колонки 1 имеются резьбовые отверстия для присоединения трубопроводов от агрегатов, расположенных на поворотной платформе.

На внутренних поверхностях втулок 2 и 5 имеются проточки, разделенные резиновыми уплотнительными кольцами 4. Рабочая жидкость проходит по сверлениям подвижной

213

**Групповой коллектор:**

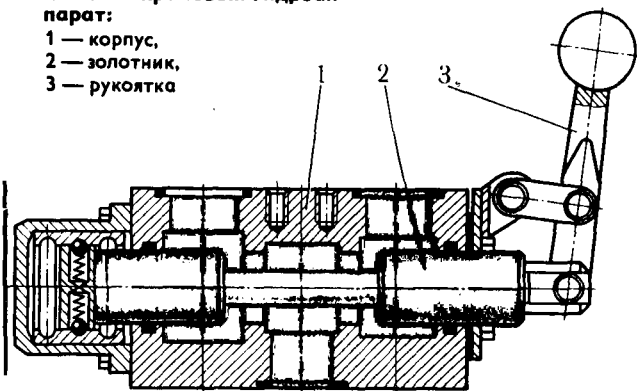
- 1 — пружина,
- 2 — направляющий шток,
- 3 — шарик,
- 4 — гнездо шарика,
- 5 — корпус,
- 6 — поршень-толкатель



215

**Сливной крановый гидроаппарат:**

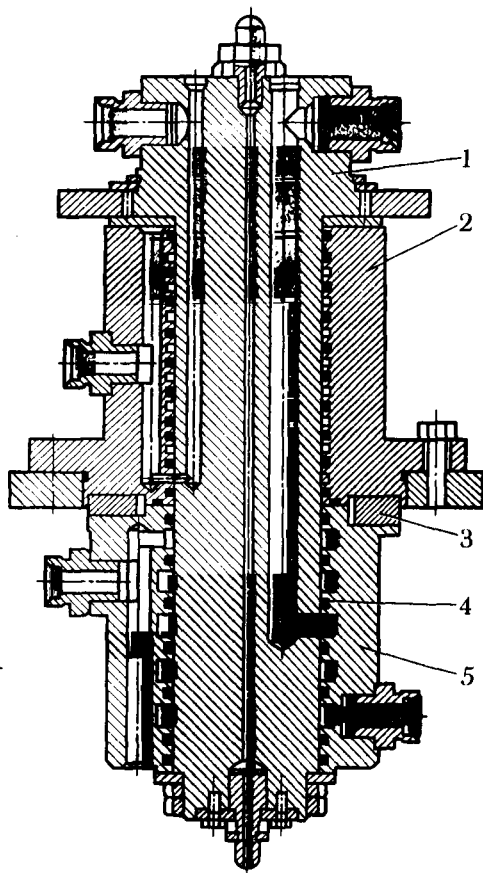
- 1 — корпус,
- 2 — золотник,
- 3 — рукоятка



214

**Центральный коллектор:**

- 1 — колонка,
- 2 и 5 — верхняя и нижняя втулки,
- 3 — муфта,
- 4 — уплотнительные кольца



колонки 1 и попадает в проточки втулок 2 и 5, благодаря чему при относительном перемещении подвижной и неподвижной частей коллектора поступает к соответствующим агрегатам: гидроцилиндрам выносных опор, включения редуктора, бульдозера, поворота колес, а также гидромоторам хода. В центральной части коллектора расположен канал, по которому поступает сжатый воздух к тормозам колес.

Сливным крановым гидроаппаратом (рис. 215) изменяют направление рабочей жидкости из гидрораспределителя в бак через охладитель рабочей жидкости.

В корпусе 1 с помощью рукоятки 3 перемещается золотник 2, фиксируемый в трех положениях: верхнем, среднем (нейтральном) и нижнем. При нейтральном положении золотника поток от гидрораспределителя может направляться в бак непосредственно или же через охладитель: при верхнем положении золотника поток рабочей жидкости идет в бак только через охладитель, а при нижнем поступает в бак, минуя охладитель.

Охладитель представляет собой пластинчатый радиатор. Он расположен перед водяным радиатором силовой установки и снижает температуру рабочей жидкости за счет отвода тепла от поверхности трубок и пластин воздухом, подаваемым вентилятором силовой установки.

При повышении температуры выше допустимой ( $70^{\circ}\text{C}$ ) рабочая жидкость отводится в охладитель через входную трубу путем переключения сливного крана (см. рис. 215). Поступая затем по выходной трубе в гидробак, охлажденная рабочая жидкость смешивается с более нагретой, понижая таким образом температуру в баке.

Бак разделен на два не равных по величине отсека. Рабочей жидкостью его заполняют через встроенные в бак два фильтра. В нижней части бака имеются пробки для слива масла из обоих отсеков. Во избежание кавитационного режима работы насоса бак находится под избыточным давлением воздуха, равным  $0,5 \text{ кгс/см}^2$ . Это обеспечивает надежное поступление рабочей жидкости во всасывающую линию насоса.

Корпус 8 (рис. 216) фильтра прикреплен к верхнему листу бака и сверху закрыт крышкой 10 с пробкой 11. Поступающая через корпус неочищенная рабочая жидкость проходит в полость между сердечником 1 с постоянными магнитами 2 и фильтрующим элементом 3, представляющим собой гофрированную бумагу с сеткой, которая закреплена между металлической стойкой 9 и основанием 7.

Резервуар 4 предназначен для сбора очищенной рабочей жидкости и через днище 5 с многочисленными отверстиями соединяется с полостью бака. В случае сильного загрязнения в полости А повышается давление, которое воздействует на основание 7, при этом элемент 3 смещается вниз, сжимая пружину 6, и освобождает в корпусе свободный проход неочищенной рабочей жидкости в резервуар 4 и бак.

Система сервоуправления облегчает труд машиниста путем снижения усилий на рукоятках управления. Скорость движения рабочих механизмов регулируется величиной осевого смещения золотников гидрораспределителя, перемещающихся пропорционально углам поворота рукояток управления.

Рукоятки управления воздействуют на специальные гидроклапаны давления (рис. 217) с выходным давлением  $10\text{—}20 \text{ кгс/см}^2$  в зависимости от положения рукоятки.

Благодаря соответствующему сочетанию характеристик гидроклапана давления и пружин гидрораспределителя осуществляется регулирование хода золотника. Если золотник находится в нейтральном положении, то давление в полостях управления золотниками равно давлению в баке. При необходимости сместить золотник в какую-то сторону поворачивают рукоятку управления и нажимают на плунжер соответствующего гидроклапана давления.

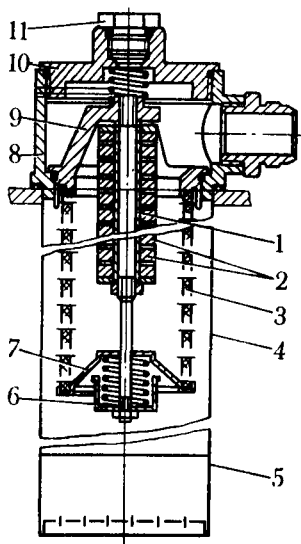
Толкатель 1 и плунжер 3 гидроклапана давления связаны через пружину 2. При перемещении плунжера 3 вниз гидравлическая линия управления золотником соединяется с нагнетательной гидролинией сервоуправления. По мере роста давления в гидролинии управления золотником плунжер 3, сжимая пружину 2, начинает возвращаться вверх, уменьшая проходное сечение. При достижении определенного давления плунжер 3 установится в таком положении, при котором величина проходного сечения будет достаточно лишь для компенсации утечек жидкости в цепи управления соответствующим золотником. При другом положении рукоятки блока управления, т. е. при другой степени сжатия пружины 2, равновесие сил, приложенных к плунжеру, установится при другом давлении, соответствующем степени сжатия этой пружины. Таким образом, каждому положению рукоятки управления соответствует свое определенное положение главного золотника, отсюда и скорость движения исполнительного механизма.

Источником подачи рабочей жидкости под давлением в системе сервоуправления является шестеренный насос НШ-10. Давление в системе определяется настройкой напорного гидроклапана. Оптимальная величина давления  $30 \text{ кгс/см}^2$ .

216

**Фильтр рабочей жидкости:**

- 1 — сердечник,
- 2 — постоянные магниты,
- 3 — фильтрующий элемент,
- 4 — резервуар,
- 5 — днище,
- 6 — пружина,
- 7 — основание фильтрующего элемента,
- 8 — корпус,
- 9 — стойка,
- 10 — крышка,
- 11 — пробка

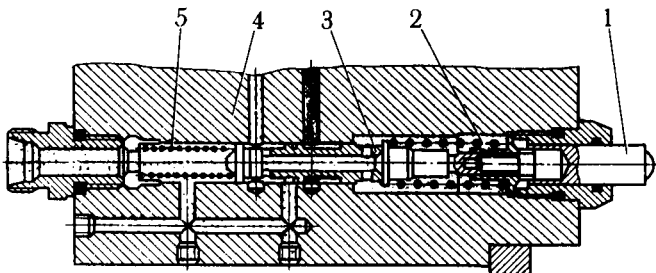


217

**Гидроклапан давления системы сервоуправления экскаватора ЭО-4321:**

- 1 — толкатель,
- 2 — пружина,

- 3 — плунжер,
- 4 — корпус регулятора,
- 5 — возвратная пружина плунжера

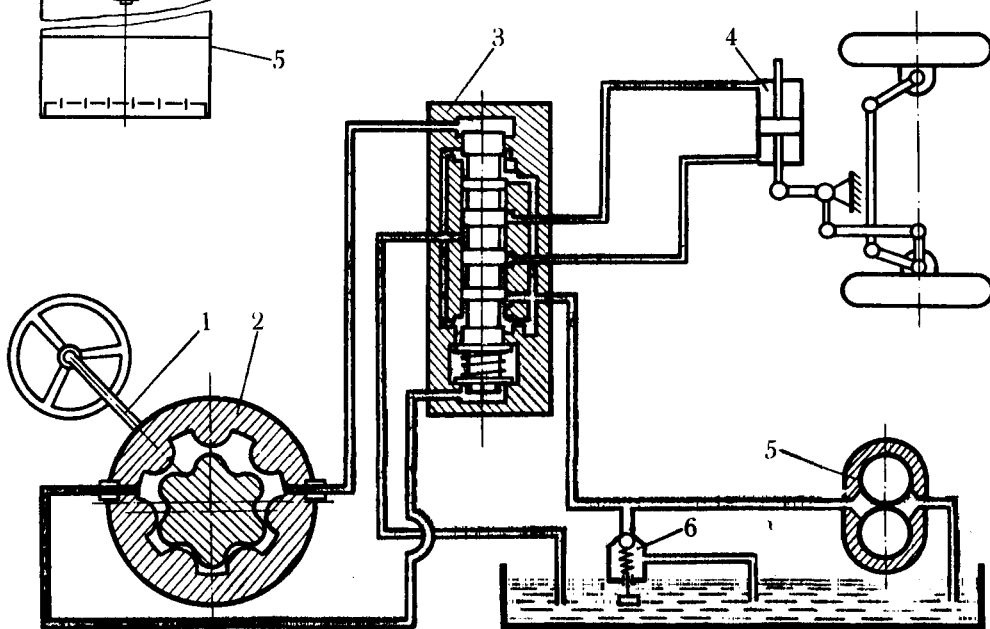


218

**Схема гидравлической системы рулевого управления экскаватора ЭО-4321:**

- 1 — рулевая колонка,
- 2 — насос-дозатор,

- 3 — золотник управления,
- 4 — гидроцилиндр поворота колес,
- 5 — шестеренный насос,
- 6 — напорный гидроклапан



Система рулевого управления (рис. 218) включает следующие узлы: рулевую колонку 1, шестеренный насос 5 типа НШ-10, напорный гидроклапан 6, насос-дозатор 2, золотник 3 управления, гидроцилиндр 4 поворота колес, систему рычагов и тяг; трубопроводы.

Насос-дозатор (рис. 219) — шестеренный насос внутреннего зацепления с зубьями кругового профиля. Наружное колесо 1 имеет семь зубьев, внутреннее 2 — шесть. Впадины между зубьями соединяются с входной и выходной гидролинией насоса-дозатора гидрораспределителем 5 вращательного типа. При вращении приводного вала 3 насоса-дозатора внутреннее колесо обкатывается по наружному, при этом геометрический центр внутреннего колеса описывает круговую траекторию, совершая за один оборот приводного вала шесть циклов. Отсюда за один оборот приводного вала каждый зуб внутреннего колеса также совершает шесть циклов всасывания-нагнетания.

Объемная подача насоса-дозатора, т. е. расход его на 1 оборот вала,  $240 \text{ см}^3$ .

Золотник управления (рис. 220) представляет собой трехпозиционный четырехходовой золотник с сервоуправлением и непостоянными крайними положениями (пружинное центрирование при установке золотника в нейтральное положение).

Гидроцилиндр поворота колес двустороннего действия. Он имеет два штока, чтобы получить одинаковое передаточное число при передаче движения от рулевого колеса к рычагам поворота колес. Гидроцилиндр с управляющим золотником связаны через центральный коллектор.

Система рулевого управления работает следующим образом. При прямолинейном движении экскаватора плунжер золотника управления находится в нейтральном положении, поток масла от насоса НШ-10 идет через золотник в бак, полости цилиндра поворота заперты, насос-дозатор также заперт.

При необходимости поворота, т. е. при вращении рулевого колеса, вал которого через двойной шарнир связан с приводным валом насоса-дозатора, в его приемной и нагнетательной гидролиниях возникает перепад давления (уровень давления в каждой гидролинии определяется направлением вращения рулевого колеса). Вследствие этого плунжер золотника управления сместится в соответствующую сторону. При этом его проточки соединят насос НШ-10 с приемной полостью насоса-дозатора, нагнетательную полость насоса-дозатора с одной из полостей гидроцилиндра, другую полость гидроцилиндра поворота со сливом. Такое состояние будет продолжаться до прекращения вращения рулевого колеса. При этом перепад давления исчезает, под действием пружин плунжер возвращается в нейтральное положение и устанавливается описанное выше состояние. При повороте рулевого колеса в противоположную сторону происходит аналогичная картина.

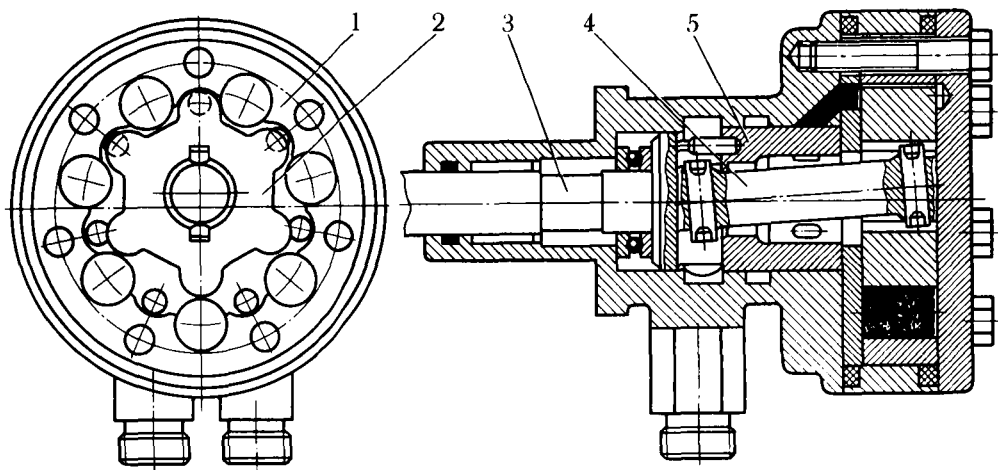
Таким образом, назначение насоса НШ-10 состоит в усилении входного сигнала, иначе говоря, усилие на рулевом колесе будет определяться только величиной перепада давления, которое необходимо для смещения плунжера золотника управления.

Система рулевого управления позволяет управлять экскаватором и при неработающем насосе НШ-10, например при буксировке экскаватора или при выходе из строя насоса НШ-10. В таких случаях насос-дозатор работает как насос с ручным приводом. Однако при этом значительно возрастают усилия на рулевом колесе и максимальное давление в системе настраивают напорным гидроклапаном. Оптимальное давление  $35 \text{ кгс/см}^2$ .

Гидроцилиндры рабочего оборудования выносных опор и бульдозера аналогичны по своей конструкции и отличаются один от другого диаметрами, величиной хода поршня и присоединительными штуцерами. Гидроцилиндр (рис. 221) состоит из трубы 4 с проушиной 2, в которой стопорными кольцами закреплен сферический подшипник 1; штока 5 с поршнем 3 и приварной проушиной со сферическим подшипником; передней крышки 7 с направляющей бронзовой втулкой 6.

Все гидроцилиндры имеют высокую чистоту обработки рабочих поверхностей и высокую точность изготовления штоков и труб. В качестве уплотняющих элементов в поршне использованы резиновые кольца круглого сечения, для предотвращения повышенного износа которых в канавки дополнительно установлены защитные фторопластовые шайбы.

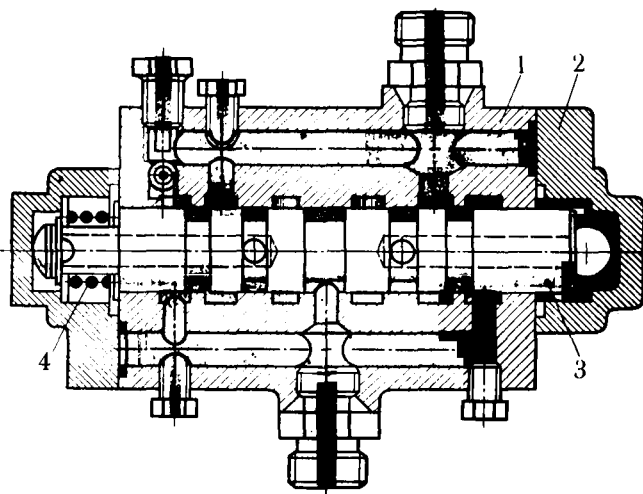
Грязесъемник изготовлен из войлочного кольца 8 прямоугольного сечения и защитного бронзового кольца 9, плотно охватывающего шток.



219

**Насос-дозатор гидросистемы рулевого управления:**

1 и 2 — наружное и внутреннее колеса,  
3 и 4 — приводные валы насоса и внутреннего колеса,  
5 — гидрораспределитель



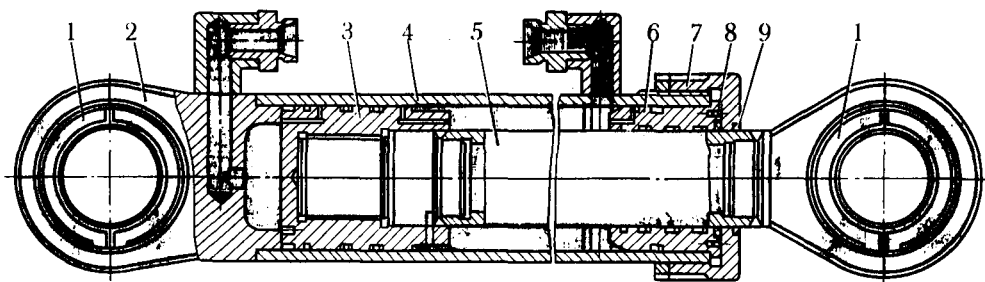
220

**Золотник управления:**

1 — корпус,  
2 — крышка,  
3 — золотник,  
4 — пружина

Гидромотор поворота платформы экскаватора ЭО-4321 по своему устройству аналогичен гидромотору поворота экскаватора Э-5015А (см. рис. 113).

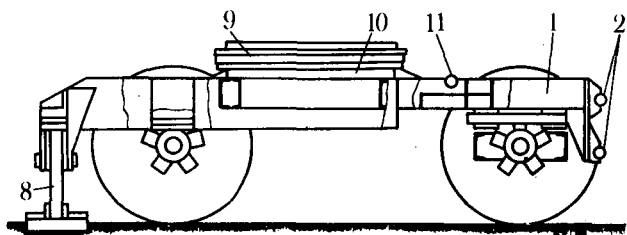
В приводе хода экскаватора ЭО-4321 применены высокомоментные радиально-поршневые гидромоторы. От гидромотора поворота они отличаются только длиной шейки вала и конструкцией шатунно-поршневой группы. Поршни не имеют жесткой связи с шатунами, благодаря этому при принудительном вращении (внешними силами) вала мотора они занимают крайние положения и больше в движении не участвуют. Эта особенность конструкции исключает возможность работы гидромоторов в режиме насоса, что могло бы наблюдаться при буксировке экскаватора или в гидромоторах переднего моста в случае движения машины от гидромоторов заднего моста. Во избежание засорения отверстия гидростатической разгрузки в шатунах дополнительно установлены сетчатые фильтры.



221

**Гидроцилиндр рабочего оборудования экскаватора ЭО-4321:**

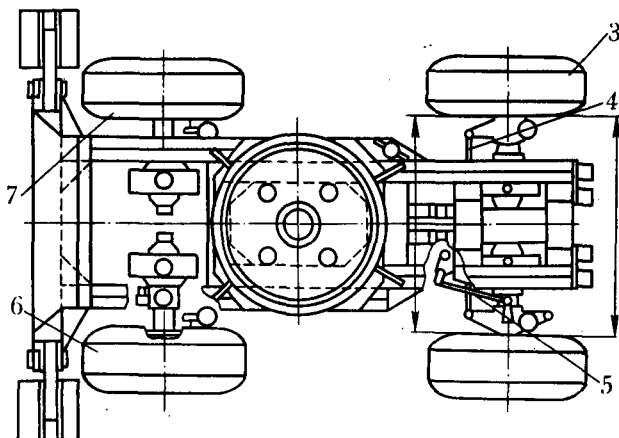
- 1 — сферический подшипник,
- 2 — проушина,
- 3 — поршень,
- 4 — труба,
- 5 — шток,
- 6 — направляющая втулка,
- 7 — передняя крышка,
- 8 и 9 — войлочное и бронзовое кольца



222

**Ходовое устройство экскаватора ЭО-4321:**

- 1 — рама,
- 2 и 11 — цапфы,
- 3 — передний мост,
- 4 — поперечная тяга,
- 5 — рулевая трапеция,
- 6 и 7 — задние колеса,
- 8 — выносная опора,
- 9 — опорно-поворотное устройство,
- 10 — опорный фланец



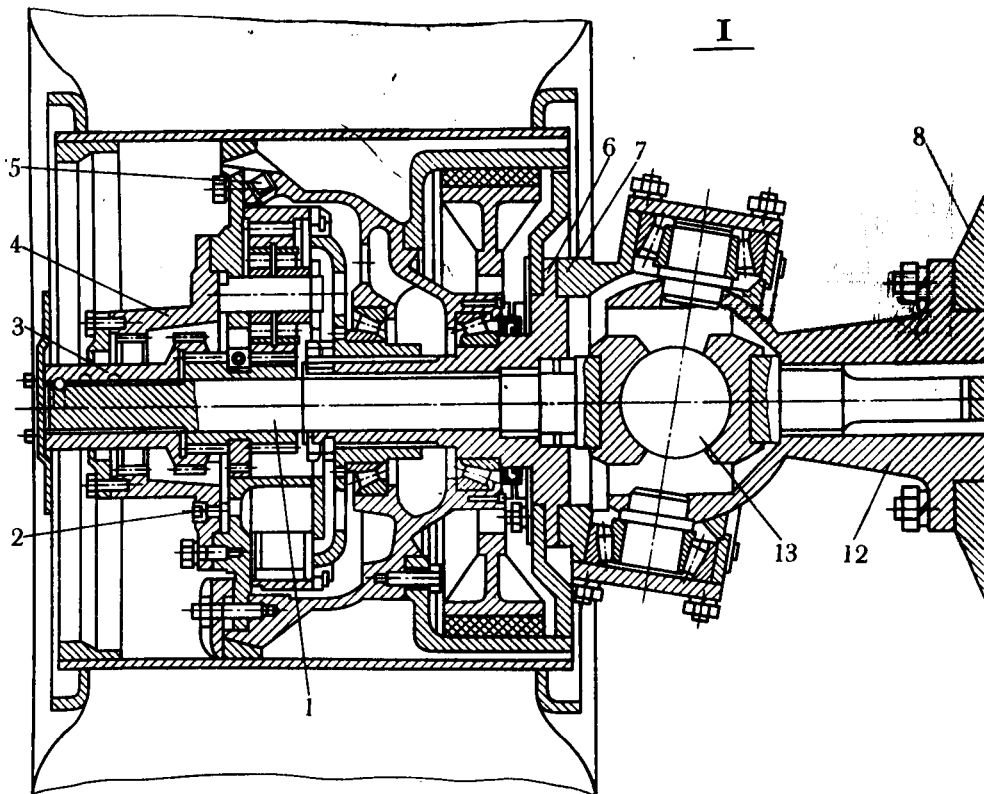
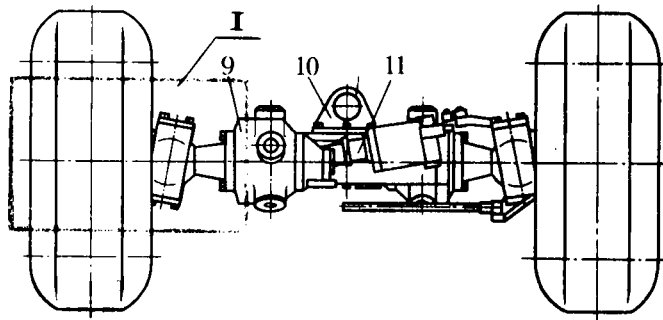
Ходовое устройство экскаватора ЭО-4321 (рис. 222). Рама 1 выполнена из гнутого профиля. На опорном фланце 10 укреплены роликовое опорно-поворотное устройство 9 и центральный коллектор. Для разгрузки задних колес во время производства работ к задней балке рамы 1 прикреплены выносные опоры 8, которые поднимаются и опускаются с помощью гидроцилиндров, встроенных в балку. К передней части рамы 1 цапфами 2 крепят отвал бульдозера, который одновременно выполняет функцию опор для разгрузки передних колес. Гидроцилиндр управления бульдозером устанавливают на цапфе 11.

Широкопрофильные задние колеса 6 и 7 крепят к раме опорным фланцем, имеющим цилиндрические и прямоугольные посадочные поверхности. Передний мост 3 шарнирно подвешен в передней части рамы.



# Передний мост экскаватора ЭО-4321:

- 1 — полуось,
- 2 и 5 — отверстия,
- 3 — муфта,
- 4 — ступица,
- 6 — поворотная цапфа,
- 7 — поворотный кулак,
- 8 — балка,
- 9 — гидромотор,
- 10 — кронштейн,
- 11 — гидроцилиндр,
- 12 — шаровая опора,
- 13 — шарнир



Схождение колес переднего моста регулируют поперечной тягой 4 рулевой трапеции таким образом, чтобы расстояние А между ободами колес было меньше расстояния В на 3—6 мм.

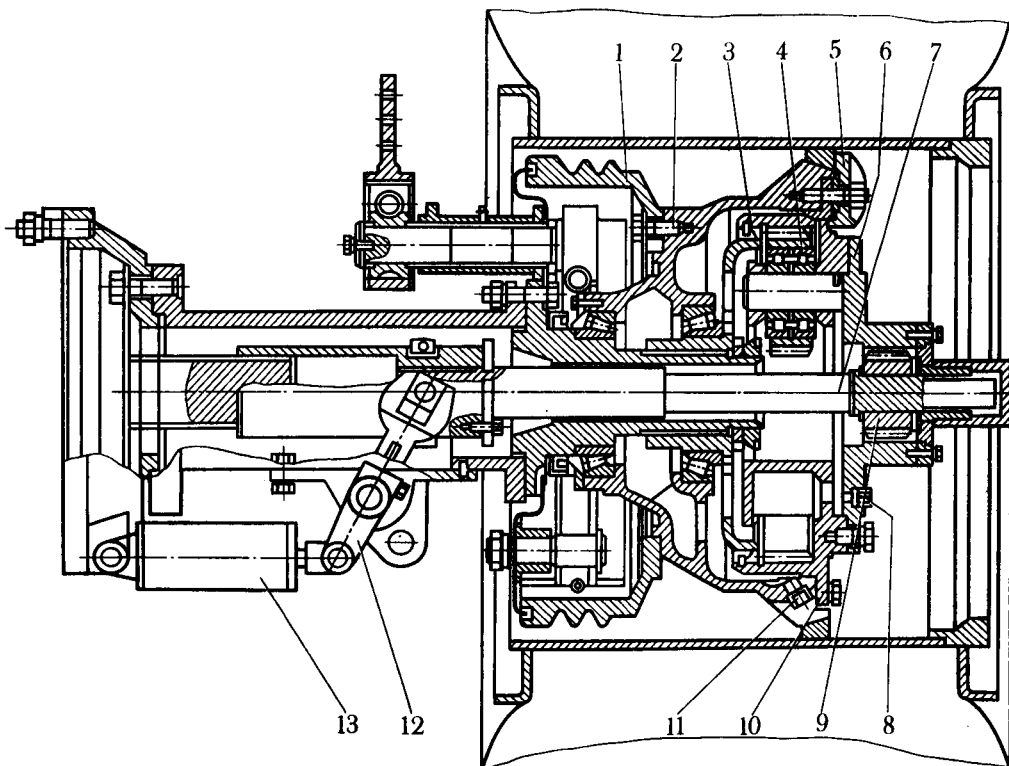
Передний мост экскаватора (рис. 223) характерен тем, что передние колеса одновременно являются и ведущими, и управляемыми. К балке 8 переднего моста крепят гидромоторы 9 и шаровые опоры 12. К шаровым опорам 12 на конических подшипниках крепят поворотные кулаки 7 с поворотными цапфами 6. На цапфах 6 монтируют ступицы колес

**Заднее колесо в сборе:**

- 1 — шкив тормоза,
- 2 — ступица,
- 3 — коронная шестерня,
- 4 — сателлит,

- 5 — диск,
- 6 — крышка,
- 7 — полуось,
- 8 и 11 — отверстия,

- 9 — солнечная шестерня,
- 10 — водило колеса,
- 12 — механизм переключения,
- 13 — гидроцилиндр



с планетарными редукторами, полностью унифицированными с редукторами задних колес.

Переключение с пониженной передачи на повышенную осуществляют вручную с помощью муфты 3. Передача усилия от гидромотора 9 на колеса передается полуосью 1 через шарнир 13 равной угловой скорости к крышке ступицы 4 (прямая передача) или к ступичному редуктору (пониженная передача).

На балке переднего моста на кронштейне установлен рычаг продольной тяги, приводимый в движение гидроцилиндром 11 управления. Система управления колесами (гидроцилиндр, рычаг, рулевая трапеция) обеспечивает поворот экскаватора с внутренним минимальным радиусом 7,3 м.

Редуктор смазывается маслом, заливаемым в полость ступицы через отверстие 5. Уровень смазки контролируют через отверстие 2, которое устанавливают в нижнее положение поворотом колеса.

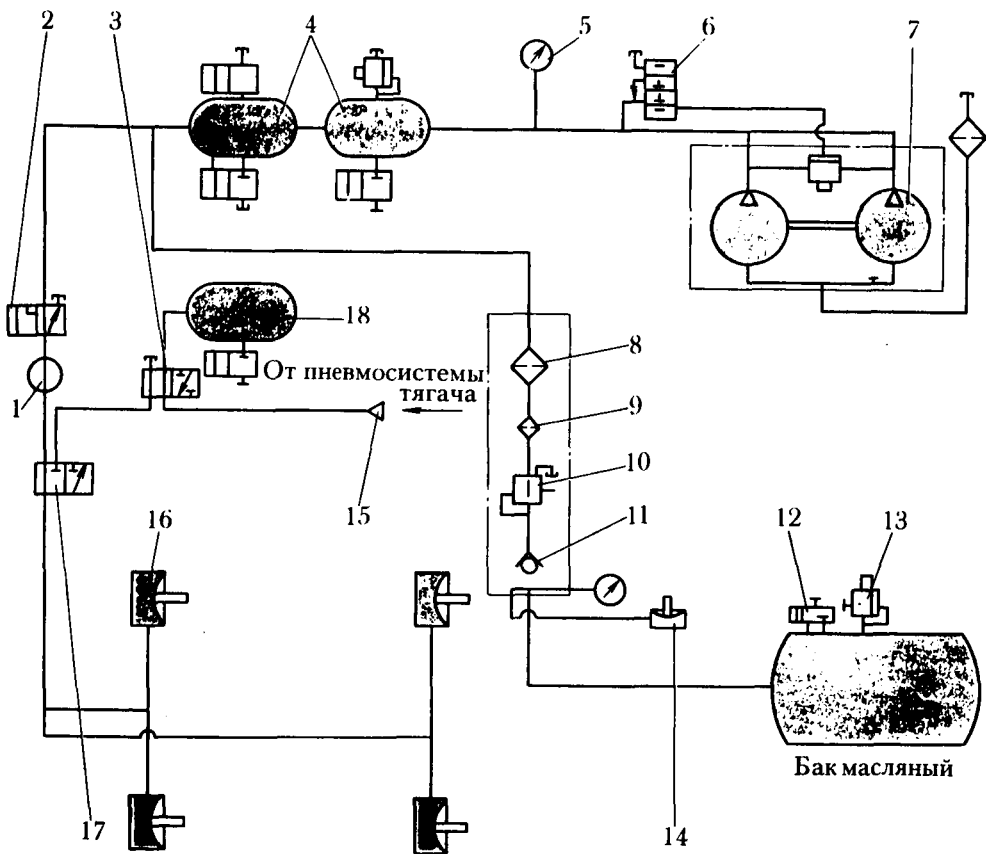
Отличительной особенностью ходового устройства экскаватора ЭО-4321 является выполнение привода колес по схеме мотор — колесо, что исключает громоздкие промежуточные звенья механического привода, а мощность гидромотора реализуется непосредственно на колесе.

**Схема пневматической системы экскаватора ЭО-4321:**

1 — центральный коллектор,  
2 — тормозной крановый аппарат,  
3 — воздухораспределитель,  
4 и 18 — ресиверы,  
5 — манометр,

6 и 10 — пневмоклапаны давления,  
7 — компрессор,  
8 — влагомаслоотделитель,  
9 — фильтр-осушитель,  
11 — обратный клапан,  
12 — спускной кран,

13 — предохранительный клапан,  
14 — реле давления,  
15 — соединительная головка,  
16 — тормозные камеры,  
17 — крановый аппарат рас-  
тормаживания прицепа



Конструкция заднего правого колеса показана на рис. 224. Движение от гидромотора передается через полуось 7 разгруженного типа крышке б, жестко связанной со ступицей колеса (прямая передача), или через ступичный планетарный редуктор (пониженная передача). Прямую передачу на пониженную переключают с помощью гидроцилиндра 13, механизма 12 переключения и подвижной полуоси. Вращение колес передается по схеме: солнечная шестерня 9 — водило 10 колеса (повышенная передача) или шестерня 9 — сателлиты 4 с коронной шестерней 3 — водило 10 колеса (пониженная передача). В механизме переключения предусмотрен палец, фиксирующий нейтральное положение редуктора. К ступице 2 крепят колесо дисками 5 и шкив 1 тормоза колодочного типа.

Редуктор смазывается маслом, заливаемым в полость ступицы через отверстие 11. Уровень смазки контролируют через отверстие 8, которое устанавливают поворотом колеса на 10—30 мм ниже горизонтальной линии. Заднее левое колесо по конструкции аналогично с правым.

Применение описанной конструкции ходового устройства позволяет получить большой диапазон регулирования скоростей хода (от 1 до 20 км/ч) и тяговых характеристик, создающих высокую степень проходимости машины.

Пневматическая система (рис. 225) обеспечивает подачу воздуха под давлением к тормозам колес и в бак для наддува.

Сжатый воздух, получаемый в компрессоре 7, через пневмоклапаны давления 6 поступает в пневмолинию, а затем в ресиверы 4. Давление воздуха в системе контролируют манометром 5, находящимся на щитке приборов в кабине. Пневмоклапан давления служит для поддержания давления в системе в пределах 6,5—7,5 кгс/см<sup>2</sup>.

На ресивере 4 установлен предохранительный клапан пневмосистемы, который открывается при давлении 9,5 кгс/см<sup>2</sup>, выпуская избыточный воздух в атмосферу в случае неисправности пневмоклапана давления. Из ресивера воздух проходит через влагомаслоотделитель и поступает в систему наддува бака, создавая в нем избыточное давление 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. Для системы наддува применены следующие приборы: пневмоклапан давления 10, фильтр-осушитель 9, обратный клапан 11, манометр 5, реле давления 14 с контрольной лампой (рубинового цвета) на щитке приборов. Воздух из бака спускают через спускной кран 12. На баке установлен также предохранительный клапан 13, который срабатывает при повышении давления в баке свыше 0,6 кгс/см<sup>2</sup>.

Кроме системы наддува, воздух из ресивера подается также к тормозному крановому аппарату 2, а от него через центральный коллектор 1 к тормозным камерам колес. Для обеспечения возможности торможения при буксировке неисправной машины имеются следующие агрегаты: ресивер 18, воздухораспределитель 3, кран 17 растормаживания прицепа и соединяемый на время буксировки гибкий шланг с соединительной головкой 15.

На ресиверах установлены крановые аппараты для слива конденсата и крановый аппарат для отбора воздуха (для накачки шин).

Для обеспечения нормальной работы агрегатов пневмосистемы необходимо в процессе работы и после ее окончания продувать ресиверы, открывая сливные краны при наличии полного рабочего давления. При повышении влажности воздуха и понижении температуры ресиверы следует продувать чаще.

На одноковшовых экскаваторах используют электрические системы освещения, отопления, вентиляции, сигнализации и пуска дизельных двигателей.

Системы освещения монтируют на всех экскаваторах независимо от типа силового оборудования для создания необходимых условий работы вечером и ночью. Световая сигнализация обеспечивает безопасное движение по дорогам, на рабочей площадке и в забое, звуковую используют для предупреждения о начале работы или движения экскаватора, а также для взаимодействия с транспортными средствами.

Большинство дизелей, устанавливаемых на экскаваторах, снабжены электрической системой пуска от стартеров, для питания которых используют аккумуляторные батареи. Система пуска является силовой и требует значительно большей мощности, чем системы освещения и сигнализации.

## § 45

### Источники тока

Все установленные на машинах потребители тока, кроме приборов электропуска, питаются от генераторов, от них же заряжают аккумуляторную батарею при работе двигателя на средних и больших оборотах.

Генераторы бывают постоянного и переменного тока. Генераторы постоянного тока устанавливают на экскаваторах реже, чем генераторы переменного тока. Генераторы приводят во вращение ременной передачей или реже шестеренной от коленчатого вала двигателя.

Потребители электрической энергии требуют постоянного напряжения, а изменение частоты вращения генератора вызывает колебание напряжения, поэтому возникает необходимость в его регулировании. Напряжение генераторов постоянного тока регулируют специальным электромагнитным устройством — регулятором напряжения (РН), напряжение генераторов переменного тока — с помощью реле-регуляторов.

Генераторы должны обеспечивать требуемую мощность, иметь минимальные массу и габариты, хорошо охлаждаться. От перегрузок генераторы защищаются специальными устройствами-ограничителями тока (ОТ).

Генераторы переменного тока, рассчитанные в основном на осветительную нагрузку, отличаются простым устройством и надежной работой. Недостаток их — относительно узкий диапазон частоты вращения, при которой создается нормальное напряжение на зажимах. На рис. 226 показан генератор Г-305 переменного тока, устанавливаемый на дизелях Д-108. Статор 11 генератора собирают из электротехнической стали. На зубцы статора надеты девять катушек 10 трехфазной обмотки статора. Каждая катушка имеет

тринадцать витков. Катушки в каждой фазе соединены последовательно по три, а фазы соединены «в звезду».

Крышки 1 и 12 аналогичны по конструкции, но на передней 12 имеются две, а на задней 1 — одна лапа для крепления генератора на двигателе. В крышках размещены обмотки возбуждения, имеющие по тысяче витков. Концы обмоток возбуждения соединены с массой генератора, а начала соединены вместе и выведены через переднюю крышку 12 и выпрямитель наружу к клемме Ш (рис. 227). На цилиндрической части крышек имеются отверстия для стока конденсата и попавшей в генератор воды.

Ротор 9 (рис. 226) генератора представляет собой шестилучевую стальную звезду, насаженную на вал 5. Опорами вала 5 служат шарикоподшипники 3, размещенные в крышках 1 и 12.

Выпрямитель состоит из ребристого алюминиевого корпуса 15 с тремя запрессованными в него кремниевыми вентилями 16 (диодами с отрицательным потенциалом) и теплоотвода 14, изолированного от корпуса тонкой изоляционной прокладкой 20. В теплоотвод 14 запрессованы кремниевые вентили 13 (диоды с положительным потенциалом), выводы которых соединены попарно (рис. 227) с фазами генератора на панели 8, установленной в корпусе выпрямителя. Во избежание попадания пыли и грязи в выпрямитель щель между корпусом и крышкой 12 (рис. 226) уплотнена резиновым кольцом.

Привод генератора от двигателя осуществлен с помощью шкива 18, к которому прикреплена крыльчатка 17 вентилятора, служащего для охлаждения генератора и выпрямителя.

Таким образом, по своему устройству генератор Г-305 является закрытой бесконтактной трехфазной электромашиной переменного тока с двусторонним электромагнитным возбуждением и кремниевым выпрямителем. Мощность генератора 400 Вт при номинальном напряжении 12 В.

Другие модели генераторов, применяемые на различных экскаваторах, имеют конструкцию, подобную генератору Г-305.

Аккумуляторные батареи устанавливают на экскаваторах для питания электрическим током стартера при пуске двигателя внутреннего сгорания и приборов электрооборудования при неработающем двигателе.

При работающем генераторе или когда он работает, но его напряжение меньше напряжения батареи, электрическая цепь между генератором и аккумуляторной батареей должна быть разомкнута, так как иначе батарея разрядится через генератор. С этой целью предусмотрено реле обратного тока (РОТ) — автоматически действующее устройство для размыкания цепи в нужный момент.

Наибольшее применение на экскаваторах нашли свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (рис. 228). Они состоят из шести последовательно соединенных элементов, установленных в баке 7. Бак 7 разделен перегородками на отдельные камеры-аккумуляторы. Каждая камера закрыта сверху крышкой 2. В камере помещен набор положительных 8 и отрицательных 9 пластин.

Бак изготовлен из пластмассы (асфальтового пека) или эбонита. В камеры бака запрессовывают тонкостенные кислотостойкие вставки из пластмассы, предохраняющей баки от разъедания кислотой, что значительно увеличивает срок их службы. В каждой камере помещают по несколько положительных и отрицательных пластин специальной конструкции, собранных поочередно. Вследствие этого увеличивается общая рабочая поверхность пластин и аккумулятор может запастись больше электроэнергии.

Основой каждой пластины является решетка, отлитая из чистого свинца с небольшой примесью сурьмы для увеличения механической прочности. В решетку впрессовывают активную массу (шлам), которую готовят из порошкообразного свинца или его окислов — свинцового сурика и свинцового глета, замешанных на крепкой серной кислоте.

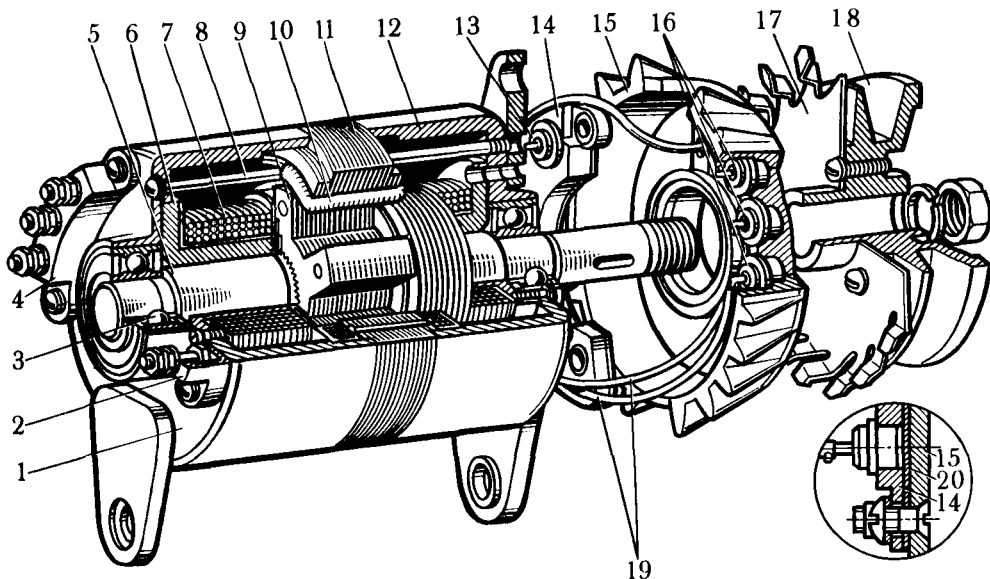
После изготовления и сборки пластины формуют, т. е. подвергают многократным процессам зарядки и разрядки. Все одноименные пластины соединяют в полублок общей свинцовой перемычкой — бареткой с выводным штырем. В каждую камеру помещают блок, собранный из двух полублоков положительных и отрицательных пластин с поочеред-

**Генератор Г-305:**

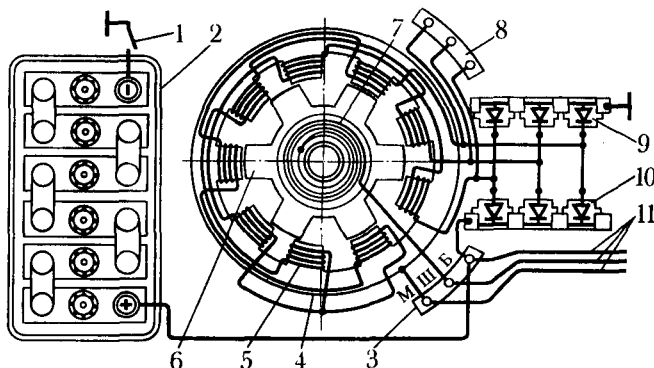
1 и 12 — задняя и передняя крышки,  
2 и 4 — панели выводных клемм постоянного и переменного тока,  
3 — подшипник вала ротора,  
5 — вал ротора,

6 — сердечник катушки возбуждения,  
7 — обмотки возбуждения,  
8 — стяжной болт,  
9 — ротор,  
10 — катушка обмотки статора,  
11 — статор,

13 и 16 — кремниевые вентили,  
14 — теплоотвод,  
15 — корпус выпрямителя,  
17 — крыльчатка вентилятора,  
18 — приводной шкив,  
19 — соединительные провода,  
20 — изоляционная прокладка

**227****Схема включения генератора Г-305:**

1 — выключатель «массы»,  
2 — аккумуляторная батарея,  
3 и 8 — панели выводных клемм постоянного и переменного тока,  
4 — статор,  
5 — катушка обмотки статора,  
6 — ротор,  
7 — катушка возбуждения,  
9 и 10 — кремниевые вентили,  
11 — провода, связывающие генератор с реле-регулятором



ным их расположением. Отрицательных пластин помещают в блок на одну больше, чем положительных. Поэтому положительные пластины закрыты с обеих сторон отрицательными и работают всей своей поверхностью, вследствие чего устраняется возможность их коробления при большом разрядном токе.

Во избежание непосредственного прикосновения одной пластины к другой или замыкания их выпадающей активной массой между ними располагают изоляционные пористые

прокладки-сепараторы 11, свободно пропускающие электролит. Применяют сепараторы нескольких типов: из древесины или комбинированные (из древесины и хлорвинила или из древесины и стекловолокна), из микропористого эбонита (мипора), микропористой пластмассы (мипласта) или комбинированного с ними хлорвинила либо стекловолокна. Пластины с сепараторами в отдельных камерах опираются снизу на ребра 10 днища бака, что предохраняет от замыкания их нижние части выпадающей активной массой. В каждом элементе над пластинами расположены предохранительные пластмассовые щитки 12, защищающие кромки сепараторов и пластин от механических повреждений. Сверху камера плотно закрыта крышкой. Края бака в местах соединения с крышкой залиты кислотоупорной мастикой. На поверхность крышки выведены отрицательный 1 и положительный 5 штыри блоков пластин. Штыри уплотнены в крышке кольцами 6 или имеющимися на них ребрами.

У соседних элементов штыри соединяют свинцовыми междуэлементными перемычками. К крайним штырям батарей — положительному 5 и отрицательному 1, снабженным конусными наконечниками, присоединяют с помощью зажимов (клемм) провода от внешней сети. В крышке каждого элемента имеется заливочное отверстие, закрытое пробкой 3 с вентиляционным отверстием, через которое из камеры выходят газы. У некоторых аккумуляторов отверстия для заливки электролита закрывают глухими пробками на прокладках, а для выхода газов в крышке делают отдельное вентиляционное отверстие. У новых батарей под пробками поставлены герметизирующие диски, которые перед установкой на машину удаляют.

Новые аккумуляторные батареи выпускают, как правило, в сухом виде без электролита незаряженными. Поэтому новую батарею предварительно заполняют электролитом и заряжают. Напряжение, создаваемое одним элементом, независимо от количества пластин в нем и их размера в исправном и заряженном состоянии в среднем равно 2 В. При полной разрядке напряжение одного элемента уменьшается до 1,7 В.

При последовательном соединении элементов аккумулятора напряжение на крайних клеммах (штырях) 5 и 1 батареи увеличивается пропорционально числу элементов, а емкость всей батареи остается равной емкости одного элемента.

На экскаваторах обычно применяют 12-вольтовые аккумуляторные батареи сравнительно небольшой или повышенной емкости. Батарею помещают в ящик, закрытый крышкой и закрепленный на резиновых подкладках.

При однопроводной системе проводки одну клемму батареи (минусовую) замыкают на массу, а другую (плюсовую) соединяют с сетью.

Аккумуляторные батареи имеют определенную маркировку. Например, 6-СТ-42ЭМЗ: первая цифра обозначает число элементов в батарее, а следовательно, и общее напряжение, считая, что каждый элемент батареи имеет напряжение, равное 2 В; 42 — номинальная емкость батареи в ампер-часах; СТ — батарея стартерного типа; Э — эбонит, материал бака<sup>1</sup>; М — (мипор или мипласт) материал сепараторов<sup>2</sup>; 3 — батарея сухая заряженная.

## § 46

### Электрическая аппаратура

Электрическую аппаратуру экскаваторов подразделяют на регулирующую, защитную, осветительную и сигнализирующую.

**Регулирующая аппаратура.** Генераторы постоянного тока оснащаются реле-регулятором, в котором объединены три прибора: регулятор напряжения, ограничитель тока и реле обратного тока. Реле-регулятор (рис. 229, а) с помощью лап, снабженных резиновыми амортизационными втулками 8, закреплен болтами на экскаваторе.

<sup>1</sup> Может быть П (асфальтопечковая масса с кислотоупорными вставками) или В (асфальтопечковая масса без кислотоупорных вставок).

<sup>2</sup> Может быть Д (дерево) или С (стекловолокно).

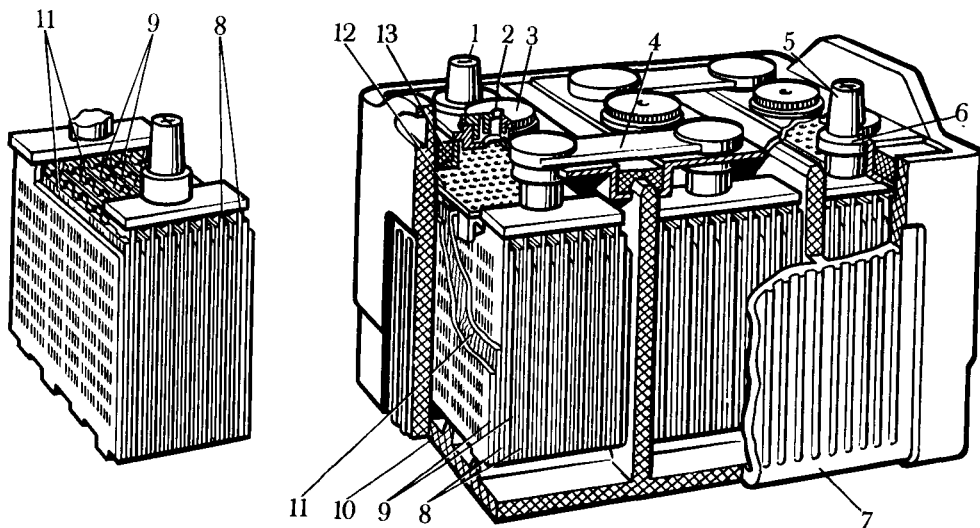


**Устройство аккумуляторной батареи:**

1 — штырь отрицательного полюса,  
2 — крышка элемента,  
3 — пробка крышки элемента.

4 — междуэлементная перемычка,  
5 — штырь положительного полюса,  
6 — уплотнительное кольцо,  
7 — бак аккумуляторной батареи,

8 — положительные пластины,  
9 — отрицательные пластины,  
10 — ребро дна бака,  
11 — сепаратор,  
12 — защитный щиток,  
13 — уплотнение крышки



Основание 1 реле-регулятора отлито из цинкового сплава. Крышка 3 уплотнена резиновой прокладкой 7 и укреплена на основании двумя винтами. На нижней стороне основания на изоляторах укреплены добавочные сопротивления.

Регулятор напряжения поддерживает нормальное напряжение двухщеточного генератора при переменных оборотах его якоря. При повышении напряжения генератора вследствие увеличения частоты вращения якоря в цепь обмотки возбуждения включается добавочное сопротивление, в результате чего уменьшается ток возбуждения и напряжение генератора снижается до нормального значения.

Ограничитель тока предохраняет генератор от перегрузок (например, при коротком замыкании), являющихся причиной перегрева генератора и сгорания его обмоток. Действие ограничителя тока основано на включении добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения генератора. Ограничитель включает сопротивление при увеличении тока нагрузки выше допустимого предела. При этом снижаются напряжение генератора и отдаваемый им ток.

Реле обратного тока служит для включения генератора в цепь, когда напряжение его становится больше напряжения аккумуляторной батареи, и для выключения генератора при падении его напряжения ниже напряжения батареи. Тем самым реле устраняет разрядку аккумуляторной батареи через обмотки генератора при малом его напряжении и предохраняет обмотки генератора от перегрева током аккумуляторной батареи.

С генераторами переменного тока устанавливают реле-регулятор РР-362Б (рис. 229, б), который предназначен для автоматического поддержания напряжения генератора в заданных пределах, что необходимо для обеспечения нормальных режимов зарядки аккумуляторной батареи и работы потребителей.

Реле-регулятор содержит два электромагнитных элемента: регулятор напряжения и реле защиты. Эти элементы одинаковой конструкции и представляют собой реле с одной парой нормально разомкнутых контактов, причем подвижные контакты обоих реле электрически соединены с корпусом реле-регулятора.

Реле-регулятор объединяет в себе три устройства: устройство для регулирования напряжения генератора, устройство для защиты транзистора от коротких замыканий и переключатель для сезонной регулировки напряжения.

Для *регулирования напряжения генератора* предназначено устройство, состоящее из транзистора 23, регулятора напряжения 21, сопротивлений 10, 18, 27, 28 и полупроводниковых диодов 17 и 25. Транзистор 23, который крепится на теплоотводе (латунной пластинке), и два полупроводниковых диода 17 и 25 расположены в отсеке, отделенном от блока регулятора напряжения и реле защиты перегородкой, имеющей на внутренней части крышки. Транзистор является исполнительным элементом, который непосредственно регулирует ток возбуждения генератора (а следовательно, и его напряжение).

Транзистор представляет собой полупроводниковый кристаллический усилитель с тремя выводами (эмиттер, коллектор, база). Управляет транзистором регулятор напряжения. Обмотка 11 (вместе с противодействующей пружиной) является чувствительным элементом в системе регулятора.

Нормально разомкнутые контакты, включенные между плюсовой клеммой регулятора (клеммой 24) и базой транзистора, являются управляющим элементом. Ток управления транзистором (ток базы) незначителен (меньше 0,5 А) и пропорционален коэффициенту его усиления. Напряжение на контактах также незначительно (1,5—2,5 В), поэтому они практически не изнашиваются (не подгорают).

Таким образом, напряжение регулируется не непосредственно регулятором напряжения, а транзистором, управляемым с помощью контактов реле. Такой регулятор называется контактно-транзисторным.

Для *защиты транзистора от коротких замыканий* в цепи обмотки возбуждения предусмотрено устройство, состоящее из реле защиты и разделительного диода 20. Реле защиты имеет три обмотки: основную 15, вспомогательную 13 и удерживающую 19. Нормально разомкнутые контакты реле защиты включены через диод 20 параллельно контактам регулятора напряжения. Устройство срабатывает при коротком замыкании в цепи возбуждения, обеспечивая запирание транзистора.

Для *сезонной регулировки напряжения* установлен переключатель 12, который выполнен в виде дополнительной обмотки, намотанной поверх основной обмотки регулятора напряжения, и контактного диска. Конец дополнительной обмотки через изолированную колодку присоединен к контактному диску.

Переключатель 12 служит для изменения регулируемого напряжения в соответствии с требованиями летней и зимней эксплуатации, обеспечивая разницу в величине регулируемого напряжения в пределах 0,8—1,2 В. Изменяют положение переключателя винтом с контактным диском. При вывертывании винта до упора (положение «Лето») контактные диски соприкасаются, в результате чего основная обмотка 11 регулятора напряжения соединяется с «массой». При заворачивании винта до упора (положение «Зима») обмотка 11 с «массой» соединяется через дополнительную обмотку переключателя.

Все элементы реле-регулятора заключены в общую коробку. Реле-регулятор имеет две клеммы (два зажима) 14 и 24 с маркировкой Ш (шунт) и В (выпрямитель). К клемме Ш присоединен провод, идущий к клемме Ш генератора, а клемма В соединена проводами с клеммой В генератора и потребителями тока. Кроме двух указанных клемм, имеется клемма 16 с маркировкой М (масса), соединенная проводом с «массой» экскаватора и винтом М генератора.

**Защитная аппаратура.** Для отключения электрической цепи при коротком замыкании проводов применяют плавкие и термобиметаллические предохранители.

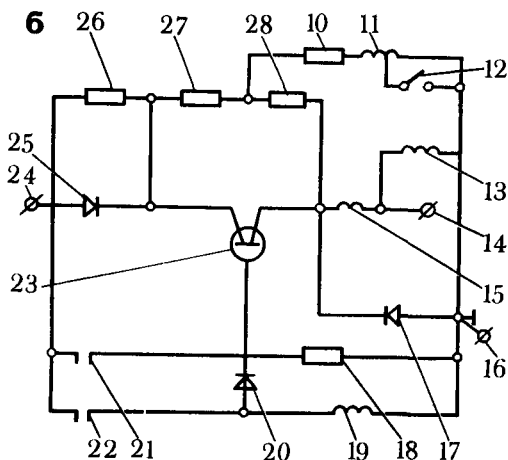
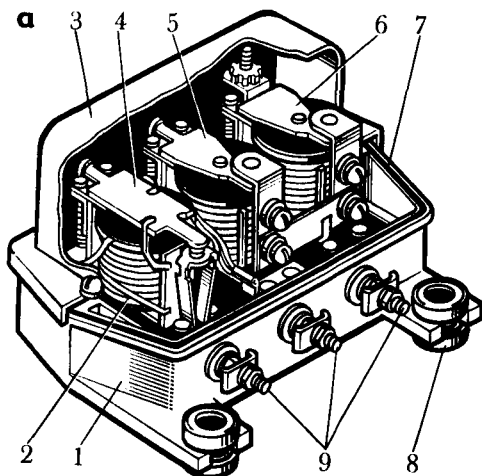
*Плавкие предохранители* (рис. 230, а) на номинальную силу тока 10 А включены в цепь контрольных приборов, звукового сигнала и заднего фонаря, которые, кроме того, защищены термобиметаллическим предохранителем центрального переключателя.

**Реле-регулятор для генераторов постоянного тока (а) и схема реле-регулятора РР-362Б для генераторов переменного тока (б):**

1 — основание реле-регулятора,  
2 — изоляционная пластина,  
3 — крышка,  
4 — реле обратного тока,  
5 — ограничитель тока,  
6 — регулятор напряжения,

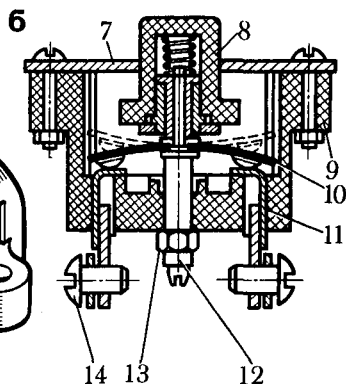
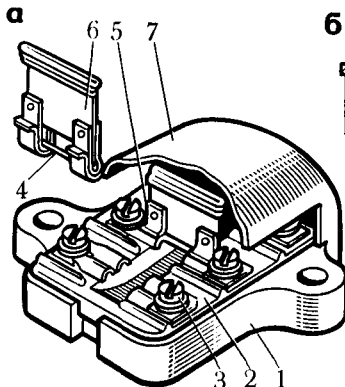
7 — резиновая прокладка крышки,  
8 — резиновая втулка крепления реле-регулятора,  
9 — выводные клеммы,  
10, 18 и 26—28 — сопротивления (термокомпенсации, базы триода, шунтирующее, ускоряющее, добавочное),  
11 — обмотка регулятора напряжения,

12 — переключатель сезонной регулировки,  
13, 15 и 19 — обмотки реле защиты,  
14, 16 и 24 — клеммы,  
17 и 25 — полупроводниковые диоды,  
20 — разделительный диод,  
21 — регулятор напряжения,  
22 — контакты реле защиты,  
23 — транзистор



**Плавкие (а) и термо-биметаллический (б) предохранители:**

1 — основание,  
2 — изоляционная пластина,  
3 — клемма,  
4 — проволока,  
5 — латунный зажим,  
6 — текстолитовая вставка,  
7 — крышка,  
8 — кнопка,  
9 — карболитовый корпус,  
10 — биметаллическая пластина с контактами,  
11 — контакт,  
12 — винт,  
13 — контргайка,  
14 — зажим



Плавкие предохранители объединены в блоки, в каждом из которых сделана самостоятельная вставка, рассчитанная на определенную силу тока. Блок предохранителей состоит из основания 1, изоляционной пластины 2 с тремя парами клемм 3, которые имеют латунные зажимы 5. В зажимы каждой пары установлены текстолитовые вставки 6, между которыми закрепляется плавкая вставка — медная луженая проволока. Во вставке, рассчитанной на номинальный ток 10 А, применяют проволоку диаметром 0,26 а на номинальный ток 20 А — 0,37 мм.

*Термобиметаллический предохранитель* (рис. 230, б) представляет собой помещенную в карболитовый корпус упругую выпуклую биметаллическую пластину 10 с двумя контактами, которая прижимается к контактам 11 наружных зажимов 14. При прохождении тока более 20 А пластина 10 нагревается и резко, со щелчком, поворачивается вверх (показано пунктиром), размыкая цепь. После устранения замыкания предохранитель включают, нажимая на кнопку 8. Предохранитель регулируют при ремонте на требуемый ток винтом 12.

**Осветительная и сигнализирующая аппаратура.** Для освещения места работ устанавливают два или три прожектора или фары. Внутри кабину экскаватора освещают плафонами. Для предупреждения обслуживающего персонала о начале работы и в других случаях применяют звуковые электрические сигналы.

В сигнале вибрационного типа (рис. 231) постоянного тока мембрана 7 стержнем 11 плотно соединена с якорем 6 и резонатором 8. Включают сигнал нажатием на кнопку 5, при этом цепь звукового сигнала замыкается.

Путь тока в цепи сигнала следующий: минус аккумуляторной батареи 12 — масса — контакты кнопки 5 сигнала — обмотка электромагнита 2 — неподвижная пластина 13 вибратора — контакты 9 и 10 вибратора — провод 1 — плюс аккумуляторной батареи. Под действием магнитного поля сердечника якорь 6 притягивается к сердечнику и стержень 11 мембраны размыкает контакты 9 и 10. Ток в цепи звукового сигнала прерывается и благодаря упругости мембраны 7 якорь 6 становится в первоначальное положение, замыкая контакты вибратора. Затем процесс повторяется в той же последовательности. Колебания якоря 6 с мембраной 7 создают колебания звуковой частоты — сигнал подан.

Во время размыкания контактов вибратора в обмотке электромагнита возникает ток размыкания, между контактами проскакивает искра. Для уменьшения искрения параллельно контактам 9 и 10 вибратора подключен конденсатор 3.

## § 47

### Схемы электрооборудования экскаваторов

Гусеничный экскаватор Э-652Б с механическим приводом. Приборы электрооборудования экскаватора соединены по однопроводной схеме, в которой минусовым проводом служат металлические части («масса») самого экскаватора.

Источниками электрической энергии на экскаваторе являются генератор Г-305 и аккумуляторная батарея 6СТ-68ЭМС. Генераторная установка включает генератор 3 (рис. 232) переменного тока (номинальное напряжение 12 В, мощность 400 Вт) с встроенным в него кремниевым выпрямителем 2 и реле-регулятор РР-362Б. Генератор установлен на кожухе распределительных шестерен дизеля, крепится с помощью лап.

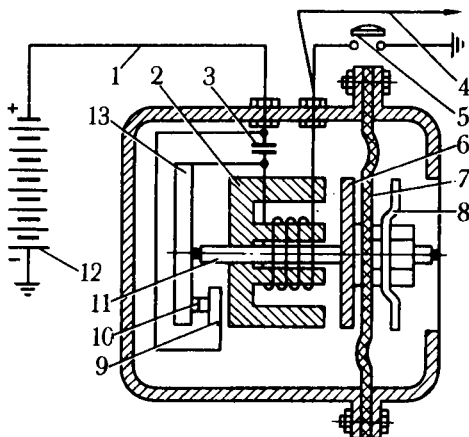
Внутри экскаватор освещается тремя плафонами 16—18, включаемыми выключателем 19; рабочая площадка впереди экскаватора — тремя фарами 13—15, включаемыми выключателем 20. Щиток приборов в кабине освещается контрольной лампой 12, включаемой выключателем поворотного типа, который расположен на патроне лампы.

Для освещения механизмов экскаватора при техническом обслуживании пользуются переносной лампой, которую включают в штепсельную розетку 11.

Электродвигатель постоянного тока вентилятора 10, устанавливаемого в кабине машиниста для вентиляции кабины в жаркое время года, питается от генератора 3 через выпрямитель 2 и включается выключателем 21.

**Схема звукового сигнала:**

- 1 — провод,
- 2 — электромагнит,
- 3 — конденсатор,
- 4 — провод к кнопке сигнала прицепа,
- 5 — кнопка сигнала,
- 6 — якорь,
- 7 — мембрана,
- 8 — резонатор,
- 9 и 10 — контакты вибратора,
- 11 — стержень мембраны,
- 12 — аккумуляторная батарея,
- 13 — пластина вибратора



На пусковом двигателе дизеля установлен электрический стартер 5. При запуске с помощью стартера включают выключатель 7 аккумуляторной батареи 8, затем включают стартер, нажимая на рычаг его кнопки 6 (кратковременные включения) до момента запуска двигателя. Во время работы дизеля Д-108 от генератора 3 через выпрямитель 2 производится подзарядка батареи 8. Контроль за зарядкой и разрядкой батареи ведут по амперметру 23. Блок предохранителей 22 служит защитой от коротких замыканий и перегрузок.

Выключатели фар, плафонов, вентилятора, штепсельная розетка, амперметр, контрольная лампа, приборы контроля (манометры и термометры) работы дизеля и компрессора расположены на щитке приборов, который находится на стенке кабины слева от машиниста.

На переднем верхнем окне кабины расположен стеклоочиститель, работающий от сжатого воздуха. Выключатель стеклоочистителя расположен на его корпусе.

Для обогрева кабины в зимнее время сзади, слева от сиденья машиниста на пристрое поворотной рамы, установлен отопитель, работающий от системы охлаждения двигателя. Горячая вода из системы охлаждения двигателя по трубопроводу поступает в радиатор отопителя и нагревает его. Вентилятор отопителя, подключенный к электросети экскаватора, прогоняет через радиатор воздух, нагревая кабину машиниста. По окончании работы одновременно со сливом воды из системы охлаждения дизеля сливается вода из радиатора отопителя и трубопроводов через установленные на них пробки.

Пневмоколесный экскаватор ЭО-3322А с гидравлическим приводом. На пневмоколесных экскаваторах система электрооборудования дополнительно усложняется за счет применения приборов освещения и сигнализации, необходимых при движении машины своим ходом по дорогам.

Номинальное напряжение в системе 12 В. Источниками электроэнергии являются генератор 19 (рис. 233) переменного тока Г-304Г и аккумуляторная батарея 14 типа 6СТ-45ЭТ. Генератор представляет собой трехфазную индикаторную электромашину с двусторонним электромагнитным возбуждением и с встроенным выпрямителем, собранным по трехфазной мостовой схеме на кремниевых диодах. Для автоматического поддержания напряжения генератора в заданных пределах установлен реле-регулятор РР-362Б.

Для освещения забоя и рабочей площадки экскаватора имеются четыре фары 1, 6, 43 и 46, а для освещения кабины машиниста — плафон 11. В качестве световой сигнализа-

ции на экскаваторе смонтированы габаритные фонари, фонари указателей поворота 17 и 21, стоп-сигнал, отражатели света.

Работу дизеля контролируют с помощью электрического указателя 49 температуры жидкости в системе охлаждения двигателя и контрольной лампочки, которая загорается в случае недопустимо высокой температуры масла в системе смазки дизеля.

Для защиты электрической сети применены плавкие предохранители 42. После устранения неисправности в сети перегоревшую проволоку предохранителя заменяют новой.

Гусеничный экскаватор ЭО-4121 с гидравлическим приводом. На этом экскаваторе кроме электрической системы низкого напряжения (12 В) для пуска двигателя, внутреннего и наружного освещения и сигнализации применена электрическая система для отопления кабины машиниста и охлаждения рабочей жидкости в гидросистеме экскаватора (рис. 234). Поэтому кроме генератора Г-304Б-1 мощностью 400 Вт (при напряжении 12 В) и аккумуляторной батареи 6ТСТ-82ЭМС установлен синхронный трехфазный генератор ПСГС-6,25 или БМЗ-4,5/4-М1 переменного тока с номинальной мощностью 5 или 3,6 кВт (при напряжении 220 В). Генератор повышенной мощности используют в качестве источника тока для питания энергией двух электропечей в кабине машиниста и электродвигателя вентилятора 1ДВ охлаждения рабочей жидкости в гидросистеме экскаватора. Для поддержания напряжения при изменении нагрузки на этот генератор, а также для обеспечения нормального пуска электродвигателя вентилятора применена система автоматического регулирования напряжения (САРН).

Все элементы системы смонтированы в блок и установлены в левом отсеке рамы дизеля под насосом гидросистемы. Действие САРН основано на принципе положительной обратной связи по току нагрузки, связующим звеном является трансформатор ТТ.

При установке на экскаваторе синхронного генератора 1Г типа ПСГС-6,25 система САРН состоит из трансформатора ТТ, селенового выпрямителя ВС<sub>1</sub> и сопротивления R<sub>2</sub>. Первичная обмотка трансформатора тока рассчитана на напряжение 36 В. Она подключена к клеммам третьей фазы генератора. Вторичная обмотка трансформатора тока рассчитана на напряжение 127 В. Концы ее соединены с селеновым выпрямителем, собранным по схеме двухполупериодного однофазного моста.

Селеновый выпрямитель ВС<sub>1</sub> включают в цепь обмотки возбуждения генератора последовательно с встроенным кремниевым выпрямителем и реостатом РВ и шунтируют сопротивлением.

При включении вентилятора пусковой ток, проходя по первичной обмотке, создает во вторичной его обмотке ЭДС, которая увеличивает ток в обмотке возбуждения генератора. Такой же процесс будет происходить и при изменении нагрузки. При включении чисто активной нагрузки (одних электропечей) напряжение на зажимах генератора увеличивается на 5—10% из-за постоянной подпитки от трансформатора тока. Величину напряжения на выходных зажимах генератора устанавливают с помощью реостата возбуждения.

Как и на других машинах, генератор Г-304Б-1 низкого напряжения на экскаваторе ЭО-4121 работает совместно с реле-регулятором типа РР-362Б, которое располагают в левом заднем отсеке поворотной платформы и крепят с помощью бобышек к боковой стенке. Здесь же помещают и свинцовую аккумуляторную батарею БА, минусовая клемма которой соединена с «массой» экскаватора через выключатель. Номинальное напряжение батареи 12 В, емкость при 10-часовом режиме разрядки 82 А·ч.

Основными потребителями тока низковольтной системы электрооборудования являются:

стартер СТ пускового двигателя.

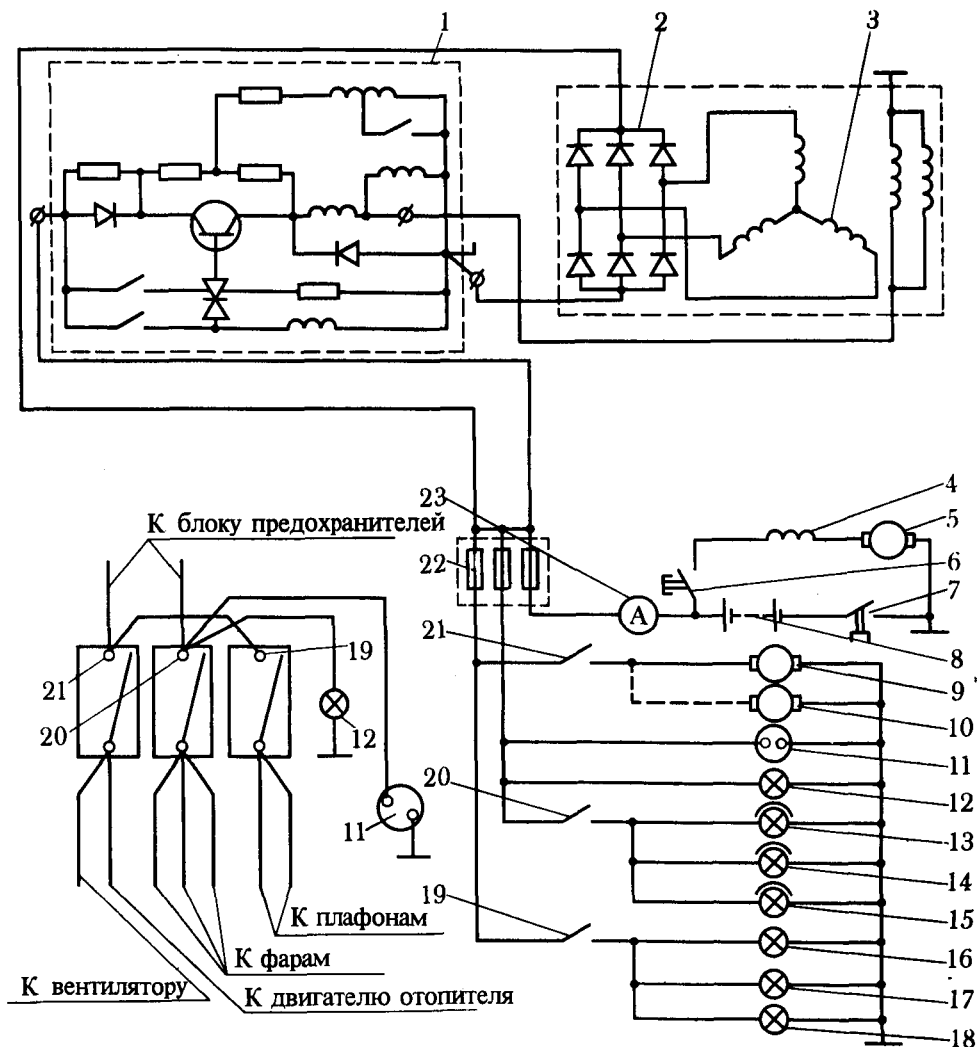
электродвигатель ДВ дизельного подогревателя, звуковой сигнал 1С, фары 1Ф-3Ф, плафоны 1П и 2П, стеклоочиститель СО и вентилятор 1ДВ в кабине машиниста.

# Схема электрооборудования экскаватора Э-652Б:

1 — реле-регулятор,  
2 — кремниевый выпрямитель,  
3 — генератор,  
4 — обмотка возбуждения стартера,  
5 — стартер,

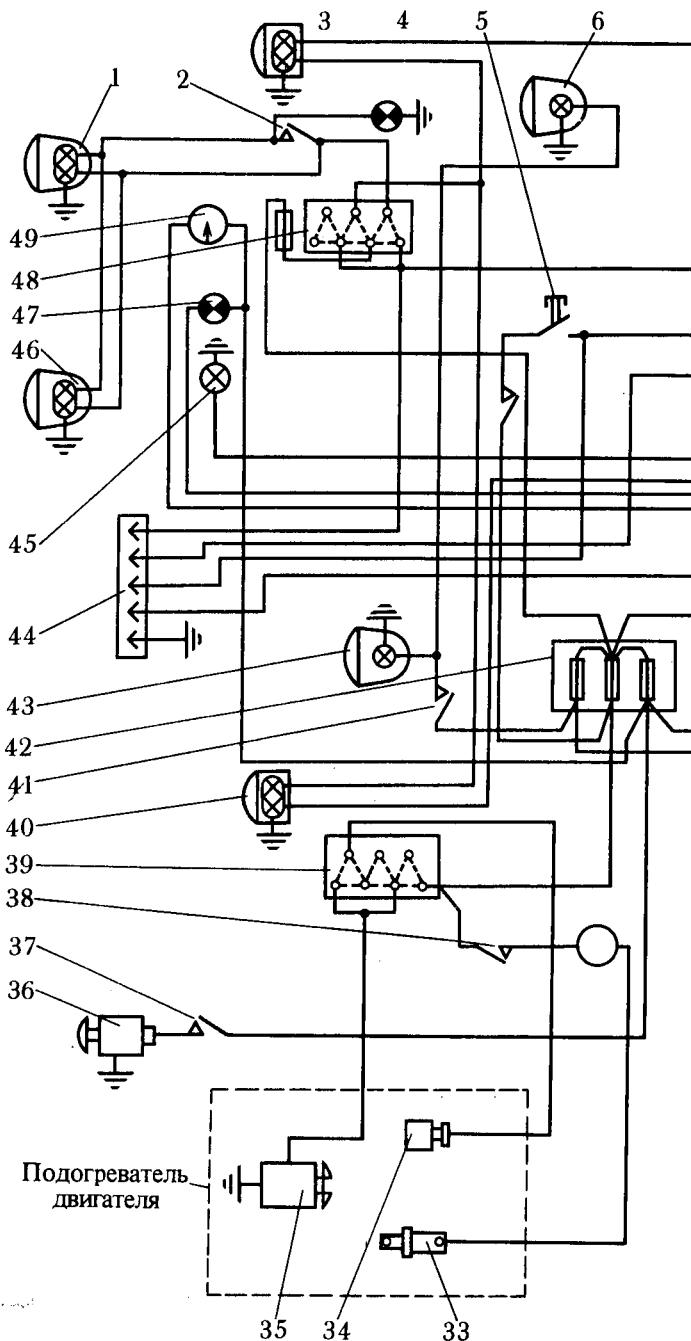
6 — кнопка стартера,  
7 — выключатель аккумуляторной батареи,  
8 — аккумуляторная батарея,  
9 — двигатель отопления,  
10 — вентилятор,  
11 — розетка,  
12 — контрольная лампа включения «массы»,  
13—15 — фары,  
16—18 — плафоны,  
19 — выключатель плафонов,  
20 — выключатель фар,  
21 — выключатель отопителя,  
22 — блок предохранителей,  
23 — амперметр

23 — амперметр

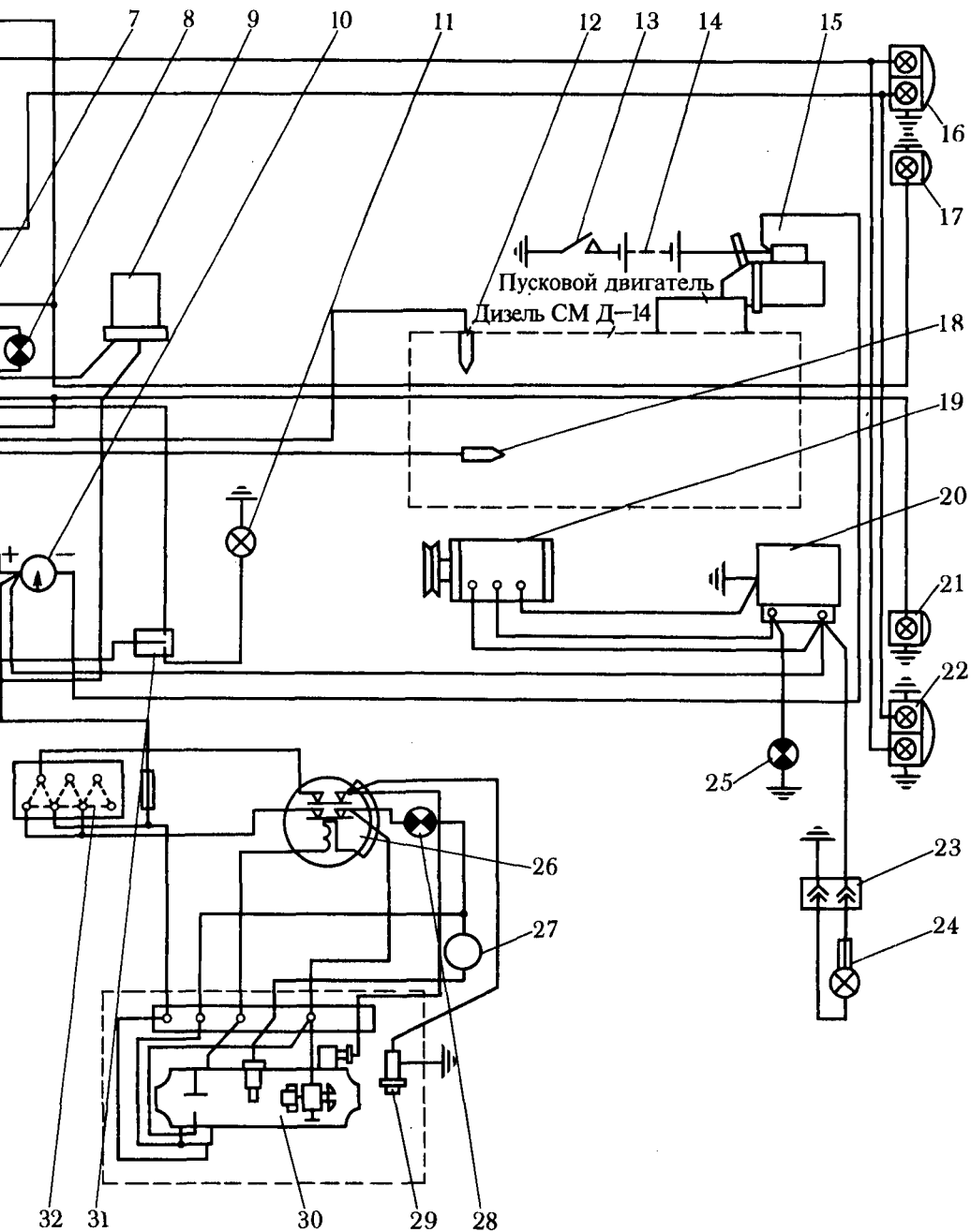


# Схема электрооборудования экскаватора ЭО-3322А:

1, 6, 43 и 46 — фары,  
 2, 37, 38 и 41 — выключатели,  
 3 и 40 — подфарники,  
 4, 8, 25, 28 и 47 — фонари контрольных ламп,  
 5 — пневматический выключатель сигнала «стоп»,  
 7, 31, 32, 39 и 48 — переключатели,  
 9 — прерыватель указателей поворота,  
 10 — амперметр,  
 11 — плафон,  
 12 — датчик аварийной температуры воды,  
 13 — выключатель «массы»,  
 14 — аккумуляторная батарея 6СТ-60ЭМ,  
 15 — стартер,  
 16 и 22 — задние фонари,  
 17 и 21 — фонари указателей поворота,  
 18 — датчик температуры воды,  
 19 — генератор,  
 20 — реле-регулятор,  
 23 — розетка,  
 24 — переносная лампа,  
 26 — реле отключения отопителя при перегреве,  
 27 — контрольный элемент свечи накаливания,  
 29 — электромагнитный бензонасос,  
 30 — отопитель,  
 33 — свеча накаливания,  
 34 — электромагнитный клапан,  
 35 — вентилятор,  
 36 — головной вентилятор,  
 42 — блок предохранителей,  
 44 — вилка штепсельного разъема,  
 45 — лампа освещения приборов,  
 49 — указатель температуры воды

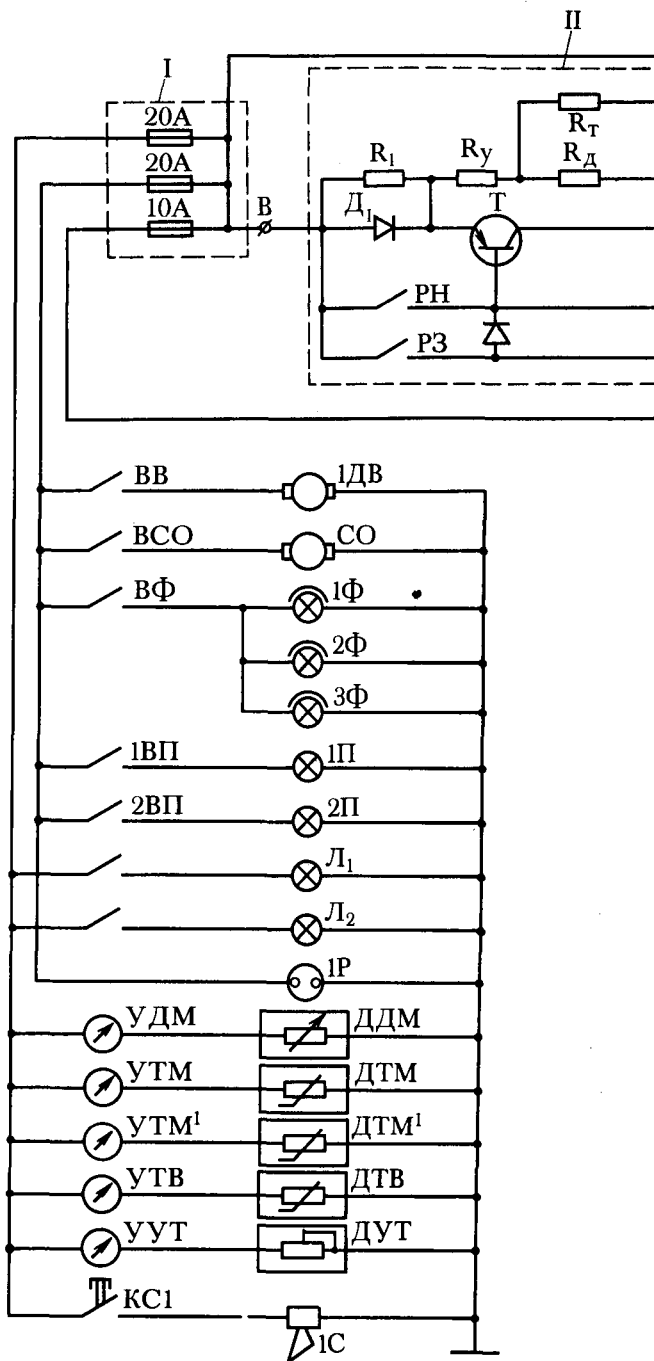


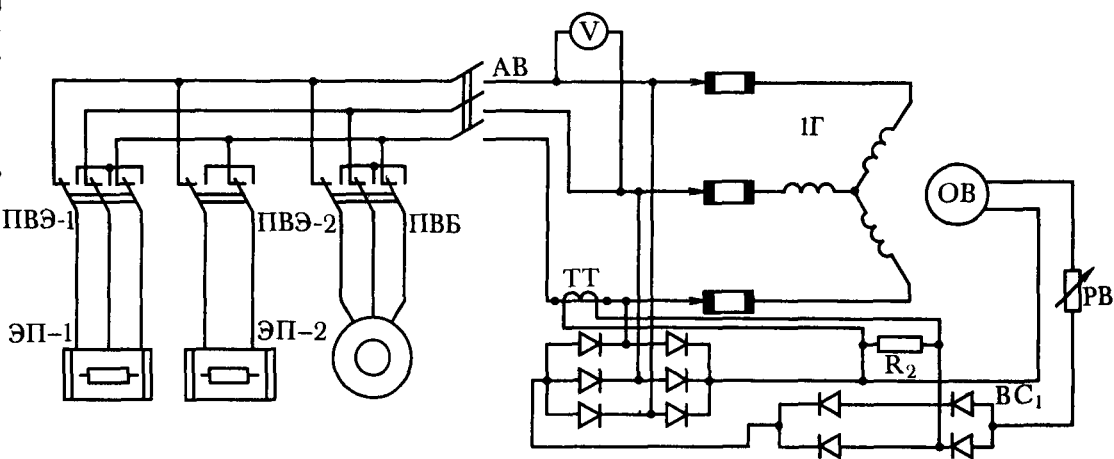
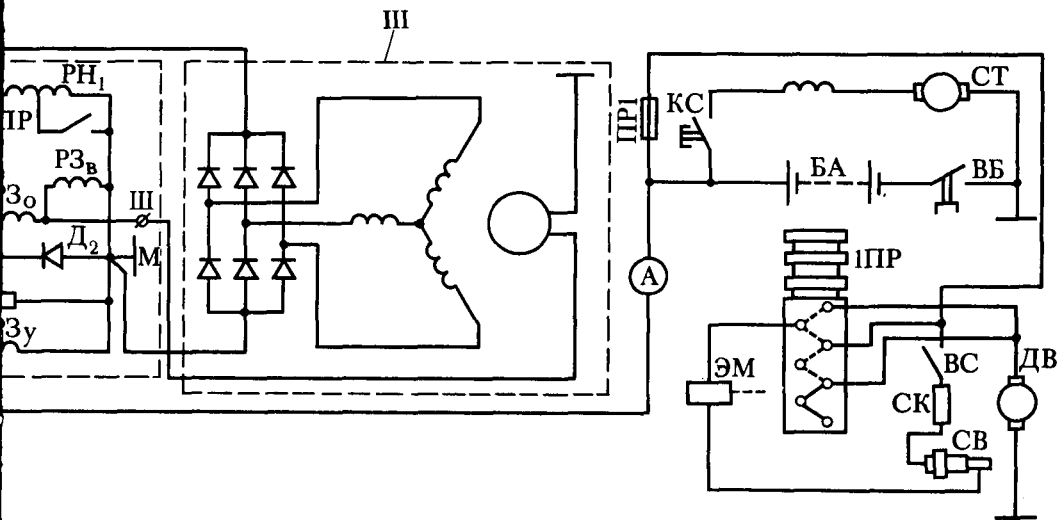




# Схема электрооборудования экскаватора ЭО-4121:

I — блок предохранителей, II — реле-регулятор, III — генератор Г-304Б-1 переменного тока мощностью 400 Вт, поставляемый с дизелем, ПР1 — предохранитель на 20 А, КС — кнопка стартера, СТ — стартер СТ 350-Б мощностью 1,55 кВт, ВБ — выключатель аккумуляторной батареи, БА — аккумуляторная батарея 6ТСТ-82ЭМС, А — амперметр ( $\pm 20$ А), 1ПР — переключатель подогревателя, ВС — выключатель свечи накаливания, ДВ — электродвигатель подогревателя, СК — контрольная спираль подогревателя, СВ — свеча накаливания подогревателя, ЭМ — электромагнитный клапан подогревателя, 1Г — генератор ПСГС-6,25 мощностью 5 кВт, ОВ — обмотка возбуждения, РВ — реостат возбуждения,  $R_2$  — сопротивление генератора, ВС<sub>1</sub> — селеновый выпрямитель, ТТ — трансформатор тока, V — вольтметр, АВ — автоматический выключатель, В — осевой вентилятор с электродвигателем, ЭП-1, ЭП-2 — трубчатые электронагреватели, ПВЭ-1, ПВЭ-2, ПВБ — пакетные выключатели, 1ДВ — вентилятор, СО — стеклоочиститель, 1Ф—3Ф — фары, 1П, 2П — плафоны, Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub> — контрольные лампы, 1Р — розетка, ДДМ, ДТМ, ДТМ<sup>1</sup>, ДТВ, ДУТ — датчики давления масла, температуры масла и воды и уровня топлива, 1С — звуковой сигнал, КС1 — включатель звукового сигнала, УУТ, УТВ, УТМ, УТМ<sup>1</sup>, УДМ — указатели уровня топлива, температуры воды и масла, давления масла, 1ВП, 2ВП, ВФ, ВСО, ВВ — выключатели, РЗ — реле защиты, РН — регулятор напряжения, Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub> — диоды, Т — транзистор, РЗ<sub>0</sub>, РЗ<sub>у</sub>, РН<sub>1</sub> — обмотки реле защиты,  $R_1$ ,  $R_y$ ,  $R_d$ ,  $R_T$  — сопротивления, ППР — переключатель сезонной регулировки





**Глава XIV**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭКСКАВАТОРОВ**

**§ 48**

**Обслуживающий персонал  
и его обязанности**

На экскаваторе с ковшом емкостью до  $0,35 \text{ м}^3$  включительно должен работать один машинист, а с ковшом емкостью  $0,5 \text{ м}^3$  и более — машинист и помощник. В тех случаях, когда по производственным условиям работу на экскаваторе с ковшом емкостью  $0,25—0,35 \text{ м}^3$  не может выполнять один машинист (работа на отдельно стоящей машине, в трудных условиях и т. п.), в состав звена вводят помощника машиниста. Иногда по производственным условиям работу на экскаваторе с ковшом емкостью  $0,5 \text{ м}^3$  и более может выполнять один машинист без помощника (работа в составе колонн машин, работа на небольших объектах в населенных пунктах и т. п.).

На экскаваторах с ковшом емкостью свыше  $0,15$  до  $0,4 \text{ м}^3$  должен работать машинист 5-го разряда, на экскаваторах с ковшом емкостью более  $0,4 \text{ м}^3$  — 6-го разряда. Помощник машиниста, имеющий право управления экскаватором, должен иметь разряд на один ниже, чем машинист. Если обязанности помощника машиниста исполняет рабочий, не имеющий права управления экскаватором, он может иметь на два разряда ниже разряда машиниста, но не ниже 3-го разряда. Ответственность за исправность экскаватора несет бригадир, а в сменах — сменный машинист. Машинист экскаватора выполняет сменное производственное задание и несет ответственность за качество работы; управляет экскаватором и руководит работой своего помощника; заботится о своевременном снабжении экскаватора всеми необходимыми материалами и занимается обслуживанием и ремонтом в своей смене; отвечает за соблюдение правил техники безопасности.

Во время работы машинист следит за работой двигателя и его систем: за давлением в системе управления механизмами экскаватора; за работой гидродвигателей и гидронасосов, фрикционных и тормозных устройств; за состоянием подшипников.

Обнаружив дефект, машинист обязан немедленно остановить экскаватор. Если сам не может устранить неисправность, сообщает о ней механику или другому лицу, ответственному за эксплуатацию машины.

Помощник машиниста своевременно смазывает узлы (сборочные единицы) экскаватора; следит за работой экскаватора и предупреждает машиниста о всех обнаруженных неисправностях; содержит экскаватор в чистоте; отвечает за сохранность инструментов и инвентаря; принимает участие в техническом обслуживании.

Перед началом работы машинист проверяет: состояние всех механизмов; действие педаль и рычагов управления; контрольно-измерительных приборов; уровни топлива в баке и воды в радиаторе.

В конце смены машинист и его помощник тщательно очищают экскаватор от пыли и грязи; проверяют болтовые соединения, крепящие основные узлы и детали; устраняют все дефекты, обнаруженные при работе машины и регулируют (в случае необходимости)

механизмы; заправляют экскаватор топливом и маслом; записывают в журнал приема и сдачи смен все дефекты, замеченные во время работы.

Для машинистов, сдающих смену и принимающих ее, установлен определенный порядок. Правильно организованная передача смен повышает ответственность работников за чистоту и порядок на экскаваторе, его техническое состояние и безаварийную работу. Междусменный осмотр сводится к следующему. Машинист, сдающий экскаватор, ставит в известность машиниста, принимающего экскаватор, об имеющихся неисправностях. Затем последний осматривает экскаватор и проверяет состояние механизма. Оба машиниста совместно заканчивают крепежные и регулировочные работы, смазывают узлы, детали и заправляют топливом баки. Машинист, принимающий машину, пускает ее вхолостую, проверяет работу механизмов под нагрузкой и, если выявятся неисправности, устраняет их. После этого сменные машинисты расписываются в журнале приемки и сдачи смены.

В зависимости от конструкции экскаватора изменяется объем и вид работ технического обслуживания. Например, на экскаваторах с пневмоуправлением необходимо ежедневно спускать конденсат из ресивера, на пневмоколесных экскаваторах перед выездом необходимо проверить тормоза и управление поворотом колес и т. п. Поэтому необходимо подчеркнуть обязанность машиниста — строго соблюдать инструкцию по уходу и эксплуатации экскаваторов. Это особенно важно для экскаваторов с гидравлическим приводом, где вся работа привода скрыта от машиниста и визуальный контроль за работой гидроагрегатов невозможен.

## § 49

### Управление экскаватором

Машинист экскаватора должен хорошо знать расположение и назначение рычагов и педалей управления. Перед машинистом находятся рычаги и педали управления основными механизмами, которые переключаются часто (в каждом цикле), например рычаги и педали, обеспечивающие движение рабочего оборудования, механизма поворота и др. Рычаги управления другими механизмами, включаемыми реже, размещаются либо также перед машинистом, либо сбоку от него.

На рис. 235—238 показано расположение рычагов и педалей на пультах управления наиболее распространенных моделей экскаваторов. В табл. 9—12 пояснены функции этих рычагов. Если на экскаваторе установлено другое оборудование, назначение некоторых рычагов изменяется.

Ознакомившись с расположением рычагов и педалей на пульте управления экскаватора, машинист должен усвоить последовательность их включения при работе с различным видом оборудования. Начинать работу — включать главную муфту (двигателя) следует лишь после прогрева двигателя, убедившись в нормальной работе двигателя и компрессора, а также в том, что рычаги пневматического управления находятся в выключенном положении.

Включать главную муфту в начале смены и особенно в первый раз после сборки следует осторожно. В случае неисправности в трансмиссионной передаче главная муфта должна быть моментально выключена. Главная муфта при пуске экскаватора должна включаться прежде всех других муфт и оставаться включенной в течение всего времени работы. Фрикционные муфты главной лебедки и механизма реверса должны быть включены только после включения главной муфты двигателя, а не наоборот, во избежание интенсивного износа главной муфты.

Поскольку рабочий цикл экскаватора с любым видом оборудования включает в себя операцию поворота, в начале работы необходимо рычаг 9 (см. рис. 235) поставить в верхнее положение, включив механизм поворота, а рычаг 4 перевести на себя, выключив тормоз механизма поворота.

Поворотное движение при всех видах оборудования экскаватора, кроме кранового, производится на второй скорости, для чего рычаг 8 ставят в нижнее положение (при крановом оборудовании — в верхнее).

Таблица 9

Рычаги управления экскаватором Э-652Б

| Рычаги и педали (позиция на рис. 29Б) | Управляемый механизм                                                                       | Действие управляемого механизма при положении рычага |                                                |                                        |       |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|
|                                       |                                                                                            | от себя<br>вниз                                      | на себя<br>вверх                               | вправо                                 | влево |
| 6                                     | Акселератор                                                                                | Частота вращения двигателя<br>больше      меньше     |                                                | —                                      | —     |
| 5                                     | Главная муфта                                                                              | Включена                                             | Выключена                                      | —                                      | —     |
| 1                                     | Фрикционная муфта левого барабана главной лебедки и разворот гусеничного хода              | Подъем ковша                                         | Разворот гусеничного хода<br>вправо      влево | Открытие ковша<br>прямой лопаты        |       |
| 2                                     | Фрикционная муфта правого барабана главной лебедки, стреловая лебедка и механизма поворота | Напор                                                | Подъем стрелы                                  | Поворот платформы<br>вправо      влево |       |
| 3                                     | Стопоры гусеничного хода                                                                   | Включен                                              | Выключен                                       | —                                      | —     |
| 4                                     | Тормоз:<br>механизма поворота                                                              | —                                                    | Выключен                                       | —                                      | —     |
| 7                                     | стреловой лебедки                                                                          | Включен                                              | Выключен                                       | —                                      | —     |
| 8                                     | Скорость вращения платформы                                                                | Включена скорость<br>вторая      первая              |                                                | —                                      | —     |
| 9                                     | Переключение механизмов поворота и хода                                                    | Включен ход                                          | Включен поворот                                | —                                      | —     |
| 10                                    | Храповое устройство стреловой лебедки                                                      | Включено                                             | Выключено                                      | —                                      | —     |
| 11                                    | Тормоз барабана главной лебедки:<br>правого<br>левого                                      | Включен                                              | Выключен                                       | —                                      | —     |
| 12                                    |                                                                                            | »                                                    | »                                              | —                                      | —     |

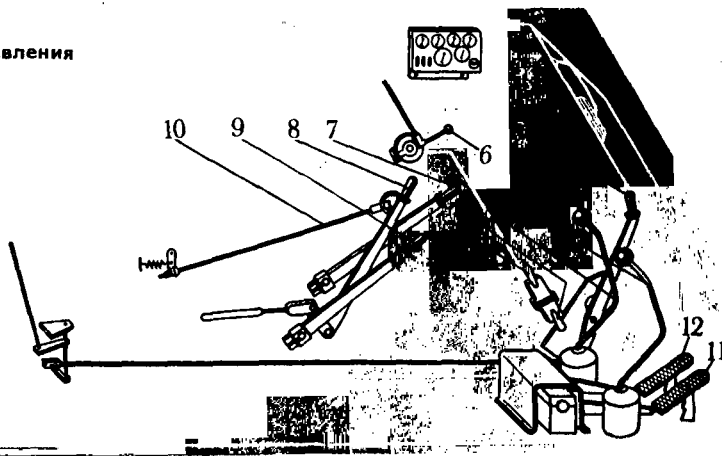
При включении кулачковых муфт хода и поворота (рычаг 9) и переключении скоростей (рычаг 8) рекомендуется пользоваться кратковременными неполными включениями фрикционных муфт механизма реверса (рычаг 2 «вправо» и «влево»). Поворотом рычага 6 установить необходимую частоту вращения двигателя. Установить стрелу (при всех видах оборудования, кроме обратной лопаты) в необходимое положение в пределах паспортной характеристики.

На этом подготовительные операции к производству работы заканчиваются.

**Экскаватор Э-652Б с прямой лопатой.** Чтобы правильно установить ковш, его вначале приподнимают, а затем уже устанавливают в требуемое положение. Для этого, подтянув на себя рычаг 2, включают фрикцион правого барабана главной лебедки. При этом педаль 11 должна быть в верхнем положении, соответствующем выключенному тормозу правого барабана главной лебедки.

Вылет ковша по мере его подъема регулируют рычагом 2 (напор-возврат). При нейтральном положении рычага 2 педаль 12 должна быть отжата от себя вниз.

# Рычаги и педали управления экскаватора Э-652Б



Когда ковш достигнет требуемой высоты, включают педаль 11, а рычаг 1 одновременно выключают. После этого, постепенно ослабляя нажатие на педали 11 и 12, опускают ковш, наблюдая, чтобы он не ударился о гусеницы.

Непосредственно при посадке на грунт ковш плавно затормаживают. Это торможение способствует захлопыванию днища ковша на засов. Приведя ковш в рабочее положение, начинают цикл копания.

Переводя рычаг 1 от себя и одновременно отпуская педаль 11, производят подъем ковша. Как только ковш заполнится, его отводят от забоя движением рычага 2 на себя, одновременно освобождая педаль 12. При этом подъем ковша до необходимой высоты разгрузки не прекращается.

После достижения необходимой высоты подъема ковша рычаг 1 выключают и одновременно включают педаль 11. Затем начинают поворот платформы в сторону выгрузки грунта. Для этого рычаг 2 переводят влево, если следует повернуть платформу влево, и вправо, если следует повернуть вправо. Не следует рычагом 2 резко включать реверсивные фрикционные муфты во избежание рывков при повороте. В конце поворота, еще до подхода к месту выгрузки, рычаг 2 выключают с таким расчетом, чтобы ковш дошел до места выгрузки по инерции.

Для точной установки ковша над местом выгрузки пользуются рычагом 2 напора и педалью 12 (последнюю выключают при нейтральном положении рычага 2).

В момент установки над местом выгрузки ковш разгружают, переводя рычаг 1 влево. Высыпать грунт с большой высоты при разгрузке не следует, чтобы не повредить платформы или автомашины. При погрузке скалистых грунтов ковш предварительно почти опускают на платформу, а затем, открыв днище, поднимают его.

Машинист, обладающий соответствующими навыками, включает поворот на погрузку, как только заполненный ковш отведен от забоя. Причем во время поворота ковш поднимают на необходимую для разгрузки высоту. Точно так же во время поворота в забой перемещают ковш в его исходное рабочее положение.

Если на машине имеется комбинированный напорный механизм, напор при копании осуществляется автоматически, так как натяжение подъемного каната, закрепленного на напорном барабане, стремится выдвинуть рукоятку и прижать ковш к грунту. Если при копании все же необходимо увеличить толщину стружки, слегка включают фрикцион левого барабана главной лебедки. Пользоваться фрикционом рекомендуется лишь в том случае, если без этого ковш не заполняется. Если нужно уменьшить величину напора, можно пользоваться тормозом левого барабана лебедки. Необходимость в этом появляется только при работе на легких грунтах. Возврат рукоятки производится фрикционом реверса главной лебедки.

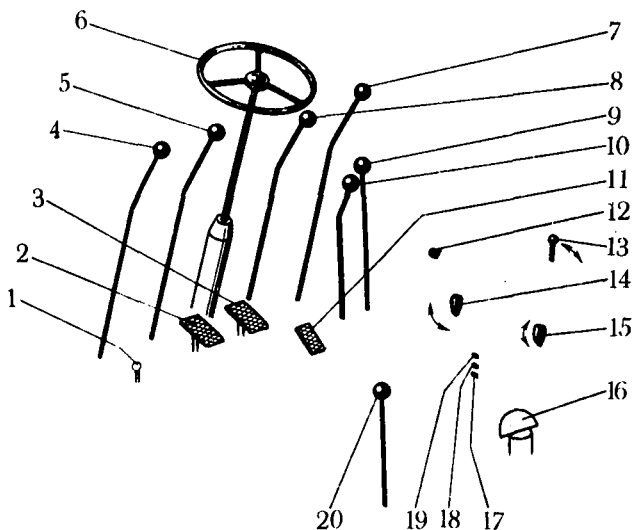
Таблица 10

Рычаги управления экскаватора ЭО-3322А

| Рычаги и педали (позиция на рис. 236) | Управляемый механизм                                                                        | Действие управляемого механизма при положении рычага |                                      |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                       |                                                                                             | от себя вниз                                         | на себя вверх                        |
| 13                                    | Акселератор                                                                                 | Частота вращения двигателя меньше                    | на себя вверх больше                 |
| 7                                     | Стрела                                                                                      | Опускание                                            | Подъем                               |
| 5                                     | Рукоять                                                                                     | Подъем                                               | Опускание                            |
| 4                                     | Ковш                                                                                        | Поворот                                              |                                      |
|                                       |                                                                                             | от рукояти                                           | к рукояти                            |
| 2                                     | Механизм поворота                                                                           | Влево                                                | —                                    |
| 3                                     | То же                                                                                       | Вправо                                               | —                                    |
| 10                                    | Механизм хода                                                                               | Движение экскаватора                                 |                                      |
|                                       |                                                                                             | вперед                                               | назад                                |
| 11                                    | Тормоза колес                                                                               | Включены                                             | Выключены                            |
| 14                                    | Передний мост и первая скорость                                                             | Включены                                             | Выключены                            |
| 8                                     | Добавочная секция гидрораспределителя (увеличение скорости движения стрелы или экскаватора) | 1-я скорость, передний мост включен                  | 2-я скорость, передний мост выключен |
| 12                                    | Стеклоочиститель                                                                            | Выключен                                             | Включен                              |
| 16                                    | Стопор платформы                                                                            | Включен                                              | Выключен                             |
| 1                                     | Сигнал                                                                                      | »                                                    | »                                    |
| 6                                     | Рулевое колесо                                                                              | Поворот экскаватора влево вправо                     |                                      |
| 9                                     | Выносные опоры                                                                              | Включены                                             | Выключены                            |
| 15                                    | Стояночный тормоз                                                                           | Включен                                              | Выключен                             |
| 20                                    | Грейфер                                                                                     | Поворот                                              |                                      |
|                                       |                                                                                             | вправо                                               | влево                                |
| 17, 18, 19                            | Кнопки включения манометров (включаются при проверке давления)                              | —                                                    | —                                    |



# Рычаги управления экскаватором ЭО-3322А



Для стряхивания налипшего на козырек ковша грунта включают рычагом 2 фрикцион реверса главной лебедки и, выключив его, резко нажимают на левую педаль 12.

**Экскаватор ЭО-3322А** (см. рис. 236 и табл. 10). Для передвижения экскаватора своим ходом на первой (рабочей) скорости застопоривают поворотную платформу рычагом 16. Если стопор не включается (т. е. не опускается вниз), кратковременно поворачивают платформу, пользуясь рычагом 2 или 3.

Движение экскаватора начинают, включая рычаг 10 вперед (от себя) или назад (на себя), что соответствует направлению движения. Скорость регулируется автоматически в пределах 1,85—3,58 км/ч в зависимости от сопротивления при передвижении.

Для перехода к движению с повышенной скоростью (на второй скорости) рычаг 8 переводят вверх. Движение экскаватора начинают, включая рычаг 10 вперед (от себя) или назад (на себя), что соответствует направлению движения. Скорость регулируется автоматически в пределах 10,2—19,68 км/ч в зависимости от сопротивления при передвижении.

Управление *обратной лопатой* при копании начинают с выключения стопора поворотной платформы. Для этого поднимают рычаг 16 вверх, включают тормоза колес поворотом рычага 11 от себя. Копание производят включением рычагов 4 и 5. Направление движения рукояти ковша и стрелы соответствует направлению движения рычагов.

Поворот с грузным ковшом производят включением рычага 2 или 3. При этом для поворота вправо рычаг 3 включают от себя, а для поворота влево рычаг 2 — от себя. Поворот платформы для выгрузки ковша или при возвращении в забой тормозят, переводя рычаг 2 или 3 в нейтральное положение. Выгрузку производят при окончании поворота. При этом ковш перемещают на выгрузку, передвигая рычаг 4 от себя. Для повышения производительности экскаватора машинист может выполнять несколько рабочих движений одновременно.

Управление *прямой лопатой* при копании начинают с выключения стопора поворотной платформы. Для этого поднимают рычаг 16 управления стопором, включают тормоза колес поворотом рычага 11 от себя.

Копание производят включением рычагов 7 и 5, управляющих гидроцилиндрами стрелы и рукояти. Поворот с грузным ковшом осуществляют включением рычага 2 или 3.

Таблица 11

Рычаги управления экскаватором Э-5015А

| Рычаги и педали<br>(позиция<br>на рис.<br>237) | Управляемый механизм              | Действие управляемого механизма при<br>положение рычага |                     |                                       |       |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------|
|                                                |                                   | вперед                                                  | назад               | вправо                                | влево |
| 1                                              | Акселератор                       | Частота вращения<br>двигателя<br>меньше                 | больше              | —                                     | —     |
| 2                                              | Стрела и ковш                     | Подъем<br>стрелы                                        | Опускание<br>стрелы | Поворот ковша<br>к рукояти от рукояти |       |
| 3                                              | Механизм поворота                 | Поворот<br>вправо влево                                 |                     | —                                     | —     |
| 4                                              | Механизм хода гусеницы:<br>правой | Движение<br>вперед                                      | назад               | —                                     | —     |
| 5                                              | левой                             | »                                                       | »                   | —                                     | —     |
| 6                                              | Рукоять                           | Движение<br>вверх                                       | —                   | —                                     | —     |
| 7                                              | »                                 | Движение<br>вниз                                        | —                   | —                                     | —     |
| 8                                              | Тормоз                            | Включен                                                 | Выключен            | —                                     | —     |
| 9                                              | Стопор платформы                  | »                                                       | »                   | —                                     | —     |

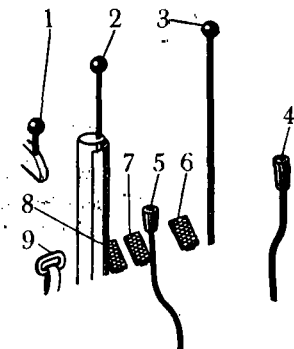
Таблица 12

Рычаги управления экскаватором ЭО-4121

| Рычаги и педали<br>(позиция<br>на рис.<br>238) | Управляемый механизм        | Действие управляемого механизма при<br>положении рычага |               |
|------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
|                                                |                             | от себя вниз                                            | на себя вверх |
| 8                                              | Акселератор                 | Частота вращения двигателя<br>больше меньше             |               |
| 1                                              | Стрела                      | Опускание                                               | Подъем        |
| 4                                              | Рукоять                     | Подъем                                                  | Опускание     |
| 2                                              | Механизм поворота           | Поворот вправо                                          | Остановка     |
| 10                                             | То же                       | Поворот влево                                           | »             |
| 9                                              | Механизм хода               | Привод правой гусеницы                                  | —             |
| 3                                              | То же                       | То же, левой                                            | —             |
| 7                                              | Тормоз хода                 | Включен                                                 | Выключен      |
| 6                                              | Грейфер                     | Поворот                                                 | —             |
| 5                                              | Тормоз поворотной платформы | Включен                                                 | Выключен      |

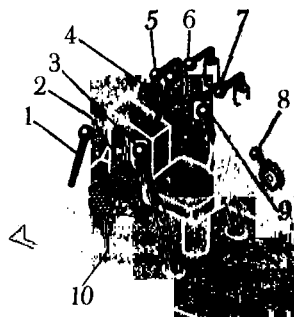
237

Рычаги управления экскаватором Э-5015А



238

Рычаги управления экскаватором ЭО-4121



Для поворота вправо рычаг 3 включают от себя, а для поворота влево рычаг 2 — от себя.

Для выгрузки ковша или возвращения его в забой платформу тормозят переводом рычага 2 или 3 в нейтральное положение. Выгружают ковш по окончании поворота, для этого включают рычаг 4, управляющий поворотом ковша.

Грейфером управляют в такой последовательности. Набирают грунт закрытием челюстей ковша грейфера, опущенного в раскрытом виде на грунт, перемещая рычаг 4 на себя. Заполненный грейфер поднимают включением рычага 7 на себя и рычага 5 от себя, что соответствует движению стрелы и рукояти вверх. Затем включают рычаг 20 от себя для поворота грейфера вправо или рычаг 20 на себя для поворота грейфера влево. После этого поворачивают платформу включением рычага 2 или 3 и начинают разгрузку грейфера включением рычага 4 от себя.

Передвижение экскаватора с заполненным ковшом грейфера запрещается.

## § 50

### Смена рабочего оборудования

**Экскаватор Э-452Б.** Замена прямой лопаты драглайном. Рабочее оборудование прямой лопаты демонтируют, для чего:

1. Опускают ковш на землю.
2. Распосовывают канаты: напорный, возвратный и открывания днища ковша. Воздухопровод в месте выхода из кабины разъединяют с пневматической камерой механизма управления открывания днища ковша и наворачивают на его ниппель глухую гайку, находящуюся в комплекте запасных частей.
3. Распосовывают конец подземного каната и с помощью старых канатов и коуша зачаливают к нему рукоять ковша, захватив ее за балку. Выдвигают рукоять вперед так, чтобы концевой упор рукояти подошел к седлу, после чего привязывают его мягкой проволокой к седлу и снимают крышки седлового вала.
4. Осторожно выводят рукоять и седло из стрелы, перемещая экскаватор назад.
5. Укладывают ковш с рукоятью на подготовленные подкладки, ставят на место крышки седлового вала.
6. Снимают напорную цепь.
7. Снимают напорный барабан.
8. Опускают стрелу на подготовленные подкладки, снимают с блоков стрелоподъемный канат.
9. Все снятые детали очищают от грязи, смазывают, а канаты скатывают в бухты.
10. Снимают головные блоки стрелы в сборе с осью.

При подготовке экскаватора к работе с драглайном снимают цепь с реверса главной лебедки и ставят на левый барабан главной лебедки сменную часть диаметром 550 мм.

Монтируют рабочее оборудование драглайна:

1. Собирают стрелу драглайна, укладывают ее на подкладки, козлы или шпальные клетки в монтажное положение, соединяют канатные подвески и полиспаст стрелоподъемного каната.
2. Подводят экскаватор к стреле драглайна, уложенной в монтажное положение так, чтобы пята стрелы вошла в уши поворотной рамы, ставят пальцы пяты на место.
3. Запасовывают стрелоподъемный канат: один конец подъемного каната на левый барабан лебедки в соответствии со схемой запасовки канатов, а другой — к коушу опрокидного блока ковша драглайна и производят подъем стрелы.
4. Устанавливают наводку драглайна.
5. Запасовывают тяговый и опрокидной канаты.

При работе драглайна со стрелой 13 м к задней стенке поворотной рамы устанавливают контргруз и изменяют запасовку стрелоподъемного каната (на 4 ветви).

Смену рабочего оборудования драглайна на оборудование прямой лопаты производят в обратном порядке.

**Экскаватор ЭО-3322А. Замена обратной лопаты грейфером:**

1. Подтягивают ковш к верхней части стрелы и опускают стрелу на подставку.
2. Выбивают пальцы, соединяющие ковш с рукоятью, снимают ковш.
3. Снимают цилиндр поворота ковша.
4. Снимают рычаг поворота ковша.
5. Устанавливают на ось рукояти подвеску грейфера.
6. Устанавливают ковш грейфера и пальцем соединяют его с подвеской.
7. Монтируют трубки и шланги гидросистемы грейфера.

Челюсти ковша грейфера замыкаются и открываются гидроцилиндром 7 (рис. 239). Шланги 12 гидросистемы подсоединены к механизму поворота грейфера. При подаче рабочей жидкости в бесштоковую полость начинает выдвигаться шток, который перемещает ползун 9, и через тяги ползуна вращает челюсти вокруг неподвижных осей 11 до полного замыкания ковша. Открывается ковш при подаче рабочей жидкости в штоковую полость.

При повороте ковша рабочая жидкость через шланги 1 подается к механизму поворота 6 и перемещает поршень с рейкой, вращая шестерню, насаженную на шпонке на корпусе гидроцилиндра 7. Корпус поворачивается и через стойки 8 поворачивает ковш 10. Для успокоения качания ковша грейфера на пальцах 4 и 5 насажены фрикционные диски.

**Замена обратной лопаты погрузчиком:**

1. Отсоединяют шланги от гидроцилиндра рукояти на верхней части стрелы.
2. Снимают верхнюю часть стрелы вместе с рукоятью, ковшом; снимают гидроцилиндр 5 (рис. 240) ковша.
3. На оси 2 к нижней части стрелы крепят сварную рукоять 4 с подвеской 6, треугольником 7 и ковшом 8.
4. Закрепляют гидроцилиндр 10 к нижнему кронштейну стрелы, а проушину штока пальцем 1 к рукояти 4.
5. Соединяют шток гидроцилиндра стрелы пальцами 1 с рукоятью 4, соединяют пальцем 1 и осью 12 нижнюю часть 11 стрелы с рукоятью 4 и тягой 3.
6. Подсоединяют шланги к штуцерам гидроцилиндров и трубкам гидросистемы.

## § 51

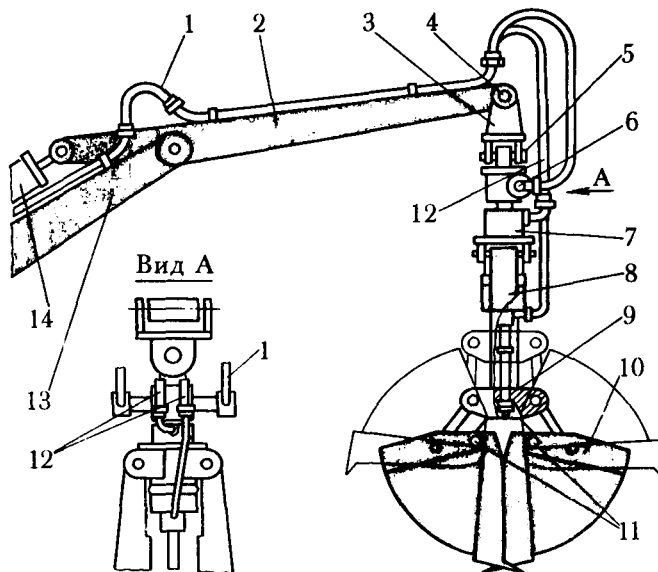
### Транспортирование экскаваторов

Способ транспортирования универсальных экскаваторов зависит от типа экскаватора и расстояния, на которое требуется его перебазировать.

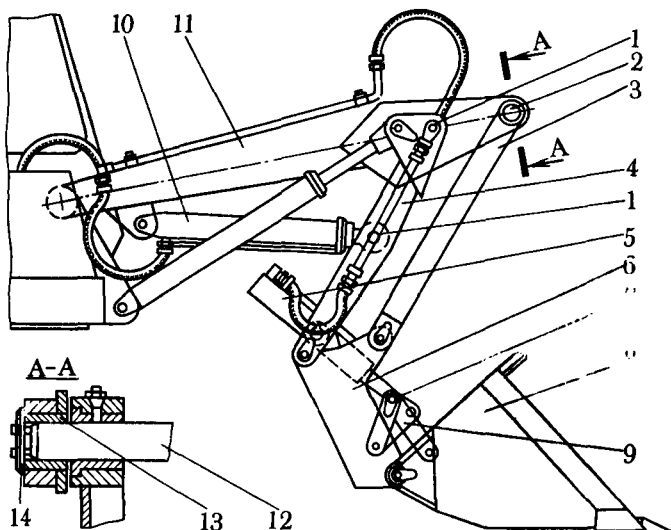
На большие расстояния экскаваторы перевозят железнодорожным транспортом, на расстояние до 100—150 км экскаваторы на гусеничном ходу перевозят с помощью тяжеловозных прицепов, а пневмоколесные — своим ходом или на буксире. На расстояние 5—10 км в пределах одной площадки экскаваторы на гусеничном ходу транспортируют собственным ходом.

**Монтажная схема грейфера:**

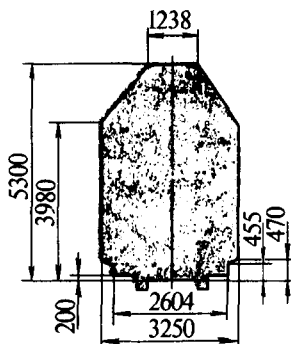
1 — шланг к механизму поворота грейфера,  
 2 — рукоять,  
 3 — подвеска грейфера,  
 4 и 5 — верхний и нижний пальцы подвески,  
 6 — механизм поворота грейфера,  
 7 и 13 — гидроцилиндры,  
 8 — стойка,  
 9 — ползун,  
 10 — ковш,  
 11 — оси ковша,  
 12 — шланг гидроцилиндра грейфера,  
 14 — стрела

**Монтажная схема погрузчика:**

1 — пальцы,  
 2 — ось крепления рукояти,  
 3 — тяга,  
 4 — рукоять,  
 5 — гидроцилиндр ковша,  
 6 — подвеска ковша,  
 7 — треугольник,  
 8 — ковш,  
 9 — тяга ковша,  
 10 — гидроцилиндр рукояти,  
 11 — нижняя часть стрелы,  
 12 — ось крепления нижней части стрелы,  
 13 — втулка,  
 14 — шайба



По железной дороге экскаваторы перевозят в соответствии с разработанными и утвержденными Министерством путей сообщения СССР правилами погрузки и крепления экскаваторов на железнодорожных платформах. В этих правилах указано, что любой груз, установленный на платформе, должен входить в габарит 1-В (рис. 241). Необходимо, чтобы во всех случаях нагрузка на каждую из тележек четырехосной или двухосной платформы не превышала половины подъемной силы данной платформы (для двухосной платформы допускается разница в нагрузках на оси не более 2 тс, для четырехосной —



не более 3 тс). Указывается необходимое число растяжек, число проволок в каждой растяжке и диаметр проволоки, число гвоздей для крепления досок и брусков и т. д. Размеры экскаваторов с ковшом емкостью 0,15—0,8 м<sup>3</sup> находятся в пределах габарита 1-В. Их перевозят на железнодорожных платформах без разборки механизмов поворотной платформы.

Экскаваторы с ковшом емкостью 1—2 м<sup>3</sup> частично разбирают. Все части экскаватора укладывают на подкладки и крепят на платформе растяжками, причем ходовая часть и поворотная платформа должны быть надежно застопорены.

Перед погрузкой на железнодорожную платформу экскаватор тщательно очищают от грязи, а после погрузки трущиеся части смазывают, сливают топливо из баков и воду из радиатора. Аккумулятор отправляют незаряженным.

Экскаватор въезжает на железнодорожную платформу собственным ходом с грузовой рампы или по наклонной площадке из шпал. Чтобы платформа не опрокинулась при погрузке, под ее торцовую балку подставляют домкрат или шпальную клетку. Колеса платформы стопорят железнодорожными башмаками.

На платформе ковш прямой лопаты опускают на подкладки из досок на минимальном расстоянии от ее торцового борта. Затем опускают стрелу, предварительно установив деревянный брус так, чтобы он поместился между рукоятью и стрелой. Под заднюю часть поворотной платформы устанавливают деревянные козлы или клетку из хорошо скрепленных шпал.

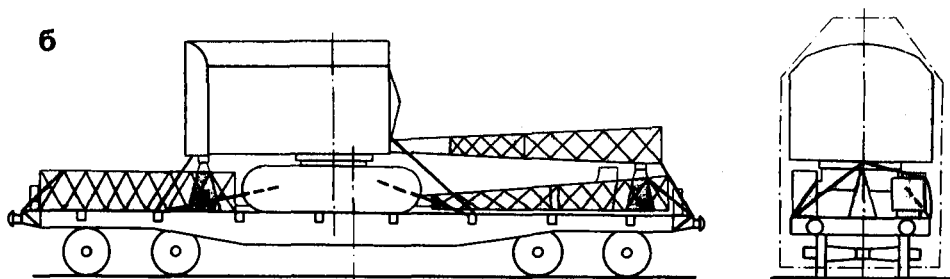
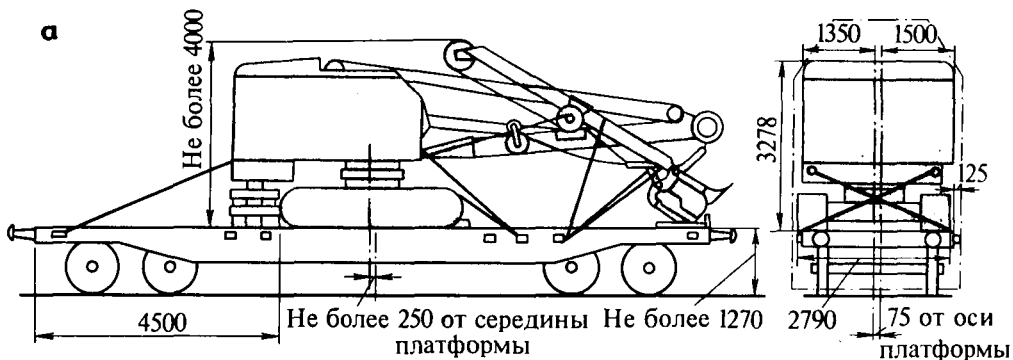
Во избежание перемещения экскаватора вдоль платформы по концам обеих гусениц укладывают упорные бруссы, которые прибивают к полу платформы гвоздями. Гвозди вбивают в бруссы в шахматном порядке. В бруссах не должно быть трещин. Чтобы не допускать поперечных перемещений экскаватора, вплотную к внутренним сторонам гусениц также прибивают к полу гвоздями бруссы.

Каждый экскаватор должен быть закреплен за тележку или за боковые гусеничные рамы проволоочными растяжками, которые необходимо располагать вдоль платформы. Поворотную платформу со стороны противовеса и со стороны рабочего оборудования, стрелу и ковш также укрепляют растяжками. Во время установки экскаватора и его закрепления следует включать тормоз механизма поворота и, если имеется, стопор.

При погрузке экскаватора, оборудованного драглайном или краном, стрелу разбирают. Головную часть стрелы и вставки грузят отдельно.

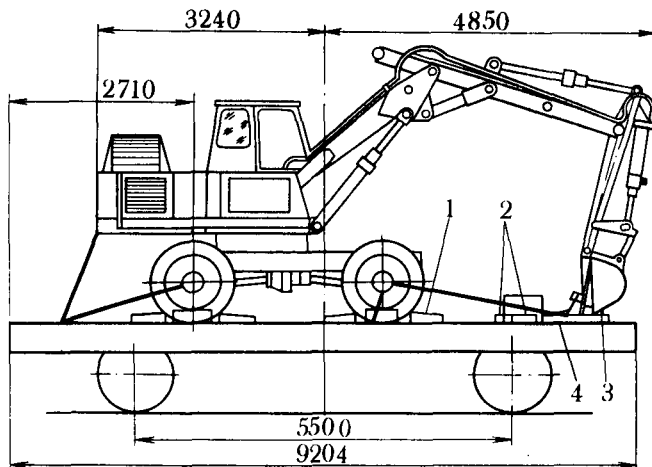
На рис. 242 и 243 показаны примеры погрузки на железнодорожные платформы экскаваторов без их разборки.

При транспортировании на тяжеловозном прицепе его ставят хвостовой частью к экскаватору, опускают погрузочные трапы и затормаживают все колеса прицепа. Экскаваторы грузят на прицеп своим ходом или с помощью лебедки, установленной на тягаче. После погрузки трапы поднимают в транспортное положение. Погруженный экскаватор надежно закрепляют, для чего используют упорные уголки на площадке прицепа, трапы



**242**

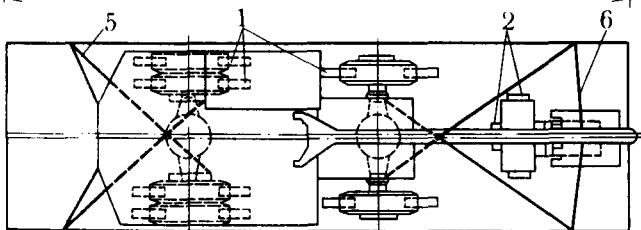
Погрузку на четырехосную платформу экскаваторов, оборудованных прямой лопатой (а) и драглайном (б)



**243**

Схема погрузки экскаватора ЭО-3322 на 20-тонную железнодорожную платформу:

1 — упорный брусок,  
2 — брусок (размером 50 × 100 × 300),  
3 — доски,  
4 — брусок перед ковшом,  
5 — растяжка задней части платформы и задних колес,  
6 — растяжка передних колес и ковша



(в качестве концевых упоров), деревянные брусья и проволоку. Расчаливают экскаватор на прицепе так же, как и на железнодорожной платформе. Ковш укладывают на подкладку в передней части кузова (рис. 244).

Во время перевозки экскаваторов на прицепах необходимо учитывать качество дорог, прочность мостов и т. п. Маршрут согласовывают с организациями, ведающими дорожным хозяйством, и с Госавтоинспекцией. При перевозке экскаваторов с ковшем емкостью от 0,35 м<sup>3</sup> и выше поезд должен иметь специальные знаки в виде красных флажков на его левой (по ходу) стороне.

При передвижении экскаваторов собственным ходом перед перегонем необходимо выполнить следующее:

включить и поставить на стопор тормоз механизма поворота;

выключить стабилизаторы колес у пневмоколесных экскаваторов;

проверить наличие топлива и масла в баках;

проверить работу: тормозов механизма хода при включенном двигателе, звукового сигнала и освещения (при передвижении ночью), стреловой лебедки, тормозов главной лебедки, которые должны надежно удерживать рабочее оборудование в поднятом положении;

поставить стрелу так, чтобы ее головные блоки находились примерно на одном уровне с блоками двуногой стойки, и включить стопор лебедки подъема стрелы;

установить ковш на высоте 1 м от земли, включить и поставить на стопор тормоз главной лебедки;

смазать трущиеся детали гусеничного хода.

При перегоне экскаваторов на пневмоколесном ходу не разрешается переключать скорости хода во время движения на подъемах, уклонах и через железнодорожные переезды.

Буксирование экскаваторов на пневмоколесном ходу производится автотягачами.

Перед буксированием отключают передний мост, вынимают полуоси заднего моста, фланцы устанавливают с картонными прокладками для защиты подшипников от грязи, включают стопор поворота, открывают на слив напорный золотник и оба обратных клапана, заворачивают до упора гайку шунта напорного золотника и гайки шунтов обратных клапанов.

При буксировании ковш поднимают на 0,3—0,4 м над бортом автомашины, а стрелу расчаливают так, чтобы при повороте точно следовать за автомашиной. Это достигается перекрестным креплением ковша к кузову.

При буксировке экскаватора ЭО-3322А его тормоз хода и стояночный тормоз подключают к тормозной системе автотягача. Перед буксированием шестерни коробки передач механизма хода устанавливают в нейтральное положение, обе полости гидромотора поворота соединяют между собой специальным трубопроводом.

При буксировании экскаватора Э-302Б пневмосистему экскаватора к пневмосистеме тягача не подключают, рычаг переключения хода-поворота ставят в нейтральное положение.

Перед буксированием гидравлического экскаватора выводят рычаг включения скоростей на коробке ходовой рамы в нейтральное положение, для чего (рис. 245) выполняют следующее:

1. Сжав пружину гайками 3 тяги, поворачивают рычаг 4 до такого положения, при котором расстояние а между гайками б на левой и правой стороне до упора станет равным, а верхнее отверстие на рычаге 4 совпадет с резьбовым отверстием на бобышке 2.

2. Фиксируют рычаг в выключенном положении, заворачивая болт 1 в бобышку 2.

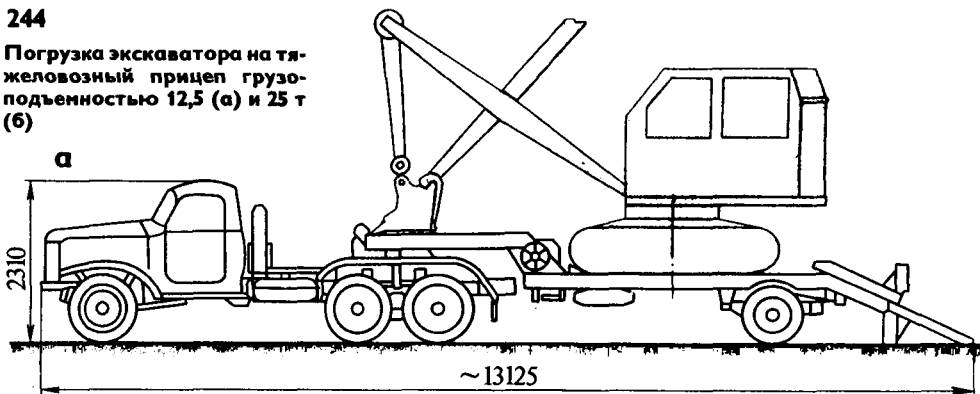
При заведенном двигателе 2—3 раза включают механизмы передвижения, чтобы убедиться в том, что коробка передач выключена.

Затем выключают стопор поворота, открывают на слив напорный золотник и оба обратных клапана рулевого управления, для чего колпачковые гайки, стоящие на них снизу, заворачивают до упора. Соединяют между собой соединительные головки пневмосистемы буксировщика и экскаватора. Подключают габаритные фонари и фонарь стоп-сигнала экскаватора к электрической системе автомобиля. Отключают передний мост.

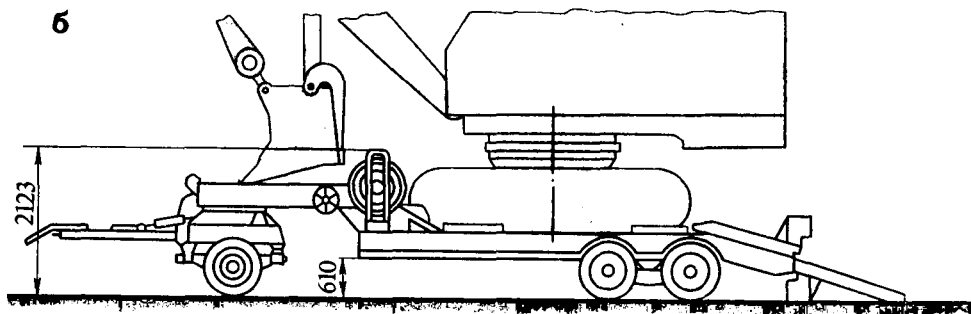


244

Погрузка экскаватора на тягеловозный прицеп грузоподъемностью 12,5 (а) и 25 т (б)



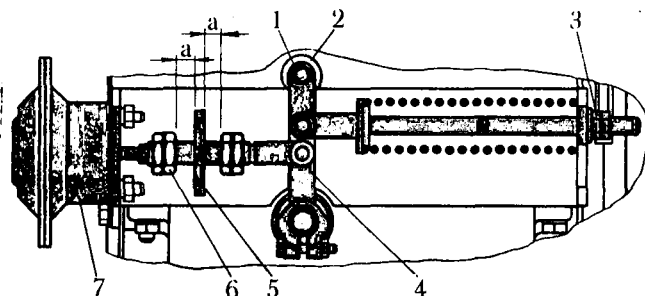
б



245

Регулирование механизма включения скоростей экскаватора ЭО-3322А при буксировании:

- 1 — болт М16,
- 2 — бобышка,
- 3 и 6 — гайки,
- 4 — рычаг,
- 5 — упор,
- 7 — тормозная камера



## § 52

### Обкатка экскаваторов

**Обкатка на холостом ходу.** Экскаватор, полученный с завода-изготовителя, эксплуатирующая организация подвергает обкатке. Пуск экскаватора в работу под нагрузкой без предварительной обкатки категорически запрещается. При недоброкачественной обкатке значительно повышается износ деталей и сокращается срок службы экскаватора.

Перед обкаткой выполняют следующие подготовительные операции:

- 1) смазывают все механизмы и узлы экскаватора;

- 2) проверяют уровень масла в картере двигателя, в корпусе топливного насоса, воздухоочистителя, в баке гидросистемы, редукторе привода поворотной платформы и ходовом редукторе;
  - 3) проверяют крепления механизмов и узлов экскаватора;
  - 4) проверяют степень зарядки аккумуляторных батарей по плотности электролита, а также уровень электролита в каждом элементе батарей;
  - 5) заправляют топливный бак топливом, а систему охлаждения — водой.
- После проведения подготовительных операций проводят обкатку экскаватора в два этапа:

1. Обкатка двигателя на холостом ходу в течение 15 мин. Первые 5 мин двигатель должен работать с частотой вращения вала 1000—1100 об/мин; вторые — 1500—1600 и последние 5 мин — при максимальной частоте вращения. На всех указанных режимах рычаг управления подачей топлива следует устанавливать в положение, соответствующее требуемой частоте вращения.

В процессе обкатки тщательно прослушивают двигатель на всех режимах, проверяют, нет ли течи в наружных соединениях систем питания, смазки и охлаждения, а также следят за показаниями приборов. Если показания приборов не соответствуют допустимым или наблюдаются чрезмерные стук и шум в двигателе или течь, немедленно выявляют причины неисправностей и устраняют их.

2. Обкатка гидравлической системы в течение 20 мин. Первые 10 мин проверяют систему при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1000—1100 оборотов в минуту, а в следующие 10 мин — при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. В процессе обкатки системы необходимо работать рычагами управления экскаватора. Температура масла в баке при обкатке гидравлической системы должна быть не выше 60°C.

Необходимо также проверить работу пневмосистемы.

**Обкатка под нагрузкой.** Такую обкатку выполняют при средней частоте вращения коленчатого вала двигателя в течение 20—25 ч. В это время следят за работой всех механизмов и узлов экскаватора. Экскаватор должен работать только на грунтах I категории, после чего можно переходить к постепенному увеличению нагрузки.

После обкатки подтягивают гайки головки блока цилиндров, промывают ротор центрифуги, промывают фильтры и меняют масло в картере двигателя и воздухоочистителе, предварительно промыв фильтрующие элементы. Смазывают все механизмы и узлы экскаватора. После обкатки промывают фильтры гидросистемы и при необходимости меняют рабочую жидкость.

Обнаруженные во время работы под нагрузкой неисправности немедленно устраняют. Только убедившись, что экскаватор находится в исправном состоянии, можно начинать его нормальную эксплуатацию.

Первые 100 ч в эксплуатационных условиях экскаватор должен работать под особым наблюдением механика.

## Глава XV

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭКСКАВАТОРОВ

### § 53

#### Общие сведения

В течение всего времени эксплуатации состояние экскаватора контролируют по определенной системе.

Высокая производительность, непрерывная и безотказная работа экскаватора возможны только при выполнении следующих основных требований: регулярного и тщательного технического обслуживания; правильного управления экскаватором; точной организации работ, исключающей простои из-за отсутствия топлива, смазочных материалов, электроэнергии и т. п.

В процессе эксплуатации качество работы экскаваторов снижается главным образом из-за износа, деформации и полного разрушения отдельных деталей. При этом нарушается регулирование, изменяются зазоры сопряжений, ослабевает крепление деталей, вследствие чего теряется точность выполнения операций, снижается производительность.

Для поддержания экскаваторов в рабочем состоянии проводят следующие основные мероприятия: организуют систематическое техническое обслуживание машин путем своевременной очистки и протирки их, регулирования, смазывания, заправки водой и топливом; устраняют возникшие неисправности, заменяя или ремонтируя детали и узлы. Первая часть этих мероприятий предусматривает организацию технического обслуживания, вторая — организацию ремонта.

В нашей стране принята единая для всех строительных организаций система технического обслуживания и ремонта машин, которая представляет собой комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту изделий для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных в нормативных документах. Строительные машины направляют на техническое обслуживание и ремонт по разработанному графику после того, как они отработают установленное число часов. Техническое обслуживание выполняют в обязательном порядке, а ремонт — по необходимости.

Техническое обслуживание включает комплекс работ для поддержания исправности или только работоспособности машины при подготовке и использовании по назначению, при хранении и транспортировании.

В соответствии с назначением, объемом и составом работ, а также периодичностью выполнения техническое обслуживание подразделяют на следующие виды:

ежесменное, выполняемое регулярно перед началом работы, во время перерывов и после окончания работы;

периодическое, выполняемое после установленного числа часов работы машины;

сезонное (СО), выполняемое два раза в год.

В соответствии с назначением, характером и объемом выполняемых работ ремонт подразделяют на текущий и капитальный. Периодичности выполнения разных видов технического обслуживания и ремонтов кратны между собой.

Наименьший повторяющийся период эксплуатации машины, в течение которого осуществляются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания и ремонта, предусмотренные нормативной документацией, называется *ремонтным циклом*.

Время между двумя последовательно проводимыми одноименными ремонтами или техническими обслуживаниями одного вида называется *периодичностью ремонтов и технического обслуживания*.

Периодичность выполнения работ технического обслуживания и ремонта одноковшовых экскаваторов регламентируется ОСТ—22—4—72 Минстройдормаша, в котором указывается, что машины, созданные на базе тракторов, а также с их двигателями, имеют виды технического обслуживания и ремонтов, присущие тракторам и их двигателям.

Для тракторов и их двигателей принята система ППР, имеющая три вида технических обслуживаний (ТО-1, ТО-2, ТО-3). Вследствие того, что периодичность ТО-3 (240 ч) совпадает с периодичностью текущего ремонта (Т), в системе ППР экскаваторов принято два вида ТО, а работы по техническому обслуживанию, выполняемые через 240 ч, приурочиваются к текущему ремонту.

В табл. 13 приведены периодичность технического обслуживания и ремонтов одноковшовых экскаваторов. Периодичность технических обслуживаний и ремонтов принята в мото-часах работы двигателя, установленного на экскаваторах.

**Ежесменное техническое обслуживание** является обязательным и специально не планируется. Для проведения этого вида работ выделяют время в начале и конце смены.

В начале смены выполняют следующее:

очищают механизмы от грязи и пыли;

Таблица 13

**Периодичность технического обслуживания  
и ремонта одноновшковых экскаваторов**

| Характеристика машин                                  |                                                         | Виды технических<br>обслуживаний<br>и ремонтов | Периодичность выпол-<br>нения технических<br>обслуживаний и ремон-<br>тов, маш-ч. |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Емкость ковша, м³                                     | Ходовое устройство                                      |                                                |                                                                                   |
| 0,25—0,4                                              | Экскаваторы с гибкой подвеской<br>рабочего оборудования |                                                |                                                                                   |
|                                                       | Пневмоколесное                                          | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>3840                                          |
| 0,4—1                                                 | Пневмоколесное<br>и гусеничное                          | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>5760                                          |
| 1,25—1,6                                              | Гусеничное                                              | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>7680                                          |
| 2—2,5                                                 | •                                                       | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>9600                                          |
| Экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования |                                                         |                                                |                                                                                   |
| 0,15—0,25                                             | Пневмоколесное                                          | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>3840                                          |
| 0,5—0,65                                              | Пневмоколесное<br>и гусеничное                          | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>5760                                          |
| 1—1,6                                                 | Гусеничное                                              | ТО-1<br>ТО-2<br>СО<br>Т<br>К                   | 60<br>240<br>2 раза в год<br>960<br>7680                                          |

производят ежедневное техническое обслуживание агрегатов гидросистемы и воздухоподготовки;

проверяют уровень масла в баках и редукторах, при необходимости доливают масло и топливо;

проверяют во время наружного осмотра крепление узлов и деталей экскаватора, комплектность инструментов;

смазывают вращающиеся соединения согласно таблице смазывания (при отработке определенного числа часов);

проверяют шплинтовку пальцев;

очищают и осматривают аккумуляторные батареи; обнаружив электролит на поверхности батареи, вытирают его и устраняют причины выплескивания; осматривают и при засорении прочищают вентиляционные отверстия в пробках элементов;

спускают отстой и конденсат из системы воздухоподготовки;

при работающем двигателе проверяют показания контрольных приборов, работу сигнала и освещения, тормозов колес и стабилизаторов переднего моста;

обнаружив течь рабочей жидкости, воды или масла, устраняют ее;

проверяют работу органов управления;

перед выездом (из гаража, базы, забоя) проверяют, как работает рулевое управление, для чего на ровной площадке при опущенном на землю рабочем оборудовании поворачивают колеса влево и вправо до упора; при необходимости угол поворота колес следует отрегулировать;

проверяют по манометру давление в пневмосистеме; избыточное давление должно быть 5—6 кгс/см<sup>2</sup>;

проверяют состояние шин экскаватора;

тщательно проверяют качество крепления пальцев и других соединений рабочего оборудования, наружных и внутренних букс ведущих колес гусеничного хода;

проверяют на холостом ходу работу гидроцилиндров, осматривают соединения трубопроводов, устраняют течь масла, топлива;

проверяют работу кулачковых муфт и фрикционных механизмов;

осматривают защитные ограждения и другие устройства по технике безопасности.

*Прежде чем запустить двигатель, машинист проверяет:*

есть ли масло в редукторе привода гидронасоса;

уровень рабочей жидкости в баке;

направление риски на кране сливного трубопровода;

открыт ли всасывающий трубопровод.

*В конце смены:*

устанавливают рычаги управления в нейтральное положение;

выполняют ежедневное техническое обслуживание двигателя, компрессора, насосов, моторов, гидрораспределителей;

подтягивают соединения трубопроводов в местах подтекания масла.

**Периодическое техническое обслуживание** предусматривает выполнение следующих основных работ.

При выполнении ТО-1 (через каждые 60 мото-ч):

проводят ежесменное техническое обслуживание и техническое обслуживание двигателя, насоса, гидромоторов, генератора;

сливают отстой из топливного бака;

проверяют натяжение гусеничных лент;

подтягивают болты крепления опорно-поворотного устройства;

проверяют:

наружным осмотром крепление всех узлов, агрегатов и трубопроводов;

натяжение ремней привода генератора, компрессора и других агрегатов;

отход колодок и лент фрикционных механизмов;

клеммы, вентиляционные отверстия, уровень электролита в аккумуляторных батареях;

крепление зубьев ковша;

отсутствие течей из редукторов и гидросистемы.

При выполнении ТО-2 (через каждые 240 мото-ч):  
проводят техническое обслуживание ТО-1;  
в случае необходимости заменяют рабочую жидкость в гидросистеме;  
промывают заправочные фильтры и фильтры гидросистем;  
проверяют установку рычагов управления и золотников гидораспределителей в нейтральное положение, в случае необходимости регулируют длину тяг рычагов;  
смазывают все точки смазки в соответствии с таблицей смазки;  
проверяют плотность электролита и напряжение на каждом элементе аккумуляторной батареи.

#### **Сезонное обслуживание:**

выполняют очередное техническое обслуживание;  
заменяют летнюю рабочую жидкость в гидросистеме на зимнюю (или наоборот) и летние сорта масел в редукторах на зимние (или наоборот).  
Техническое обслуживание экскаваторов должно включать систематический и тщательный осмотр его ответственных деталей. Грязь, покрывающая детали, мешает тщательному их осмотру и затрудняет обслуживание. Поэтому регулярная чистка узлов и деталей экскаватора имеет большое значение не только для его опрятного вида, но и дает возможность следить за техническим состоянием каждой детали.

При очистке механизмов соблюдают следующие основные правила:  
крупные скопления грязи и грунта удаляют тупым металлическим скребком;  
все окрашенные поверхности узлов протирают слегка промасленными обтирочными материалами;

контрольно-измерительные приборы, детали системы гидроуправления и двигателя внутреннего сгорания протирают чистыми и мягкими хлопчатобумажными концами;  
стекла кузова, кузов снаружи и внутри тщательно очищают и протирают;  
выступившую через уплотнения смазку снимают.

При очистке узлов экскаватора проверяют состояние и число инструментов. Для хранения слесарных инструментов на экскаваторах устанавливают специальные металлические ящики.

На рис. 246 показаны две конструкции фильтров, применяемых для очистки топлива, подаваемого в бак непосредственно из бочки. Топливо фильтруют через латунную сетку 4. При заправке баков топливом следует тщательно очищать рукав перед его опусканием в бочку. Для проверки уровня топлива баки оборудованы мерными рейками. Отстой собирают в отстойнике со спускной пробкой.

При использовании топливозаправщиков топливо подается в баки экскаватора непосредственно из цистерны заправщика с помощью рукава, опускаемого в заливную горловину основного бака.

## **§ 54**

### **Рабочие жидкости для гидросистем**

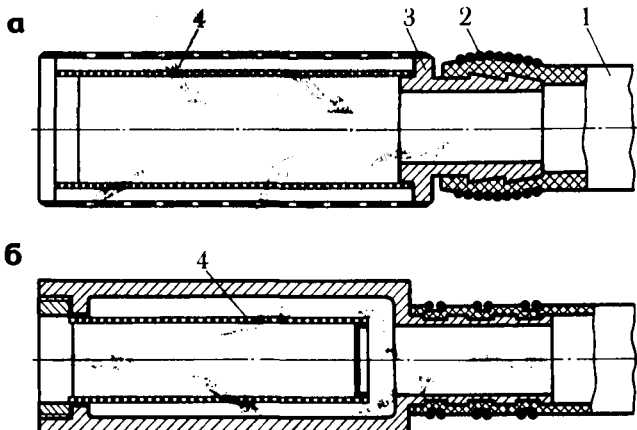
Рабочие жидкости в гидравлических приводах предназначены для передачи механической энергии, надежного смазывания и охлаждения трущихся поверхностей гидравлических устройств. В качестве рабочей жидкости чаще всего применяют минеральные смеси масел, которые представляют собой продукт переработки высококачественной нефти с использованием присадок, понижающих температуру застывания смеси.

Большое давление (до 350 кгс/см<sup>2</sup>) в гидросистемах, широкий диапазон изменения температуры (от —60° до +90°С) и скорости требуют высокой стабильности масел, хороших смазывающих, антикоррозионных, противоизносных, противопенных и других свойств. Наиболее важным физическим свойством масла является его вязкость. Выбор вязкости определяется величиной давления масла в гидравлической системе, состоянием уплотнений и необходимостью создания достаточной подвижности рабочей жидкости в холодное время года.

Особенно большое значение имеет вязкость зимних сортов масла, так как при потере подвижности масла не могут подниматься по трубопроводам и во всасывающей линии

**Сетчатые фильтры гибких  
рукавов экскаваторов  
Э-652Б (а) и Э-1252Б (б):**

- 1 — рукав,  
2 — обвязочная проволока,  
3 — наконечник,  
4 — сетка фильтра



насосов наблюдается явление кавитации. Чтобы этого не произошло, температура застывания зимних масел должна быть на 20—30°C ниже температуры окружающего воздуха. Следует иметь в виду, что температура рабочей жидкости в гидросистеме стабилизируется лишь через 1,5—2,5 ч непрерывной работы.

Масло не должно содержать примесей асфальтов и механических частиц, воды, кислот и щелочей. Пыль, грязь, частицы металла засоряют гидроаппаратуру и интенсивно окисляют масло. В результате окисления из масла выпадают смолы и шлаки. Часть продуктов окисления растворяется в масле и ухудшает его смазывающие способности, а другая часть, находясь в смеси с маслом, служит катализатором процесса окисления масла. Степень окисления масла зависит от температуры. При повышении температуры масла на 10°C интенсивность окисления почти удваивается, происходит процесс разложения масла. Поэтому температуру нагрева масла ограничивают, применяя в случае необходимости специальные охлаждающие устройства.

Рабочая жидкость должна быть совместима с материалами, из которых изготовлены конструкции узлов гидросистем. При непосредственном соприкосновении рабочих жидкостей и материалов (черных и цветных изделий, поверхностных покрытий) не должны возникать химические реакции.

Отрицательно влияет на работу гидросистем воздух, содержащийся в рабочей жидкости. При большом содержании воздуха в жидкости может произойти пенообразование. Стойкость пены зависит от ее структуры. Чем мельче ее структура, тем она прочнее. С повышением температуры масла стойкость пены уменьшается, при температуре выше 70°C пена разрушается.

Содержание в масле даже небольшого количества воды (около 1%) ускоряет образование пены. Так как под действием пены интенсивно окисляются масло и детали гидроаппаратов, а также ухудшаются механические характеристики гидравлической передачи, стремятся к тому, чтобы максимально сократить содержание воздуха в рабочей жидкости и исключить попадание в нее влаги. Частая смена рабочей жидкости повышает ее расход и возможность попадания загрязнителей в гидросистему. Поэтому целесообразно менять рабочую жидкость не более двух раз в течение года (соответственно для летних и зимних условий).

Масло МГ-30 с температурой застывания минус 35°C изготовлено на базе промышленных масел с добавлением присадок: антиокислительной, антипенной и понижающей температуру застывания. Оно обладает хорошими смазочными свойствами, удовлетворительной защитой металлических поверхностей от коррозии, стойкостью против образования и отложения смолистых осадков. Масло применяют в качестве летнего сорта рабочей жидкости в средней климатической зоне и всесезонного — в южных районах страны.

| Масло                   | ТУ или ГОСТ                                      | Допустимая температура масла, °С, при эксплуатации машины |                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
|                         |                                                  | длительной                                                | кратковременной              |
| МГ-30<br>ВМГЗ<br>АМГ-10 | ТУ38-1-01-50—70<br>ТУ38-1-196—68<br>ГОСТ 6794—75 | — 10... + 80<br>— 40... + 65<br>— 50... + 50              | — 20... + 85<br>— 55... + 80 |

Масло ВМГЗ (температура застывания минус 60°С) изготовляют из маловязкой фракции дизельного топлива, подвергнутой адсорбционной очистке и депарафинизации с добавлением присадок. Оно предназначено в качестве всесезонного сорта рабочей жидкости в северных районах страны и в качестве зимнего сорта — в средней климатической зоне и в южных районах Сибири. Масло ВМГЗ может быть заменено маслом АМГ-10.

Рабочие жидкости, применяемые в гидравлических системах экскаваторов, приведены в табл. 14. В таблице указаны максимальные температурные пределы рабочих жидкостей, которые уточнены в инструкциях по эксплуатации машин и зависят от конструктивных особенностей применяемых насосов.

Масло АМГ-10 (минеральное масло, загущенное полимерной присадкой) сравнительно мало изменяет свою вязкость при изменении температуры. Оно отвечает основным требованиям при использовании в гидравлических системах экскаваторов.

В случае отсутствия указанных в табл. 14 рабочих жидкостей их заменители указываются в инструкциях по эксплуатации экскаваторов.

В гидросистеме навесных экскаваторов ЭО-2621А применяют летом масло М-11В<sub>2</sub> (ГОСТ 17479—72), а зимой — М-8В<sub>2</sub> (ГОСТ 17479—72).

## § 55

### Смазочные материалы

Длительная и экономичная работа экскаваторов в значительной степени зависит от регулярного и тщательного смазывания трущихся поверхностей деталей.

Преждевременный износ подшипников, зубчатых колес, цепей, канатов, втулок и других деталей происходит главным образом из-за неудовлетворительного смазывания или применения смазочных материалов низкого качества.

Правильный выбор и хорошее качество смазочных материалов существенно уменьшают вредные сопротивления от сил трения, на преодоление которых затрачивается значительная часть мощности двигателя.

Для надежной работы машины масло, используемое для смазывания, должно обладать определенными свойствами: не выдавливаться под нагрузкой, т. е. быть достаточно вязким; не содержать воды, щелочей и кислот, которые разъедают металлы, а также примесей пыли, песка и других твердых частиц; хорошо проникать в зазоры между деталями и создавать прочную масляную пленку на поверхности металла; иметь такую температуру застывания, которая соответствовала бы условиям эксплуатации в различное время года, например зимой более низкую.

Для смазывания тех или иных деталей применяют различные смазочные материалы. Их выбирают исходя из условий работы: удельного давления на рабочих поверхностях, частоты вращения, температурного режима и конструкции узла (например, открытая или закрытая, цепная или зубчатая передача, наличие уплотнений).

Удельное давление на поверхностях трения колеблется в широких пределах. Чем выше удельное давление, тем большей вязкостью должны обладать смазочные материалы. Недостаточно вязкое масло выжимается из зазора между поверхностями трения, вслед-



Таблица 15

**Рекомендуемые смазочные материалы  
для деталей экскаваторов**

| Детали                                      | Условия работы                   |                  | Рекомендуемый смазочный материал                                                          |
|---------------------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | давление,<br>кгс/см <sup>2</sup> | скорость,<br>м/с |                                                                                           |
| Зубчатые передачи:<br>закрытые              | 3000—5000                        | 1—8,5            | Масло для коробки передач<br>и рулевого механизма<br>Графитная смазка УСсА                |
| открытые                                    | 7000—12500                       | 0,5—1,5          |                                                                                           |
| Подшипники скольжения:<br>в редукторах      | —                                | 4—8              | Масло для коробки передач<br>и рулевого механизма<br>Пресс-солидол «С» и соли-<br>дол «С» |
| рабочего оборудования и<br>гусеничного хода | 90—150                           | 0,5              |                                                                                           |
| Цепные передачи:<br>открытые                | 5000—45000                       | 0,3—0,6          | Графитная смазка УСсА<br>Масло индустриальное И-40А                                       |
| закрытые                                    | 400—800                          | 6—8              |                                                                                           |

Таблица 16

**Смазочные масла**

| Показатели                                       | Масло                        |                 |        |                                                            |                            |                   |                    |                    |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                                                  | индустри-<br>альное<br>И-40А | автотранкторное |        | Масло для<br>коробки<br>передач и<br>рулевого<br>механизма | компрес-<br>сорное<br>К-12 | дизельное         |                    |                    |
|                                                  |                              | АС-8            | АС-10  |                                                            |                            | М-8В <sub>2</sub> | М-11В <sub>2</sub> | М-14В <sub>2</sub> |
| ГОСТ                                             | 20799—75                     | 10541—63        |        | 4002—53                                                    | 1861—73                    | 17479—72          |                    |                    |
| Вязкость кинемати-<br>ческая, сСт,<br>при 100° С | —                            | 8±0,5           | 10±0,5 | 20,5—32,4                                                  | 11—14                      | 8±0,5             | 11±0,5             | 14±0,5             |
| Температура засты-<br>вания, °С                  | —15                          | —25             | —15    | —20                                                        | —25                        | —20               | —15                | —10                |
| Кислотное число                                  | 0,05                         | 0,02            | 0,02   | —                                                          | 0,15                       | 0,02              | 0,02               | 0,02               |

Таблица 17

**Пластичный смазочный материал**

| Показатели                                                            | Солидолы синтетические |                | Смазка            |                 |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|-------------------|-----------------|
|                                                                       | Пресс-соли-<br>дол «С» | Солидол<br>«С» | графитная<br>УСсА | канатная<br>39у |
| ГОСТ                                                                  | 4366—76                |                | 3333—55           | 5570—69         |
| Предел прочности на сдвиг при<br>50° С, гс/см <sup>2</sup> , не менее | 1                      | 2              | —                 | —               |
| Температура каплепадения, °С                                          | —                      | —              | 77                | 65—75           |

ствие чего толщина масляной пленки уменьшается до полного разрыва, что приводит к непосредственному соприкосновению трущихся поверхностей.

С увеличением скорости движения силы жидкостного трения увеличиваются. Чем больше вязкость масла, тем больше внутренние силы сцепления частиц и, следовательно, больше должна быть сила, необходимая для преодоления этого сцепления. Вязкость масла и относительная скорость движения трущихся поверхностей находятся в следующей зависимости: чем больше скорость, тем меньше должна быть вязкость смазочного материала.

В некоторых случаях из-за несоблюдения сроков ремонта износ поверхностей трения превышает установленные нормы. Увеличенные зазоры, например в сопряжении цапфа — подшипник, приводят к тому, что правильно выбранное масло перестает надежно работать, выжимается и не создает необходимой толщины масляной пленки. В этих случаях следует переходить на более вязкие смазочные материалы. Летом для смазывания трущихся поверхностей необходимо применять более вязкие смазочные материалы, чем зимой.

Не меньшее значение имеет и влага, проникающая к поверхности трения. При значительной влажности окружающей среды применяют смазочные материалы, не изменяющие своих свойств от наличия влаги.

По условиям работы детали объединяют в группы, одинаковые по удельному давлению, окружной скорости и конструктивному исполнению (табл. 15).

Для жидких масел основными показателями являются вязкость, температура вспышки, температура застывания, кислотность, а для консистентных — температура каплепадения и консистенция (густота смазки). В табл. 16 приведены характеристики применяемых на экскаваторах смазочных масел, в табл. 17 — пластичного смазочного материала.

## § 56

### Смазочные системы

Системы смазки, применяемые на экскаваторах, разделяются на индивидуальные и централизованные. В первом случае масло подводится к каждой трущейся паре индивидуально с помощью смазочного устройства, расположенного в непосредственной близости от этой пары, во втором — группа отдельно расположенных пар смазывается с помощью одного устройства.

На одноковшовых экскаваторах применяют индивидуальные и централизованные смазочные системы.

Индивидуальная смазочная система, в которой смазочный материал подается к одной паре поверхностей трения, нашла применение для смазывания подшипников качения и скольжения основных элементов рабочего оборудования, гусеничных и пневмоколесных ходовых устройств. Централизованную смазочную систему, в которой смазочный насос или емкостная масленка подает смазочный материал к двум и более парам поверхностей трения, применяют на экскаваторах Э-652Б для смазывания зубчатых передач механизма реверса и поворота.

Перед смазыванием обтирают пресс-масленки, крышки горловин во избежание попадания грязи на трущиеся поверхности. Загрязненный смазочный материал приводит к преждевременному износу деталей и задирам трущихся поверхностей.

Все смазочные аппараты насухо вытирают во избежание попадания в масло пыли, которая может в смеси с маслом образовать абразивную пасту, усиливающую износ деталей.

После смазывания обтирают машины для удаления излишков масла, так как на замасленные поверхности налипают грязь и пыль, которые попадают на трущиеся поверхности.

Необходимо применять масла и смазки только те, которые указаны в таблицах смазывания. Применение других сортов может вывести машины из строя. В качестве примеров приведены таблицы смазки экскаваторов различных моделей (табл. 18—21, рис. 247—251).

Таблица 18

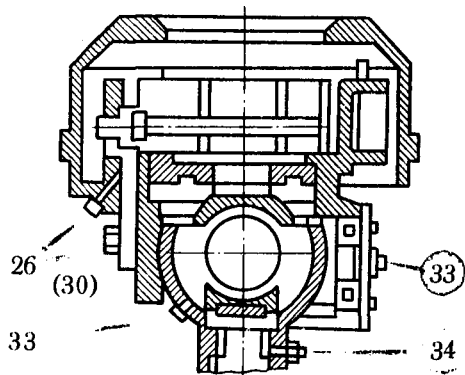
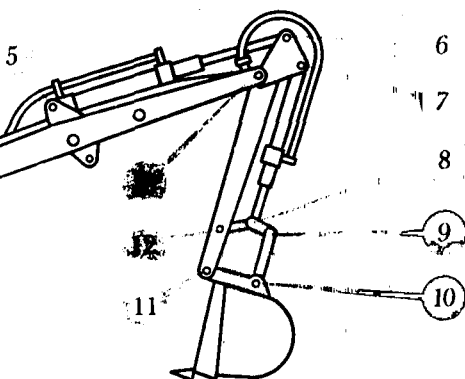
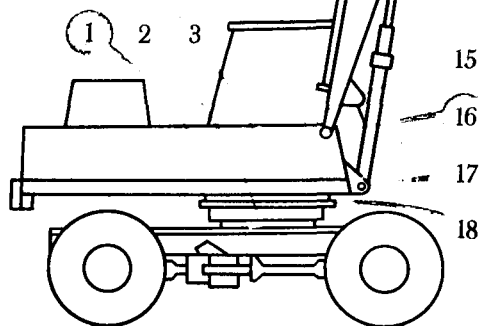
Таблица смазки экскаватора ЭО-3322А

| Позиция<br>на рис.<br>247 | Смазываемые места                                                                        | Число<br>смазы-<br>ваемых<br>точек | Позиция<br>на рис.<br>247 | Смазываемые места                                          | Число<br>смазы-<br>ваемых<br>точек |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                           | Через каждые 30 ч<br>работы<br><i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i> |                                    |                           | <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i>  |                                    |
|                           | Шарнир крепления к поворотной<br>платформе:                                              |                                    | 3                         | Шарниры рычагов гидроуправ-<br>ления                       | 10                                 |
| 16                        | стрелы                                                                                   | 1                                  | 4                         | Шарнир соединения верхней и<br>нижней частей стрелы        | 1                                  |
| 17                        | гидроцилиндра стрелы                                                                     | 2                                  |                           | Валик тормоза колеса:                                      |                                    |
|                           | Шарнир крепления гидроци-<br>линдра:                                                     |                                    | 26                        | переднего левого                                           | 2                                  |
| 14                        | стрелы к стреле                                                                          | 2                                  | 30                        | переднего правого                                          | 2                                  |
| 5                         | рукоятки к стреле                                                                        | 1                                  | 19                        | заднего левого                                             | 2                                  |
| 7                         | ковша к рукоятки                                                                         | 1                                  | 35                        | заднего правого                                            | 2                                  |
| 8                         | ковша к тягам                                                                            | 1                                  | 31                        | Шарниры рулевых тяг                                        | 6                                  |
|                           | Шарнир соединения:                                                                       |                                    | 32                        | Шарнир рычага поворота колес                               | 1                                  |
| 6                         | гидроцилиндра рукоятки с<br>рукоятью                                                     | 1                                  | 28                        | Подшипники цапфы переднего<br>моста                        | 2                                  |
| 13                        | стрелы и рукоятки                                                                        | 1                                  | 29                        | Шарнир углового рычага дышла                               | 1                                  |
| 9                         | тяг ковша                                                                                | 1                                  |                           | Через каждые 1200 ч<br>работы                              |                                    |
| 12                        | тяги и рукоятки                                                                          | 1                                  |                           | <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i>  |                                    |
| 11                        | рукоятки ковша                                                                           | 1                                  | 33                        | Подшипник шаровой опоры                                    | 4                                  |
| 10                        | тяги ковша                                                                               | 1                                  | 34                        | Шарнир переднего моста и втул-<br>ка полуоси шаровой опоры | 4                                  |
|                           | Через каждые 60 ч<br>работы                                                              |                                    |                           | Подшипники колес:                                          |                                    |
|                           | <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i>                                | 2                                  | 20                        | задних                                                     | 2                                  |
| 15                        | Центральный коллектор                                                                    |                                    | 25                        | передних                                                   | 2                                  |
|                           | <i>Смазка ЦИАТИМ-203, замени-<br/>тель — смазка 1—13 жировая</i>                         | 4                                  |                           | <i>Масло для коробок<br/>передач и рулевого управления</i> |                                    |
| 2                         | Ролики опорно-поворотного<br>круга                                                       |                                    | 27                        | Картер моста:                                              |                                    |
|                           | Через каждые 240 ч<br>работы                                                             |                                    | 36                        | переднего                                                  | 2                                  |
|                           | <i>Графитная смазка УСсА</i>                                                             | 2                                  | 23                        | заднего                                                    | 1                                  |
| 18                        | Зубчатый венец механизма по-<br>ворота                                                   |                                    |                           | Коробка передач                                            | 1                                  |
|                           |                                                                                          |                                    |                           | <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i>  |                                    |
|                           |                                                                                          |                                    | 22                        | Зубчатая муфта моста:                                      |                                    |
|                           |                                                                                          |                                    | 24                        | заднего                                                    | 2                                  |
|                           |                                                                                          |                                    | 21                        | переднего                                                  | 1                                  |
|                           |                                                                                          |                                    |                           | Подшипники вала шестерни                                   | 1                                  |

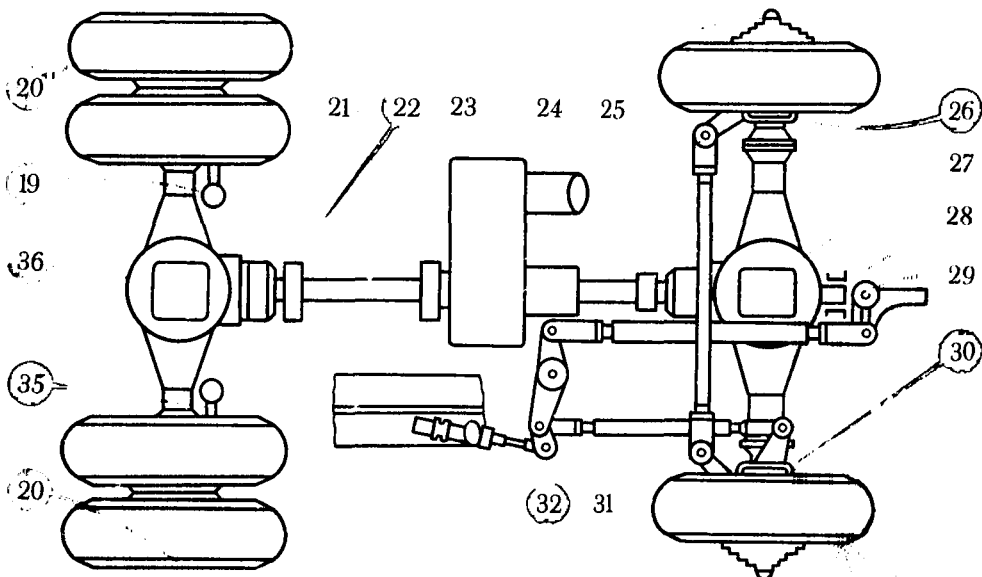
# Места смазывания экскаватора ЭО-3322А:

а — механизмы поворотной платформы и рабочее оборудование,  
 б — механизм нижней тележки;  
 1 — фильтры гидросистемы (остальные позиции см. табл. 18)

а



б



## Экскаватор ЭО-4121

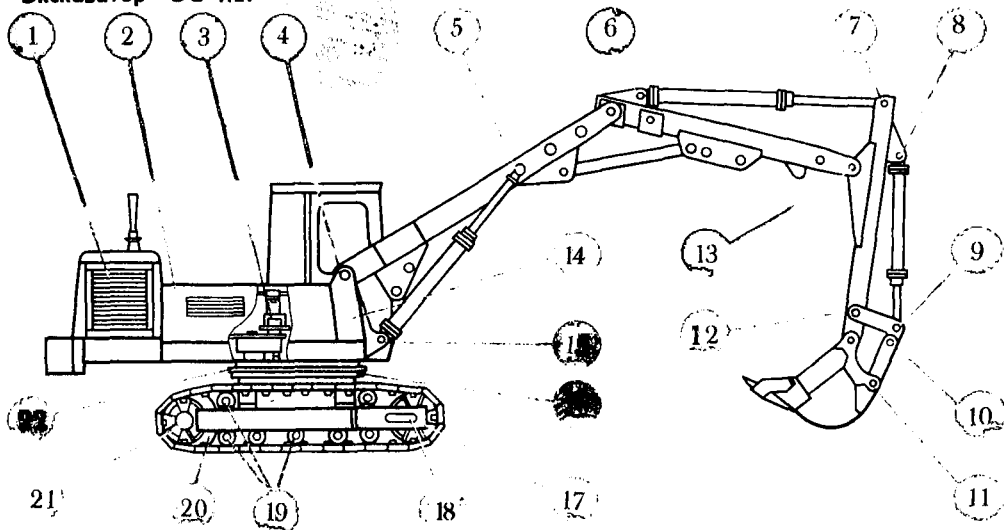


Таблица 19

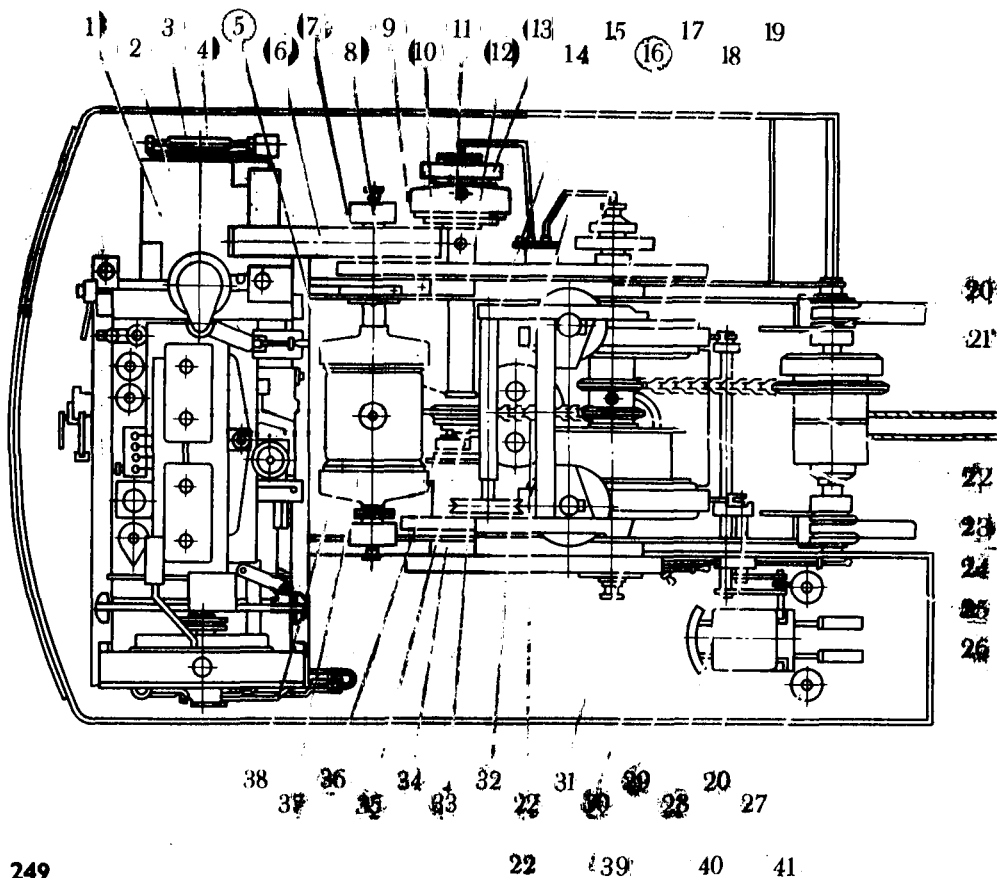
Таблица смазки экскаватора ЭО-4121

| Позиция на рис. 248                             | Смазываемые места                                           | Число смазываемых точек | Позиция на рис. 248                             | Смазываемые места                                      | Число смазываемых точек |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| Через каждые 30 ч работы.                       |                                                             |                         | Через каждые 240 ч работы.                      |                                                        |                         |
| Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»      |                                                             |                         | Графитная смазка УСсА                           |                                                        |                         |
| 4                                               | Шарнирное соединение: стрелы с поворотной платформой        | 2                       | 22                                              | Зубчатый венец                                         | 1                       |
| 15                                              | Гидроцилиндра стрелы с поворотной платформой                | 2                       | Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»      |                                                        |                         |
| 5                                               | Гидроцилиндра стрелы со стрелой                             | 2                       | 2                                               | Гидроцилиндр натяжного устройства направляющего колеса | 2                       |
| 6                                               | Гидроцилиндра рукояти с промежуточной стрелой               | 1                       | 18                                              | Направляющие бусы                                      | 4                       |
| 7                                               | Штока гидроцилиндра рукояти с рукоятью                      | 1                       | 14                                              | Плунжеры рычагов механизма включения хода              | 3                       |
| 13                                              | рукояти с промежуточной стрелой                             | 1                       | Через каждые 720 ч работы.                      |                                                        |                         |
| 8                                               | Гидроцилиндра ковша с рукоятью                              | 1                       | Масло для коробок передач и рулевого управления |                                                        |                         |
| 9                                               | Штока гидроцилиндра ковша с тягой                           | 1                       | 17                                              | Подшипники натяжного колеса                            | 2                       |
| 10                                              | тяги ковша                                                  | 1                       | Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»      |                                                        |                         |
| 12                                              | тяги с рукоятью                                             | 1                       | 21                                              | Подшипники ведущего колеса                             | 2                       |
| 11                                              | ковша обратной лопаты                                       | 1                       | Через каждые 1200 работ.                        |                                                        |                         |
| Через каждые 60 ч работы.                       |                                                             |                         | Масло для коробок передач и рулевого управления |                                                        |                         |
| Масло для коробок передач и рулевого управления |                                                             |                         | Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»      |                                                        |                         |
| 19                                              | Подшипники опорных и поддерживающих катков гусеничного хода | 14                      | Через каждые 1200 работ.                        |                                                        |                         |
| Смазка ЦИАТИМ-203                               |                                                             |                         | Масло для коробок передач и рулевого управления |                                                        |                         |
| 16                                              | Рабочие поверхности опорно-поворотного круга                | 4                       | 20                                              | Редуктор механизма: хода                               | 2                       |
| Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»      |                                                             |                         | 3                                               | поворота                                               | 1                       |
| 1                                               | Опорный подшипник муфты двигателя                           | 1                       |                                                 |                                                        |                         |

Таблица 20

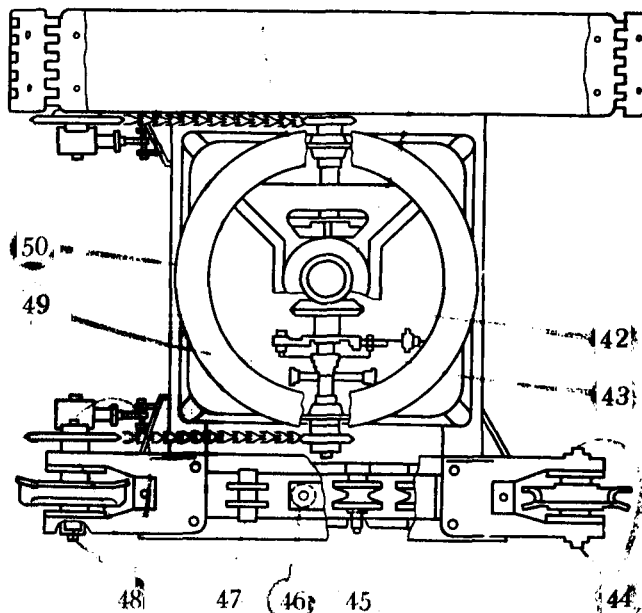
Таблица смазки экскаватора Э-652Б

| Позиция на рис. 249 и 250  | Смазываемые места                                                                    | Число смазываемых точек | Позиция на рис. 249 и 250 | Смазываемые места                                                          | Число смазываемых точек |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Через каждые 8 ч работы.   |                                                                                      |                         |                           |                                                                            |                         |
|                            | <i>Летом АС-8, зимой АС-10</i>                                                       |                         |                           |                                                                            |                         |
| 5                          | Зубья конических шестерен и правый подшипник горизонтального вала механизма реверса  | 1                       | 30                        | Шарниры механизма управления: переключением скоростей                      | 5                       |
| 6                          | Цепная передача редуктора                                                            | 1                       | 36                        | переключением кулачковой муфты реверса главной лебедки                     | 2                       |
|                            | <i>Масло индустриальное И-40А</i>                                                    |                         | 28                        | выключения кулачковых муфт ходового и поворотного механизма                | 2                       |
| 37                         | Ступицы шкивов фрикционных муфт механизма реверса                                    | 3                       | 27                        | Шарниры:                                                                   | 2                       |
|                            |                                                                                      |                         | 46                        | рычагов пульта управления                                                  | 10                      |
|                            |                                                                                      |                         | 32                        | управления собачками, муфты ходового механизма и стопоров гусеничного хода | 5                       |
|                            |                                                                                      |                         | 31                        | механизма тормоза                                                          | 1                       |
|                            |                                                                                      |                         | 25                        | Подшипники ограничителя скорости опускания стрелы                          | 5                       |
|                            | <i>Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»</i>                                    |                         |                           | Ролики канатные механизма управления двигателем                            |                         |
| 4                          | Муфта включения и хомут муфты главного фрикциона двигателя                           | 2                       |                           |                                                                            |                         |
| 2                          | Подшипник диска главной муфты: ведомого                                              | 1                       |                           | <i>Летом АС-8, зимой АС-10</i>                                             |                         |
| 3                          | среднего                                                                             | 1                       | 7                         | Зубчатая передача от механизма реверса к главной лебедке                   | 1                       |
|                            | <i>Смазка канатная 39у</i>                                                           |                         |                           |                                                                            |                         |
| 21                         | Канат напорный                                                                       | 1                       |                           | <i>Летом и зимой АС-10</i>                                                 |                         |
|                            |                                                                                      |                         | 23                        | Кулачковые муфты и подшипники шестерни вертикального вала механизма хода   | 1                       |
| Через каждые 60 ч работы.  |                                                                                      |                         |                           |                                                                            |                         |
|                            | <i>Отработанное масло из картера двигателя</i>                                       |                         |                           |                                                                            |                         |
| 22                         | Втулочно-роликовые цепи напора-возврата, механизма опускания стрелы и механизма хода | 5                       |                           | <i>Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»</i>                          |                         |
|                            | <i>Масло индустриальное И-40А</i>                                                    |                         | 14                        | Серьга коуша, втулки блоков и кронштейна двупной стойки                    | 5                       |
| 24                         | Шарниры рычагов: управления главной муфты двигателя                                  | 7                       | 8                         | Подшипники:                                                                | 1                       |
| 19                         | фрикционных муфт главной лебедки                                                     | 10                      | 12                        | левой опоры горизонтального вала реверсивного механизма                    | 1                       |
| 20                         | Шарниры тормозов главной лебедки и управления тормозами                              | 18                      | 11                        | левой опоры вала реверса главной лебедки                                   | 1                       |
|                            |                                                                                      |                         | 17                        | Подшипники:                                                                | 1                       |
|                            |                                                                                      |                         | 18                        | гильзы зубчатого венца реверса главной лебедки                             | 2                       |
|                            | <i>Летом солидол «С», зимой пресс-солидол «С»</i>                                    |                         | 33                        | левой и правой опор вала главной лебедки                                   | 2                       |
| 40                         | Подшипники горизонтального вала механизма хода                                       | 4                       | 38                        | левого и правого барабанов главной лебедки                                 | 2                       |
| 41                         | Нижний подшипник вертикального вала механизма хода                                   | 1                       | 16                        | барабана реверса главной лебедки                                           | 1                       |
| 39                         | Подшипники:                                                                          |                         | 38                        | конических шестерен горизонтального вала реверсивного механизма            | 2                       |
| 44                         | полусей горизонтального вала механизма хода                                          | 2                       | 16                        | Подшипник барабана успокоителя грейфера                                    | 1                       |
| 48                         | натяжных колес гусеничного хода                                                      | 4                       | 26                        | Канат управления двигателем                                                | 2                       |
| 45                         | Втулки колес гусеничного хода:                                                       | 6                       | 13                        | Ступица цилиндра фрикционной муфты реверса главной лебедки                 | 1                       |
| 47                         | ведущих                                                                              | 10                      | 15                        | Верхний подшипник, кулачковая муфта и подшипники вала механизма поворота   | 1                       |
| 1                          | опорных                                                                              | 4                       |                           | Подшипники:                                                                |                         |
| 50                         | поддерживающих                                                                       | 2                       | 9                         | верхний промежуточного вала механизма реверса                              | 1                       |
| 43                         | Шарики подшипника вала главной муфты                                                 | 4                       | 34                        | правой опоры вала реверса главной лебедки                                  | 1                       |
|                            | Ролики опорно-поворотного круга                                                      | 3                       | 10                        | Втулка звездочки вала реверса главной лебедки                              | 1                       |
|                            | Шарнир храпового устройства                                                          |                         | 49                        | Шлицы кулачковых муфт                                                      | 2                       |
| Через каждые 240 ч работы. |                                                                                      |                         |                           |                                                                            |                         |
|                            | <i>Масло индустриальное И-40А</i>                                                    |                         |                           |                                                                            |                         |
| 35                         | Сухари включения и ступица кулачковой муфты реверса главной лебедки                  | 3                       |                           | Через каждые 960 ч работы.                                                 |                         |
| 29                         | Шарниры рычагов тормоза реверса главной лебедки                                      | 4                       |                           | <i>Масло для коробок передач и рулевого управления</i>                     |                         |
|                            |                                                                                      |                         | 42                        | Коническая шестерня механизма хода                                         | 1                       |



249

Места смазывания механизмов поворотной платформы экскаватора Э-652Б



250

Места смазывания механизмов нижней тележки экскаватора Э-652Б

Таблица 21

Таблица смазки рабочего оборудования  
прямой лопаты экскаватора Э-652Б

| Позиция<br>на рис.<br>251                                 | Смазываемые места                                                             | Число<br>смазы-<br>ваемых<br>мест | Позиция<br>на рис.<br>251                                 | Смазываемые места                              | Число<br>смазы-<br>ваемых<br>мест |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 10                                                        | Через каждые 60 ч<br>работы                                                   | 5                                 | 8                                                         | Подвесные блоки стрелы                         | 2                                 |
|                                                           | <i>Масло индустриальное И-40А</i>                                             |                                   | 6                                                         | Подшипники седла рукояти                       | 2                                 |
|                                                           | Шарниры механизма открывания<br>днища ковша                                   |                                   | 4                                                         | Блок и ролики каната открывания<br>днища ковша | 3                                 |
| 3                                                         | <i>Смазка графитная УСсА</i>                                                  | 1                                 | 5                                                         | Подшипники блоков седлового<br>вала            | 2                                 |
|                                                           | Рукоять (боковые поверхности)                                                 |                                   | 2                                                         | Вкладыш пята стрелы                            | 2                                 |
| 7                                                         | <i>Смазка канатная 3Уу</i>                                                    | 4                                 | 1                                                         | Подшипники напорного барабана                  | 2                                 |
|                                                           | Канаты: стреловой, подъемный,<br>напорный, возвратный и от-<br>крывания днища |                                   | 11                                                        | Подшипники блока ковша                         | 1                                 |
|                                                           | Через каждые 240 ч<br>работы                                                  |                                   | Через каждые 960 ч<br>работы                              |                                                |                                   |
| <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i> |                                                                               |                                   | <i>Летом — солидол «С»,<br/>зимой — пресс-солидол «С»</i> |                                                |                                   |
|                                                           |                                                                               |                                   | 9                                                         | Подшипники головных блоков<br>стрелы           | 2                                 |

## § 57

### Контроль состояния и крепления деталей

Работа каждой машины связана с преодолением сил трения, возникающих при относительном движении ее деталей. Как бы малы эти силы ни были, они вызывают изнашивание деталей, в результате чего изменяются их размеры и конфигурация. Различают два вида изнашивания: механическое и химическое.

Механическое изнашивание подразделяют на естественное и аварийное. Естественное изнашивание является неизбежным поверхностным разрушением, интенсивность которого определяется назначением и конструкцией сочленения; с течением времени естественное изнашивание медленно нарастает.

Аварийное изнашивание появляется при неправильной эксплуатации машины и приводит к преждевременному выводу детали из строя. Аварийное изнашивание развивается весьма интенсивно и может вызвать в деталях напряжения, превышающие расчетные.

На рис. 252 графически изображено нарастание линейного износа деталей. Начальный участок I соответствует периоду приработки трущейся пары, когда происходит взаимная притирка и подгонка деталей, поэтому изнашивание происходит несколько интенсивнее. Участок II соответствует периоду нормальной работы сопряжения, когда приработка закончилась и изнашивание протекает с установившейся скоростью.

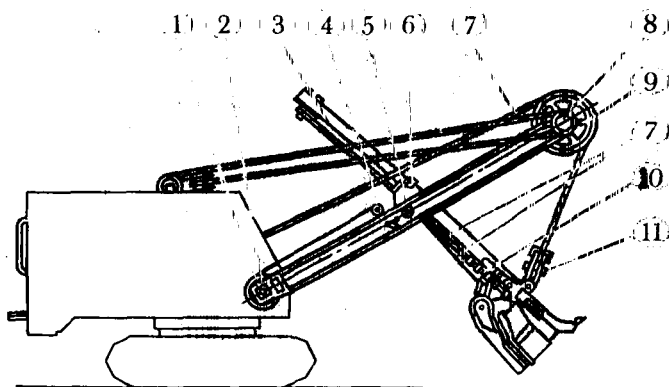
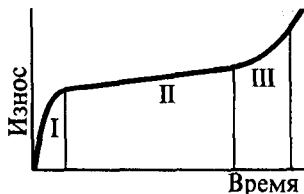
При нормальном естественном изнашивании машина работает бесперебойно, пока не наступает момент, когда образовавшийся в сочленении зазор превышает величину, допустимую для нормальной работы сочленения. В этом случае (участок III) наблюдается весьма интенсивное аварийное изнашивание. Нормальный срок службы деталей характеризуется отрезком времени, равным величине участков I и II.

Химическое изнашивание деталей — результат воздействия на них различных кислот, щелочей, газов и высокой температуры. При эксплуатации экскаваторов химическое изнашивание сравнительно невелико и распространяется главным образом на металлоконструкции стрел и кузовов и детали гусеничного хода, на которые атмосферные осадки действуют непосредственно.



# Места смазывания прямой лопаты экскаватора Э-652Б

## График нарастания износа



Различают следующие виды трения: жидкостное, при котором трущиеся поверхности полностью разделены слоем смазки; сухое, когда между трущимися поверхностями смазка полностью отсутствует; граничное, при котором трущиеся поверхности разделены очень тонким слоем смазки. Для деталей экскаватора характерна работа в условиях граничного трения (подшипники скольжения гусеничного ходового устройства, ходового механизма), когда трущиеся поверхности непосредственно контактируют.

Некоторые детали (например, рабочие поверхности фрикционных муфт и тормозов) работают при сухом трении. Изнашивание при сухом трении протекает весьма интенсивно и зависит главным образом от материала трущихся деталей и скорости скольжения. Общее изнашивание при сухом трении складывается из двух не зависящих друг от друга процессов: истирания и смятия. В некоторых соединениях при сухом трении преобладает один из этих процессов. Например, изнашивание поверхностей тормозных и фрикционных дисков происходит главным образом за счет отрыва мелких частиц металла диска и колодки, т. е. за счет истирания; изнашивание проушин звеньев гусениц наблюдается в основном из-за смятия металла.

Для подшипников качения и зубьев шестерен закрытых передач характерно изнашивание от усталостного выкрашивания рабочих поверхностей (рис. 253). Это же относится и к поверхностям гусеничных звеньев и опорных катков. Выкрашивание чаще всего приобретает характер прогрессивно нарастающего процесса, так как поверхности трения покрываются «оспинами», в которые легко выдавливается смазка. Рабочие поверхности начинают работать в режиме сухого трения, вызывая еще большее изнашивание.

Точное определение технического состояния машин дает возможность составить реальный план подготовки ее к ремонту. Машинист экскаватора при работе машины или проведении технического обслуживания должен контролировать состояние различных деталей: их размеры, появление течи, стуков, вибраций и т. п. При ежесменном обслуживании (очистке и обтирке машины) машинист и его помощник не только проверяют состояние металлоконструкций, но и выявляют ослабленные болтовые соединения.

От вибрации или толчков, возникающих при работе машины, может нарушиться то или иное устройство, предохраняющее гайки болтов от самоотвинчивания. Значительно ослабевшие болты обнаруживают легким постукиванием молотком по гайкам и головкам: недостаточно затянутые гайки издают глухой дребезжащий звук.

Для предохранения болтового соединения от раскручивания применяют контргайки, пружинные шайбы, стопорную проволоку, корончатые гайки со шплинтами, отгибные шайбы, круглые гайки и замковые шайбы.

Контргайку (рис. 254, а) навинчивают только после затягивания основной гайки. Новые пружинные шайбы (рис. 254, б) вместо выбывших из строя устанавливают лишь в том случае, если внутренний диаметр их соответствует диаметру болта или шпильки. Шайбы,

бывшие в употреблении, могут быть использованы вторично, если они достаточно упруги, что выявляют по величине развода концов шайбы. Эта величина составляет не менее полуторной толщины шайбы. После затяжки гайки пружинная шайба должна прилегать к опорной поверхности детали и торцу гайки по всей окружности; зазор в разрезе шайбы допускается до половины ее толщины, но не более 2 мм. Не допускается устанавливать две пружинные шайбы под одну гайку.

Опорные поверхности под гайку и торец гайки при использовании упругих шайб портятся, и если соединение перебирают, то их нужно зачищать. Пружинные шайбы получили распространение для крепления болтов крышек корпусов, соединения частей кузова и всевозможных фланцев.

Головки болтов, крепящих прокладки седловых подшипников, торцовые крышки стреловых болтов, часто стопорят мягкой проволокой (рис. 254, в). Проволоку в отверстия вводят крест-накрест таким образом, чтобы натяжение, получающееся после стягивания концов проволоки, способствовало завинчиванию резьбы. Концы проволоки тщательно скручивают и обрезают на расстоянии 5—7 мм от начала скрутки. Проволока должна быть мягкой, без скрученных и надломленных мест.

При стопорении гайки разводящим шплинтом (рис. 254, з) шплинт должен сидеть в отверстии болта или в шпильке плотно и выступать над торцевой поверхностью гайки не более чем на 0,3 его диаметра. Головка шплинта должна утопать в прорези гайки, а концы его необходимо разводить: один — на торец болта, другой — на грань гайки. Концы шплинта плотно прижимают к деталям.

Отгибные шайбы (рис. 254, д) выполняют из мягкой листовой стали толщиной 1—1,25 мм. После затяжки гайки выступы шайбы отгибают: один — на грань, а второй — по кромке корпуса. Таким способом крепят, например, разъемные корпуса седловых подшипников. Замковыми шайбами (рис. 254, е) стопорят круглые гайки, крепящие подшипники на валах механизма реверса, поворота главной и стреловой лебедок.

## § 58

### Регулирование механизмов

Механизмы регулируют для поддержания необходимого взаимодействия узлов и агрегатов без замены или изменения размеров деталей. Регулирование бывает текущим, сезонным и технологическим.

Текущее регулирование выполняют в процессе работы для предупреждения естественно-го износа деталей и потерь узлами заданного регулирования; сезонное — проводят для предупреждения возможных расстройств в машине при перемене времени года. Технологическое регулирование выполняют при изменении рабочего оборудования машины.

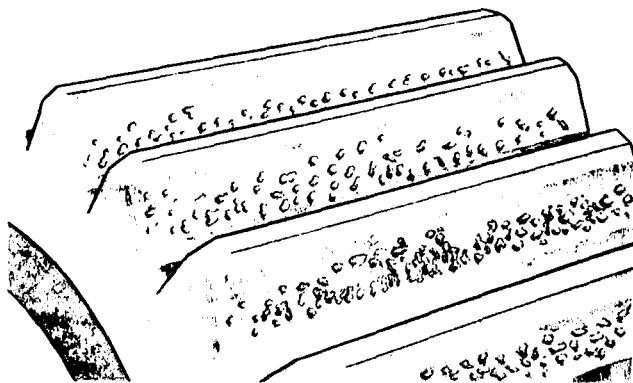
**Фрикционные механизмы.** Работу фрикционных муфт и тормозов проверяют при максимальной нагрузке на рабочие органы.

Фрикционные муфты подъемного барабана не должны пробуксовывать во время набора грунта при включенной фрикционной муфте напорного барабана и включенном тормозе напора. Тормоз подъемного барабана должен надежно удерживать ковш прямой лопаты, наполненный с «шапкой», а тормоз напорного барабана — рукоять от возвратного движения.

При работе с драглайном тормоз подъемного барабана должен удерживать подъемный канат с поднятым ковшом во время включения муфты тягового барабана и подтягивании ковша к самой стреле. Фрикционная муфта тягового барабана при полном включении не должна пробуксовывать вплоть до нагрузки, вызывающей полный останов двигателя. Те же требования предъявляют к муфте тягового барабана обратной лопаты. Тормоз подъемного барабана обратной лопаты должен свободно удерживать стрелу с груженым ковшом на максимальной высоте.

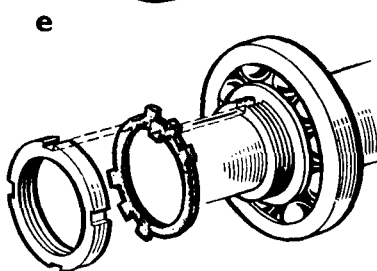
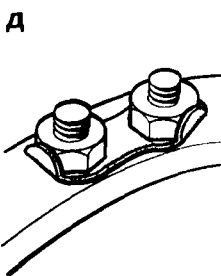
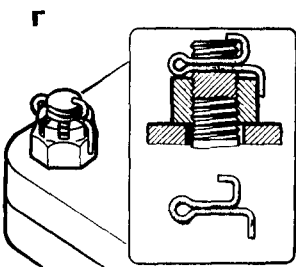
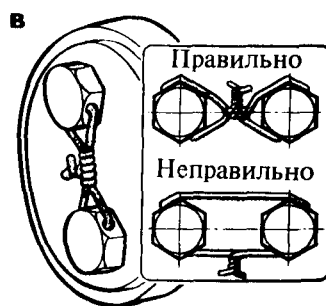
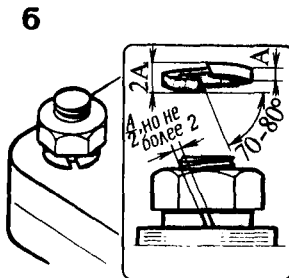
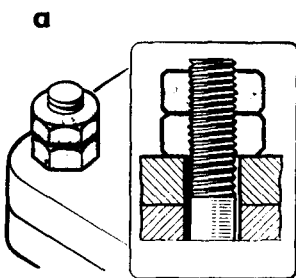
Следует добиваться, чтобы все тормоза работали безотказно и равномерно, вызывая точную остановку управляемого ими рабочего органа и плавное опускание ковша или груза.

Характер усталостного выкрашивания зубьев шестерни



Приспособления, предохраняющие крепежные детали от самопроизвольного ослабления:

а — контргайка,  
б — пружинная шайба,  
в — стопорная проволока,  
г — корончатая гайка со шплинтом,  
д — отгибная шайба,  
е — круглая гайка и замковая шайба



При крановом оборудовании тормоза и фрикционные муфты проверяют в присутствии инспектора Госгортехнадзора СССР, поднимая груз, масса которого в 1,3 раза больше массы, допустимой при данном вылете стрелы.

Дисковые фрикционные муфты, применяющиеся на экскаваторах в качестве главных муфт, позволяют отсоединять двигатель от трансмиссии. Их регулируют на плавность включения и величину отхода дисков. Величина отхода нажимных рычагов от нажимного диска при сжатых пружинах должна быть в пределах 1—2 мм.

На двигателях Д-108 главную муфту в случае пробуксовывания регулируют следующим образом: ослабляют гайку стяжного болта крестовины муфты и поворачивают крестовину на несколько градусов в сторону, противоположную вращению маховика, чтобы приблизить ее к нажимному диску.

Когда нажимная втулка переходит мертвое положение, слышен характерный щелчок от удара втулки о крестовину. Если муфта окажется затянутой слишком сильно, несколько проворачивают крестовину в обратном направлении. После регулировки затягивают стяжной болт крестовины и законтривают его отгибной шайбой.

Для гарантии полного выключения муфты при упоре нажимного диска в маховик между нажимной и упорной втулками оставляют зазор не менее 0,5 мм.

Конусные фрикционные муфты устанавливают на механизмах реверса экскаваторов Э-652Б. Регулирование этих муфт заключается в том, чтобы установить величину осевого перемещения подвижного диска муфты 1—1,5 мм. По мере износа конусных колодок величину хода муфты регулируют.

Для проверки величины осевого хода подвижного диска муфты включают муфты и измеряют зазор между плоскостью головки болта 4 (рис. 255), ввернутого в прилив подвижного диска 3 муфты и торцевой плоскостью хомута 2, закрепленного на горизонтальном валу 1 механизма реверса. Величина зазора должна быть 1,5—2 мм. Если он больше или меньше указанных размеров, его регулируют. Для этого ослабляют контргайку 5, ввинчивают или вывинчивают болт 4, проверяют величину зазора и контргайку закрепляют.

Следует иметь в виду, что пресс-масленка наружного подшипника ведущего диска размещена между дисками муфты, поэтому при регулировании муфты или смене конусных колодок проверяют количество смазки и в случае необходимости добавляют ее.

После регулировки величины осевого хода подвижного диска проверяют надежность работы дисков и четкость их отхода от неподвижных частей, поочередно включая муфты. Если муфты включаются с замедлением, регулируют натяжение возвратных пружин. При контроле конусных фрикционных муфт проверяют также степень износа конусных колодок (рис. 256), при необходимости под них устанавливают прокладки.

Ленточные фрикционные муфты регулируют так, чтобы при их выключении наружная лента экскаватора Э-652Б равномерно отходила от шкива по всей длине его окружности с зазором 1,5—2 мм. Если зазор меньше или больше, проверяют плотность затяжки болтов, соединяющих половины лент, включают муфты, регулируют болт 1 (рис. 257) так, чтобы его конец отходил от ленты на 1,5—2 мм, затем болт 1 закрепляют контргайкой, а болты 3 устанавливают так, чтобы между болтом и лентой был зазор 1,5—2 мм. Регулируют с помощью вилки 7 длину распорной тяги так, чтобы при включении муфты конец ленты плотно прилегал к шкиву. Ослабляют стопорный болт 6 регулировочной гайки и, поворачивая ее, регулируют длину стяжки, чтобы ход поршня составлял 15 мм.

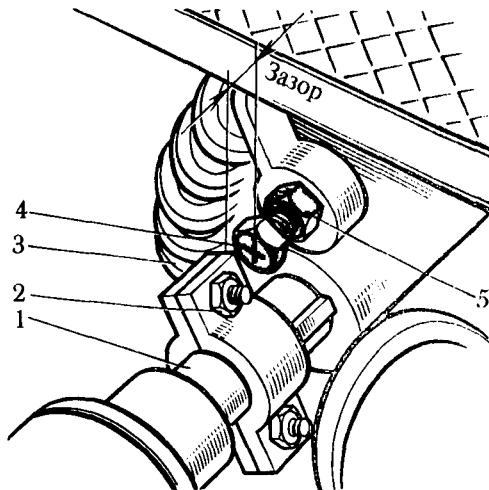
Муфта должна быстро и плавно выключаться возвратной пружиной 4. По окончании регулировки следует убедиться в том, что при выключении муфты болты 3 касаются ленты.

Ленточная фрикционная муфта не требует частого регулирования. Регулирование повторяют только при износе накладок на 1,5—2 мм по толщине и увеличении хода поршня до 30 мм, когда рычаг 2 при включении муфты начинает упираться в ребро крестовины. У тормозов барабанов главных лебедок проверяют равномерность отхода ленты от шкива (с зазором 1,5—2 мм), степень износа фрикционных накладок (допустимый износ до 30% номинальной толщины накладки) и длину хода включающей педали. Для регулирования подтягивают гайки стяжного болта, соединяющего половины лент. Например, на экскаваторах Э-652Б величину зазора между лентой тормоза и шкивом барабана лебедки регулируют гайками 1 (рис. 258) болта, соединяющего половины лент тормоза. Затем проверяют работу оттяжных пружин 2 и 8 и при необходимости ослабляют или усиливают их действие, завинчивая гайки. Величину хода педали 5 при включении регулируют гайкой 4 тяги 3. Педаль возвращается в исходное положение под действием пружины 7. В случае замедленного возвращения педали подтягивают пружину 7 гайкой 6.

Регулирование ленточных тормозов заключается в том, что проверяют равномерность и величину отхода ленты от шкива при полностью выключенном тормозе. Зазор должен быть 1,5—2 мм. Для регулирования подтягивают гайки стяжного болта, соединяющего половины лент (рис. 259).

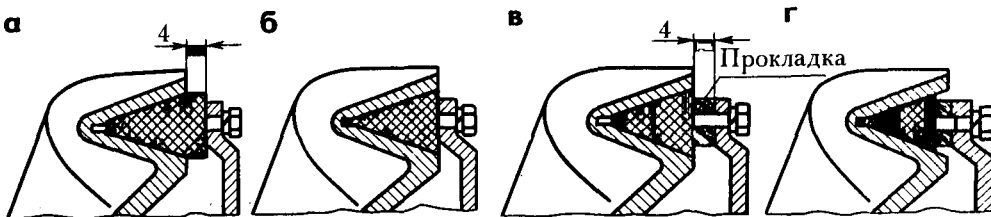
**Регулирование осевого перемещения подвижного диска конусной фрикционной муфты механизма реверса экскаватора Э-652Б:**

1 — горизонтальный вал механизма реверса,  
2 — хомут,  
3 — подвижный диск,  
4 — болт,  
5 — контргайка



**Износ конусных колодок фрикционной муфты:**

а — новая колодка,  
б — изношенная до необходимости установки прокладок,  
в — колодка с установленной прокладкой,  
г — полностью изношенная колодка



На экскаваторах Э-652Б проверяют величину затяжки пружины тормоза и величину свободного хода рычага храпового устройства стреловой лебедки. Пружина 2 (рис. 260) тормоза считается нормально затянутой, если шток 1 при включенном тормозе выступает из кронштейна 4 опоры на 9 мм. Тормозную ленту стягивают гайками 8. Величина свободного хода тяги 9 храпового устройства при выключенной собачке 5 (поднятой вверх) должна быть 10 мм. Это проверяют по зазору между шайбой 6 и упором рычага 7. Механизм управления должен быть отрегулирован так, чтобы при выключенном положении тяги собачка 5 надежно удерживалась в поднятом положении, не препятствуя вращению шкива.

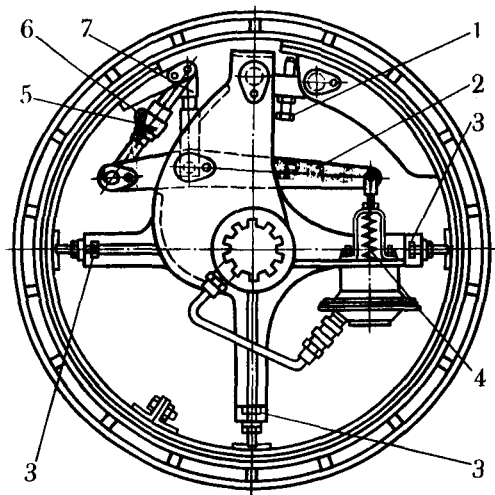
Тормоз механизма поворота экскаваторов Э-652Б включается пружиной 2 (рис. 261), а выключается пневмокамерой 1. Регулируют тормоз стяжным болтом 4 таким образом, чтобы сумма зазоров А и Б между проушинами лент тормоза и выступами планки 3 была 8 мм. В этом случае во время включения тормоза платформа экскаватора должна удерживаться от самопроизвольного поворота при боковом крене до 15°.

Ленты фрикционных муфт и тормозов регулярно проверяют. Заклепки должны не доходить до поверхности шкива и быть утопленными в накладке на 1—1,5 мм (рис. 262). При смене накладок и их приклепке также соблюдают это условие, предусматривая 2—3 мм запаса на износ. Заклепки применяют из алюминия или меди.

Тормозные устройства горизонтального вала механизма передвижения должны надежно удерживать его в заторможенном состоянии. На экскаваторах Э-652Б горизонтальный вал тормозят с помощью храпового устройства. Собачки храпового устройства выключают

### Регулирование фрикционной муфты с внутренней лентой (экскаватор Э-452Б):

- 1, 3 и 6 — болты,  
2 — рычаг,  
4 — возвратная пружина,  
5 — стяжная гайка,  
7 — вилка



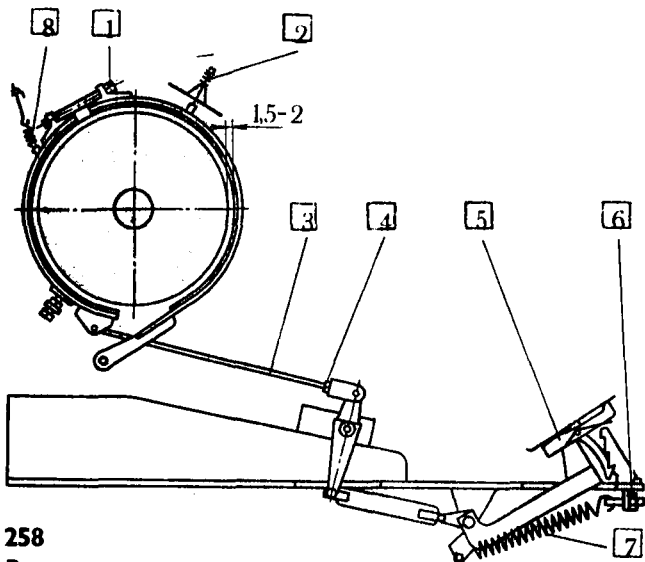
чают пневматическим цилиндром 4 (рис. 263). При прекращении давления в цилиндре 4 собачка 1 под действием пружины 2 прижимается к поверхности шкива. Пружину регулируют болтом 3. Длину хода штока цилиндра регулируют таким образом, чтобы при включении цилиндра собачка поднималась на 10 мм выше выступов кулачкового шкива.

Колодочный тормоз колеса пневмоколесного хода регулируют так, чтобы между колодками и шкивом при выключении тормоза зазор был 0,5—0,6 мм и вся поверхность колодок при включении тормоза прилегала к нему.

С помощью разжимного кулака 1 (рис. 264) включают тормоз, а также подтягивают его в пределах полного износа его накладок. Вращая ось 4 червяка 3 ключом за ее конец, выступающий из корпуса 5, поворачивают червячное колесо 2, а вместе с ним и разжимный кулак, создавая необходимый зазор между колодкой и барабаном. Нормальная величина хода штока 6 тормозной камеры 8, а вместе с ним и включающего рычага 7 не должна превышать 35 мм.

При регулировании тормоза колеса поднимают домкратом колесо; вращают червяк в одном направлении до тех пор, пока колодки не будут слегка прихватывать барабан, затем в обратном направлении до тех пор, пока колесо не начнет вращаться свободно и величина зазора между тормозным барабаном и средней частью колодки не будет в пределах 0,5—0,6 мм. В заключение проверяют, одновременно ли тормозятся правые и левые колеса.

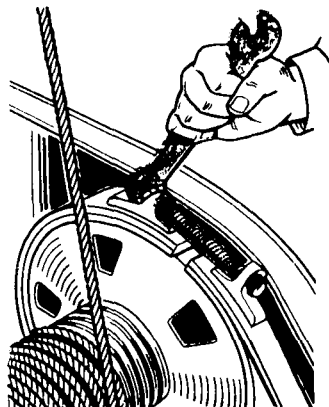
На экскаваторах ЭО-4321 для включения колодочного тормоза применена гидросистема. При регулировании тормоза проверяют уровень жидкости в бачке тормозной системы и при необходимости доливают жидкость. Очищают от пыли и грязи клапаны для выпуска воздуха на тормозных гидроцилиндрах; снимают резиновый защитный колпачок с клапана выпуска воздуха тормозного гидроцилиндра и надевают на головку клапана резиновый шланг; свободный конец резинового шланга погружают в тормозную жидкость, налитую в чистый стеклянный сосуд емкостью не менее 0,5 л на половину его высоты; удерживая шланг в жидкости, резко 4—5 раз нажимают на педаль тормоза с интервалом в 1—2 с. Оставив педаль нажатой, отвертывают на  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  оборота клапан выпуска воздуха. Под действием давления педали часть жидкости и содержащийся в ней воздух выйдет через шланг в сосуд. После того как прекратится истечение жидкости, не опуская педали, завертывают клапан выпуска воздуха (эти операции необходимо проводить до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха), добавляют жидкость в бачок; удерживая педаль нажатой, завертывают до отказа клапан выпуска воздуха, снимают шланг и надевают защитный колпачок.



258

Регулирование тормоза главной лебедки экскаватора Э-652Б:

1, 4 и 6 — гайки,  
2, 7 и 8 — оттяжные пружины,  
3 — тяга,  
5 — педаль



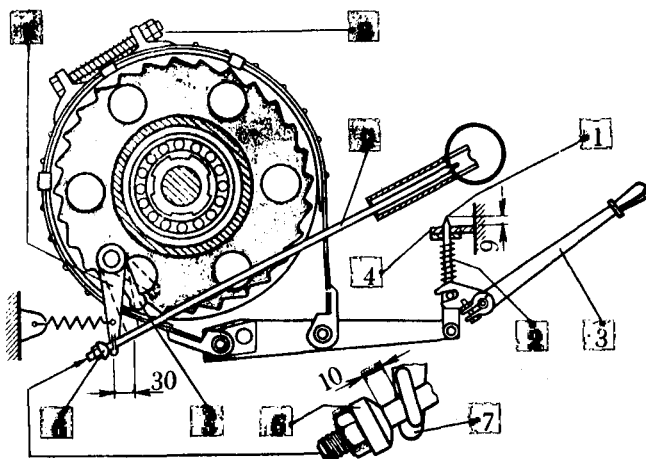
259

Регулирование ленты тормоза стреловой подъемной лебедки экскаватора Э-652Б

260

Регулирование тормоза и храпового устройства стрелоподъемной лебедки экскаватора Э-652Б:

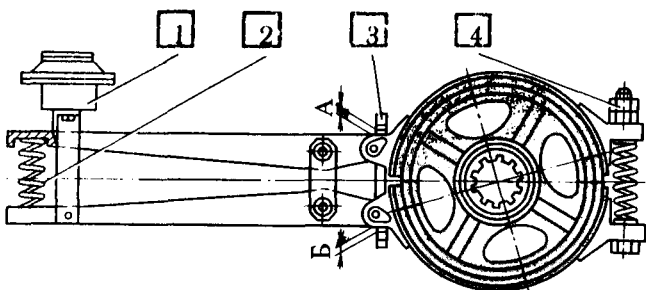
1 — шток,  
2 — пружина,  
3 — рычаг тормоза,  
4 — кронштейн,  
5 — собачка,  
6 — шайба,  
7 — рычаг,  
8 — гайки,  
9 — тяга



261

Регулирование тормоза механизма поворота экскаватора Э-652Б:

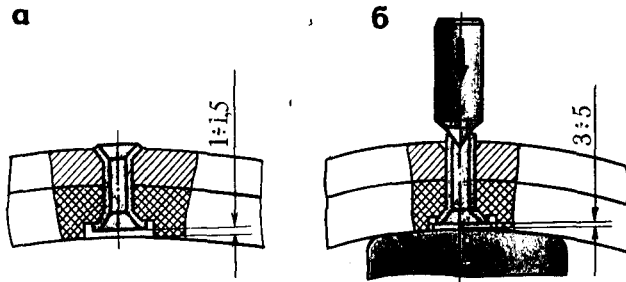
1 — пневмокамера,  
2 — пружина,  
3 — ограничительная планка,  
4 — стяжной болт



### Клепка фрикционных накладок:

а — правильное положение заклепки,

б — приспособления для клепки



**Зубчатые передачи.** В процессе работы следят за состоянием и степенью износа зубчатых передач. При проверке конических шестерен механизма реверса определяют величину радиального зазора, для чего проверяют «игру» неподвижного (ведомого) диска фрикционной муфты покачиванием ступицы диска в правую и левую стороны (рис. 265, а). «Игра» наиболее удаленной от вала точки диска должна быть 1—1,5 мм.

Если величина «игры» различна для правой и левой конических шестерен, сдвигают горизонтальный вал в сторону, обратную конической шестерне с большой «игрой», за счет смены полуколец, установленных между буртом обоймы 1 и стаканом 3 левого сферического роликоподшипника вала 4 (рис. 265, б).

**Цепные передачи.** Работа цепных передач нарушается из-за вытягивания цепей, износа и смещения звездочек. Более всего изнашиваются втулки и пальцы цепей. Общее удлинение цепи приводит к провисанию ее нерабочей ветви. У быстроходных цепных передач провисшая нерабочая ветвь начинает перемещаться волнообразно, с вибрацией и ударами. Полностью ликвидировать провисание нерабочей ветви невозможно, да и вредно, так как излишнее натяжение резко увеличивает трение в шарнирах цепи.

Цепные передачи редукторов на экскаваторах Э-652Б имеют натяжные устройства (рис. 266), состоящие из ролика 1, вилкообразного рычага 2, валика 6, прижимного рычага 5, тяги 3 и пружины, установленной в кожухе 7. Натяжение цепей регулируют гайками 4, навинчиваемыми на хвостовую часть тяги 3.

При замене цепных звездочек проверяют точность их установки, чтобы сопряженные детали работали без перекоса, так как при перекосах цепь выходит из строя.

Совпадение плоскостей звездочек проверяют установкой линейки в верхнее А (рис. 267) и нижнее В положения, прикладывая кромку линейки к плоскости большой звездочки в точках Х и Z. Кромка линейки в точке Х должна касаться ведущей звездочки. Если касания нет, регулируют положение дизеля до тех пор, пока кромка линейки не будет касаться звездочек одновременно в указанных точках Х и Z. Отклонения в точке Х допускаются в пределах  $\pm 0,5$  мм.

В цепных передачах механизма напора номинальной считается величина провисания цепи нерабочей ветви между двумя опорами не более чем на 1% свободной длины. Наибольшую величину провисания цепи между двумя звездочками определяют установкой рейки на щеки цепи, находящиеся на звездочках.

На экскаваторах Э-652Б цепь 2 (рис. 268), соединяющую барабан 1 главной лебедки и напорный барабан 3, натягивают двумя эксцентриковыми устройствами, которые расположены в опорных башмаках 4, приваренных к проушинам поворотной платформы. Концы оси 5 барабана установлены в эксцентриковых бобышках 6, которые размещают в опорных башмаках и закрепляют крышкой 7. Ось барабана при поворачивании эксцентриковых бобышек отодвигается и цепь натягивается. Нужно положение эксцентриковых бобышек фиксируют стопорными шайбами 8.

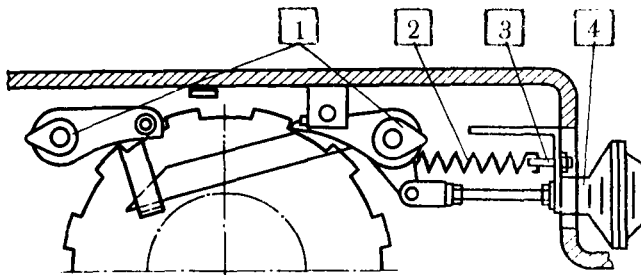
Для регулирования цепных передач механизма передвижения ослабляют натяжение гусеничной ленты, перемещая направляющие колеса. Затем винтами натяжных устройств ведущих колес цепи натягивают. При этом вал должен быть установлен без перекоса. После натяжения цепи закрепляют гайки.



263

Регулирование храпового устройства ходового механизма экскаватора Э-652Б:

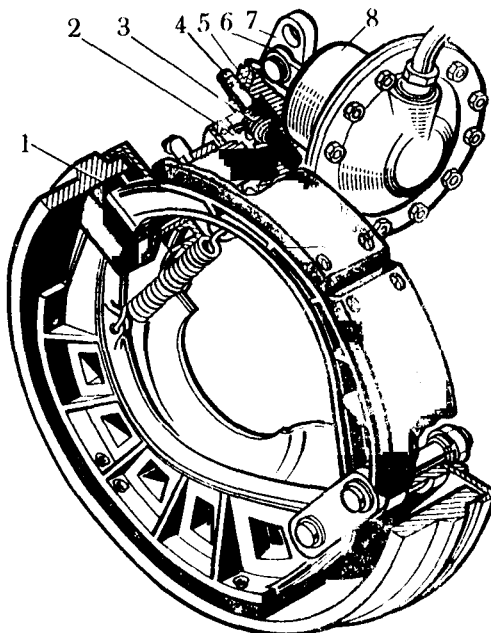
- 1 — собачки,
- 2 — пружина,
- 3 — регулировочный болт,
- 4 — цилиндр



264

Регулирование тормоза пневмокошесного ходового устройства:

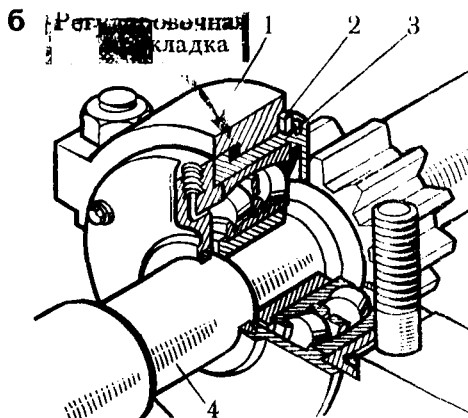
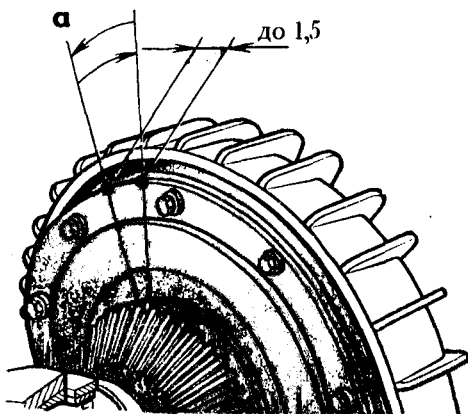
- 1 — разжимный кулак,
- 2 — червячное колесо,
- 3 — червяк,
- 4 — ось червяка,
- 5 — корпус,
- 6 — шток,
- 7 — рычаг,
- 8 — тормозная камера



265

Регулирование механизма реверса экскаватора Э-652Б:

- а — проверка радиального зазора,
- б — регулирование зазора;
- 1 — обойма,
- 2 — полукольцо,
- 3 — стакан,
- 4 — вал



На экскаваторах с уширенным гусеничным ходом движение на ведущие колеса передается с помощью двух цепей, которые соединены двояной звездочкой, установленной в подшипниках на гусеничной балке. В этом случае в первую очередь натягивают цепь, соединяющую горизонтальный вал с промежуточной звездочкой, а затем цепь, соединяющую промежуточную звездочку с ведущим колесом.

**Гусеничная лента** считается нормально натянутой при провисании ее между поддерживаемыми роликами в пределах 40—80 мм. Натягивают ее натяжными винтами направляющих колес. Перед натяжением проверяют состояние пальцев гусеничных звеньев и их шплинтов. В случае необходимости устанавливают новые шплинты.

**Кулачковые муфты.** Регулируя кулачковые муфты, обращают внимание на состояние их рабочих поверхностей. Кулачки, изношенные до 10%, опиливают; если износ больше, кулачки наплавляют и затем обрабатывают до номинальных размеров.

Регулируя включение кулачковых муфт, обращают внимание на плавность включения и выключения. Заедание муфт не допускается.

Кулачковые муфты полуосей горизонтального вала ходового механизма экскаваторов Э-652Б удерживаются в зацеплении пружиной (рис. 269), которая при выключенном положении муфт растягивается на 100 мм. Натяжение пружины регулируют стяжной гайкой.

**Подшипники качения.** Контролируют качество их посадки, величину радиального или осевого люфта, состояние рабочих поверхностей тел качения и беговых дорожек.

В большинстве случаев при техническом обслуживании работу подшипника качения можно контролировать, руководствуясь только внешними признаками: шумом, температурой, вибрацией. Основные дефекты, которые можно обнаружить таким способом, и возможные причины их возникновения следующие: резкий шум низкого тона — из-за вмятин на дорожках качения, вызванных неправильным монтажом; металлический стук — вследствие недостаточного внутреннего зазора в подшипнике; неравномерный шум — из-за наличия посторонних частиц на дорожках качения (загрязнение при сборке); ненормальное повышение температуры — результат недостаточного внутреннего зазора в подшипнике или проворачивания колец на валу и в корпусе.

Для радиально-упорных подшипников зазор может быть отрегулирован двумя способами:

смещением внешнего кольца 1 (рис. 270) относительно внутреннего 2 с помощью металлических прокладок 4, устанавливаемых между торцом крышки 3 и опорной поверхностью корпуса 5; прокладки изготовляют из калиброванной жести или латуни толщиной от 0,05 до 0,3 мм;

смещением внутреннего кольца 2 относительно внешнего 1 путем подтягивания гайки на валу.

**Системы управления.** Систему механического управления проверяют при включении механизмов вхолостую. Рычаги и педали фрикционных муфт и тормозов должны начинать плавное включение механизмов не более чем с половины хода рычага. Свободный ход рычагов и педалей управления, вызываемый наличием зазоров в шарнирах, должен быть не более  $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{20}$  величины хода рычага.

Следует обращать внимание также на усилие, необходимое для включения механизма: усилие для включения рычага должно быть не более 7,5 кгс, а усилие на педали — не более 16 кгс. Величину этих усилий регулируют, ослабляя возвратные пружины и устраняя заедания в шарнире.

В системе пневматического управления перед регулированием проверяют давление в системе. Регулярно (раз в смену) после окончания работ продувают ресивер системы и спускают конденсат. Также регулярно спускают отстой из маслоотделителя. Периодически проверяют герметичность всех соединений.

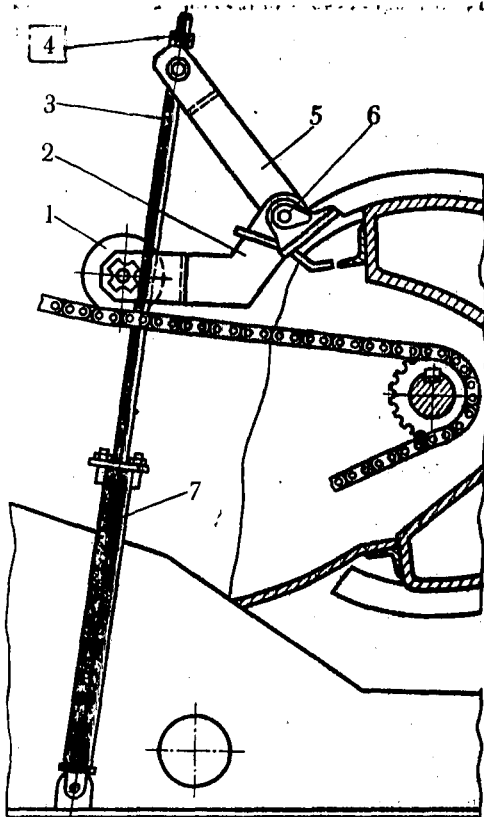
Утечку воздуха проверяют с помощью мыльной воды (допускаемой утечкой воздуха считается такая, при которой мыльный пузырь размером 25 мм появляется не чаще чем через 5 с).

Внимательно следят за натяжением ремней привода компрессора, не допуская их буксования.

266

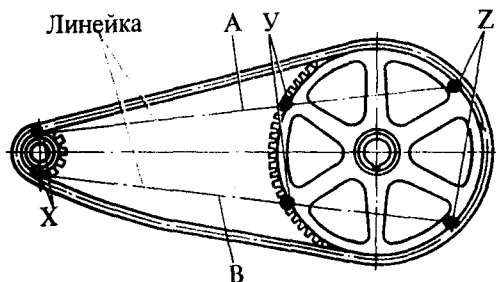
**Натяжное устройство приводной цепи редуктора экскаватора Э-652Б:**

1 — ролик, 2 — рычаг, 3 — тяга, 4 — гайка, 5 — прижимный рычаг, 6 — валик, 7 — кожух пружины



267

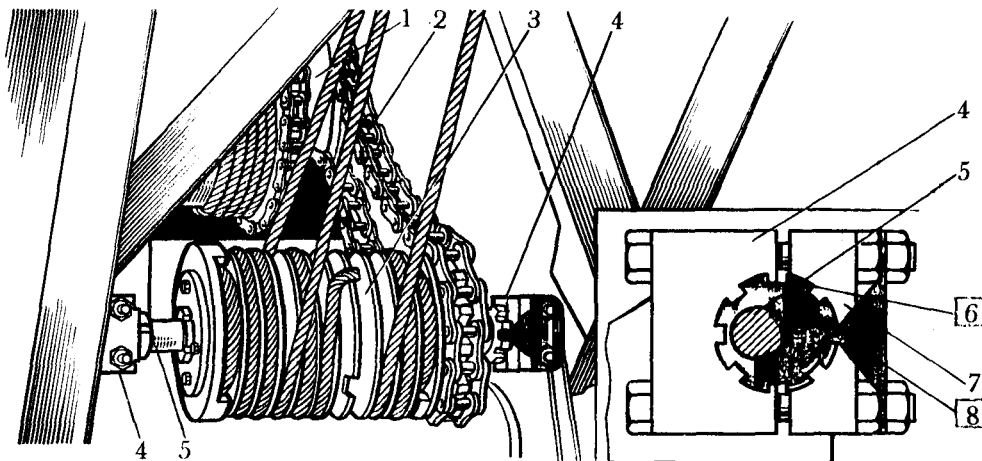
**Проверка совпадения плоскостей звездочек**



268

**Регулирование натяжной цепной передачи привода напорного барабана экскаватора Э-652Б:**

1 — барабан главной лебедки, 2 — цепь, 3 — напорный барабан, 4 — опорный башмак, 5 — ось барабана, 6 — эксцентриковая бобышка, 7 — крышка, 8 — стопорная шайба



Ежедневно (а в холодное время года и при длительных остановках машины) выпускают воду и масло из секционного охладителя и масловлагоотделителя, а воздухопроводы продувают. Зимой конденсат выпускают сразу же после остановки машины. Спускные краны во время стоянки оставляют открытыми.

Основные неисправности системы пневмоуправления, связанные с изменением давления в системе, которые необходимо учитывать при регулировании этой системы:

I. Давление в пневмораспределителе понижается медленно.

1. Утечка воздуха в воздухопроводе. Проверить соединения трубопровода; ослабевшие подтянуть. Обнаруженные трещины в воздухопроводе запаять или поставить новые трубки.

2. Утечка воздуха через золотник. Сделать несколько включений и выключений рукояткой (при выключенной главной муфте). Если утечка продолжается, снять и разобрать золотник, проверить состояние поверхностей. В случае необходимости сменить золотник.

3. Утечка воздуха через клапаны компрессора или предохранительный клапан. Снять головку, разобрать клапаны, тщательно промыть и очистить от нагара. Поврежденные клапаны заменить.

4. Пробуксовывает приводной ремень компрессора. Проверить натяжение и при необходимости натянуть ремень.

II. Рабочие пневмоцилиндры действуют недостаточно эффективно.

1. Засорена пневмолиния. Отсоединить трубопровод от цилиндра, продуть и, если не проходит воздух, снять и прочистить.

2. Утечка воздуха в пневмолинии от золотника до цилиндра. Проверить воздухопровод, цилиндры и клапаны.

III. Золотники выключаются слишком медленно. Рычаг золотника не возвращается в нейтральное положение. Отрегулировать винтами.

Компрессор регулируют следующим образом. После запуска дизеля, открыв один из спускных кранов, регулируют расход воздуха так, чтобы в системе установилось требуемое или несколько большее давление. Затем винтом 3 (рис. 271) регулируют натяжение пружины 5 до тех пор, пока не начнет срабатывать сервомотор компрессора. Работу сервомотора проверяют на слух.

Пневмораспределитель регулируют винтом 1. Разница между верхним и нижним показаниями стрелки манометра должна быть в пределах 0,5—0,6 кгс/см<sup>2</sup>. Регулировочные винты 1 и 3 закрепляют контргайками 2 и 4.

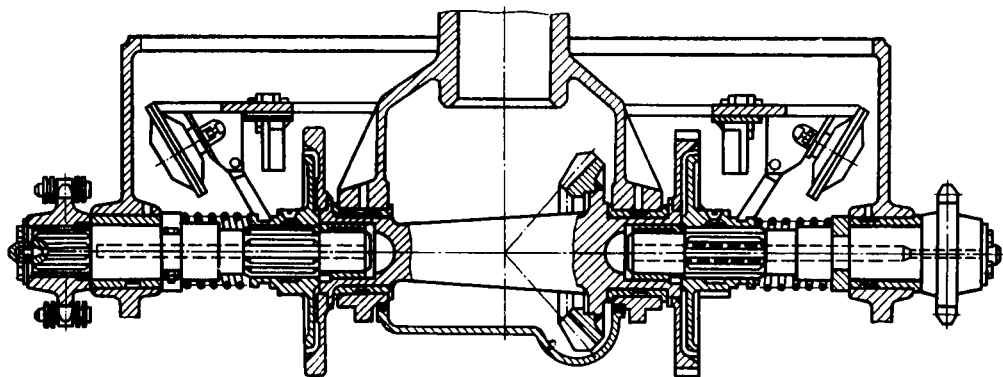
**Рабочее оборудование.** При проверке работы прямой лопаты обращают внимание на следующее:

1. Зазор между седловым подшипником и рукоятью должен быть в пределах 2—3 мм. При большем зазоре заменяют вкладыши.

2. Механизм открывания днища ковша должен работать плавно. Замок днища должен закрывался под тяжестью днища и засова. Необходимо следить за тем, чтобы засов входил в проушину без заеданий. Величина захода его в проушину экскаватора с ковшами емкостью 0,25—0,80 м<sup>3</sup> должна быть 10—15, а для экскаваторов с ковшами емкостью 1—1,25 м<sup>3</sup> — 20 мм. Это достигается перемещением шарнирной опоры включающего рычага (установкой шайб или регулированием гайками).

У драглайна регулируют тяговые цепи ковша. При тяжелых грунтах тяговые цепи укрепляют в верхних отверстиях проушин ковша, а при легких грунтах — в нижних. Длину разгрузочного каната ковша регулируют таким образом, чтобы при подъеме ковша наклон днища к горизонту был равен 15° в сторону, обратную входному отверстию.

При регулировании других видов рабочего оборудования также обращают внимание на правильное положение ковша, плавное открывание днища ковша и т. д.



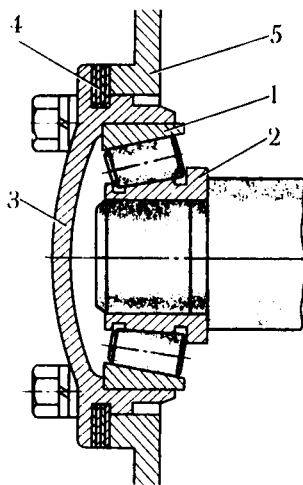
269

Регулирование механизма переключения кулачковых муфт нижнего ходового механизма экскаватора Э-652Б

270

Регулирование конических роликоподшипников установкой прокладок:  
1 и 2 — внешнее и внутреннее кольца,

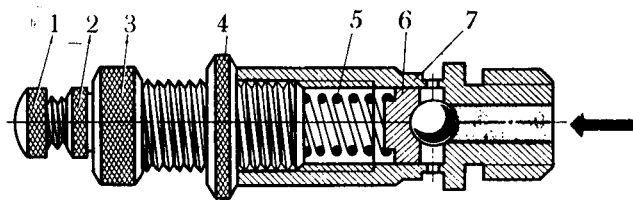
3 — крышка,  
4 — прокладки,  
5 — корпус



271

Распределитель компрессоров:  
1 и 3 — регулировочные винты,  
2 и 4 — контргайки,

5 — пружина,  
6 — направляющая,  
7 — корпус



272

Размотка канатов



**Канаты.** Вследствие тяжелых условий работы стальные канаты на экскаваторах работают непродолжительный срок. Однако следует помнить, что срок службы каната зависит в большей степени от того, как канат был подготовлен к установке.

На рис. 272 показаны правильные приемы размотки каната. Неправильная размотка приводит к тому, что на канатах образуются петли, которые при натяжении каната создают заломы. В результате не только ломаются и перегибаются проволоки, но деформируется все сечение. При проходе через блоки такие места каната изнашиваются более интенсивно. В месте образования заломов изменяется также и сердечник: в процессе эксплуатации он размочаливается и выходит из строя. Сечение каната деформируется еще больше, что вызывает ускоренный износ блоков.

Перед рубкой канат в двух местах перевязывают мягкой проволокой, чтобы при рубке конец каната не расплетался. Расстояние между перевязанными местами должно быть 3 см. Перевязывают канат вручную или с помощью простого приспособления (рис. 273). При пользовании им перевязка получается более плотной, а сама операция значительно ускоряется. Рубят канат зубилами с направляющими (рис. 274, а) или ножницами гильотинного типа (рис. 274, б), приводимыми в действие винтом.

Стальной канат при запасовке приходится протаскивать через ряд отверстий (ограждения блоков, коуши). Для облегчения этой операции конец каната заваривают и придают ему коническую форму. На рис. 275 показаны характерные схемы запасовки стреловых канатов для экскаваторов Э-652Б.

*Стреловые канаты* запасовывают следующим образом: стрелу предварительно укладывают горизонтально на подставки (шпальные клетки), затем пята стрелы соединяют с проушинами поворотной платформы. Один из концов каната крепят на траверсе двуногой стойки и направляют между блоками. Например, на экскаваторах Э-652Б — через левый стреловой блок, горизонтальные блоки траверсы двуногой стойки, правый стреловой блок, вертикальный блок двуногой стойки и закрепляют на барабане лебедки.

При установке решетчатых стрел со вставками монтируют дополнительную подвесную траверсу 5 с блоками. Подвесную траверсу с помощью двух или четырех канатных тяг с коушами соединяют между блоками двуногой стойки и блоками подвесной траверсы.

*Канаты грейфера* (рис. 276, а) запасовывают следующим образом. Поддерживающий канат 2 закрепляют на верхней обойме корпуса грейфера, затем его пропускают через правый головной блок стрелы, а конец закрепляют на барабане главной лебедки. Замыкающий канат 1 огибает поочередно блоки нижней 5 и верхней 4 головок ковша, левый головной блок 3 стрелы и запасовывается на втором барабане главной лебедки. Для уменьшения раскачивания ковша грейфера при работе предусмотрен оттяжной канат 6. Один конец этого каната неподвижно закрепляют на стреле, затем он огибает подвижный 8 и неподвижный 7 блоки и соединяется с ковшем грейфера.

Схема запасовки *канатов драглайна* (рис. 276, б) более проста. Подъемный канат 9 одним концом закреплен на барабане лебедки, а другим — на обойме блока 10. Тяговый канат 12 одним концом соединен с серьгой тяговых цепей, а вторым запасован на барабане. Разгрузочный (опрокидывающий) канат 11 соединен одним концом с серьгой тяговых цепей, затем он огибает блок 10 и вторым концом крепится на арке ковша.

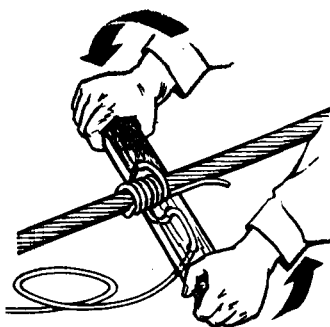
Схемы запасовки *канатов прямой лопаты* значительно сложнее. Число канатов и их запасовка зависят от типа применяемого на данном экскаваторе напорного механизма.

Например, на экскаваторах Э-652Б подъемный канат 1 (рис. 277), один конец которого закрепляется на подъемном барабане, огибает поочередно правый головной блок 4 стрелы, блок 5 ковша, левый головной блок стрелы. Второй конец подъемного каната закрепляют на дополнительном барабане напорного барабана.

Возвратный канат 6 неподвижно закрепляется одним концом с помощью клинового зажима на нижней плоскости рукояти, направляется через центральный блок напорного вала и поступает на напорный барабан 8, где и закрепляется вторым концом. Канат механизма открывания днища закрепляется одним концом на качающемся рычаге, затем

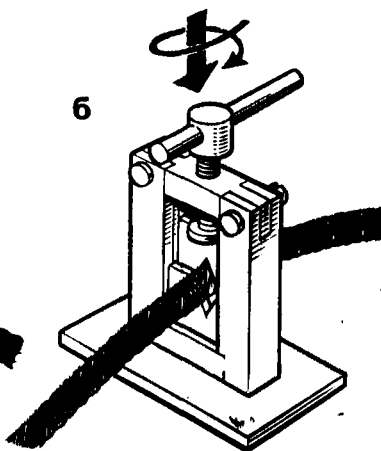
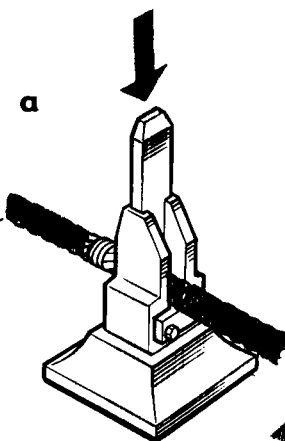
273

Перевязывание каната проволокой с помощью приспособления



274

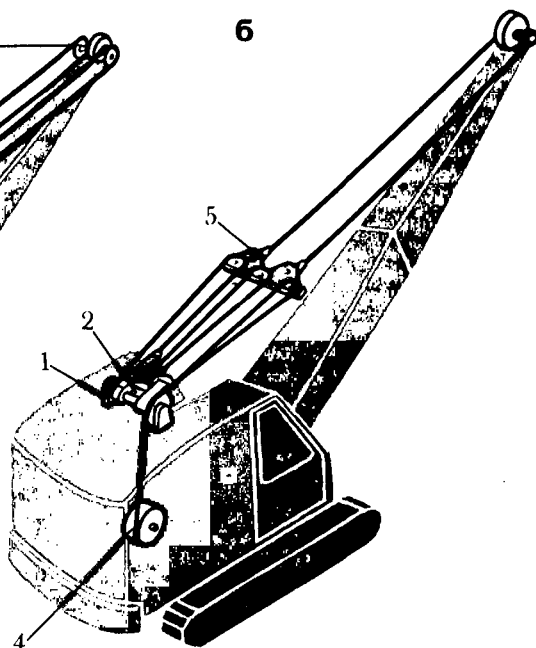
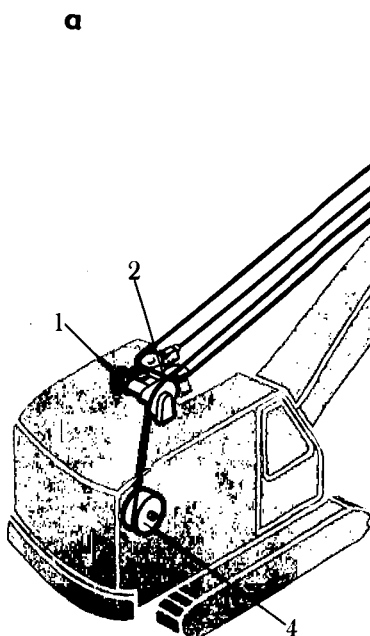
Рубка канатов специальным зубилом (а) и винтовыми ножницами (б)



275

Схема запаски стреловых канатов с нормальной (а) и удлиненной (б) стрелой:

1 — двуногая стойка,  
2 — траверса стойки,  
3 — головные блоки,  
4 — барабан стреловой лебедки,  
5 — подвесная траверса



огибает блок на напорном валу, направляющие блоки на поворотной платформе и крепится вторым концом на барабане механизма открывания днища ковша.

Напорные канаты натягивают следующим образом. Рукоять напорным канатом подают вперед до упора. После этого, завинчивая гайку натяжного устройства, добиваются того, чтобы возвратный канат был натянут. Затем несколько раз выдвигают и возвращают рукоять, проверяя натяжение каната.

**Давление в системе гидропривода.** В процессе работы экскаватора за счет изменения характеристик пружин клапанов происходит изменение заданного в системе давления.

Для восстановления требуемого давления регулируют клапаны. Перед регулированием клапанов включают соответствующий золотник гидрораспределителей механизмов поворота, напорного механизма и приводят в крайнее положение рукоять и стрелу.

Клапаны механизма поворота настраивают при разгоне платформы, а механизма хода — в момент движения экскаватора.

При регулировании клапана освобождают контргайку его винта. Повертывают винт так, чтобы стрелка манометра, установленного в кабине машиниста, при повороте крана для проверки давления соответствующей напорной гидролинии показывала необходимое давление; выключают подачу рабочей жидкости и затягивают контргайку. Клапаны следует регулировать при максимальной частоте вращения двигателя.

Систему разворота колес регулируют, если поворот рулевого колеса в одну сторону до упора смещает передние колеса на полный угол, а в другую — на меньший. Рулевое управление регулируют следующим образом. Завертывают до упора гайки шунтов обоих обратных клапанов и небольшими поворотами рулевого колеса в левом крайнем его положении разворачивают колесо вправо и влево до упора 3—4 раза. В левом крайнем положении колес отвертывают до упора гайки шунтов обратных клапанов и небольшими резкими поворотами рулевого колеса убеждаются в четкой работе управления.

Для включения шунта завертывают гайку 6 (рис. 278). Игла 4, сжимая пружину, поднимает плунжер золотника. При этом напорный и сливной каналы сообщаются. Давление в системе падает до атмосферного.

Шунты обратных клапанов (рис. 279) обеспечивают слив масла в бак из полостей исполнительного цилиндра через обратные клапаны при неподвижном сдвоенном цилиндре.

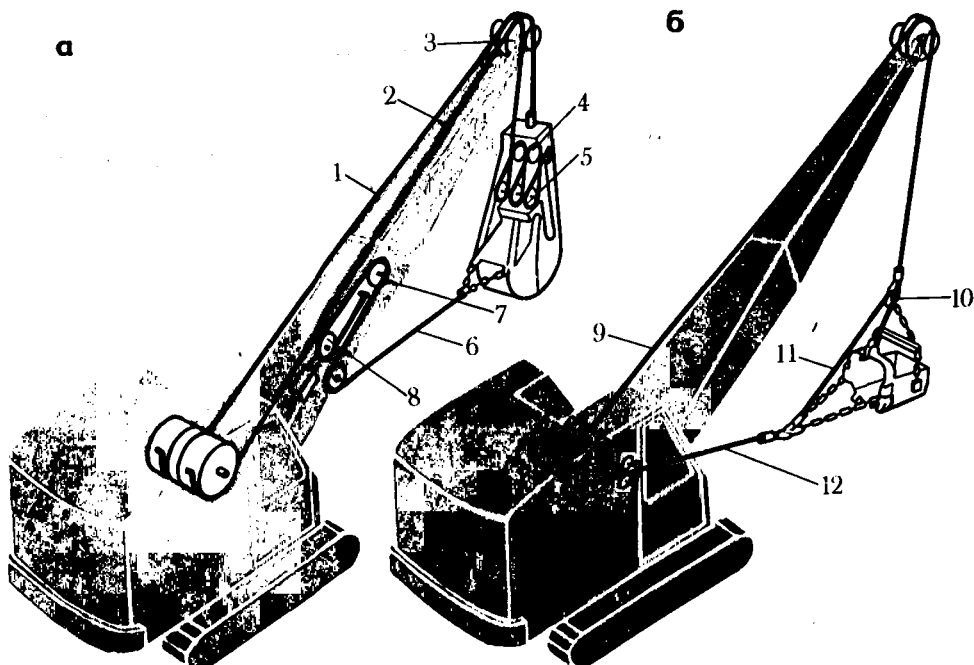
Шунты включают при регулировании управления, при заливке в бак масла, а также для прокачки системы в случае попадания воздуха.

**Положение передних колес** регулируют, изменяя длину поперечной тяги 5 (рис. 280) таким образом, чтобы расстояние А между передними частями ободов колес было на 3—5 мм меньше расстояния Б между задними частями ободов. Продольными тягами 4 и 6 регулируют осевое положение дышла 1 при положении колес «прямо». Поршень в гидроцилиндре поворота колес для разворота их в обе стороны перед началом регулировки должен находиться в центральном положении.

**Механизм переключения скоростей.** Рычаг 7 (рис. 281) устанавливают в вертикальное положение, что соответствует нейтральному положению муфты. Для этого с помощью гаек устанавливают положения рычага, пружины 4 и винта 2. Величину хода тормозной пневмокамеры 1 регулируют гайками 8.

**Стояночный тормоз.** Периодически контролируют зазор между колодками 11 (рис. 282) и шкивом 12; зазор должен быть в пределах 0,5—1,0 мм. Вывинчивая вилку 8 из штока 1, доводят зазор до нужных размеров. При передвижении экскаватора пользоваться стояночным тормозом нельзя, так как это приводит к быстрому износу колодок. Включают его только на стоянках. После запуска двигателя, прежде чем включить рычаг передвижения, подают сжатый воздух в камеру 5 стояночного тормоза.





276

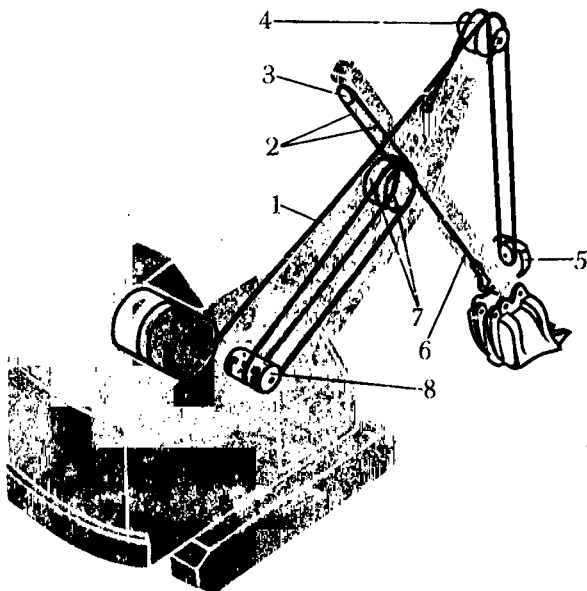
Схема запасовки канатов при оборудовании экскаватора грейфером (а) и драглайном (б):

- 1 — замыкающий канат,
- 2 — поддерживающий канат,
- 3 — головные блоки,
- 4 и 5 — блоки грейфера,
- 6 — оттяжной канат,
- 7 и 8 — блоки оттяжного каната,
- 9 — подъемный канат,
- 10 — блок,
- 11 — разгрузочный канат,
- 12 — тяговый канат

277

Схема запасовки рабочих канатов прямой лопаты с канатным напором зависимого типа:

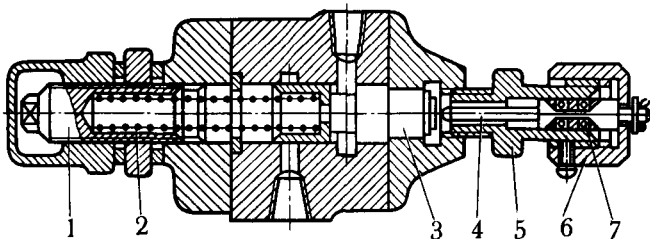
- 1 — подъемный канат,
- 2 — напорный канат,
- 3 — концевой блок рукояти,
- 4 — головные блоки стрелы,
- 5 — блок ковша,
- 6 — возвратный канат,
- 7 — блоки напорного вала,
- 8 — напорный барабан



278

**Напорный гидроклапан с шунтом:**

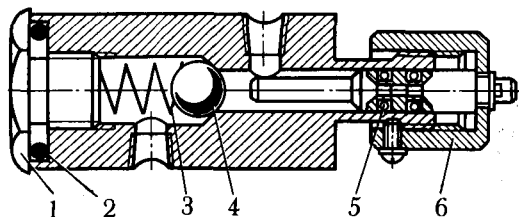
- 1 — винт,
- 2 — пружина,
- 3 — плунжер,
- 4 — игла,
- 5 — штуцер,
- 6 — гайка,
- 7 — кольцо



279

**Регулирование обратного клапана:**

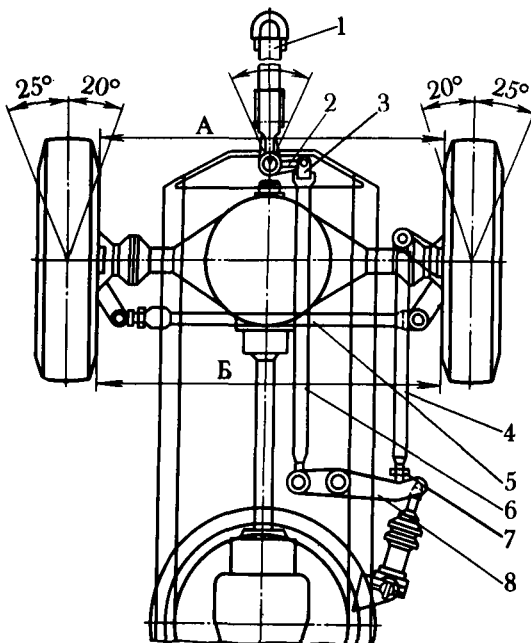
- 1 — пробка,
- 2 и 5 — кольца,
- 3 — пружина,
- 4 — шарик,
- 6 — гайка



280

**Регулирование положения передних колес экскаватора ЭО-3322:**

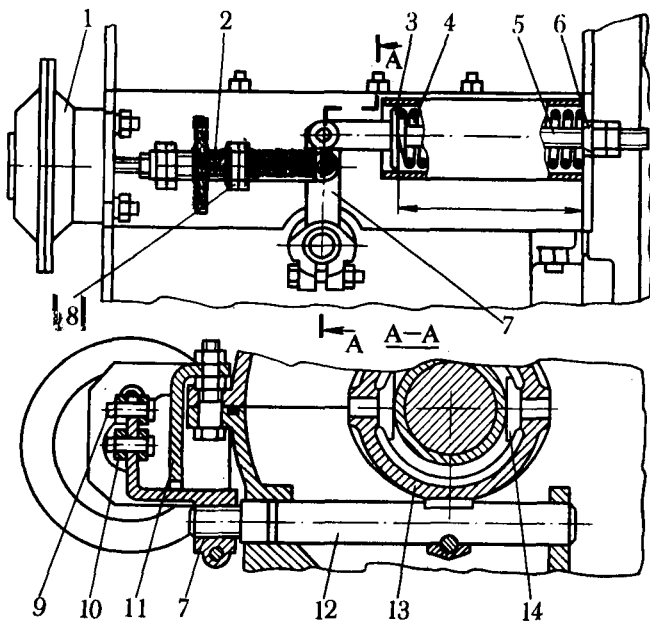
- 1 — дышло,
- 2 — водило,
- 3 — вилка,
- 4—6 — тяги,
- 7 — гайка,
- 8 — рычаг



281

**Регулирование механизма переключения скоростей:**

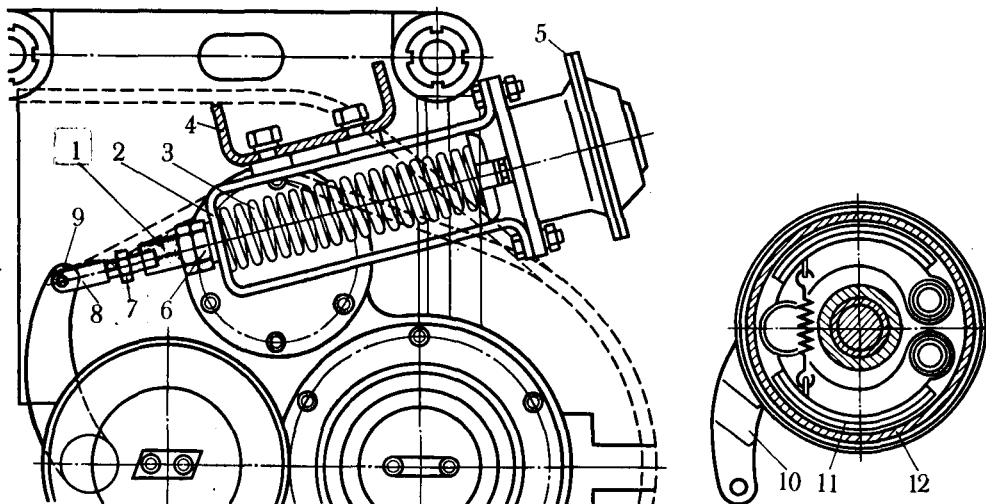
- 1 — тормозная пневмокамера,
- 2 — винт,
- 3 — шайба,
- 4 — пружина,
- 5 — шпилька,
- 6 — шаровая шайба,
- 7 — рычаг,
- 8 — гайки,
- 9 — палец,
- 10 и 13 — вилки,
- 11 — кронштейн,
- 12 — валик управления,
- 14 — сухарь



282

**Регулирование стояночного тормоза:**

- 1 — шток,
- 2 — скоба,
- 3 — пружина,
- 4 — кронштейн,
- 5 — тормозная камера,
- 6 — регулировочные гайки,
- 7 — контргайка,
- 8 — вилка,
- 9 — палец,
- 10 — рычаг,
- 11 — тормозная колодка,
- 12 — тормозной шкив



**Система охлаждения рабочей жидкости.** Регулярно проверяют температуру жидкости. При температуре жидкости более 65—70°C включают радиатор. Для этого направляющий гидроаппарат устанавливают в положение I (рис. 283), после чего жидкость поступает в маслобак, где смешивается с более нагретой, понижая таким образом температуру жидкости в маслобаке. Если допустимая температура (до 65°C) жидкости постоянная, то ее отводят непосредственно в бак, минуя установку переключением направляющего гидроаппарата в положение II. В остальных случаях положение гидроаппарата должно соответствовать положению III.

**Фильтры.** Фильтрующие элементы регулярно через каждые 150—200 ч работы промывают в бензине, а через каждые 4000 ч работы их заменяют.

Детали фильтра (рис. 284) демонтируют в определенной последовательности: отвинчивают крышку 4 корпуса 5, отсоединяют стержень 7 с насаженными на него фильтрующими элементами 6, разбирают фильтрующие элементы для их промывки или замены, для чего вывертывают винт 1 из стержня 7 и снимают колпачок 2. Промытые в бензине и высушенные детали собирают в обратном порядке. Фильтрующие элементы после сборки сжимают винтом 1, который затягивают динамометрическим ключом с крутящим моментом 18 кгс·м.

Бумажные фильтрующие элементы не восстанавливают, а заменяют новыми.

**Гидораспределители.** В период эксплуатации экскаватора выступающие части золотников должны быть смазаны густой смазкой. В холодное время нельзя допускать образования ледяной корки на выступающих частях золотника, так как даже незначительная ледяная корка может вывести из строя резиновые уплотнения.

Распределительные блоки следует постоянно содержать в чистоте. Ежедневно их очищают от грязи или снега, своевременно подтягивают штуцерные соединения, не допуская течи масла, проверяют надежность крепления блоков к платформе.

**Гидроцилиндры.** Следят за тем, чтобы рабочая жидкость была чистой, так как загрязнение жидкости приводит к быстрому износу рабочих поверхностей и уплотнений. Своевременно заменяют изношенные уплотнения (обязательно в чистом помещении).

Следят, чтобы штоки гидроцилиндров не имели забоин, появляющиеся забоины тщательно зачищают наждачной бумагой. Окончив работу, штоки гидроцилиндров очищают от пыли и грязи. В холодное время следят, чтобы на штоках не было обледеневшей корки, образующуюся корку удаляют теплой влажной тряпкой. Своевременно подтягивают резьбовые соединения. Для предотвращения коррозии гидроцилиндры всегда должны быть заполнены рабочей жидкостью.

**Гидроагрегаты.** Регулярно проверяют состояние уплотнений на валу насоса или мотора. При обнаружении течи через уплотнения отсоединяют гидромотор или насос и сливают масло. Затем отсоединяют крышку уплотнения 9 (рис. 285), предварительно вынув кольцо 8 из корпуса 7, очищают шейку вала 6 и дистанционную втулку 5 от грязи и масла. Промывают уплотнение 9 с крышкой в чистом масле, проверяют состояние рабочей кромки манжеты, пружинного кольца, эластичность воротника манжеты.

Поврежденную манжету заменяют. Новую манжету ставят в крышку, устанавливают вал насоса или гидромотора вертикально, затем ставят крышку на место, предохраняя при этом рабочую поверхность манжеты от повреждений, закрепляют крышку кольцом и монтируют насос на машине.

Новый насос или гидромотор вместо неисправного монтируют в такой последовательности. Расконсервируют его не ранее чем за 12 ч до установки на машину. После этого через дренажное отверстие в насос заливают рабочую жидкость. Затем устанавливают полумуфту и прижимают ее в осевом направлении к втулке 4 или 5. Зазор между ведущей частью 2 муфты и торцом вала 6 гидромотора должен быть 0,5 мм, расстояние между ведущей 2 и ведомой 1 частями муфты — 2—3 мм.

Следует проверять соосность валов насоса или гидромотора и присоединяемого меха-

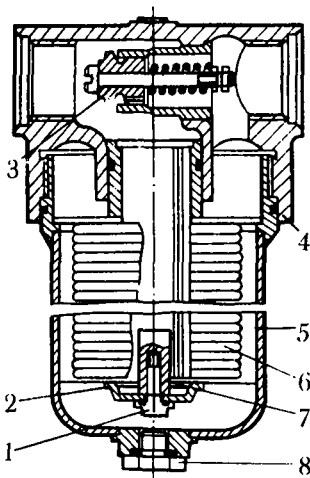
283

Положение направляющего гидроаппарата управления охладителем

I  
Слив от К установке  
гидрораспределителей радиатора  
В маслоблок

II  
Слив от К установке  
гидрораспределителей радиатора  
В маслобак

III  
Слив от К установке  
гидрораспределителей радиатора



284

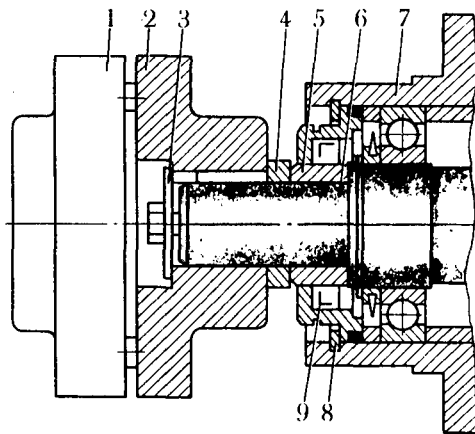
Фильтр:

- 1 — винт,
- 2 — колпачок,
- 3 — клапан,
- 4 — крышка,
- 5 — корпус,
- 6 — фильтрующий элемент,
- 7 — стержень,
- 8 — сливная пробка

285

Установка соединительной муфты:

- 1 и 2 — ведомая и ведущая части муфты,
- 3 — прижимная крышка,
- 4 — распорная втулка,
- 5 — дистанционная втулка,
- 6 — вал,
- 7 — корпус,
- 8 — стопорное кольцо,
- 9 — уплотнение



низма. При использовании эластичной муфты несоосность допускается не более 0,2 мм, угол перекося — не более 1°. При установке гидромотора или гидронасоса предварительно крепят фланцы, затем после выверки соосности окончательно затягивают болты.

**Трубопроводы.** Замененные трубопроводы подгоняют. Места изгиба разрешается подогревать. На поверхности согнутого трубопровода трещины не допускаются. Поверхности фланцев трубопроводов, прилегающие к привалочным плоскостям гидромотора, должны быть хорошо пригнаны по месту. Непараллельность привалочных плоскостей фланцев допускается не более 0,3 мм на всей длине фланца. Расстояние между привалочными плоскостями, выбираемое крепежными болтами, допускается не более 0,6 мм при длине трубы более 1 м и не более 0,3 мм при длине трубы менее 1 м. Следят за тем, чтобы смещение оси проходных отверстий было не более 0,2 мм на каждый метр устанавливаемого трубопровода.

Окончательные подготовленные для присоединения к насосу или гидромотору внутренние поверхности трубопроводов очищают. Затем каждый трубопровод проверяют на герметичность статическим давлением масла, равным удвоенному максимальному рабочему давлению, предусмотренному для данного трубопровода.

Выходные отверстия соединительных трубопроводов после проверки на герметичность закрывают специальными технологическими пробками или глухими фланцами, которые снимают непосредственно перед присоединением трубопровода.

После сборки трубопроводов гидросистему заполняют рабочей жидкостью. Перед включением гидросистемы убирают все посторонние предметы, предупреждают обслуживающий персонал о пуске, отключают механизмы, приводимые в действие гидромотором.

При низкой температуре окружающего воздуха прогревают гидросистему: в течение 5—10 мин дают ей проработать с минимальной частотой вращения двигателя, которую затем постепенно увеличивают.

Во время пуска насоса или гидромотора следят за тем, чтобы вал вращался плавно, отсутствовали утечки масла через уплотнения и стуки внутри агрегата.

**Пневмоколесное ходовое устройство.** Регулярно проверяют состояние стабилизаторов, мостов и шин. *Стабилизаторы* переднего моста очищают от грязи и пыли, рейки и плунжеры периодически смазывают, проверяют величину хода плунжера.

Обслуживание *переднего моста* пневмоколесного ходового устройства заключается в проверке зазоров. При снятом фланце концевая часть полуоси должна иметь осевой люфт 4—2 мм для возможности поворота колес на 25° без расклинивания шарнира. Между торцом верхнего шкворня и рычагом поворота колеса должен быть зазор 0,5 мм (обеспечивается прокладкой).

В *шинах* регулярно проверяют давление и переставляют колеса (через 600—1200 ч работы). Избыточное давление в шинах передних колес должно быть 5, задних — 5,5 кгс/см<sup>2</sup>. Подкачивают шины с помощью компрессора через специальный шланг для накачивания, поставляемый заводом. Шланг присоединяют к крану отбора воздуха, установленному на ресивере. Нормальное давление в шинах повышает срок службы резины.

Во время заправки, смазочных работ и ремонта следят за тем, чтобы масло, дизельное топливо или бензин не попадали на резину.

При перестановке колес, замене камер или покрышек ремонтируемое колесо приподнимают с помощью домкрата, места установки которого показаны на рис. 286. Перед установкой дамкратов экскаватор размещают на горизонтальной площадке, двигатель заглушают, а рабочее оборудование опускают на грунт.

Для обеспечения нормальной работы пневматического управления тормозом колес и стабилизаторами экскаватора ЭО-3322А необходимо в процессе работы периодически и после ее окончания спускать конденсат из ресивера, открывая сливные краны при полном рабочем давлении. При высокой влажности воздуха и низкой температуре ресивер продувают чаще.

Во время эксплуатации периодически проверяют герметичность всех соединений пневматического управления на слух или с помощью мыльной воды. Видимое постоянное падение давления по манометру при включении какого-либо механизма на продолжительное время недопустимо и свидетельствует об утечках воздуха в пневмолиниях.

**Гусеничное ходовое устройство.** Регулярно проверяют состояние уплотнений и подшипников, а на экскаваторах Э-5015А через каждые 2400 ч работы их промывают.

Демонтаж проводят в определенной последовательности: снимают крышку 1 (рис. 287), освобождают шайбу и отвертывают гайку 2; снимают ведомую звездочку 3 вала 7 ведущего колеса 4, крышку 5 и отвинчивают винты, крепящие корпус 6. Выпрессовывают вал со стороны установки ведомой звездочки 3.

При сборке особенно следят за установкой подшипников. При появлении осевого люфта у ведомой звездочки 3 более 0,5 мм затягивают круглую гайку. Осевой люфт в подшипниках бортового редуктора устраняют регулировочными прокладками, установленными между корпусом основного редуктора и фланцем подшипника.

**Места установки домкратов:**

а — передний мост,

б — задний мост;

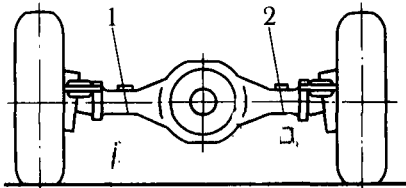
1 — под переднее левое колесо,

2 — под переднее правое колесо,

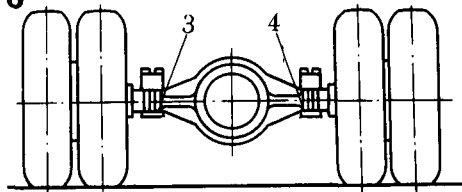
3 — под задние левые колеса,

4 — под задние правые колеса

а



б

**Вал ведущего колеса гусеницы (в сборе) экскаватора Э-5015А:**

1 и 5 — крышки,

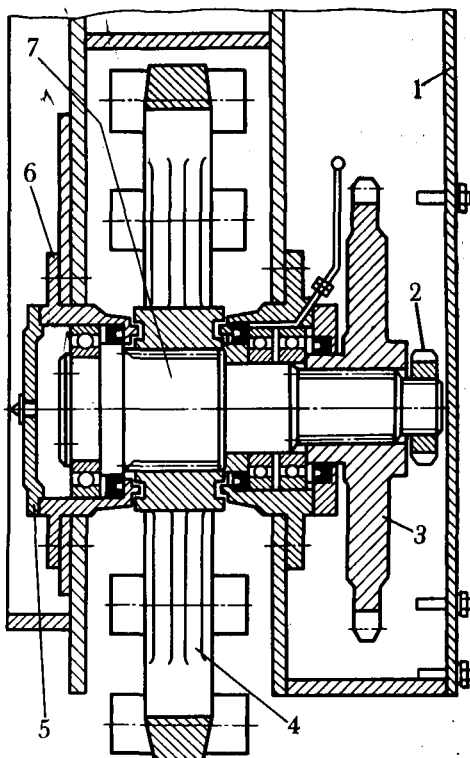
2 — гайка,

3 — звездочка,

4 — ведущее колесо,

6 — корпус,

7 — вал

**Глава XVI****РЕМОНТ ЭКСКАВАТОРОВ****§ 60****Общие сведения**

В состав работ по ремонту входят: разборка машины на сборочные единицы, а сборочных единиц на детали; замена изношенных деталей новыми или отремонтированными; различные виды обработки деталей для их восстановления — сварка, слесарные и механические работы, нанесение металла разными способами (наплавка, металлизация, электролитические покрытия и т. п.), окраска; сборка узлов машин и восстановление посадок в сопряжениях; испытание узлов.

Текущий ремонт (Т) выполняют, как правило, на месте работы экскаватора машинист и его помощник, а в отдельных случаях — работник передвижной ремонтной мастерской. При текущем ремонте устраняют отдельные неисправности в узлах и агрегатах, возникающие в процессе работы машины и препятствующие ее нормальной эксплуатации.

Этот вид ремонта производят путем замены или восстановления деталей (кроме базисных) со снятием или без снятия узла с машины.

**Капитальный ремонт (К)** включает полную разборку машины с ремонтом всех неисправных агрегатов и деталей. При сборке деталей и узлов восстанавливают все начальные посадки в сопряжениях. Капитальный ремонт выполняют в специализированных ремонтных предприятиях.

Для каждого вида ремонта устанавливают примерный объем необходимых работ, причем во всех последующих видах ремонта выполняют работы предыдущих видов ремонта. Текущие ремонты отличаются один от другого объемом и технической сложностью.

При текущем ремонте выполняют следующие основные работы.

1. **Все механизмы экскаватора.** Перебирают рычажные системы привода всех механизмов экскаватора, заменяя изношенные валики, пальцы и пришедшие в негодность пружины. Осматривают цилиндрические и конические зубчатые колеса и цепные звездочки и при необходимости зачищают заусенцы на зубьях. Заменяют негодные болты, шпильки, гайки, винты и другие крепежные детали. Проверяют работу манометров.

2. **Редуктор.** Проверяют подшипники и неисправные заменяют. Проверяют и при необходимости заменяют цепь редуктора.

3. **Механизм реверса.** Проверяют и регулируют подшипники качения. Проверяют состояние и плотность прилегания колодок к шкивам фрикционных муфт. При необходимости подшлифовывают шкивы.

4. **Система гидротриода.** При ремонте промывают распределительные блоки, блоки клапанов и гидродвигатели. Дефектные узлы разбирают и заменяют изношенные детали.

5. **Металлоконструкции.** Тщательно осматривают узлы металлоконструкций. Обнаружив дефекты (деформации, трещины, некачественные сварные швы), устраняют их.

В зависимости от числа однотипных экскаваторов и разделения ремонтных работ применяют различные методы ремонта экскаваторов на ремонтных предприятиях. При большом объеме ремонта выгоднее специализировать ремонтные работы по отдельным технологическим операциям. Чем шире специализированы ремонтные работы, тем более совершенные методы ремонта можно применять на ремонтном предприятии.

Экскаваторы ремонтируют двумя методами: индивидуальным и обезличенным. При индивидуальном методе все отремонтированные узлы устанавливают на ту же машину, с которой они были сняты. Такой метод применяют для одиночных машин или машин, поступающих в ремонт небольшими партиями. Этот вид ремонта производят, как правило, на неспециализированных ремонтных предприятиях.

При обезличенном методе сборку всей машины или замену отдельных узлов на машине производят из узлов, ранее снятых с других поступивших в ремонт экскаваторов той же марки и отремонтированных, или из новых агрегатов и узлов.

Сборочные единицы также можно ремонтировать индивидуальным или обезличенным методом. Обезличенный метод — более прогрессивный, так как позволяет организовать технологический процесс ремонта машин на современном уровне техники, максимально механизировать работы, снизить трудоемкость и стоимость ремонта и повысить его качество.

В эксплуатационных условиях наиболее прогрессивным методом ремонта является агрегатно-узловой метод, представляющий собой разновидность обезличенного метода ремонта. При агрегатно-узловом методе по мере возникновения потребности в капитальном ремонте отдельные агрегаты и узлы снимают с машины и заменяют запасными, заранее отремонтированными, или новыми. Базовые детали не заменяют.

Для составления плана ремонта машин организации, эксплуатирующие экскаваторы, производят их технический осмотр. На каждую машину составляется описание технического состояния. Эту опись целесообразно составлять во время текущего ремонта экскаватора, когда имеется возможность детально осмотреть машину и отдельные ее узлы.

Руководствуясь структурой ремонтного цикла ППР и результатами технического осмотра, составляют план-расчет всех видов ремонта на следующий год. Опись технического состояния экскаватора сохраняют и используют для уточнения перечня обязательных операций текущего ремонта и примерного объема капитального ремонта.



При необходимости капитального ремонта один экземпляр составленной описи технического состояния экскаватора направляют ремонтному предприятию за 45 дней до постановки машины в ремонт, что необходимо для подготовки к ремонту производства.

На основании планов-расчетов составляют сводный годовой план строительных управлений или трестов на капитальный и текущий ремонт экскаваторов.

Сроки пребывания в ремонте, установленные нормативами, нельзя распространять на все экскаваторы; эти сроки служат для расчетного планирования и для контроля фактической продолжительности ремонта экскаватора. На основании утвержденных годовых планов-расчетов каждая организация составляет месячные графики ремонта.

Успешная организация ремонта экскаваторов по системе ППР зависит от технической оснащенности ремонтного предприятия технической документацией, материалами, запасными частями, рабочей силой и ремонтными средствами.

## § 61

### Разборка экскаватора

Успешное выполнение ремонта в значительной мере зависит от качества разборки экскаватора. Перед разборкой знакомятся с его устройством, назначением и взаимодействием узлов и деталей. Перед тем как подетально начать разбирать каждый узел, изучают внутреннее устройство, способы крепления отдельных деталей, устанавливают порядок и способы разборки.

Перед разборкой, а также в процессе разборки на сложные и ответственные узлы целесообразно составлять схемы и делать их зарисовки, особенно в тех случаях, когда машинист впервые встречается с подобными узлами. При разборке следует наносить на нерабочие торцовые поверхности деталей цифровые метки, облегчающие подбор деталей к сборке и самую сборку.

Некоторые детали после снятия части креплений могут оказаться в неустойчивом положении и упасть, а это опасно для окружающих и может привести к аварии. Поэтому нужно принимать соответствующие меры предупреждения.

Основные правила разборки экскаватора следующие:

применять для разборки инструменты и приспособления, которые исключают возможность порчи деталей;

удары молотком наносить по деталям с помощью подставки или выколотки из дерева либо мягкого металла;

разбираемые детали снимать аккуратно, без перекосов и повреждений;

к трудно снимающимся деталям не прилагать больших усилий: выяснить причину заедания и устранить ее;

длинные валы разбирать, применяя несколько опор;

детали каждого разбираемого узла укладывать в отдельные ящики, а не нагромождать одну на другую; особенно осторожно укладывать детали с хорошо отделанными поверхностями;

ящики с деталями закрывать крышками;

болты, шайбы и другие крепежные детали при полной разборке узла укладывать в специальный ящик; при частичной разборке целесообразно крепежные детали вставлять обратно в предназначенные для них отверстия;

крупные детали укладывать на подставки возле ремонтируемого узла.

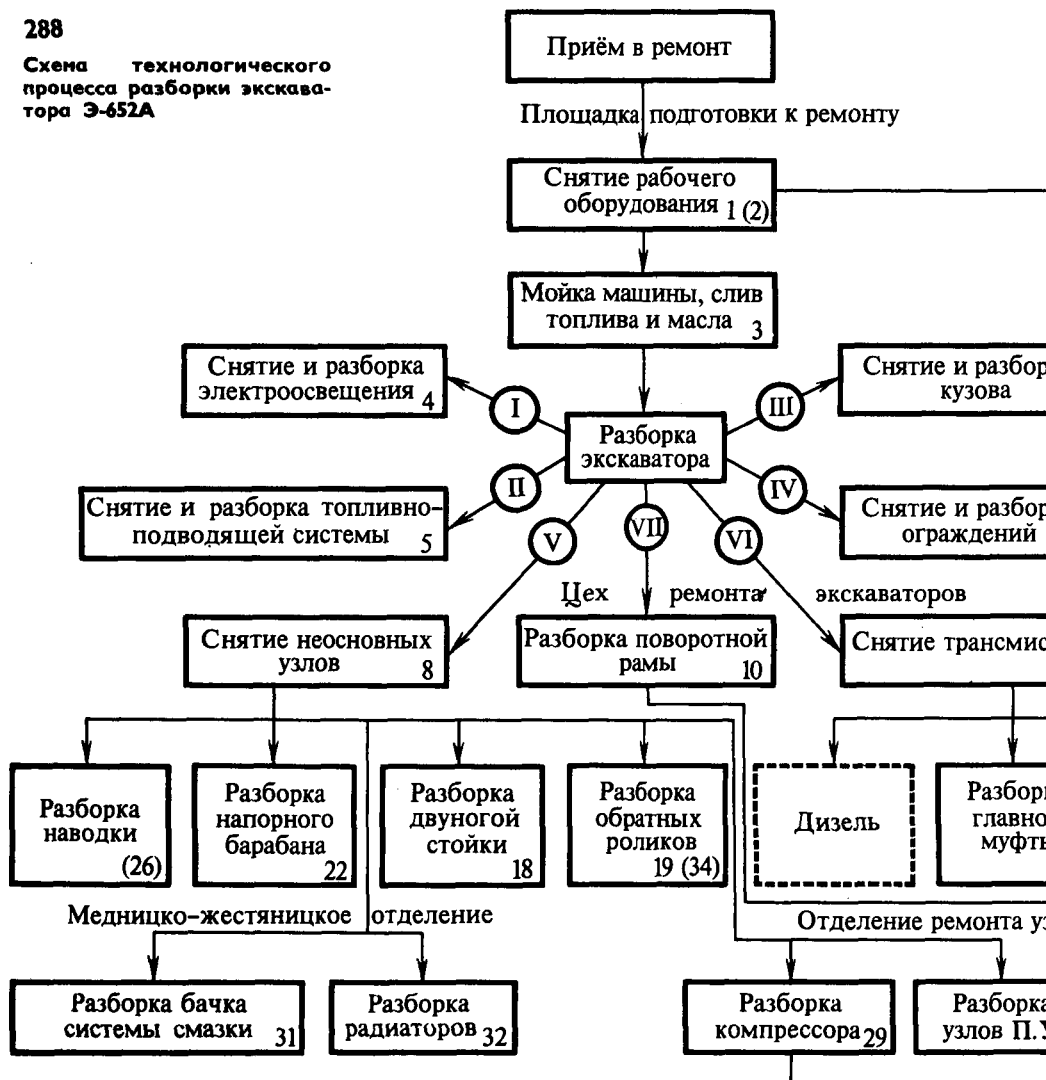
Обслуживающий персонал должен четко знать технологическую последовательность разборки машины на узлы и агрегаты. Разборка экскаватора по заранее разработанному технологическому процессу позволяет экономить время, а также сокращает случаи поломки деталей из-за неправильной последовательности разборки и потерь деталей.

В качестве примера рассмотрим технологический процесс разборки наиболее распространенного экскаватора Э-652Б (рис. 288). Здесь цифрами I—VII в кружках обозначен обязательный порядок выполнения работ, остальные работы выполняют согласно технологическому процессу, принятому в данных мастерских.

По этой схеме весь процесс разборки экскаватора на отдельные узлы, а узлов — на детали происходит на специально отведенных разборочных площадках (постах). Последовательность разборки экскаватора от мойки деталей до подачи снятых узлов на соответствующие посты для разборки на детали обозначена на схеме порядковым номером. Экскаватор, с которого предварительно снято рабочее оборудование, поступает на пост наружной мойки. Здесь сливают топливо и масло, затем снимают приборы и провода электроосвещения и направляют их в электроремонтное отделение; снимают топливные баки и топливопроводы; разбирают и снимают кузов, детали и узлы которого направляют в цех металлоконструкций; разбирают и снимают ограждения и кожухи трансмиссии экскаватора (эти детали также направляют в цех металлоконструкций); снимают неосновные узлы механизмов поворотной платформы (напорный барабан, двуногую

288

Схема технологического процесса разборки экскаватора Э-652А

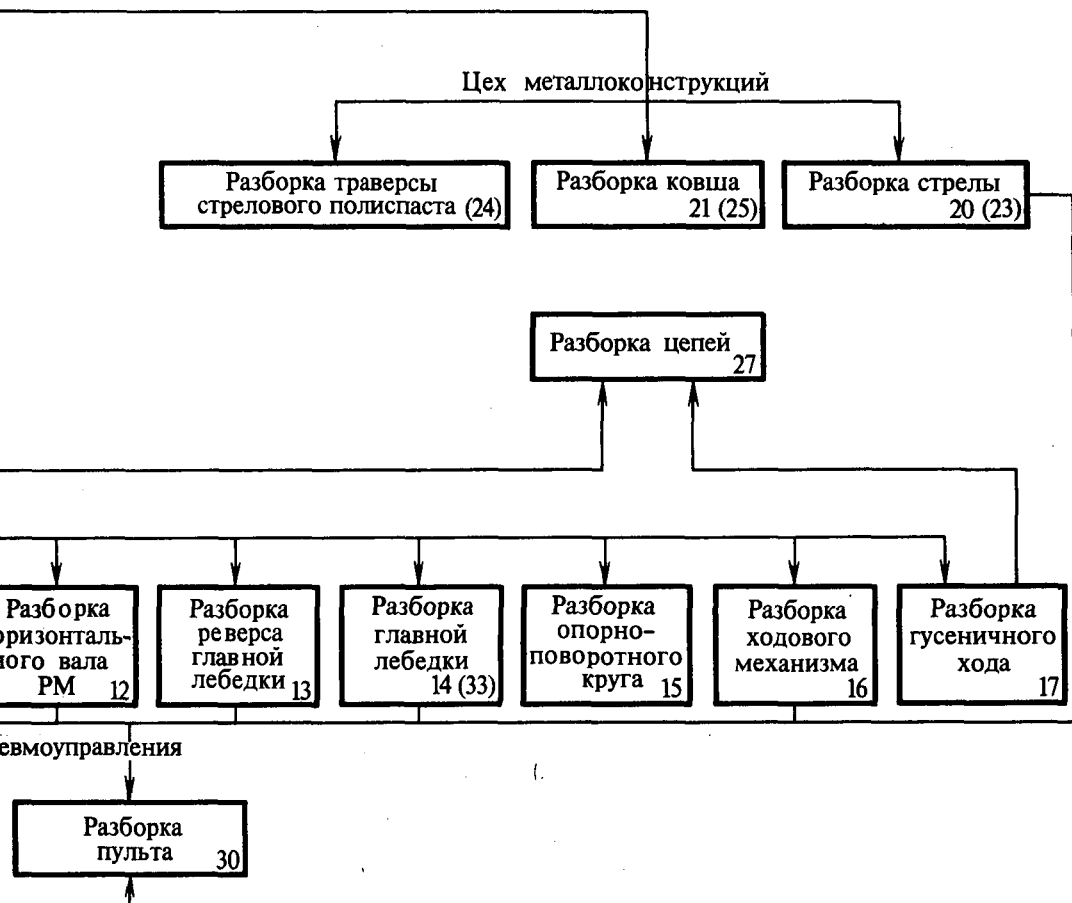


стойку, пульт управления, радиаторы дизеля и бачки системы смазки); снимают основные узлы трансмиссии (дизель с главной муфтой, горизонтальный вал механизма реверса, вал реверса главной лебедки, вал главной лебедки, верхний механизм хода). Поворотную платформу поднимают домкратами и устанавливают на специальные подставки, снимают опорно-поворотное устройство и перемещают нижнюю тележку на рабочее место. Разбирают узлы, непосредственно установленные на поворотной платформе (трубопроводы системы управления, рычаги и ленты тормозов, вертикальные валы). Для правильной организации ремонта разрабатывают специальные технологические карты не только на ремонт деталей, но и на разборку и сборку узлов и экскаватора в целом.

Детали, которые по размерам не могут пройти через моечную машину (поворотная платформа, ходовая рама), направляют на пост наружной мойки, где их моют, а затем передают в сборочное отделение для ремонта и сборки.

Экскаваторы с гидравлическим приводом сконструированы по более совершенной агрегатной схеме, и разборка их на агрегаты более проста.

После разборки детали и узлы очищают и промывают; на чистых деталях легче выявить дефекты. Кроме того, очистка и промывка загрязненных деталей улучшают санитарные



условия ремонта. Очищать и промывать детали необходимо также при подготовке их к восстановлению или окраске.

Детали очищают механическим, абразивным и химическим способами. При механическом способе очистки старую краску, ржавчину и отвердевшие наслоения масла снимают с деталей щетками, механизированными шарошками, роторными машинками и другими переносными механизмами. Промывают детали в стационарных и передвижных моечных установках под действием сильных струй, образующихся в результате подачи подогретой воды насосом под определенным давлением. Большие детали и узлы промывают на стационарных машинах. На рабочих местах детали промывают в передвижных машинах (рис. 289), состоящих из тележки 1 с закрепленной ванной 4, в нижней части которой установлена сетка 3. Для промывки мелких деталей к боковой стенке ванны прикреплена полка 5. Ванну закрывают крышкой 6.

К наклонным плоскостям днища ванны приварен патрубок 2, по которому загрязненная жидкость сливается в бачок 10 с перегородками 11, образующими в бачке отстойники. В бачок вмонтирован электронасос 9, который нагнетает по трубе 8 и бензостойкому шлангу 7 жидкость для промывки деталей.

При абразивном способе детали очищают в основном гидropескоструйными установками.

При химическом способе старую краску, смазку, наслоения масел и другие загрязнения удаляют специальной пастой или растворами, состоящими из негашеной извести, масла, каустической соды, мазута и других компонентов.

Многие узлы экскаватора имеют большие габариты и массу, поэтому разбирать их целесообразно на стендах. Некоторые детали (например, подшипники качения, детали с прессовой посадкой) необходимо снимать с помощью приспособлений. Для снятия подшипников качения с вала или демонтажа тех подшипников, которые находятся в корпусе, для выпрессовки втулок или снятия со шпонок или шлицев шестерен применяют специальные приспособления — съемники. На рис. 290, а показан универсальный съемник, с помощью которого можно снимать большинство деталей с валов трансмиссий экскаваторов; специальные съемники предназначены для снятия какой-то определенной детали, например подшипников качения (рис. 290, б) или скольжения (рис. 290, в).

## § 62

### Контроль состояния деталей

При эксплуатации машины или ремонте внешним осмотром определяют состояние деталей и устанавливают их пригодность к дальнейшему использованию.

В процессе эксплуатации эти работы выполняет машинист экскаватора, при заводском ремонте все детали после разборки узлов, обезжиривания и очистки поступают в дефектовочное отделение, где их осматривают и замеряют. Перед замером деталь тщательно протирают.

**Подшипники скольжения.** Проверяют величину зазора, положение вала, состояние трущихся поверхностей и поступление к ним смазки. Размеры зазоров в разъемных подшипниках контролируют, измеряя люфт с помощью свинцовой проволоки, расплюсчиваемой между валом и подшипником. Для этого снимают верхнюю крышку подшипника, кладут на подшипник вала свинцовую проволоку, крышку ставят на место и затягивают болтами до отказа. Величину зазора определяют по толщине сплюсненной проволоки в различных точках подшипников.

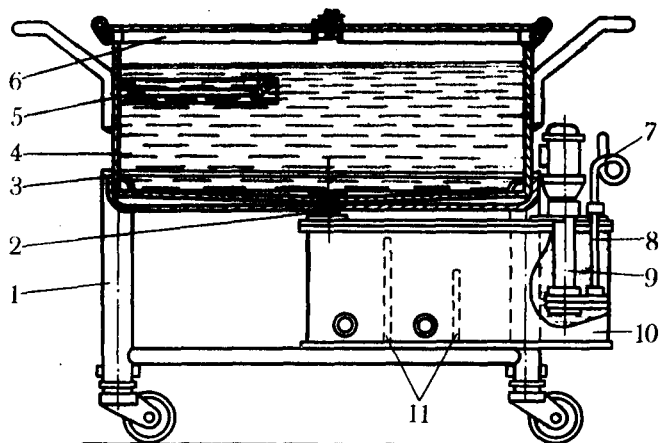
Величину зазора и размеры деталей неразъемных подшипников определяют щупом, индикатором, штангенциркулем (рис. 291, а) или микрометром (рис. 291, б). Изношенные внутренние поверхности деталей замеряют индикаторным нутромером с точностью измерения от 0,01 до 0,005 мм. Существуют и другие измерительные инструменты, например микрометрический и телескопический штихмассы, точность отсчета которых не превышает 0,01 мм.

**Подшипники качения.** Контролируют качество посадки, величину радиального или осевого люфта, состояние рабочих поверхностей тел качения и беговых дорожек. Ве-

289

**Передвижная моечная машина:**

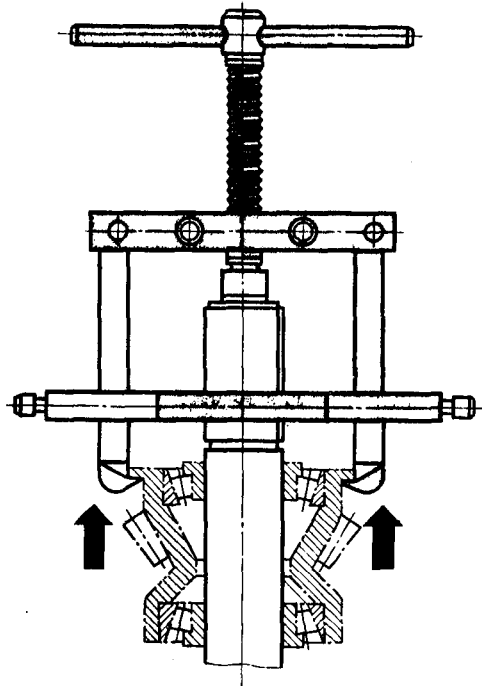
- 1 — тележка,
- 2 — патрубок,
- 3 — сетка,
- 4 — ванна,
- 5 — полка,
- 6 — крышка,
- 7 — шланг,
- 8 — труба,
- 9 — электронасос,
- 10 — бачок,
- 11 — перегородки



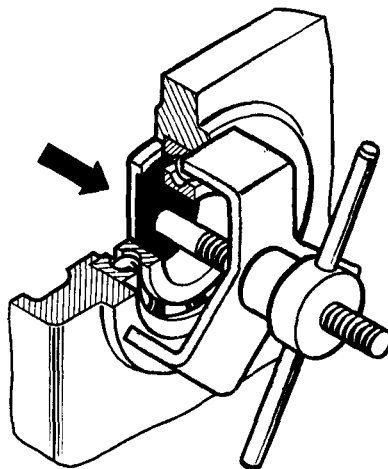
290

**Универсальный съемник (а) и специальные съемники для выпрессовки подшипников качения (б) и подшипников скольжения (в)**

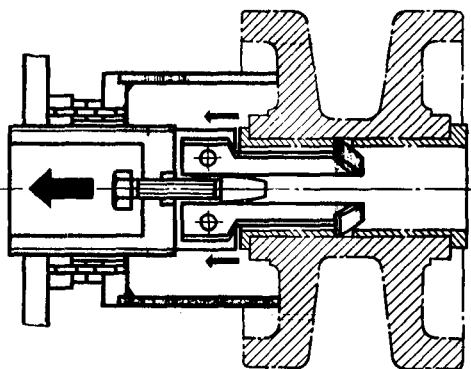
**а**



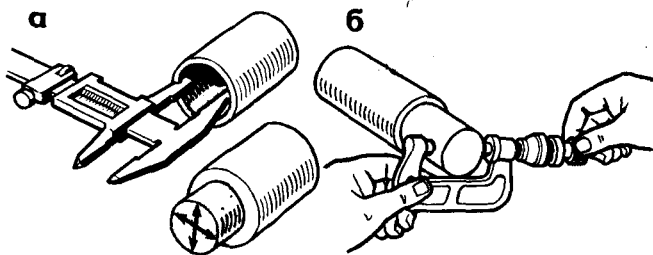
**б**



**в**



Замеры втулок и цапф неразъемных подшипников скольжения штангенциркулем (а) и микрометром (б)



личину радиального зазора определяют с помощью специальных приборов (рис. 292, а). Подшипник устанавливают на плиту и, поднимая наружное кольцо, определяют индикатором величину зазора.

Величину осевого зазора также определяют индикатором. Подшипник устанавливают на оправке, зажимают внутреннее кольцо (рис. 292, б) и, поднимая и опуская наружное кольцо, определяют величину зазора. Без прибора величину зазора определяют перемещением одного кольца относительно другого вручную (рис. 292, в).

**Зубчатые передачи.** Размер зуба определяют зубомером (рис. 293, а). Для этого по чертежу определяют необходимую глубину замера (размер Б), устанавливают этот размер на зубомере и затем определяют размер А зуба на этой глубине щупом (рис. 293, в). Сравнив полученный результат с номинальным размером (размером А по чертежу), определяют величину износа.

**Шпоночные и шлицевые соединения.** Износу подвергаются торцовые поверхности шпоночных канавок, шпонок и шлицев. Наличие износа определяют по качанию детали. Во время ремонта проверяют размеры шпоночных канавок по шаблону, а также параллельность установленных шпонок индикатором на раздвижных ножках. При смене шлицевых валов и втулок проверяют размеры шлицев штангенциркулем.

**Пальцы и шпильки.** Эти детали проверяют на перпендикулярность установки с помощью угольников. Шпильки, кроме того, проверяют на плотность установки. Ослабление устанавливают, слегка покачивая шпильку, ввернутую в корпус. Качания шпилек не допускается.

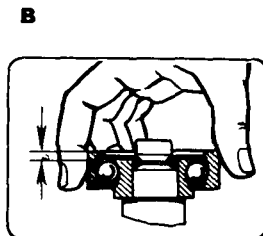
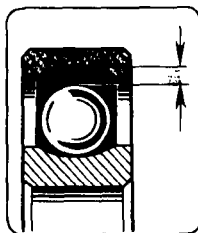
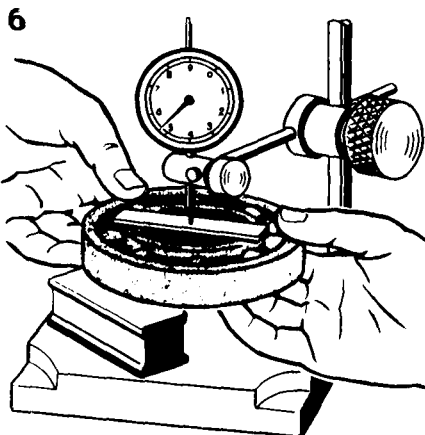
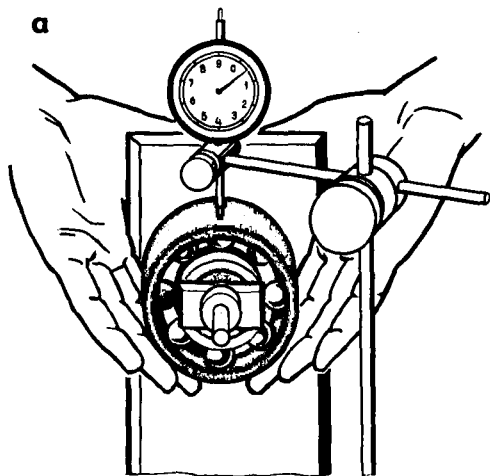
**Пружины.** На экскаваторах применяют в основном цилиндрические пружины. Величину деформации винтовая цилиндрическая пружина определяют по ее геометрическим размерам. Эта величина прямо пропорциональна числу витков и квадрату диаметра пружины. Сила сжатия или растяжения пружины создается за счет ее деформации, величина этой силы прямо пропорциональна величине деформации. Работоспособность пружин и их упругость проверяют специальными приборами и приспособлениями.

После проверки состояния детали и ее замеров полученные результаты сравнивают с данными технических условий и устанавливают пригодность детали. Детали делятся на три группы: годные, требующие ремонта или негодные. *Годные* детали те, износ которых не превышает допустимого и которые могут быть снова применены на экскаваторе. *Требующие ремонта* детали могут быть восстановлены до первоначального или ремонтного размера. Эти детали передают в соответствующие цехи для восстановления или на склад деталей, ожидающих ремонта. *Негодными* являются детали, восстановление которых нецелесообразно из-за большой стоимости ремонта. Взамен этих деталей со склада выписывают новые. После контроля детали маркируют условной краской: годные — белой, требующие ремонта — зеленой или желтой, негодные — красной.

Результаты контроля деталей заносят в ведомость дефектов, которая позволяет определить общий объем работ по машине и вид ремонта детали, планировать производство, вычислять стоимость ремонта, производить расчеты с заказчиком, выписывать необходимые для ремонта детали со склада.

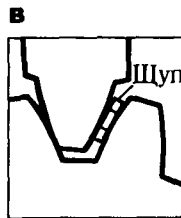
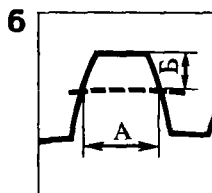
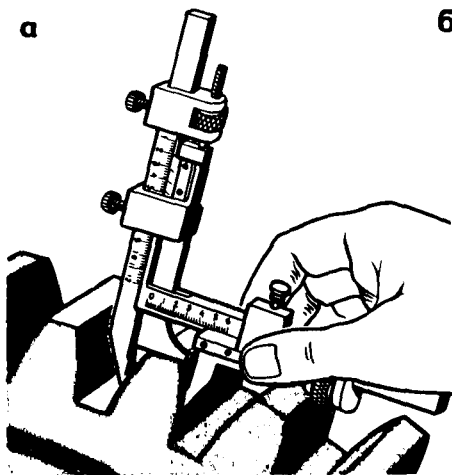
Опыт работы некоторых ремонтных заводов показывает, что применение при контроле состояния деталей специально разработанных ведомостей дефектов (табл. 22) по отдельным моделям экскаваторов значительно упрощает определение пригодности деталей.

Приборы для определения величины радиального (а) и осевого (б) зазоров и проверка величины осевого зазора без прибора (в)

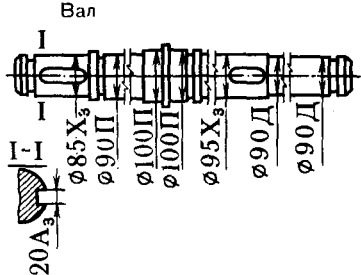
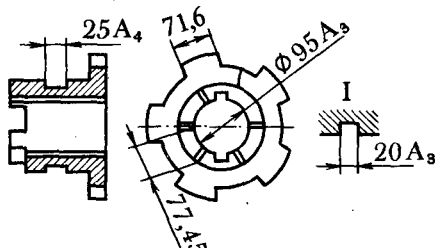


Проверка износа зубчатых передач:

а — замер зуба штангензубомером,  
б — места замера зуба,  
в — замер бокового зазора щупом



В качестве примера в таблице приведены фактические замеры трех деталей экскаватора. В связи с тем что износ поверхности зубчатого венца превышает допустимый, но характер состояния поверхностей разрешает проведение ремонта, эту деталь направляют в ремонт. Ввиду того что кулачковая муфта имеет серьезный дефект — трещины по ступице, эту деталь нецелесообразно ремонтировать и ее заменяют новой.

| Наименование детали<br>и эскиз                                                                         | Число<br>на ма-<br>шину | Мате-<br>риал | Размеры, мм                                                                                   |                                                                      |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        |                         |               | номинальные<br>с допусками                                                                    | предель-<br>но до-<br>пустимые<br>без ре-<br>монта                   | фактиче-<br>ские                                                     |
| Вал<br>               | 1                       | Сталь<br>35Х  | 85Х <sub>3</sub><br>90П<br>100П<br>100П<br>95Х <sub>3</sub><br>90Д<br>90Д<br>20А <sub>3</sub> | 84,67<br>89,97<br>99,99<br>99,96<br>94,67<br>89,90<br>89,90<br>20,25 | 84,95<br>90,00<br>99,98<br>99,98<br>94,95<br>89,95<br>89,95<br>20,20 |
| Зубчатый венец<br>(z = 69, m = 10)                                                                     | 1                       | 30ГЛ          | При глущи-<br>не замера<br>7,476 тол-<br>щина зуба<br>13,6 <sup>0,22</sup>                    | 12                                                                   | 11,4                                                                 |
| Кулачковая муфта<br> | 1                       | Ст6           | 95А <sub>3</sub><br>20А <sub>3</sub><br>77,45<br>71,6<br>25А <sub>4</sub>                     | 95,14<br>20,20<br>75,00<br>70,50<br>25,3                             | 95,10<br>20,20<br>80,20<br>68,80<br>25,2                             |

## § 63

## Способы ремонта деталей

Технологические процессы восстановления деталей, придания им первоначальных форм и размеров схематически можно свести к трем стадиям:

подготовительные операции, включающие подготовку к процессу восстановления (наплавка, электролитическое наращивание, металлизация и др.), подготовку деталей к устранению повреждений;

восстановительные операции, заключающиеся в наплавке, металлизации, хромировании, пластических деформациях и других способах восстановления размеров изношенных поверхностей, заварке трещин;

окончательные операции, к которым относятся механическая и термическая обработка деталей после восстановления.

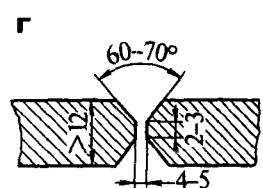
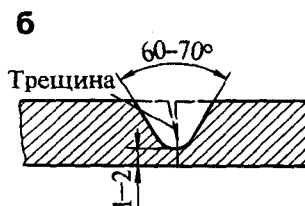
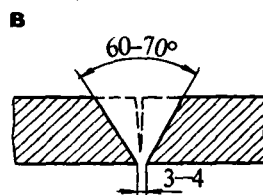
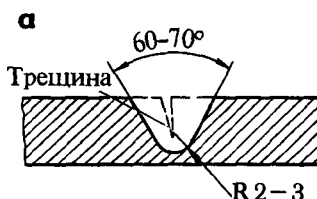
Ремонт деталей можно ограничивать лишь третьей стадией — механической и термической обработкой.



**Разделка под сварку:**  
 а — несквозной трещины,  
 б — сквозной трещины,

в — сквозной трещины газ-  
 зовым пламенем,  
 г — сквозной трещины под  
 X-образный шов

| Описа-<br>ние де-<br>фекта                                | Годная, тре-<br>бует ремон-<br>та, негодная<br>или отсут-<br>ствует | Заключение<br>дефектовщи-<br>ков        |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| —                                                         | Годная                                                              | Оставить<br>для ном-<br>плетова-<br>ния |
| Зуб<br>сильно<br>изно-<br>шен, с<br>переко-<br>сом        | Требуется<br>ремонта<br>(в напла-<br>вку и обра-<br>ботку)          | В ремонт                                |
| Кулачки<br>сильно<br>сбиты.<br>Трещи-<br>ны на<br>ступице | Негодная                                                            | Поставить<br>новую<br>деталь            |
|                                                           |                                                                     |                                         |



Технологические процессы восстановления деталей обычно разрабатывают на каждом предприятии, поэтому применяемые методы ремонта одноименных деталей зависят во многом от оснащенности мастерских, от числа ремонтируемых деталей и т. д.

Ремонт деталей может быть осуществлен несколькими способами: под ремонтный размер, сваркой и наплавкой, металлизацией, электролитическим наращиванием, электроискровым способом, с помощью токов высокой частоты.

Ремонт деталей *под ремонтный размер* заключается в том, что в сопряжении одну деталь, обычно сложную и дорогостоящую, подвергают механической обработке до заданного ремонтного размера, а другую заменяют новой или отремонтированной старой деталью с таким же ремонтным размером. При этом полностью восстанавливают работоспособность сопряжения, так как его детали обрабатывают под ремонтный размер с теми же допусками, что и новые детали.

Сварку и наплавку применяют для устранения износа поверхности, при поломке деталей и устранении трещин.

Широкое применение электросварки при ремонте машин объясняется существенными преимуществами этого способа: высокой эксплуатационной надежностью восстановленных деталей, простотой процесса, несложностью оборудования, возможностью наплавки износостойких материалов, невысокой стоимостью ремонта. Сварку можно производить как постоянным, так и переменным током.

Трещины металлоконструкций и корпусов перед заваркой разделяют (рис. 294). Для этого по их концам сверлят отверстия, которые позволяют проверять границы трещины, облегчают разделку ее и препятствуют распространению трещины. Диаметр отверстия должен быть несколько больше ширины трещины.

Трещину разделяют вырубкой или механической обработкой наждачным кругом. Размеры и форма образующейся при этом канавки должны создавать возможность заваривать трещину электродом.

Отверстия диаметром до 50 мм заваривают без предварительной подготовки. Их заполняют металлом путем кругового перемещения наклонного расплавленного электрода. В отверстие больших диаметров предварительно вставляют пробку из того же материала, что и ремонтируемая деталь. Пробку предварительно прихватывают электросваркой, а затем приваривают.

Наплавка изношенных поверхностей рекомендуется в тех случаях, когда детали не может быть возвращена работоспособность способом под ремонтный размер. Наплавку применяют также для защиты деталей от повышенного изнашивания (наплавка износостойкими сплавами). Наряду с ручной наплавкой, наиболее широко распространенной в ремонтной практике, все чаще применяют методы автоматической наплавки под флюсом и автоматической виброконтактной наплавки.

Для наплавки ручным способом применяют сварочные аппараты. При выборе электродов для наплавки обращают внимание на то, какому виду термической обработки была подвергнута деталь во время ее изготовления. При восстановлении поверхности наплавкой твердость наплавленного слоя должна соответствовать твердости поверхностного слоя детали, указанной на чертеже.

Металлизацию применяют для восстановления валов и осей и особенно изношенных мест под неподвижные посадки подшипников качения, зубчатых колес, шкивов и т. п.

Сущность металлизации заключается в том, что на заранее подготовленную поверхность наносят слой мельчайших частиц (диаметром 0,01—0,015 мм) расплавленного металла. Эти частицы распыливают потоком сжатого воздуха под давлением 5—6 кгс/см<sup>2</sup> со скоростью 150—200 м/с. Ударяясь о поверхность металлизированной детали, они попадают в неровности и впадины и закрепляются в них.

Основными преимуществами металлизации являются относительная простота процесса и применяемого оборудования, возможность наращивания слоя любой толщины (от 0,01 и выше), что позволяет ремонтировать детали с любой величиной износа.

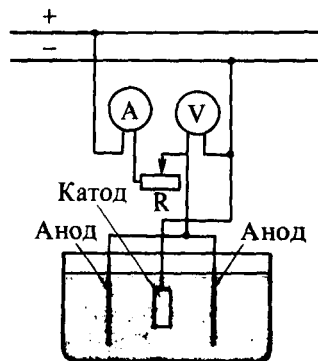
Структура основного металла ремонтируемых деталей после металлизации не изменяется. Металлизацию можно подвергать детали из любого материала (например, стали, чугуна, бронзы), любых размеров и конфигурации. Нанесенный слой металла обладает также способностью поглощать и удерживать смазку.

Основной недостаток металлизации — сравнительно низкая прочность сцепления с основным металлом, что может привести к отслаиванию нанесенного слоя, особенно при динамических нагрузках. При металлизации распылением происходит чисто механическое сцепление нанесенного слоя с основным металлом. Поэтому созданию прочности этого сцепления должно быть уделено особое внимание.

Электролитическое наращивание заключается в том, что изношенную поверхность детали покрывают одним из следующих металлов: хромом (хромирование), железом (железнение, осталивание), медью (меднение), никелем (никелирование).

Деталь, подлежащую электролитическому наращиванию, погружают в ванну, наполненную электролитом (раствором, проводящим электрический ток). Через электролит с помощью двух электродов, присоединенных к источнику тока (рис. 295), пропускают

Схема включения ванны для осаждения металла электрическим путем



постоянный ток. При этом молекулы электролита расщепляются на ионы. Ионы, несущие положительный заряд электричества, — катионы направляются к катоду (электроду, присоединенному к отрицательному полюсу источника тока), а ионы, несущие отрицательный заряд, — анионы — к аноду (электроду, присоединенному к положительному полюсу источника тока). В качестве анода в большинстве случаев используют пластинку из металла, которым необходимо покрывать детали, катодом является наращиваемая деталь, электролитом — раствор соли осаждаемого металла.

Наиболее распространенный вид покрытия при восстановлении деталей экскаваторов — хромирование. Основные свойства хромового покрытия — высокая твердость, износостойкость, способность сопротивляться коррозии и воздействию высоких температур, а также декоративный внешний вид. По износостойкости оно в несколько раз превосходит закаленную сталь, в обычных атмосферных и температурных условиях покрытие не окисляется. Хромовое покрытие можно наносить на стальные, чугунные, медные, латунные и алюминиевые поверхности (толщина покрытия обычно не превышает 0,5 мм), при этом структура и механические свойства основного металла сохраняются. При хромировании достаточно точно можно регулировать толщину наносимого слоя.

Недостатки хромирования — нельзя восстанавливать детали со значительным износом вследствие хрупкости толстого слоя, относительная длительность и сложность процесса.

*Электроискровой способ* используют для восстановления размеров поверхностей деталей, износ которых не превышает 0,05—0,06 мм (при тугих и напряженных посадках); повышения износостойкости рабочих поверхностей детали.

К числу деталей экскаваторов, которые можно упрочнять одним из перечисленных методов, относятся: шлицевые валы (по боковым поверхностям шлицев), подвижные шестерни и кулачковые муфты (по боковым поверхностям шлицев и по пазам под вилки управления), рычаги фрикционов, вилки управления муфтами (в местах, входящих в пазы муфт). Изношенные поверхности наращивают в местах неподвижных посадок: на шейках валов и в гнездах корпусных деталей, главным образом под посадку подшипников качения.

*Токи высокой частоты* (т. в. ч.) применяют при поверхностной закалке деталей различных размеров, скоростной пайке инструментов, наплавке износостойких покрытий, изготовлении биметаллических втулок, восстановлении деталей металлизацией и др.

Сущность высокочастотного нагрева заключается в том, что деталь, подлежащая нагреву, перемещается в переменном магнитном поле, создаваемом индуктором (катушкой) при пропускании через него переменного тока высокой частоты. По закону электромагнитной индукции в части детали, находящейся в магнитном поле, индуцируется ток, который имеет такую же частоту, что и ток, пропускаемый через индуктор.

Глубина проникновения индуцированного тока зависит от его частоты: чем больше частота, тем меньше глубина проникновения тока. Благодаря тепловому действию тока поверхностный слой детали в течение 2—5 с нагревается и в нем возбуждаются токи.

Эти особенности индукционного нагрева используют для различных приемов восстановления и упрочнения деталей машин.

Основные преимущества высокочастотного нагрева: ускорение процесса нагрева, что резко повышает производительность труда и снижает себестоимость ремонтируемой или изготавливаемой детали; возможность широко регулировать глубину нагрева, что позволяет нагревать только рабочие поверхности детали; сокращение расхода энергии за счет отсутствия предварительного нагрева обычных печей; высокая культура производства.

**Валы.** В процессе эксплуатации в цилиндрических валах изнашиваются посадочные шейки, шпоночные канавки и шлицы, повреждаются резьба на их поверхности, центровые отверстия, изгибаются сами валы.

Способ ремонта цилиндрического вала выбирают после того, как соответствующей проверкой установят характер и степень износа. Шейки вала с износом (небольшие царапины и риски, овальность до 0,1 мм) ремонтируют шлифованием. Но предварительно проверяют, исправны ли центровые отверстия вала. Если необходимо, восстанавливают центровые отверстия, протачивая забоины и вмятины, и правят валы.

Погнутые валы диаметром более 60 мм подвергают горячей правке. Холодную правку выполняют вручную с помощью винтовых скоб, рычагов, но целесообразнее пользоваться прессом. Винтовую скобу накладывают на вал захватами так, чтобы винт расположился своим упором против места наибольшего прогиба вала. Вращая винт, выправляют вал в этом месте; затем скобу последовательно перемещают на другие участки и повторяют операцию до тех пор, пока весь вал не будет выправлен.

Шейки вала со значительным износом обтачивают и шлифуют под ремонтный размер. При этом допускается уменьшение диаметра шеек на 5—10% в зависимости от характера воспринимаемых валом нагрузок, в частности при ударных нагрузках. В тех случаях, когда необходимо восстановить первоначальные размеры шеек, на них после обточки напрессовывают или устанавливают на эпоксидном клее ремонтные втулки, которые затем обрабатывают точением или шлифованием.

Изношенные поверхности валов можно ремонтировать также, наращивая металл наплавкой, металлизацией, хромированием и другими методами.

**Подшипники скольжения.** Если износ шейки вала и отверстия втулки достигает предельно допустимой величины, неразъемные подшипники (втулки) ремонтируют: шлифуют вал, а втулку заменяют новой — с отверстием, соответствующим по размеру шлифования шейке вала.

У подшипников с вкладышами восстанавливают правильную геометрическую форму отверстия и масляные канавки. При ремонте этих подшипников необходимо также обеспечивать зазор для масляного слоя, соосность отверстия данного подшипника и отверстий остальных подшипников, в которых устанавливают вал, плотное прилегание вкладышей к их постелям.

При ремонте подшипников скольжения следует уделять серьезное внимание правильной обработке смазочных канавок на рабочей поверхности подшипника. Смазочные канавки облегчают засасывание масла в нагруженную зону и улучшают распределение смазки по длине подшипника. Эти канавки обрабатывают на станках точением, фрезерованием, долблением, протягиванием, а также прорубают вручную по разметке. Разметку делают согласно чертежу или образцу. Канавки прорубают специальным крейцмейселем-канавочником, режущая кромка которого имеет размер и форму смазочной канавки. Края смазочных канавок, выходящие на поверхность вкладыша, сглаживают и округляют, иначе кромки будут действовать как скребки, снимающие слой смазки с шейки вращающегося вала.

Для лучшего удержания масла продольные канавки делают закрытыми, т. е. не достигающими до торцов вкладышей и втулок примерно на 0,1 длины последних. Ширина и глубина канавок принимаются (ориентировочно) соответственно 0,1 и 0,025 внутреннего диаметра вкладыша.

**Подшипники качения.** Узлы с подшипниками качения тщательно осматривают, чтобы проверить, нет ли признаков усталостного износа беговых дорожек и тел качения. Если

такой износ обнаружен, подшипник заменяют. Замене подлежат также подшипник с выкрошенными бортами, деформированными сепараторами, с ржавчиной на рабочих и посадочных поверхностях.

Подшипники качения не ремонтируют. Восстанавливают посадочные поверхности деталей, сопрягаемых с подшипниками (корпусов и валов), наплавкой, хромированием, металлизацией, нанесением эпоксидного клея или стиракрила и другими способами. Практикуют, кроме того, установку компенсирующих втулок. Втулку запрессовывают в корпус подшипника или напрессовывают на шейку вала в зависимости от характера и величины износа, размеров деталей и возможностей ремонтного цеха.

При чрезмерном нагреве подшипников ( $60^{\circ}\text{C}$  и выше) необходимо проверить, достаточно ли смазки, а также исправны ли смазочные и уплотняющие устройства.

Загрязненные войлочные уплотнения (которые служат для защиты подшипника от действия внешней среды, а не как препятствие против вытекания смазки) промывают в чистом керосине, а изношенные заменяют. В этих уплотнениях войлочные и фетровые кольца должны прилегать к шейкам вала умеренно плотно: щуп толщиной 0,1 мм не должен проходить между ними. Слишком плотная установка кольца вызывает повышенное трение, что приводит к усиленному нагреву шейки вала и подшипников.

В лабиринтных уплотнениях стенки кольцевых канавок должны быть без выбоин и вмятин. Нормальная величина зазора в радиальном направлении 0,3—0,6, в осевом — 1,5—3 мм.

Уплотнения манжетного типа (например, кожаные, резиновые) должны плотно охватывать вал и правильно закрепляться. Щуп толщиной 0,1 мм между манжетой и валом должен проходить с трудом. Если же он проходит свободно, значит манжеты изношены.

**Упругая пальцевая муфта.** У пальцевой муфты изнашиваются отверстия полумуфты, в которые входят кольца, а также сами кольца, которые начинают проворачиваться на пальцах. Иногда ослабевают и начинают проворачиваться пальцы, что приводит к износу посадочных мест под пальцы и самих пальцев в полумуфте.

Ремонтируют упругие пальцевые муфты так: растачивают посадочные отверстия для пальцев в полумуфте и отверстия для колец в полумуфте, а затем изготавливают новые пальцы и кольца. Наружный диаметр новых колец должен в точности отвечать диаметру расточных отверстий в полумуфте. Кроме того, при расточке необходимо обеспечить совпадение центров отверстий под пальцы в обеих полумуфтах. Нарушенную посадку муфты восстанавливают запрессовкой втулки в ее фланец. Если изношены и другие поверхности муфты, ее заменяют новой.

**Шкивы.** У шкивов клиноременных передач изнашиваются поверхности канавок. Этот износ иногда бывает настолько большим, что ремень опускается до дна канавки. Происходит также излом буртика, нарушается балансировка шкива.

Шкивы должны отвечать следующим требованиям: поверхности, сопрягаемые с ремнями, должны быть обработаны по 5—6-му классу чистоты;

наружный диаметр шкива должен точно соответствовать указанному на чертеже и обеспечивать требуемое передаточное отношение;

не допускаются надломы и трещины;

при наблюдении невооруженным глазом не должно замечаться биение шкива по наружному диаметру и по торцам.

У шкива под клиновые ремни поверхность обода и стенок канавок обтачивают до устранения износа, а дно канавок углубляют. Изломы и трещины шкивов устраняют заваркой. Если у ремонтируемого шкива обтачивают поверхность, сопрягаемую с ремнем, можно немного уменьшить диаметр шкива при условии, что частота вращения шкива изменится не более чем на 5%.

**Резьбовые соединения.** В резьбовых соединениях повышенные износы и повреждения возникают из-за недостаточной затяжки винтов и гаек, особенно в соединениях, воспринимающих во время работы большие или знакопеременные нагрузки. Под совместным действием этих нагрузок болты и винты растягиваются, шаг резьбы и ее профиль нарушаются, гайки начинают «заедать». Все это приводит к поломке деталей соединения.

Более интенсивно изнашиваются детали часто разбираемых и регулируемых соединений — резьба, грани головок болтов и гаек. Резьба разрушается также от чрезмерных затяжек гайки или винта.

Износ резьбовых соединений проявляется следующим образом:

изменяется профиль резьбы по среднему диаметру — увеличивается зазор (наблюдается у винтов и у часто отвертываемых крепежных болтов);

рабочие поверхности профиля резьбы сминаются под действием рабочих нагрузок; стержень болта удлиняется в результате действия осевых рабочих нагрузок и усилий затяжки;

изменяется под действием осевых рабочих нагрузок шаг резьбы.

Изношенные или поврежденные крепежные болты и винты не ремонтируют, а заменяют новыми.

Соединение, в котором оборван винт или шпилька, ремонтируют различными способами.

Если винт или шпилька сломались в глубине отверстия, то обломки извлекают. Для этого тонкий бородок или керн приставляют концом кверху обломка; постукивая молотком по бородку, которому придают наклон в направлении, противоположном направлению резьбы, вывинчивают обломок. Это делают, стараясь не повредить края резьбы.

Другой способ заключается в следующем. В обломке винта или шпильки высверливают отверстие диаметром меньше, чем диаметр резьбы, и забивают в него ребристый закаленный стержень; проворачивая стержень, удаляют обломок из гнезда.

Детали значительного диаметра с изношенной наружной резьбой ремонтируют так: срезают старую резьбу и нарезают новую (если это допускается условиями прочности) или же на деталь насаживают втулку либо бандаж с резьбой. Если удаляют старую резьбу, то новую обрабатывают до ближайшего диаметра по стандарту.

Изношенную или сорванную резьбу в отверстиях детали не восстанавливают. В этих случаях поступают одним из следующих способов:

отверстие просверливают на большую глубину (если это возможно) и снова нарезают в нем резьбу; в углубленное отверстие ввинчивают новый винт с удлиненной резьбовой частью;

отверстие рассверливают, нарезают новую резьбу большего диаметра и ставят новые винты с резьбой данного диаметра; отверстие для винта во второй соединяемой детали рассверливают.

При ремонте резьбовых соединений нередко изготовляют взамен старой новую шпильку с уступом и с резьбой двух диаметров: большего — для завинчивания шпильки в одну из соединяемых деталей (назовем ее корпус) и меньшего — для скрепления этой детали со второй и стягивания их гайкой.

**Шпоночные и шлицевые соединения.** В шпоночных соединениях изнашиваются как шпонки, так и шпоночные пазы, в результате чего ослабевает посадка детали на валу. Возможные причины износа (помимо нормального изнашивания деталей под влиянием длительной работы) — небрежная подготовка шпонки по месту или применение неправильной посадки.

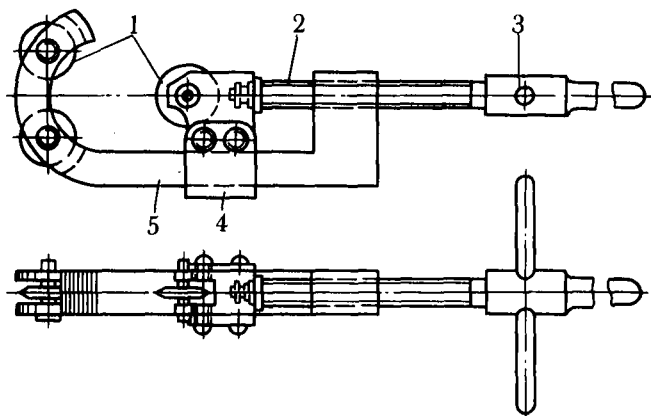
Шпонки обычно не ремонтируют, а изготовляют вновь. Затем их пригоняют опиливанием, строганием, фрезерованием или шлифованием по шпоночным пазам на валу и сопрягаемой с ним детали.

Шпоночные пазы ремонтируют. При незначительном износе (до 10% от первоначальной ширины паза) шпоночный паз опиляют, при большем — ремонтируют, наваривая грани с последующим фрезерованием. При этом выдерживают размер паза, установленный стандартом.

При ремонте шпоночных соединений путем подгонки добиваются плотного сопряжения шпонок с боковыми поверхностями пазов соединяемых деталей. Исключение составляют клиновые шпонки, их загоняют в паз ударом молотка так, чтобы они заклинивались по высоте. Клиновую шпонку забивают так, чтобы ее при ослаблении можно было осадить: между головкой шпонки и торцом детали должно оставаться расстояние, равное высоте шпонки.

**Трехроликовый труборез:**

- 1 — ролик,
- 2 — винт,
- 3 — рукоятка,
- 4 — ползун,
- 5 — корпус



Призматические шпонки можно вынимать при ремонте из пазов без повреждения; для этого специально выполняют в средней части шпонки резьбовое отверстие и в него ввинчивают винт. Когда винт своим концом упрется в вал, винт продолжают вращать и тогда шпонка выходит из паза. Шпонку можно вынуть из паза и с помощью молотка с выколоткой, используя имеющийся у нее скос.

**Сварные соединения.** Этот вид ремонта включает операции по выявлению дефектов соединения, подготовку дефектных мест под заварку и сам процесс сварки.

Способы определения дефектов зависят от характера работы соединения. Простейший способ проверки — внешний осмотр, при котором выявляют дефекты сварки, выходящие на поверхность. Эти дефекты представляют собой поры, трещины, непровары, прожоги. При осмотре пользуются лупой. Плотность шва можно определить керосиновой пробой. Для этого на проверяемый участок с наружной стороны наносят тонкий слой разведенного в воде мела. После просушки на внутреннюю поверхность соединения накладывают тряпку, обильно смоченную керосином. Если через 10—15 мин на слое мела появятся потемнения (влажность), это указывает на неплотность сварного шва или трещины. Эти дефекты обычно устраняют подваркой.

Трещины заваривают после соответствующей подготовки. Трещину засверливают по концам и вдоль нее делают канавку. Сквозные трещины при толщине стенки более 20 мм разделяют с обеих сторон прорубанием вручную, расшивкой или обработкой на станке.

**Трубопроводы.** Нарушение герметичности во фланцевом соединении устраняют подтягиванием болтов, поджимающих прокладку. Если таким образом не удается восстановить герметичность, разбирают соединение и заменяют прокладку новой из того же материала. В резьбовых соединениях труб герметичность восстанавливают, подвинчивая соединительные части. Если герметичность не восстанавливается, соединение разбирают и затем заново собирают с новым уплотнением.

Для разборки трубопроводов при ремонте пользуются различными ключами: рычажными, цепными и раздвижными. Рабочие поверхности губок и щек ключей должны быть закалены.

Для разрезания стальных труб применяют труборезы различных конструкций, например трехроликовый труборез (рис. 296), который накладывается на трубу и охватывает ее тремя режущими роликами 1, два из которых вращаются на осях, закрепленных в корпусе 5, а третий — в ползуне 4. С помощью рукоятки 3 и винта 2 ролики врезаются во вращающуюся отрезаемую трубу.

При ремонте трубопроводов нередко приходится разбортовывать и развальцовывать трубы. Развальцовывают трубы вальцовкой (рис. 297), в которой конус 2, перемещаемый в продольном направлении по резьбе, раздвигает в стороны (разжимает) ролики 1. Валь-

цовку, вставленную в трубу, вращают, стержень с конусом 2 все время подают вперед. Вращающиеся вместе с вальцовкой ролики раскатывают конец трубы и вдавливают металл в канавки фланца, надетого на трубу.

При ремонте трубопроводов обычно приходится гнуть трубы, придавая им форму, необходимую для монтажа. Гибку производят холодным или горячим способом, вручную или механическими средствами, с наполнением труб песком или без наполнения. Радиус закругления при гибке труб в холодном состоянии без наполнения должен быть не менее четырех наружных диаметров труб, иначе на трубе образуются складки и вмятины, которые уменьшают ее внутренний диаметр. При гибке труб с наполнителем в горячем состоянии наименьший радиус изгиба может равняться 3—3,5 наружного диаметра трубы.

Мелкозернистый песок, используемый в качестве наполнителя, насыпают в трубу, предварительно заглушив один ее конец деревянной пробкой; засыпаемый песок все время утрамбовывают, обстукивая трубы. Наполнив трубу и хорошо уплотнив в ней песок (плотная наполненная труба издает при ударе глухой звук), забивают во второй ее конец деревянную пробку. После этого приступают к гибке.

Приспособление для гибки вручную труб диаметром до 30 мм без наполнителя (рис. 298) крепят в тисках бобышкой 7. Сначала откидывают рычаг 1 и устанавливают его под углом, равным 90°, к продольной оси основания. Вставляют трубу в канавку между роликами 2 и 3, закрепляют крючком 4 и прижимом 5 и плавным движением рычага 1 производят гибку. Ролики сменные — из набора, рассчитанного на разные диаметры труб и разные радиусы кривизны.

При гибке горячим способом изгибаемый участок трубы нагревают в горне или другом нагревательном устройстве до вишнево-красного цвета, при этом места, не подлежащие изгибу, смачивают водой. При достаточном нагреве песка от трубы начинает отлетать окалина. Гибку производят плавно, без рывков и с одного нагрева. После остывания из трубы высыпают песок. Приставшие к стенкам песчинки удаляют обстукиванием трубы молотком, затем трубу продувают сжатым воздухом.

Медные и латунные трубы перед гибкой отжигают. Для этого нагревают место изгиба до темно-красного цвета и охлаждают на воздухе или в воде.

## § 64

### Комплектование и сборка узлов

Все годные, вновь изготовленные и отремонтированные детали в соответствии со схемой технологического процесса поступают для комплектования и сборки. Непосредственно на сборку направляют базисные и корпусные детали; все другие детали перед сборкой комплектуют.

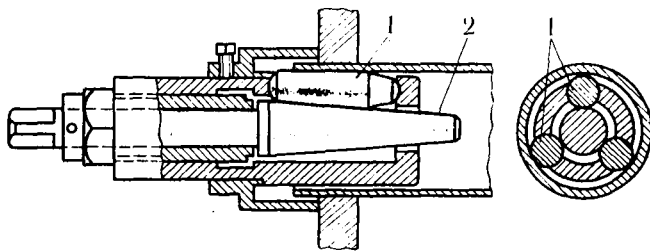
**Комплектование деталей** заключается в подборе и пригонке полного комплекта деталей, входящих в состав сборочной единицы. В комплект отбирают детали, соответствующие техническим условиям, сгруппированные по массе, размерам и другим показателям. Например, такие детали, как поршни и шатуны двигателей внутреннего сгорания, предназначенные для установки в один двигатель, не должны значительно различаться по массе во избежание возникновения вибрации в процессе работы.

Так как у одноименных деталей нельзя получить абсолютно одинаковые размеры, то их подбирают по размерам. Для этого охватываемые и охватывающие детали, изготовленные с заданными допусками, сортируют по нескольким группам: детали с максимально допустимыми диаметрами отверстий собирают с группой валов, диаметры которых выполнены с наибольшими размерами. Аналогично — детали с диаметрами отверстий, близкими к нижнему пределу, собирают с валами минимальных размеров. Такой подбор деталей позволяет соблюдать требуемые посадки при относительно невысоких требованиях к точности изготовления деталей.

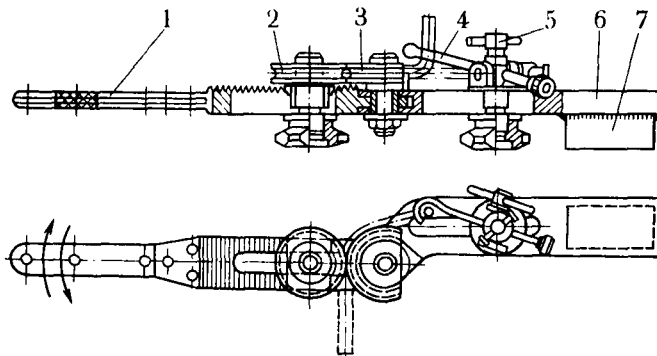
Комплектование деталей значительно ускоряет и упрощает сборочные работы. Однако на ремонтных предприятиях строительных организаций не всегда прибегают к комплекточным работам, предшествующим сборке. В этом случае детали изготавливают по



297

**Вальцовка:**1 — ролики,  
2 — конус

298

**Приспособление для гибки труб вручную:**1 — рычаг,  
2 и 3 — ролики,  
4 — крючок,  
5 — прижим,  
6 — основание,  
7 — бобышка

разметке и измеряют универсальными измерительными инструментами, что не дает возможности получить точные размеры. Поэтому, кроме предварительной сортировки и подбора деталей, при индивидуальной сборке по принципу частичной взаимозаменяемости необходимая точность сопряжений достигается применением компенсаторов или подгонкой деталей по месту. При сборке с применением компенсаторов необходимую точность соединения получают путем изменения размера одного из элементов, входящих в узел в процессе сборки.

Компенсаторы изготовляют в виде прокладок, шайб, промежуточных колец, стяжных гаек, подвижных шлицевых соединений, различных муфт. Их установку предусматривают при конструировании узла или машины. В современных машинах компенсаторы широко распространены, так как они снижают стоимость и повышают срок службы машин.

При сборке с подгонкой деталей по месту требуемый характер сопряжения достигается снятием с поверхности одной из деталей лишнего слоя металла. Наиболее часто применяют следующие виды пригоночных работ: опиловку и зачистку, пришабривание, притирку, полирование, развертывание отверстий по месту.

Опиловку применяют для снятия с поверхностей шероховатостей и заусенцев с целью подгонки сопрягаемых поверхностей. Опиловкой исправляют неточности формы, размеров и относительного расположения поверхностей деталей. Для придания большей чистоты отделки опиленные поверхности *зачищают* напильниками с мелом, шкуркой и шлифовальными кругами различных марок.

Опиловку и зачистку деталей механизуют, используя передвижные электрические и пневматические установки с гибким валом, в патроне которого укрепляют специальные круглые напильники или абразивные круги различных форм и размеров.

Пришабриванием получают точную и чистую поверхность после предварительной обработки ее напильником, резцом или другим режущим инструментом. Шабрение широко применяют при подгонке плоскостей разреза деталей, направляющих станков, вкладышей подшипников и т. д.

**Притирка** эффективна в тех случаях, когда необходимо получить плотное прилегание поверхностей. При этом одну деталь притирают к другой (например, клапан двигателей) или каждую из деталей — к третьей, заранее проверенной (притирка на плите). В качестве притирочных материалов применяют твердые абразивные порошки (пасты ГОИ, наждак, толченное стекло, окиси алюминия, хрома или железа), смешанные с минеральным маслом, керосином или скипидаром. Механизированным путем детали притирают на специальных станках и приспособлениях.

**Полированием** добиваются высокой степени чистоты поверхностей деталей, благодаря чему повышается стойкость поверхностей против коррозии и возрастает усталостная прочность деталей. Детали полируют вращающимися кругами, рабочая поверхность которых выполнена из фетра, войлока или сукна. Эти материалы покрывают мастикой, состоящей из вяжущего вещества (парафина, вазелина, керосина) и полировального порошка (венской извести, окиси хрома, железа или алюминия).

**Развертывание отверстий** производят в тех случаях, когда требуется соединить две или более детали после окончательной их сборки с помощью штифтов, шплинтов или шпилек. Эту операцию при сборке выполняют или для получения требуемой посадки в сочленении, или для точного совпадения соединяемых деталей. Обычно операцию производят вручную, реже — механически.

**Процесс сборки** заключается в том, что отремонтированные узлы и детали соединяют в определенной последовательности. Значительно упрощает и облегчает этот процесс применение технологических карт.

**Резьбовые соединения.** При их сборке должна быть достигнута неподвижность соединяемых деталей и правильная их установка, а также прочность и герметичность соединения. Благодаря резьбовым соединениям можно регулировать взаимное положение деталей.

Шпильки устанавливают с помощью двух гаек, накрученных на шпильку одна за другой, специальных инструментов «солдатиков» (рис. 299, а) или эксцентрикового ключа (рис. 299, б). В первом случае гайку 1, накрученную на шпильку, стопорят винтом 2. Эксцентриковый ключ состоит из корпуса 5 с отверстием для прохода шпильки, ролика 6, эксцентрично закрепленного на оси 4, и воротка 3. При вращении корпуса ролик 6 зажимает шпильку и она вращается вместе с корпусом 5 ключа. Шпильку устанавливают в теле детали с некоторым натягом, чтобы при свинчивании даже туго посаженной гайки шпилька не вывертывалась из тела детали.

При навинчивании гаек на болты применяют эксцентриковые ключи соответствующего размера. Если гаек несколько, рекомендуется затягивать их в определенном порядке, что исключает пропуск какой-либо гайки и предупреждает деформацию соединяемых деталей.

Необходимо внимательно следить за тем, чтобы не перетянуть гайку, так как это может привести к срыву резьбы или к разрыву болта.

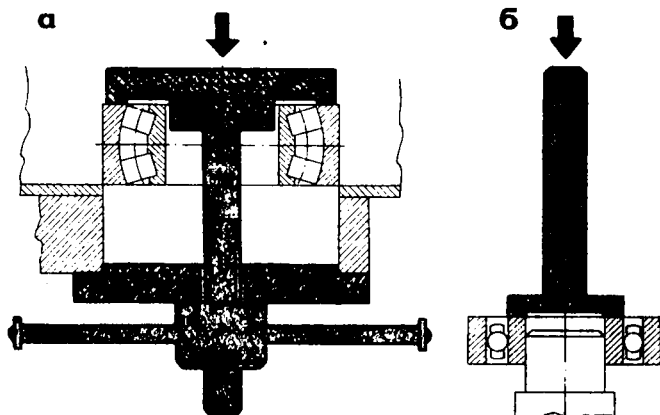
**Шпоночные соединения.** В основном применяют призматические и сегментные шпонки, устанавливаемые, как правило, с пригонкой. В неподвижных соединениях шпонки устанавливают в паз вала плотно, иногда даже с натягом; в паз ступицы — с некоторым зазором между верхней плоскостью шпонки и впадиной паза ступицы. Это сохраняет центрирование деталей на валу. Подвижную посадку шпонки в пазу ступицы применяют в том случае, когда последняя, передавая крутящий момент, должна свободно перемещаться вдоль оси вала. Для хорошего соединения клиновыми шпонками их тщательно подгоняют так, чтобы уклоны дна паза детали и шпонки были одинаковыми. Несоблюдение этого условия приводит к перекосу детали, устанавливаемой на валу.

**Подшипники качения и скольжения.** Запрессовку подшипников качения и скольжения в отверстия деталей или установку их на валах осуществляют на различных по конструкции прессах. Например, мелкие детали удобно запрессовывать на трехтонном реечном прессе (рис. 300, а). Передвижные станции технического обслуживания оборудуют десятитонным гидравлическим прессом (рис. 300, б). При сборке и ремонте узлов в ремонтных мастерских и на заводах применяют двадцатитонный пресс (рис. 300, в).

302

Приспособление для за-  
прессовки подшипников ка-  
чения:

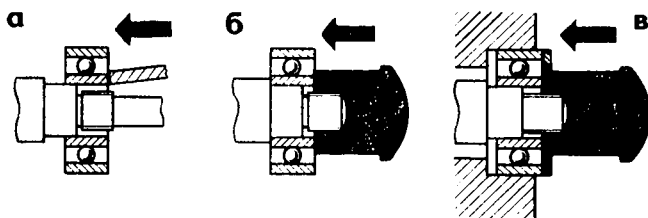
а — винтовое приспособление,  
б — оправка



303

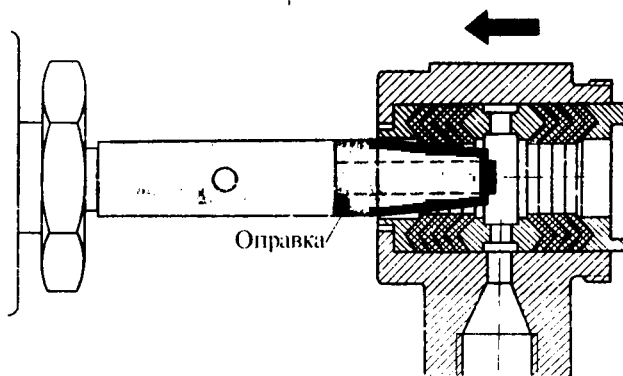
Простейшие способы за-  
прессовки подшипников ка-  
чения:

а — выколоткой,  
б — трубой,  
в — трубой с подкладкой



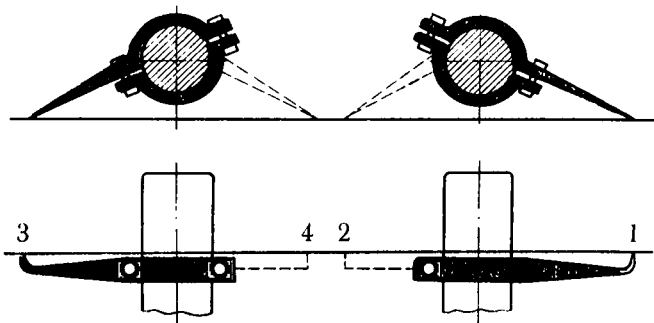
304

Приспособление для уста-  
новки уплотнений



305

Проверка параллельности  
валов с помощью хомутов  
и нити



Неравномерный зазор между зубьями наблюдается в том случае, если рабочие поверхности зубьев касаются только на небольшом участке длины зуба независимо от того, в какую сторону они вращаются. Причину этого следует искать либо в перекосе зубчатого колеса, либо в перекосах валов (рис. 306, з).

Зацепление конических шестерен проверяют аналогичным образом. Правильное зацепление конических зубчатых колес показано на рис. 306, а. На рис. 306, б изображен отпечаток на конических зубчатых колесах при чрезмерном их сближении, на рис. 306, в — при межосевом угле больше расчетного.

Если на зубьях одного из зубчатых колес (например, ведущего) следы краски видны только на одной стороне зуба — на узком конце, а на другом колесе (например, ведомом) — на широком, то это свидетельствует о перекосе осей зубчатых колес (рис. 306, з). Лучшим считается отпечаток, когда зубчатые колеса без нагрузки передают усилия тонкой частью зуба. В этом случае при полной нагрузке вследствие деформации зуба усилие будет передаваться большей частью его боковой поверхности.

Сборку и работу червячной передачи также можно проверять методом отпечатков. Краску нужно наносить на винтовую поверхность червяка. При правильном зацеплении краска должна покрывать поверхность зуба червячного колеса не менее чем на 50—60% по длине и высоте.

**Цепные передачи.** При сборке устанавливают и закрепляют звездочки на валах, а также монтируют и регулируют натяжение цепи.

Для нормальной работы цепной передачи оси звездочек должны быть параллельны одна другой, а сами звездочки должны располагаться в одной плоскости. Несоблюдение этих условий приводит к преждевременному износу цепей и их соскакиванию в процессе работы.

Правильность установки звездочек на валу, величины их торцового и радиального биения проверяют с соблюдением тех же правил и приемов, которые применяют при монтаже зубчатых передач. Радиальное и торцовое биение звездочек не должно превышать 0,05 мм на 100 мм диаметра звездочек. Установку звездочек в одной плоскости проверяют с помощью шнура, а при небольших расстояниях между их центрами — линейкой.

Для нормальной работы большое значение имеет правильное натяжение цепи, так как провисание цепи смягчает удар между элементами передачи в процессе работы. Ориентировочно можно считать, что при нормальном провисании цепей стрела провисания должна быть не больше 2% величины межцентрового расстояния. Необходимое натяжение цепи достигается регулированием межцентрового расстояния, установкой специальных натяжных звездочек или изменением числа звеньев, составляющих цепь. При сборке цепи натягивают с помощью простого приспособления (рис. 307), которое состоит из неподвижного 1 и подвижного 4 захватов, соединенных винтом 2. Подтягивая с помощью барашка 3 винт 2, сводят концы соединительного звена цепи и собирают цепь.

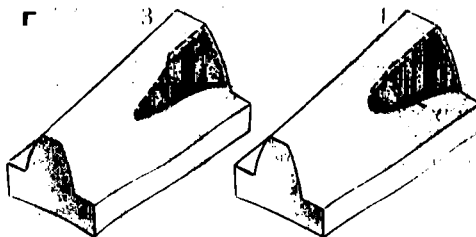
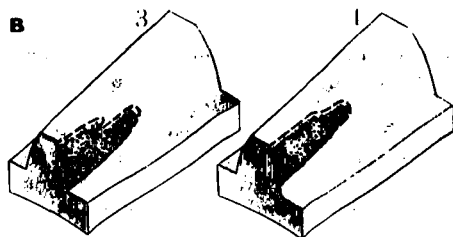
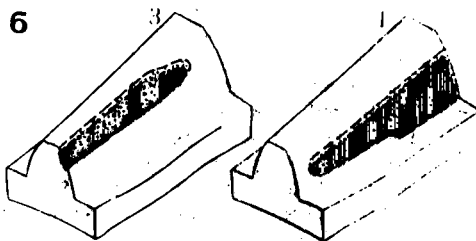
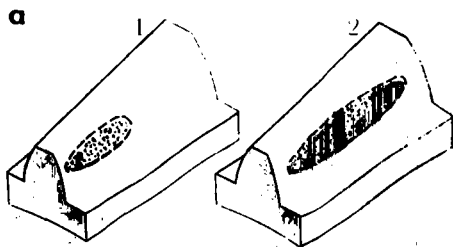
## § 65

### Приемка экскаватора из ремонта

Во время приемки экскаватора из ремонта устанавливают, как отремонтированы отдельные узлы и детали, правильно ли собраны они и весь экскаватор в целом, нет ли дефектов в их работе.

Приемщик — представитель заказчика до приемки экскаватора из ремонта должен ознакомиться с документацией машины: паспортом, исполнительной ведомостью дефектов, актами на обкатку и испытание на стенде двигателя, паспортами на вновь поставленные цепи и канаты. При приемке экскаватора от ремонтного предприятия, которую выполняют в соответствии с техническими условиями, приемщик тщательно контролирует выполнение ремонтных работ и проводит заключительные испытания экскаватора под нагрузкой.

На время приемки администрация ремонтного предприятия выдает приемщику необходимые инструменты, приборы и инвентарь. Приемщик в случае необходимости имеет



306

**Проверка зацепления конических зубчатых передач:**

а — нормальное зацепление  
б — расстояние между осями колес меньше нормального,

в — межосевой угол больше расчетного,

г — колеса перекошены:

1 — зуб без нагрузки (при сборке),  
2 — зуб с полной нагрузкой (при работе),

3 — зуб ведущей шестерни,

4 — зуб ведомой шестерни

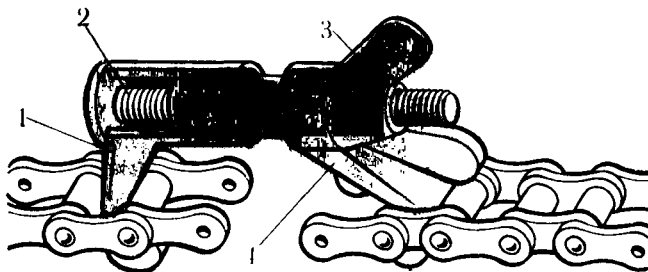
307

**Приспособление для натяжения цепи при сборке:**

1 и 4 — неподвижный и подвижный захваты,

2 — винт,

3 — барашек



право потребовать от администрации ремонтного предприятия разборки любого узла и агрегата для детального осмотра и проверки качества выполненного ремонта.

Приемку экскаватора из ремонта производят в такой последовательности: внешний осмотр экскаватора; испытание без нагрузки; испытание под нагрузкой; осмотр после испытания; оформление приемки экскаватора после ремонта.

**Внешний осмотр** отремонтированного экскаватора выполняют по отдельным узлам и агрегатам. При этом проверяют комплектность узлов и агрегатов, действие смазочных приборов, правильность сборки и надежность крепления всех узлов и отдельных деталей, плотность крепления крышек редуктора и других его частей, состояние и натяжение втулочно-роликовых цепей в ходовом и напорном механизмах, надежность стальных канатов и цепей, правильность постановки поворотной платформы на опорно-поворотном венце, правильность сборки ходовой части и т. д.

При осмотре экскаватора проверяют состояние ограждений вращающихся деталей и их соответствие правилам техники безопасности, а также наличие инструментов и инвентаря.

**Испытание без нагрузки.** Экскаватор испытывают без нагрузки после устранения всех неисправностей, отмеченных при его внешнем осмотре. При этом испытании последовательно принимают все агрегаты и механизмы во время работы на холостом ходу.

После того как проверена прочность крепления узлов и деталей, установлено, что нет течи воды, масла и топлива через соединения, отсутствуют изгибы и вмятины в топливных и маслопроводах, проверяют равномерность подачи топлива в цилиндры двигателя, исправность проводов зажигания, величину зазоров клапанов, отсутствие подсосывания воздуха в местах крепления всасывающих труб и др. Затем проверяют пуск пускового двигателя и дизеля.

Проверив работу двигателя на холостом ходу, включают главную муфту и контролируют работу редукторов и реверсивного механизма. Редуктор должен работать без стуков, допускается небольшой шум.

Попеременно несколько раз включают правую или левую фрикционные муфты реверсивного механизма. Затем испытывают поворотный механизм, верхний ходовой механизм и фрикционы. После этого определяют плотность прилегания лент и колодок фрикционов к ведущим шкивам при включении и отход по всей окружности при выключении. Перекос лент по отношению к шкивам фрикционных муфт допускается не более 3 мм. После этого проверяют работу стреловой лебедки опусканием ее (до угла наклона  $15^\circ$ ) и подъемом в рабочее положение (не менее трех раз). Особое внимание обращают на регулирование и работу тормоза.

Затем испытывают подъемную и тяговую лебедки: проверяют работу фрикционов и тормозов, а также плотность прилегания лент к тормозным поверхностям дисков шкивов и равномерный отход их при включенном положении. Проверяют работу механизма открывания днища ковша.

Поворотный механизм испытывают при поднятом ковше поочередным включением правого и левого фрикционов реверсивного механизма, добиваясь плавности включения поворота в обе стороны и надежности действия тормоза.

Каждый фрикцион реверса необходимо включать 8—10 раз с последующим торможением платформы.

Опорно-поворотное устройство должно вращаться свободно без заедания и пробуксовывания; смазка должна нормально поступать ко всем трущимся частям экскаватора.

После устранения замеченных недостатков повторно испытывают экскаватор без нагрузки и проверяют работу всех механизмов, в которых были обнаружены и устранены неисправности.

**Испытание под нагрузкой.** Экскаватор испытывают под нагрузкой в специальном забое или на площадке ремонтного предприятия. В последнем случае ковш загружают балластом и экскаватор выполняет основные рабочие движения: подъем и опускание ковша, выдвигание и возврат рукояти, поворот платформы и перемещение. Тщательно проверяют безотказность, правильность и надежность работы всех механизмов и легкость управления.

Двигатель на экскаваторе проверяют при черпании грунта (если испытания проводят в забое), при поворотах и передвижении как по горизонтальной площадке, так и на подъемах. Проверяют его мощность, устойчивость частоты вращения (работу регулятора), работу топливного насоса, температуру выходящей воды (должна быть не выше  $95^\circ\text{C}$ ), температуру масла (не выше  $85^\circ\text{C}$ ) и давление в масляной линии по показаниям манометра.

Муфта сцепления должна обеспечить во включенном состоянии передачу полного крутящего момента, а в выключенном — полное отключение двигателя от трансмиссии экскаватора.

Механизм хода и гусеничный ход испытывают при передвижении экскаватора со скоростью, указанной в паспорте. Длина пробега экскаватора во время испытания должна быть не менее 500 м.

В процессе ходовых испытаний проверяют: прямолинейность хода, причем на длине 100 м допускается отклонение на 3—5 м от заданного направления; легкость разворота с одновременным наблюдением за работой механизма включения и выключения гусениц; эти испытания должны быть произведены на горизонтальном участке поочередно для обеих гусениц; общее число разворотов должно быть не менее четырех; правильность укладки гусеничных лент на ведущие колеса (набегание лент не допускается); способность экскаватора преодолевать подъем, указанный в паспорте; отсутствие нагрева подшипников; исправность работы всех включаемых передач и механизмов.

Механизм поворота испытывают после того, как экскаватор установлен на горизонтальной площадке с ковшом, заполненным грунтом, и рукоять выдвинута в среднее положение при наклоне 45°. В этом положении платформу несколько раз поворачивают вправо и влево на 250—300°. Платформа должна поворачиваться легко, опорно-поворотное устройство должно не пробуксовывать и не иметь задиrow с дорожкой катания зубчатого венца.

Действие напорного механизма проверяют выдвижением и втягиванием груженого ковша при горизонтальном положении рукояти. При испытании рукоять с грузом должна плавно втягиваться под действием напорного механизма.

Для испытания тормозов и фрикционной подъемной лебедки груз поднимают на максимальную высоту, несколько задерживают там, а затем плавно опускают на землю. Груз поднимают в такой последовательности несколько раз, все время наблюдая за работой фрикциона и тормозов.

Для испытания экскаватора под нагрузкой проводят полный цикл экскавации непосредственно в забое или при искусственной загрузке ковша с поворотом платформы. Под нагрузкой экскаватор испытывают в течение 4 ч чистой работы.

**Осмотр после испытания.** После проведения испытаний под нагрузкой экскаватор отправляют в сборочный цех ремонтного предприятия. Там осматривают все его механизмы и агрегаты, устраняют выявленные неисправности и окрашивают машину.

**Оформление приемки экскаватора после ремонта.** После осмотра экскаватора и устранения всех неисправностей составляют приемно-сдаточный акт в двух экземплярах. Его подписывают, с одной стороны, представитель ремонтного предприятия, с другой — приемщик.

После окончания приемки администрация ремонтного предприятия передает приемщику следующую техническую документацию: паспорт экскаватора, ремонтный журнал, копии ведомостей дефектов, акт об испытании двигателя на стенде, паспорта на вновь поставленные канаты и цепи, приемно-сдаточный акт. В передаваемых документах должны быть сделаны записи о ремонте экскаватора.

Отремонтированный экскаватор отправляет заказчику ремонтное предприятие, которое несет ответственность за качество ремонта в течение 6 месяцев со дня получения заказчиком машины из ремонта.

Обнаруженные в течение гарантийного срока дефекты, появившиеся по вине ремонтного предприятия, устраняются им бесплатно или ликвидируются заказчиком за счет ремонтного предприятия.

Ремонтное предприятие принимает рекламации на недоброкачественный ремонт в течение гарантийного срока только при правильной эксплуатации машины, а также своевременном и качественном проведении технического обслуживания и текущего ремонта.

Для установления причин выхода машин из строя во время гарантийного срока заказчик создает комиссию с участием представителя ремонтного предприятия, которая составляет акт. В случае неявки представителя ремонтного предприятия в течение 10 дней с момента письменного вызова акт составляют без него.

Комиссия определяет также, какой вид ремонта требуется и за чей счет он должен быть произведен. В случае отсутствия представителя ремонтного предприятия вопрос об отнесении затрат решают без него.

Глава XVII

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСКАВАТОРНЫХ  
РАБОТ

§ 66

Грунты и их свойства

Грунты являются материалами, из которого возводят насыпи, средой, в которой разрабатывают выемки, и основанием, на котором возводят земляные сооружения. Большая часть грунтов — минерального происхождения, но имеются грунты частично или полностью органического образования (ил, торф, чернозем, фосфориты).

Грунты минерального происхождения по своему составу, прочности и трудности разработки подразделяют на скальные (изверженные и осадочные), цементированные конгломераты и нескальные (глинистые и песчано-гравийные).

**Скальные** грунты по строению разделяют на однородные и слоистые. Однородные скальные грунты состоят преимущественно из изверженных пород с кристаллической структурой. Они отличаются значительной плотностью (объем пор не больше 1%) и малой влагоемкостью (0,1—1%). Слоистые скальные грунты принадлежат к осадочным породам и сложены из песчаников, известняков, доломитов и глинистых сланцев. Прочность этих пород колеблется в широких пределах и зависит как от состава и сложения, так и от толщины слоя. Влагоемкость колеблется от 1,5% для плотных известняков до 40% для мела.

**Конгломераты** — это обломочные породы, цементированные тем или иным минеральным цементом. Твердость породы зависит от состава связующего.

К **нескальным** грунтам относятся глины, лёсс, мергели, пески и гравий, а к промежуточным — супеси, суглинки. Глины являются продуктом механического разложения полевого шпата. В чистом виде глины встречаются редко. Обычно они содержат примеси песка и других горных пород. При содержании 10—30% глины их называют суглинками, а при содержании ее 10% и менее — супесями.

Лёсс содержит 5—10% глины, до 60 кварцевой пыли, 10—20% извести и некоторую часть окиси железа. Лёсс обладает значительной влагоемкостью (до 40%). При насыщении водой в лёссе нарушается сцепление частиц, поэтому они легко размываются текущими водами.

Мергелями называются глины с содержанием 40—60% углекислой извести. В сухом состоянии мергели обладают значительной твердостью. Они гигроскопичны, при насыщении водой переходят в состояние пластичности, а при высыхании распадаются в порошок.

**Пески** — это продукт разрушения кристаллических пород. Крупность частиц песка — в пределах от 0,05 (мелкий песок) до 3—4 мм (крупный песок). При более мелких зернах пески называют пылью.

**Гравий, галька и валуны** — это грубообломочные породы, состоящие из продуктов разрушения изверженных и осадочных пород. Размеры отдельных частиц: 5—40 — для гравия, 40—200 — для гальки и 200—800 мм — для валунов.



Таблица 23

## Приращение объемов при разрыхлении грунта

| Грунт             | Группа грунта | Приращение объемов при разрыхлении, % |            |
|-------------------|---------------|---------------------------------------|------------|
|                   |               | первоначальное                        | остаточное |
| Песчаный          | I             | 8—17                                  | 1—2,5      |
| Торф растительный | II            | 20—30                                 | 3—4        |
| Суглинистый       | III           | 14—28                                 | 1,5—5      |
| Глинистый         | III           | 24—30                                 | 4—7        |
| Тяжелые глины     | IV            | 26—32                                 | 6—9        |
| Мергели           | IV            | 33—37                                 | 11—15      |
| Наменистый        | V             | 30—45                                 | 10—20      |
| Скалистый         | VI            | 45—50                                 | 20—30      |

Таблица 24

## Углы естественного откоса, град

| Наименование грунта | Грунты |         |        |
|---------------------|--------|---------|--------|
|                     | сухие  | влажные | мокрые |
| Растительная земля  | 40     | 35      | 25     |
| Песок:              |        |         |        |
| крупный             | 30—35  | 32—40   | 25—27  |
| мелкий              | 25—30  | 35      | 15—20  |
| Суглинок            | 40—50  | 35—40   | 25—30  |
| Глина жирная        | 40—45  | 35      | 15—20  |
| Гравий              | 35—40  | 35      | 30     |
| Торф                | 40     | 25      | 15     |

Таблица 25

## Классификация грунтов по трудности их разработки

| Наименование и характеристика грунта                                       | Группа грунта | Средняя плотность, кг/см <sup>3</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Галька и гравий размером:                                                  |               |                                       |
| до 80 мм                                                                   | I             | 1700—1800                             |
| более 80 мм с примесью булыг                                               | II            | 1900                                  |
| Гипс мягкий                                                                | IV            | 2200                                  |
| Глина:                                                                     |               |                                       |
| жирная мягкая или насыпная, слежавшаяся с примесью щебня или гравия до 10% | II            | 1800                                  |
| то же, с примесью щебня, гравия или булыг более 10%                        | III           | 1950                                  |
| мореная с примесью до 30% валунов                                          | IV            | 1950                                  |
| сланцевая                                                                  | IV            | —                                     |
| твердая                                                                    | IV            | 2000                                  |
| тяжелая ломовая                                                            | III           | 1900                                  |
| Грунт растительного слоя:                                                  |               |                                       |
| без корней и с корнями                                                     | I             | 1200                                  |
| с примесью гравия, щебня или строительного мусора                          | II            | 1400                                  |
| Лёсс:                                                                      |               |                                       |
| естественной влажности рыхлый с примесью гравия и гальки                   | I             | 1600—1800                             |
| отвердевший                                                                | IV            | 1800                                  |
| Мел мягкий                                                                 | IV            | 1550                                  |
| Мерзлые грунты:                                                            |               |                                       |
| песчаные и супесчаные, предварительно разрыхленные                         | II            | —                                     |
| глинистые и суглинистые                                                    | V             | —                                     |

| Наименование и характеристика грунта                                            | Группа грунта | Средняя плотность, кг/см <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Моренные с валунами                                                             | IV            | 2100                                  |
| Опоки                                                                           | IV            | 1900                                  |
| Песок всех видов, в том числе с примесью щебня, гравия или гальки               | I             | 1600—1700                             |
| Скальные грунты:                                                                |               |                                       |
| предварительно разрыхленные                                                     | VI            | 1800                                  |
| не требующие разрыхления                                                        | IV            | 1550                                  |
| Солончак и солонец:                                                             |               |                                       |
| мягкие                                                                          | I             | 1600                                  |
| отвердевшие                                                                     | III           | 1800                                  |
| Суглинок:                                                                       |               |                                       |
| легкий и лессовидный                                                            | I             | 1700                                  |
| с примесью гравия, щебня, булыг и строительного мусора                          | II            | 1750—1950                             |
| Супесок всех видов, в том числе с примесью щебня, гравия и строительного мусора | I             | 1600—1900                             |
| Строительный мусор:                                                             |               |                                       |
| рыхлый и слежавшийся                                                            | II            | —                                     |
| цементированный                                                                 | III           | 1800                                  |
| Торф:                                                                           |               |                                       |
| без корней и с корнями толщиной до 30 мм                                        | I             | 600                                   |
| с корнями толщиной более 30 мм                                                  | II            | 600                                   |
| Трепел слабый                                                                   | IV            | 1500                                  |
| Чернозем и каштановые земли:                                                    |               |                                       |
| естественной влажности                                                          | I             | 1300                                  |
| отвердевшие                                                                     | II            | 1200                                  |
| Щебень всякий, а также с примесью булыг                                         | II            | 1750—1950                             |
| Шлак:                                                                           |               |                                       |
| котельный                                                                       | I             | 750                                   |
| металлургический выветрившийся                                                  | II            | —                                     |
| то же, неветрившийся                                                            | III           | 1800                                  |

Техническая пригодность грунтов определяется связностью (сцеплением) между частицами, характеризующей прочность грунта; размерами и формой частиц; однородностью состава; коэффициентом трения или углом естественного откоса; влажностью, влагоемкостью и водоудерживающей способностью; размываемостью и растворимостью в воде; пластичностью; расширяемостью и сжимаемостью при различном содержании влаги и под действием отрицательных температур; разрыхляемостью и способностью к уплотнению после разрыхления.

Качество и техническую пригодность грунта определяют лабораторными исследованиями.

При нарушении естественной структуры (например, во время его копания) грунт увеличивается в объеме. Это свойство называется разрыхляемостью и измеряется в процентах по отношению к первоначальному объему.

Величины приращения объемов при разрыхлении грунта приведены в табл. 23. Табл. 24 содержит данные об углах естественного откоса грунтов (в град) в зависимости от их влажности. В табл. 25 приведены принятая в строительстве классификация грунтов по трудности их разработки одноковшовым экскаватором и их плотность.

## § 67

### Земляные сооружения

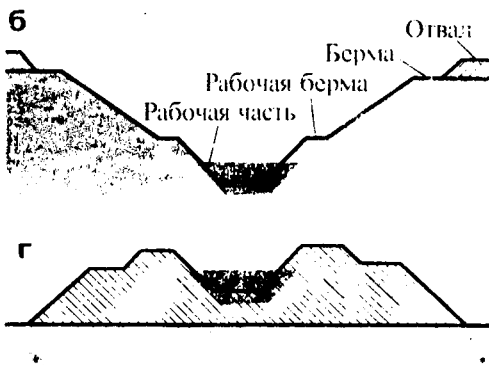
Земляные сооружения — это группа инженерных сооружений, которые образуют в грунтовом массиве или возводят из грунта, уложенного на поверхности земли.

Земляное сооружение носит название *выемки*, если оно расположено ниже поверхности, и *насыпи*, если оно возведено на поверхности земли. Если земляное сооружение находится

# Схема гидротехнических земляных сооружений:

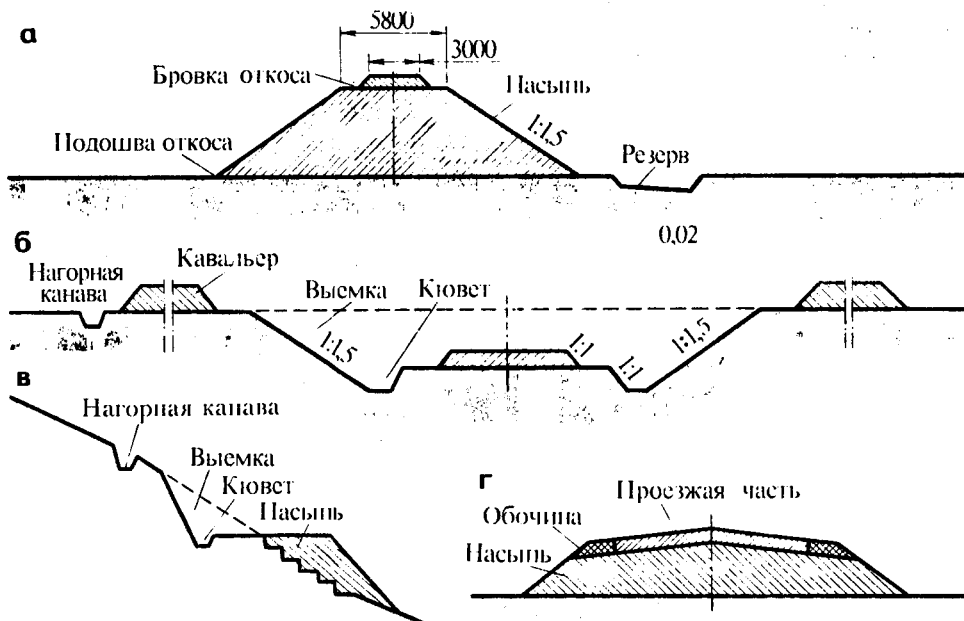
а — плотина,  
б — канал в выемке,

в — канал в полунасыпи-полу-  
выемке,  
г — канал в насыпи



Железнодорожное полотно  
на насыпи (а), в выемке (б),  
в полувыемке-полунасы-

пи (в) и полотно автомо-  
бильной дороги (г)



на косогоре, то оно может состоять частично из выемок и частично из насыпей. В поперечном разрезе сооружение в этих случаях оформляется в виде *полувыемки и полунасыпи*.

По своему назначению земляные сооружения подразделяют на гидротехнические (плотины, дамбы, каналы, ковши портов, набережные) и мелиоративные (пруды, вододерживающие сооружения, водоподводящие, распределительные и осушительные каналы, очистные сооружения); дорожные (земляное полотно для железных и автомобильных дорог); сооружения промышленного и гражданского строительства (котлованы, траншеи) и т. п.

**Гидротехнические и мелиоративные земляные сооружения.** Основными видами этих сооружений являются плотины (дамбы) и каналы. Верхняя площадка плотины (рис. 308, а) шириной не менее 2—3 м, возвышающаяся над наибольшим уровнем воды на 1—2 м, называется *гребнем*. Углубление, устраиваемое в середине основания плотины и заполняемое грунтом, из которого возведена плотина, называется *замком или зубом*. Зуб предназначен для лучшего сопряжения тела плотины с дном водохранилища. Боковая поверхность плотины со стороны воды называется *мокрым откосом*, а противоположная — *сухим*.

Каналом называется продольная выемка, заполненная водой. По своему назначению каналы бывают судоходные, оросительные и осушительные. Каналы могут проходить в выемках (рис. 308, б), полунасыпях-полувыемках (рис. 308, в) или в насыпях (рис. 308, г).

**Дорожные сооружения.** Земляное сооружение, образованное отсыпанным над естественной поверхностью земли грунтом и служащее для прокладывания по нему дороги (рис. 309, а), называется *дорожной насыпью*; земляное сооружение, образованное при выемке грунта ниже поверхности земли, — *дорожной выемкой* (рис. 309, б).

Земляное основание дороги, образованное насыпями и выемками, называется *земляным полотном*. Полотно дороги может быть устроено на косогоре и состоять при этом из полувыемки и полунасыпи (рис. 309, в).

Для защиты выемки дорожного полотна от притока поверхностных вод с обеих сторон ее устраивают канавы (кюветы), по которым вода, стекающая с откосов, отводится от полотна. С верхней стороны выемки устраивают нагорную канавку для отвода стекающей со склонов местности дождевой и талой воды.

Безрельсовые дороги сооружают по типовым поперечным профилям земляного полотна (рис. 309, г). Верх полотна для стока дождевых вод делают с уклоном к бровкам откоса. В средней части земляного полотна вынимают грунт (так называемое *корыто*) для укладки одежды дороги. С двух сторон корыта остаются две полосы, называемые *обочинами*.

**Сооружения промышленного и гражданского строительства.** Открытая разработка, предназначенная для устройства в ней подземной части сооружения (например, фундамента), называется *котлованом*. После того как возведут фундаменты, пространство между ним и стенками котлована засыпают. Такая операция называется *обратной засыпкой*.

Стенки откосов котлована делают пологими для обеспечения безопасной работы в котловане при возведении фундамента. При разных грунтах крутизну откосов принимают различной.

Открытая выработка, имеющая значительную длину при сравнительно небольшой ширине, называется *траншеей*. Траншея предназначена для укладки в ней различных линейных сооружений (например, водопровода, канализации, электрокабелей).

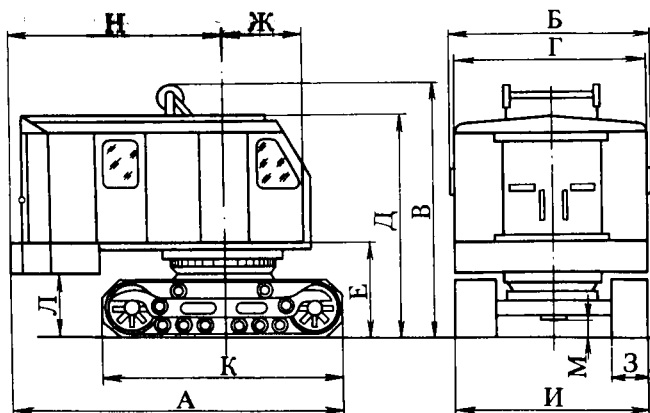
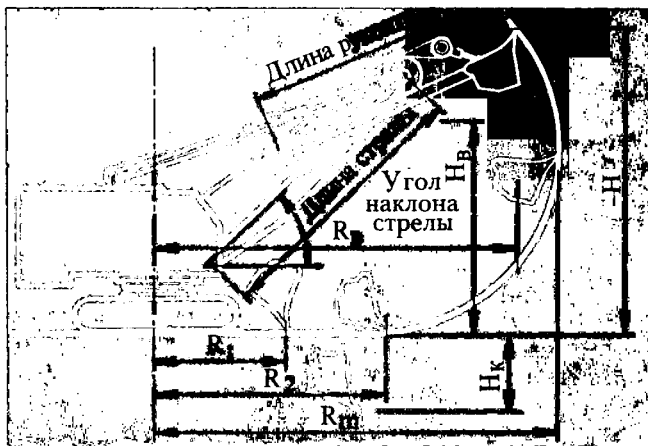
## § 68

### Экскаваторные забои

Под *забоем* понимают место работы экскаватора, т. е. рабочую зону. Сюда включена площадка, на которой стоит экскаватор, часть поверхности, с которой вынимают грунт, а также площадка для установки транспортных средств, подаваемых под погрузку.

**Габариты экскаваторов:**

А — наибольшая длина, Б — наибольшая ширина, В — наибольшая высота, Г — ширина кузова, Д — высота по крышке, Е — высота оси пяты стрелы от уровня стоянки, Ж — расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения, И — ширина гусеничного хода, К — длина гусеницы, Л — просвет под противовесной плитой, М — просвет под картером ходового механизма, Н — радиус вращения хвостовой части кузова

**Рабочие размеры экскаватора с прямой лопатой**

Когда разработку ведут в отвал, к забою относят также площадку для размещения выгружаемого из ковша грунта. Забой перемещается по мере разработки грунта экскаватором.

Размеры и формы забоя зависят от габаритов экскаватора, от вида рабочего оборудования, его размеров и вида транспортных средств.

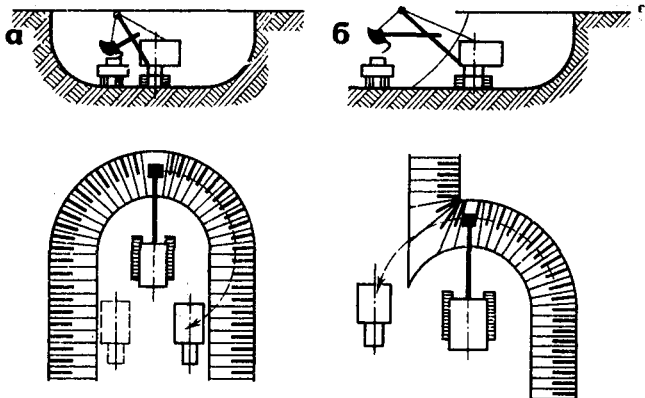
Если земляные работы ведут для постройки земляного сооружения (котлована, траншеи и т. п.), то размеры забоя зависят также и от масштаба земляного сооружения. В меньшей степени размеры забоя зависят от размеров выемки при карьерных работах, когда экскаваторную разработку ведут с целью добычи материала для возведения земляных сооружений или получения сырья для приготовления строительных сооружений или строительных деталей.

Габариты экскаваторов характеризуют основные линейные размеры ходового устройства и поворотной платформы с кузовом. На рис. 310 показаны основные габаритные размеры, необходимые для определения размеров рабочего места экскаватора.

Например, радиус вращения хвостовой части кузова  $H$  необходимо знать для правильной расстановки транспортных средств или правильной установки экскаватора у откоса, так как по правилам техники безопасности при любом повороте платформы рас-

Схемы экскаваторного забоя при работе прямой лопатой:

а — тупикового лобового  
б — бокового



стояние между задней частью кузова и откосом или транспортным средством должно быть не меньше 1 м. Размеры  $E$  и  $Ж$  определяют место установки рабочего оборудования, размеры  $Б$  и  $И$  необходимы для вычисления ширины проезда экскаватора и т. п.

При всех экскаваторных работах забой проектируют и организуют так, чтобы лучше использовать оборудование, добиваться высокой производительности труда и снижения стоимости работ. Большую помощь здесь оказывают технологические карты на установку экскаватора в забой, в которых регламентированы размеры забоя, расстановка транспортных средств, величина передвижек и т. п.

**Прямая лопата.** Жесткое крепление ковша прямой лопаты позволяет работать как в отвал, так и с погрузкой в транспортные средства. Однако ввиду сравнительно небольших рабочих размеров прямой лопаты целесообразно использовать ее в первую очередь для загрузки грунта в транспортные средства.

Основные размеры экскаваторов, оборудованных прямой лопатой, определяются емкостью ковша, длиной стрелы и рукояти, а также углом наклона стрелы. К рабочим размерам экскаватора с прямой лопатой относятся следующие (рис. 311).

**Высота копания  $H$**  — расстояние от уровня стоянки экскаватора до режущего контура ковша при копании выше уровня стоянки (наибольшая высота копания  $H$  соответствует максимально поднятой рукояти).

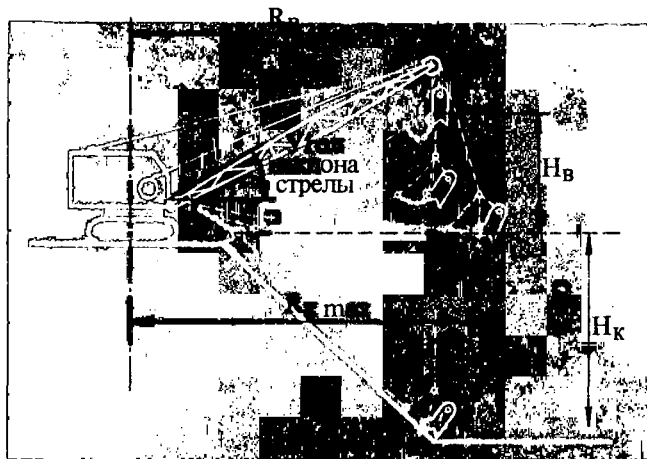
**Радиус копания  $R_m$**  — расстояние от оси вращения поворотной части до наиболее удаленной точки режущего контура ковша; различают также радиус копания на уровне стоянки (наименьший  $R_1$  и наибольший  $R_2$ ).

**Радиус выгрузки  $R_b$**  — расстояние от оси вращения поворотной части до вертикальной линии, проведенной через нижнюю точку ковша или его открытого днища при разгрузке; различают радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки и наибольший радиус выгрузки.

**Высота выгрузки  $H_b$**  — расстояние от уровня стоянки экскаватора до уровня нижней точки ковша или его открытого днища при погрузке (наибольшая высота выгрузки  $H_{b\max}$  соответствует максимально поднятому ковшу).

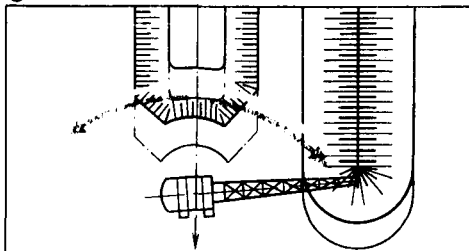
**Глубина копания  $H_k$**  — расстояние от уровня стоянки экскаватора до режущего контура ковша при копании ниже уровня стоянки.

Высоту забоя с точки зрения сокращения передвижек выгодно увеличивать. Однако это увеличение ограничивается соображениями безопасного ведения работ. Рациональная высота забоя определяется также длиной пути, необходимого для того, чтобы при разработке грунта нормальной стружкой к концу набора полностью наполнить ковш. Ширина забоя, как правило, определяется размерами рабочего оборудования; расстояние между экскаватором и транспортными средствами выбирается таким, чтобы работать с наименьшими углами поворота.

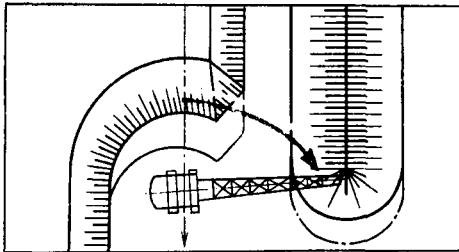


Схемы экскаваторного забоя при работе драглайном:  
 а — лобового, разрабатываемого с торца,  
 б — лобового, разрабатываемого сбоку,  
 в — бокового

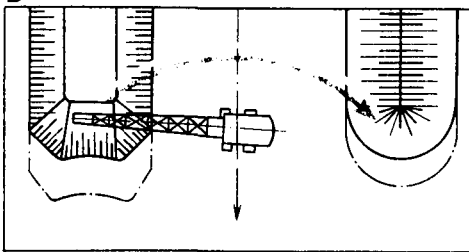
6



а



в



Рытье различных выемок, котлованов, каналов, траншей прямой лопатой и работу в карьере с погрузкой в транспортные средства производят двумя основными способами:

лобовыми забоями, при которых транспортные средства подают сзади экскаватора по дну образуемой выемки (рис. 312, а);

боковыми забоями — продольными проходами с продольным расположением транспортных средств параллельно движению экскаватора (рис. 312, б).

В лобовых забоях приходится работать с большим, чем в боковом забое, углом поворота, что удлиняет цикл. Здесь менее удобно применять рельсовый транспорт и ограничено число транспортных единиц, которые могут одновременно подходить к забою. Этот способ разработки применяют весьма редко (при проходе начальных траншей и в других исключительных случаях).

Больше всего распространены боковые забои, в которых грунт погружают в транспортные средства, устанавливаемые на уровне движения экскаватора. Для выгрузки грунта экскаватор необходимо поворачивать на относительно небольшой угол, а ковш поднимать на небольшую высоту.

**Драглайн.** Большие, чем у прямой лопаты, размеры драглайна определяют его преимущества при работе с выгрузкой грунта в отвал или при укладке грунта непосредственно в возводимое сооружение. Гибкое крепление ковша делает менее удобной погрузку грунта в транспортные машины (по сравнению с прямой лопатой). Однако на практике погрузку драглайном в транспорт применяют многие машинисты. В настоящее время для погрузки грунта в автотранспорт применяют ковши драглайна емкостью до  $1,6 \text{ м}^3$ .

На рис. 313 показаны основные рабочие размеры экскаватора, оборудованного драглайном. Эти размеры определяются емкостью ковша, длиной стрелы, углом наклона стрелы и величиной заброса ковша за пределы горизонтальной проекции стрелы.

К рабочим размерам экскаватора с драглайном относятся: радиус выгрузки  $R_B$ ; высота выгрузки  $H_B$ ; радиус копания  $R$  (различают радиус копания без заброса ковша  $R_K$  и радиус копания с забросом ковша  $R_{K \max}$ ); глубина копания  $H_K$  (различают глубину копания драглайна при концевом и боковом проходе; глубина копания при концевом проходе значительно больше глубины копания при боковом проходе).

При концевом проходе экскаватор движется вдоль оси разрабатываемого забоя в пределах полосы, на которой вынимают грунт (рис. 314). Грунт можно укладывать в двух- или односторонние отвалы или грузить в транспортные средства. При последующей разработке экскаватор разрабатывает лишь один откос. Грунт можно укладывать в односторонний отвал или грузить в автомашины. Угол поворота при концевом проходе составляет в среднем  $70-80^\circ$ .

Для поперечной разработки забоя экскаватор устанавливают сбоку забоя и копают в направлении, поперечном оси движения. При погрузке в автотранспорт средний угол поворота составляет  $80-90^\circ$ , а при работе в отвал  $160-170^\circ$ . Такая схема работы целесообразна при необходимости увеличения ширины выемки и дальности переноса грунта.

**Обратная лопата.** Экскаваторы с обратной лопатой ведут работы в забоях, аналогичных забоям экскаваторов с драглайном. На рис. 315 приведены рабочие размеры экскаватора с обратной лопатой. Обычно ось рабочего перемещения экскаватора для уменьшения угла поворота смещается в сторону транспортного пути. Автомашины устанавливают таким образом, чтобы во время загрузки угол между стрелой экскаватора и продольной осью автомобиля был около  $40^\circ$ .

**Грейфер** предназначен для выемки грунта ниже уровня стоянки и сооружения узких и глубоких колодцев, отрывки небольших, но глубоких котлованов. Основными рабочими размерами грейфера являются: наибольший и наименьший радиусы копания, глубина копания, высота выгрузки.

Схема забоя для грейфера показана на рис. 316, а предельные параметры забоев приведены в табл. 26.

**Погрузчик** предназначен для разработки грунта выше уровня стоянки из штабелей для погрузки в транспорт. Основными рабочими размерами забоя (рис. 317, табл. 27) экскаватора являются наибольший и наименьший радиусы копания, длина планируемой площадки, высота копания и разгрузки.

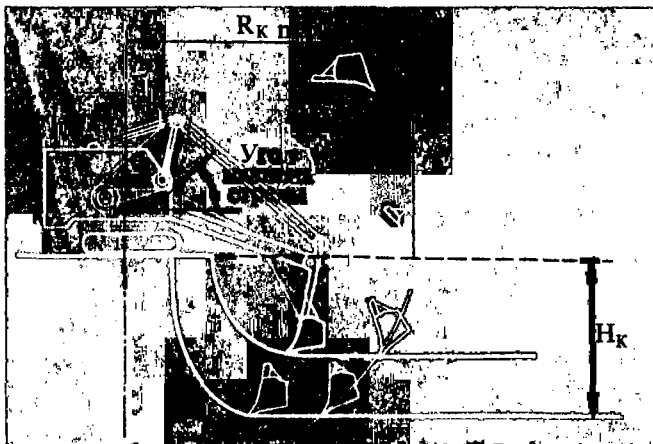
Универсальные гусеничные экскаваторы отличаются сравнительно большим средним удельным давлением на грунт ( $0,62-1,2 \text{ кгс/см}^2$ ). Вследствие этого гусеничные экскаваторы в забоях во влажных или заболоченных грунтах вязнут. В таких грунтах экскаваторы необходимо устанавливать на настилах, состоящих из отдельных щитов (сланей). Щиты могут быть деревянными или металлическими. Для работы экскаватора необходимо столько щитов, чтобы их общая длина была в 1,5 раза длиннее гусеничного хода.

Экскаватор после разработки грунта передвигается на заранее уложенные щиты. После этого с помощью крюка (рис. 318), укрепленного на тяговой цепи ковша драглайна, перекладывают освободившиеся щиты для дальнейшего передвижения.



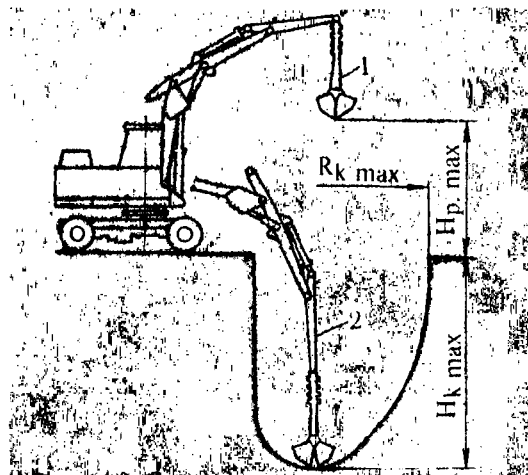
315

Рабочие размеры экскаватора с обратной лопатой



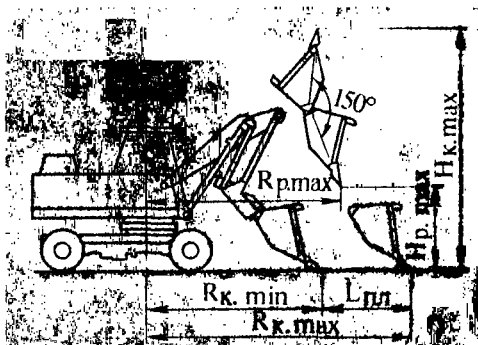
316

Схема забоя при работе обычным грейфером (1) и грейфером (2) с удлинителем



317

Схема забоя при работе погрузчиком



318

Приспособление для установки щитов-настилов

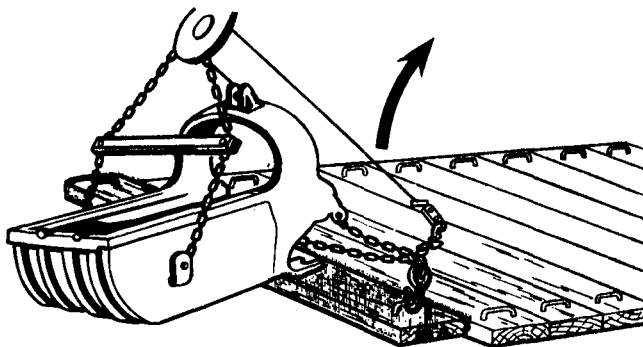


Таблица 26

Предельные величины забоев для грейфера

| Обозначение<br>на рис. 316 | Показатели                       | Экскаваторы |                |         |                         |
|----------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|---------|-------------------------|
|                            |                                  | ЭО-3322А    | Э-5015А        | ЭО-4121 |                         |
| —                          | Емкость ковша, м <sup>3</sup>    | 0,35        | 0,5            | 0,65    | 0,65 с удли-<br>нителем |
| $R_{к\max}$                | Радиус копания, м:<br>наибольший | 9,35        | 6,75           | 8,90    | 8,90                    |
| $R_{к\min}$                | наименьший                       | 2,36        | 3,1            | 3,50    | 3,50                    |
| $H_{к\max}$                | Глубина копания, м, наибольшая   | 7,5         | 5,8<br>(3,9)*  | 7,90    | 10,4                    |
| $H_{р\max}$                | Высота разгрузки, м, наибольшая  | 6,35        | 2,25<br>(4,2)* | 3,20    | 0,7                     |

\* При установке штока цилиндра в нижнее отверстие стрелы.

Таблица 27

Предельные параметры забоя для оборудования погрузчика

| Обозначение<br>на рис. 317 | Показатели                       | Экскаваторы |          |
|----------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
|                            |                                  | ЭО-3322А    | ЭО-4121  |
| $R_{к\max}$                | Емкость ковша, м <sup>3</sup>    | 0,6         | 1,5; 1,0 |
| $R_{к\min}$                | Радиус копания, м:<br>наибольший | 5,72        | 6,55     |
|                            | наименьший                       | 3,82        | 4,30     |
| $L_{пл}$                   | Длина планируемой площадки, м    | 1,9         | 2,75     |
| $H_{к\max}$                | Высота копания, м, наибольшая    | 5,67        | —        |
| $R_{р\max}$                | Радиус разгрузки, м, наибольший  | 4,2         | 5,50     |
| $H_{р\max}$                | Высота разгрузки, м, наибольшая  | 3,02        | 3,75     |

## § 69

### Производительность экскаваторов. Учет и планирование работ

**Производительность.** Различают теоретическую (конструктивную), техническую и эксплуатационную производительность.

*Теоретическую производительность*  $\Pi_0$  экскаватора определяют как произведение геометрической емкости ковша  $q$  на конструктивно возможное (расчетное) число рабочих циклов  $n$  в час:  $\Pi_0 = qn$ .

*Техническая производительность*  $\Pi_T$  — это наибольшая возможная производительность экскаватора (м<sup>3</sup>/ч) при непрерывной работе в данных конкретных условиях:

$$\Pi_T = qn_T K_T,$$

где  $n_T$  — наибольшее возможное число циклов в минуту при данных условиях грунта и забоя;  $K_T$  — коэффициент влияния грунта.

Коэффициент  $K$  представляет собой произведение двух коэффициентов:  $K_T = K_p K_n$ , где  $K_p$  — коэффициент влияния разрыхления грунта;  $K_n$  — коэффициент наполнения ковша (табл. 28).

Таблица 28

Минимальные значения коэффициента наполнения ковша

| Наименование грунта                                    | Группа грунта | $K_n$      |               |
|--------------------------------------------------------|---------------|------------|---------------|
|                                                        |               | для лопаты | для драглайна |
| Песок и гравий сухие, щебень и хорошо взорванная скала | I, V и VI     | 0,95—1,02  | 0,80—0,90     |
| Песок и гравий влажные                                 | I, II         | 1,15—1,23  | 1,10—1,20     |
| Суглинок                                               | II            | 1,05—1,12  | 0,80—1,00     |
| Суглинок влажный                                       | II            | 1,20—1,32  | 1,15—1,25     |
| Глина:                                                 |               |            |               |
| средняя                                                | III           | 1,08—1,18  | 0,98—1,06     |
| влажная                                                | III           | 1,30—1,50  | 1,18—1,28     |
| тяжелая                                                | IV            | 1,00—0,10  | 0,95—1,00     |
| влажная                                                | IV            | 0,25—1,40  | 1,10—1,20     |
| Плохо взорванная скала                                 | V и VI        | 0,75—0,90  | 0,55—0,80     |

Коэффициент влияния разрыхления грунта  $K'_p$  зависит от степени разрыхления грунта; этот коэффициент обратно пропорционален коэффициенту разрыхления грунта:  $K'_p = 1/K_p$ . Значения коэффициентов  $K_p$  и  $K'_p$  в зависимости от группы грунта следующие:

|                         |      |      |      |      |        |
|-------------------------|------|------|------|------|--------|
| Группа грунта . . . . . | I    | II   | III  | IV   | V и VI |
| $K_p$ . . . . .         | 1,15 | 1,20 | 1,25 | 1,33 | 1,43   |
| $K'_p$ . . . . .        | 0,87 | 0,83 | 0,80 | 0,75 | 0,70   |

Таким образом,  $\Pi = 60q n_T K_n / K_p$ .

Эксплуатационная производительность в отличие от технической учитывает использование экскаватора по времени и квалификацию машиниста, т. е. степень организации экскаваторных работ и умение машиниста владеть машиной.

Эксплуатационная производительность может быть часовой, сменной, месячной и годовой:

$$\Pi_3 = \Pi_T K_B K_M,$$

Где  $K_B$  — коэффициент, учитывающий использование экскаватора по времени;  $K_M$  — коэффициент, учитывающий квалификацию машиниста.

При определении коэффициента  $K_B$  учитывают только те задержки, которые неизбежны при работе экскаватора: передвижки в забое, время на техническое обслуживание и т. п. Коэффициент квалификации машиниста  $K_B$  для строительных универсальных экскаваторов принимают равным 0,86.

Опыт работы передовых экскаваторных бригад показывает, что существует ряд дополняющих друг друга мероприятий, одновременное выполнение которых помогает добиваться наилучших показателей работы машины:

повышение производительности собственно экскаватора благодаря освоению навыков работы на нем (совмещение операций цикла, сокращение угла поворота платформы, сокращение продолжительности набора грунта, увеличение наполнения ковша, применение ковша увеличенной емкости);

мероприятия организационного характера, относящиеся ко всему комплексу механизмов, участвующих в технологическом процессе разработки и перемещения грунта, и направленные на устранение простоев экскаватора (улучшение организации подхода автомобильного транспорта к экскаватору, применение рациональных схем разработки);

мероприятия по ремонту и техническому обслуживанию экскаваторов, сокращение времени простоев экскаватора.

Опытные машинисты при работе прямой лопатой обычно совмещают поворот платформы на выгрузку и разгрузку и обратный поворот ее с подъемом и опусканием ковша, при работе драглайном — подъем ковша с поворотом платформы на выгрузку и разгрузку с обратным поворотом ее и опусканием ковша. На рис. 319 приведены данные хроно-

Последовательность выполнения операций цикла раздельно (1) и совмещенно (2)



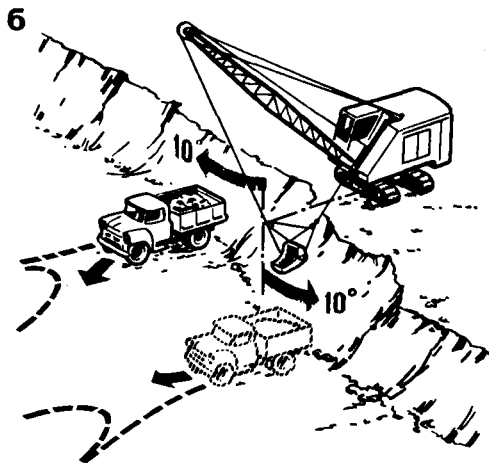
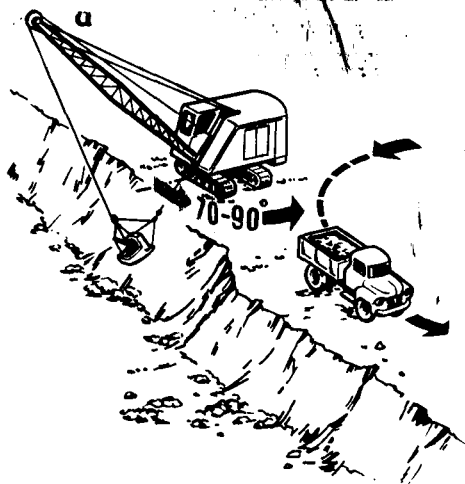
метражных наблюдений за работой при совмещении операций цикла (график 2) в сопоставлении с обычной схемой работы (график 1). Следует отметить, что, выполняя в минуту вместо трех рабочих циклов четыре, машинисты снижают стоимость разработки 1 м<sup>3</sup> в среднем на 2,5 коп.

Сокращение угла поворота платформы от забоя к месту разгрузки ковша и обратно влияет на продолжительность рабочего цикла, так как эта операция составляет (при угле поворота 90°) 60—65% продолжительности цикла.

Машинисты экскаваторов стремятся уменьшить величину угла поворота платформы. Например, применяют схему разработки забоя драглайном, которая дает возможность значительно сократить продолжительность цикла. По этой схеме автосамосвалы устанавливают под погрузку не на уровне стоянки экскаватора, как это принято по обычной схеме (рис. 320, а), а ниже на отметке планируемой площадки. При этом, как видно из рис. 320, б, угол поворота платформы к месту разгрузки ковша составляет всего 10—12°. Кроме того, значительно сокращается высота подъема груженого ковша, что также повышает производительность. При работе по такой схеме на экскаваторе Э-652Б выработка за семичасовую смену составляет 380—400 м<sup>3</sup> грунта. Средняя производительность цикла снижается с 17—19 до 13,6 с.

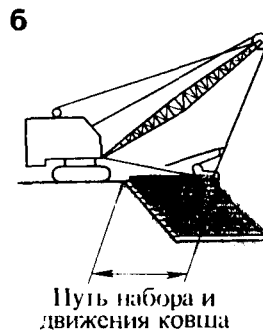
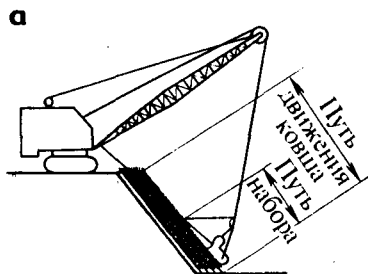
Большое значение имеет также уменьшение угла поворота платформы на разгрузку при работе прямой лопатой. Многие машинисты при разработке лобового забоя сравнительно малой высоты (1,5—2 м) предпочитают разгружать ковш в автосамосвалы, устанавливаемые на поверхности грунта. Этот способ помимо сокращения длительности рабочего цикла экскаватора за счет уменьшения угла поворота платформы дает также возможность сокращать время, затрачиваемое на маневрирование автотранспорта под погрузкой. Погрузка на автотранспорт, стоящий на уровне грунта, позволяет избежать прохода автомашин по дну котлована, что особенно важно во влажных грунтах.

Разработку забоя следует начинать со стороны, ближайшей к транспорту, благодаря чему ковш не задевает за грунт при повороте на выгрузку. Однако, чтобы не терять времени при смене автосамосвалов, первый ковш следует заполнять в дальней части забоя. Сокращение времени набора грунта и увеличение наполнения ковша также существенно влияют на производительность экскаватора. Приемы разработки забоя изменяются в зависимости от категории разрабатываемого грунта. При работе драглайном в легких песчаных грунтах машинист включает фрикционную муфту тягового барабана еще



320

Угол поворота платформы при работе по обычной схеме разработки (а) и по рациональной (б)

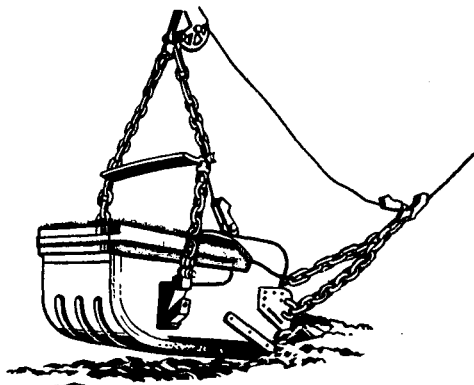


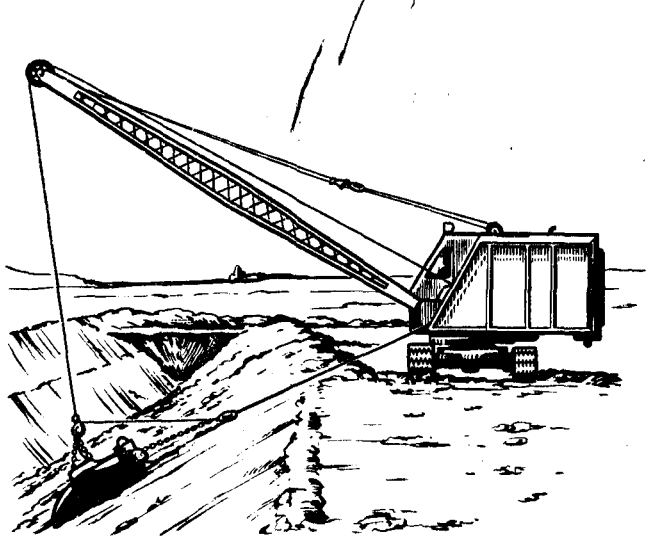
321

Копание грунта драглайном по обычной схеме (а) и по рациональной (б)

322

Ковш драглайна увеличенной емкости с дополнительными щитками на боковых и задней стенках





до того, как ковш коснется забоя, т. е. врезается в грунт с хода. При работе в тяжелых глинах ковш забрасывают таким образом, чтобы зубья его врезались в грунт, и только после этого включают тяговый барабан.

При работе прямой лопатой в достаточно глубоких забоях в песчаных грунтах рекомендуется заполнять ковш на коротком пути в нижней части забоя (т. е. сокращать время набора грунта). Затем, пользуясь перерывами при смене автомашины, обрушать грунт верхней части забоя, работая ковшом с открытым днищем и забирая большую стружку.

В тяжелых глинистых грунтах (особенно влажных) следует заполнять ковш, не набивая его плотно, потому что разгрузка напрессованного в ковш грунта затруднена. Как показала практика, потеря времени на стряхивание грунта превосходит выигрыш от большего заполнения ковша.

При разработке драглайном выемки глубиной 6—8 м по обычной схеме (рис. 321, а) для непосредственного набора грунта используют лишь часть пути ковша от места его заброса до направляющего устройства тягового каната (наводки). Ковш заполняют уже через 3,5—4 м, а дальнейшее его подтягивание приводит только к потере времени и дополнительному расходу энергии, не увеличивая заполнения ковша. Чтобы этого избежать, применяют рациональную схему разработки забоя (рис. 321, б), которая позволяет уменьшить продолжительность цикла с 22 до 17,5 с. Грузенный ковш поднимают на высоту, необходимую для разгрузки его в автомашину, разгружают ковш практически без задержки ковша под кузовом, что дает экономию во времени в 1—1,5 с на цикл.

Применение ковшей увеличенной емкости при разработке грунтов I и II групп как прямой лопатой, так и драглайном значительно повышает производительность экскаваторов. Для разработки грунтов III—IV групп емкость ковша экскаватора Э-652Б увеличивают путем применения комбинированного напора.

Ковши увеличенной емкости поставляют экскаваторные заводы. Если таких ковшей нет, приспособливают существующие ковши. Увеличить емкость ковша драглайна можно, устанавливая дополнительные щитки на боковые и заднюю стенки (рис. 322). Опыт работы показывает, что применение таких ковшей позволяет на экскаваторе с емкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup> вырабатывать в год до 120—125 тыс. м<sup>3</sup> грунта.

Для планировки откосов можно применять специальный ковш (рис. 323), который повышает производительность экскаваторов и исключает ручной труд.

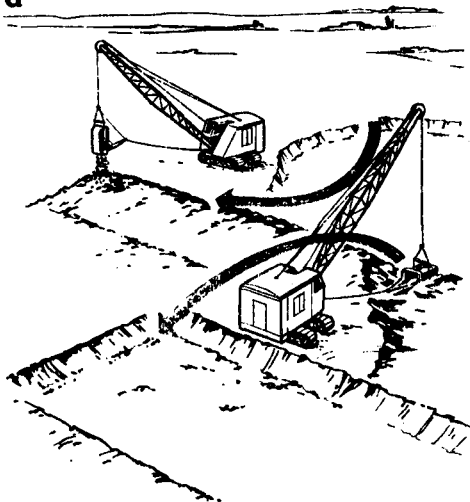
Строительные универсальные экскаваторы работают в самых разнообразных условиях, поэтому в каждом отдельном случае большое значение имеет схема организации работ. Например, при планировке площади вместо схемы с двумя перекидками (рис. 324, а)

**Планировка площадки драглайном:**

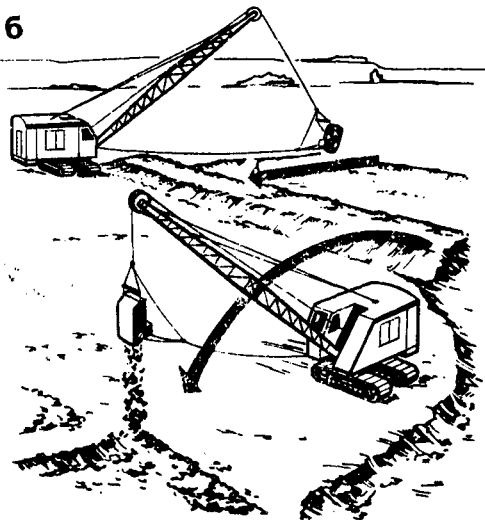
а — обычная схема с двумя перекидками,

б — схема, предложенная машинистом экскаватора Ф. М. Шестерниным

а



б



**Организация ритмичной работы экскаватора и автосамосвалов:**

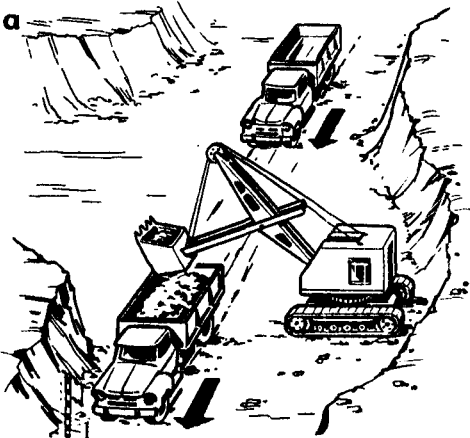
а — установка вешек-указателей места остановки автосамосвала,

б — установка отвального бруса, ограничивающего задний ход автосамосвала;

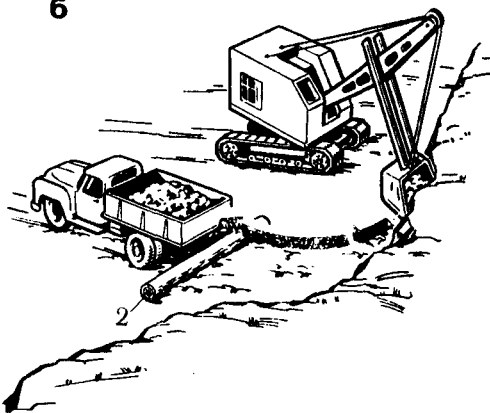
1 — вешка,

2 — ограничительный брус

а



б



была предложена более рациональная схема разработки (рис. 324, б), заключающаяся в следующем. Вначале грунт разрабатывают, подтягивая ковш к экскаватору и разгружая его здесь же, без поворота стрелы. Затем, наполняя ковш разработанным и уже разрыхленным грунтом, перекидывают его в отвал. Экскаватор в этом случае поворачивается вкруговую, что позволяет сократить продолжительность рабочего цикла. Автосамосвалы, в которые грузят грунт, меняются через каждые 2 — 5 мин; нагруженный уезжает, а порожний становится под погрузку. Своевременная остановка самосвала под погрузку в нужном месте достигается благодаря использованию вешек-указателей / (рис. 325, а) и ограничительных брусьев 2 (рис. 325, б) при подходе автосамосвала задним ходом. Большое значение имеет состояние подъездных путей. Лучше затратить 20—30 мин времени на расчистку путей с помощью экскаватора, чем допускать постоянные перерывы в работе.

Во время разработки грунта с наружной части забоя грунт с верхней части бокового откоса осыпается и попадает на дорогу, мешая движению автомашин. Поэтому начинать разработку угла забоя следует с выборки грунта в нижней части бокового откоса, благодаря чему образуется траншея. Такой метод исключает попадание осыпавшихся с откоса комьев грунта на дорогу.

**Учет и планирование экскаваторных работ.** Оперативное планирование и учет выполнения задания осуществляют производитель работ и мастер.

Производителю работ на основе данных проекта организации работ с учетом наличия механизмов дают план работ по объекту. В плане указаны объем работ, потребность в материалах, механизмах и транспортных средствах.

На основе этого плана производитель работ выдает задания мастерам. Мастер в свою очередь, детализируя задание бригадам экскаваторов, выдает им рабочие наряды, которые представляют собой производственные задания и основной документ для учета качества и количества выполненной работы и расчета заработной платы рабочих. Перед закрытием нарядов раз в месяц производят геодезический замер выполненных работ.

Текущий учет необходимо выполнять после каждой смены. Для этого заполняют сменный рапорт. Обычно в сменный рапорт включают следующие данные: марку и номер экскаватора, дату, часы работы, наименование объекта, фамилию и инициалы машиниста и его помощника, объем выполненной работы, сведения о простоях и их причинах, неисправности механизмов и меры, принятые к их устранению, объем работы, выполненной автосамосвалами. Сменный рапорт подписывают мастер и сменный машинист.

Учет и контроль за расходом горюче-смазочных и других эксплуатационных и ремонтных материалов организуют следующим образом. Каждой экскаваторной бригаде устанавливают специальный лицевой счет, в котором указано количество материалов, необходимых для выполнения работ, перечисленных в наряде. Бригадир в пределах установленных лимитов получает на складе нужные ему материалы.

При закрытии нарядов сравнивают количество фактически полученных материалов с тем количеством, которое полагается по норме. Если бригада допустила перерасход материалов на выполненный объем работ по сравнению с нормой, то в дальнейшем она получает их со склада лишь по разрешению производителя работ.

## **Глава XVIII      ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Для безопасного ведения всех видов работ обслуживающий персонал должен строго соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте экскаваторов. Нарушение этих правил может привести к несчастным случаям — получению различных травм (ушибов, ранений, ожогов кислотой, щелочью, от воздействия электрического тока и т. д.) и потере трудоспособности.

К работе на экскаваторах допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности.



Стажировка учащихся проводится под непосредственным наблюдением мастера. Обслуживающий персонал должен работать в специальной одежде, соответствующей климатическим условиям. На машине должна быть аптечка первой медицинской помощи.

## § 70

### Техника безопасности при работе экскаваторов

**Общие сведения.** 1. Перед началом земляных работ получают справку об отсутствии подземных коммуникаций. Наличие таких коммуникаций отмечают знаками.

2. В вечернее и ночное время фронт работы экскаватора в забое, место разгрузки грунта и подъездные пути должны быть хорошо освещены.

3. В населенной местности забой и участки работы экскаватора ограждают и устанавливают щиты с предупредительными надписями. В ночное время ограждения освещают.

4. Обслуживающий персонал должен получать каждый раз точные указания о порядке выполнения нового задания, а также о соблюдении необходимых мер предосторожности.

5. Перед пуском двигателя машинист экскаватора внимательно осматривает машину и убеждается в полной ее исправности. Работа на неисправном экскаваторе запрещается. О всех неисправностях машины или ненормальных условиях эксплуатации, которые могут привести к аварии, машинист немедленно доводит до сведения администрации предприятия.

6. Все вращающиеся детали (зубчатые колеса, цепные передачи, маховики) ограждают кожухами. Пуск в действие механизмов при снятых кожухах не разрешается.

7. Перед пуском в ход двигателя и механизмов машинист дает сигнал предупреждения.

8. При пуске двигателя рычаги управления устанавливают в нейтральное положение, а насосы выключают (если это предусмотрено конструкцией).

9. Пуск двигателей внутреннего сгорания пусковой рукояткой во избежание повреждения руки в результате обратного хода поршня производят при позднем зажигании, а пусковую рукоятку обхватывают так, чтобы все пальцы руки были с одной стороны.

10. При пуске двигателей внутреннего сгорания посредством шнура нельзя наматывать шнур на руку, так как в случае преждевременной вспышки поршень может пойти в обратную сторону, что приведет к несчастному случаю.

11. На экскаваторе следует соблюдать чистоту, весь необходимый инвентарь и инструмент хранить в предназначенном для них месте. Находящиеся на поворотной платформе посторонние предметы могут послужить причиной аварии.

**Работа экскаватора в забое.** 1. Во время работы пребывание на экскаваторе или в радиусе его действия посторонних лиц запрещается.

Опасной является зона, представляющая круг, описанный из центра вращения поворотной платформы максимальным радиусом копания, увеличенным в 1,2—1,5 раза (большее значение для обратной лопаты и драглайна).

2. В период работы двигателя и механизмов экскаваторов не разрешается крепить какие-либо части, смазывать их и осматривать узлы, расположенные в тесных и опасных местах.

3. Запрещается регулировать тормоза при поднятом ковше и работать навесным экскаватором без установки фиксатора поворотной колонны в промежуточное положение, ограничивающее поворот на случай обрыва цепи.

4. При работе экскаватор должен стоять на горизонтальной площадке, которую выравнивают до начала работы. На пневмоколесном экскаваторе без выносных опор перед началом работ должны быть включены тормоза колес и стабилизаторы.

5. Работа навесным экскаватором допускается только при опущенных выносных опорах и отвале бульдозера. На полноповоротном экскаваторе выносные опоры и отвал бульдозера должны быть опущены на грунт.

6. При разработке высокого забоя удаляют находящиеся на верху забоя крупные камни и другие предметы, так как грунт может осыпаться, повредить экскаватор и быть причиной несчастного случая. Если сыпучий грунт по каким-либо причинам не осыпается под углом естественного откоса, этот угол следует создать искусственным путем. Во избежание несчастного случая не разрешается подкапывать грунт лопатой, стоя в направлении сползания его, так как грунт может обрушиться. Работать в забое, имеющем «козырек», запрещается.

7. При погрузке грунта в автомашины запрещается проносить ковш экскаватора над людьми и кабиной шофера. При загрузке автомашины, не имеющей над кабиной предохранительного бронированного щита, шофер должен выходить из кабины и находиться на безопасном расстоянии.

8. Подвижной состав разрешается загружать только после сигнала о его готовности под погрузку. Подвижной состав во время погрузки должен перемещаться только по сигналу машиниста экскаватора. Нельзя допускать перегрузку и неравномерную загрузку транспортных средств.

9. Во избежание повреждения рабочего оборудования платформу экскаватора с наполненным ковшом поворачивают только после вывода ковша из забоя.

10. Во время взрывных работ в забое экскаватор отводят на безопасное расстояние и поворачивают к месту взрыва задней частью кабины, а обслуживающий персонал обязан уйти в укрытие.

11. Перед остановкой машины стрелу располагают вдоль оси экскаватора, а ковш опускают на землю.

12. Ковш чистят опущенным на землю с ведома и разрешения машиниста.

13. При обнаружении в грунте электрического кабеля, подземного трубопровода и т. п. немедленно останавливают работу и извещают об этом администрацию.

14. При работе вблизи зданий и сооружений допустимое расстояние от этих объектов до экскаватора устанавливает техническое руководство строительства. Установка и работа экскаваторов под проводами действующих линий электропередачи любого напряжения не разрешается.

15. При работе навесного экскаватора бульдозером рабочее оборудование и поворотную колонну ставят в транспортное положение, а насосы на редукторе выключают.

16. Работать в ночную смену с неисправным электроосвещением и с неполной заправкой топлива, масла и воды запрещается.

17. Если дизель перегрет, то открывают заливную горловину радиатора во избежание ожога в рукавицах, а лицо держат дальше от горловины. Сначала крышку ослабляют, выпускают пар и только потом снимают ее с горловины.

18. В случае аварийной обстановки немедленно останавливают двигатель: выключают подачу топлива, включают декомпрессию у двигателей, имеющих декомпрессионный механизм, у карбюраторных двигателей выключают зажигание.

19. Оставлять работающий двигатель без присмотра запрещается.

20. Сменяющийся персонал обязан предупреждать сменщиков о всех неисправностях экскаватора, замеченных во время работы.

**Работа с крановым оборудованием.** 1. Экскаваторы, предназначенные для работы с крановым оборудованием, должны быть зарегистрированы в органах Госгортехнадзора и могут быть допущены к погрузочно-разгрузочным и монтажным работам только после получения соответствующего разрешения от этих органов.

2. Машинисты, помощники машиниста, слесари, монтеры, стропальщики и зацепщики должны быть обучены работе с крановым оборудованием по соответствующей программе и аттестованы квалификационной комиссией, организуемой руководством предприятия. В работе комиссии по аттестации машинистов и их помощников должен принимать участие инспектор органов Госгортехнадзора. Допуск к работе указанных выше лиц оформляют приказом по предприятию и выдают им на руки удостоверения об окончании обучения.

3. Машинист обязан знать обозначение сигналов, массу поднимаемого груза и следить, чтобы масса не превышала допустимой по указателю вылета стрелы.

4. В единичных случаях допускается подъем тяжелого груза несколькими экскаваторами с крановым оборудованием, но только под непосредственным руководством ответственного инженерно-технического работника. Нагрузка, приходящаяся на каждый кран, не должна превышать его грузоподъемности.
5. Перед первым подъемом груза проверяют устойчивость крана на месте его установки, поднимая предварительно груз на высоту 10—20 см. На пневмоколесном экскаваторе не разрешается производить подъем груза без включения и фиксации во включенном положении стабилизаторов.
6. Экскаваторы с крановым оборудованием можно устанавливать на краю откоса или канавы только с разрешения администрации, после того как машинист удостоверится, что сползания грунта под краном или грузом не наблюдается.
7. Грузы, подвешиваемые к крюку крана, прочно и надежно обвязывают канатами или цепями надлежащей прочности и такой длины, чтобы угол между их ветвями при подвесе на крюк крана был не более 90°.
8. При обвязке груза, имеющего острые выступы или резкие переходы, между стропами и грузом помещают прокладки из мягкого материала (дерева, мешковины и т. п.), предохраняющего канат или цепь от перегибов и перетирания.
9. Применять для зачаливания грузов случайные закладки (ломы, штыри и т. п.) запрещается.
10. Для подъема длинномерных грузов применяют траверсы. Поднимать такие грузы в вертикальном положении запрещается.
11. При обвязке грузов сложной конфигурации (станков и другого оборудования) чалочные канаты накладывают на основной массив груза или груз подвешивают за специально предназначенные для этого устройства (рымы). Обвязывать груз за выступающие кронштейны, валики и другие части машины не разрешается.
12. Если на поднимаемом грузе имеются какие-либо незакрепленные части (например, маховик, барабан, шкив), перед подъемом их снимают или надежно укрепляют во избежание падения при подъеме.
13. При накладывании на крюк чалочной цепи или каната нужно избегать образования узлов, перекручиваний и лишних петель, так как это может привести к обрыву цепи или каната.
14. Работать стропами, соединенными из отдельных кусков каната, запрещается.
15. Узлы и петли в натянутых грузом канатах и цепях поправляют с помощью металлического стержня или другого приспособления. Делать это руками запрещается.
16. Стоять возле наклоненного груза, браться за него во время переворачивания краном или кантования для обвязки запрещается. Для кантования нужно пользоваться рычагами, клиньями или другими приспособлениями.
17. Обвязывают груз только в брезентовых рукавицах.
18. Груз поднимают только по сигналу стропальщика. Стропальщик дает сигнал после того, как груз обвязан, хорошо зацеплен крюком крана и все рабочие отошли от него на безопасное расстояние.
19. Прежде чем поднимать груз, приподнимают его на высоту не более 0,5 м, осматривают обвязку и подвеску груза на крюке. Если они окажутся ненадежными, опускают груз и, когда стропы ослабнут, делают нужные исправления.
20. Примерзший или закопанный в грунт груз отрывать краном запрещается.
21. Стропальщикам или другим рабочим не разрешается выравнивать груз собственным весом.
22. Подтягивать груз крюком откуда-либо со стороны или перемещать вагоны, платформы, тележки крюком при косом натяжении канатов запрещается. Груз подвешивают и поднимают строго вертикально.
23. Выполнять с помощью крана технологические операции (например, гнуть балки, рельсы, рихтовать валы) запрещается.
24. Одновременно перемещать мелкоштучные грузы на крюке допускается только в специальных плетеных сетках, в особой таре (корзине, ящике) или на специальной траверсе.

25. Одновременно перемещать грузы разной категории и в разной упаковке (тюк ткани с бочкой смазочного масла и т. п.) запрещается во избежание порчи одного из этих грузов.
26. При перемещении в горизонтальном направлении груз должен быть предварительно поднят на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов.
27. Перед передвижением экскаватора с крановым оборудованием (как с грузом, так и без него) стрелу устанавливают вдоль пути. Передвигать эти краны с одновременным поворотом стрелы запрещается.
28. При повороте с поднятым грузом резко тормозить поворотную платформу запрещается.
29. Груз, вес которого близок к максимально разрешенной грузоподъемности, предварительно поднимают на высоту более 100 мм для проверки надежности тормоза.
30. При спуске груза тормоз включают плавно, без рывков.
31. Перемещать грузы над людьми, а также находиться или проходить под поднятым грузом категорически запрещается.
32. На месте перемещения тяжести, а также на экскаваторе запрещается находиться лицам, не имеющим прямого отношения к выполняемой работе.
33. Экскаватор должен быть снабжен ясными обозначениями регистрационного номера, грузоподъемности и даты следующего испытания.
34. Устанавливать экскаваторы и работать на них под проводами действующих линий электропередачи любого напряжения запрещается.
35. Устанавливать экскаваторы для работы на свеженасыпанном грунте запрещается.
- При передвижении экскаватора.** 1. Стрела должна быть установлена строго по оси движения, а ковш опущен на высоту не более 1 м от земли. Это правило не распространяется на навесные экскаваторы на базе тракторов. При передвижении экскаватора строго соблюдать «Правила дорожного движения».
2. Передвижение экскаватора с наполненным ковшом запрещается.
3. Гусеничный экскаватор перемещается ведомыми колесами вперед; при преодолении подъемов и наледей устанавливают на гусеничных звеньях шпоры.
4. Переход экскаватора через железнодорожные переезды и искусственные сооружения (мосты, трубы) допускается только после получения соответствующего разрешения.
5. Экскаватор может перемещаться своим ходом через толстые или заболоченные места только по заранее уложенным шпалам, брускам или щитам.
6. Проход экскаватора под проводами электролинии высоковольтной передачи разрешается в том случае, если расстояние между проводами и верхней частью экскаватора не менее 2 м. Более точно это расстояние устанавливают в зависимости от напряжения, передаваемого линией электропередач.
7. На уклонах экскаватор должен перемещаться с минимальной скоростью.
8. Стрелу, поворотную колонну и бульдозерное оборудование навесного экскаватора закрепляют в транспортном положении.
9. Переезд навесного на тракторе экскаватора по дорогам с продольным уклоном более 10° и поперечным более 15° категорически запрещается во избежание опрокидывания машины.
10. Включать и выключать фиксатор механизма поворота навесного экскаватора разрешается только из кабины.
11. Сходить и садиться на экскаватор во время движения запрещается.
12. Передвижение пневмоколесного экскаватора с включенными стабилизаторами, с неисправным рулевым управлением и электропневмосистемой запрещается.

## § 71

### Техника безопасности во время обслуживания экскаваторов

- При монтаже и демонтаже.** 1. Площадка, на которой производят монтаж или демонтаж экскаватора, должна быть свободной от ненужных предметов и ровной.
2. Клетки из деревянных шпал или брусков для рукояти с ковшом, стрелы, поворотной

платформы и других узлов тщательно укладывают и скрепляют в соответствующих местах стальными скобами.

3. Подъемные средства и приспособления, применяемые при разборке и сборке экскаватора, предварительно осматривают и испытывают.

4. Тали и домкраты для подтягивания и подъема частей прочно устанавливают и закрепляют.

5. Перед употреблением реечных домкратов необходимо убедиться в исправности зубчатых колес, храповика, опорной головки и крепления рукоятки на квадрате. Домкраты устанавливают без перекосов во избежание изгибов реек или винтов.

6. Лебедку прочно устанавливают и надежно закоривают. При осмотре лебедки проверяют правильность наводки каната на барабан, исправность зубчатых передач и храпового устройства.

7. При осмотре блоков и полиспастов проверяют, не задевает ли канат за обойму блока и не переплетаются ли канаты при переходе с одного блока на другой.

8. При осмотре подъемных цепей и строп тщательно проверяют места сварки цепей, а у остальных канатов — места сращивания и крепления их. Канат заменяют новым, если обнаружен износ или обрыв проволок свыше нормы, допускаемой правилами Госгортехнадзора.

9. Во время запасовки канатов никакая работа механизмов экскаватора не допускается. При наматывании канатов на барабаны путем включения двигателя направлять канат руками запрещается.

10. При подъеме и опускании частей экскаватора рабочие должны находиться на безопасном расстоянии. При этом никакие перемещения груза по горизонтали не допускаются. Становиться на груз для создания равновесия категорически запрещается.

11. В момент опускания груза устанавливать подкладки не разрешается. Необходимые подкладки подготавливают заранее или после незначительного вторичного подъема.

12. По окончании работ груз опускают на землю, оставлять его в подвешенном состоянии запрещается.

13. Перемещать груз по рельсам или металлическим балкам допускается в том случае, если последние тщательно закреплены скобами и болтами. Скользящий по рельсам или балкам груз поддерживают лебедкой или воротом, но не руками.

14. При установке на железнодорожной платформе под демонтированные части экскаватора укладывают деревянные подкладки. Во избежание сдвигов в пути все узлы, лежащие отдельно, тщательно закрепляют растяжками.

**При обслуживании дизельных двигателей и электрооборудования.** 1. Техническое обслуживание следует выполнять только при остановленном двигателе.

2. При проверке уровня топлива в баке пользуются мерной линейкой. Запрещается пользоваться при заправке огнем для освещения или курить. Из топливопроводов и маслопроводов не допускается подтекания, обнаруженные течи немедленно устраняют, а потеки вытирают. Тщательно осматривают изоляцию проводов и состояние контактов, так как при пробитой изоляции и неисправных контактах возможно появление электрической искры. Несоблюдение перечисленных правил может вызвать пожар.

3. При вынужденном применении этилированного бензина необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

не засасывать бензин через шланг ртом, не продувать ртом бензопровод;

не мыть бензином руки и не чистить одежду;

если бензин попал на кожу, сразу же смыть его чистым керосином или дизельным топливом, а затем теплой водой с мылом;

место, облитое бензином, вытереть сухой тряпкой, а затем протереть тряпкой, смоченной в керосине или дизельном топливе;

одежду, облитую бензином, немедленно снять и перед стиркой проветрить ее на открытом воздухе в течение двух часов;

после работы с этилированным бензином мыть руки теплой водой с мылом;

детали, соприкасавшиеся с этилированным бензином при ремонте, промыть в керосине или дизельном топливе (баки, трубопроводы, карбюраторы, головки цилиндров и т. п.);

очищать и промывать детали разрешается только в резиновых или кожаных перчатках.

4. При использовании концентрированного раствора каустической соды во избежание ожогов соблюдают особые меры предосторожности. При приготовлении моечного раствора из каустической соды, а также при обезжиривании и мойке деталей работают в резиновых фартуках и перчатках, а при рубке каустической соды надевают маску с защитными очками.

5. Кислота, попадая на кожу, вызывает ожог, а пары кислоты раздражают слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей. Поэтому водные растворы кислот готовят в вытяжных шкафах или вне помещения. При работе с кислотами пользуются резиновыми фартуками, перчатками, надевают специальные защитные очки. При смешивании кислоты с водой нужно лить кислоту в воду, а не наоборот. При травлении и обезжиривании детали погружают в ванну с кислотой и вынимают из нее щипцами.

6. Кислоту хранят на рабочем месте в стеклянных или фарфоровых сосудах с широким дном и притертой пробкой в количестве, не превышающем потребность одной смены.

7. При ожогах химическими веществами немедленно промывают пораженное место водой под давлением 1,5—2,0 кгс/см<sup>2</sup> (давление воды в водопроводе) в течение 15—20 мин.

8. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат вредные отравляющие примеси окиси углерода. Накопление этих газов в закрытой кабине машины может вызвать тяжелое отравление людей. Поэтому необходимо следить, чтобы все соединения выпускных трубопроводов двигателей были герметичными.

9. При грозе работу в экскаваторе или около него следует прекратить.

10. Без надобности нельзя подходить близко к токоведущим частям на экскаваторе, находящимся под напряжением, и касаться их, если даже они изолированы.

11. Запрещается категорически проверять наличие напряжения пальцами. Для этого нужно пользоваться контрольной лампой или вольтметром.

12. Следует соблюдать осторожность при уходе за аккумуляторами, так как кислота вредно действует на кожу рук и платье. Для нейтрализации кислоты, попавшей на платье, применяют нашатырный спирт, а руки обмывают водой с небольшим содержанием соды.

13. Запрещается становиться на крышку аккумуляторного ящика во избежание короткого замыкания и возможного ожога кислотой.

**При ремонте экскаватора.** 1. Куртка или комбинезон рабочего должны быть застегнуты, волосы спрятаны под головной убор.

2. При ремонте необходимо пользоваться только исправным инструментом. Молоток должен иметь рукоятку, изготовленную из сухого прочного дерева, хорошо обработанную и прочно закрепленную, зубила и крейцмейсели не должны иметь трещин, забоин и заусенцев в верхней части, так как при ударе по инструменту частицы металла могут отлететь и ранить работающего или окружающих.

Полотно ножовки туго натягивают и прочно закрепляют в рамке. Нельзя работать ножовкой, не имеющей гладкой деревянной ручки, так как острым концом хвостовика легко повредить руку.

3. Деталь, подвергающуюся резке, прочно закрепляют в тисках. Отрезаемую часть детали или поддерживают рукой или опирают на подставку, чтобы она не упала на ноги.

4. При опиливании предметов с острыми кромками пальцы левой руки держат вытянутыми, так как при обратном ходе напильника поджатые пальцы можно ранить.

5. Паяльные и лудильные работы производят на расстоянии не менее 5 м от легковоспламеняющихся или огнеопасных материалов. Сосуды из-под жидкого горючего за сутки перед пайкой или заваркой выпаривают или наполняют водой, а перед ремонтом тщательно промывают горячим щелочным раствором и высушивают.

6. Керосиновую паяльную лампу заполняют горючим после полного ее охлаждения через сетку не более чем на  $\frac{3}{4}$  объема. Нельзя чрезмерно накачивать воздух в лампу, остаток его после окончания работы следует выпускать.

7. На заточном станке работают в предохранительных очках, чтобы не засорить глаза наждаком или частицами металла. Зазор между кругом и упором должен быть не более 3 мм, иначе круг может затянуть инструмент. Если на круге есть уступы, выбоины или трещины, на заточном станке работать запрещается.

8. При работе на сверлильном станке нельзя наклонять низко голову к месту сверления во избежание захвата шпинделем, патроном или сверлом волос, головного убора или одежды. Сверлить нужно с перерывами, удаляя стружку из отверстий и со стола станка крючком, палочкой, щеткой. Нельзя работать в рукавицах и охлаждать сверло смоченной тряпкой, находящейся в руках. Категорически запрещается держать изделие руками, его необходимо зажимать в станочные тиски или прикреплять к столу станка.

9. Нужно помнить, что работа неисправным ручным электроинструментом, и в особенности в сырых помещениях или на открытом воздухе, очень опасна, так как возможно поражение током. Поэтому электроинструмент ежедневно тщательно осматривают, обращают особое внимание на изоляцию токоведущих проводов и наличие проводов заземления. Включать инструмент в сеть нужно, начиная с заземляющего провода, а затем уже подсоединять фазовые провода. Если возможно соприкосновение инструмента с металлическими частями машин, надевают резиновый плащ, перчатки и галоши или применяют изоляцию из досок и фанеры.

Во время перерыва в работе инструмент откладывают в сторону, держать его в руках или класть на колени запрещается. При уходе с рабочего места и по окончании работы электроинструмент обязательно отключают от сети.

## § 72

### Противопожарные мероприятия

1. В кабине машины должен находиться огнетушитель.

2. Топливо и смазочные материалы хранят с соблюдением всех противопожарных правил.

3. Открытые склады горючего должны находиться на расстоянии не менее 20 м от места работы экскаватора.

4. Хранить в кабине экскаватора бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся вещества запрещается.

5. Масляные тряпки и обтирочные концы складывают в специальные железные ящики с крышками и по мере наполнения ящиков удаляют.

6. Категорически запрещается подогревать двигатель внутреннего сгорания зимой непосредственно огнем. Разогревают двигатель, заливая в радиатор горячую воду, а в картер — подогретое масло.

7. Курить при заправке горючими и смазочными маслами и при контрольном осмотре топливных баков и двигателя запрещается.

8. Категорически запрещается открывать бочку с бензином, ударяя по пробкам металлическими предметами.

9. В случае воспламенения горючего следует тушить пламя с помощью огнетушителя или забрасывать землей, песком, покрывать войлоком, брезентом и т. д. Тушить горящее водой нельзя.

10. Нельзя допускать каких-либо подтеканий топлива или масел.

11. Выхлопную трубу двигателя следует содержать всегда чистой, очищая ее от нагара.

12. В кабине экскаватора запрещается разжигать приборы (паяльные лампы, переносные горны, фонари), имеющие открытое или закрытое пламя, и пользоваться ими.

13. Паяльные, сварочные и другие работы, связанные с образованием искр или пламени, производят непосредственно на экскаваторе только в исключительных случаях, когда невозможно удалить детали и выполнить операцию вне машины. При этом принимают специальные меры, предотвращающие возможность возникновения пожара.

14. Приборы пожаротушения должны находиться в исправном состоянии и к ним всегда должен быть свободный доступ.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                          |                                                                            |           |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                          | Введение . . . . .                                                         | 3         |
| <b>ЧАСТЬ<br/>ПЕРВАЯ.</b> | <b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b>                                                      |           |
| <b>Глава I.</b>          | <b>Общие сведения об экскаваторах . . . . .</b>                            | <b>5</b>  |
|                          | § 1. Классификация и основные части экскаваторов . . . . .                 | 5         |
|                          | § 2. Система индексации . . . . .                                          | 10        |
| <b>Глава II.</b>         | <b>Общие сведения о гидравлике . . . . .</b>                               | <b>14</b> |
|                          | § 3. Жидкости и их свойства . . . . .                                      | 14        |
|                          | § 4. Основы гидростатики . . . . .                                         | 17        |
|                          | § 5. Основы гидродинамики . . . . .                                        | 18        |
| <b>Глава III.</b>        | <b>Силовые передачи экскаваторов . . . . .</b>                             | <b>24</b> |
|                          | § 6. Механические передачи . . . . .                                       | 24        |
|                          | § 7. Гидравлические передачи . . . . .                                     | 26        |
| <b>ЧАСТЬ<br/>ВТОРАЯ.</b> | <b>КОНСТРУКЦИЯ ЭКСКАВАТОРОВ<br/>С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ</b>                |           |
| <b>Глава IV.</b>         | <b>Рабочее оборудование . . . . .</b>                                      | <b>30</b> |
|                          | § 8. Прямая лопата . . . . .                                               | 30        |
|                          | § 9. Обратная лопата . . . . .                                             | 33        |
|                          | § 10. Драглайн . . . . .                                                   | 36        |
|                          | § 11. Грейфер . . . . .                                                    | 38        |
| <b>Глава V.</b>          | <b>Механизмы экскаватора . . . . .</b>                                     | <b>39</b> |
|                          | § 12. Устройства для включения и выключения механизмов . . . . .           | 39        |
|                          | § 13. Кинематические схемы экскаваторов . . . . .                          | 48        |
|                          | § 14. Главные муфты . . . . .                                              | 56        |
|                          | § 15. Лебедки . . . . .                                                    | 59        |
|                          | § 16. Напорные механизмы и механизмы открывания днища ковша . . . . .      | 62        |
|                          | § 17. Механизмы реверса и поворота. Опорно-поворотные устройства . . . . . | 68        |
|                          | § 18. Механизмы передвижения и ходовое устройство . . . . .                | 70        |
| <b>Глава VI.</b>         | <b>Системы управления рабочими механизмами . . . . .</b>                   | <b>75</b> |
|                          | § 19. Классификация и общие сведения . . . . .                             | 76        |
|                          | § 20. Пневматическая система управления . . . . .                          | 77        |
| <b>Глава VII.</b>        | <b>Устройство экскаваторов с механическим приводом . . . . .</b>           | <b>87</b> |
|                          | § 21. Экскаваторы 3-й размерной группы . . . . .                           | 87        |
|                          | § 22. Экскаваторы 4-й размерной группы . . . . .                           | 100       |



**ЧАСТЬ  
ТРЕТЬЯ.**

**КОНСТРУКЦИЯ ЭКСКАВАТОРОВ  
С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

**Глава VIII.**

**Рабочее оборудование . . . . . 112**

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| § 23. Обратная лопата . . . . .        | 112 |
| § 24. Прямая лопата . . . . .          | 116 |
| § 25. Погрузчик . . . . .              | 120 |
| § 26. Грейфер . . . . .                | 123 |
| § 27. Сменные рабочие органы . . . . . | 128 |

**Глава IX.**

**Силовое гидравлическое оборудование . . . . . 131**

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| § 28. Общие сведения о насосах и гидродвигателях . . . . . | 131 |
| § 29. Шестеренные насосы и гидромоторы . . . . .           | 132 |
| § 30. Поршневые насосы и гидромоторы . . . . .             | 136 |
| § 31. Гидроцилиндры . . . . .                              | 144 |
| § 32. Насосные установки экскаваторов . . . . .            | 148 |

**Глава X.**

**Системы и аппаратура управления . . . . . 150**

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 33. Элементы систем управления и их назначение . . . . .               | 150 |
| § 34. Регулирующие устройства систем гидропривода экскаваторов . . . . . | 151 |
| § 35. Гидравлические распределительные устройства . . . . .              | 161 |
| § 36. Вспомогательное гидрооборудование . . . . .                        | 166 |
| § 37. Трубопроводы . . . . .                                             | 169 |

**Глава XI.**

**Схемы гидравлических приводов . . . . . 174**

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| § 38. Классификация схем гидроприводов . . . . . | 174 |
| § 39. Примеры схем гидропривода . . . . .        | 175 |

**Глава XII.**

**Механизмы поворота и передвижения, ходовые устройства . . . . . 187**

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| § 40. Механизмы поворота . . . . . | 187 |
| § 41. Ходовые устройства . . . . . | 191 |

**Глава XIII.**

**Устройство экскаваторов с гидравлическим приводом . . . . . 194**

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| § 42. Экскаваторы 2-й размерной группы . . . . . | 194 |
| § 43. Экскаваторы 3-й размерной группы . . . . . | 204 |
| § 44. Экскаваторы 4-й размерной группы . . . . . | 230 |

**ЧАСТЬ  
ЧЕТВЕРТАЯ.**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭКСКА-  
ВАТОРОВ**

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| § 45. Источники тока . . . . .                         | 265 |
| § 46. Электрическая аппаратура . . . . .               | 268 |
| § 47. Схемы электрооборудования экскаваторов . . . . . | 272 |

**ЧАСТЬ  
ПЯТАЯ.**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ**

**Глава XIV.**

**Эксплуатация экскаваторов . . . . . 280**

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| § 48. Обслуживающий персонал и его обязанности . . . . . | 280 |
| § 49. Управление экскаватором . . . . .                  | 281 |
| § 50. Смена рабочего оборудования . . . . .              | 287 |
| § 51. Транспортирование экскаваторов . . . . .           | 288 |
| § 52. Обкатка экскаваторов . . . . .                     | 293 |

**Глава XV.**

**Техническое обслуживание экскаваторов . . . . . 294**

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| § 53. Общие сведения . . . . .                   | 294 |
| § 54. Рабочие жидкости для гидросистем . . . . . | 298 |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| § 55. Смазочные материалы . . . . .                                  | 300        |
| § 56. Смазочные системы . . . . .                                    | 302        |
| § 57. Контроль состояния и крепления деталей . . . . .               | 308        |
| § 58. Регулирование механизмов . . . . .                             | 310        |
| § 59. Техническое обслуживание основных узлов и механизмов . . . . . | 328        |
| <b>Ремонт экскаваторов . . . . .</b>                                 | <b>331</b> |
| § 60. Общие сведения . . . . .                                       | 331        |
| § 61. Разборка экскаватора . . . . .                                 | 333        |
| § 62. Контроль состояния деталей . . . . .                           | 336        |
| § 63. Способы ремонта деталей . . . . .                              | 340        |
| § 64. Комплектование и сборка узлов . . . . .                        | 348        |
| § 65. Приемка экскаватора из ремонта . . . . .                       | 354        |

## Глава XVI.

## ЧАСТЬ ШЕСТАЯ.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСКАВАТОРНЫХ РАБОТ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНО- СТИ

## Глава XVII.

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Организация экскаваторных работ . . . . .</b>                           | <b>358</b> |
| § 66. Грунты и их свойства . . . . .                                       | 358        |
| § 67. Земляные сооружения . . . . .                                        | 360        |
| § 68. Экскаваторные забои . . . . .                                        | 362        |
| § 69. Производительность экскаваторов. Учет и планирование работ . . . . . | 368        |

## Глава XVIII.

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Техника безопасности . . . . .</b>                                   | <b>374</b> |
| § 70. Техника безопасности при работе экскаваторов . . . . .            | 375        |
| § 71. Техника безопасности во время обслуживания экскаваторов . . . . . | 378        |
| § 72. Противопожарные мероприятия . . . . .                             | 381        |

**Иосиф Львович  
Беркман,**  
**Александр  
Владимирович Раннев,**

**Арвид Карлович  
Рейш**

**УНИВЕРСАЛЬНЫЕ  
ОДНОКОВШОВЫЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
ЭКСКАВАТОРЫ**

Редактор **Н. В. Тихонова**  
Переплет художника **Ю. Д. Федичкина**  
Макет художника **И. Н. Веселова-Новицкого**  
Художественный редактор **С. Г. Абелин**  
Технический редактор **Н. В. Яшукова**  
Корректор **В. В. Кожуткина**

ИБ № 824

Т-19906. Сдано в набор 28/II 1977 г. Подп. к печати 4/XI 1977 г.  
Формат 70 × 90/16. Бум. офсетная № 1. Объем 24 печ. л. + 0,25 печ. л.  
форзац. Усл. печ. л. 28,37. Уч.-изд. л. 35,26 + 0,41 форзац.  
Изд. № ИНД-71. Тираж 77 000 экз. Зак. 207. Цена 1 руб. 10 коп.

План выпуска литературы издательства  
«Высшая школа» (профтехобразование) на 1977 г. Позиция № 12.

Издательство «Высшая школа»,  
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома Государ-  
ственного комитета Совета Министров СССР по делам изда-  
тельств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль,  
ул. Свободы, 97.

Текст набран на фотонаборных машинах