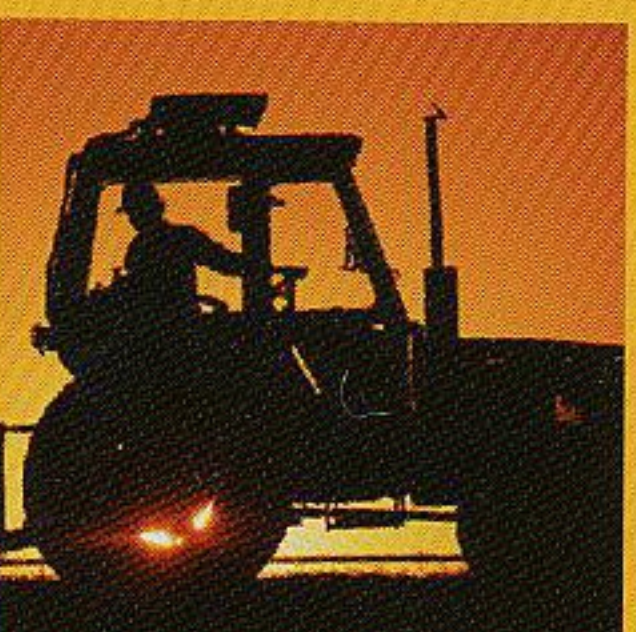
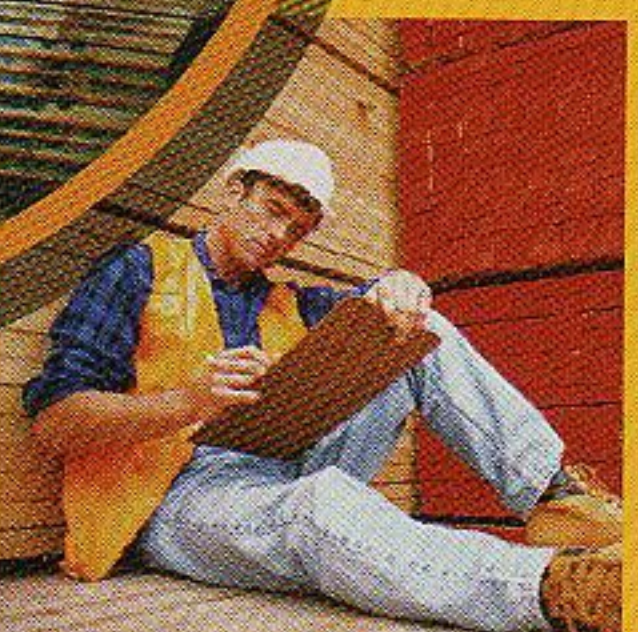
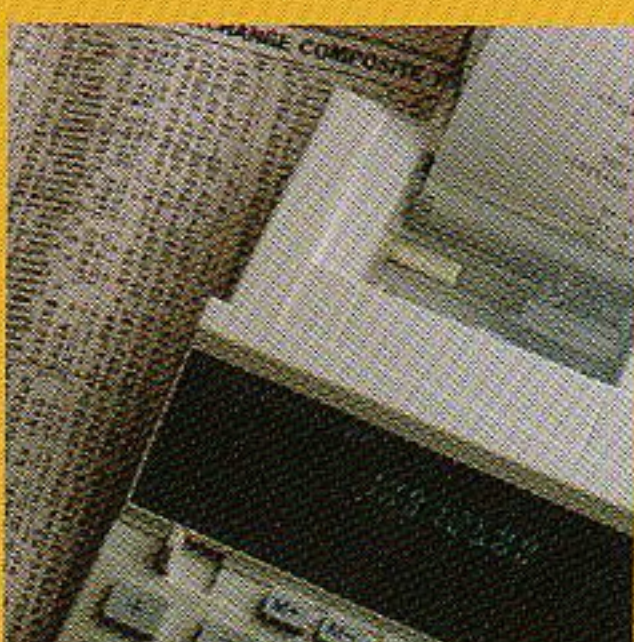
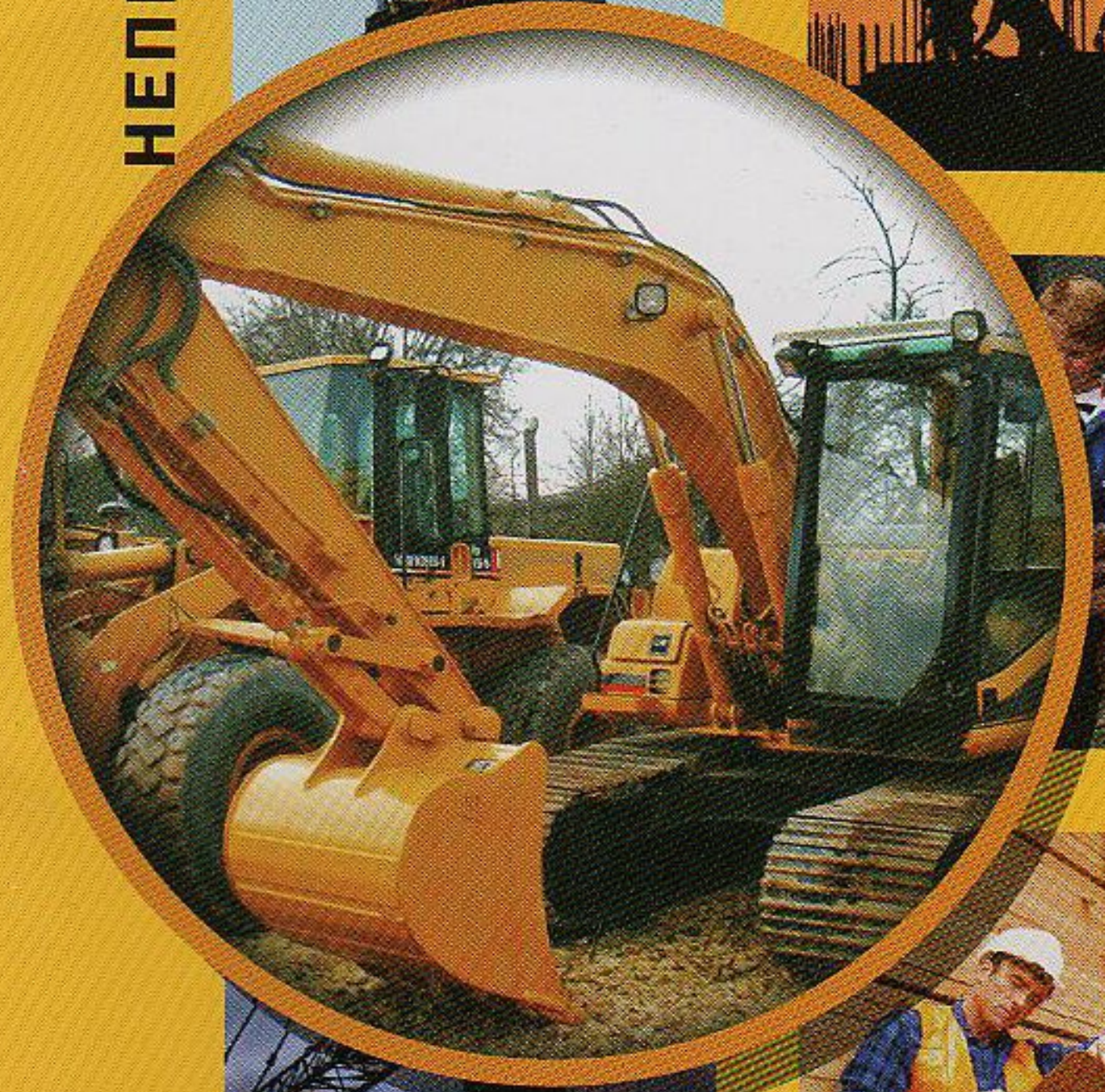
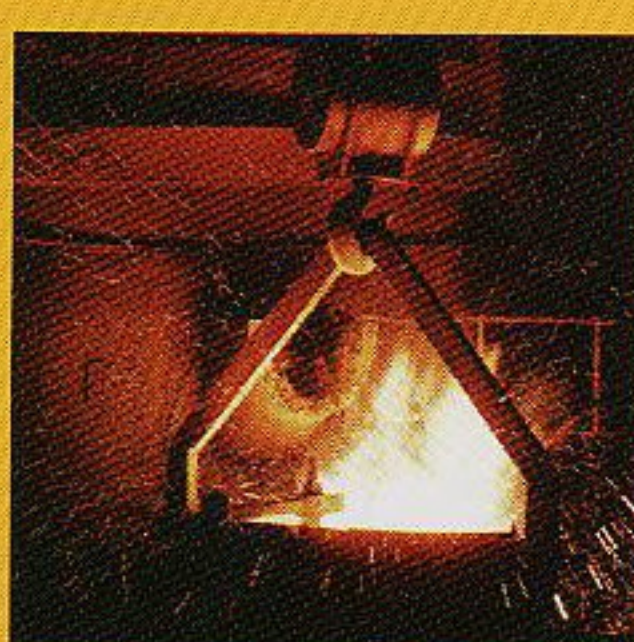
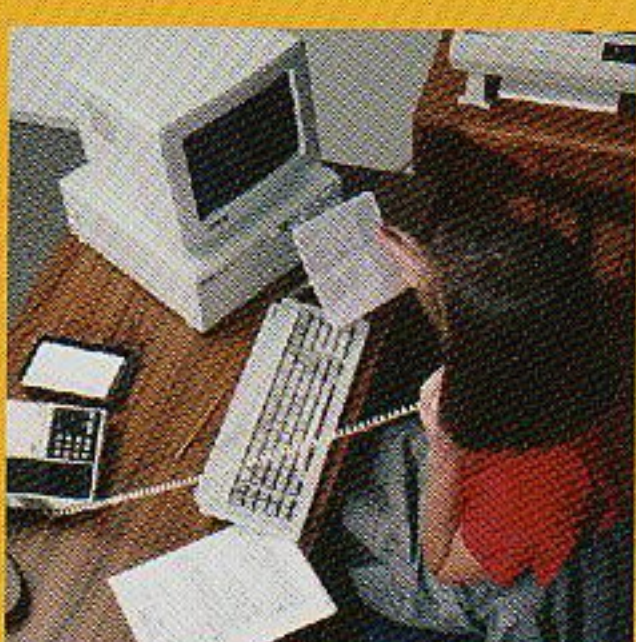
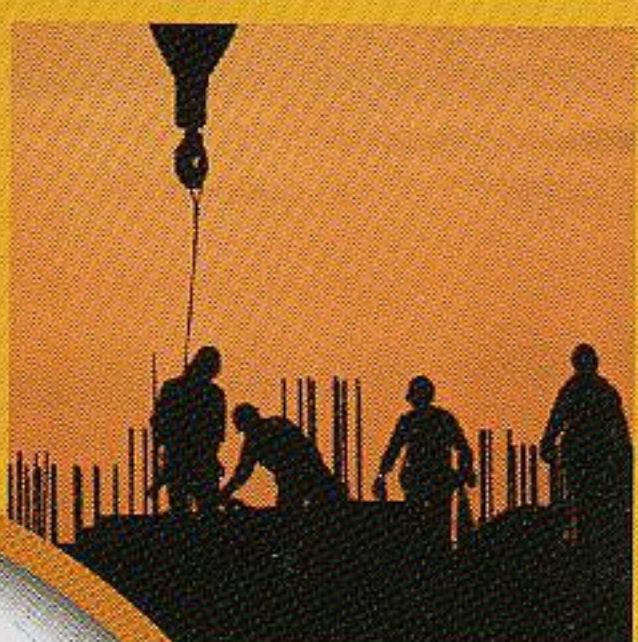
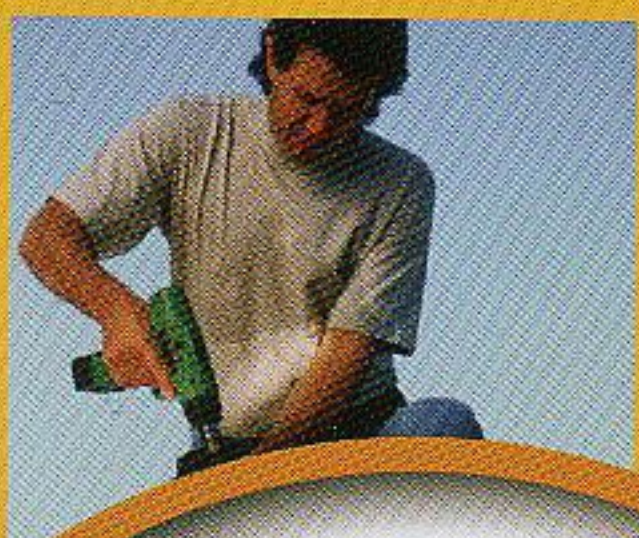
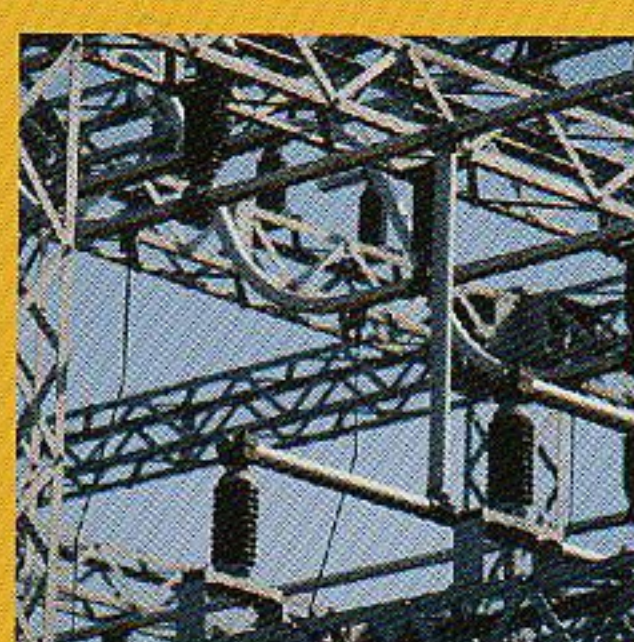
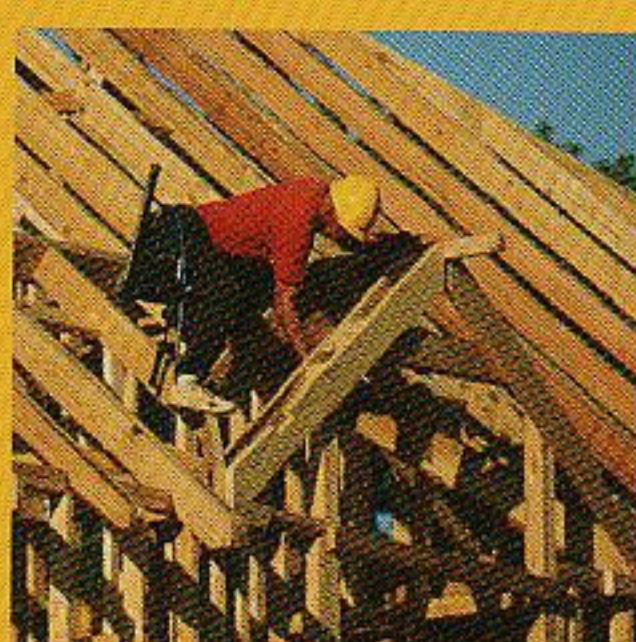
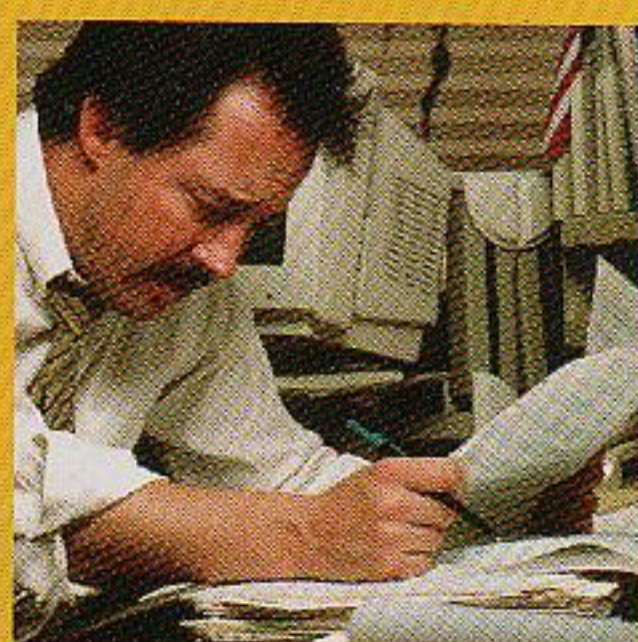
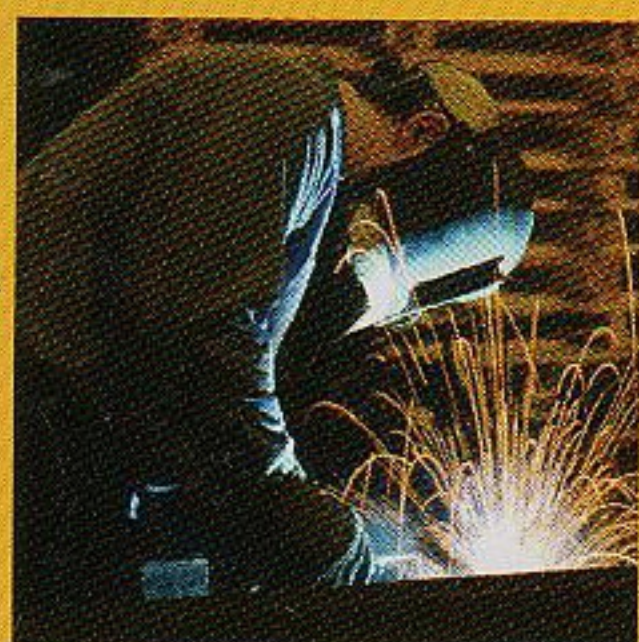


НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

У. И. САПОНЕНКО

# МАШИНИСТ ЭКСКАВАТОРА ОДНОКОВШОВОГО



# Оглавление

К читателю .....	3
<b>Глава 1. Общие сведения об экскаваторах.....</b>	<b>4</b>
1.1. Назначение и область применения.....	4
1.2. Классификация и система индексации.....	4
1.3. Устройство, технические характеристики и параметры .....	5
<b>Глава 2. Двигатели внутреннего сгорания.....</b>	<b>9</b>
2.1. Общие сведения о двигателях .....	9
2.2. Устройство дизеля .....	10
<b>Глава 3. Трансмиссия и ходовая часть экскаватора .....</b>	<b>20</b>
3.1. Узлы трансмиссии .....	20
3.2. Механизм поворота и передвижения экскаватора.....	23
3.3. Ходовое устройство .....	28
3.4. Системы управления .....	29
3.5. Электрооборудование экскаватора.....	31
<b>Глава 4. Рабочее оборудование и рабочие органы.....</b>	<b>32</b>
<b>Глава 5. Гидропривод.....</b>	<b>34</b>
5.1. Общие сведения .....	34
5.2. Гидрооборудование экскаватора.....	35
5.3. Гидравлическая схема экскаватора.....	41
<b>Глава 6. Эксплуатация экскаваторов .....</b>	<b>45</b>
6.1. Общие правила эксплуатации .....	45
6.2. Органы управления экскаватором.....	46
6.3. Транспортирование экскаваторов.....	48
6.4. Техническое обслуживание экскаваторов.....	49
<b>Глава 7. Организация экскаваторных работ .....</b>	<b>51</b>
7.1. Грунты и земляные сооружения.....	51
7.2. Основные элементы земляных сооружений.....	52
7.3. Технология и организация производства работ .....	53
<b>Глава 8. Охрана труда и окружающей среды.....</b>	<b>58</b>
8.1. Требования к машинисту экскаватора.....	58
8.2. Правила безопасности при работе на экскаваторе.....	59
8.3. Правила проведения технического обслуживания и ремонта.....	62
8.4. Охрана окружающей среды.....	63

У. И. САПОНЕНКО

НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# МАШИНИСТ ЭКСКАВАТОРА ОДНОКОВШОВОГО

Допущено  
Экспертным советом  
по профессиональному образованию  
в качестве учебного пособия  
для использования в учебном процессе  
образовательных учреждений,  
реализующих программы начального  
профессионального образования  
и профессиональной подготовки



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2008

УДК 621.877.7(075.9)

ББК 38.623я721

С196

*Серия «Непрерывное профессиональное образование»*

Рецензенты:

главный специалист отдела ГПМ и ДСМ НОУ «Тушинский учебный комбинат» *М.С.Титов*;  
ведущий преподаватель грузоподъемных машин НОУ «Учебный центр «УККОМ» *А.Г.Марин*;  
старший научный сотрудник НИЦ «Гостехнадзор» ФГНУ «Росинформатротех» *Г.Н.Тяпков*

**Сапоненко У.И.**

С196 **Машинист экскаватора одноковшового : учеб. пособие / У.И. Сапоненко. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 64 с.**

ISBN 978-5-7695-4207-7

В учебном пособии предлагается применение компетентностного подхода к подготовке машиниста экскаватора одноковшового.

Рассмотрены устройство и принцип действия составных частей современных одноковшовых экскаваторов: дизеля, механизмов трансмиссии, ходовой части и управления, гидросистемы и рабочего оборудования. Изложены правила безопасной эксплуатации экскаваторов, производства работ разными рабочими органами, требования охраны труда и окружающей среды.

Для подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих по профессии «Машинист экскаватора одноковшового». Может быть использовано в учреждениях начального профессионального образования.

УДК 621.877.7(075.9)

ББК 38.623я721

*Учебное издание*

**Сапоненко Устина Исаковна**

**Машинист экскаватора одноковшового**

**Учебное пособие**

Редактор *С. И. Зубкова*. Художественный редактор *Л. В. Жебровская*  
Дизайн серии: *К. А. Крюков*. Компьютерная верстка: *Г. Ю. Никитина*  
Корректоры *Н. С. Потёмкина, С. Ю. Свиридова*

Изд. № 101110478. Подписано в печать 01.07.2008. Формат 70×100/16. Гарнитура «Школьная». Бумага офс. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,2. Тираж 3 000 экз. Заказ № 26859.

Издательский центр «Академия». [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004. 117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (495)330-1092, 334-8337.

Отпечатано с электронных носителей издательства  
в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат». [www.sarpk.ru](http://www.sarpk.ru)  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

© Сапоненко У.И., 2008

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2008

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2008

ISBN 978-5-7695-4207-7

## К читателю

Современные экскаваторы, имеющие широкий диапазон типоразмеров и разное рабочее оборудование, находят применение при выполнении работ по разработке грунта при устройстве выемок и насыпей, резервов, кавальеров и банкетов при строительстве автомобильных и железных дорог, оросительных и судоходных каналов, плотин, оградительных земляных дамб, котлованов под здания и сооружения, опор линий электропередачи и контактной сети, траншей для подземных коммуникаций, водоотводных кюветов, нагорных и забанкетных канав и других сооружений.

Для эксплуатации современных экскаваторов требуются квалифицированные машинисты. Экскаватор одноковшовый, за исключением экскаваторов на базе автомобилей и спецшасси автомобильного типа, относится к самоходным машинам. К управлению экскаватором допускаются лица, имеющие удостоверение тракториста-машиниста с соответствующей категорией («В», «С», «D», «E») и документ об образовании, подтверждающий получение профессии «Машинист экскаватора одноковшового».

Благодаря учебному пособию вы будете **знать**:

- назначение, устройство, принцип работы и технические характеристики экскаваторов;
- принцип работы механического, гидравлического, пневматического и электрического оборудования;
- причины возникновения неисправностей;
- правила экскавации грунтов разных категорий;
- правила транспортирования экскаваторов;
- правила безопасности при эксплуатации и выполнении работ экскаватором.

Благодаря учебному пособию вы будете **уметь**:

- управлять одноковшовым экскаватором;
- разрабатывать грунты при устройстве выемок, насыпей и других сооружений;
- осуществлять погрузку грунта на транспортные средства;
- определять по внешним признакам категорию грунта, производить его разработку по заданным отметкам.

# 1

## Общие сведения об экскаваторах

### 1.1

### Назначение и область применения

Экскаватор предназначен в основном для разработки мерзлых грунтов I—IV категорий, а также предварительно разрыхленных скальных и мерзлых грунтов при температуре  $-40 \dots +40$  °С.

Экскаваторы используют при рытье котлованов, каналов, траншей, разработке выемок и насыпей, в карьерах, при строительстве дамб, на планировочных работах, при расчистке территорий, перегрузке сыпучих и штучных материалов и для других работ в зависимости от видов рабочего оборудования и рабочих органов.

Одноковшовый экскаватор — это машина циклического действия. Рабочий цикл экскаватора состоит из следующих операций: заполнение ковша грунтом; перемещение (поворот стрелы); выгрузка грунта из ковша в отвал или транспортное средство; поворот в начальное положение; опускание ковша. Затем цикл повторяется.

### 1.2

### Классификация и система индексации

Одноковшовые экскаваторы классифицируют:

- по назначению* (универсальные строительные, карьерные, специальные);
- по типу ходовой части* (гусеничные, гусеничные с увеличенной опорной поверхностью гусениц, колесные, на базе спецшасси автомобильного типа, на базе автомобиля, на базе трактора);
- по исполнению рабочего оборудования* (с гибкой подвеской (канатной), с жесткой подвеской и с телескопическим рабочим оборудованием);
- по типу привода* (механический, гидромеханический, гидравлический, электрический).

В зависимости от угла поворота рабочего оборудования вокруг вертикальной оси экскаваторы могут быть *полноповоротные* и *неполноповоротные* (навесные на тракторе).

**Индексация** одноковшовых экскаваторов определена ГОСТ 30067—93 «Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия». Заводы-изготовители иногда используют собственную маркировку (например, ЕТ, ЕК, ЕА и др.). Индекс одноковшовых универсальных экскаваторов согласно ГОСТ 30067—93 состоит из букв и цифр. Буквы ЭО означают «экскаватор одноковшовый». Первая цифра — размерная группа экскаватора (эксплуатационная масса, т.е. масса готового к работе полностью заправленного экскаватора с основным рабочим оборудованием и с машинистом, масса которого  $(75 \pm 3)$  кг): 1 — до 6,3 т; 2 — выше 6,3 до 10 т; 3 — выше 10 до 18 т; 4 — выше 18 до 32 т; 5 — выше 32 до 50 т; 6 — выше 50 до 71 т. Вторая цифра — тип ходового устройства: 1 — гусеничное; 2 — гусеничное с увеличенной опорной поверхностью гусениц; 3 — колесное; 4 — на базе спецшасси автомобильного типа; 5 — на базе автомобиля; 6 — на базе трактора. Третья цифра — исполнение рабочего оборудования: 1 — с гибкой подвеской (канатной); 2 — с жесткой подвеской; 3 — телескопическое. Четвертая цифра — порядковый номер модели (1; 2; 3...). Затем указывается буквенное обозначение очередной модернизации (А, Б, В...), далее буквенное обозначение климатического исполнения (ХЛ, Т, ТВ), при его отсутствии — для умеренного климата. Например:

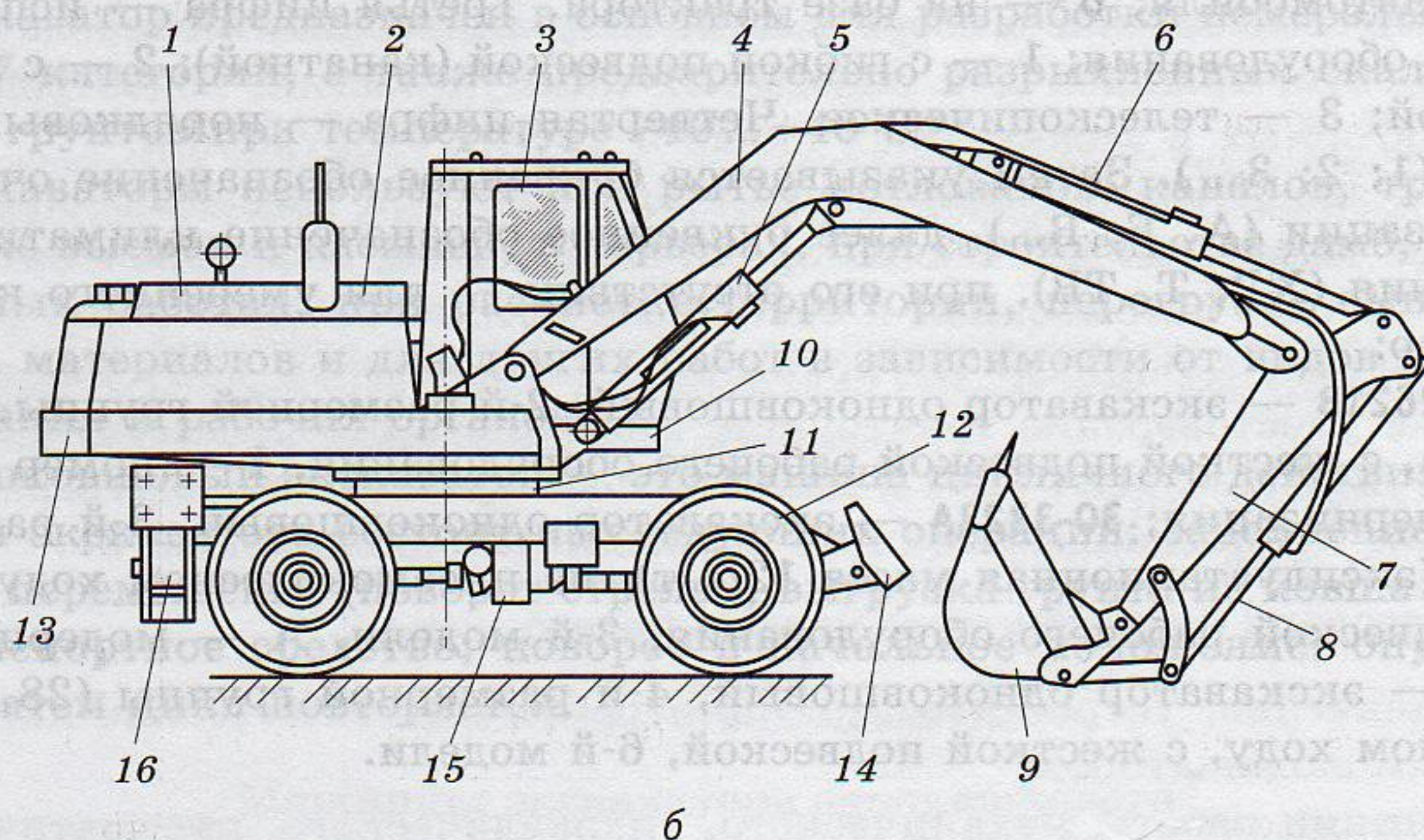
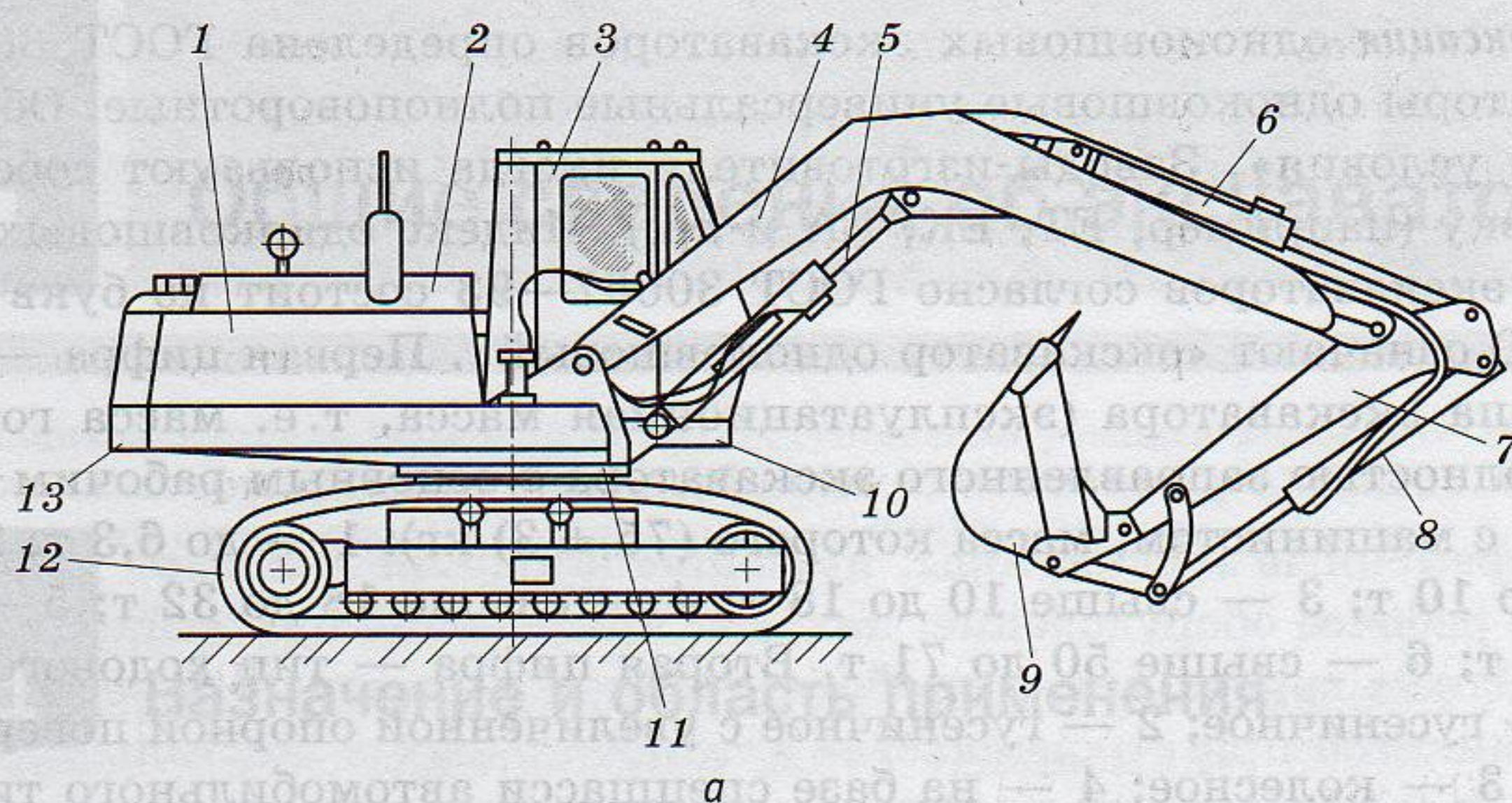
**ЭО-2621В** — экскаватор одноковшовый, 2-й размерной группы, на базе трактора, с жесткой подвеской рабочего оборудования, 1 — номер модели, В — модернизация; **ЭО-3323А** — экскаватор одноковшовый, 3-й размерной группы (эксплуатационная масса 12,4 т), на пневмоколесном ходу, с жесткой подвеской рабочего оборудования, 3-й модели, А — модернизация; **ЭО-4126** — экскаватор одноковшовый, 4-й размерной группы (28,5 т), на гусеничном ходу, с жесткой подвеской, 6-й модели.

### 1.3

## Устройство, технические характеристики и параметры

Наиболее широко распространены универсальные гидравлические полноповоротные колесные и гусеничные экскаваторы и неполноповоротные на базе трактора одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом на рабочее оборудование.

Экскаватор (рис. 1.1) состоит из двигателя, трансмиссии, гидропривода, ходовой части, рабочего оборудования, кабины, органов и систем управления, электрооборудования. **Двигатель** служит для преобразования тепловой энергии в механическую. **Привод** — механический (механическая или гидромеханическая трансмиссия) или гидравлический — гидрообъемный (гидростатический). **Трансмиссия** — совокупность механизмов, переда-



**Рис. 1.1. Экскаваторы:**

*а* — на гусеничном ходу (гусеничный); *б* — на колесном ходу (колесный); 1 — силовая установка (двигатель); 2 — капот; 3 — кабина; 4 — стрела; 5 — гидроцилиндр стрелы; 6 — гидроцилиндр рукояти; 7 — рукоять; 8 — гидроцилиндр ковша; 9 — ковш; 10 — поворотная платформа; 11 — опорно-поворотное устройство; 12 — ходовая часть; 13 — противовес; 14 — бульдозерный отвал; 15 — трансмиссия; 16 — выносные опоры

ющих вращение от двигателя на ведущие колеса. **Гидравлический привод** (гидропривод) служит для преобразования гидравлической энергии в механическую и передачи ее на рабочее оборудование, механизмы поворота и хода. **Поворотная платформа** на полноповоротных экскаваторах — сварная конструкция, на которой располагается двигатель, узлы гидропривода, механизм поворота, кабина машиниста с органами управления, крепятся стрела и противовес. Поворотная платформа через опорно-поворотное устройство связана с ходовой частью. **Ходовая часть** служит для передвижения экскава-



тора. **Рабочее оборудование** предназначено для выполнения рабочих операций. **Системы управления** служат для управления экскаватором при перемещении, выполнении рабочего цикла и между циклами. **Электрооборудование** предназначено для пуска двигателя, освещения, сигнализации, работы приборов и др.

Технические характеристики гусеничных экскаваторов представлены в табл. 1.1.

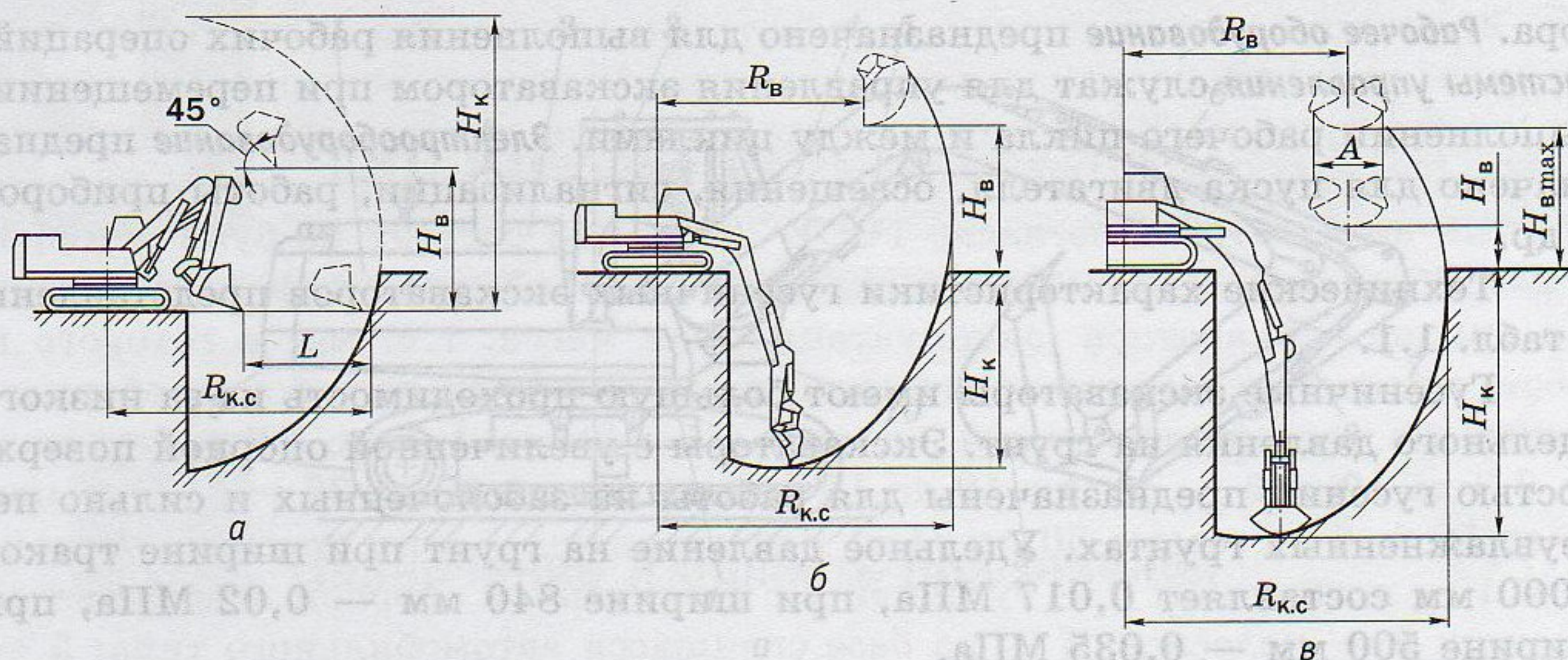
Гусеничные экскаваторы имеют большую проходимость из-за низкого удельного давления на грунт. Экскаваторы с увеличенной опорной поверхностью гусениц предназначены для работы на заболоченных и сильно переувлажненных грунтах. Удельное давление на грунт при ширине траков 1 000 мм составляет 0,017 МПа, при ширине 840 мм — 0,02 МПа, при ширине 500 мм — 0,035 МПа.

Наличие на экскаваторе раздвижных гусеничных тележек позволяет увеличить опорный контур для повышения устойчивости во время работы и уменьшить для удобства транспортирования на трейлере.

Пневмоколесный ход обеспечивает высокую скорость передвижения экскаватора. Технические характеристики колесных экскаваторов представлены в табл. 1.2.

**Таблица 1.1**

Модель экскаватора	ЭО-3221	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Эксплуатационная масса, т	13,8	14,8	18,5	26,5
Емкость ковша, м <sup>3</sup>	0,5; 0,4; 0,25	0,65	1	1,25
Модель двигателя	Д-243	Д-245		Д-260
Мощность, кВт	59,94	77,7		115
Продолжительность цикла, с	16	16	18,5	22
Давление в гидросистеме, МПа	28			
Удельное давление на грунт, МПа	0,017 (0,035)	0,039	0,043	0,055
Скорость, км/ч	3	2,4		2,3
Радиус копания, м	8,8	8,2	9,2	9,8
Радиус копания на уровне стоянки, м	8,5	7,9	9	9,64
Глубина копания, м	5,8	5,2	6	6,48
Высота выгрузки, м	5,5	5,42	6	7
Угол поворота ковша, ...°	—	173	177	



**Рис. 1.2. Параметры экскаватора:**

*а* — с прямой лопатой; *б* — с обратной лопатой; *в* — оборудованного грейфером;  $H_k$  — высота (глубина) копания;  $H_b$  — высота выгрузки;  $H_{b\max}$  — наибольшая высота выгрузки;  $L$  — длина копания на уровне земли;  $R_{к.с}$  — радиус копания на уровне стоянки;  $R_b$  — радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки;  $A$  — раскрытие челюстей ковша (ширина копания)

**Таблица 1.2**

Модель экскаватора	ЭО-3323	ЕК-12	ЕК-14	ЕК-18
Эксплуатационная масса, т	12,4	12,5	13,4	18
Емкость ковша, м <sup>3</sup>	0,65	0,5	0,8	1
Модель двигателя	Д-243		Д-245	
Мощность, кВт	59,94		77,7	
Продолжительность цикла, с	16	15	16	18,5
Давление в гидросистеме, МПа	28	32	28	
Давление в пневмосистеме, МПа	0,6... 0,77			
Скорость, км/ч	20 (17)	22,5	25 (22)	20
Радиус копания, м	8,2	8,07	8,2	9,1
Радиус копания на уровне стоянки, м	7,98	7,86	7,92	8,85
Глубина копания, м	4,7	5,08	4,89	5,77
Высота выгрузки, м	5,63	6,5	5,72	6,24

Основные параметры экскаватора с разным рабочим оборудованием показаны на рис. 1.2.

# 2

## Двигатели внутреннего сгорания

### 2.1

### Общие сведения о двигателях

Двигателями внутреннего сгорания (ДВС) называют тепловые двигатели, у которых процесс сжигания топлива, выделения теплоты и преобразования в механическую работу происходит внутри цилиндров двигателя. В зависимости от применяемого топлива, способа и места приготовления горючей смеси ДВС подразделяют на *дизели* и *карбюраторные*, в зависимости от рабочего цикла — *двух-* и *четырёхтактные*.

Рабочий цикл ДВС — это комплекс чередующихся процессов изменения давления, температуры и состава газов, происходящих в цилиндрах ДВС, которые обуславливают преобразование теплоты в механическую работу. Рабочий цикл в четырёхтактном ДВС (рис. 2.1) состоит из впуска, сжатия, рабочего хода и выпуска, при этом в дизеле и карбюраторном двигателе происходит следующее:

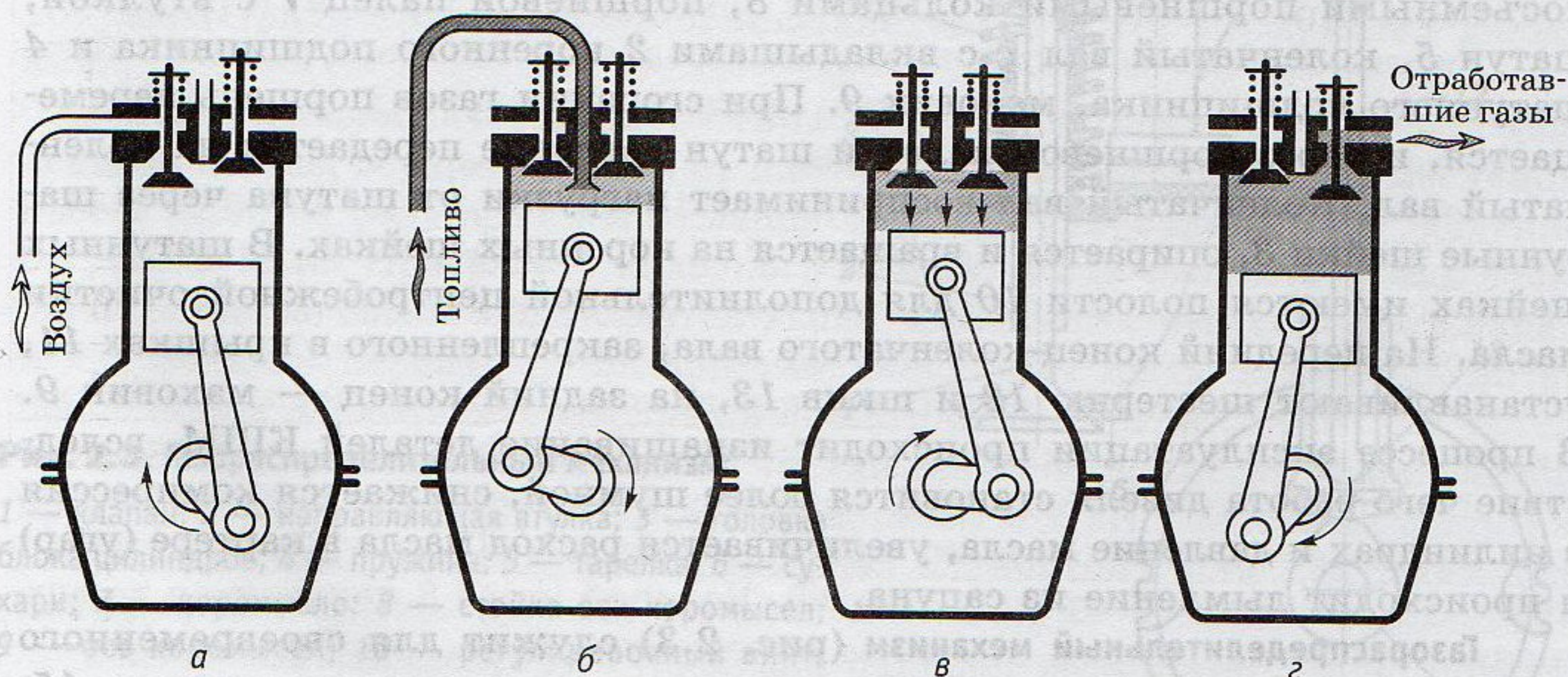


Рис. 2.1. Рабочий цикл четырёхтактного дизеля:

а — впуск; б — сжатие; в — рабочий ход; г — выпуск

Рабочий цикл	Дизель	Карбюраторный ДВС
1-й такт — впуск	Впуск воздуха	Впуск рабочей смеси
2-й такт — сжатие	Сжатие воздуха и впрыск топлива, воспламенение	Сжатие рабочей смеси, воспламенение
3-й такт — рабочий ход	Сгорание и расширение газов	
4-й такт — выпуск	Удаление отработавших газов, продувка цилиндра	

При рабочем ходе происходит передача энергии от сгорающих газов на поршень и через шатун на коленчатый вал.

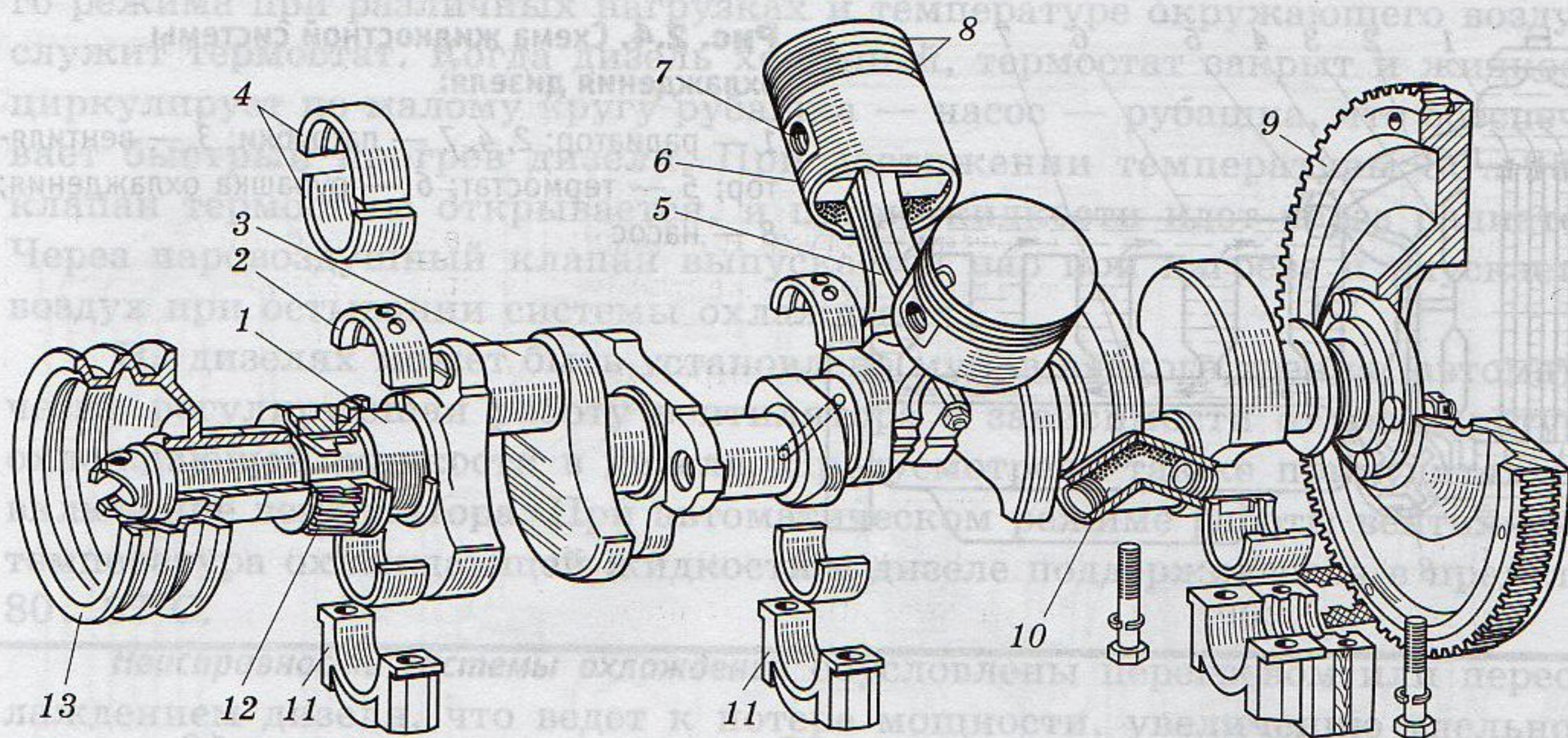


## 2.2 Устройство дизеля

В ДВС имеются механизмы и системы, расположенные в корпусных деталях — блок-картере и головке блока цилиндров, обеспечивающие преобразование тепловой энергии сгорающего топлива в механическую работу: кривошипно-шатунный механизм (КШМ), газораспределительный механизм, смазочная система, системы охлаждения, питания, пуска (в дизеле) или зажигания (в карбюраторном ДВС).

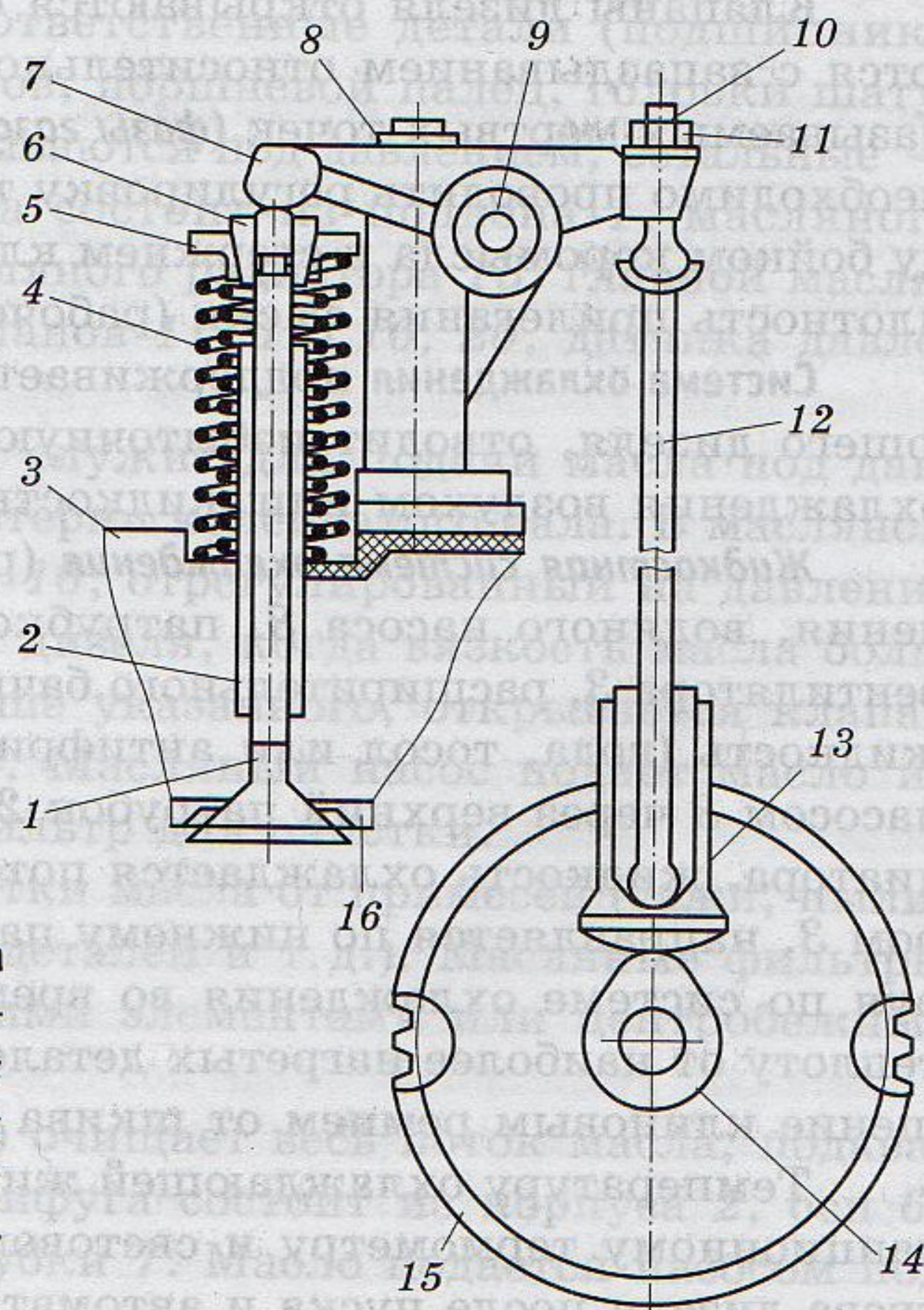
**Кривошипно-шатунный механизм** (рис. 2.2) служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала и включает в себя поршень 6 с компрессионными и маслосъемными поршневыми кольцами 8, поршневой палец 7 с втулкой, шатун 5, коленчатый вал 1 с вкладышами 2 коренного подшипника и 4 шатунного подшипника, маховик 9. При сгорании газов поршень перемещается, и через поршневой палец и шатун давление передается на коленчатый вал. Коленчатый вал воспринимает нагрузки от шатуна через шатунные шейки 3, опирается и вращается на коренных шейках. В шатунных шейках имеются полости 10 для дополнительной центробежной очистки масла. На передний конец коленчатого вала, закрепленного в крышках 11, устанавливаются шестерню 12 и шкив 13, на задний конец — маховик 9. В процессе эксплуатации происходит изнашивание деталей КШМ, вследствие чего работа дизеля становится более шумной, снижается компрессия в цилиндрах и давление масла, увеличивается расход масла в картере (угар) и происходит дымление из сапуна.

**Газораспределительный механизм** (рис. 2.3) служит для своевременного впуска воздуха и выпуска отработавших газов и состоит из шестерни 15, распределительного вала, впускных и выпускных клапанов 1, установленных в головке 3 блока цилиндров, направляющих втулок 2 и пружин 4,



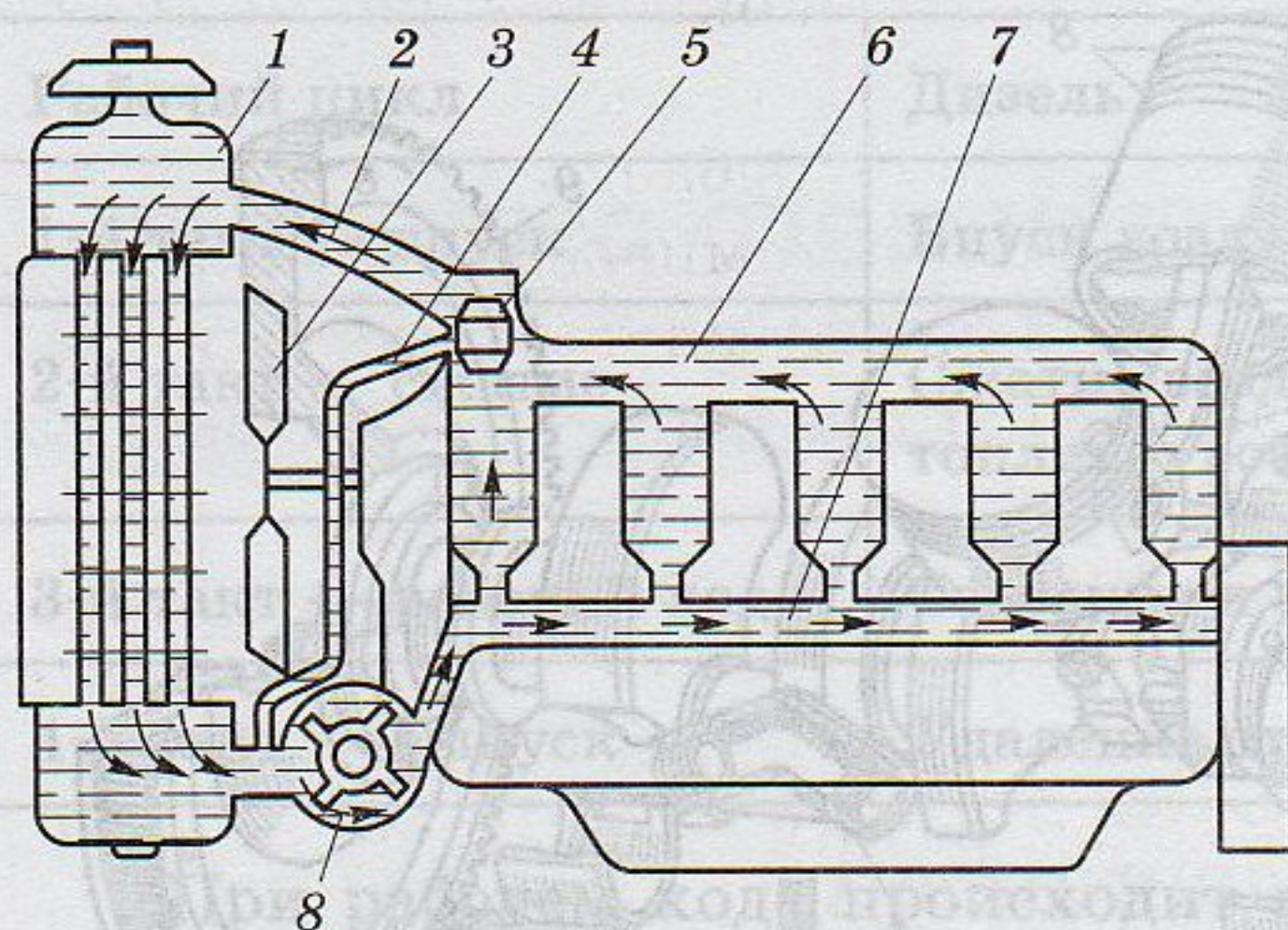
**Рис. 2.2. Кривошипно-шатунный механизм:**

1 — коленчатый вал; 2 — вкладыш коренного подшипника; 3 — шатунная шейка; 4 — вкладыши шатунного подшипника; 5 — шатун; 6 — поршень; 7 — поршневой палец; 8 — поршневые кольца; 9 — маховик; 10 — полости; 11 — крышка крепления коленчатого вала; 12 — шестерня; 13 — шкив



**Рис. 2.3. Газораспределительный механизм:**

1 — клапан; 2 — направляющая втулка; 3 — головка блока цилиндров; 4 — пружина; 5 — тарелка; 6 — сухари; 7 — коромысло; 8 — стойка оси коромысел; 9 — ось коромысел; 10 — регулировочный винт; 11 — контргайка; 12 — штанга; 13 — толкатель; 14 — кулачок распределительного вала; 15 — шестерня; 16 — седло



**Рис. 2.4.** Схема жидкостной системы охлаждения дизеля:

1 — радиатор; 2, 4, 7 — патрубки; 3 — вентилятор; 5 — термостат; 6 — рубашка охлаждения; 8 — насос

толкателей 13, штанг 12, коромысел 7, регулировочных винтов 10 с контргайками 11, тарелок 5, сухарей 6, стоек 8 и осей 9 коромысел.

При работе дизеля распределительный вал приводится во вращение от коленчатого вала через шестерни и кулачком 14 действует на толкатель 13, который поднимает штангу 12 и через регулировочный винт 10 поворачивает коромысло 7 вокруг оси 9. Длинная часть коромысла нажимает на клапан 1 и открывает его, сжимая пружину 4. Как только кулачок сойдет с толкателя, клапан под действием пружины прижимается к седлу 16. Так происходит в определенной последовательности со всеми клапанами.

Клапаны дизеля открываются с некоторым опережением, а закрываются с запаздыванием относительно моментов прохождения поршнем так называемых мертвых точек (*фазы газораспределения*). В процессе эксплуатации необходимо проводить регулировку теплового зазора клапанов, зазора между бойком коромысла и стержнем клапана (0,25...0,5 мм) и контролировать плотность прилегания фаски (рабочей поверхности клапанов) к седлу.

**Система охлаждения** поддерживает необходимый тепловой режим работающего дизеля, отводит избыточную теплоту от нагретых деталей за счет охлаждения воздухом или жидкостью.

**Жидкостная система охлаждения** (рис. 2.4) состоит из рубашки 6 охлаждения, водяного насоса 8, патрубков 2, 4, 7, термостата 5, радиатора 1, вентилятора 3, расширительного бачка, жалюзи или шторки. Охлаждающая жидкость (вода, тосол или антифриз), нагретая в рубашке 6, нагнетается насосом 8 через верхний патрубок 2 в радиатор. Проходя через трубки радиатора, жидкость охлаждается потоком воздуха, нагнетаемым вентилятором 3, направляется по нижнему патрубку 7 обратно в рубашку, циркулируя по системе охлаждения во время работы дизеля, и отводит лишнюю теплоту от наиболее нагретых деталей. Водяной насос 8 приводится во вращение клиновым ремнем от шкива коленчатого вала.

Температуру охлаждающей жидкости в системе контролируют по дистанционному термометру и световому сигнализатору. Для ускорения прогрева дизеля после пуска и автоматического регулирования температурно-

го режима при различных нагрузках и температуре окружающего воздуха служит термостат. Когда дизель холодный, термостат закрыт и жидкость циркулирует по малому кругу рубашка — насос — рубашка, что обеспечивает быстрый прогрев дизеля. При достижении температуры 80...95 °С клапан термостата открывается, и поток жидкости идет через радиатор. Через паровоздушный клапан выпускается пар при нагреве и впускается воздух при остывании системы охлаждения.

На дизелях может быть установлена муфта вязкого трения, автоматически регулирующая работу вентилятора в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в дизеле. Предусмотрено также принудительное включение вентилятора. При автоматическом режиме работы вентилятора температура охлаждающей жидкости в дизеле поддерживается в пределах 80...97 °С.

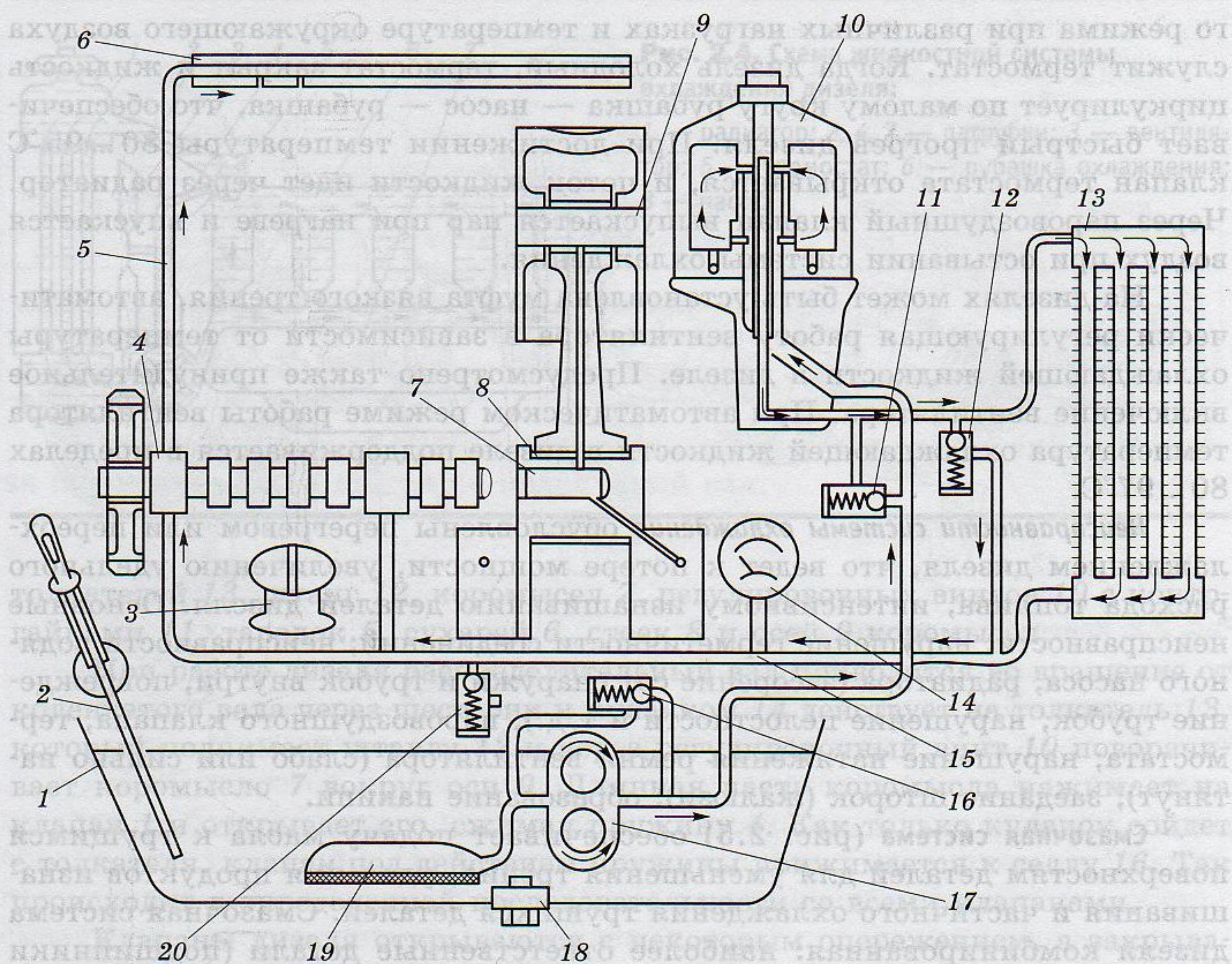
**Неисправности системы охлаждения** обусловлены перегревом или переохлаждением дизеля, что ведет к потере мощности, увеличению удельного расхода топлива, интенсивному изнашиванию деталей дизеля. Основные неисправности: нарушение герметичности соединений; неисправности водяного насоса, радиатора (засорение сот снаружи и трубок внутри, повреждение трубок, нарушение целостности и т. д.), паровоздушного клапана, термостата; нарушение натяжения ремня вентилятора (слабо или сильно натянут); заедание шторок (жалюзи); образование накипи.

**Смазочная система** (рис. 2.5) обеспечивает подачу масла к трущимся поверхностям деталей для уменьшения трения, удаления продуктов изнашивания и частичного охлаждения трущихся деталей. Смазочная система дизеля комбинированная: наиболее ответственные детали (подшипники коленчатого и распределительного валов, поршневой палец, головки шатуна, втулки шестерен, коромысло) смазываются под давлением, остальные — разбрызгиванием. Смазочная система состоит из поддона 1, масляного насоса 17, масляного фильтра 10, масляного радиатора 13, главной масляной магистрали 15 и каналов 5, клапанов 11, 12, 16, 20, датчика давления.

**Масляный насос** шестеренного типа служит для подачи масла под давлением, привод осуществляется от шестерни коленчатого вала. В масляном насосе имеется редукционный клапан 16, отрегулированный на давление 0,7...0,75 МПа. При работе холодного дизеля, когда вязкость масла большая, давление масла поднимается выше указанного, открывается клапан и часть масла перепускается обратно. Масляный насос подает масло из поддона под давлением в масляный фильтр для очистки.

**Масляные фильтры** служат для очистки масла от примесей (сажи, пыли, продуктов изнашивания и окисления деталей и т. д.). Масляные фильтры могут быть со сменными фильтрующими элементами или центробежные (центрифуги).

**Полнопоточная центрифуга** (рис. 2.6) очищает весь поток масла, подаваемого в дизель. Полнопоточная центрифуга состоит из корпуса 2, оси 6, ротора 5, колпака 4, двух сопел 3, трубки 7. Масло подается насосом под



**Рис. 2.5.** Схема смазочной системы дизеля:

1 — поддон; 2 — масломерная линейка (щуп); 3 — маслоналивная горловина; 4 — шейка распределительного вала; 5 — канал; 6 — ось коромысел; 7 — полость коленчатого вала; 8 — подшипник (вкладыш); 9 — поршневой палец; 10 — масляный фильтр; 11 — перепускной клапан; 12 — клапан-термостат; 13 — масляный радиатор; 14 — манометр; 15 — главная масляная магистраль; 16 — редукционный клапан; 17 — масляный насос; 18 — пробка с магнитом; 19 — маслоприемник; 20 — сливной клапан

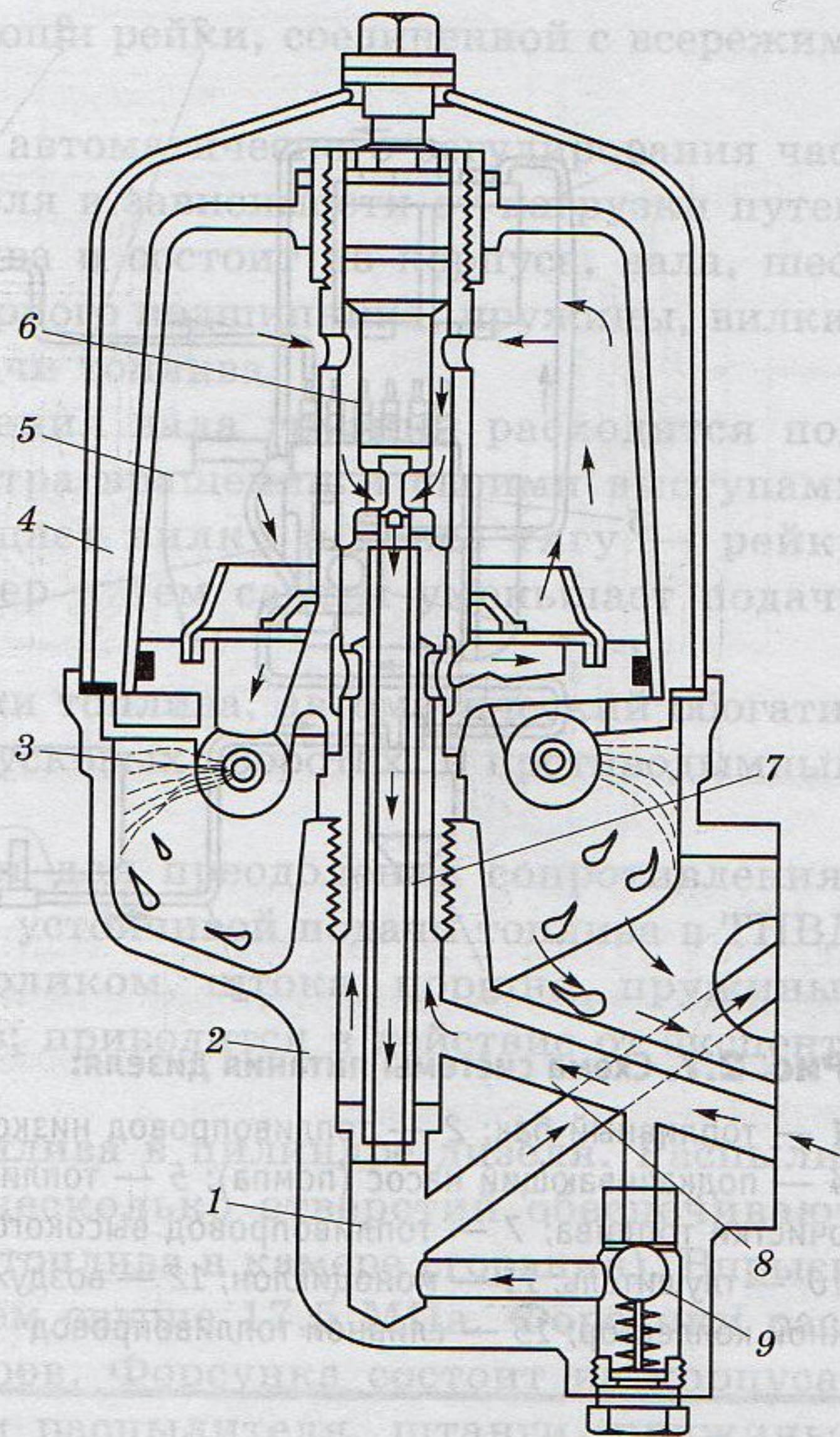
давлением, поступает внутрь ротора и под давлением выбрасывается через сопла. Вращение ротора происходит от действия реактивных сил, возникающих при выбросе масла под давлением через два диаметрально расположенных сопла 3. Очистка масла происходит под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора с частотой 5 000 ... 7 000 об/мин. Примеси осаждаются на стенках ротора 5, а очищенное масло по трубке 7 и каналам 1 поступает в магистраль.

Масло, очищенное в масляном фильтре, поступает в масляный радиатор. В корпусе устанавливают перепускной и сливной клапаны, клапан-термостат. При засорении ротора или сопла давление в канале 8 повышается



**Рис. 2.6.** Полнопоточная масляная центрифуга с наружным приводом:

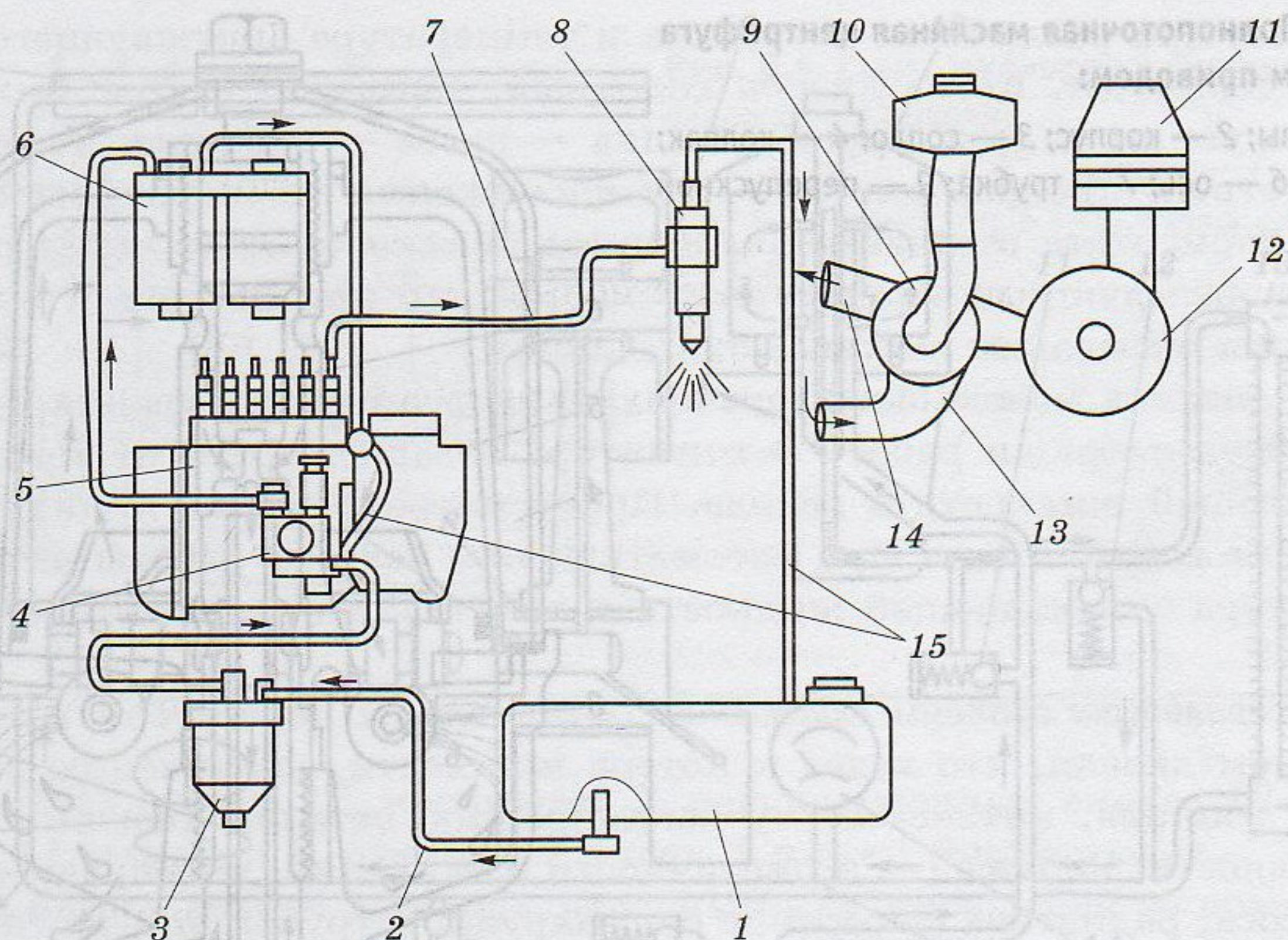
1, 8 — каналы; 2 — корпус; 3 — сопло; 4 — колпак; 5 — ротор; 6 — ось; 7 — трубка; 9 — перепускной клапан



ется, перепускной клапан 9 открывается, подача масла к трущимся поверхностям деталей идет без очистки. Работу центрифуги проверяют после отключения дизеля, продолжительность «жужжания» ротора должна быть не менее 30 с. Периодически через 250 мото-ч производят очистку ротора от отложений и замену масла в картере.

В смазочной системе дизеля применяют **моторное масло** марок М-8В<sub>2</sub> (среднефорсированный дизель), М-10Г<sub>2</sub> (высокофорсированный дизель), М-10Д<sub>2</sub> и М-5<sub>3</sub>/14Д<sub>2</sub> (высокофорсированный дизель с наддувом). Масло М-5<sub>3</sub>/14 (класс вязкости по SAE 15W-40) является всесезонным, М-8 (класс вязкости SAE 20W) — зимним, М-10 (класс вязкости SAE 30) — летним.

**Система питания** (рис. 2.7) служит для подачи очищенного воздуха и топлива в цилиндры дизеля. Система питания дизеля состоит из топливного бака 1, топливных фильтров грубой 3 и тонкой 6 очистки, топливного насоса высокого давления (ТНВД) 5, топливоподкачивающей помпы 4 и ручного насоса, форсунок 8, топливопроводов низкого 2 и высокого давления 7, сливного топливопровода 15, воздухоочистителя 12 с моноцик-



**Рис. 2.7. Схема системы питания дизеля:**

1 — топливный бак; 2 — топливопровод низкого давления; 3 — фильтр грубой очистки топлива; 4 — подкачивающий насос (помпа); 5 — топливный насос высокого давления; 6 — фильтр тонкой очистки топлива; 7 — топливопровод высокого давления; 8 — форсунка; 9 — турбокомпрессор; 10 — глушитель; 11 — моноциклон; 12 — воздухоочиститель; 13 — выпускной коллектор; 14 — впускной коллектор; 15 — сливной топливопровод

лоном 11, впускного 14 и выпускного 13 коллекторов, турбокомпрессора 9, глушителя 10.

**Топливный насос высокого давления** служит для подачи под высоким давлением в форсунки дизеля дозированных порций топлива в строго определенные моменты времени и состоит из корпуса, головки, кулачкового валика, толкателя с роликом, пружины, плунжерной пары (плунжера и гильзы), нагнетательного клапана с пружиной, рейки. Существуют ТНВД распределительного типа со сложными секциями и рядного типа с простыми секциями. Сложная секция осуществляет подачу топлива в 2—4 форсунки, а простая секция — только в одну форсунку.

При вращении вала кулачок ТНВД поднимает толкатель и плунжер, пружина при этом сжимается, после прохождения верхней точки кулачком пружина распрямляется, опуская плунжер с толкателем. При движении вверх плунжер перекрывает впускное отверстие в гильзе, и топливо под высоким давлением через нагнетательный клапан подается в форсунку. При опускании плунжера открывается впускное отверстие в гильзе, и полость заполняется топливом от подкачивающей помпы.

Топливный насос высокого давления объединен в один агрегат с все-режимным регулятором. Количество подаваемого топлива изменяется по-

воротом плунжера вокруг оси при помощи рейки, соединенной с всережимным регулятором.

**Всережимный регулятор** служит для автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала дизеля в зависимости от нагрузки путем изменения порции подаваемого топлива и состоит из корпуса, вала, шестерни, ступицы, грузиков, муфты, упорного подшипника, пружины, вилки, тяги, корректора, ограничителей подачи топлива.

При увеличении частоты вращения вала грузики расходятся под действием центробежных сил от центра вращения и своими выступами перемещают муфту. Муфта перемещает вилку и через тягу — рейку ТНВД, которая поворачивает плунжер и тем самым уменьшает подачу топлива.

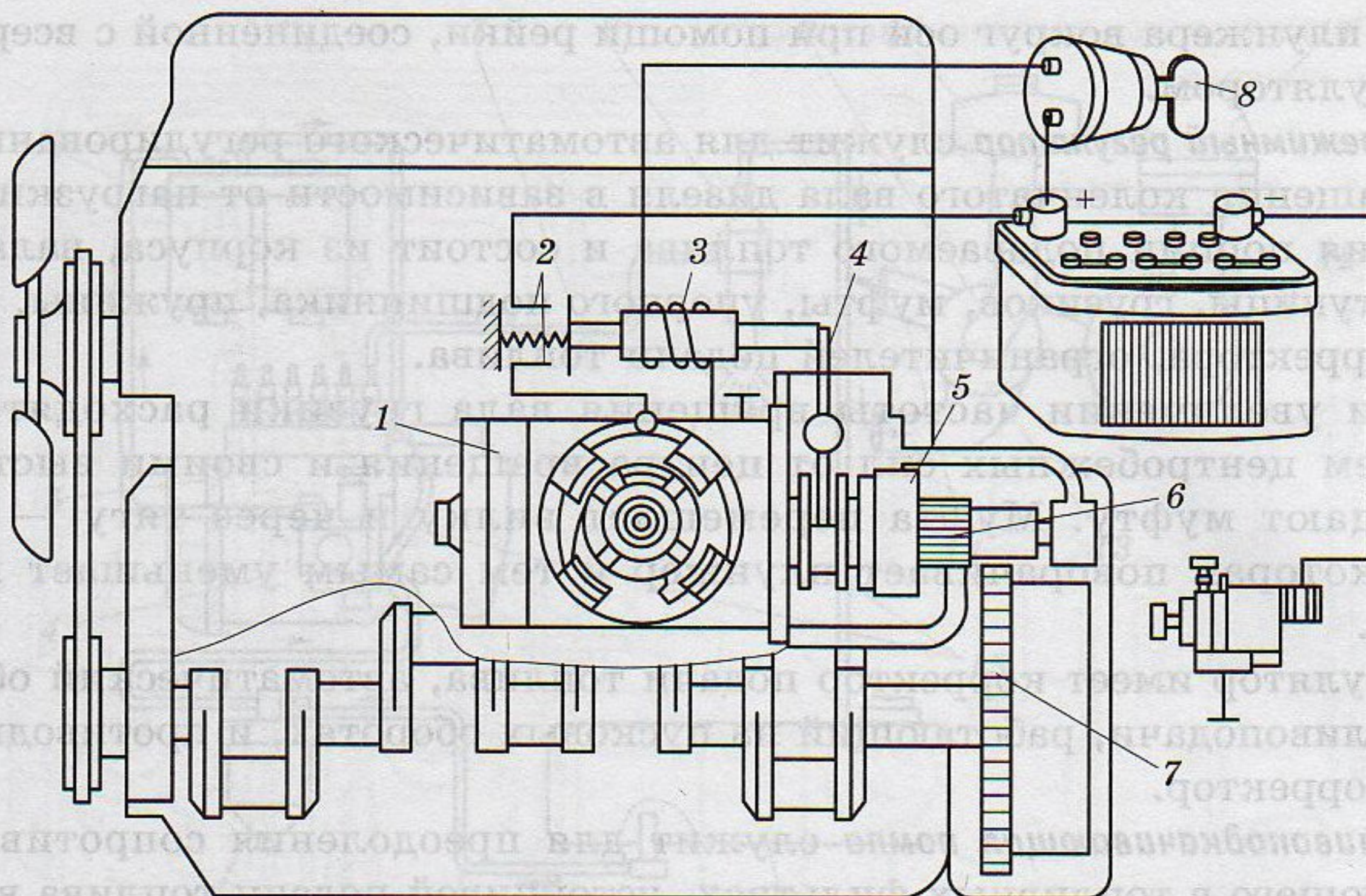
Регулятор имеет корректор подачи топлива, автоматический обогатитель топливоподачи, работающий на пусковых оборотах, и противодымный пневмокорректор.

**Топливоподкачивающая помпа** служит для преодоления сопротивления, возникающего в топливных фильтрах, устойчивой подачи топлива в ТНВД и состоит из корпуса, толкателя с роликом, штока, поршня, пружины, впускного и нагнетательного клапанов; приводится в действие от эксцентрика вала ТНВД.

**Форсунка** служит для распыла топлива в цилиндре дизеля. Распылитель форсунки — закрытого типа (несколько отверстий обеспечивают необходимое равномерное распыление топлива в камере сгорания). Впрыск топлива осуществляется под давлением свыше 17,5 МПа. Форсунки расположены на головке блока цилиндров. Форсунка состоит из корпуса, корпуса распылителя с иглой, гайки распылителя, штанги, пружины, втулки, регулировочного винта с гайкой. В корпусе распылителя имеется несколько отверстий диаметром 0,25...0,35 мм. Топливо подается через канал форсунки, попадает в кольцевую канавку распылителя, давлением поднимает иглу и через отверстия распыляется в камере сгорания.

**Топливный фильтр грубой очистки** (фильтр-отстойник) служит для очистки топлива от крупных механических примесей и воды. **Топливный фильтр тонкой очистки** служит для окончательной очистки топлива от мельчайших примесей размером 0,001...0,005 мм, имеет сменные фильтрующие элементы, каждый установлен в индивидуальный разборный фильтр-патрон и корпус фильтра. Для удаления воздуха из системы питания дизеля на корпусе фильтра тонкой очистки топлива имеется специальная пробка.

**Воздухоочиститель** служит для очистки воздуха, всасываемого в цилиндры дизеля, от пыли. Воздух очищается от примесей силой инерции в циклонах или моноциклоне, фильтрующими элементами (бумажными, полимерными) — в воздухоочистителях сухого типа, в масляной ванне — в воздухоочистителях мокрого типа. Обычно применяют комбинированные воздухоочистители. На некоторых дизелях установлен турбокомпрессор, использующий энергию отработавших газов для наддува воздуха в цилиндры дизеля.



**Рис. 2.8.** Схема пуска дизеля электростартером:

1 — электростартер; 2 — контакты; 3 — обмотка; 4 — рычаг; 5 — муфта свободного хода; 6 — шестерня; 7 — венец маховика; 8 — ключ

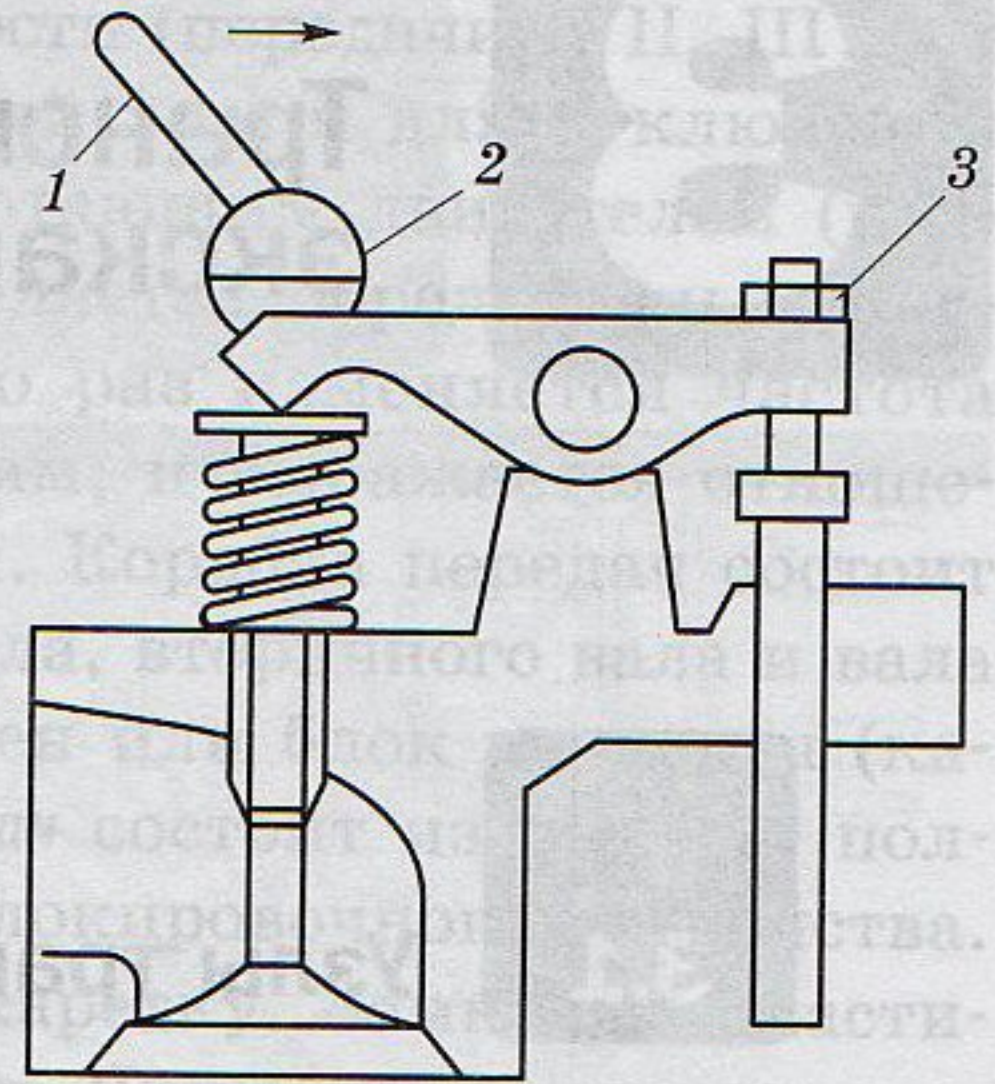
**Топливо** должно быть хорошо очищено от механических примесей и воды и соответствовать сезону эксплуатации. Используется дизельное топливо зимних сортов: З-0,2 при температуре окружающего воздуха до  $-35^{\circ}\text{C}$  и З-0,5 — до  $-45^{\circ}\text{C}$ , летних сортов: Л-0,2-40 и Л-0,5-40 (40 — температура вспышки,  $^{\circ}\text{C}$ ). Минимальный уровень топлива в баке при работе — не менее 25 %.

**Система пуска** необходима для того, чтобы раскрутить коленчатый вал от постороннего источника энергии до пусковой частоты вращения, при которой произойдет пуск дизеля. Пусковая частота вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей 30...60 об/мин, дизелей — 150...350 об/мин; степень сжатия карбюраторных двигателей 5—10, дизелей — 15—22. Пуск карбюраторного двигателя можно осуществить вручную (шнуром или ручкой), а дизеля — электростартером либо карбюраторным двух- или четырехтактным пусковым двигателем.

На рис. 2.8 приведена схема пуска дизеля электростартером номинальным напряжением 12 или 24 В, мощностью 5,9 или 6 кВт. Стартер 1 представляет собой электродвигатель постоянного тока последовательного возбуждения. Включение стартера — дистанционное, с помощью электромагнитного реле и выключателя стартера. Для предохранения стартера имеется муфта 5 свободного хода, которая исключает передачу вращающего момента в обратном направлении (от двигателя к стартеру). При повороте ключа 8 в замке происходит замыкание цепи, ток идет от аккумуляторной

**Рис. 2.9.** Схема декомпрессионного механизма:

1 — рычаг с фиксатором; 2 — валик с выточками; 3 — коромысло газораспределительного механизма



батареи в обмотку 3 тягового реле стартера, которое рычагом 4 вводит в зацепление шестерню 6 с зубчатым венцом 7 маховика и, замкнув контакты 2, пускает электростартер 1. При этом вращение от электростартера передается коленчатому валу дизеля. После пуска дизеля машинист поворачивает ключ в положение «Выкл.», ток в цепи исчезает и шестерня 6 выходит из зацепления с зубчатым венцом 7 маховика.

Пуск дизеля в холодное время года можно облегчить применением *легковоспламеняющихся пусковых жидкостей, свечей подогрева, электрофакельных и жидкостных подогревателей, декомпрессионного механизма.*

*Декомпрессионный механизм* (рис. 2.9) служит для облегчения пуска дизеля путем изменения компрессии (сжатия) в цилиндрах двигателя. При включении декомпрессионного механизма рычагом 1 валик 2 декомпрессора поворачивается и нажимает на коромысло 3 газораспределительного механизма, клапаны открываются, коленчатый вал проворачивают электростартером в течение нескольких секунд, масло разогревается, вязкость его уменьшается, в маховике возникают силы инерции, облегчающие вращение коленчатого вала. Затем отключают декомпрессионный механизм и включают подачу топлива, дизель пускается. Декомпрессионный механизм используют также для проведения регулировок.

# 3

## Трансмиссия и ходовая часть экскаватора

### 3.1

### Узлы трансмиссии

**Трансмиссия** — совокупность механизмов и передач, изменяющих вращающий момент, скорость и направление движения, — служит для передачи энергии от двигателя на ведущие колеса. **Механическая** трансмиссия состоит из механизмов зубчатых, фрикционных, цепных и других механических передач. **Гидромеханическая** трансмиссия кроме механизмов включает в себя гидродинамические передачи, например гидротрансформатор. В **гидравлической** трансмиссии используется передача энергии давления жидкости в сочетании с механизмами (редукторами, рычагами). В колесных неполноповоротных экскаваторах применяется механическая трансмиссия, состоящая из сцепления, коробки передач, карданной передачи, раздаточного редуктора, главной передачи, дифференциала, конечных передач.

**Сцепление** служит для передачи вращающего момента от маховика двигателя на вал трансмиссии, кратковременного разъединения двигателя с трансмиссией (при пуске и переключении передач), плавного их соединения (в начале движения машины). Муфта сцепления — фрикционная, постоянно замкнутая, сухая, одно- или двухдисковая. Муфта сцепления состоит из **ведущей части**, получающей вращение от маховика двигателя — нажимного диска с нажимными пружинами в стаканах и опорным диском, нажимными рычажками, промежуточным диском; **ведомой части** — ведомого диска с фрикционными накладками, ступицы и вала; **механизма выключения** — выжимного подшипника, вилки, тяги, рычага, педали, тормозка, усилителя.

При нажатии на педаль сцепления усилие через рычаги и тяги передается на вилку, которая перемещает выжимной подшипник, а он действует на отжимные рычажки, которые противоположными концами отводят нажимной диск от маховика, освобождая ведомый диск, — сцепление выключается. Одновременно включается тормозок и останавливает вал трансмиссии. Для включения сцепления педаль отпускают, отжимные рычажки с выжимным подшипником отходят назад, а нажимной диск под действием пружин прижимает ведомый диск к маховику. Педаль сцепления должна иметь свободный ход, между выжимным подшипником и отжимными рычажками должен быть зазор.

**Коробка передач** служит для изменения скорости (передачи I, II, III...) и направления движения машины (вперед и задний ход) и для отключения двигателя от трансмиссий при остановке с работающим двигателем (нейтральная передача). Изменение скорости определяется передаточным числом. **Передаточное число** показывает, во сколько раз изменяется частота вращения ведомого вала по сравнению с ведущим, и выражается отношением числа зубьев ведомой шестерни и ведущей. Коробка передач состоит из корпуса, первичного вала, промежуточного вала, вторичного вала и вала заднего хода, механизма переключения, шестерен или блок-шестерен (кареток), подшипников. **Механизм переключения передач** состоит из рычага, ползунов, вилок, замковых пластин, фиксаторов, блокировочного устройства. Каждая вилка переключения перемещает одну каретку. Замковые пластины предотвращают включение сразу двух передач. Фиксаторы удерживают ползуны и каретки от произвольного перемещения. Блокировочное устройство не позволяет включить передачу при включенном сцеплении.

Существуют коробки передач с **гидравлическим переключением при движении**. В таких коробках передач ведущие и ведомые шестерни находятся в постоянном зацеплении, но ведомые установлены на валу на подшипниках, и каждая из них соединена с гидроподжимной муфтой. Включение муфты производится поршнем от давления жидкости, подаваемой насосом. Такие коробки передач можно использовать в гидромеханической трансмиссии совместно с гидротрансформатором. **Гидротрансформатор** служит для преобразования кинетической энергии потока масла в механическую, автоматически изменяет скорость движения машины в зависимости от тягового сопротивления, что обеспечивает высокую степень загрузки двигателя без вмешательства машиниста. Управление такой машиной сводится к управлению подачей топлива, происходит бесступенчатое изменение скорости, исключается остановка машины из-за перегрузки.

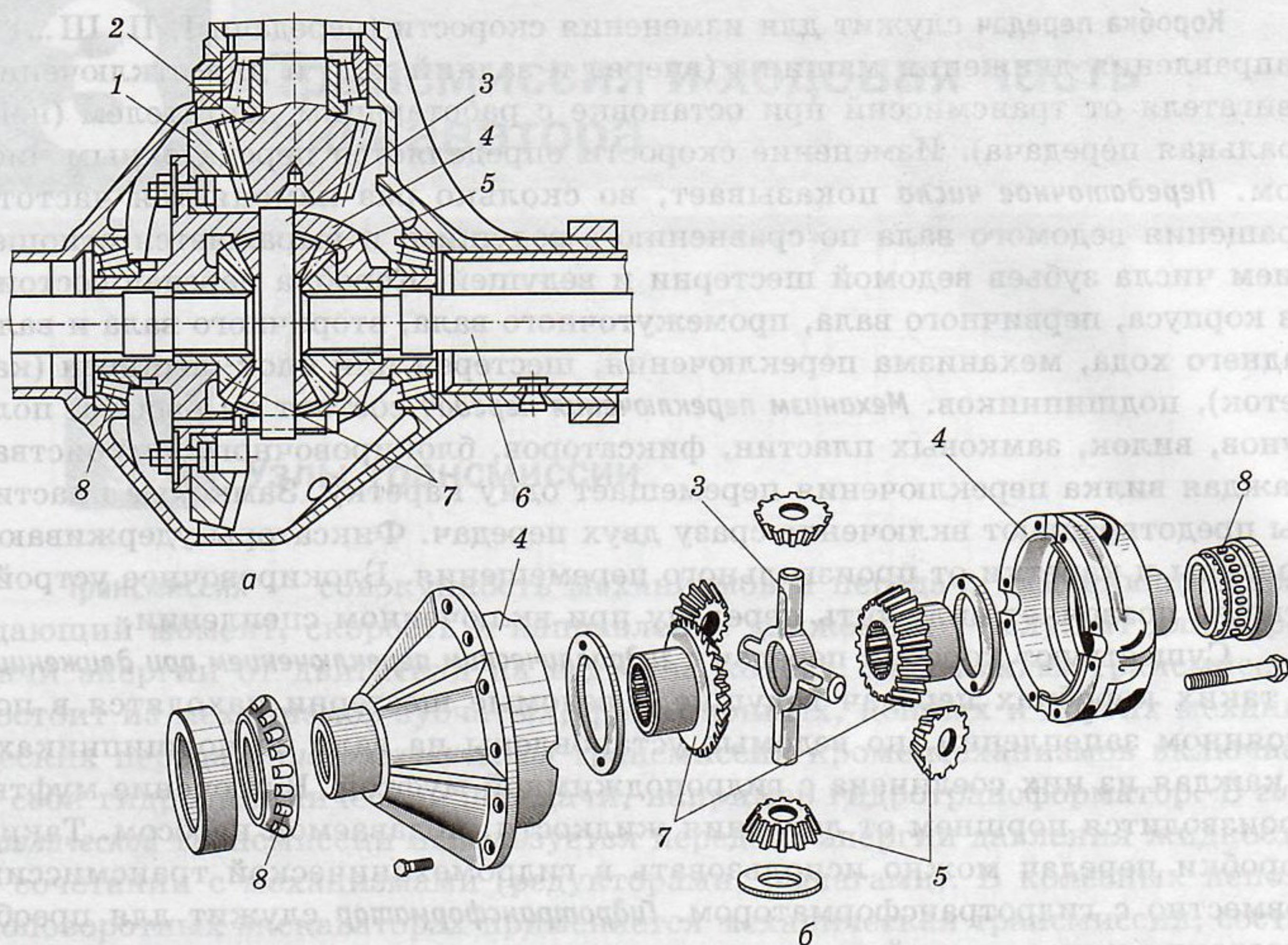
Кроме коробки передач в трансмиссии могут быть раздаточная коробка, редуктор хода. Раздаточная коробка предназначена для привода переднего ведущего моста или других агрегатов.

**Карданная передача** служит для передачи вращающего момента между механизмами, расположенными на расстоянии и несоосными валами.

**Ведущие мосты** состоят из корпуса, главной передачи, дифференциала и полуосей 6 (рис. 3.1, а). **Главная передача** служит для увеличения вращающего момента и передачи его под прямым углом, состоит из ведущей малой конической шестерни 2 и ведомой большой конической шестерни 1, закрепленной на корпусе 4 дифференциала.

**Дифференциал** (рис. 3.1, б) служит для распределения вращающего момента между полуосями ведущих колес и обеспечивает их вращение с разными скоростями при движении по неровной дороге или повороте машины. Дифференциал состоит из корпуса 4, крестовины 3, шестерен-сателлитов 5 и шестерен 7 полуосей.

При движении прямо по ровной сухой дороге на обоих ведущих колесах возникает одинаковое сопротивление качению. При этом корпус диф-



**Рис. 3.1. Устройство ведущего моста (а) и дифференциала (б):**

1 — ведомая шестерня главной передачи; 2 — ведущая шестерня главной передачи; 3 — крестовина; 4 — корпус дифференциала; 5 — сателлиты; 6 — полуось; 7 — шестерни полуосей; 8 — подшипник

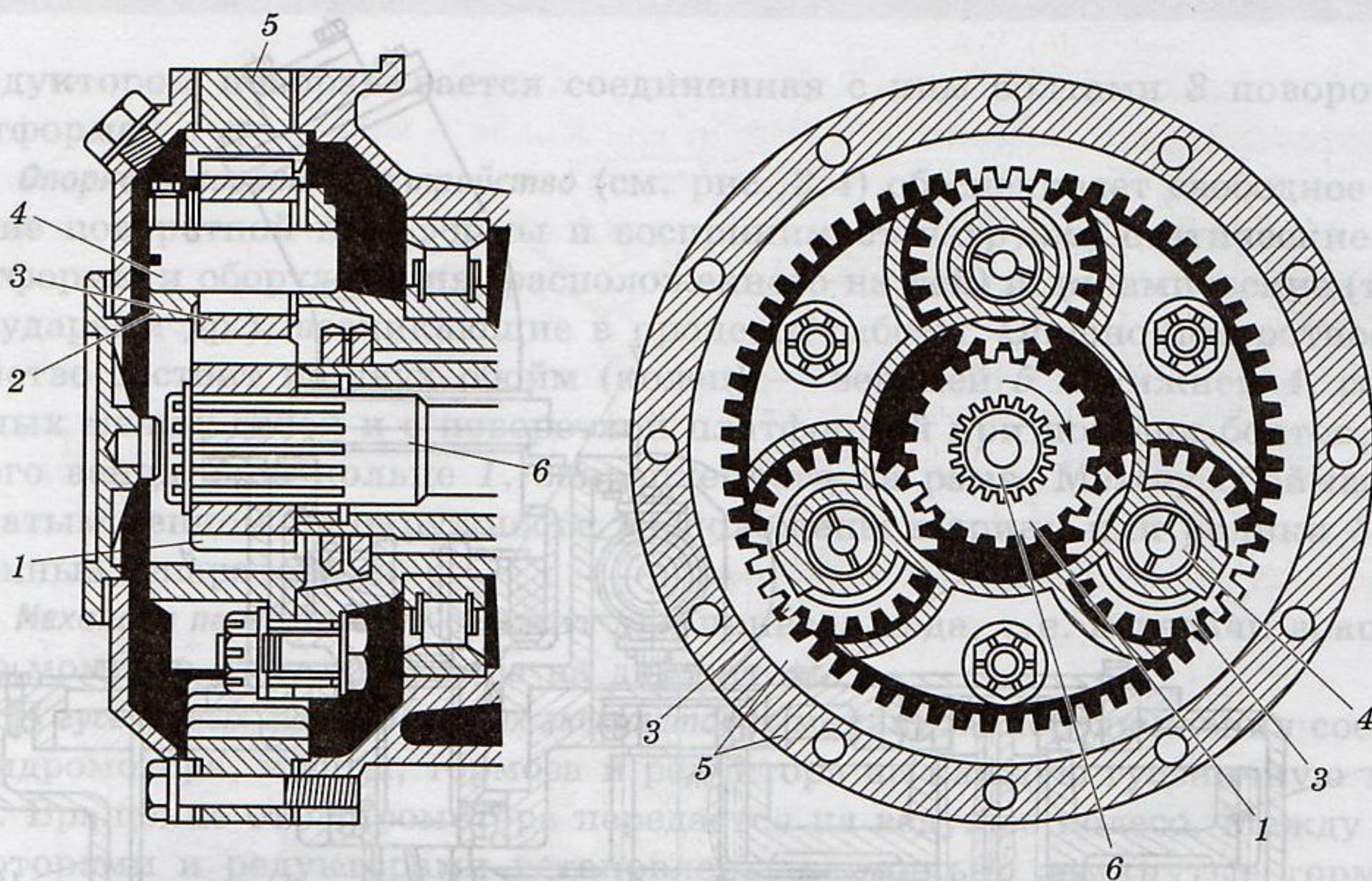
дифференциала, установленный на подшипниках 8, вращается вместе с крестовиной и сателлитами, которые, находясь в зацеплении с шестернями полуосей, вращают их с одинаковой скоростью. Сателлиты вокруг своей оси не вращаются.

При повороте машины колеса проходят разную длину пути, на внутреннем колесе возникает дополнительное сопротивление качению, которое передается на шестерню полуоси, и она начинает вращаться медленнее, чем корпус дифференциала и сателлиты обкатываются вокруг нее, т.е. вращаться на своих осях, сообщая другой шестерне полуоси дополнительную скорость. Наружное колесо начинает вращаться быстрее.

При полной остановке одного из колес, например при попадании одного колеса на гладкий лед, противоположное колесо вращается с удвоенной скоростью. Чтобы не было пробуксовки колес, применяется блокировка дифференциала.

**Конечные передачи** (колесные или бортовые редукторы) служат для увеличения вращающего момента при передаче его на ведущие колеса. В экс-





**Рис. 3.2.** Конечная передача планетарного типа:

1 — солнечная шестерня; 2 — водило; 3 — сателлит; 4 — ось сателлита; 5 — коронная шестерня; 6 — вал

каваторах конечная передача — планетарная (рис. 3.2), имеющая большое передаточное число ( $i = 6 - 9$ ) при небольших размерах, состоит из корпуса, коронной шестерни 5, сателлитов 3 на осях 4, установленных в водиле 2 и солнечной шестерни 1. Вращающий момент передается с вала 6 на солнечную шестерню 1, далее на сателлиты 3, которые, вращаясь на осях 4, обкатываются по зубьям неподвижной коронной шестерни 5 и передают вращение на водило 2 и соединенную с ним ступицу колеса.

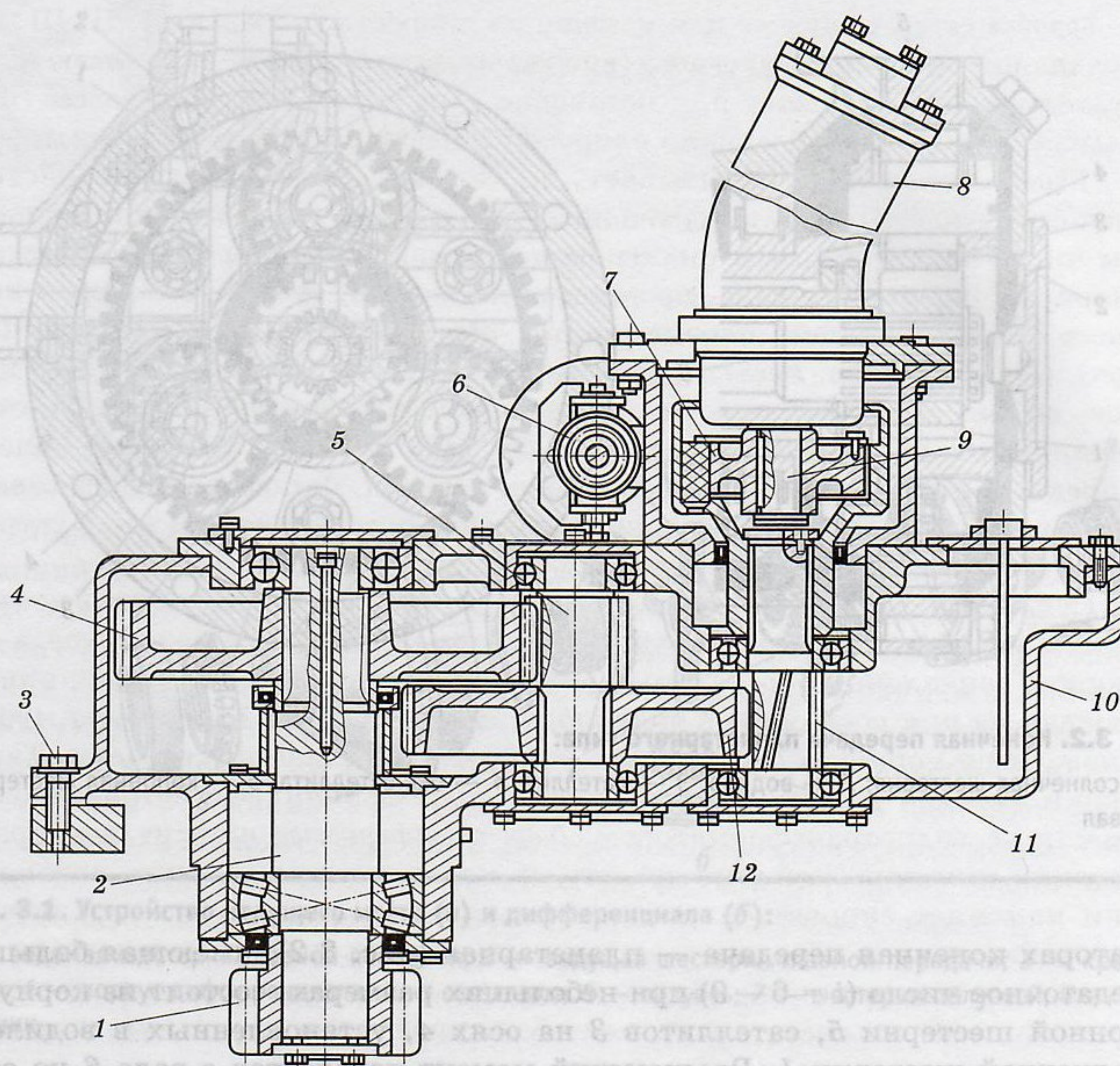
Для смазывания узлов трансмиссии применяют *трансмиссионное масло* всепогодное марок ТАп-15В, ТАД-17и, ТСп-15К (класс вязкости по SAE 90) или зимнее ТСп-10 (класс вязкости SAE 80).

### 3.2

## Механизм поворота и передвижения экскаватора

В гидравлических полноповоротных экскаваторах передача энергии от дизеля на механизмы поворота и передвижения идет через гидропривод.

**Механизм поворота** (рис. 3.3) предназначен для поворота рабочего оборудования вокруг вертикальной оси. На неполноповоротных экскаваторах



**Рис. 3.3. Механизм поворота экскаватора:**

1 — шестерня-бегунок; 2 — вал механизма поворота; 3 — болт крепления редуктора к поворотной платформе; 4, 12 — шестерни; 5, 11 — валы-шестерни; 6 — гидротолкатель тормоза; 7 — муфта; 8 — гидромотор; 9 — вал гидромотора; 10 — корпус

(на базе трактора) поворот рабочего оборудования осуществляется гидроцилиндрами, а на полноповоротных гидромотором относительно неподвижной ходовой рамы поворачивается подвижная поворотная платформа, на которой расположено рабочее оборудование. При включении гидромотора 8 одновременно срабатывает гидротолкатель 6 нормально замкнутого тормоза. Тормоз выключается, муфта 7 освобождается. Вращающий момент передается от вала 9 гидромотора 8 через муфту 7 и понижающий редуктор на шестерню-бегунок 1, которая, обкатываясь по зубчатому венцу 2 (рис. 3.4) опорно-поворотного устройства (ОПУ), поворачивает подвижную платформу вокруг вертикальной оси. От поворота платформа удерживается тормозом, расположенным на муфте 7 (см. рис. 3.3). Вместе

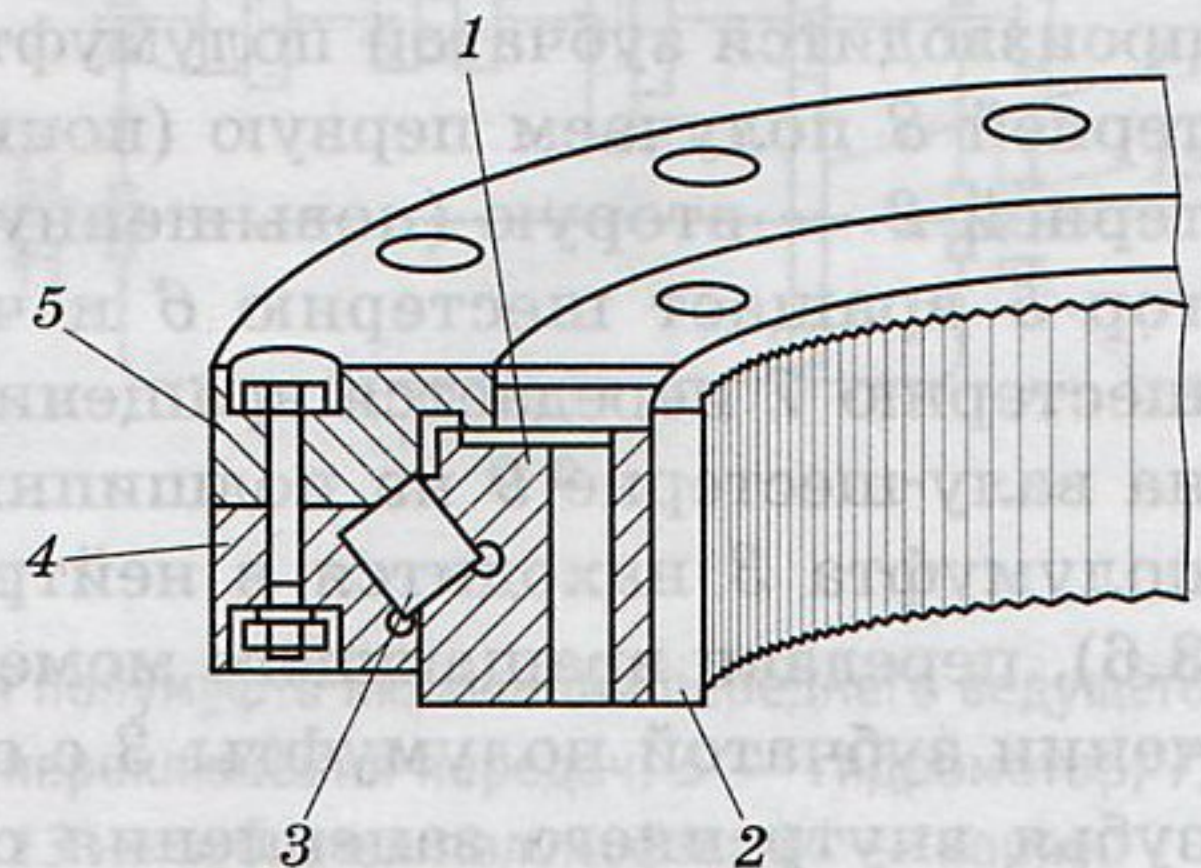
с редуктором поворачивается соединенная с ним болтами 3 поворотная платформа.

**Опорно-поворотное устройство** (см. рис. 3.4) обеспечивает свободное вращение поворотной платформы и воспринимает нагрузки статические (вес платформы и оборудования, расположенного на ней) и динамические (толчки, удары и др.), возникающие в процессе работы. Опорно-поворотное устройство состоит из двух обойм (колец) — верхней 5 и нижней 4, соединенных между собой и с поворотной платформой при помощи болтов, зубчатого венца 2 на кольце 1, закрепленного на раме. Между обоймами и зубчатым венцом по окружности расположены шарики или ролики 3, отделенные сепараторами.

**Механизм передвижения** служит для привода хода, т.е. передачи вращающего момента от гидромотора на движитель.

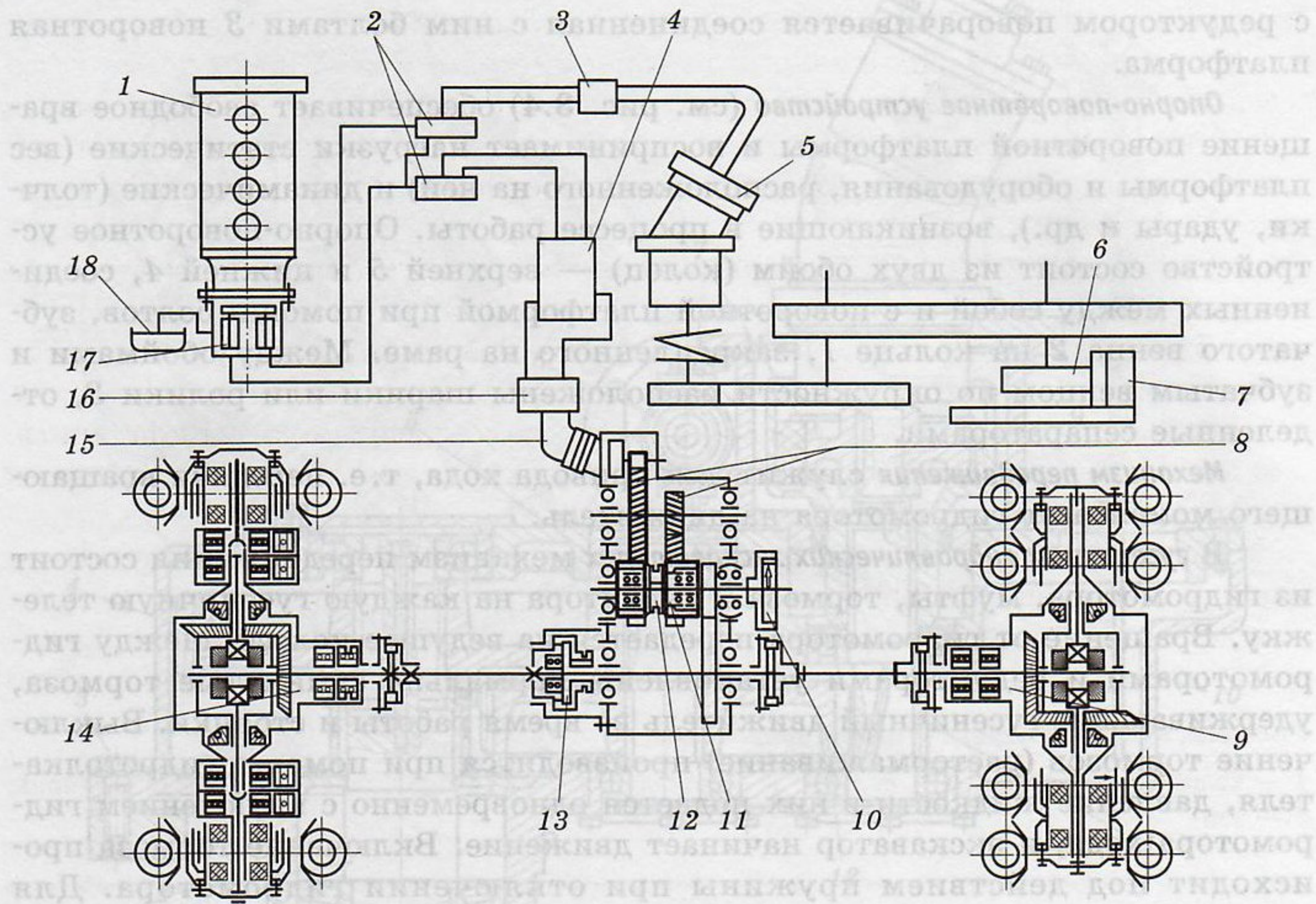
В **гусеничных гидравлических экскаваторах** механизм передвижения состоит из гидромотора, муфты, тормоза и редуктора на каждую гусеничную тележку. Вращение от гидромотора передается на ведущее колесо. Между гидромоторами и редукторами установлены нормально замкнутые тормоза, удерживающие гусеничный движитель во время работы и стоянки. Выключение тормозов (растормаживание) производится при помощи гидротолкателя, давление жидкости в них подается одновременно с включением гидромотора хода, и экскаватор начинает движение. Включение тормоза происходит под действием пружины при отключении гидромотора. Для изменения направления движения гусеничного экскаватора гидромотор, находящийся со стороны поворота, останавливают, а для разворота на месте нужно включить реверс, при этом одна гусеница будет двигаться вперед, другая — назад. Изменение скорости движения происходит в зависимости от частоты вращения вала двигателя.

В **пневмоколесных гидравлических экскаваторах** привод хода осуществляется от гидромотора 15 (рис. 3.5) через узлы механической трансмиссии: короб-



**Рис. 3.4.** Роликовое опорно-поворотное устройство:

1 — кольцо; 2 — зубчатый венец; 3 — ролик; 4 — нижняя обойма; 5 — верхняя обойма



**Рис. 3.5. Схема привода механизмов хода и поворота экскаватора:**

1 — дизель; 2 — гидрораспределители; 3, 4 — клапанные блоки; 5 — гидромотор поворота платформы; 6 — шестерня-бегунок; 7 — зубчатый венец; 8 — шестерни первой и второй передачи механизма хода; 9 — задний ведущий мост; 10 — тормоз механизма хода; 11 — подшипники; 12 — зубчатая полумуфта переключения передач; 13 — зубчатая полумуфта включения переднего ведущего моста; 14 — передний ведущий мост; 15 — гидромотор привода хода; 16 — центральный коллектор; 17 — сдвоенный насос; 18 — бак

ку передач, карданную передачу, ведущие мосты и конечные передачи на ведущие колеса.

Коробка передач (рис. 3.6) — двухскоростная, переключение передач производится зубчатой полумуфтой 3. При введении ее в зацепление с шестерней 8 получаем первую (пониженную, или рабочую) скорость, а с шестерней 2 — вторую (повышенную, или транспортную) скорость. Гидромотор 5 вращает шестерню 6 и через шестерню 4 и промежуточный вал-шестерню 7 передается вращение на шестерни 2 и 8, которые установлены на валу-шестерне 9 на подшипниках, т.е. вращаются вхолостую. Зубчатая полумуфта 3 находится в нейтральном положении (как показано на рис. 3.6), передачи вращающего момента на вал-шестерню 9 не будет. При включении зубчатой полумуфты 3 с одной из шестерен 2 или 8, которые имеют зубья внутреннего зацепления со стороны полумуфты, будет происходить

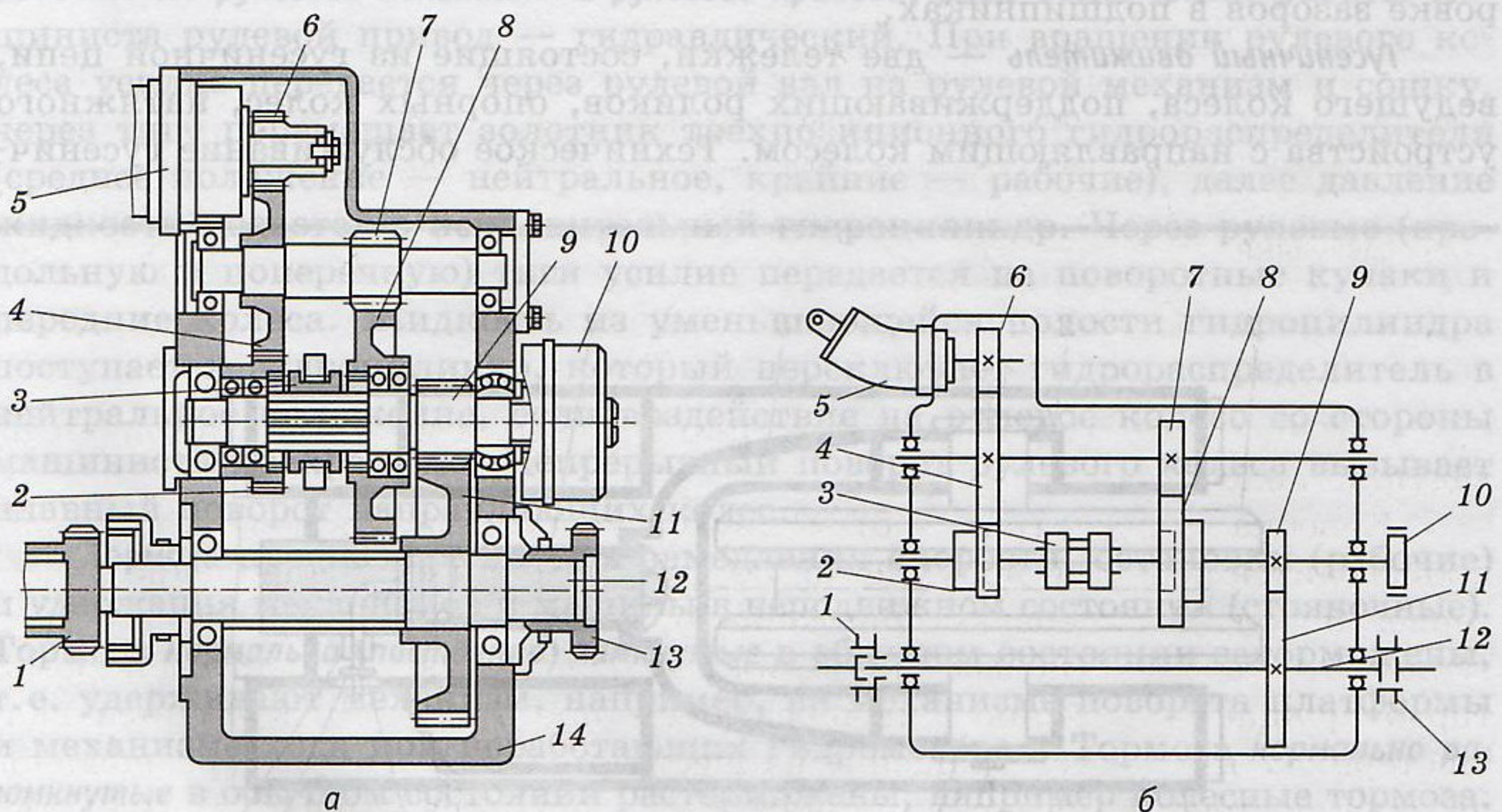
передача вращающего момента с шестерни 2 или 8 на зубчатую полумуфту 3, которая соединена с валом-шестерней 9 шлицами. С вала-шестерни 9 вращающий момент передается на шестерню 11 и на вал 12 и далее через зубчатые полумуфты 1 и 13 на карданные валы. На валу-шестерне 9 находится стояночный тормоз 10, удерживающий механизм хода при неработающем гидромоторе.

Рассмотрим действие привода механизма хода и поворота экскаватора (см. рис. 3.5).

Дизель 1 приводит в действие насос 17, подающий рабочую жидкость под давлением из бака 18 через гидрораспределители 2 к гидромоторам механизмов поворота 5 и хода 15. 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 гидромотора 5, который передает вращение через двухступенчатый редуктор шестерне-бегунку 6, находящейся в постоянном зацеплении с зубчатым венцом 7.

Для привода механизма хода установлен гидромотор 15 на коробке передач, который через шестерни 8, шестерни на подшипниках 11, включенную зубчатую муфту 12 передает движение заднему 9 и переднему 14 (при пониженной скорости зубчатой полумуфтой 13) мостам ходового устройства. Механизм хода оборудован стояночным тормозом 10. Рабочая



**Рис. 3.6. Коробка передач экскаватора:**

*а* — устройство; *б* — кинематическая схема; 1 — зубчатая полумуфта включения переднего ведущего моста; 2, 4, 6, 8, 11 — шестерни; 3 — зубчатая полумуфта переключения передач; 5 — гидромотор; 7, 9 — валы-шестерни; 10 — тормоз; 12 — вторичный вал; 13 — зубчатая полумуфта; 14 — корпус

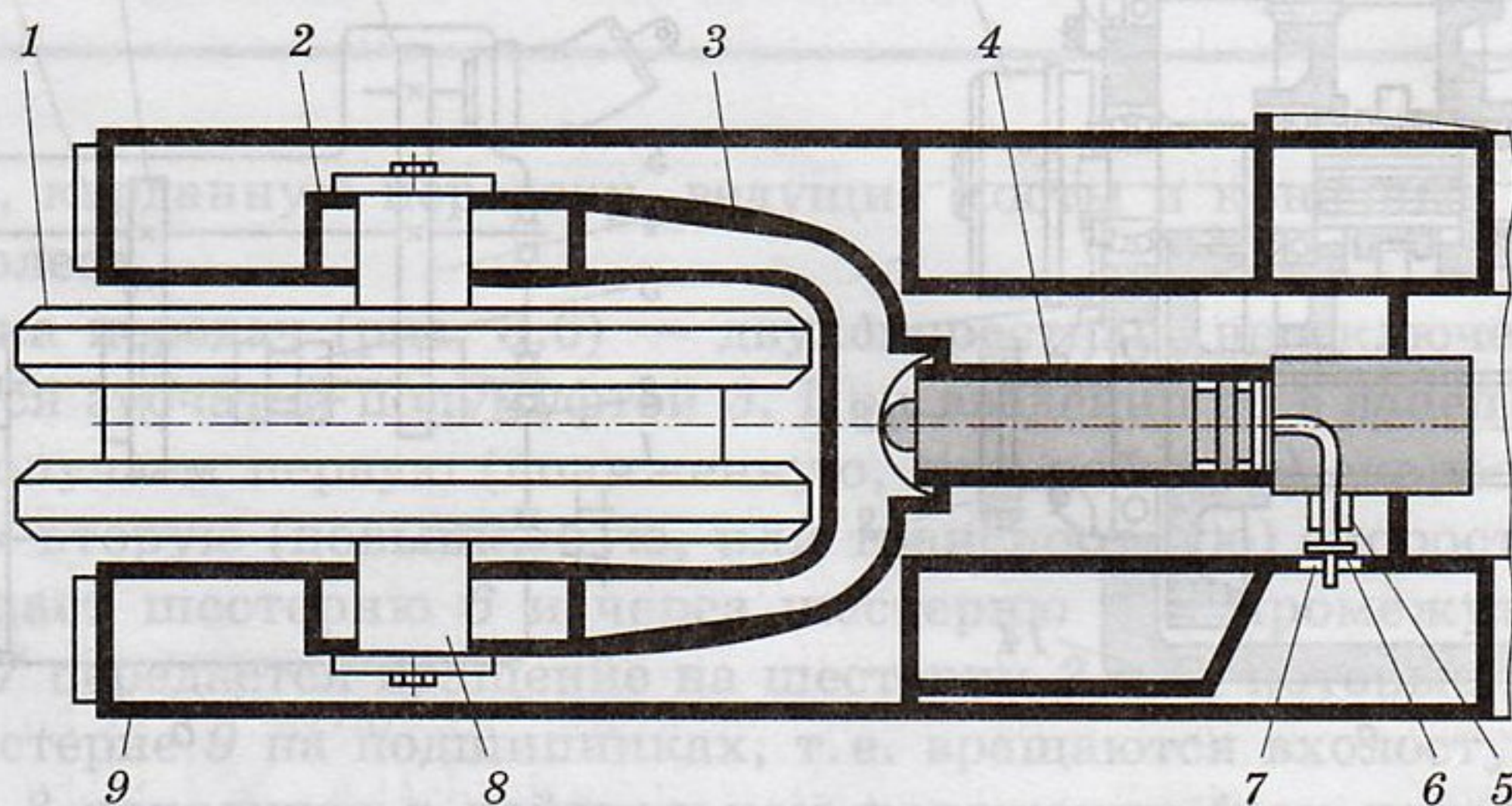
жидкость подается к гидромотору 15 и обратно отводится в бак 18 через центральный коллектор 16.

### 3.3 Ходовое устройство

Ходовое устройство предназначено для передвижения экскаватора и воспринимает все нагрузки от агрегатов машины и рабочего оборудования (через поворотную платформу и ОПУ), передает их на опорную поверхность. Ходовая часть состоит из рамы с ОПУ, жесткой подвески и движителя. Подвеска обеспечивает связь рамы с движителем, а движитель (колесный или гусеничный) — перемещение машины по опорной поверхности.

**Колесная ходовая часть** состоит из рамы и двух ведущих мостов, передний мост — управляемый. Для повышения поперечной устойчивости на переднем мосту колесного экскаватора расположены управляемые стабилизаторы. При передвижении экскаватора в транспортном положении необходимо отключать стабилизаторы, так как в случае торможения может произойти зависание колес, занос машины и авария. Техническое обслуживание колесной ходовой части заключается в проверке давления в шинах, крепления колес, состояния колес (высоты протектора и повреждений шин) и регулировке зазоров в подшипниках.

**Гусеничный движитель** — две тележки, состоящие из гусеничной цепи, ведущего колеса, поддерживающих роликов, опорных колес, натяжного устройства с направляющим колесом. Техническое обслуживание гусенич-



**Рис. 3.7.** Гидравлическое натяжное устройство гусеничной ленты:

1 — колесо; 2 — ползун; 3 — вилка; 4 — плунжер гидроцилиндра; 5 — штуцер; 6 — пресс-масленка; 7 — технологическое отверстие в продольной балке; 8 — ось; 9 — рама

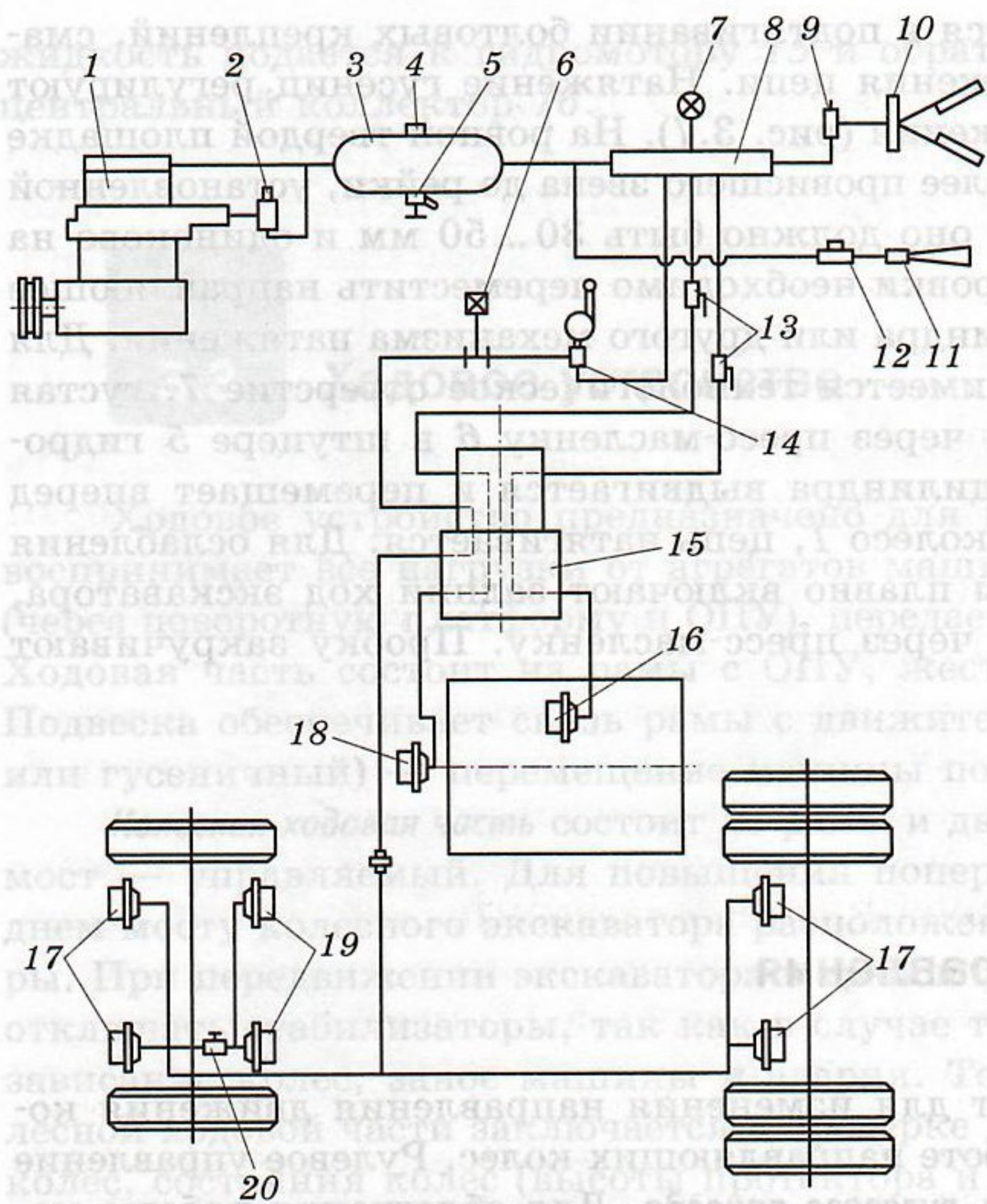
ной ходовой части заключается в подтягивании болтовых креплений, смазывании и регулировке натяжения цепи. Натяжение гусениц регулируют при помощи механизма натяжения (рис. 3.7). На ровной твердой площадке измеряют расстояние от наиболее провисшего звена до рейки, установленной на поддерживающие ролики, оно должно быть 30...50 мм и одинаково на обеих гусеницах. Для регулировки необходимо переместить направляющее колесо при помощи гидроцилиндра или другого механизма натяжения. Для натяжения ленты на раме 9 имеется технологическое отверстие 7, густая смазка нагнетается шприцем через пресс-масленку 6 в штуцере 5 гидроцилиндра, плунжер 4 гидроцилиндра выдвигается и перемещает вперед вилку 3, ось 8 в ползуне 2 и колесо 1, цепь натягивается. Для ослабления натяжения гусеничной ленты плавно включают задний ход экскаватора, часть смазки выдавливается через пресс-масленку. Пробку закручивают после проверки провисания.

## 3.4

### Системы управления

**Рулевое управление** служит для изменения направления движения колесного экскаватора при повороте направляющих колес. Рулевое управление состоит из *рулевого механизма* и *рулевого привода*. Для облегчения работы машиниста рулевой привод — гидравлический. При вращении рулевого колеса усилие передается через рулевой вал на рулевой механизм и сошку, через тягу перемещает золотник трехпозиционного гидрораспределителя (среднее положение — нейтральное, крайние — рабочие), далее давление жидкости подается в исполнительный гидроцилиндр. Через рулевые (продольную и поперечную) тяги усилие передается на поворотные кулаки и передние колеса. Жидкость из уменьшающейся полости гидроцилиндра поступает в гидроцилиндр, который переключает гидрораспределитель в нейтральное положение, если воздействие на рулевое колесо со стороны машиниста прекращено. Непрерывный поворот рулевого колеса вызывает плавный поворот направляющих колес.

**Тормоза** предназначены для замедления скорости, остановки (рабочие) и удержания механизмов и машины в неподвижном состоянии (стояночные). Тормоза *нормально (постоянно) замкнутые* в обычном состоянии заторможены, т.е. удерживают механизм, например, на механизме поворота платформы и механизме хода при неработающих гидромоторах. Тормоза *нормально разомкнутые* в обычном состоянии расторможены, например колесные тормоза. На экскаваторах применяют *барабанные* или *дисковые* тормоза с гидро- или пневмоприводом. Барабанный тормоз состоит из барабана, внутри или снаружи которого расположены колодки с фрикционными накладками. Механизм тормоза состоит из колодок, осей, стягивающей пружины, разжим-



**Рис. 3.8.** Схема пневмопривода экскаватора:

1 — компрессор; 2 — регулятор давления воздуха; 3 — ресивер (воздушный баллон); 4 — предохранительный клапан; 5 — кран для слива конденсата и отбора воздуха; 6 — включатель стоп-сигнала; 7 — манометр; 8 — коллектор; 9, 12, 13, 20 — краны; 10 — стеклоочиститель; 11 — сигнал; 14 — дифференциальный золотник; 15 — центральный коллектор; 16, 17, 18, 19 — пневмокамеры переключения скоростей, тормозов, включения переднего моста, стабилизатора соответственно

ного кулачка. Привод тормозов на колесных экскаваторах — пневматический, на гусеничных — гидравлический.

**Пневмосистема** колесного экскаватора (рис. 3.8) обеспечивает работу тормозов, переключение передач коробки передач, включение (выключение) переднего моста, стабилизаторов, стеклоочистителя 10 и звукового сигнала 11. Пневмопривод состоит из компрессора 1, регулятора давления 2, ресивера (воздушный баллон) 3, манометра 7, дифференциального золотника 14, кранов 9, 12, 13, 20, центрального коллектора 15 и пневмокамер (переключения скоростей 16, тормозов 17, включения переднего моста 18, стабилизатора 19). Все узлы пневмопривода соединены воздухопроводами.

Компрессор подает сжатый воздух к ресиверу 3, который встроен в балку поворотной платформы. В ресивере накапливается запас сжатого воздуха, устраняется пульсация и поддерживается заданное давление с помощью регулятора давления, находящегося между компрессором и ресивером. На ресивере 3 установлен кран 5 для слива конденсата и отбора воздуха и предохранительный клапан 4. Управление тормозами колес производится с помощью дифференциального золотника, подающего сжатый воздух к пневмокамерам тормозов. Центральный коллектор 8 соединяет узлы пневмопривода, расположенные на поворотной платформе, с узлами,



расположенными на ходовой части, и обеспечивает подачу сжатого воздуха при любом положении платформы. Переключение передач в коробке передач и включение (выключение) переднего моста, тормозов, стабилизаторов осуществляется пневмокамерами, которые включаются кранами. Давление в пневмосистеме контролируется по электронной панели приборов. Клапан быстрого оттормаживания для выпуска воздуха установлен на тормозных камерах передних и задних мостов и на коробке передач.

При буксировке экскаватора тягачом управление тормозами экскаватора осуществляется от тормозной системы тягача. Для этого на экскаваторе предусмотрен шланг прицепа с соединительной головкой. Трубопровод, соединяющий дифференциальный золотник и центральный коллектор, отсоединяется от центрального коллектора. Штуцер на центральном коллекторе заглушается гайкой с заглушкой.

### 3.5

## Электрооборудование экскаватора

Электрооборудование обеспечивает пуск двигателя, освещение рабочей зоны в темное время суток, вентиляцию кабины машиниста, работу световой сигнализации при движении по дорогам и на рабочей площадке, работу контрольно-измерительных приборов, предпусковой подогрев двигателя.

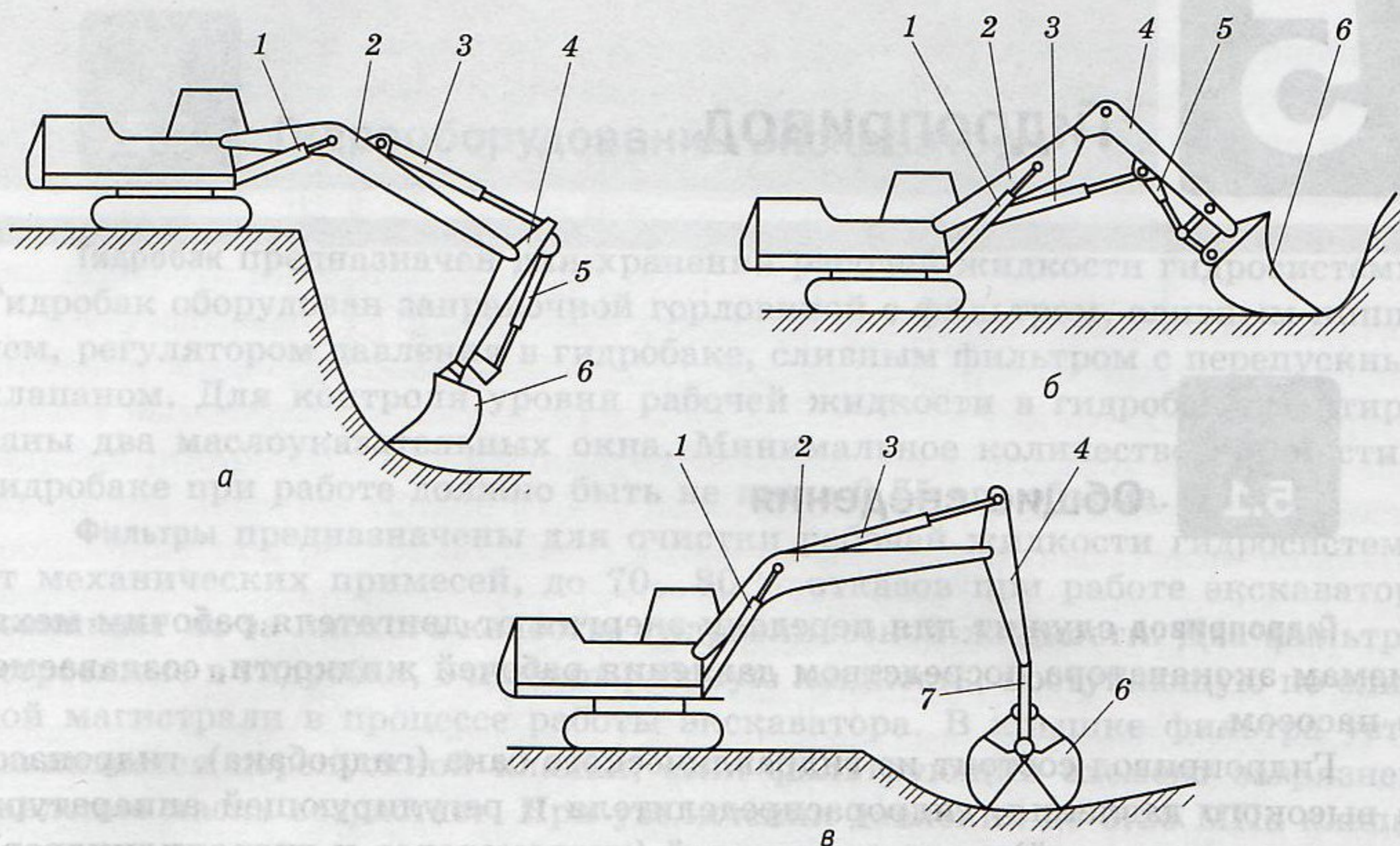
**Источники электрического тока** — аккумуляторные батареи и генератор, **потребители** — стартер, контрольно-измерительная, осветительная и светосигнальная аппаратура, электродвигатели вентиляторов и подогреватель двигателя. Все источники и потребители электрического тока соединены по однопроводной схеме, минусовым проводом служит «масса» экскаватора. При работе двигателя потребители электрического тока питаются от генератора, от него же заряжается аккумуляторная батарея, размещенная на поворотной платформе. **Контрольно-измерительная аппаратура** служит для проверки функционирования механизмов и систем экскаватора. Электронная панель связана с датчиками и показывает значения контролируемых параметров при работе экскаватора. **Осветительная и светосигнальная аппаратура** экскаватора предназначена для освещения дороги и рабочей зоны в темное время суток, сигнализации об изменениях направления, обозначения габаритов и выполнения других функций, обеспечивающих безопасность движения. К **монтажно-установочным устройствам** относятся розетка, буксировочная вилка, соединительные панели, монтажный блок. Вилка штепсельного разъема предназначена для соединения электросети экскаватора при его буксировке с электросетью тягача, на котором имеется специальная розетка.

На современных экскаваторах используется более 40 видов рабочего оборудования и сменных рабочих органов. К *сменному рабочему оборудованию* относятся обратная лопата, прямая лопата, грейфер и др. *Сменные рабочие органы* расширяют функциональные возможности гидравлических экскаваторов: обратная лопата с моноблочной стрелой и со стрелой с изменяемой геометрией; обратная лопата с удлиненной рукоятью; прямая лопата с поворотным ковшом; погрузочное оборудование; ковши (обычные, профильные, для планировочных работ и погрузочные), грейферы (копающие и погрузочные); захваты для перегрузки; рыхлители; гидромолот; гидробои. Для погрузочно-разгрузочных работ используют электромагнит; многочелюстной грейферный захват для штучных материалов; захват для длинномерных грузов (бревен, труб); грейферный ковш для сыпучих материалов; крюковую подвеску.

**Обратная лопата** является основным видом сменного рабочего оборудования на гидравлических одноковшовых экскаваторах, предназначена для копания грунта ниже уровня стоянки экскаватора и состоит из стрелы 2, рукояти 4 и ковша 6 с гидроцилиндрами (рис. 4.1, а). Пята стрелы 2 шарнирно соединена с проушинами поворотной платформы. Перемещение стрелы (изменение угла наклона) осуществляется гидроцилиндрами 1 подъема стрелы, закрепленными на поворотной платформе, при выдвигании штока, который шарнирно соединен со стрелой. Рукоять 4, подвешенная на стреле, перемещается гидроцилиндром 3 рукояти: при втягивании штока раскрывается, при выдвигании поворачивается вниз. Ковш 6 крепится к рукояти шарнирно и поворачивается гидроцилиндром 5 ковша. Копающее движение рабочего оборудования создается поворотом стрелы, рукояти и ковша «на себя», при необходимости одновременно с копанием поднимают (опускают) стрелу 2 гидроцилиндрами 1.

**Прямая лопата** (рис. 4.1, б) предназначена для копания грунта выше уровня стоянки экскаватора и состоит из ковша 6, рукояти 4, стрелы 2 и их гидроцилиндров 5, 3, 1 соответственно. Заглубление ковша и регулирование толщины стружки грунта производится гидроцилиндрами 1 стрелы. Ковш 6 прямой лопаты перемещают гидроцилиндром 3 рукояти вверх «от себя» с одновременным поворотом ковша гидроцилиндром 5. Грунт отрываю от забоя поворотом наполненного ковша «на себя».

**Грейфер** предназначен для разработки грунта выше и ниже уровня стоянки (рис. 4.1, в), а также для перегрузки сыпучих материалов. Двухчелюстной грейферный ковш используется для землеройных работ,



**Рис. 4.1. Основные виды сменного рабочего оборудования экскаватора:**

*a* — обратная лопата; *б* — прямая лопата; *в* — грейфер; 1 — гидроцилиндр стрелы; 2 — стрела; 3 — гидроцилиндр рукояти; 4 — рукоять; 5 — гидроцилиндр ковша; 6 — ковш; 7 — гидроцилиндр замыкания и открывания челюстей грейфера

многочелюстной — для перегрузки сыпучих материалов, грейферный захват — для длиномерных штучных грузов (например, бревен). Грейферный ковш состоит из стрелы, рукояти, подвески, механизма поворота ковша, гидроцилиндра 7 замыкания и открывания челюстей ковша, может быть полноповоротным, неповоротным и неполноповоротным.

**Телескопическое оборудование** предназначено для производства планировочных, зачистных и экскавационных работ. К телескопическому оборудованию относятся телескопическая стрела, состоящая из рамы, неподвижной секции и подвижной секции; ковш; гидропривод выдвижения, подъема и поворота стрелы и ковша.

При вращении вала 1 начинают вращаться шатуны 8 вместе с...

**Гидропривод** служит для передачи энергии от двигателя рабочим механизмам экскаватора посредством давления рабочей жидкости, создаваемого насосом.

Гидропривод состоит из гидравлического бака (гидробака), гидронасоса высокого давления, гидрораспределителя и регулирующей аппаратуры (клапанов, дросселей), гидродвигателей (гидромоторов и гидроцилиндров), фильтра, охладителя, шлангов и трубопроводов с соединительными муфтами, центрального коллектора (на полноповоротных экскаваторах).

Из гидробака гидронасос подает масло под давлением в гидрораспределитель, далее, в зависимости от положения золотников, жидкость идет к потребителям — гидроцилиндрам рабочего оборудования или гидромотору механизма поворота либо через центральный коллектор к узлам гидросистемы, расположенным на раме ходовой части, — гидромотору привода хода или гидроцилиндрам выносных опор.

Масло из гидроцилиндров и гидромоторов возвращается в гидробак через гидрораспределитель, фильтр и охладитель.

**Гидравлическое масло МГ-15В (ВМГЗ)** — *всесезонное*, предназначено для эксплуатации оборудования экскаватора с аксиально-поршневыми насосами при температуре  $-35 \dots +45^\circ\text{C}$ , содержит присадки, обеспечивающие необходимую вязкость, антиокислительные, противоизносные, антикоррозийные, низкотемпературные и антипенные свойства. Гидравлическое масло МГ-46В — *летнее* ( $0 \dots +70^\circ\text{C}$ ), содержит антиокислительные, антипенные присадки и депрессаторы, понижающие температуру застывания. Гидравлические масла нетоксичны, совместимы с резинотехническими изделиями, обладают хорошими смазывающими свойствами, стойки к образованию смолистых отложений, защищают от коррозии.

Заправлять гидравлическое масло в гидросистему следует только через фильтр, смешивать разные марки масел недопустимо. Периодичность замены всесезонного масла — 1 раз в 2 года, или через 2000 мото-ч, или по сезону.

Хранить масла нужно в чистой герметично закрытой таре. Срок службы масел МГ-15В и МГ-46В — 2 года.

**Гидробак** предназначен для хранения рабочей жидкости гидросистемы. Гидробак оборудован заправочной горловиной с фильтром, сливным ниппелем, регулятором давления в гидробаке, сливным фильтром с перепускным клапаном. Для контроля уровня рабочей жидкости в гидробак вмонтированы два маслоуказательных окна. Минимальное количество жидкости в гидробаке при работе должно быть не ниже 0,75 его объема.

**Фильтры** предназначены для очистки рабочей жидкости гидросистемы от механических примесей, до 70...80 % отказов при работе экскаватора возникает из-за плохого качества гидравлической жидкости. Два фильтра, встроенные в гидробак, очищают рабочую жидкость, поступающую по сливной магистрали в процессе работы экскаватора. В крышке фильтра устанавливается перепускной клапан; если фильтрующий элемент загрязнен, давление масла возрастает. При увеличении давления до 0,25 МПа клапан начинает открываться, а при возрастании до 0,35 МПа — перепускает всю рабочую жидкость на слив в гидробак, минуя фильтрующие элементы.

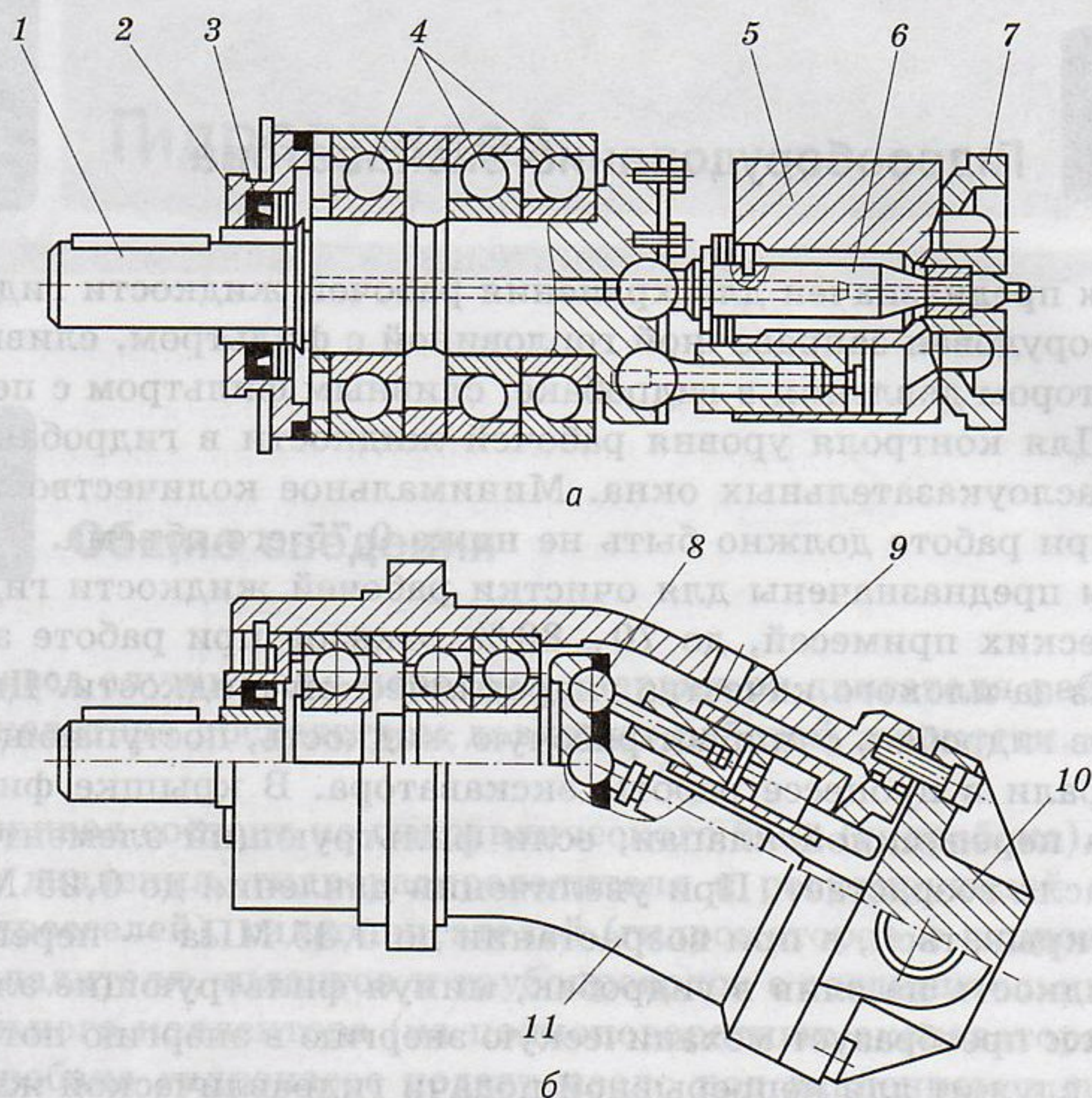
**Гидронасос** преобразует механическую энергию в энергию потока рабочей жидкости и служит для непрерывной подачи гидравлической жидкости под давлением из гидробака в гидрораспределитель. В гидросистеме применяют шестеренные и аксиально-поршневые насосы.

**Шестеренный** насос состоит из корпуса, крышки, ведущей и ведомой шестерен, втулок, манжет, вкладышей, уплотнений. Насос приводится в действие от дизеля или редуктора. При работе масло из всасывающей полости захватывается зубьями шестерен и подается по окружности между шестерней и корпусом в нагнетательную полость. Насос может создавать давление до 20 МПа, применяется в гидросистеме неполноповоротных экскаваторов или для заполнения и подпитки системы в полноповоротных. Шестеренные насосы бывают одинарные или сдвоенные.

В гидравлических полноповоротных экскаваторах применяют регулируемые и нерегулируемые аксиально-поршневые насосы, создающие давление 28...32 МПа.

**Аксиально-поршневой** насос (рис. 5.1) состоит из ведущего вала 1, расположенного в корпусе 11 на трех шарикоподшипниках 4, центрального шипа 6, семи шатунов 8, соединенными с фланцем вала 1 шаровыми шарнирами, семи поршней 9, завальцованных на шатунах, блока 5 цилиндров, соединенного шпонкой с центральным шипом, распределительного диска 7 (с впускным и нагнетательным отверстиями), распределительной крышки 10 и крышки 2 насоса, уплотнений 3 (колец и манжет).

При вращении вала 1 начинают вращаться шатуны 8 вместе с блоком 5 цилиндров, при этом поршни в блоке будут совершать возвратно-поступательное движение: пол-оборота идет всасывание жидкости, пол-обо-



**Рис. 5.1. Аксиально-поршневой насос-гидромотор:**

*a* — унифицированная качающая секция; *б* — нерегулируемый насос-гидромотор; 1 — вал; 2 — крышка; 3 — уплотнение; 4 — шарикоподшипники; 5 — блок цилиндров; 6 — центральный шип; 7 — распределительный диск; 8 — шатун; 9 — поршень; 10 — распределительная крышка; 11 — корпус

рота — ее нагнетание под давлением через распределительный диск 7. Когда ось вала совпадает с осью шипа (как показано на рис. 5.1, *a*), поршни не совершают возвратно-поступательного движения при вращении вала, т.е. не всасывают и не нагнетают рабочую жидкость.

У нерегулируемого насоса корпус имеет постоянный угол наклона, т.е. блок цилиндров имеет неизменяемый угол с осью вала (рис. 5.1, *б*). При изменении угла наклона блока цилиндров изменяется производительность насоса: чем больше угол наклона, тем больше подача жидкости. Если зафиксировать угол наклона блока цилиндров, насос становится нерегулируемым. Данная конструкция позволяет насосу работать в режиме гидромотора.

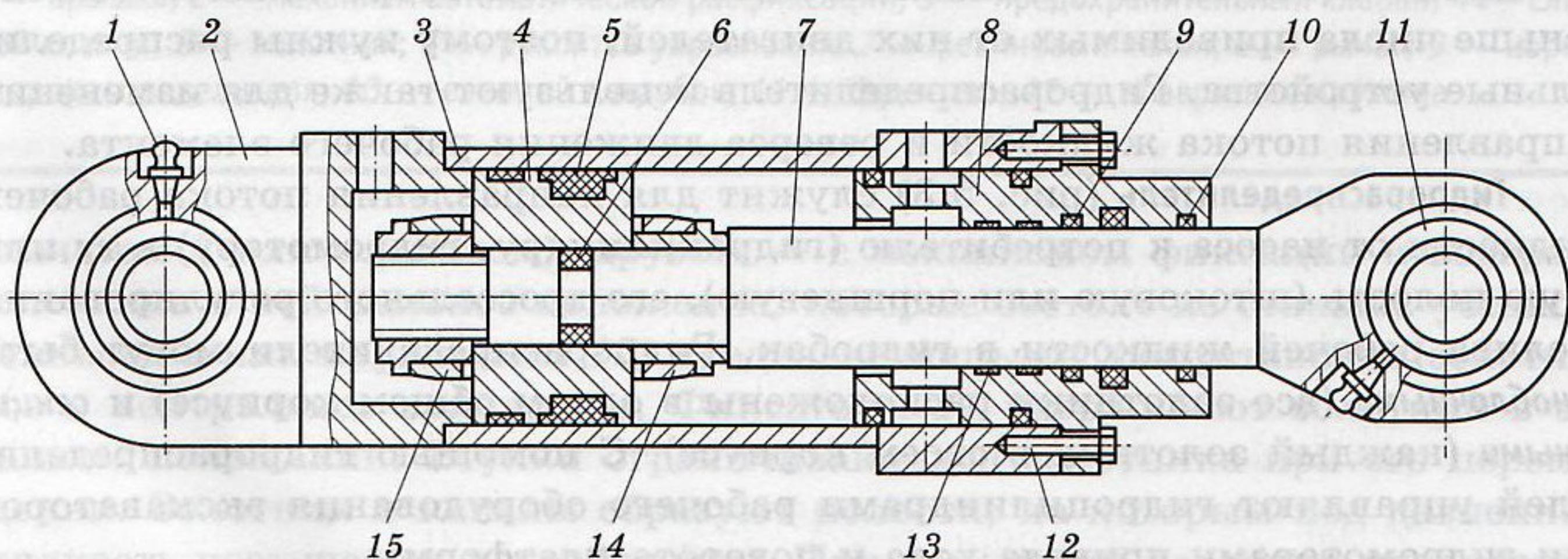
**Гидромотор** аксиально-поршневой служит для привода механизма хода и механизма поворота в экскаваторах. Конструкции качающих узлов аксиально-поршневых насосов и гидромоторов унифицированы.

Рабочая жидкость от гидрораспределителя по трубопроводам поступает под давлением к гидромотору, проходит через отверстие в распределит-

тельном диске 7 и поступает в цилиндр блока 5, перемещает поршень 9, который через шатун 8 поворачивает фланец вала 1. В гидромоторе происходит преобразование энергии давления жидкости, действующей на поршни, в механическую энергию ведомого звена, т.е. вращение вала гидромотора, приводящего в действие исполнительный механизм — редуктор хода или поворота платформы.

**Гидроцилиндры** — простейшие гидродвигатели, преобразующие энергию давления жидкости в возвратно-поступательное движение выходного звена, причем выходным (подвижным) звеном может быть как шток, так и корпус гидроцилиндра. В гидроцилиндрах **одностороннего действия** жидкость под давлением подается только в одну полость, возврат и вытеснение жидкости происходит под действием силы тяжести или пружины. Такие гидроцилиндры применяют на выносных опорах (аутригерах) экскаваторов. В гидроцилиндрах **двустороннего действия с односторонним штоком** жидкость под давлением подается как в штоковую, так и в поршневую полость. Гидроцилиндры **двустороннего действия с двусторонним штоком и комбинированные** — «тандем-цилиндр» — применяют для выдвигания телескопической стрелы. Гидроцилиндры рабочего оборудования крепят шарнирно у корпуса и штока с помощью пальцев на подшипниках.

На экскаваторах применяют гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком (рис. 5.2), предназначенные для поворота стрелы, рукояти, ковша прямой и обратной лопат для заполнения ковша, перемещения и выгрузки грунта, а также для привода элементов других видов сменных рабочих органов. Гидроцилиндры состоят из корпуса (гильзы 3 с приваренной к ней проушиной 2), штока 7 с проушиной, поршня 4 и крышки 8 с винтами 12. Герметичное разделение поршневой и штоковой полостей создается поршнем с манжетами 5, 6 и уплотнительными кольцами 9, 13.



**Рис. 5.2.** Гидроцилиндр стрелы экскаватора:

1 — пресс-масленка; 2 — проушина; 3 — гильза; 4 — поршень; 5, 6 — манжеты; 7 — шток; 8 — крышка; 9, 13 — уплотнительные кольца; 10 — грязесъемник; 11 — подшипник; 12 — винт; 14 — втулка; 15 — крепление поршня

Поршень крепится на внутреннем конце штока гайкой, фиксируемой винтом, втулкой 14 или другим креплением 15. Для улучшения условий работы уплотнений штока и повышения их долговечности в гайке установлены грязесъемник 10 и скребки. На концах штока и гильзы имеются проушины для соединения гидроцилиндра при помощи пальцев с экскаватором и рабочим оборудованием. Подшипники 11 проушин смазываются через пресс-масленки 1.

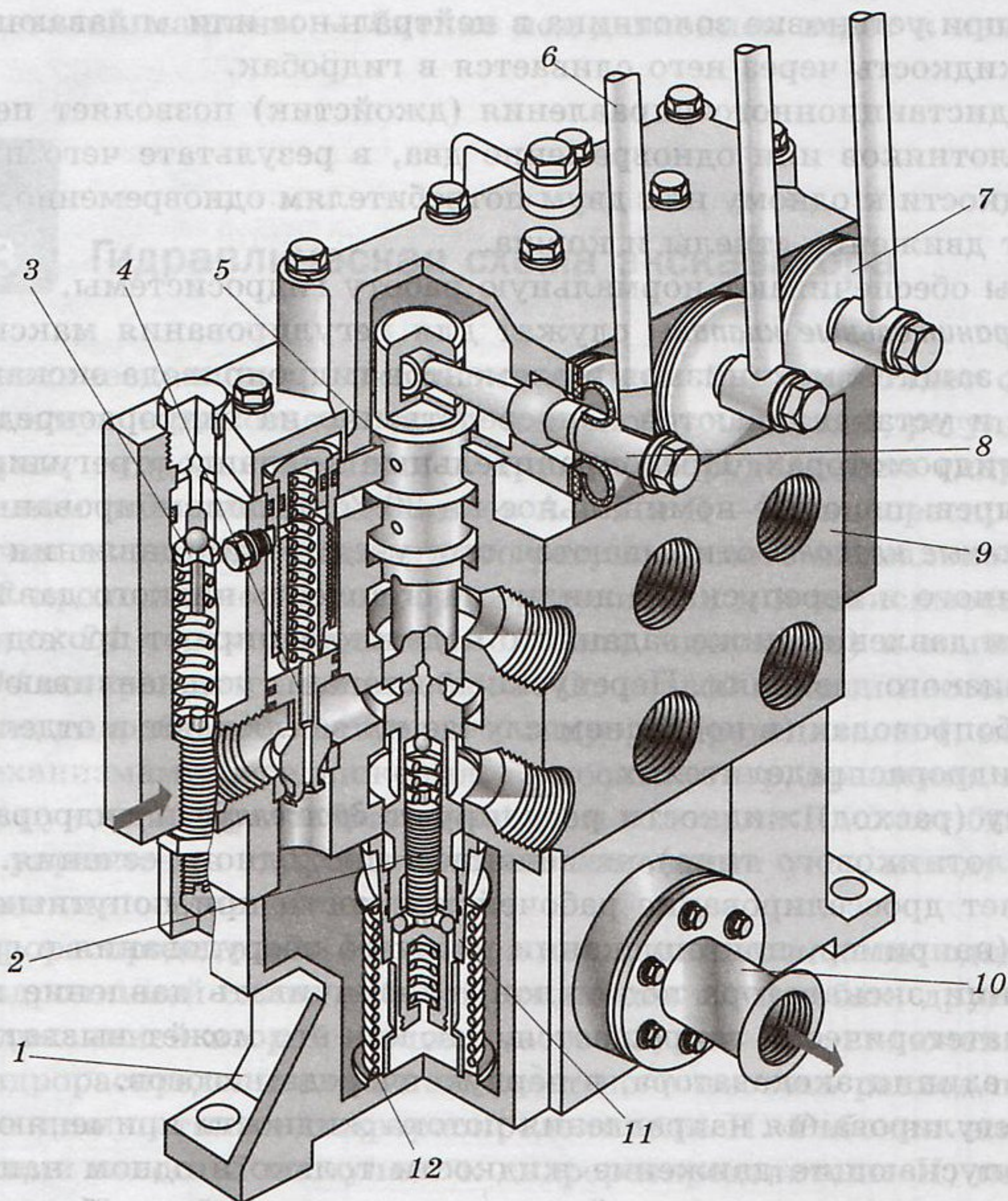
Жидкость под давлением подается в поршневую полость, перемещая поршень и вытесняя жидкость из штоковой полости. Вместе с поршнем перемещается шток гидроцилиндра, шток выдвигается, передает усилие на рабочее оборудование и перемещает его. Втягивание штока происходит при подаче жидкости под давлением в штоковую полость.

**Система управления** гидропривода экскаватора предназначена для изменения направления движения и регулирования скорости выходных звеньев (штока, вала) гидродвигателей, а также для предохранения конструкции экскаватора от перегрузок. Регулирование скорости выходных звеньев достигается изменением расхода жидкости, поступающей в гидродвигатель (гидроцилиндр или гидромотор). Основными элементами системы управления являются регулирующие устройства (клапаны, гидрораспределители, дроссели), механические шарнирно-рычажные и другие системы, с помощью которых машинист управляет регулируемыми устройствами. Устройства для регулирования давления действуют, как правило, автоматически, а устройства, которые регулируют направление движения и расход рабочей жидкости, управляет машинист. По принципу регулирования скорости (расхода) различают **дроссельное** и **объемное** регулирование, причем в обоих случаях оно может быть автоматическим или ручным. На большинстве полноповоротных экскаваторов с гидроприводом применяют неререверсивные регулируемые насосы (направление потока жидкости не изменяется), объемная подача которых изменяется автоматически в зависимости от нагрузки. Кроме того, число устанавливаемых на экскаваторе насосов обычно меньше числа приводимых от них двигателей, поэтому нужны распределительные устройства. Гидрораспределитель используют также для изменения направления потока жидкости и реверса движения рабочего элемента.

**Гидрораспределитель** (рис. 5.3) служит для направления потока рабочей жидкости от насоса к потребителю (гидроцилиндру, гидромотору) в ту или иную полость (штоковую или поршневую), его дроссельного регулирования и слива рабочей жидкости в гидробак. Гидрораспределители могут быть **моноблочными** (все золотники расположены в одном общем корпусе) и **секционными** (каждый золотник в своем корпусе). С помощью гидрораспределителей управляют гидроцилиндрами рабочего оборудования экскаваторов или гидромоторами привода хода и поворота платформы.

В корпусе 9 гидрораспределителя размещены золотники 5 и имеются каналы для движения жидкости. От насоса к золотникам подведена напорная линия, в ней установлен сливной клапан 4. Торцы золотников закрыты крышками. Одним концом золотник соединен с механизмом управления





**Рис. 5.3. Гидрораспределитель:**

1 — крышка; 2 — механизм автоматической расфиксации; 3 — предохранительный клапан; 4 — сливной клапан; 5 — золотник; 6 — рукоятка управления; 7 — резиновый чехол; 8 — рычаг; 9 — корпус гидрораспределителя; 10 — сливной патрубок; 11 — фиксатор; 12 — возвратная пружина

(рычагом 8 или клапаном), другим — с механизмом фиксации и возврата золотника в нейтральное положение, которые состоят из стакана, установленными в них пружинами 12, предназначенными для установки золотников в нейтральное положение. Фиксаторы 11 удерживают золотник в заданном положении. Втулки ограничивают ход золотника при его перемещении. Золотник и каналы образуют полости, по которым под давлением жидкость поступает к потребителям. При изменении давления управления изменяются ход золотника, площадь проходного сечения между полостями и скорость опускания стрелы. Четырехпозиционный золотник может быть установлен в одно из положений, соответствующее подъему стрелы — нейтральному, опусканию стрелы или «плавающему». Сливной клапан 4 от-

крывается при установке золотника в нейтральное или «плавающее» положение, и жидкость через него сливается в гидробак.

Блок дистанционного управления (джойстик) позволяет перемещать один из золотников или одновременно два, в результате чего происходит подача жидкости к одному или двум потребителям одновременно, например происходит движение стрелы и ковша.

**Клапаны** обеспечивают нормальную работу гидросистемы.

**Предохранительные клапаны** служат для регулирования максимального давления и защиты механизмов и элементов гидропривода экскаваторов от перегрузок и устанавливаются непосредственно на гидрораспределителях, насосах и гидромоторах. Предохранительные клапаны отрегулированы на давление, превышающее номинальное на 20 %, и опломбированы.

**Перепускные клапаны** открываются при увеличении давления в системе выше заданного и перепускают жидкость в полость низкого давления, при уменьшении давления ниже заданного надежно запирают проход жидкости в полость низкого давления. Перепускные клапаны устанавливаются на фильтрах и трубопроводах (в последнем случае их заключают в отдельные корпуса), на гидрораспределителях.

Подачу (расход) жидкости регулируют **дросселями** и гидрораспределителями (золотникового типа), изменением проходного сечения. Дроссель осуществляет дросселирование рабочей жидкости при попутных внешних нагрузках (например, при опускании рабочего оборудования с грузом или передвижении экскаватора под уклон). Увеличивать давление настройки клапанов категорически запрещается, так как это может вызвать поломку сборочных единиц экскаватора, в первую очередь насосов.

Для регулирования направления потока жидкости применяют **обратные клапаны**, допускающие движение жидкости только в одном направлении. Обратные клапаны имеют малый ход запорного элемента, благодаря чему открытие и закрытие рабочего проходного сечения происходят мгновенно. Неуправляемый обратный клапан исключает опускание рабочего оборудования при выполнении рабочих движений. К седлу корпуса пружиной прижат конусный (шариковый) клапан.

**Гидрозамок** (управляемый обратный клапан) пропускает рабочую жидкость обычно в одном направлении, а при управляющем воздействии — в обоих, установлен на гидроцилиндрах выносных опор.

**Коллектор** — подвижное (шарнирное) соединение трубопроводов гидропривода, применяется для соединения трубопроводов, подводящих жидкость к подвижным узлам машины.

**Центральный коллектор** служит для передачи рабочей жидкости под давлением от узлов гидросистемы, расположенных на поворотной платформе, к узлам, расположенным на ходовой раме, установлен по оси вращения платформы и крепится к ходовой раме экскаватора болтами.

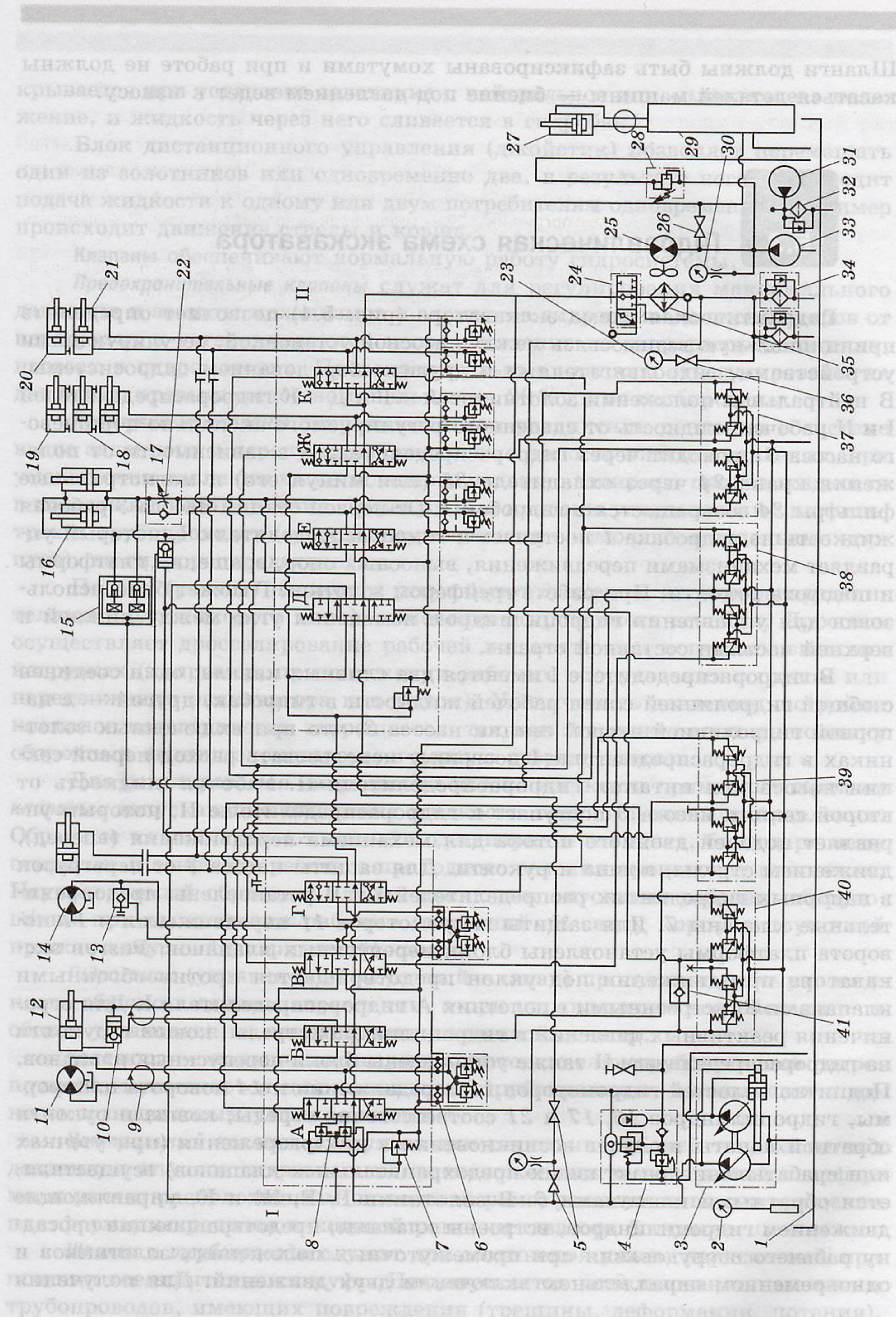
**Шланги и трубопроводы** служат для соединения узлов гидросистемы при помощи соединительных муфт. Не допускается использование шлангов и трубопроводов, имеющих повреждения (трещины, деформации, потения).

Шланги должны быть зафиксированы хомутами и при работе не должны касаться деталей машины — биение под давлением ведет к износу.

### 5.3 Гидравлическая схема экскаватора

Гидравлическая схема экскаватора (рис. 5.4) позволяет определить принципиальную взаимосвязь между насосной установкой, регулирующими устройствами, гидродвигателями и другим оборудованием гидросистемы. В нейтральном положении золотников А—Г и Д—К гидрораспределителей I и II рабочая жидкость от сдвоенного регулируемого аксиально-поршневого насоса 3 проходит через гидрораспределители и в зависимости от положения крана 24 через охладитель 35 (или минуя его) и магистральные фильтры 34 возвращается в гидробак 1. От первой секции насоса 3 рабочая жидкость из гидробака 1 поступает к гидрораспределителю I, который управляет механизмами передвижения, выносных опор, вращения платформы и поворота рукояти. При работе грейфером золотник Г может быть использован для управления гидроцилиндром изменения угла между нижней и верхней частями составной стрелы.

В гидрораспределителе I имеются два сливных канала: один соединен с общей гидролинией слива рабочей жидкости в гидробак, другой — с напорной гидролинией второй секции насоса 3, что при включенных золотниках в гидрораспределителе I позволяет использовать расход первой секции насоса для питания гидрораспределителя II. Рабочая жидкость от второй секции насоса 3 поступает к гидрораспределителю II, который управляет подачей двойного потока для механизма передвижения (вперед), движением стрелы, ковша и рукояти. Для защиты насоса 3 от перегрузок в напорных гидролиниях распределителей I и II установлены предохранительные клапаны 7. Для защиты гидромоторов 11 передвижения и 14 поворота платформы установлены блоки перепускных клапанов. Разгон экскаватора при движении под уклон предотвращается противообгонными клапанами 8, встроенными в золотник А гидрораспределителя I. Для ограничения реактивных давлений в гидроцилиндрах стрелы, ковша и рукояти на гидрораспределителе II также установлены блоки перепускных клапанов. Подпитка полостей гидромоторов 11 передвижения и 14 поворота платформы, гидроцилиндров 16, 17 и 21 соответственно стрелы, ковша и рукояти обратной лопаты в случае возникновения в них разрежения (при утечках или срабатывании реактивных предохранительных клапанов) осуществляется обратными клапанами 6. В золотники Г, Е, Ж и К, управляющие движением гидроцилиндров, встроены клапаны, предотвращающие просадку рабочего оборудования при промежуточных положениях золотников и одновременном параллельном включении двух движений. Для получения



**Рис. 5.4. Гидравлическая схема экскаватора:**

1 — гидробак; 2 — термометр; 3 — регулируемый аксиально-поршневой насос; 4 — аккумуляторный блок; 5, 26, 36 — краны; 6, 41 — обратные клапаны; 7, 28 — предохранительные клапаны; 8 — противообгонный клапан; 9 — центральный коллектор; 10 — гидрозамок; 11 — гидромотор передвижения; 12 — гидроцилиндр выносных опор; 13 — запорный клапан; 14 — гидромотор поворота платформы; 15 — блок включения; 16, 17, 21 — гидроцилиндры стрелы, ковша и рукояти обратной лопаты; 18, 20 — гидроцилиндры ковша и рукояти погрузчика; 19 — гидроцилиндр ковша грейфера; 22 — дроссель с обратным клапаном; 23, 30 — манометры; 24 — трехходовой кран с обратным клапаном; 25 — гидромотор вентилятора; 27 — гидроцилиндр поворота колес; 29 — система рулевого управления; 31, 33 — шестеренные насосы; 32 — фильтр; 34 — магистральный фильтр; 35 — охладитель; 37—40 — блоки дистанционного управления; I, II — гидрораспределители; А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, К — секции (золотники) гидрораспределителей

необходимых скоростей опускания стрелы предусмотрен дроссель 22 с обратным клапаном, ограничивающий расход жидкости в одном направлении и свободно пропускающий жидкость в другом направлении.

Шестеренный насос 33 подает рабочую жидкость из гидробака 1 в систему рулевого управления 29 и питает гидромотор 25 вентилятора охладителя 35. От перегрузок насос 33 защищен предохранительным клапаном 28. Для фиксации выносных опор в рабочем положении служит гидрозамок 10. Передача рабочей жидкости к гидромотору 11 передвижения, гидроцилиндру 12 выносных опор и рулевому управлению производится через центральный коллектор 9.

Запорный клапан 13 и блок 15 включения гидроцилиндров 16 стрелы открывают при буксировке экскаватора с рабочим оборудованием, опущенным в кузов буксирующего средства. При этом платформа и рабочее оборудование могут свободно перемещаться относительно ходового устройства экскаватора в зависимости от рельефа местности, по которой происходит буксировка.

Система гидравлического управления гидрораспределителями I и II состоит из аккумуляторного блока (гидроаккумулятора) 4 и блоков дистанционного управления: 37, 38 — с одной центральной рукояткой; 39 — с двумя педалями с пружинным возвратом; 40 — с обратным клапаном 41, двумя рукоятками, фиксируемыми в трех положениях. При нажатии рукоятки блока управления перемещается один из золотников гидрораспределителя, направляя рабочую жидкость к исполнительному механизму. Аккумуляторный блок 4 питает систему гидравлического управления и создает давление управления. В случае отказа двигателя аккумуляторный блок позволяет выполнить 5—10 переключений золотников в гидрораспределителе, например опустить ковш со стрелой на грунт или снять реактивное давление в гидроцилиндрах при замене рабочего оборудования.

Гидропривод позволяет совмещать два любых рабочих движения с опусканием стрелы в безнасосном режиме, а также переводить стрелу в

«плавающее» положение, при котором обе полости гидроцилиндров стрелы сообщаются со сливом. Для этого в гидрелинию штоковых полостей гидроцилиндров стрелы параллельно встроены обратные клапаны. При нажатии на педаль блока 39 управления золотник Д соединяет поршневые полости гидроцилиндров стрелы со сливным каналом гидрораспределителя П, одновременно обратный клапан соединяет штоковые полости этих гидроцилиндров с гидрелинией слива. Стрела опускается под действием собственного веса и может «плавать» при действии реактивных сил разрабатываемого грунта.

Краны 26, 36 предназначены для подключения манометров 23, 30. На данном экскаваторе может навешиваться и другое рабочее оборудование: к гидроцилиндрам 18, 20 — ковш и рукоять погрузчика, 19 — ковш грейфера. В гидропривод входят также гидроцилиндр 27 поворота колес и заправочный насос 31.

# 6

## Эксплуатация экскаваторов

### 6.1

### Общие правила эксплуатации

Экскаватор относится к самоходным машинам и перед началом эксплуатации должен быть зарегистрирован в территориальном органе Государственной инспекции по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в Российской Федерации (органе Ростехнадзора).

Приказом по предприятию экскаватор закрепляется за машинистом не моложе 18 лет, имеющим удостоверение тракториста-машиниста с отметкой «Машинист экскаватора» соответствующей категории, при отсутствии противопоказаний по состоянию здоровья. Перед началом работы должен быть проведен инструктаж машиниста, а при необходимости — стажировка под руководством опытного инструктора. Разработанная на предприятии производственная инструкция для машиниста экскаватора должна быть выдана ему. График проведения технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта и другая документация, необходимая при работе на экскаваторе, должны быть своевременно доведены до машиниста.

Для обеспечения длительной и безотказной работы необходимо произвести обкатку нового экскаватора, руководствуясь инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя. Во время работы нужно следить за показаниями контрольно-измерительных приборов, своевременно проводить техническое обслуживание, проверять состояние крепления сборочных единиц, при необходимости производить подтяжку креплений, применять эксплуатационные жидкости (топливо, масло и охлаждающие жидкости) только тех марок, которые указаны в инструкции по эксплуатации, не допускать течи, содержать экскаватор в чистоте. Следует своевременно подготовить экскаватор к зимней эксплуатации, провести сезонное техническое обслуживание, в холодное время года (при температуре окружающего воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ ) при длительных остановках сливать воду из системы охлаждения дизеля. Хранение экскаватора в нерабочий период (сроком от 10 дней до 2 мес — кратковременное хранение, свыше — долговременное) в технически исправном состоянии проводится согласно инструкции по эксплуатации экскаватора.

Органы управления расположены в кабине экскаватора. Управление основными движениями экскаватора «вперед», «назад» и рабочего оборудования осуществляется с помощью рычагов или джойстиков, а на гусеничных экскаваторах также поворот «направо» и «налево». На колесных экскаваторах поворот движущегося экскаватора осуществляется рулевым колесом, управление пневмоприводом — педалями и кранами. Применяемые системы гидропривода с двумя главными насосами обеспечивают независимое совмещение двух или трех движений рабочего оборудования.

Расположение органов управления и приборов экскаватора ЕК-14 показано на рис. 6.1.

На электронной панели отображаются параметры работы двигателя, электрооборудования и гидросистемы экскаватора, располагается световая и звуковая сигнализация о недопустимых отклонениях контролируемых параметров.

Современные импортные экскаваторы имеют электронные системы управления двигателем, насосом, гидрораспределителем. Информация о

**Рис. 6.1.** Расположение органов управления и приборов экскаватора ЕК-14:

1 — педаль управления отвалом (нажата вперед — отвал опускается, нажата назад — отвал поднимается); 2 — звуковой сигнал (срабатывает при нажатии); 3 — рулевое колесо (при вращении вправо направляющие колеса поворачиваются направо, при вращении влево — налево); 4 — педаль тормоза (при нажатии затормаживаются колеса); 5 — включатель омывателя и стеклоочистителя; 6 — ускоритель хода (если при нажатой педали рычаг 15 управлением передвижением переместить вперед, экскаватор будет двигаться в сторону переднего моста, если назад — в сторону заднего моста, пропорционально силе нажатия на педаль); 7 — стопор поворотной платформы (поднят — платформа может свободно поворачиваться относительно ходовой рамы, опущен — платформа жестко зафиксирована); 8 — электронная панель (зеленый цвет индикаторов — нормальная работа, красный — опасно); 9 — включатель предпускового подогрева двигателя; 10 — включатель «массы»; 11 — включатель стартера; 12 — рычаг управления поворотом платформы и рукоятку (нейтральное положение — платформа и рукоятка неподвижны, при повороте рычага по стрелке происходит поворот платформы в соответствующем направлении); 13 — рычаг управления подачей топлива (вперед — подача увеличивается, назад — подача уменьшается); 14 — рычаг управления гидромолотом и хода; 15 — рычаг управления передвижением; 16 — кран стояночного тормоза (ручка расположена вдоль оси — экскаватор заторможен, ручка повернута против часовой стрелки — экскаватор расторможен); 17 — кран переключения передач (ручка расположена вдоль оси — движение медленное, ручка повернута против часовой стрелки до упора — быстрое); 18 — включатель фар; 19 — включатель вентилятора; 20 — включатель отопителя; 21 — включатель прожекторов; 22 — включатель габаритных огней; 23 — ручка фиксации пульта; 24 — рычаг управления стрелой и ковшом; 25 — ручка фиксации рулевой колонки; 26 — переключатель поворотов

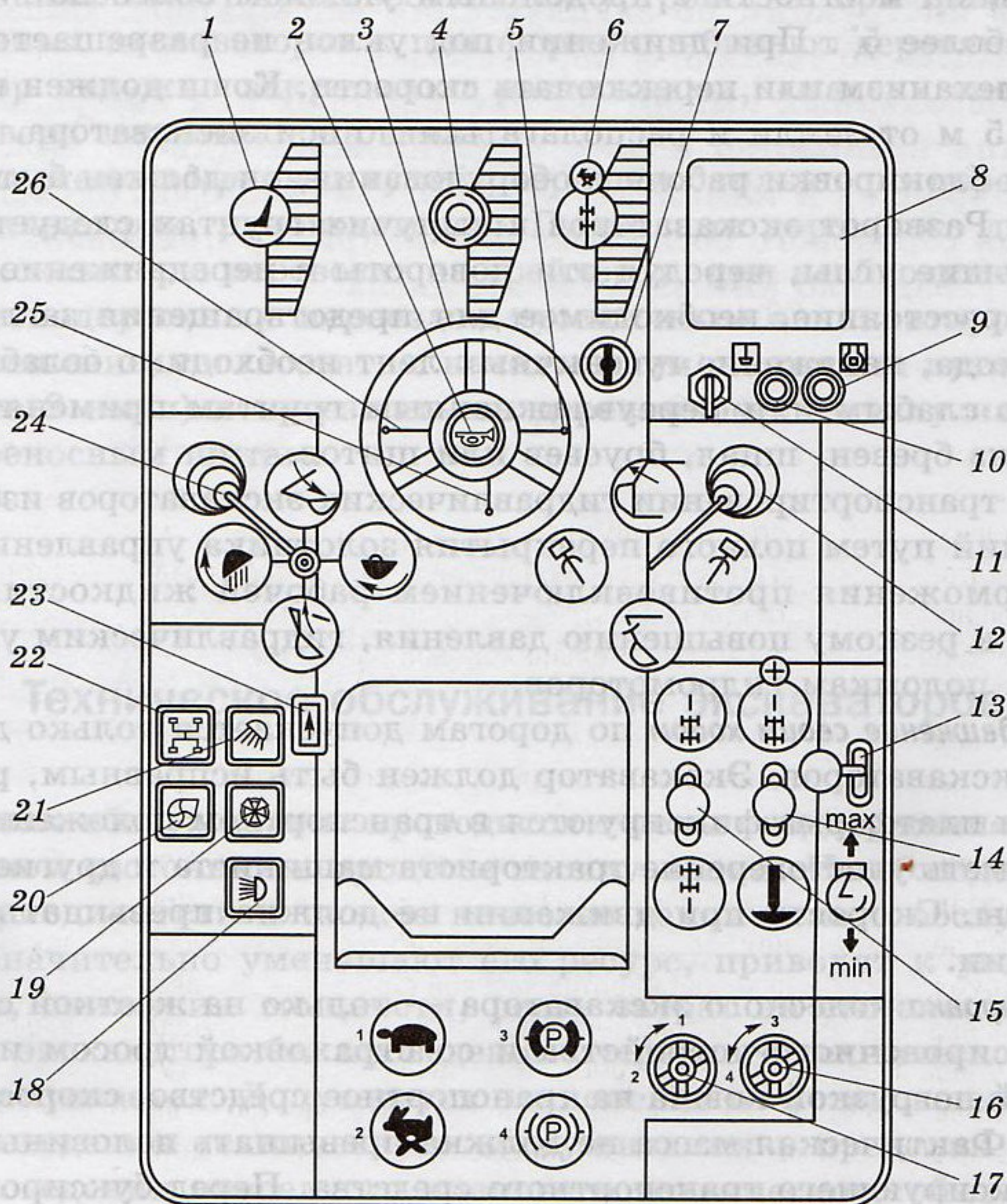


режимах работы отображается на дисплее, в случае отклонения от нормальных режимов работы срабатывает сигнализация.

**Система выбора рабочих режимов** позволяет более эффективно использовать экскаватор, повысить показатели работы, снизить расход топлива и уровень шума. **Режим точного управления** используется при выполнении работ, связанных с малой нагрузкой, а также требующих повышенной точности движения рабочего органа; **универсальный режим** — при обычных землеройных работах с высокой производительностью; **тяжелый режим** — в суровых условиях работы, когда двигатель работает с максимальной нагрузкой.

**Система выбора управления двигателем** позволяет автоматически снижать его обороты при переводе рычагов управления экскаватором в нейтральное положение, что ведет к снижению расхода топлива.

**Система мониторинга** диагностирует узлы экскаватора, при возникновении отклонений на мониторе появляется сообщение об ошибке. Кабина экскаватора имеет повышенную шумоизоляцию и остекление, удобное регулируемое под машиниста кресло с ремнями безопасности, кондиционер, отопление.



По автомобильным дорогам экскаваторы транспортируют в соответствии с Правилами дорожного движения (собственным ходом, на буксире, на грузовых прицепах — трейлерах или в кузове автомобиля).

Перед началом движения необходимо убедиться, что на ходовом устройстве, на экскаваторе и перед экскаватором отсутствуют посторонние предметы, двери кабины закрыты, рабочее оборудование и платформа зафиксированы в транспортном положении, осмотреть путь движения машины и подать предупредительный звуковой сигнал.

Особое внимание требуется при передвижении по территории строительной площадки или ремонтных мастерских, где сосредоточено много техники и обслуживающего персонала.

При необходимости движения через траншеи и канавы устраивают переезды или мосты. Запрещается движение экскаваторов вблизи обрывов и оврагов, на местности с продольным уклоном более  $20^\circ$  и поперечным уклоном более  $5^\circ$ . При движении под уклон не разрешается выключать ходовой механизм или переключать скорости. Ковш должен находиться на высоте 0,5 м от земли и располагаться по оси экскаватора. Если имеется механизм блокировки рабочего оборудования, он должен быть обязательно включен. Разворот экскаваторов в сыпучих грунтах следует производить на небольшие углы, чередуя эти повороты с передвижением вперед или назад на расстояние, необходимое для предотвращения заглобления гусеничного хода, натяжение гусеничных лент необходимо ослабить. При движении по слабым или переувлажненным грунтам применяют сплошные настилы из бревен, шпал, брусьев или щитов.

При транспортировании гидравлических экскаваторов избегают резких торможений путем полного перекрытия золотника управления ходом, особенно торможения противовключением рабочей жидкости, так как это приводит к резкому повышению давления, гидравлическим ударам, разрывам труб, поломкам гидромоторов.

**Передвижение своим ходом** по дорогам допускается только для пневмоколесных экскаваторов. Экскаватор должен быть исправным, рабочее оборудование и платформа фиксируются в транспортном положении. Машинист должен иметь удостоверение тракториста-машиниста и другие необходимые документы. Скорость при движении не должна превышать указанную в инструкции.

**Буксировка** колесного экскаватора — только на жесткой сцепке с помощью буксировочного устройства и со страховкой тросом или цепями, с частичной погрузкой ковша на транспортное средство, скорость — не более 40 км/ч. Фактическая масса не должна превышать половины фактической массы буксирующего транспортного средства. Перед буксировкой соединя-

ют поршневую и штоковую полости гидроцилиндров рулевого управления, отключают трансмиссию от ведущих колес, чтобы избежать поломки механизмов. Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов укладывают в кузов буксирующего автомобиля на предварительно уложенные бруски или насыпной грунт. Стрелу устанавливают в «плавающее» положение; стопор поворотной платформы должен быть поднят, отвал и выносные опоры подняты и зафиксированы. Соединяют пневмосистему тормозов и системы электрооборудования экскаватора с буксиром (согласно инструкции по эксплуатации), проверяют работу тормозной системы экскаватора и тягача, правильность работы приборов освещения и сигнализации.

**На трейлерах** и грузовых автомобилях экскаваторы перевозят по автомобильным дорогам на расстояние до 200 км. Все сборочные единицы, которые не вписываются в допустимые габариты, демонтируют. При невозможности демонтажа получают специальное разрешение на транспортирование негабаритных грузов. На трейлеры экскаваторы грузят своим ходом, располагают точно по оси трейлера, рабочий орган должен быть опущен и установлен на деревянные прокладки, гусеничный экскаватор размещают на деревянном основании. Экскаватор должен быть надежно заторможен: под колеса устанавливают противооткатные устройства, при транспортировании гусеничных экскаваторов к платформе прибывают деревянные бруски; экскаватор надежно закрепляют растяжками, «массу» экскаватора отключают, дверь закрывают на замок.

**Пересечение железнодорожных путей** разрешено только по переездам на колесных экскаваторах, руководствуясь Правилами дорожного движения; гусеничные экскаваторы перевозят на трейлерах, при необходимости пересечения железнодорожных переездов гусеничным экскаватором нужно получить разрешение, согласовать с начальником дистанции пути (так как скорость менее 8 км/ч) и проезжать по деревянному настилу из брусьев, шпал или переносным щитам.

## 6.4

## Техническое обслуживание экскаваторов

Техническое обслуживание проводится с целью поддержания экскаватора в исправном состоянии в процессе эксплуатации. Несоблюдение установленной периодичности и низкое качество технического обслуживания экскаватора значительно уменьшают его ресурс, приводят к увеличению числа отказов, снижению мощности, росту затрат на его эксплуатацию. Эксплуатация экскаватора без проведения очередного технического обслуживания не допускается. Допускается отклонение от установленной периодичности проведения технического обслуживания в пределах 5...10%. Отметки о проведении очередного планового технического обслуживания

(за исключением ежесменного) должны быть занесены в формуляр (журнал) экскаватора. Операции технического обслуживания, связанные с разборкой агрегатов дизеля, проводят в закрытом помещении для предохранения от попадания пыли и грязи во внутренние полости дизеля. Все неисправности, обнаруженные при проведении технического обслуживания, должны быть устранены.

#### **Виды и периодичность проведения технического обслуживания**

Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО) .....	8... 10 мото-ч
Первое техническое обслуживание (ТО-1).....	125 мото-ч
Второе техническое обслуживание (ТО-2) .....	500 мото-ч
Третье техническое обслуживание (ТО-3) .....	1 000 мото-ч
Сезонное техническое обслуживание (СТО).....	2 раза в год

Каждое последующее техническое обслуживание содержит в себе операции предыдущего, т.е. при проведении ТО-1 выполняют работы ЕТО и ТО-1, при проведении ТО-2 — ЕТО, ТО-1, ТО-2 и т.д. Сезонное техническое обслуживание проводят в весенне-летний и осенне-зимний периоды совместно с предстоящим техническим обслуживанием. Наименование и сроки проведения работ по техническому обслуживанию, способы их выполнения указаны в инструкции по эксплуатации экскаватора. Смазывание узлов проводят согласно таблице и карте смазки.

На современных импортных экскаваторах при наступлении срока обслуживания компьютер подаст предупреждающий сигнал. Применение новых материалов и комплектующих увеличило срок службы и интервал проведения сервисного обслуживания, например применение новых типов фильтров увеличило интервал смены масла.

При транспортировании гидравлических экскаваторов избегают резких торможений путем полного перекрытия золотника управления ходом, особенно торможения протяжкой рабочей жидкости, так как это приводит к резкому повышению давления, гидравлическим ударам в трубах, поломкам и износу деталей.

Передвижение своим ходом по дорогам допускается только для лесных экскаваторов. Экскаватор должен быть исправным, рабочее оборудование должно находиться в транспортном положении. Движение экскаватора должно осуществляться по прямой линии. При движении по дорогам экскаватор должен двигаться со скоростью не более 10 км/ч. При движении по дорогам экскаватор должен двигаться со скоростью не более 10 км/ч. При движении по дорогам экскаватор должен двигаться со скоростью не более 10 км/ч.

# 7

## Организация экскаваторных работ

### 7.1 Грунты и земляные сооружения

**Грунты** — горные породы или почвы. Грунты минерального происхождения подразделяют на несколько (песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые), конгломераты и скальные. При проведении строительных работ с помощью экскаваторов разрабатывают грунты *I—IV категории*:

*I* категория — песчаные, супесчаные, растительный грунт и торф;

*II* категория — суглинистые, гравий размером до 15 мм;

*III* категория — жирная глина, тяжелый суглинок, крупный гравий;

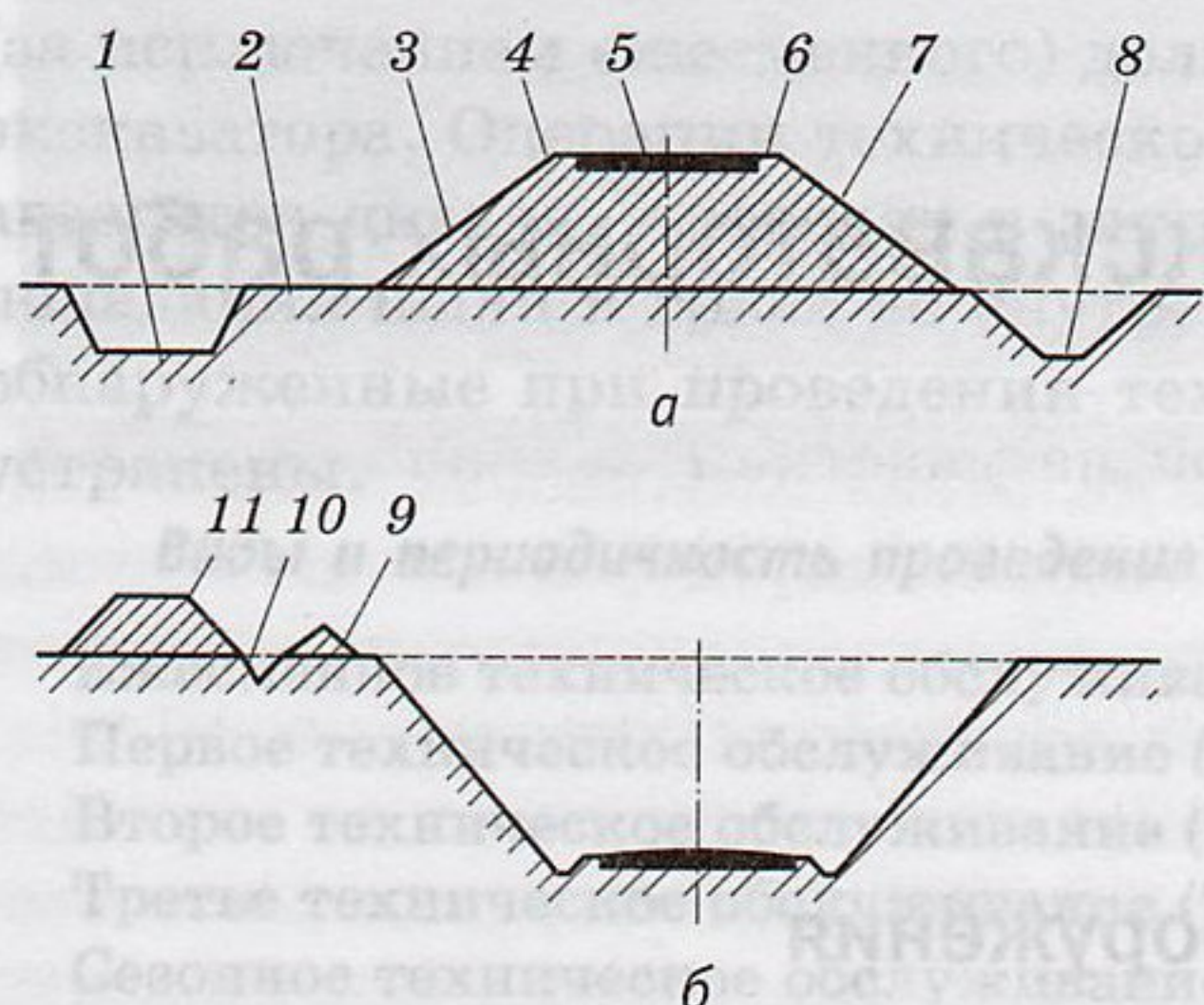
*IV* категория — ломовая глина, суглинок со щебнем.

Чем выше категория грунта, тем труднее его разработка.

Песчаные грунты содержат не менее 82 % песчаных частиц (размером 0,05... 4 мм) и не более 3 % глинистых (размером менее 0,005 мм) глинистые — более 25 % глинистых частиц, супесчаные — не менее 50 % песчаных и 3... 12 % глинистых частиц, суглинистые — 12... 25 % глинистых частиц.

Конгломераты — это обломочные породы, сцементированные минеральным цементом, их твердость зависит от состава связующего материала. К *основным физическим свойствам* грунтов относятся пористость, объемная масса, разрыхляемость, липкость, коэффициенты трения грунта о сталь и грунта по грунту, влажность, пластичность, консистенция.

**Земляные сооружения** представляют собой группу инженерных сооружений, образуемых в грунтовом массиве или возводимых из грунта, уложенного на поверхности земли (рис. 7.1). **Банкет** — невысокий земляной вал, устраиваемый с нагорной стороны вдоль верхней бровки откоса выемки, предназначенный для защиты выемки от стока поверхностных вод. **Контрбанкет** — невысокий земляной вал, устраиваемый вдоль нижней бровки откоса насыпи, расположенной на косогоре (для предотвращения сползания грунта насыпь делается на ступенчатом основании). **Берма** — площадка у верхнего откоса земляного сооружения. Защитная берма — площадка, отделяющая насыпь от резерва. **Бруствер** — отвал грунта, образованный после разработки траншеи и расположенный вдоль нее. **Выемка** — земляное сооружение, которое находится ниже поверхности земли. **Земляное полотно** — земляное основание дороги, образованное насыпями и выемками. **Кавальер** — отвал, отсыпанный из



**Рис. 7.1.** Земляные сооружения и их основные элементы:

*a* — в насыпи; *б* — в выемке; 1 — боковой резерв; 2 — берма; 3 — откос; 4 — бровка; 5 — проезжая часть; 6 — обочина; 7 — насыпь; 8 — кювет; 9 — банкет; 10 — забанкетная канава; 11 — кавальер

лишнего грунта, образовавшегося при разработке выемки (кавальер располагается вдоль выемки). **Канава** — выемка с малым сечением и большой протяженностью, служащая для отвода поверхностных вод. **Кювет** — канава, расположенная в непосредственной близости от дороги. **Нагорная канава** устраивается вдоль земляного сооружения и служит для отвода грунтовых вод, поступающих по склону местности. **Карьер** — выемка, из которой берут грунт для сооружения насыпи (размещается вдали от сооружения). **Котлован** — открытая разработка, предназначенная для устройства в ней части сооружения (например, фундаментов). **Насыпь** — земляное сооружение, образованное отсыпанным над поверхностью земли грунтом.

**Резерв** — выемка, грунт из которой использован для сооружения насыпи. **Траншея** — выемка значительной длины и сравнительно небольшой ширины, предназначенная для укладки трубопроводов и других коммуникаций.

## 7.2

## Основные элементы земляных сооружений

**Откосом** называется боковая поверхность выемки или насыпи, соединяющая верхнюю и нижнюю бровки. **Заложение откоса** — это проекция линии откоса на горизонтальную плоскость. **Крутизну откоса** характеризуют углом  $\alpha$  между направлением откоса и горизонтальной плоскостью или коэффициентом заложения откоса  $m$ :  $m = a/h = l \cos \alpha / h = \operatorname{ctg} \alpha$ , где  $a$  — заложение откоса;  $h$  — высота откоса;  $l$  — ширина откоса.

**Бровка откоса** — линия пересечения поверхности откоса с поверхностью земли или сооружения (различают верхнюю и нижнюю бровки). **Подшва откоса** — линия пересечения поверхности откоса сооружения с поверхностью

земли или основанием выемки (то же, что и нижняя бровка откоса). **Угол естественного откоса** — угол, образующийся с горизонтальной плоскостью откоса грунта, отсыпаемого без воздействия на него, т.е. без уплотнения. **Уклон** — подъем или опускание поверхности дна траншеи, местности или дороги,  $i = H/l$ , где  $H$  — разница отметок на участке  $l$ . Уклон может выражаться в относительных единицах (например, 0,005) или промилле (например, 0,5 ‰).

Рабочая зона, или **забой**, — место работы экскаватора. К забою относятся площадка, на которой стоит экскаватор, часть поверхности, с которой вынимают грунт, и площадка для установки транспортных средств, подаваемых под погрузку. Когда работу ведут в отвал, к забою относят также площадку для размещения выгружаемого из ковша грунта. Забой перемещается по мере разработки грунта экскаватором. **Размеры и форма** забоя зависят от габаритов экскаватора, вида рабочего оборудования, его размеров и вида транспортных средств. При всех экскаваторных работах забой проектируют и организуют так, чтобы лучше использовать оборудование, добиваться высокой производительности труда и снижения стоимости работ. Установка экскаваторов в забое регламентируется технологическими картами, в которых указывают размеры забоя, расстановку транспортных средств, размеры передвижек и т.п.

### 7.3

## Технология и организация производства работ

Технологическая схема производства земляных работ одноковшовыми экскаваторами складывается из четырех основных рабочих процессов: разработка и выемка грунта; перемещение его к месту укладки; укладка грунта в насыпь или отвал; отделка земляного сооружения, т.е. доведение выемки и насыпи до проектного профиля. При организации работ и рабочих мест, производстве работ руководствуются требованиями СНиП 12-03—2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» и СНиП 12-04—2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство». Машинисту экскаватора перед началом работ выдают технологическую карту и наряд на выполнение работ.

**Разработка и выемка грунта.** Одноковшовыми экскаваторами грунт в забое разрабатывают несколькими проходками. Параметры проходок и забоев должны обеспечивать возможность работы экскаватора с наименьшими затратами времени на выполнение рабочего цикла экскавации (копание, поворот платформы с груженым ковшом, разгрузка ковша, поворот платформы в забой и опускание ковша в положение резания).

Продолжительность цикла экскавации — один из основных факторов, влияющих на производительность экскаватора. При этом особое значение

имеют операции поворота платформы, занимающие до 60 % продолжительности цикла. Для сокращения времени на выполнение рабочего цикла экскавации:

ширина проходок должна обеспечивать работу экскаватора при среднем значении углов поворота в пределах  $70^\circ$ ;

глубина (высота) забоев должна быть не менее длины стружки грунта, необходимой для заполнения ковша;

длина проходок должна обеспечивать наименьшее число вводов экскаватора в забой и выводов из забоя;

радиус копания должен быть в пределах  $0,7—0,9$  наибольшего радиуса копания для данного типа экскаватора;

копание грунта производят при полной мощности двигателя;

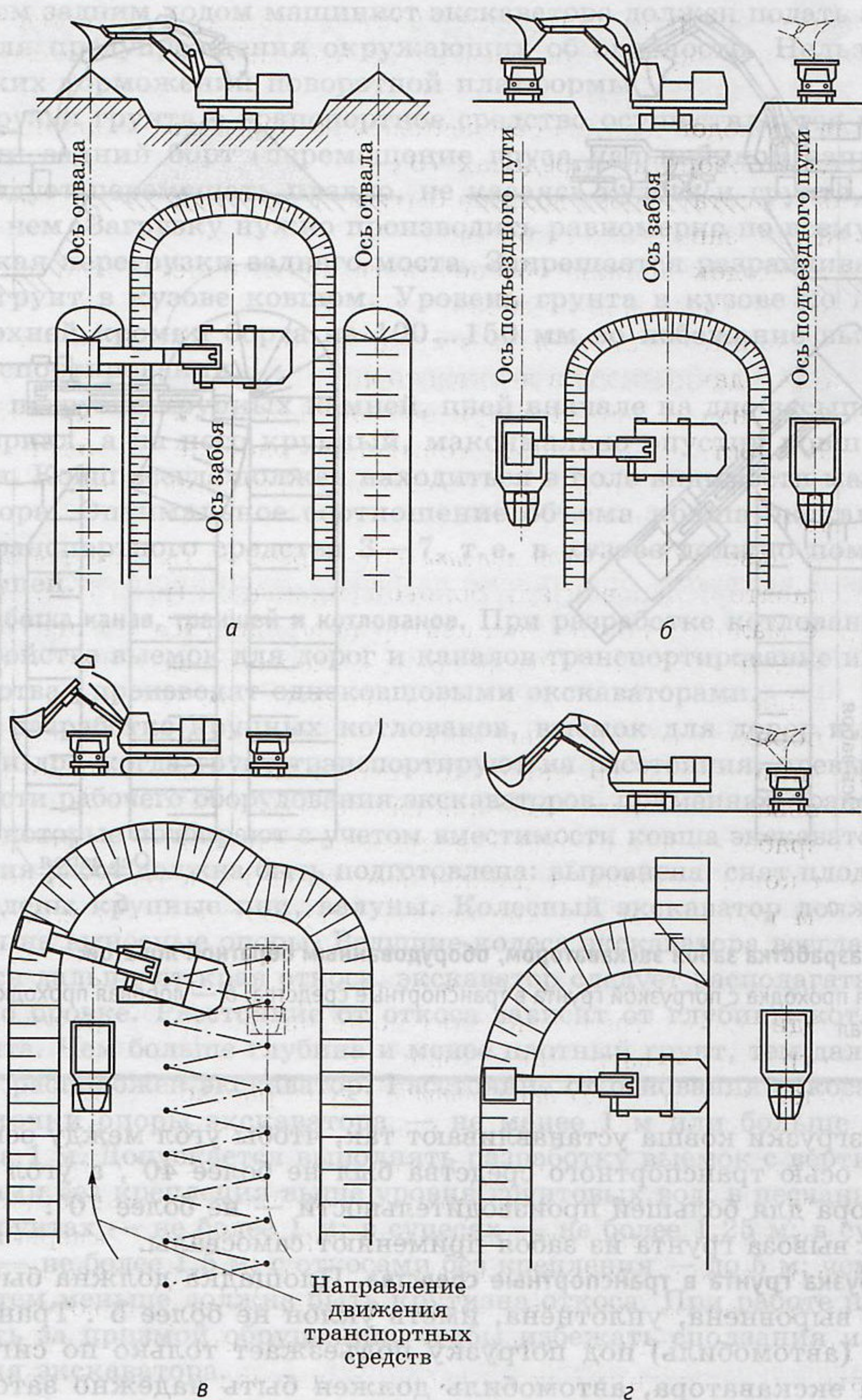
по возможности максимально совмещают рабочие операции;

при разработке грунтов I—III категорий применяют ковши увеличенной вместимости.

При использовании *прямой лопаты* грунт разрабатывают выше уровня стоянки экскаватора лобовой или боковой проходкой (рис. 7.2). При лобовой проходке малой ширины экскаватор перемещается по центру, а при большой — зигзагообразно. Мягкие грунты разрабатывают так, чтобы каждое последующее копание перекрывало предыдущее; твердые грунты — в шахматном порядке; глубокие выемки — уступами, при этом сначала разрабатывают пионерную траншею лобовым или расширенным забоем, а затем — боковыми забоями. Подошва каждого уступа должна иметь уклон в сторону разработки для отвода ливневых вод. Прямой лопатой с поворотным ковшом ковш заполняют движением, близким к прямолинейному, с последующим поворотом его «на себя». Разработку забоя или погрузку сыпучих материалов осуществляют с верхней части забоя. Поворотом рукояти и ковша или только поворотом ковша наполняют его, поворачивают «на себя», поднимают стрелу, выводят ковш из забоя, поворачивают платформу на выгрузку и разгружают ковш.

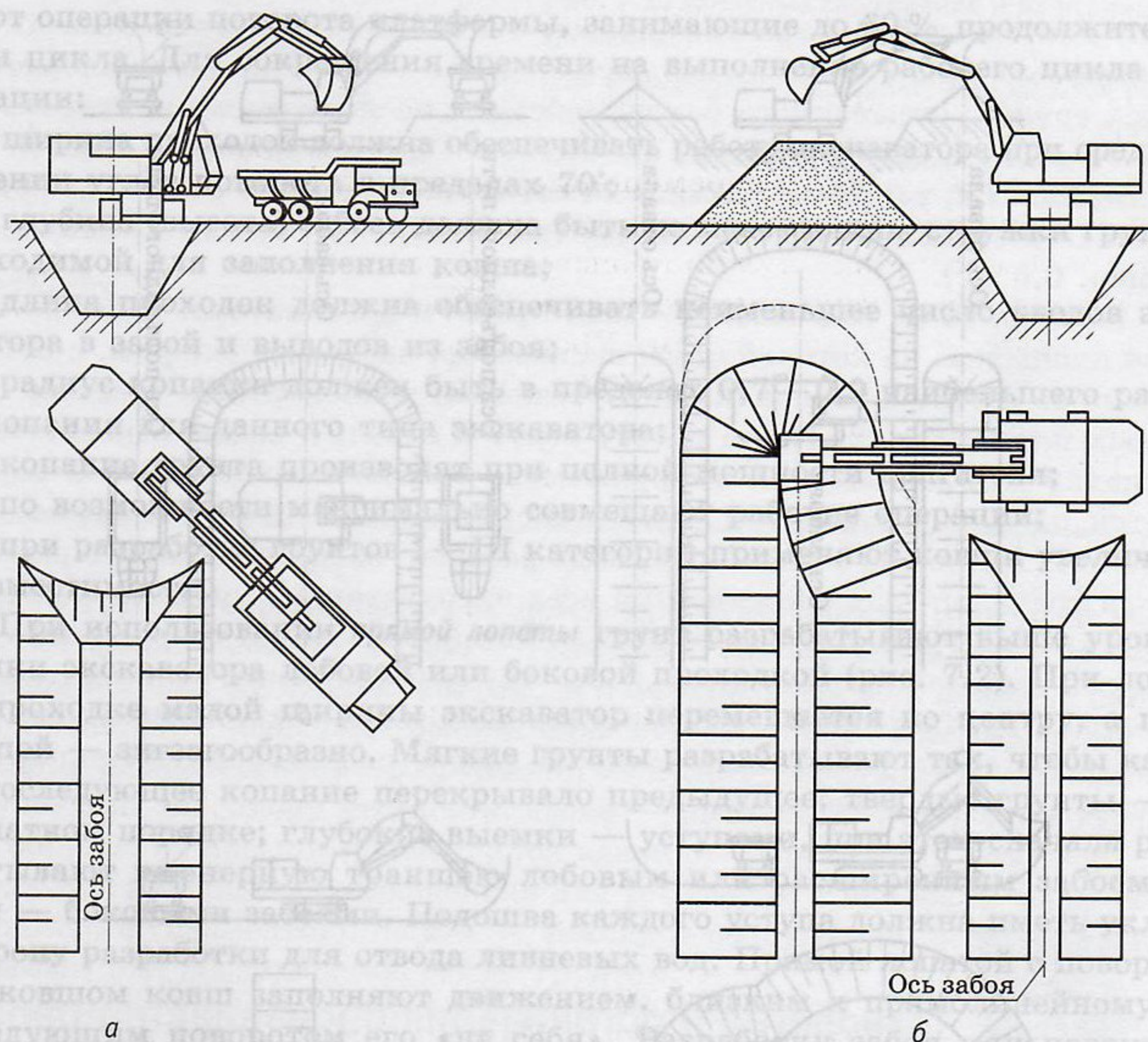
При использовании *обратной лопаты* грунт разрабатывают в основном ниже уровня стоянки экскаватора лобовой проходкой (рис. 7.3), а при очистке каналов, зачистке откосов котлованов — боковой. При разработке широких котлованов грунт разрабатывают лобовой проходкой, при этом экскаватор перемещают зигзагообразно или параллельно. Размеры проходок зависят от параметров обратной лопаты. Наполняют ковш поворотом ковша «к себе» или поворотом рукояти «к себе» с последующим поворотом ковша. Толщину резания грунта регулируют подъемом или опусканием стрелы. Заполненный ковш поднимают из забоя, поднимая стрелу и поворачивая рукоять «от себя». После вывода ковша из забоя поворачивают платформу в сторону разгрузки. Разгружают ковш поворотом его «от себя». При погрузке грунта в транспортные средства ширина проходки составляет  $1,2—1,3$  наибольшего радиуса копания, при отсыпке в отвал  $0,5—0,8$  этого же радиуса, причем ось рабочего перемещения экскаватора смещают в сторону подхода транспортных средств. Экскаватор и транспортные средства во





**Рис. 7.2. Разработка забоя экскаватором, оборудованным прямой лопатой:**

*а* — лобовая проходка с укладкой грунта на обе стороны забоя; *б* — лобовая проходка с двусторонней погрузкой грунта в транспортные средства, перемещающиеся по верху забоя; *в* — широкая разработка с погрузкой грунта в транспортные средства, перемещающиеся по подошве забоя; *г* — боковая проходка с погрузкой грунта в транспортные средства



**Рис. 7.3.** Разработка забоя экскаватором, оборудованным обратной лопатой:

*а* — лобовая проходка с погрузкой грунта в транспортные средства; *б* — лобовая проходка с укладкой грунта в отвал

время разгрузки ковша устанавливают так, чтобы угол между осью экскаватора и осью транспортного средства был не более  $40^\circ$ , а угол поворота экскаватора для большей производительности — не более  $70^\circ$ .

Для вывоза грунта из забоя применяют самосвалы.

**Погрузка грунта в транспортные средства.** Площадка должна быть подготовлена: выровнена, уплотнена, иметь уклон не более  $5^\circ$ . Транспортное средство (автомобиль) под погрузку подъезжает только по сигналу машиниста экскаватора, автомобиль должен быть надежно заторможен, водитель обязан покинуть его и отойти на безопасное расстояние, остальные транспортные средства не должны находиться в опасной зоне. Расстояние от бровки откоса до ближайшей опоры экскаватора, а также от стенки забоя до задней поворотной части экскаватора — не менее 1 м. Ни экскаватор, ни транспортное средство не должны находиться в призме обрушения грунта. Перед выполнением рабочей операции или перед

движением задним ходом машинист экскаватора должен подать звуковой сигнал для предупреждения окружающих об опасности. Нельзя допускать резких торможений поворотной платформы.

Погрузка грунта в транспортное средство осуществляется через боковой или задний борт (перемещение груза над кабиной запрещено). Ковш следует перемещать плавно, не касаясь кузова и грунта, находящегося в нем. Загрузку нужно производить равномерно по всему кузову, не допуская перегрузки заднего моста. Запрещается разравнивать и уплотнять грунт в кузове ковшем. Уровень грунта в кузове по краям — ниже верхней кромки борта на 100...150 мм во избежание высыпания при транспортировании.

При погрузке крупных камней, пней вначале на дно засыпают мелкий материал, а на него крупный, максимально опустив ковш к месту разгрузки. Ковш всегда должен находиться в поле видимости машиниста экскаватора. Оптимальное соотношение объема ковша экскаватора и кузова транспортного средства 3—7, т.е. в кузове должно помещаться 3—7 ковшей.

**Разработка канав, траншей и котлованов.** При разработке котлованов, траншей, устройстве выемок для дорог и каналов транспортирование и укладку грунта в отвал производят одноковшовыми экскаваторами.

При разработке крупных котлованов, выемок для дорог и каналов, карьеров и др., когда грунт транспортируют на расстояния, превышающие возможности рабочего оборудования экскаваторов, применяют транспортные машины, которые подбирают с учетом вместимости ковша экскаватора. Зона выполнения работ должна быть подготовлена: выровнена, снят плодородный слой, удалены крупные пни, валуны. Колесный экскаватор должен быть выставлен на выносные опоры. Ведущие колеса экскаватора всегда должны находиться дальше от края откоса, экскаватор следует располагать перпендикулярно бровке. Расстояние от откоса зависит от глубины котлована и типа грунта. Чем больше глубина и менее плотный грунт, тем дальше должен быть расположен экскаватор. Расстояние от основания откоса до ближайшей точки опоры экскаватора — не менее 1 м или больше глубины выемки на 1 м. Допускается выполнять разработку выемок с вертикальными стенками без крепления выше уровня грунтовых вод: в песчаных и гравийных грунтах — не более 1 м; в супесях — не более 1,25 м; в суглинках и глинах — не более 1,5 м; с откосами без крепления — до 5 м; чем больше глубина, тем меньше должна быть крутизна откоса. При работе необходимо следить за призмой обрушения, чтобы избежать сползания или опрокидывания экскаватора.

# 8

## Охрана труда и окружающей среды

### 8.1

### Требования к машинисту экскаватора

Машинист обязан строго соблюдать требования охраны труда при эксплуатации экскаватора, должен знать о вредных и опасных факторах. Для этого проводят инструктажи.

**Вводный инструктаж** при приеме на работу машиниста экскаватора проводит инженер по охране труда.

**Инструктаж на рабочем месте** проводит руководитель подразделения: **первичный** — при допуске вновь принятого машиниста к работе на экскаваторе; **повторный** — периодически не реже 1 раза в 3 мес; **внеплановый** — при изменении законодательных актов об охране труда и инструкций, при переводе машиниста с одной модели экскаватора на другую, при изменении условий или характера работы, при нарушении машинистом требований охраны труда, если это создало реальную угрозу наступления тяжких последствий (авария, несчастный случай), связанных с эксплуатацией экскаватора; **целевой** — при проведении несвойственных (разовых) работ, при выдаче наряда-допуска на проведение опасных работ, при ликвидации последствий аварий и т. п. Проведение инструктажа на рабочем месте заканчивается устной проверкой усвоенного и записью в Журнале инструктажей с указанием даты проведения, фамилий инструктора и инструктируемого и их подписями.

**Во время работы** машинист должен быть в соответствующей сезону спецодежде, застегнутой на все пуговицы, и спецобуви, волосы должны быть заправлены под головной убор. Машинист должен иметь удостоверение тракториста-машиниста с отметкой «Машинист экскаватора» соответствующей категории, регистрационные документы на экскаватор, документ, подтверждающий право владения (пользования), путевой лист, страховой полис, талон-допуск на право эксплуатации. Машинист допускается к работе только после медицинского освидетельствования.

Машинист обязан сообщать руководителю подразделения об аварийных ситуациях, плохом самочувствии, неисправности экскаватора или рабочего оборудования.

За соблюдение правил и требований безопасности труда при работе, техническом обслуживании и транспортировании экскаватора отвечает ма-

шинист. Контроль за соблюдением правил и инструкций по охране труда осуществляют органы государственного надзора, служба охраны труда в организации, инспекция по труду; высший надзор осуществляет Генеральный прокурор Российской Федерации. Работодатель несет ответственность за состояние охраны труда в организации, руководитель подразделения — за безопасные условия труда. Виновные в нарушении законодательства о труде и правил по охране труда несут **дисциплинарную, административную, уголовную, гражданскую ответственность** согласно законодательству Российской Федерации. Руководитель не должен принуждать подчиненных к нарушению инструкций и не позволять их совершать. Отказ работника от выполнения тяжелых и вредных работ, не предусмотренных трудовым договором, не влечет за собой каких-либо необоснованных последствий для него.

## 8.2

### Правила безопасности при работе на экскаваторе

Для обеспечения безопасной работы и предупреждения несчастных случаев во время эксплуатации и технического обслуживания приступать к работе следует только после изучения устройства и правил эксплуатации экскаватора.

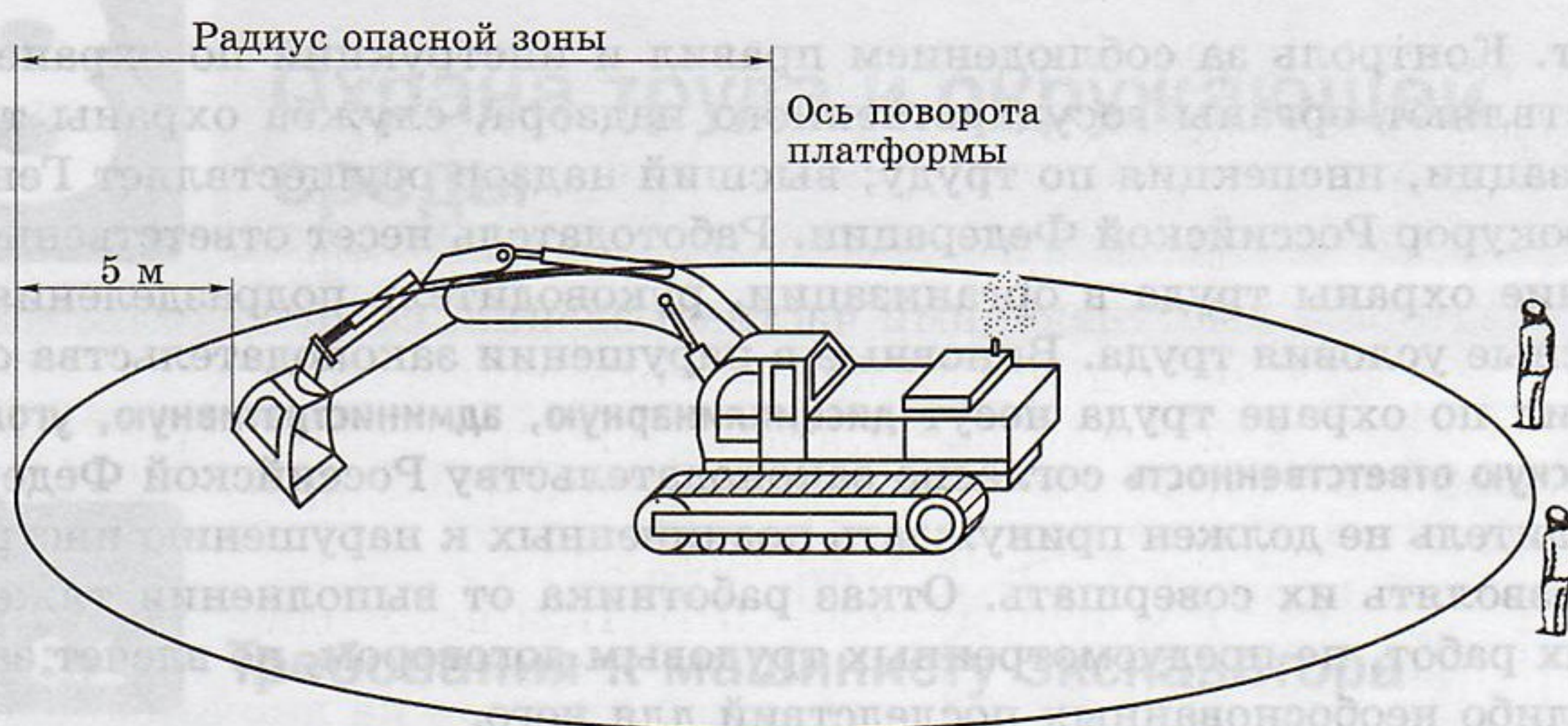
**Перед началом работы** машинист проводит ЕТО, убеждается в исправности и укомплектованности экскаватора, получает задание и точные указания о порядке выполнения работ согласно проекту производства и технологической карте, при необходимости получает инструктаж и схемы коммуникаций.

Экскаватор должен быть оборудован проблесковым маячком желтого или оранжевого цвета.

Машинист должен убедиться, что рабочая площадка подготовлена, выровнена и уплотнена, ограждена; уклон площадки не должен превышать  $5^\circ$ , забой должен быть освобожден от посторонних предметов, крупных камней, пней, мешающих работе. Колесный экскаватор должен быть выставлен на все выносные опоры. При наличии подземных коммуникаций машинисту должна быть выделена их точная схема, на местности коммуникации должны быть обозначены вешками.

Пуск двигателя производят при нейтральном положении рычагов управления. Перед включением механизмов машинист должен убедиться в отсутствии людей в зоне работы и подать предупредительный звуковой сигнал.

**В процессе работы** запрещается работать на неисправном экскаваторе, отлучаться от экскаватора при работающем двигателе, покидать кабину до опускания рабочего органа на грунт, передавать управление экскаватором



**Рис. 8.1.** Опасная зона при работе экскаватора

кому-либо и сходить с экскаватора (или влезать) во время передвижения или работы. На экскаваторе запрещено находиться посторонним лицам.

Запрещается включать поворот платформы или передвижение экскаватора в процессе копания грунта, удалять с помощью ковша одноковшового экскаватора камни, железобетонные изделия, металлические балки и другие предметы неизвестной массы, засыпанные землей или закрепленные, так как это может вызвать перегрузку и опрокидывание экскаватора. Нельзя перевозить груз или грунт в ковше экскаватора, работать в ночное время без нормального освещения забоя.

Не допускается располагать экскаватор в призме обрушения, находиться людям в опасной зоне (рис. 8.1), производить земляные работы в зоне подземных коммуникаций без разрешения их владельца и без схем этих коммуникаций. В случае обнаружения при производстве работ подземных сооружений, трубопроводов, газопроводов, опасных предметов, кладов работы должны быть приостановлены, проинформирован непосредственный руководитель и соответствующие службы, организована охрана места.

При выполнении работ на экскаваторе *опасной зоной* является пространство вокруг экскаватора, равное радиусу действия стрелы плюс 5 м. В опасной зоне никого не должно быть, а при появлении кого-нибудь машинист должен немедленно прекратить работу.

Опасная зона должна быть ограждена.

При погрузке длинномерных грузов грейферным захватом, работе с электромагнитом или гидромолотом опасная зона увеличивается из-за вероятности отлета в 1,5 раза.

При перемещении экскаватора по забою рабочее оборудование устанавливают строго по направлению хода, а ковш поднимают над землей на высоту 0,5...1 м, поворотную платформу застопоривают.

При складировании грунта в отвал вдоль откоса траншеи расстояние от бровки до отвала — не менее 0,5 м, высота отвала — не более 2 м.

При возникновении опасности самопроизвольного смещения (откаты-вания) экскаватора под гусеницы или колеса подкладывают инвентарные упоры.

Расстояние между задней частью поворотной платформы одноковшового экскаватора и выступающими частями здания, сооружения, штабелями груза, стеной забоя и другими предметами должно быть не менее 1 м.

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей вдоль воздушных линий электропередачи (ЛЭП) установлены **охранная и опасная зоны**, в которых работа экскаваторов запрещена. Размеры охранной и опасной зон зависят от напряжения ЛЭП. При необходимости выполнения работы экскаватором в охранной зоне ЛЭП следует получить разрешение организации, эксплуатирующей ЛЭП; работы выполняют под руководством ответственного лица с выдачей наряда-допуска.

Ответственный за проведение работ определяет порядок безопасного выполнения работ, проводит инструктаж, указывает место установки экскаватора.

Проведение работ вблизи действующих подземных коммуникаций (газопровода, кабелей) осуществляется при наличии наряда-допуска, разрешения эксплуатирующей организации и присутствии ответственного за проведение работ. Для уточнения соответствия проходящих коммуникаций со схемой роют шурфы или траншеи. Вблизи коммуникаций на расстоянии 1 м по вертикали и 2 м по горизонтали работы ведут ручным или механизированным инструментом, который не может повредить коммуникации.

К выполнению работ с грузозахватными органами допускаются лица, имеющие стаж работы на экскаваторе данного типа, дополнительно обученные и аттестованные на знание Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах.

После окончания работы нужно поставить экскаватор в отведенное для стоянки место; затормозить машину; опустить рабочий орган на землю; поставить все рычаги в нейтральное положение; заглушить двигатель; очистить машину от пыли, материала и грязи, смазать; взять ключ из замка, закрыть дверь, исключить доступ посторонних лиц к машине и возможность ее запуска; сдать ключи и экскаватор на хранение; доложить руководителю о неисправностях и сделать запись в журнале передачи смен.

К аварийным ситуациям относятся дорожно-транспортное происшествие, опрокидывание, пожар, обнаружение или повреждение необозначенных подземных кабелей, коммуникаций, взрывоопасных предметов, вредных газов.

При любой аварийной ситуации нужно немедленно остановить экскаватор, опустить рабочее оборудование на землю (если выполнялись работы), заглушить двигатель выключением подачи топлива, отключить «массу», покинуть экскаватор.

Необходимо устранить действие опасного фактора, выставить знак, предупреждающий об опасности, сообщить в соответствующие службы, поставить в известность непосредственного руководителя, помочь постра-

давшим, принять меры по сохранению обстановки (начертить схему, сфотографировать), записать данные свидетелей происшествия.

При аварии во время движения по дорогам, возникновении дорожно-транспортного происшествия следует действовать согласно Правилам дорожного движения: немедленно остановиться; выставить знак аварийной остановки; сообщить непосредственному руководителю; вызвать инспектора ГИБДД МВД России; если есть пострадавшие, приступить к оказанию первой медицинской помощи, вызвать «скорую помощь».

При обнаружении необозначенных подземных коммуникаций во время производства работ, а также при их повреждении нужно немедленно прекратить работы, опустить рабочий орган, заглушить двигатель и выйти из опасной зоны, поставить в известность непосредственного руководителя, выставить ограждение, охранять место происшествия до прибытия соответствующих органов надзора.

При возникновении пожара машинист обязан вызвать пожарную службу и приступить к тушению пожара в соответствии с правилами пожарной безопасности.

### 8.3

## Правила проведения технического обслуживания и ремонта

Операции технического обслуживания следует выполнять только на ровной твердой площадке, при неработающем двигателе, опущенном рабочем органе и заторможенном экскаваторе. Для подъема экскаватора (например, при снятии колес) применяют домкраты, после подъема под экскаватор нужно подставить подкладки и упоры, предназначенные для этого, проводить техническое обслуживание на вывешенном экскаваторе запрещено. При пользовании подъемно-транспортными средствами следует соблюдать требования безопасности. При осмотре нужно пользоваться переносной лампой напряжением 36 В (не более 42 В). Лампа должна быть защищена проволочной сеткой. Инструмент и приспособления для проведения технического обслуживания должны быть исправными, соответствовать назначению и обеспечивать безопасное выполнение работ. Накачивать шины без контроля давления не допускается. При обслуживании аккумуляторных батарей избегать попадания электролита на кожу и одежду; прочищать вентиляционные отверстия; очищать батареи обтирочным материалом, смоченным в растворе аммиака (нашатырного спирта); при корректировке уровня электролита доливать только дистиллированную воду; не включать аккумуляторную батарею обратной полярностью. Во избежание ожогов следует соблюдать осторожность при открывании пробки водяного радиатора, при спуске горячей воды из системы охлаждения и масла из картера дизеля. При разборке и выполнении работ на пневмо- и гидросистемах



необходимо убедиться в отсутствии в них давления. Электросварку на экскаваторе разрешено выполнять только при выключенном выключателе «массы».

Экскаватор должен быть оборудован огнетушителем порошкового типа. Не допускается работа в одежде, пропитанной нефтепродуктами. Обтирочный материал после использования складывают в специальные плотно закрывающиеся металлические ящики. При промывке деталей нужно принять меры, исключающие воспламенение паров промывочной жидкости. Не допускать использование открытого пламени. При воспламенении экскаватора следует тушить очаг возгорания порошковым огнетушителем, засыпать его песком, накрыть брезентом, мешковиной или другой плотной тканью. Использовать углекислотный огнетушитель можно только на открытом пространстве во избежание отравления. Нельзя заливать горящее топливо водой.

## 8.4

### Охрана окружающей среды

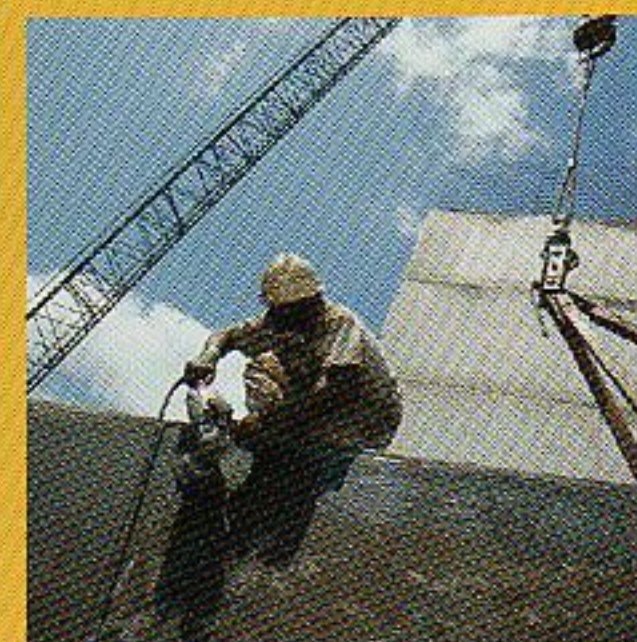
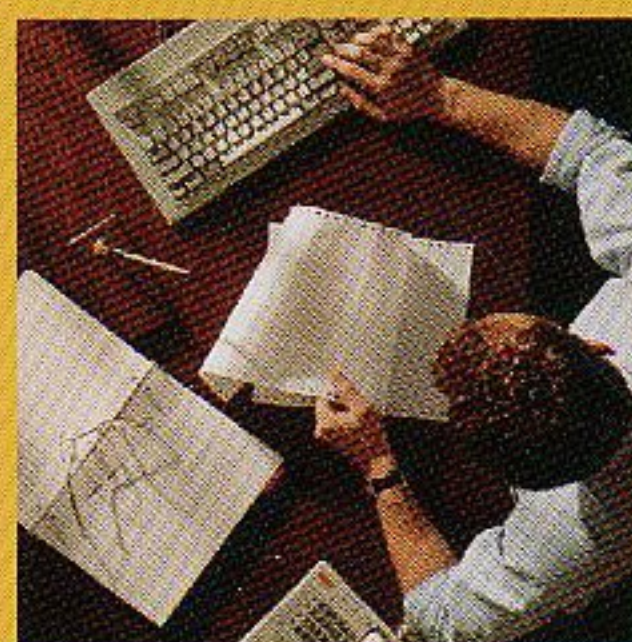
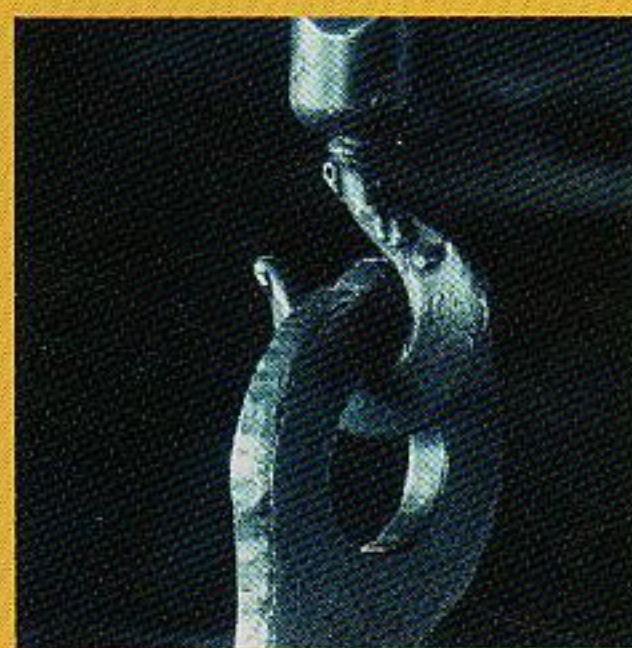
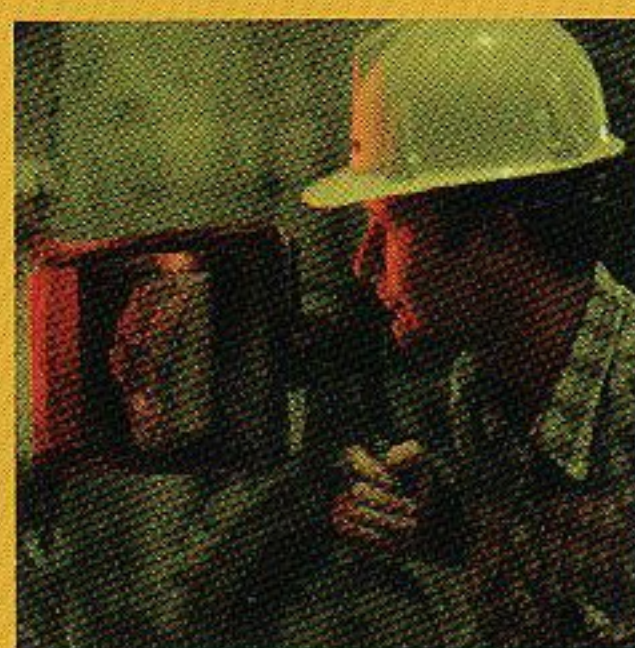
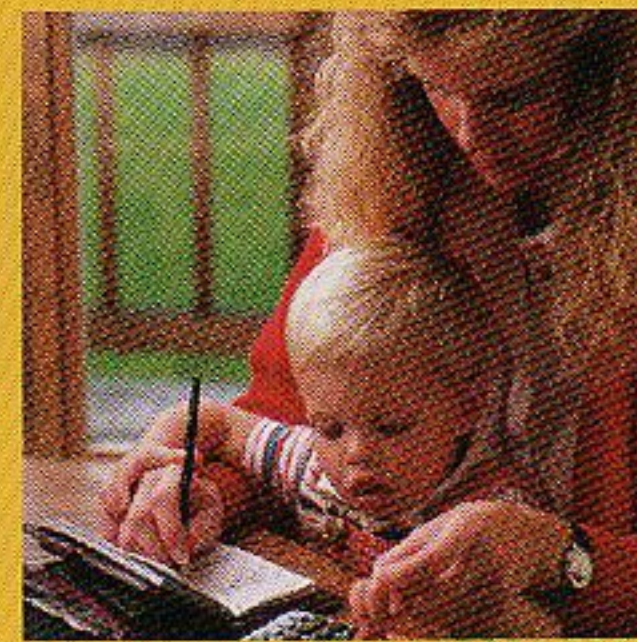
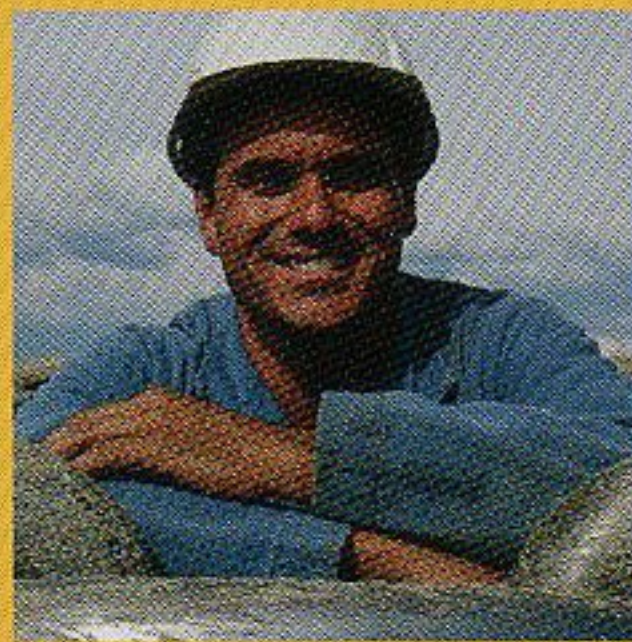
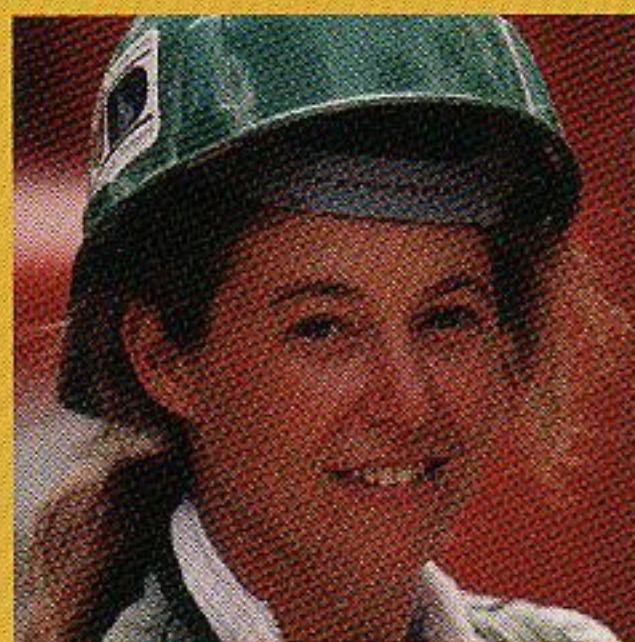
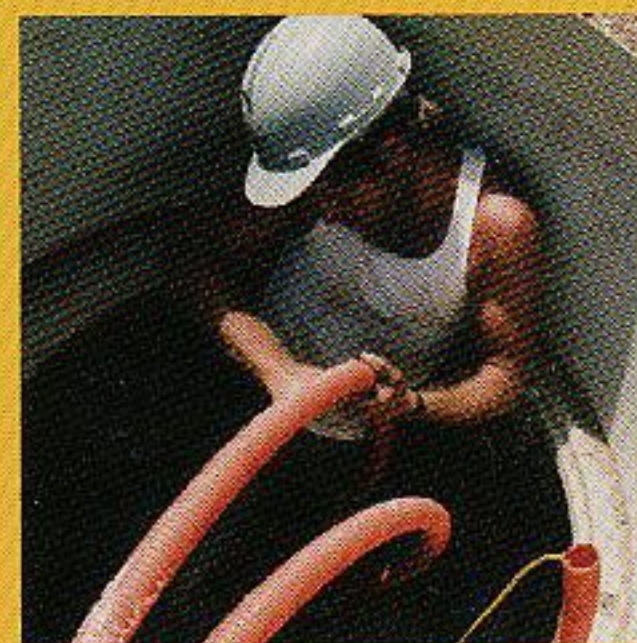
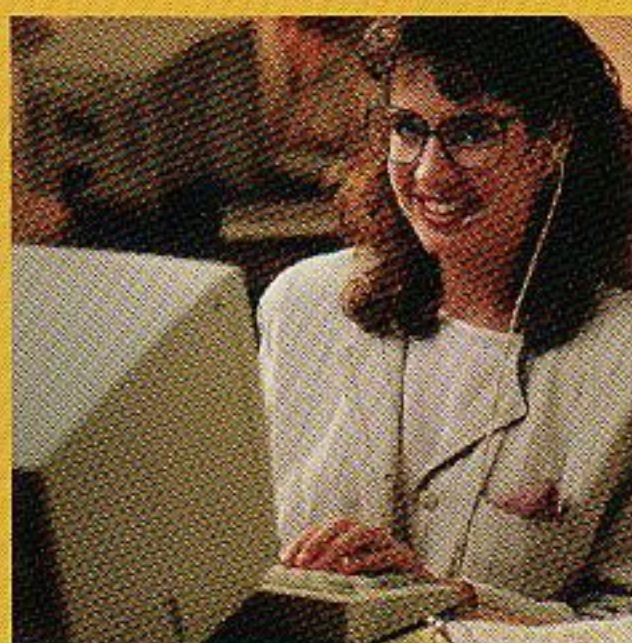
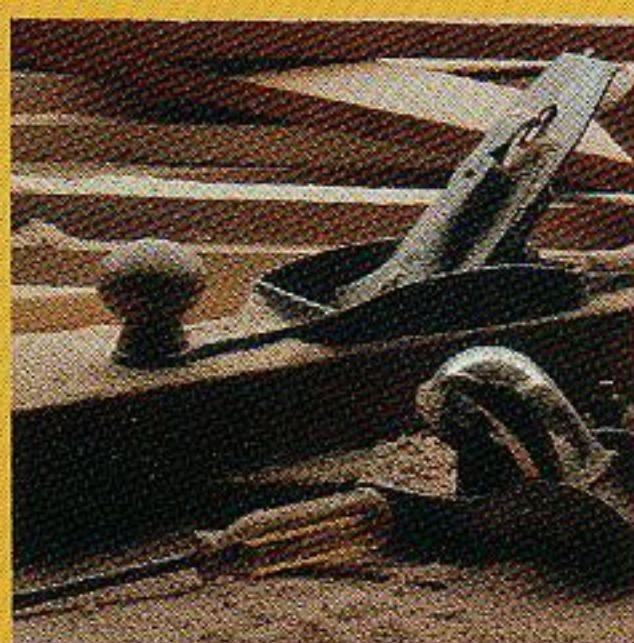
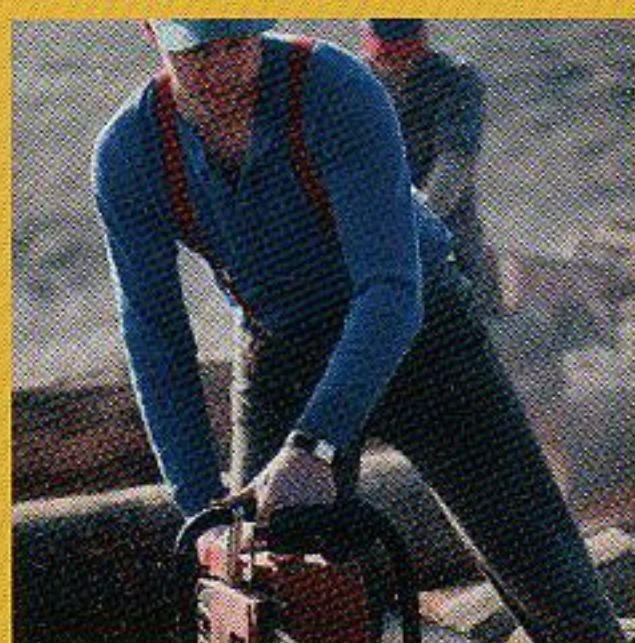
При эксплуатации экскаватора возможны следующие виды загрязнения окружающей среды: выбросы в атмосферу отработавших газов, попадание в почву и воду нефтепродуктов и других эксплуатационных жидкостей, повышенный шум при работе техники. Задача машиниста экскаватора — соблюдение требований по охране окружающей среды.

Нельзя допускать сверхнормативного выброса отработавших газов в атмосферу, задымленности рабочей зоны, запыленности отработавшим воздухом из пневмосистемы, подачи без необходимости звуковых сигналов, работы с неисправным глушителем, передвижение экскаватора по растительному покрову и посевам, въезд без разрешения на территорию лесных массивов. Категорически запрещается сливать отработавшие топливно-смазочные материалы на землю, в канализацию и водоемы, необходимо их собирать в емкости и утилизировать. Разрешается мыть машину только в отведенных местах. Нельзя допускать попадания в водоемы стоков при мытье экскаватора.

Охрана окружающей среды, экологически безопасная эксплуатация техники являются важнейшей составляющей работы машиниста экскаватора.

Для всех желающих освоить профессию «Машинист дорожно-строительных машин» предлагаем следующие издания:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Ронинсон Э. Г.<br>Полосин М. Д. | Машинист бульдозера   |
| Ронинсон Э. Г.<br>Полосин М. Д. | Машинист скрепера   |
| Ронинсон Э. Г.<br>Полосин М. Д. | Машинист автогрейдера   |
| Полосин М. Д.<br>Ронинсон Э. Г. | Машинист катка самоходного и полуприцепного на пневматических шинах |
| Полосин М. Д.<br>Ронинсон Э. Г. | Машинист катка самоходного с гладкими вальцами                      |
| Полосин М. Д.<br>Ронинсон Э. Г. | Машинист уплотняющей и планировочно-уплотняющей машины              |
| Полосин М. Д.<br>Ронинсон Э. Г. | Слесарь по ремонту дорожно-строительных машин и тракторов           |



ISBN 978-5-7695-4207-7



9 785769 542077

ACADEMIA

Издательский центр  
«Академия»  
[www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)