

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ДИАГНОСТИКА И
ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА
ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.
Часть 2

Алдунин А.В., проф., д.т.н.

Литература

Основная:

1. Касаткин Н. Л. Ремонт и монтаж металлургического оборудования. - М: Металлургия, 1970.
2. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин: Учебник для вузов.- М.: Металлургия, 1983. - 415с.
3. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Том IV – 5. Машины и агрегаты металлургического производства. Пасечник Н.В. и др. - М.: Машиностроение, 2000.
4. Ловчиновский Э.В. Эксплуатационные свойства металлургических машин. - М.: Металлургия, 1986. - 160с.
5. Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт металлургических машин. Учеб. - Магнитогорск: МГТУ, 2002. - 330 с.
6. Жиркин Ю.В. Основы трения и изнашивания (основы триботехники): Учеб. пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. - 95 с.
7. Гребеник В.М., Гордиенко А.В., Цапко В.К. Повышение надежности металлургического оборудования: Справочник. – М.: Металлургия, 1988. – 688 с.
8. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилют В.С. Триботехника: Учебное пособие. - М.: КНОРУС, 2013. - 408 с.
9. Епифанцев Ю.А. Смазка металлургического оборудования: Учебное пособие: ЭБ. - Новокузнецк: СибГИУ, 2008. - 53 с.
10. Трение, изнашивание и смазка: Справочник в 2 кн.: Кн. 1 / Под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. - М.: Машиностроение, 1978. - 400 с.

Дополнительная:

11. Методические указания по проведению лабораторных работ. Дисциплина Эксплуатация и организация ремонта прокатного оборудования. МГТУ им. Н. Э. Баумана
12. ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
13. ГОСТ 26191-84 Масла, смазки и специальные жидкости.
14. Семенов В.Я., Курганский П.М., Кузьмин В.И. Автоматизированные смазочные системы и устройства. - М.: Машиностроение, 1982. - 176 с.
15. Цеков В.И. Основы восстановления деталей металлургического оборудования. - М: Металлургия, 1984. - 328 с.
16. Смазочное оборудование для металлургических машин и агрегатов. Отраслевой каталог 20-90-03. - М., 1990.
17. Технические средства диагностирования. Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. - 672 с.
18. ВНИИМЕТМАШ и металлургическое машиностроение / [сост. В.Г. Дрозд, Б.А. Сивак, А.В. Протасов]; под общ. ред. Н.В. Пасечника; ГНЦ РФ «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский ин-т металлургического машиностроения им. академика А.И. Целикова». – М.: Наука, 2009. – 551 с.

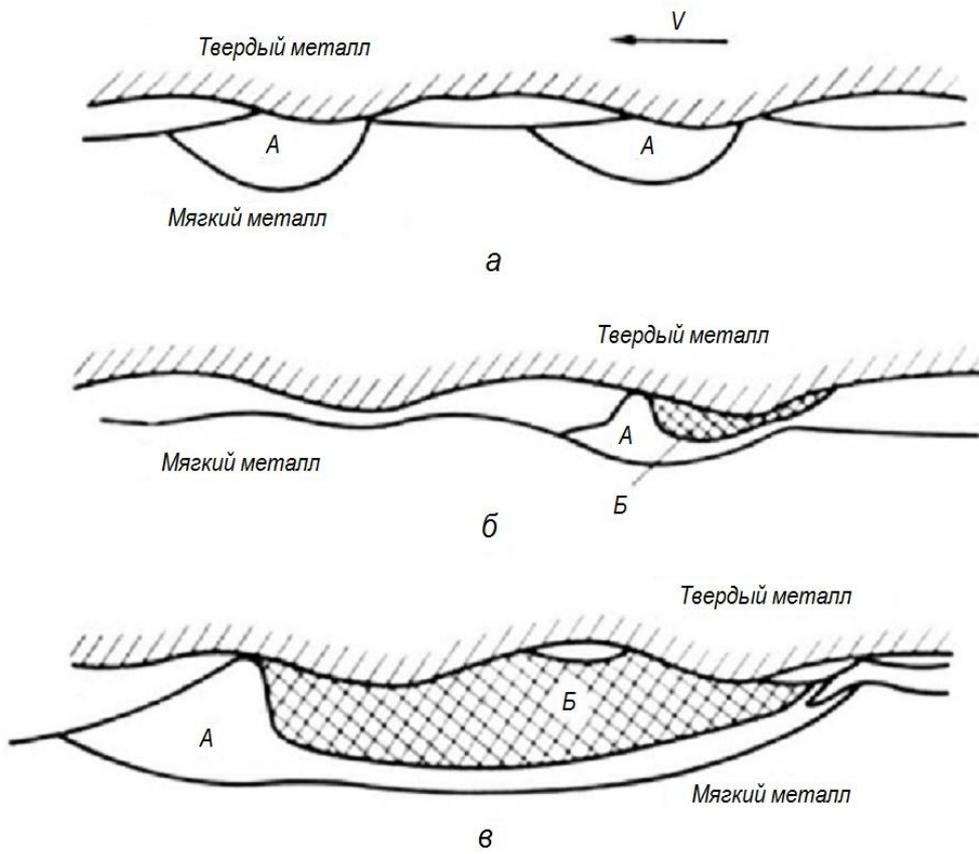


Рис. 1.1. Схема разрушения поверхности при схватывании I рода:
 а – начальный момент скольжения; б – образование зоны налипшего металла;
 в – увеличение глубины застойной зоны;
 А – пластическая область; Б – заторможенный мягкий металл

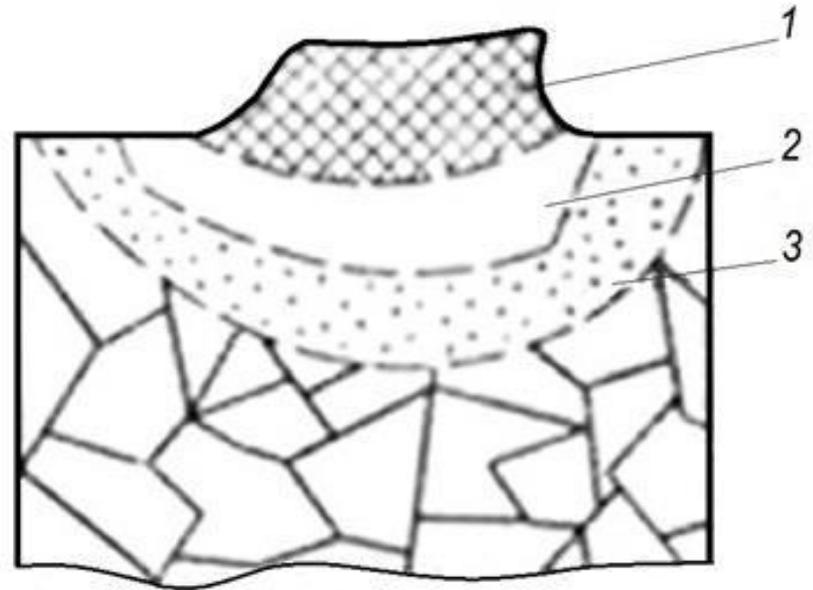


Рис.1.2. Модель поверхностного слоя более твердого металла при схватывании II рода:
 1 – налипший более мягкий металл;
 2 – слой вторичной закалки; 3 – слой отпуска



а



б



в



г

Рис. 1.3. Виды механического износа:
а - износ схватыванием I рода; б - окислительный износ;
в - абразивный износ; г - осповидный износ

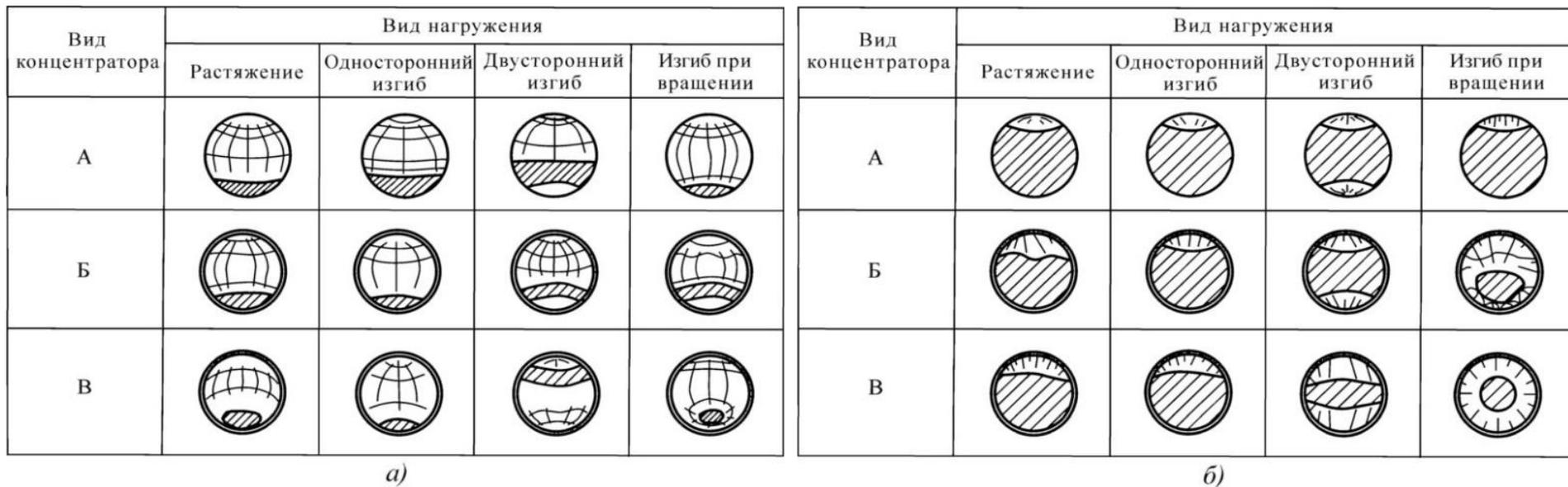


Рис. 1.4. Строение усталостных изломов в зависимости от вида и характера разрушения: а) при умеренных напряжениях; б) при высоких напряжениях
 А – естественный локальный концентратор напряжений – усталостная трещина; Б – слабый концентратор на окружности детали; В – сильный концентратор на окружности детали

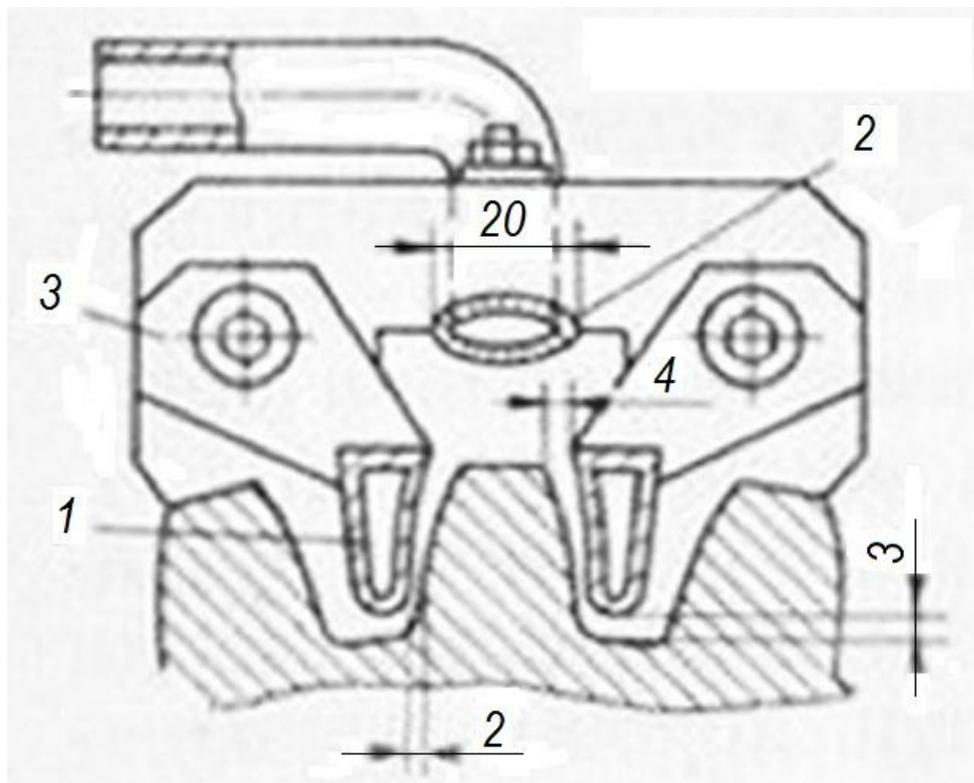


Рис. 1.5. Закалка т. в. ч. зубьев зубчатых колес:
 1 - индуктирующий провод; 2 – труба для подачи воды; 3 - башмак

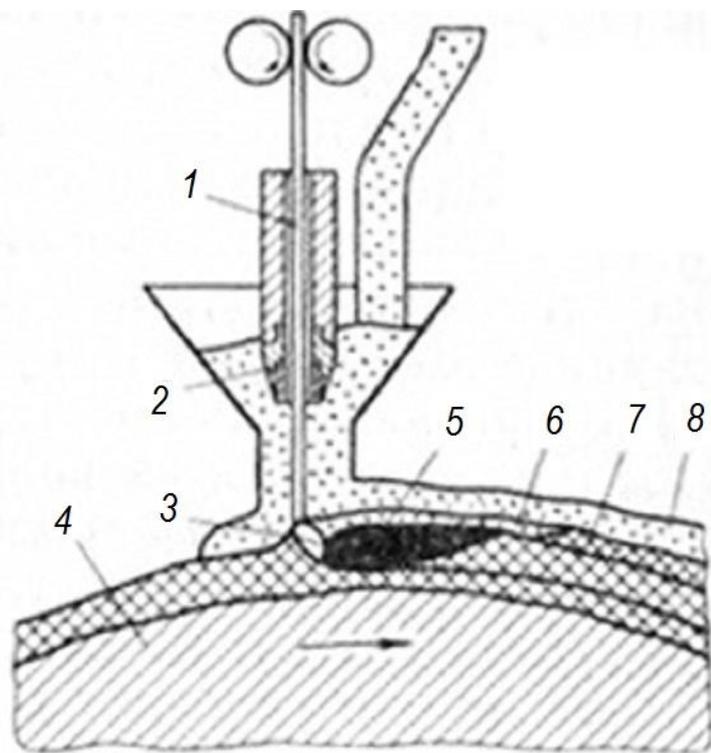


Рис. 1.6. Схема механизированной наплавки под слоем флюса:
 1 – электродная проволока; 2 – втулка;
 3 – электрическая дуга; 4 – наплавляемая деталь; 5 – сварочная ванна; 6 – наплав-ленный валик; 7 – шлаковая корка; 8 – флюс

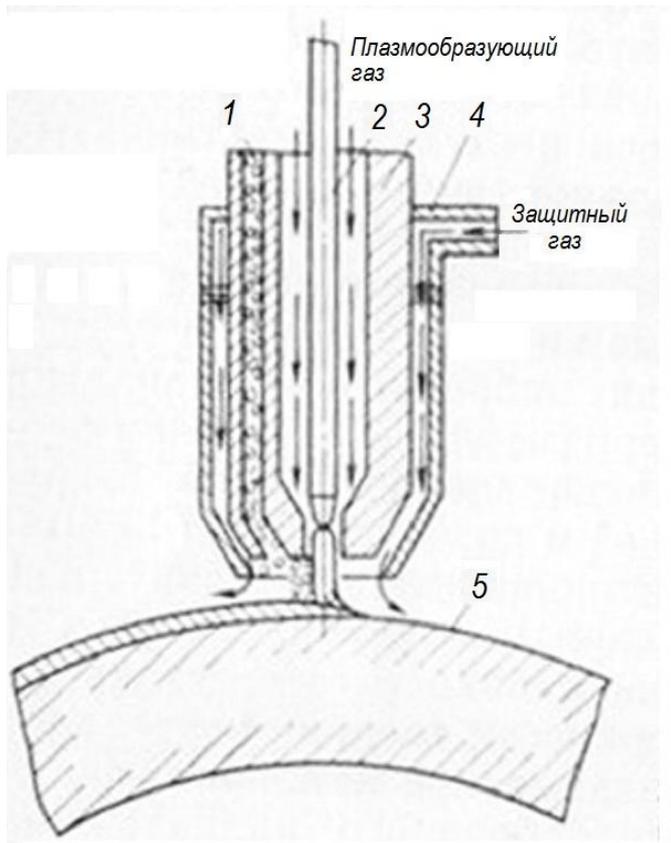


Рис. 1.7. Плазменная горелка:
 1 – порошок сплава «Сормайт-1»; 2 –
 вольфрамовый электрод; 3 – сопло;
 4 – рубашка; 5 – наплавляемая
 деталь

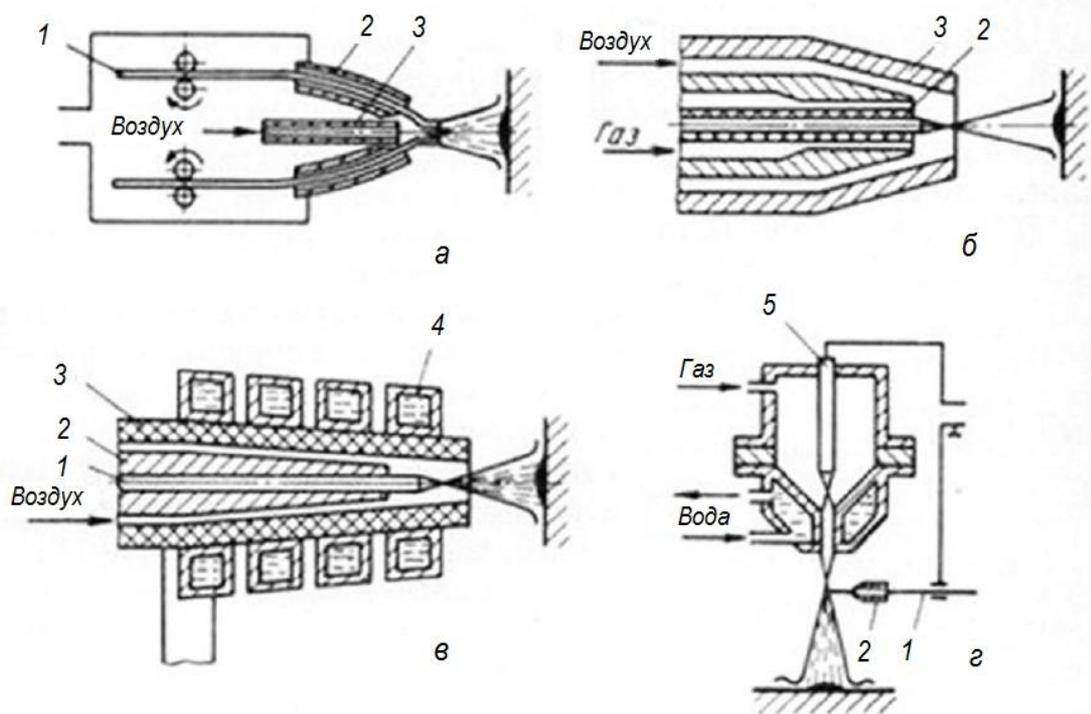


Рис. 1.8. Схемы металлизации
 напылением:
 1 – электрод; 2 – наконечник; 3 – сопло;
 4 – водоохлаждаемый индуктор; 5 –
 вольфра-мовый электрод

Глубина науглероживания детали:

$$t = 0,10 + 0,15 \cdot H, \quad (1.1)$$

где H - толщина детали.

При упрочнении зубьев зубчатых

колес:

$$t_3 = \frac{0,234 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_C}{m \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)}, \quad (1.2)$$

где σ_C - максимальные сжимающие напряжения в зоне контакта; m - модуль зацепления; z_1 и z_2 - числа зубьев шестерен в зацеплении.

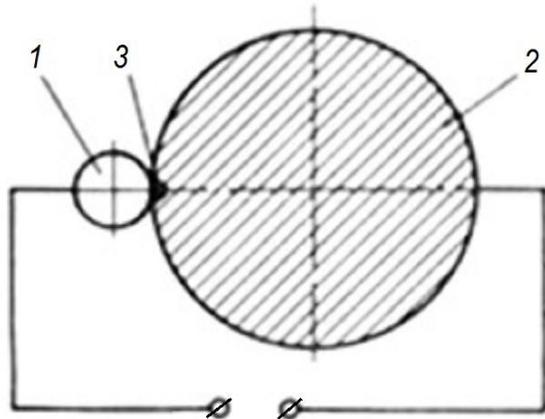


Рис. 1.9. Схема электромеханической обработки:
1 – инструмент (ролик); 2 – деталь;
3 – пятно контакта (зона нагрева)

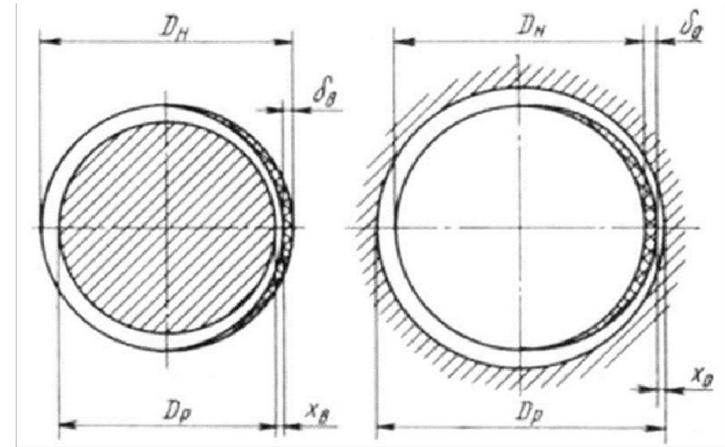


Рис. 1.10. Схема износа и восстановления вала (а) и отверстия (б) ремонтными размерами

$$D_p = D_n - 2 \cdot (\delta_v + x_v) \quad \text{для вала;} \quad (1.3)$$

$$D_p = D_n + 2 \cdot (\delta_o + x_o) \quad \text{для отверстия,} \quad (1.4)$$

где D_n - нормальный размер вала или отверстия;
 δ_v, δ_o - износ соответственно вала и отверстия;
 x_v, x_o - наименьший припуск для снятия стружки;
 $v = 2 \cdot (\delta + x)$ - ремонтный интервал.

$$n_v = \frac{D_n - D_{\min}}{v_v} \quad \text{для вала;} \quad (1.5)$$

$$n_o = \frac{D_{\max} - D_n}{v_o} \quad \text{для отверстия.} \quad (1.6)$$

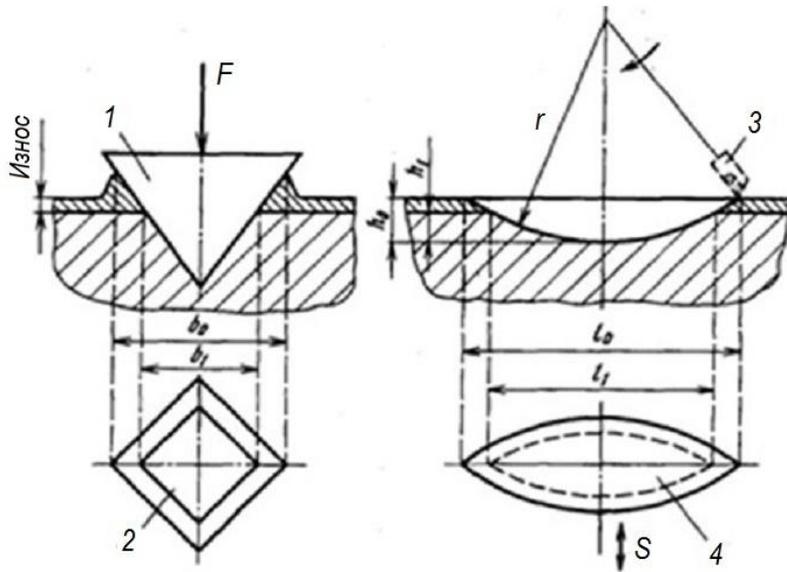
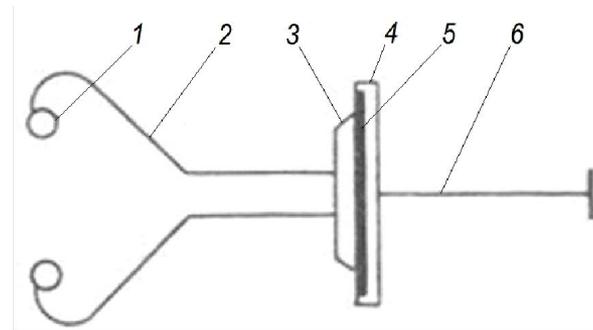


Рис. 1.11. Схемы нанесения отпечатка (а) и лунки (б) для определения износа направляющих:
 1 – алмазная пирамидка; 2 – отпечаток;
 3 – резец; 4 – лунка; S – направление движения подвижного узла станка по направляющим

Глубину лунки вычисляют по формуле:

$$h_1 = \frac{l_1^2}{8r}, \quad (1.7)$$

где l_1 – длина лунки; r – радиус кривизны углубления.



а



б

Рис. 1.12. Стетоскоп:

а – схема; б – внешний вид; 1 – наушники;
 2 – соединительная трубка; 3 – корпус; 4 – крышка; 5 – мембрана; 6 – щуп

Таблица 1.1

Методы дефектоскопии и область их применения

Метод	Объект контроля	Дефекты или параметры		Метод	Объект контроля	Дефекты или параметры
Рентгено- и гамма-просвечивание.	Литье и стыковые соединения.	Поверхностные и глубинные трещины, раковины, рыхлости, ликвационные зоны, включения.		<u>Магнитный:</u> магнитопорошковый;	Поверхностные слои магнитных деталей.	Поверхностные несплошности (трещины, волосовины и др.).
Капиллярные.	Поверхностные слои деталей.	Трещины (усталостные, закалочные, шлифовочные), поры, рыхлости.		феррозондовый;	Поверхностные слои деталей.	- " -
<u>Ультразвуковой:</u> теневого;	Стенки при двустороннем доступе.	Раковины, расслоения и т. д.		магнитографически й.	Сварные соединения из магнитных металлов.	Несплошности, измерение магнитных полей. Трещины и непровары (до 10 %) толщины стенки.
импульсный эхо-метод;	Покówki, прокат.	То же, а также зоны крупнозернистой структуры.		<u>Электромагнитный:</u> метод накладной катушки;	Лакокрасочные и гальванические покрытия, стенки листов и труб.	Толщины покрытий и стенок, несплошности, трещины, электропроводность поверхностных слоев.
резонансный.	Стенки листов и труб.	Расслоения.		метод проходной катушки.	Проволока, прутки, трубы, контроль по маркам.	Вытянутые в длину несплошности; твердость, поверхностное содержание углерода, размеры.
Звуковой свободных колебаний.	Неразъемные соединения.	Непропаянные и несклеенные зоны.		Экранный.	Листы, сварные соединения.	Скоростной контроль толщины, качество точечной сварки; выявление несплошностей.

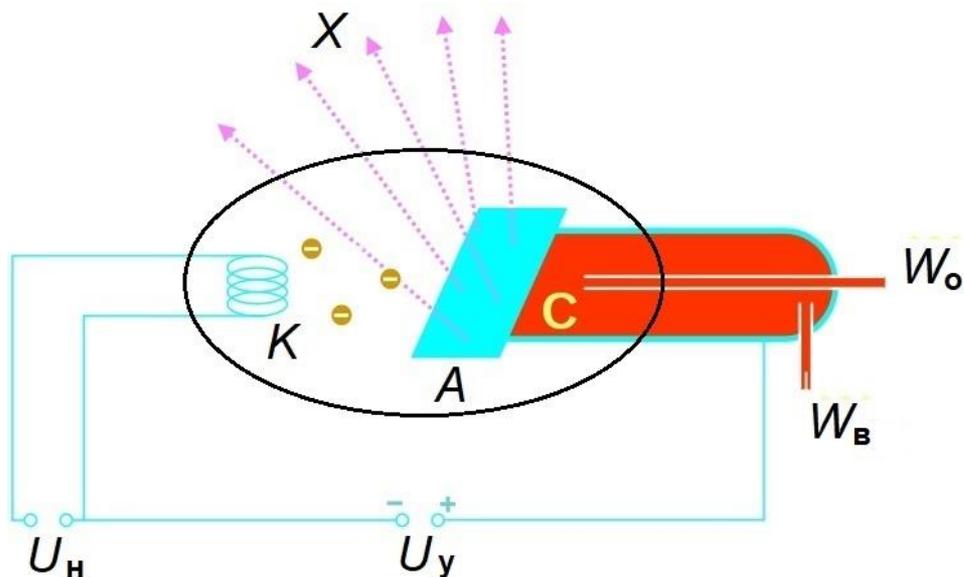


Рис. 1.13. Схема рентгеновской трубки: X – рентгеновские лучи; K – катод; A – анод; C – теплоотвод; U_n – напряжение накала катода; U_y – ускоряющее напряжение; W_o – впуск водяного охлаждения; W_b – выпуск водяного охлаждения

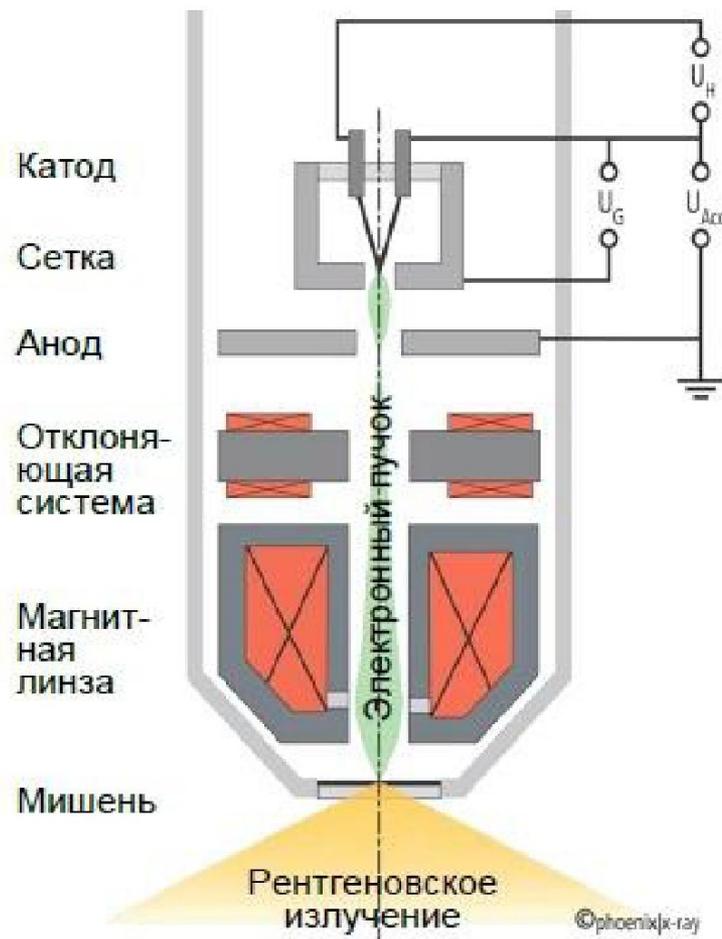


Рис. 1.14. Устройство современной рентгеновской трубки

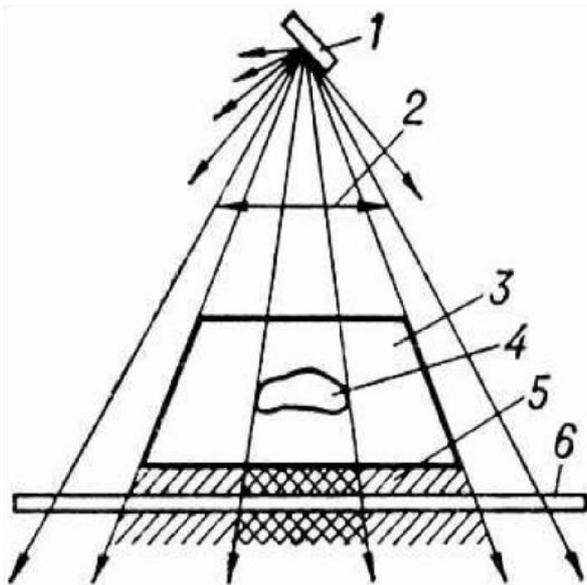


Рис. 1.15. Схема рентгеновского просвечивания:
 1 – источник рентгеновского излучения; 2 – пучок рентгеновских лучей; 3 – деталь; 4 – внутренний дефект; 5 – невидимое глазом рентгеновское изображение за деталью; 6 – регистратор рентгеновского изображения

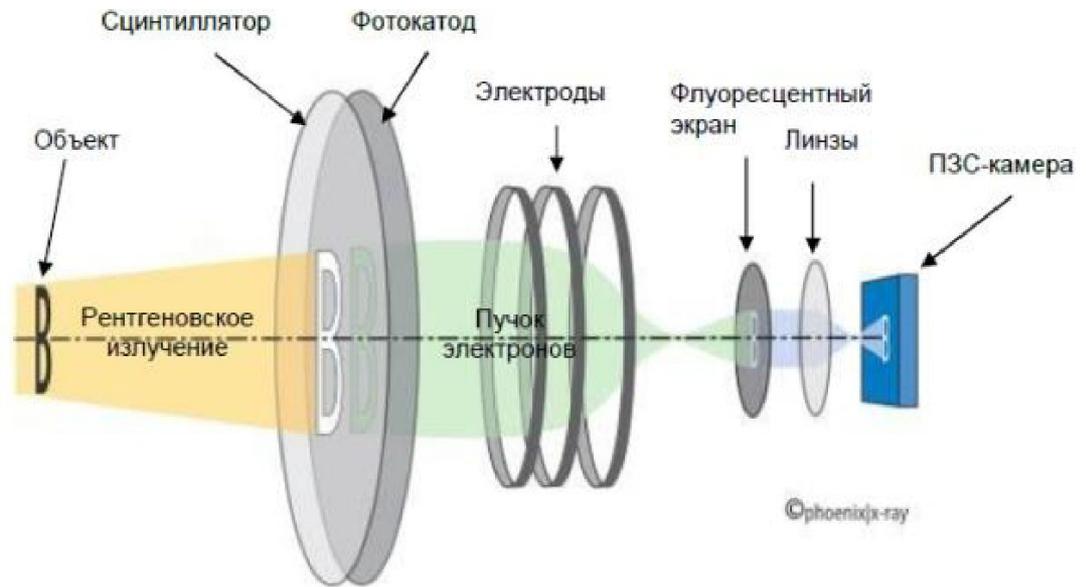


Рис. 1.16. Схема преобразования рентгеновского излучения при дефектоскопии

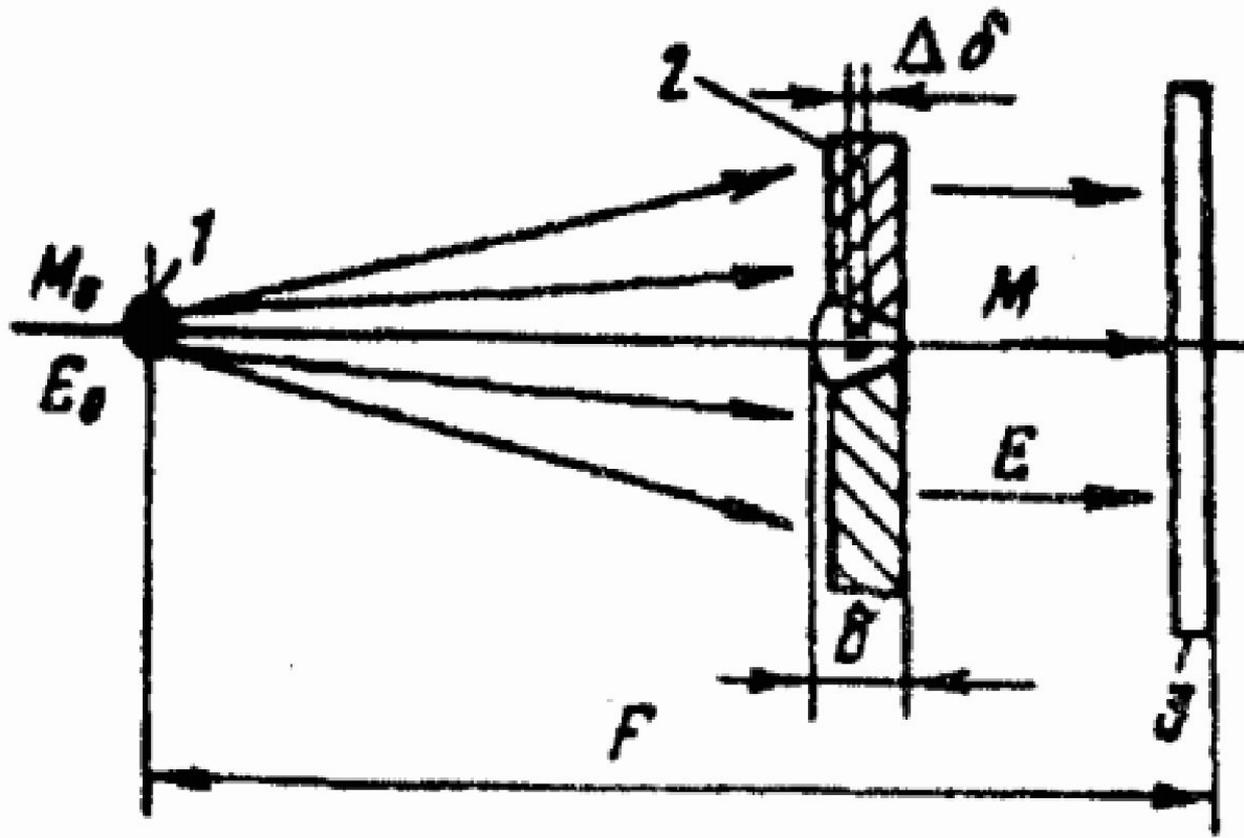


Рис. 1.17. Схема просвечивания объекта гамма-излучением:
 1 – источник; 2 – объект контроля (ОК); 3 – детектор

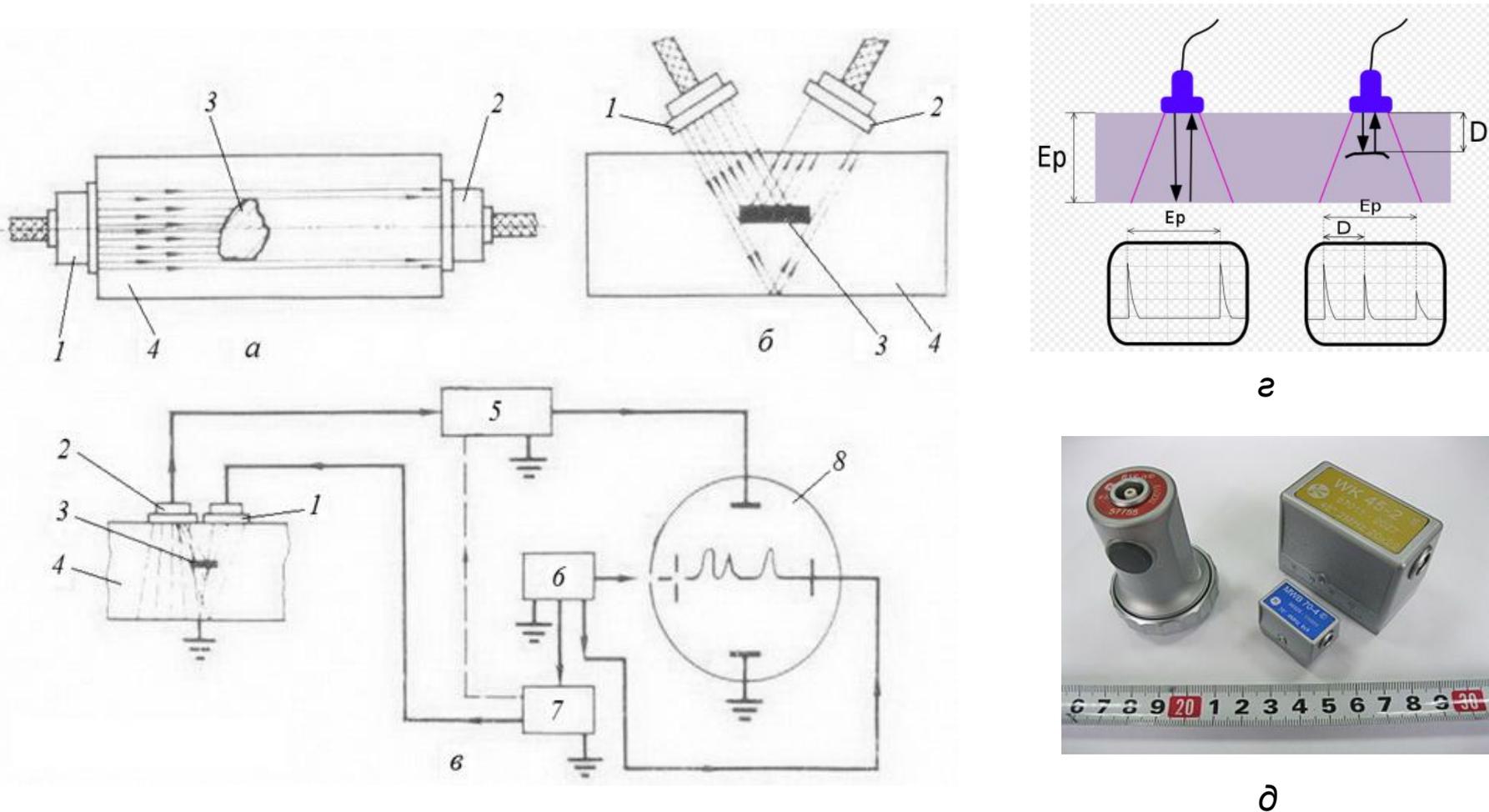


Рис. 1.18. Использование ультразвука для обнаружения дефектов: а – теневой метод; б – метод отражения; в – схема импульсного дефектоскопа; г – совмещение излучателя с приемником; д – внешний вид излучателей; 1 – излучатель; 2 – приемник; 3 – дефект; 4 – деталь; 5 – усилитель отраженных импульсов; 6 – генератор развертки; 7 – генератор импульсов; 8 – электронно-лучевая трубка

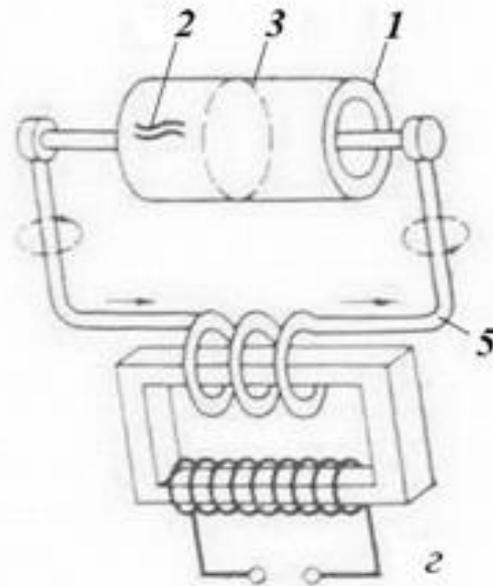
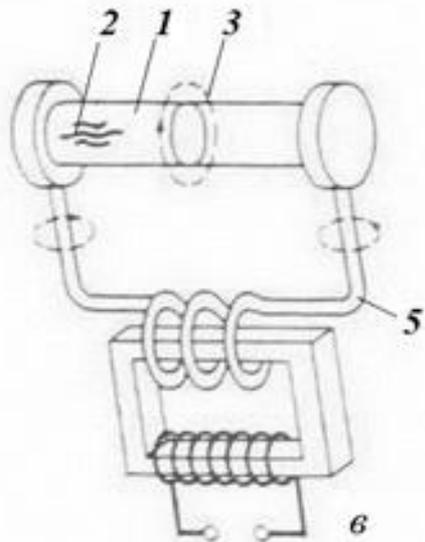
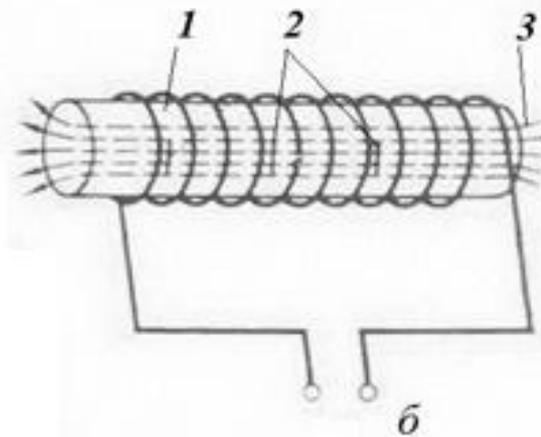
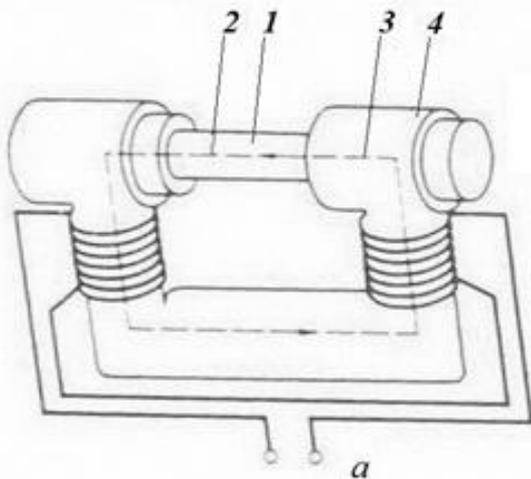


Рис. 1.19. Способы намагничивания деталей:
 а – электромагнитом; б – соленоидом; в – в цепи вторичной обмотки трансформатора;
 г – сердечником вторичной обмотки трансформатора; 1 – деталь; 2 – дефект (трещина); 3 – магнитные силовые линии;
 4 – электромагнит; 5 – вторичная обмотка трансформатора

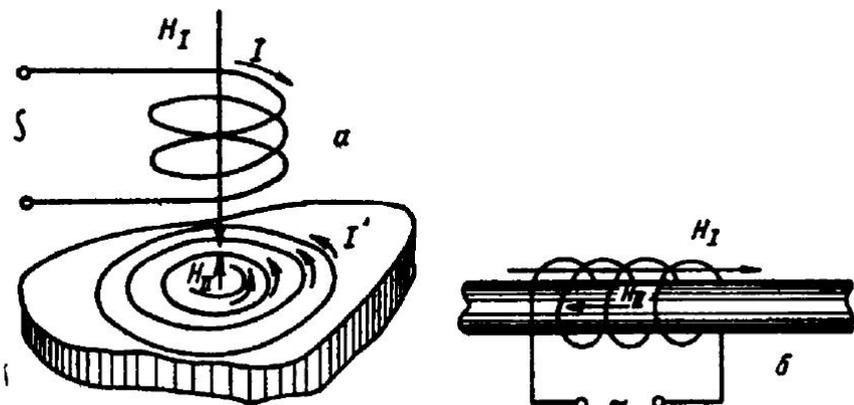


Рис. 1.20. Схемы электроиндукционного контроля

Полное электрическое сопротивление катушек:

$$Z = \sqrt{R_0^2 + (\omega \cdot L_0)^2}, \quad (1.8)$$

где L_0 - индуктивность; R_0 - активное сопротивление цепи;

ω - угловая скорость, $\omega = 2\pi \cdot f$; f - частота переменного тока.

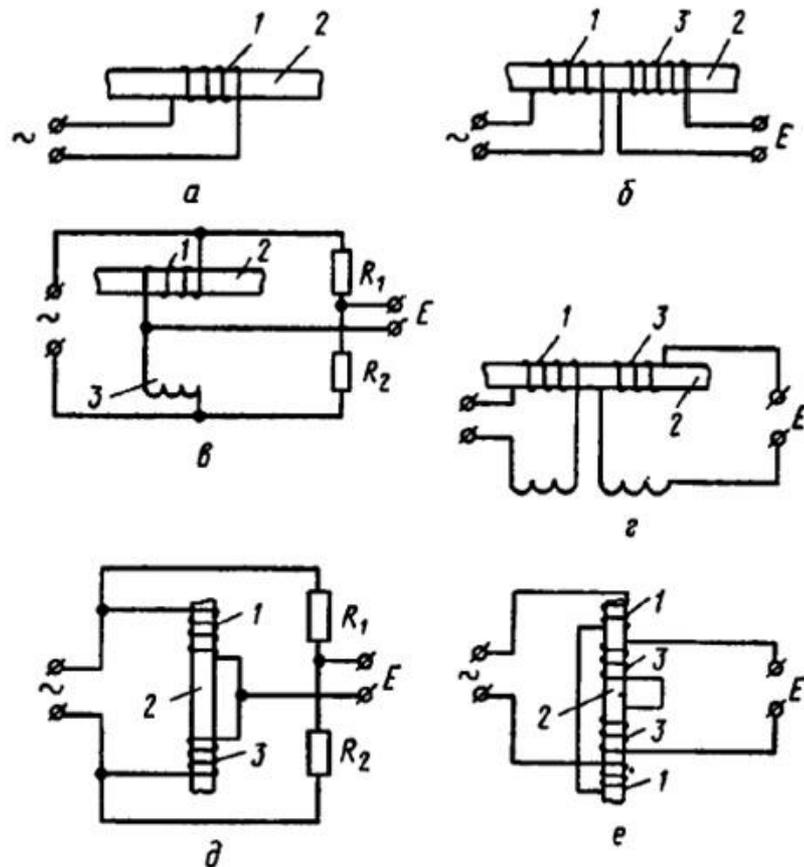


Рис. 1.21. Схемы включения катушек электроиндукционного контроля:

1 – первичная катушка; 2 – исследуемый объект; 3 – вторичная катушка

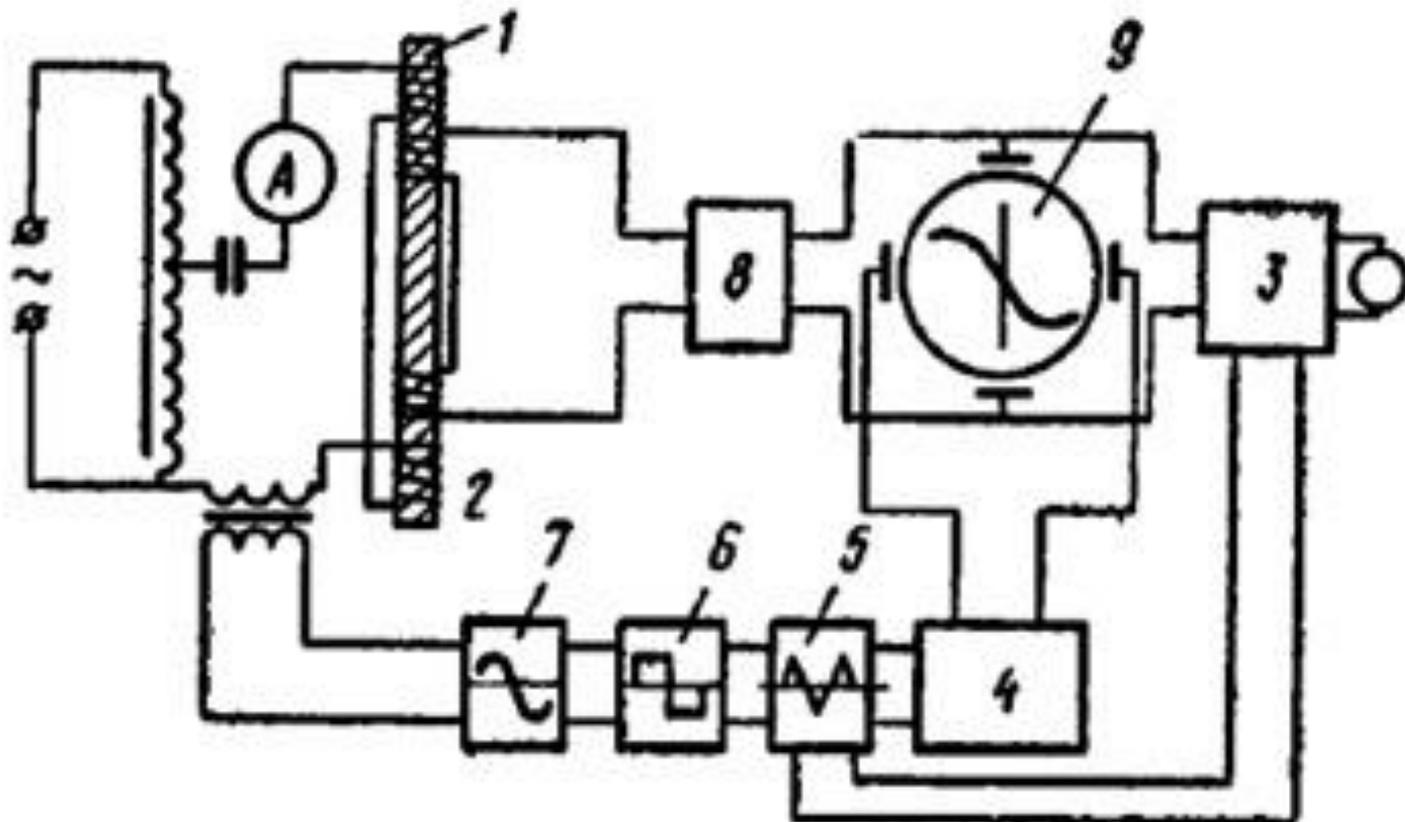


Рис. 1.22. Блок-схема дефектоскопа ЭМИД-2:

1, 2 – измерительные катушки; 3 – селективный усилитель; 4 – генератор развертки; 5 – дифференциатор; 6 – интегратор; 7 – фазовращатель; 8 – усилитель; 9 – электроннолучевая трубка

Классификация оборудования по категориям сложности ремонта

Таблица 2.1

Наименование оборудования	Модель	Категория сложности ремонта	
		механической части	электротехнической части
Токарно-винторезный станок 200×1000 (710, 1400) мм	1К62	11	8,5
Вальцетокарный станок с высотой центров 1000 мм	1827	35	22
Токарно-карусельный станок с планшайбой диаметром 3100 мм	1532	59	-
То же, диаметром 7100 мм	1580Л	106	-
Радиально-сверлильный станок с диаметром сверления до 50 мм	2А55	13	10,5
Круглошлифовальный станок с высотой центров 200 мм	3164А	18,5	12,5
Универсально-фрезерный станок со столом 1600×400 мм	6М83	14	12
Поперечно-строгальный станок с ходом ползуна 1000 мм	7М37	13	6,5
Продольно-строгальный станок со столом 8000×2700 мм	7278	88	-
Молот ковочный паровоздушный с ударной массой 1000 кг	М418	25	9
Ножницы гильотинные для листов 40×3000 мм	-	31	14
Кран мостовой электрический общего назначения среднего режима грузоподъемностью 10 т, пролет 23 м и выше	-	14	24
То же, грузоподъемностью 100/20 т	-	52	44

Полная трудоемкость ремонта:

$$T = R \cdot r, \text{ чел.} \cdot \text{ч}, \quad (2.1)$$

где R — категория сложности ремонта;

r — трудоемкость работ, чел.·ч.

Таблица 2.2

Трудоемкость ремонтных работ на единицу ремонтной сложности 1R

Вид работы	Трудоемкость работ,			
	слесарных	станочных	прочих	итого
А. Для металлорежущего, кузнечно-прессового, литейного и подъемно-транспортного оборудования				
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Ремонты:				
текущий или малый	4	2	0,1	6,1
средний	16	7	0,5	23,5
капитальный	23	10	2	35
<i>чел.·ч</i>	Б. Для электротехнического оборудования			
Ремонты:				
текущий или малый	1	0,2	-	1,2
средний	5	1	1	7
капитальный	11	2	2	15
Примечание. Нормативы составлены из расчета получения готовых запасных частей со стороны в размере 10 % общей потребности.				

Относительная трудоемкость ремонтов:

$$O : T_1 : T_2 : T_3 : C : K = 0,12 : 1 : 2 : 3 : 4 : 6.$$

Таблица

2.3
Рекомендуемые нормы расхода
ремонтного металла, кг

Таблица 2.4

Нормы расхода запасных частей и сменного
оборудования на 1000 т стали

Показатели	Литье			По ко вк и	Мет алл око нст ру- кци и	Прокат		Всег о
	чу гу нн ое	ста льн ое	цветн ых металл ов			с о р т	т ру бы	
1000 т кокса 6% -ной влажно- сти, батарея из:								
66-69 печей	168		3		190	44	40	
70-77 «-»	155	25 24	3	80 75	175	40	38	550 510
1000 т агломерата с машины площадью спекания 75-200	48	75	1	17	57	93	29	320
1000 т чугуна передельного на заводах 1-й группы	273	225	10	112	362	189	90	1260
То же, 2-й группы	308	248	11	127	405	210	101	1410
1000 т стали маргеновской на заводах 1-й группы	288	290	16	201	520	274	112	1620
То же, 2-й группы	230	325	17	220	580	315	123	1810
1000 т стали конвертерной	140	144	8	51	306	51	60	760
1000 т электростали	330	360	24	154	1100	288	144	2400
1000 т проката товарного на заводах 1-й группы	400	375	58	449	340	258	120	2000
То же, 2-й группы	560	524	84	628	476	360	168	2800
То же, 3-й группы	910	850	137	1019	773	583	273	4550
1000 т труб	440	580	120	470	370	250	170	2400

Группа	Расшифровка	Запасные части, т	Сменное оборудование, т
I Группа.	Заводы с объемом производства стали более 5 млн. т/год	6	5
II группа.	Заводы с объемом производства стали 2-4 млн. т/год	8	5,5
III группа.	Заводы с объемом производства стали до 1 млн. т/год	12	6

Распределение общего объема
механообработки запасных частей по заводу:

- ремонтно-механический цех 60%;
- кустовые мастерские 10-12 %;
- со стороны остальное.

Трудоемкость слесарных работ (сборочных,
монтажных и демонтажных) составляет 150%
от трудоемкости механообработки.

Таблица

2.5

Рекомендуемый состав ремонтных баз металлургических заводов мощностью по стали, млн. т/г

3-6	1-3	Менее 1
Чугунолитейный	-	-
Сталелитейный	Литейный	Литейный
Кузнечно-прессовый	Кузнечный и металло-конструкций	Кузнечно-котельный, ремонта металлокон-струкций и металлурги-ческих печей
Металлоконструкций	-	-
Механический с отделениями: термонаплавочным, инструментальным, ревизии подшипников качения и жидкостного трения и ремонта смазочной аппаратуры	Механический с отделениями: термонаплавочным, инструментальным, ревизии подшипников качения и жидкостного трения и ремонта смазочной аппаратуры	Механический с отделениями: термонаплавочным, инструментальным, монтажным и мастерскими ревизии подшипников качения и жидкостного трения и ремонта смазочной аппаратуры
Ремонтно-монтажные (2 цеха)	Ремонтно-монтажный	-
Ремонта металлургических печей	Ремонта металлургических печей	-
Ремонтно-строительный. Модельный со складом моделей	Ремонтно-строительный с модельным отделением и складом моделей	Ремонтно-строительный с модельным отделением и складом моделей
Центральный склад запасных деталей и подшипников	Центральный склад запасных деталей и подшипников	Центральный склад запасных деталей, подшипников и полуфабрикатов ремонтных цехов
Склад полуфабрикатов ремонтных цехов	Склад полуфабрикатов ремонтных цехов	-

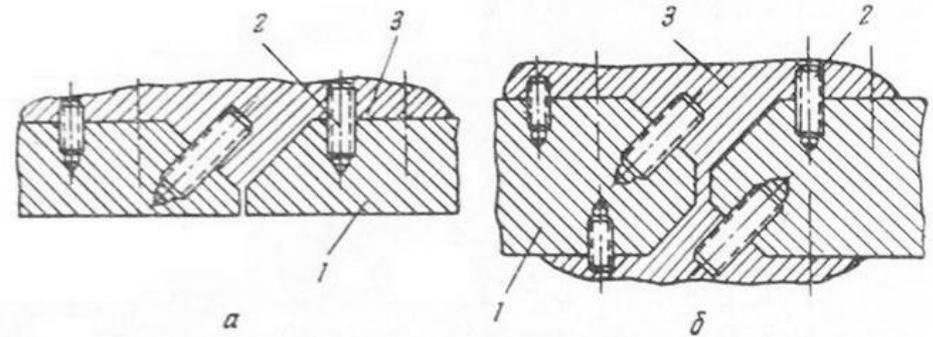


Рис. 2.1. Схема холодной сварки чугуна:

а – односторонняя; б – двусторонняя; 1 – основной металл; 2 – свертыши; 3 – наплавленный металл

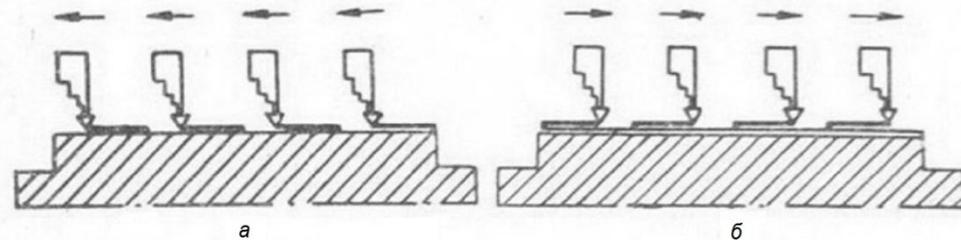


Рис. 2.2. Схема наплавки прокатного вала четырьмя наплавочными аппаратами одновременно:

а – первого слоя; б – второго слоя

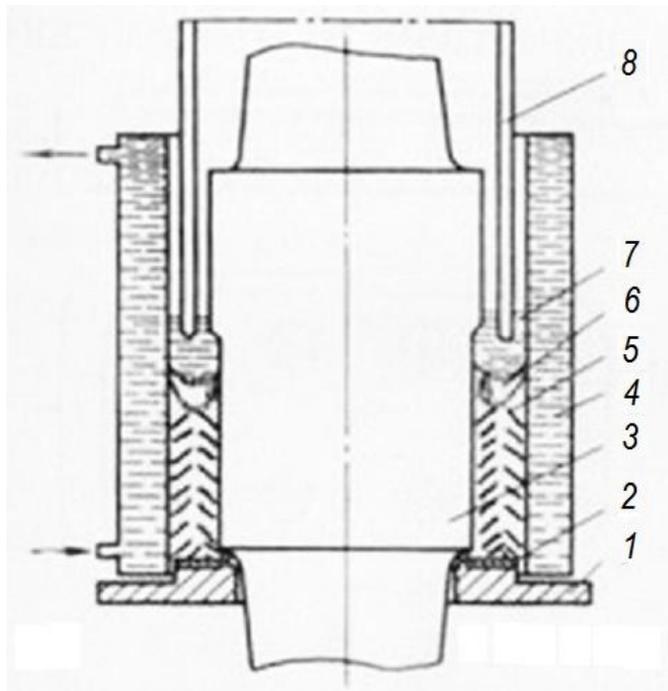


Рис. 2.3. Схема электрошлаковой наплавки вала:
 1 – поддон; 2 – стальное кольцо; 3 – валок; 4 – водоохлаждаемый кристаллизатор; 5 – наплавленный слой; 6 – металлическая ванна; 7 – шлаковая ванна; 8 – труба-электрод

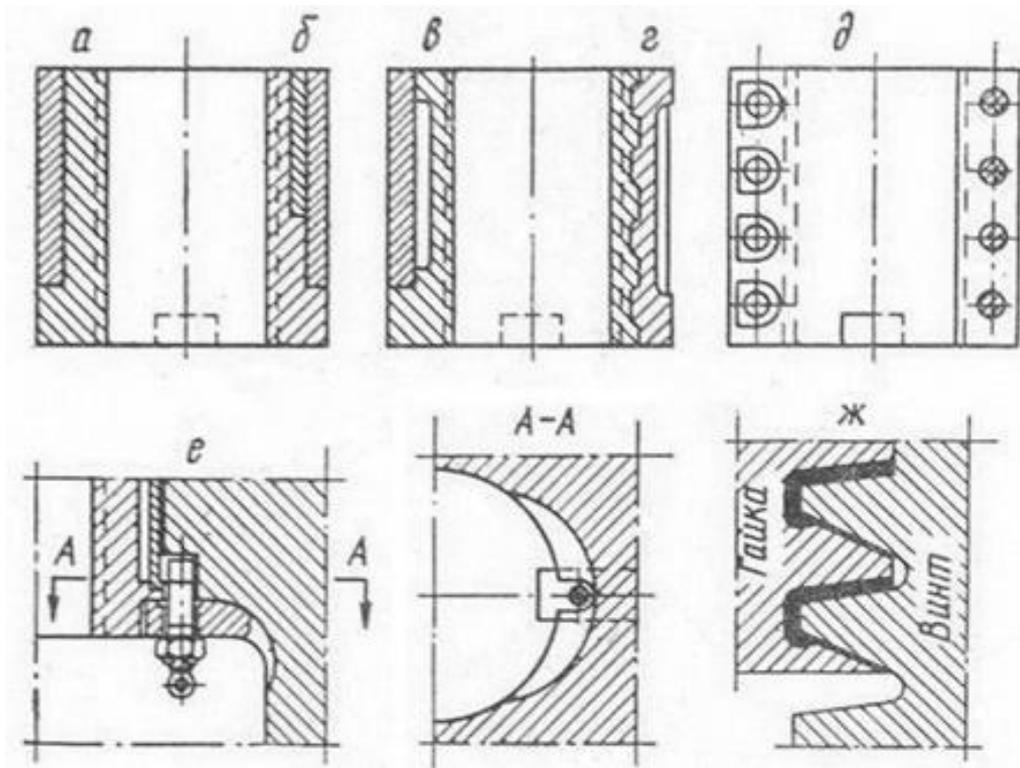


Рис. 2.4. Типы гаек нажимных винтов:
 а – с одним бандажом; б – с двумя бандажами;
 в – с водяным охлаждением; г – стальная с бронзовой заливкой; д – бронзовая из двух половин; е – крепление гайки к станине; ж – резьба, наплавленная бронзовым электродом

Закон сухого трения Г. Амонтона:

$$F = A + f_c \cdot P, \quad (3.1)$$

где A - учитывает силы сцепления при малых нагрузках, H ; f_c - коэффициент сухого трения; P - полное нормальное давление, H .

Значения коэффициентов трения скольжения при различной смазке

Пусковой (статический) коэффициент

твердого трения 0,2-0,4;

Коэффициент трения:

сухого твердого
0,15-0,20;

полусухого твердого
0,05-0,15;

полужидкостного
0,01-0,05;

жидкостного
0,001-0,01.

5 мкм



Рис. 3.1. Виды трения

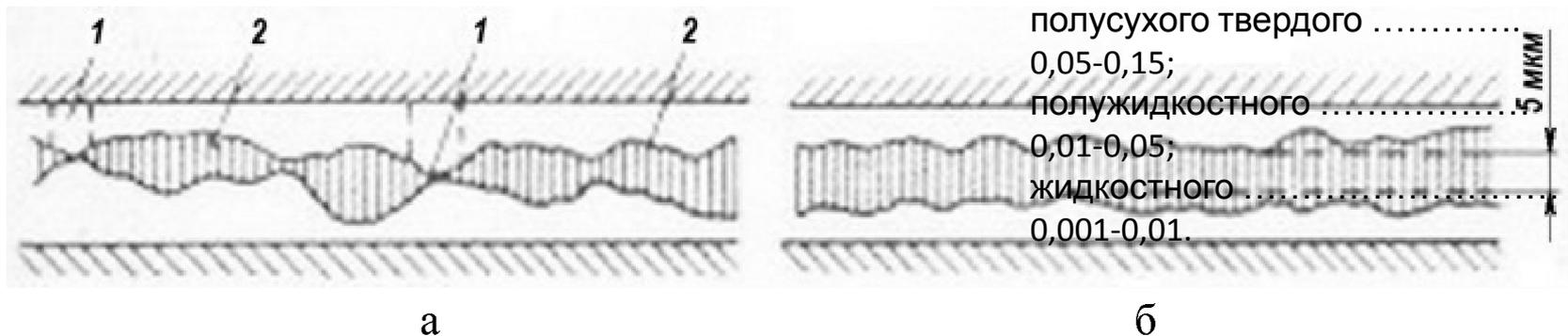


Рис. 3.2. Схема зависимости вида трения от неровностей трущихся поверхностей:

а – полужидкостное трение; б – жидкостное трение; 1 – область граничного трения; 2 – область жидкостного трения

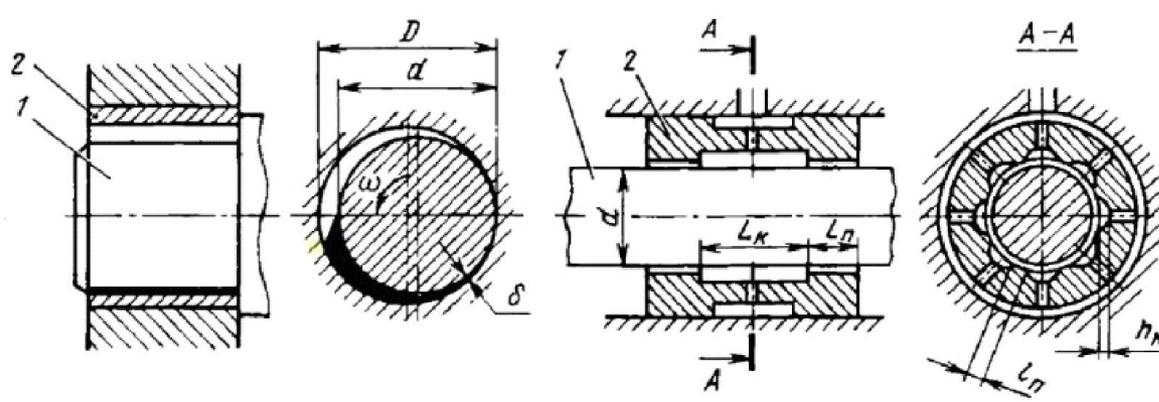


Рис. 3.3. Гидростатический и гидродинамический подшипники:
 а – гидродинамический (жидкостного трения);
 б – гидростатический; 1 – цапфа вала; 2 – вкладыш

В первый момент

$$M_{\text{вращения}} = f \cdot P \cdot r \cdot \cos \varphi = Q \cdot r \cdot \sin \varphi, \quad (3.1)$$

где f - коэффициент трения; P - нагрузка на цапфу, Н;
 r - радиус цапфы, м; Q - равнодействующая
 нормальной силы давления N и касательной силы
 трения T , Н; φ - угол сухого трения.

Минимальная толщина слоя

$$\text{смазки } h_{\text{min}} \geq 2 + a \cdot (\Delta_{\text{ц}} + \Delta_{\text{в}} + i), \text{ мкм}, \quad (3.2)$$

где a - коэффициент учитывающий изменение зазора, $a = 0,4 - 1,0$;

$\Delta_{\text{ц}}$ - высота неровностей па поверхности цапфы (вала), мкм;

$\Delta_{\text{в}}$ - высота неровностей на поверхности, мкм;

i - максимальная величина стрелы прогиба цапфы, мкм.

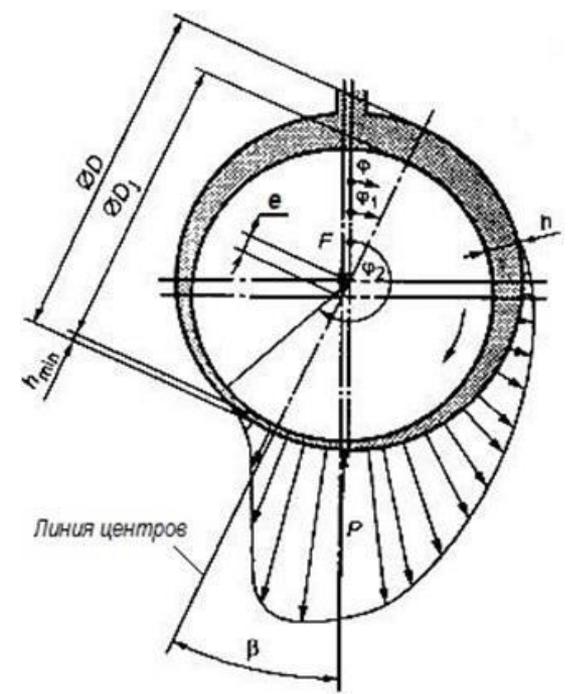


Рис. 3.4. Эпюра гидродинамического давления в подшипнике жидкостного трения:
 e - эксцентриситет между центрами цапфы и вкладыша

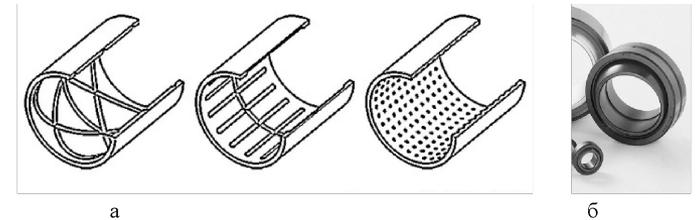


Рис. 3.5. Гидродинамические подшипники:
 а - конструкции смазочных канавок на вкладыше; б – внешний вид

а - конструкции смазочных канавок на вкладыше; б – внешний вид

Эксплуатационные свойства масел и смазок

- Вязкость.
- Динамическая вязкость: $\mu, \text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$.
- Плотность $\rho = \frac{m}{V}, \text{кг} / \text{м}^3$.
- Кинематическая вязкость: $\nu = \frac{\mu}{\rho}, \text{м}^2 / \text{с}$.
- Условная вязкость: °
- Температура вспышки.
- Температура застывания.
- Кислотность
- Окисляемость
- Коксуемость
- Противозадирные свойства масел P_K и ОПИ.

- Предел прочности смазок: $\tau, \text{Па} = \text{Н} / \text{м}^2$.
- Вязкость $\mu = \frac{\tau}{u_{cp}}$,
 где τ - максимальное напряжение сдвига, $\text{Н} / \text{м}^2$;
 u_{cp} - средний градиент скорости сдвига, с^{-1} .
- Пенетрация.
- Стабильность
- Температура каплепадения.
- Содержание механических примесей

Таблица 3.1

Показатели противозадирных свойств масел

Сорт масла	P_K	ОПИ	Сорт масла	P_K	ОПИ
Индустриальное 50	17-20	17-24	Масла, легированные присадками: трансмиссионное ТАп-15; для гипоидных передач	24-26 23-25	51-57 75-82
Авиационное МС-20С	22-23	31-36			
Для прокатных станков: П-28; Цилиндровое 52	22-24 21-24	30-38 28-35			

Таблица 3.2
Краткие характеристики наиболее употребляемых минеральных масел

Наименование масла	Вязкость			Температура застывания, °С	Температура вспышки, °С	Масло-заменитель
	При температуре, °С	кинематическая ν , мм ² /с	условная, °ВУ			
Приборное МВП	50	6,3-8,5	1,51-1,72	120	- 60	-
<i>Легкие индустриальные:</i>						
велосит Л;	50	4,0-5,1	1,29-1,40	112	- 25	Вазелиновое Т
вазелиновое Т;	50	5,1-8,5	1,40-1,72	125	- 20	Приборное МВП
сепараторное Л	50	6-10	1,48-1,86	135	+ 5	Сепараторное Т
<i>Средние индустриальные:</i>						
12 (веретенное 2);	50	10-14	1,86-2,26	165	- 30	Индустриальное 20
сепараторное Т;	50	14-17	2,26-2,60	165	+ 5	То же
20 (веретенное 3);	50	17-23	2,60-3,31	170	- 20	Индустриальное
30 (машинное Л);	50	27-33	3,81-4,59	180	- 15	12+30
45 (машинное С);	50	38-52	5,24-7,07	190	- 10	Индустриальное
50 (машинное СУ)	50	42-58	5,76-7,86	200	- 20	20+45 Индустриальное 50
<i>Тяжелые индустриальные:</i>						
цилиндровое 11 (2);	100	9-13	1,76-2,15	215	+ 5	АСП-10
вапор 13(1500);	100	11,4-14,5	2,00-2,32	150	- 5	Цилиндровое 11
цилиндровое 24;	100	20-28	2,95-3,95	240	+ 2	П28
П28 для прокатных станов;	100	26-30	3,68-4,20	285	- 10	МС-24
вапор 25 (2200);	100	24,5-27,0	3,50-3,80	190	- 10 – 5	Цилиндровое 24
вапор 30 (2900);	100	30-33	4,20-4,59	190	+ 17	Цилиндровое 38
цилиндровое 38 (6);	100	32-44	4,50-6,00	300	- 5	Цилиндровое 52
цилиндровое 52	100	44-59	6,00-8,00	310	-	-
<i>Авиационные:</i>						
МС-14;	100	14	2,26	200	- 30	-
МС-20, МС-20С;	100	20	2,95	225	- 18	-
МК-22;	100	22	3,19	230	- 14	-
МС-24	100	24	3,43	240	- 17	-
<i>Разные:</i>						
трансмиссионное ТАп-15;	100	15	2,37	95	-	-
для гидравлических передач;	100	20-32,5	3,01-4,52	165	- 20	-
осевое 3;	50	20-25	2,90-3,36	130	- 10	-
осевое Л	50	36-52	4,98-7,07	135	- 15	-

Примечание. В скобках указаны старые названия масел.

Таблица 3.3
Краткие характеристики наиболее употребляемых КОНСИСТЕНТНЫХ СМАЗОК

Наименование масла	Вязкость		Предел прочности при 60°С, Н/м ²	Пенетрация при 25°С	Температура применения, °С	
	при температуре, °С	не более, пуаз			максимальная	минимальная
<i>Антифрикционные:</i>						
солидол УСс-1;	0	1800	90-130	330-360	55	- 10
солидол УСс-2;	0	5000	50-300	270-330	60	- 10
солидол С;	0	2000	200	260-310	70	- 10
консталин УТ-1, УТ-2;	0	5000	300-600	225-275	120	-
137 металлургическая;	0	2800	-	335-360	145	-
ИП-2 брикетная;	-	-	-	50-100	170	-
ИП1-Л для прокатных станов;	-	-	-	260-310	80	0
ИП1-3 для прокатных станов;	-	-	-	310-350	75	- 5
НК-50 (натриевая);	80	500	150	170-225	150	0
Циатим-201 (литиевая);	0	1500	250	270-320	100	- 60
Циатим-202 (литиевая);	30	1500	120	265-325	120	- 50
Циатим-221 (кремнистая).	80	200	150	275-370	160	- 60
<i>Стабильные к агрессив. средам:</i>						
герметол (церезиновая).	50	300	500	-	55	- 45
<i>Приборные:</i>						
ОКБ-122-7 (церезиновая).	50	60	120	-	120	- 70
<i>Железнодорожные:</i>						
ЖТ (гормозная).	-	-	-	290-340	100	-
<i>Уплотнительные:</i>						
для газовой арматуры;	-	-	-	90-115	60	-
бензиноупорная;	-	-	-	130-200	55	-
насосная.	-	-	-	300-350	140	-
<i>Защитные:</i>						
вазелин технический УН;	-	-	-	-	50	-
канатная НМЗ-33.	-	-	-	-	60	-
<i>Твердые слоистые:</i>						
графит;	-	-	3800*	0,04**	340	- 260
MoS ₂ марки МВЧ-Г;	-	-	1180*	0,03**	375	-260
WS ₂ .	-	-	-	-	510	-

Примечания. * температура плавления, °С.

** коэффициент трения.

Методы определения расхода смазки

Для подшипников полужидкостного трения:

$$Q = 0,005 \cdot D \cdot l, \text{ л/мин}, \quad (3.4)$$

где D - диаметр вкладыша подшипника, см; l - длина вкладыша подшипника, см.

Сорт смазки выбирают по параметру

$d_{\text{cp}} \cdot n$, мм·об/мин ($d_{\text{cp}} = \frac{D+d}{2}$, D и d - наружный и внутренний диаметры подшипника).

При $d_{\text{cp}} \cdot n < 300000$ применяют консистентные смазки.

При $d_{\text{cp}} \cdot n = 300000-900000$ применяют централизованную подачу консистентной смазки или капельную смазку минеральным маслом.

При $d_{\text{cp}} \cdot n = 900000-1500000$ подшипники смазывают масляным туманом.

При $d_{\text{cp}} \cdot n > 1500000$ применяют централизованную циркуляционную жидкую смазку.

Расход консистентной смазки при 50-1500 об/мин и ручной подаче:

$$Q = 0,001 \cdot B \cdot (D^2 - d^2), \text{ г}, \quad (3.5)$$

где B - ширина подшипника, мм; D - наружный диаметр подшипника, мм;

d - внутренний диаметр подшипника, мм.

Для пополнения подшипника:

$$Q = 0,0055 \cdot d, \text{ г}. \quad (3.6)$$

Единовременный расход жидкой смазки в смену при индивидуальной подаче:

$$Q = \frac{S \cdot k}{1000}, \text{ г}, \quad (3.7)$$

где S - площадь одной поверхности скольжения, см²; k - поправочный коэффициент, зависящий от S .

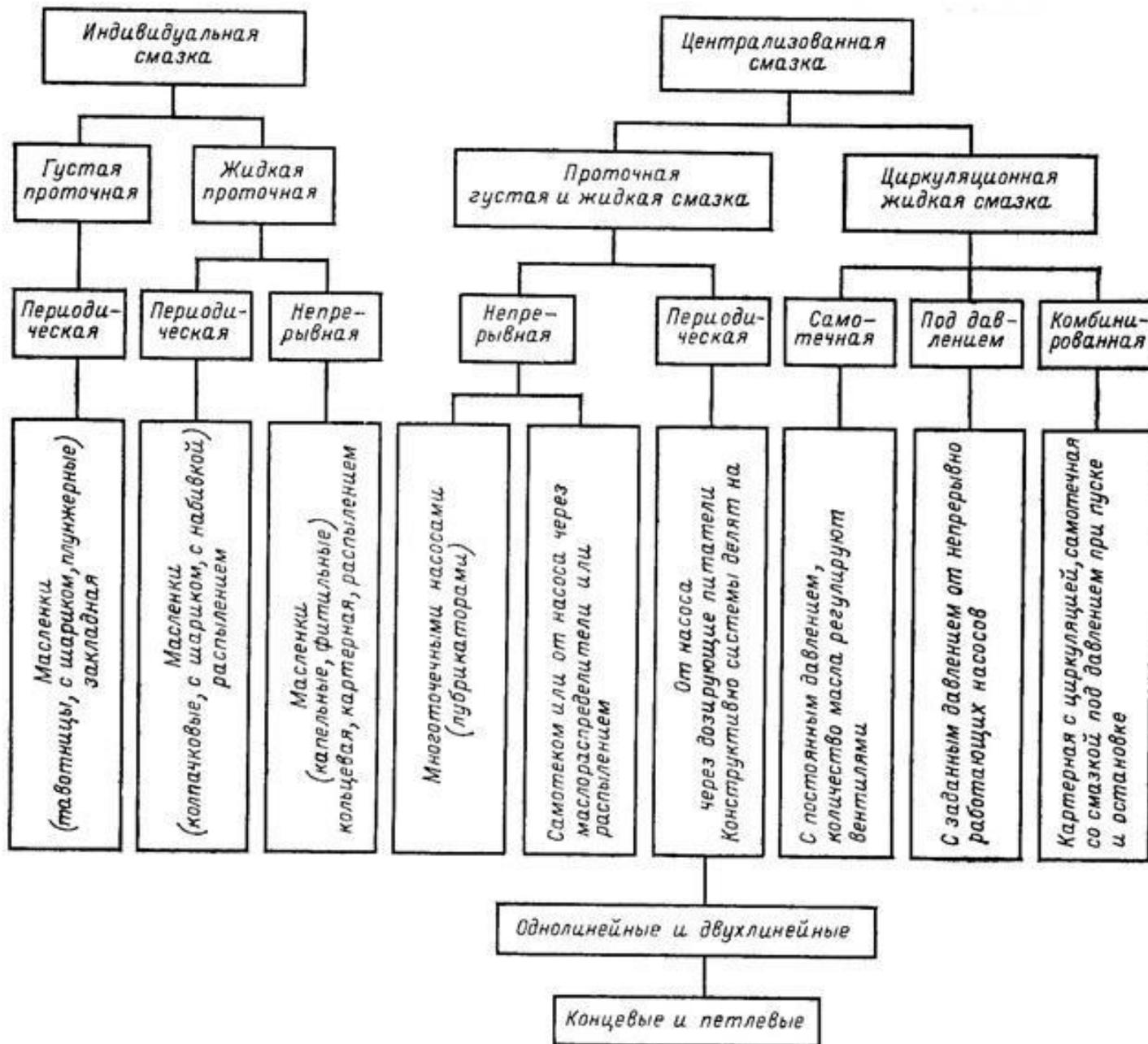


Рис. 3.6. Классификация смазочных систем

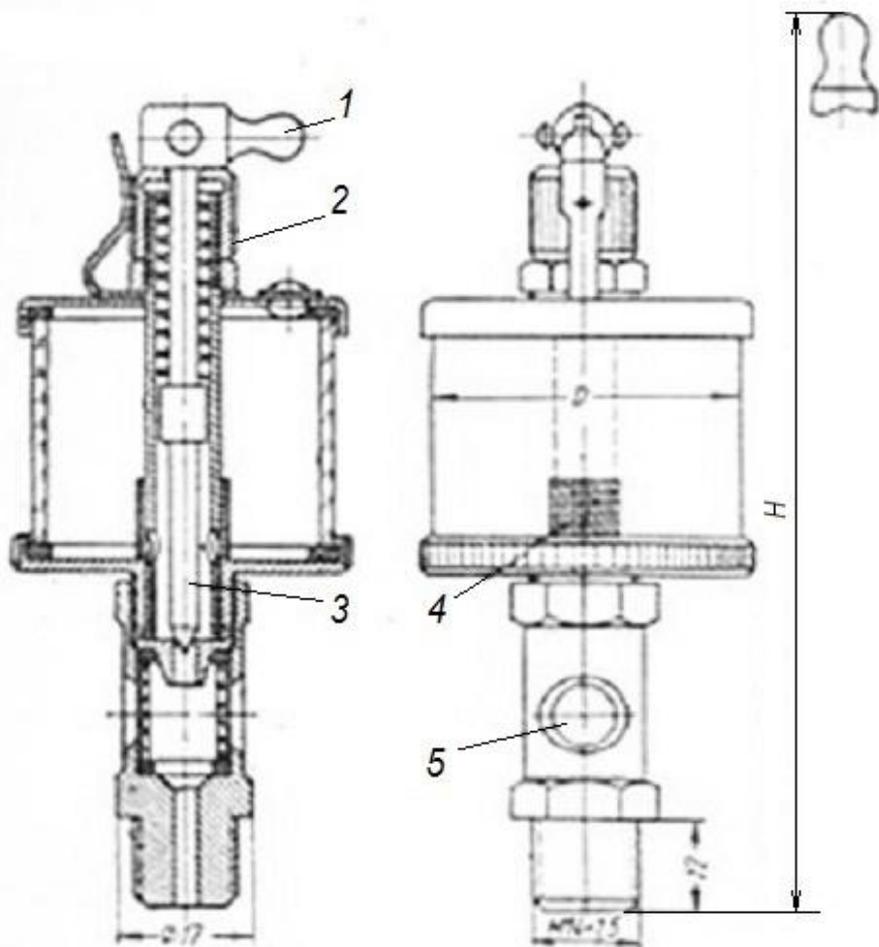


Рис. 3.7. Капельная масленка:
1 – рычажок; 2 – гайка; 3 – игла;
4 – сетка; 5 – окно

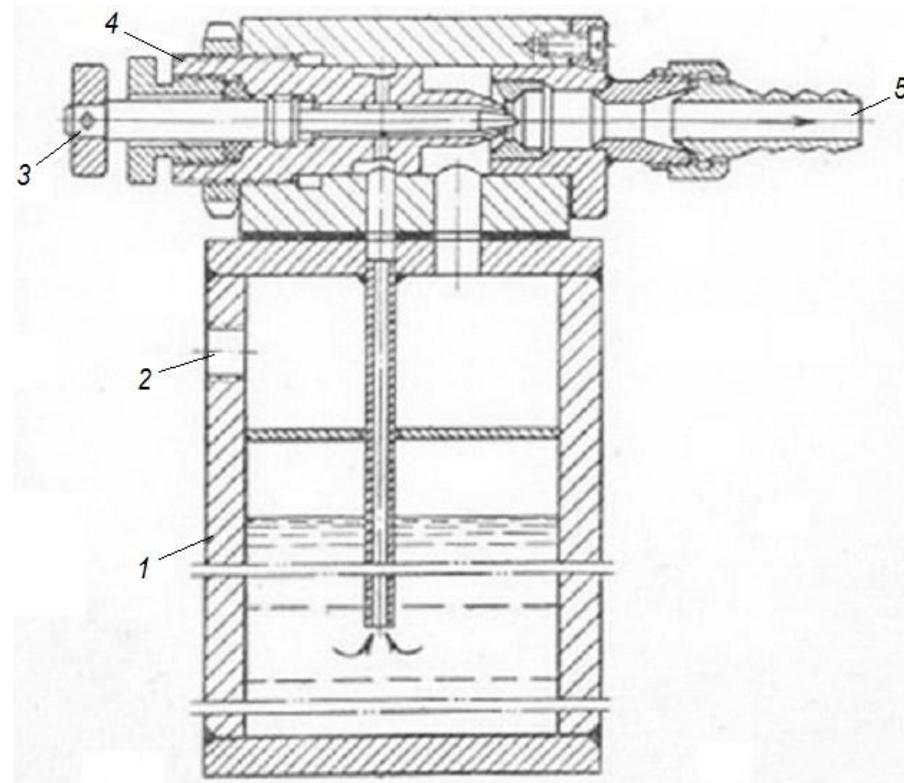


Рис. 3.8. Распылитель
инжекционного
типа:
1 – резервуар; 2 – место ввода
сжатого воздуха; 3 – игольчатый
дроссель; 4 –
винт, регулирующий подачу воздуха;
5 – распылитель

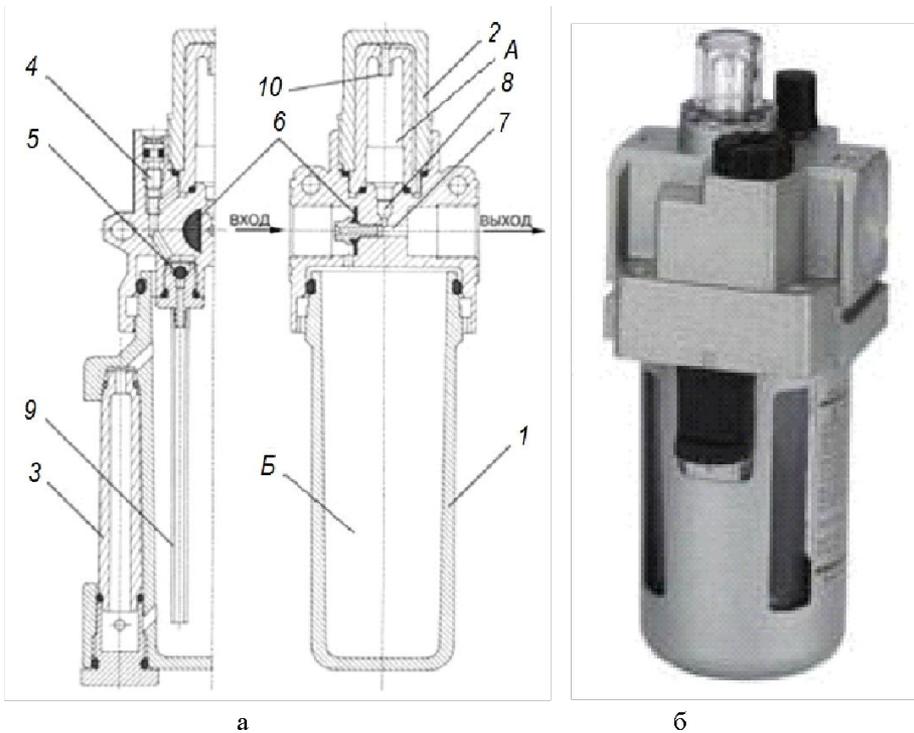


Рис. 3.9. Маслораспылитель (лубрикатор):

а – устройство; б – внешний вид; 1 – стакан; 2 - крышка; 3 - сплю; 4 – дроссель; 5 – обратный клапан; 6 – мембрана; 7 – отверстие; 8 – сопло; 9 – трубка; 10 - сопло

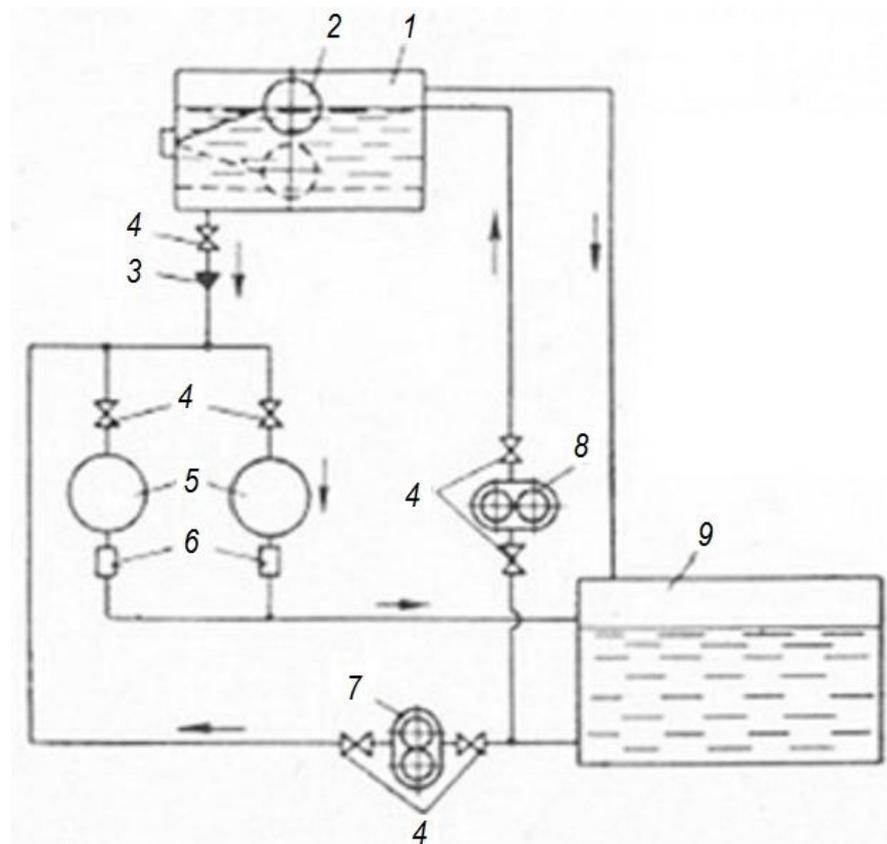


Рис. 3.10. Схема самотечно-циркуляционной системы смазки двухвалковой дробилки:

1 – напорный резервуар; 2 – поплавковое реле уровня; 3 – обратный клапан; 4 – вентиль; 5 – узел трения; 6 – указатель течения масла; 7 – подпорный насос; 8 – основной насос; 9 – приемный резервуар

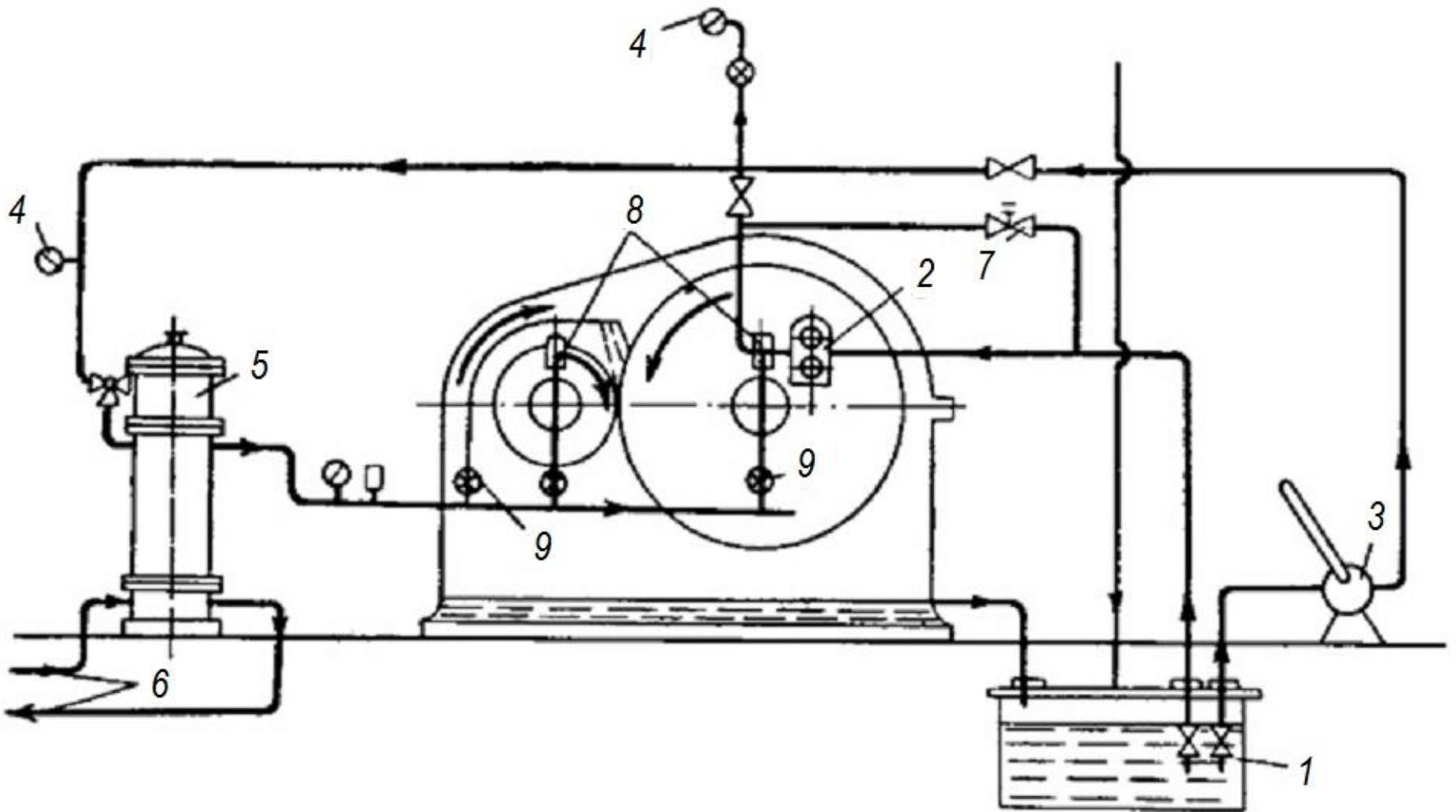


Рис. 3.11. Схема принудительной циркуляционной системы смазки редуктора под давлением:

- 1 – масляная ванна; 2 – масляный шестеренчатый насос; 3 – ручной насос (резервный);
 4 – манометр; 5 – фильтр-холодильник; 6 – вода для охлаждения масла; 7 – предохранительный клапан; 8 – термометр для замера температуры подшипника; 9 – регулировочный вентиль

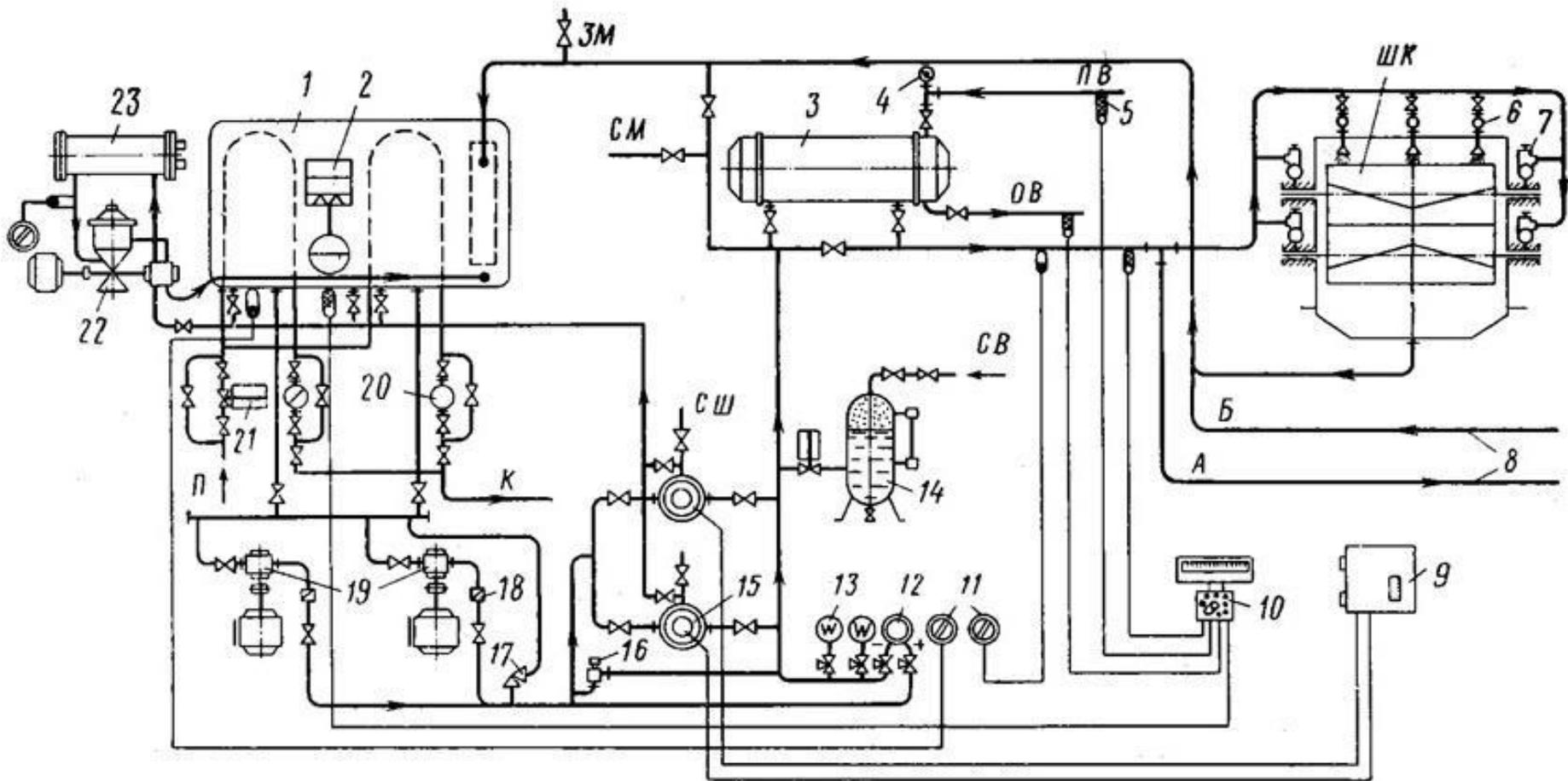


Рис. 3.12. Схема автоматической централизованной системы жидкой смазки редукторов и шестеренных клеток с установкой сепаратора масла:

1 – резервуар с паровым подогревом; 2 – датчик верхнего и нижнего уровня масла; 3 – охладитель; 4 – манометр; 5 – терморпара; 6 – указатель подачи масла; 7 – указатель течения масла; 8 – трубопроводы; 9 – командоаппарат; 10 – электронный потенциометр; 11 – электроконтактный термометр; 12 – реле давления; 13 – манометр; 14 – пресс-бак; 15 – фильтры пластинчатые; 16 – клапан перепускной; 17 – клапан предохранительный; 18 – клапан обратный; 19 – насосы; 20 – конденсатоотводчик; 21 – вентиль запорный; 22 – сепаратор масла; 23 – электро-подогреватель; ЗМ – заливка свежего масла; СМ – откачка отработанного масла на регенерацию; СШ – спуск шлама; А – подача масла к редукторам; Б – слив масла с редукторов; СВ – сжатый воздух; ПВ и ОВ – подвод и отвод воды

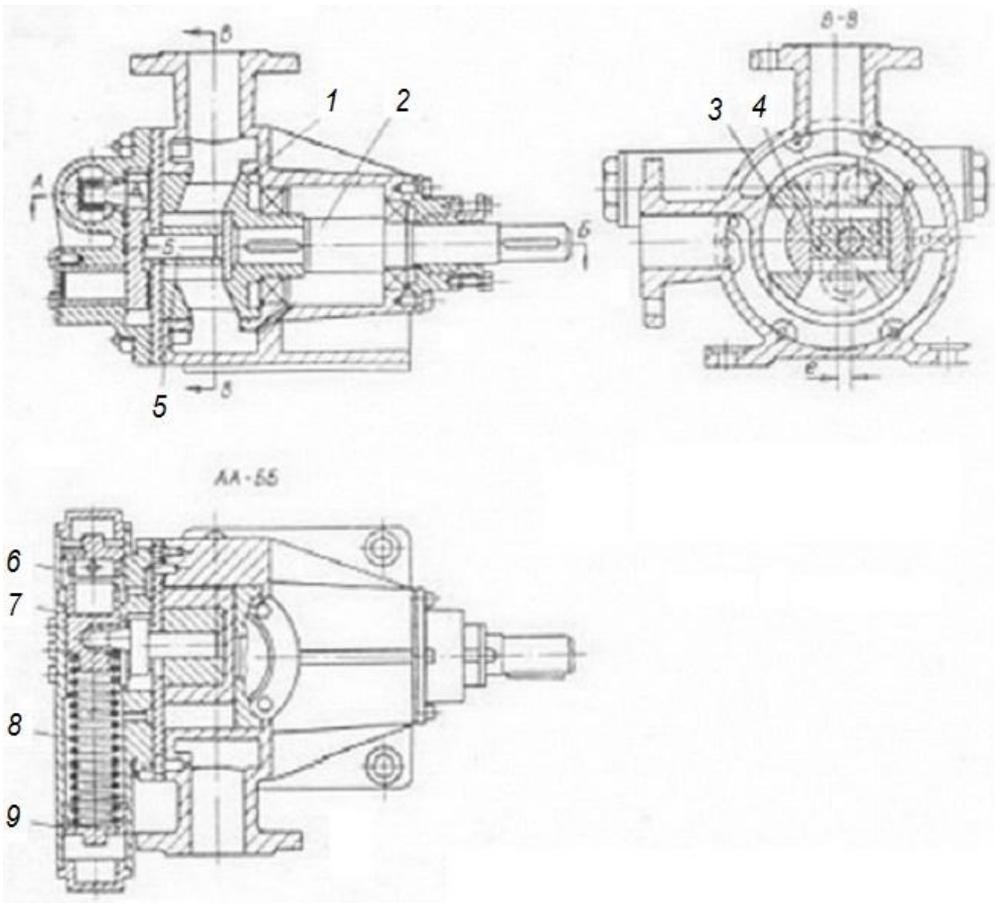


Рис. 3.13. Устройство ротационно-поршневого насоса:
 1 – ротор; 2 – приводной вал; 3 – поршень; 4 – поршень; 5 – палец; 6 – гайка; 7 – регулятор; 8 – пружина; 9 – гайка

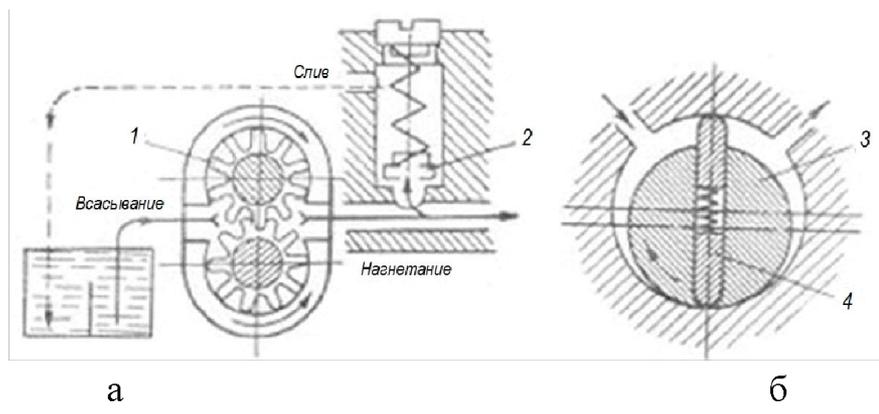


Рис. 3.14. Схемы насосов:
 а – шестеренного; б – лопастного;
 1 – шестерня; 2 – перепускной клапан; 3 – ротор; 4 – лопасть

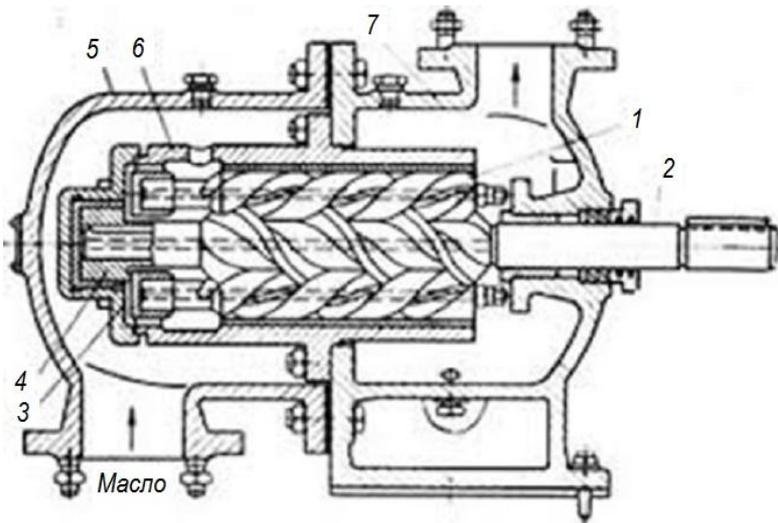


Рис. 3.15. Винтовой насос:
 1 – ведомый винт; 2 – ведущий
 двухзаходный винт; 3, 4 –
 подпят-
 ники винтов; 5 – крышка
 корпуса;
 6 – обойма; 7 – корпус

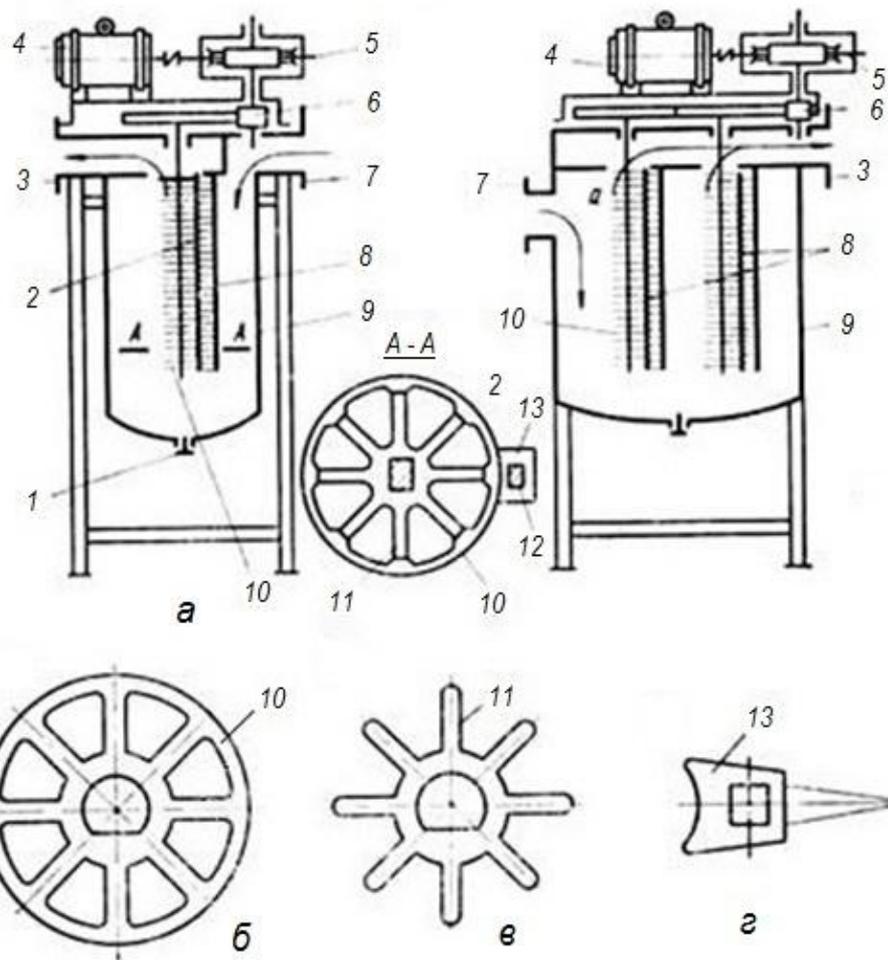


Рис. 3.16. Пластинчатый фильтр ФПЖ:
 а – общая схема одно- и двухпатронного фильтра; б – фильтрующий диск; в –
 прокладка; г – нож (скребок) для снятия грязи; 1 – слив грязи; 2 – дисковый
 валик;
 3 – патрубок со стороны нагнетания; 4 – электродвигатель; 5 – червячный
 редуктор;
 6 – цилиндрическая зубчатая передача; 7 – патрубок; 8 – фильтрующий патрон;

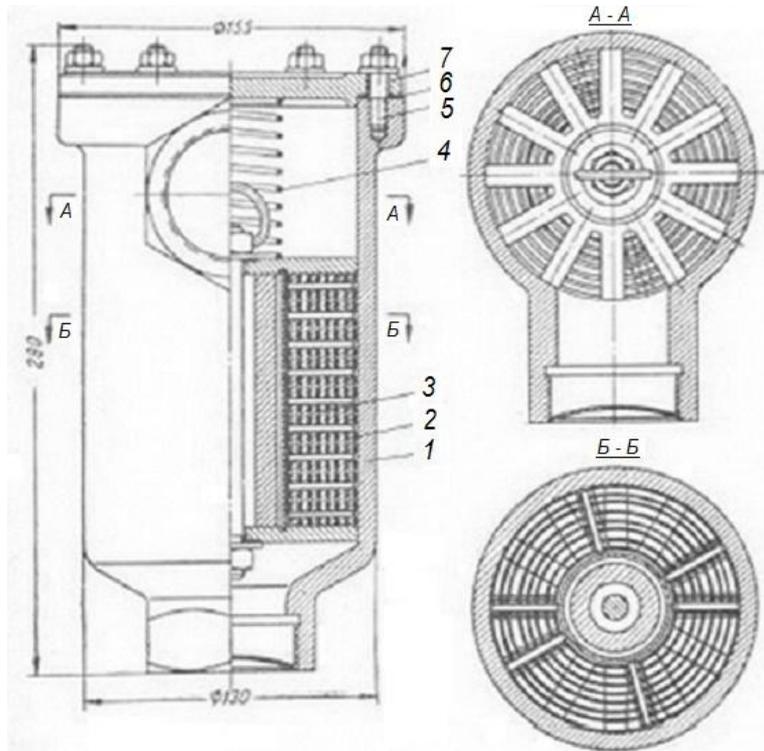


Рис. 3.17. Магнитный фильтр ФМ-6:

1 – корпус; 2 – магнитопровод; 3 – решетка; 4 – пружина; 5 – шпилька; 6 – прокладка; 7 – крышка

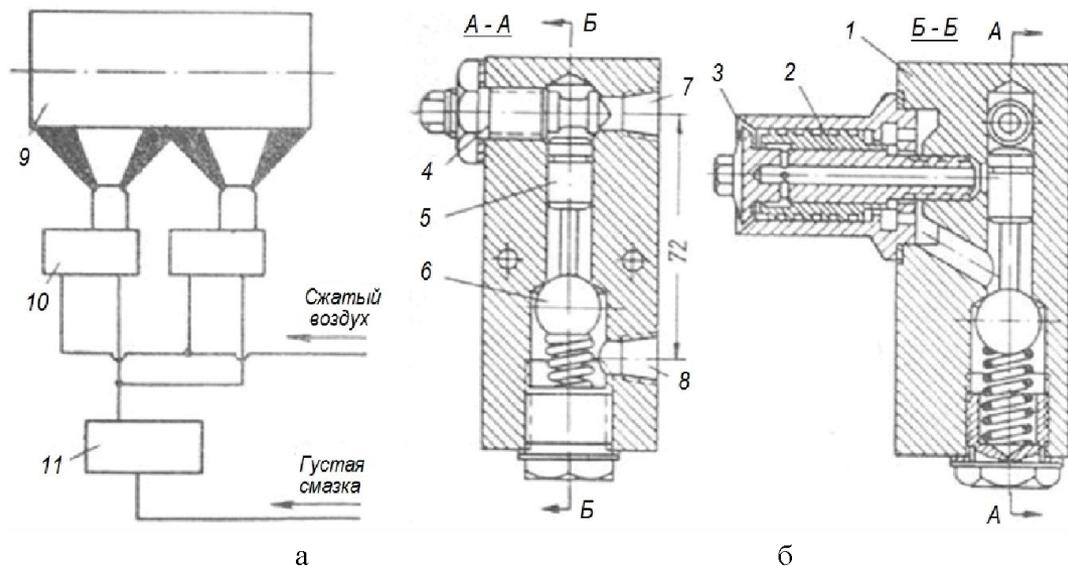


Рис. 3.18. Схема подачи графитовой смазки на открытые зубчатые передачи:

а – установка форсунки; б – форсунка; 1 – корпус; 2 – вихритель; 3 – щель выхода распыленной смазки;

4 – дроссель для регулировки подачи смазки; 5 – плунжер; 6 – шариковый воздушный клапан; 7 – отверстие для подвода смазки; 8 – отверстие для подвода воздуха; 9 – шестерня; 10 – форсунка; 11 – золотниковый распределитель

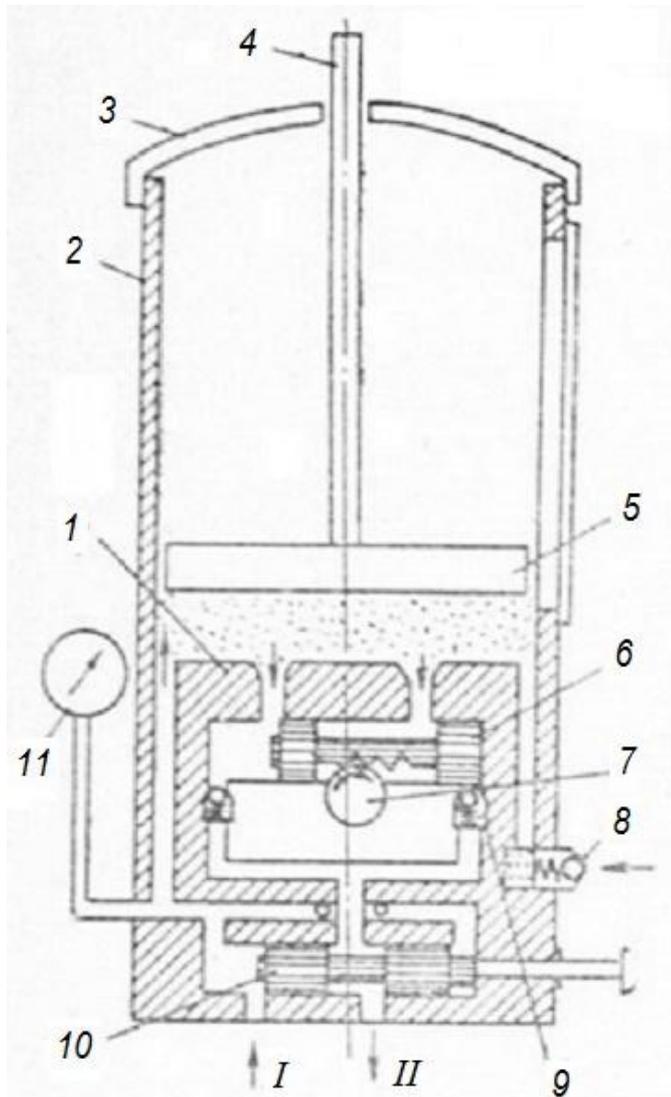


Рис. 3.19. Схема ручной станции густой смазки типа СРГ:
 1 – корпус; 2 – резервуар; 3 – крышка; 4 – шток-указатель; 5 – поршень;
 6 – одноплунжерный насос; 7 – рычаг; 8 - заправочный клапан; 9 -
 обратный клапан; 10 – золотник; 11 – манометр

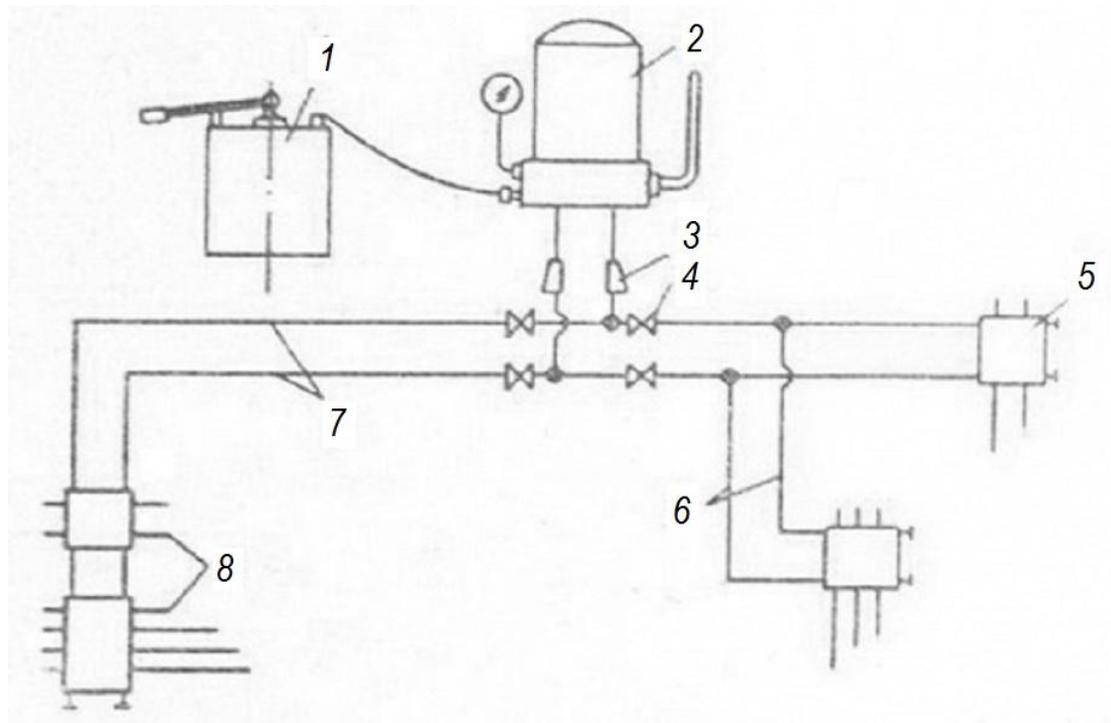
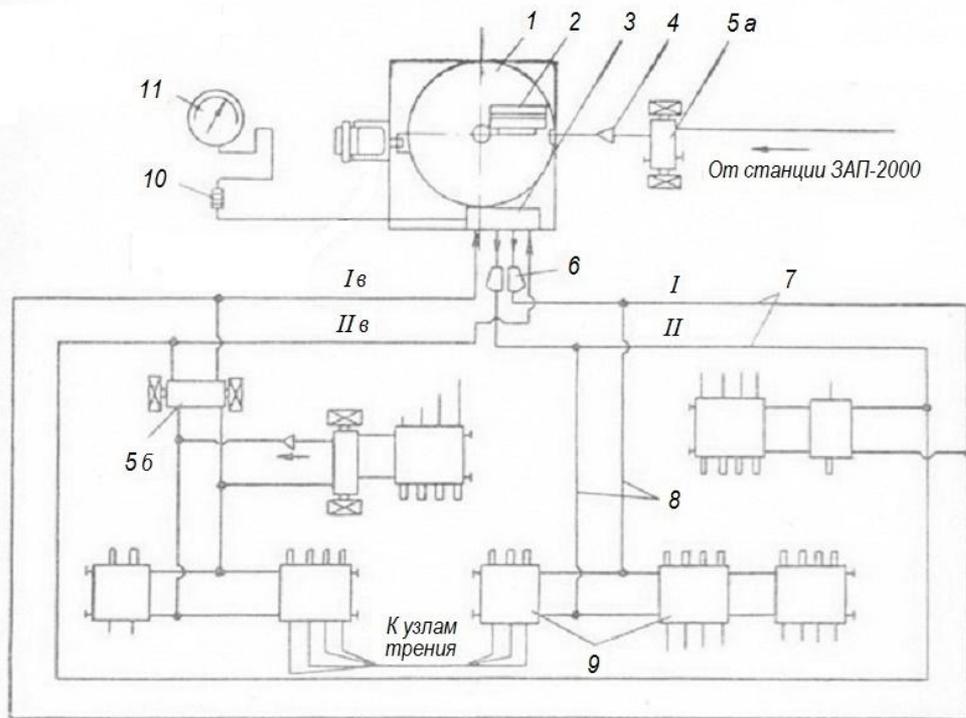


Рис. 3.20. Схема централизованной системы густой смазки с ручной станцией типа СРГ:
 1 – заправочный насос; 2 – станция; 3 –
 фильтр;
 4 – вентиль; 5 – питатели; 6 – отводящие трубо-
 проводы; 7 – магистральные трубопроводы; 8
 – трубопроводы к узлам трения

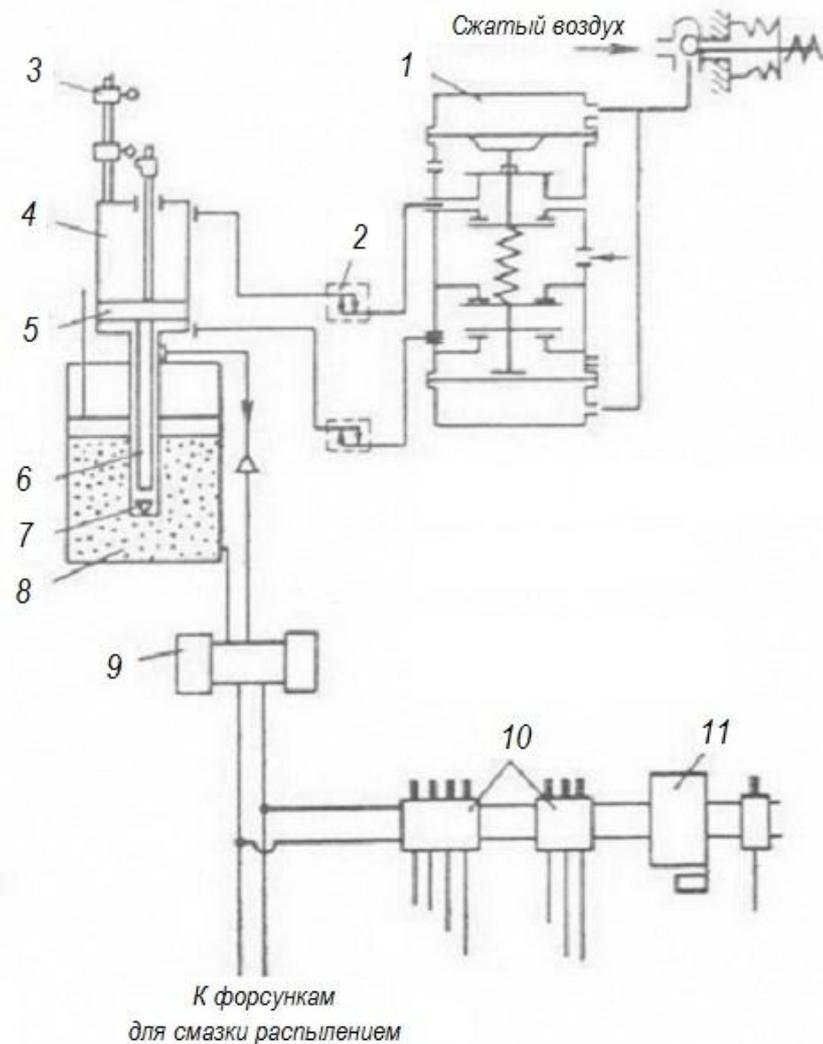


густой смазки со станцией СП петлевого типа:

1 – станция; 2 – червячный редуктор; 3 – золотниковый распределитель; 4 – клапан; 5а, 5б – насосы; 6 – фильтр; 7 – магистральные мазепроводы; 8 – отводные трубопроводы; 9 – питатели; 10 - датчик давления; 11 - манометр

Рис. 3.22. Схема станции густой смазки с пневматическим приводом:

1 – клапан пневматический мембранный с электромагнитным управлением; 2 – дроссель для снижения давления воздуха; 3 – конечный выключатель; 4 – пневмоцилиндр; 5 – шток-указатель; 6 – насос густой смазки; 7 – обратный клапан; 8 – резервуар со смазкой и поршнем; 9 – золотник с электромагнитным управлением; 10 – питатели; 11 – клапан давления



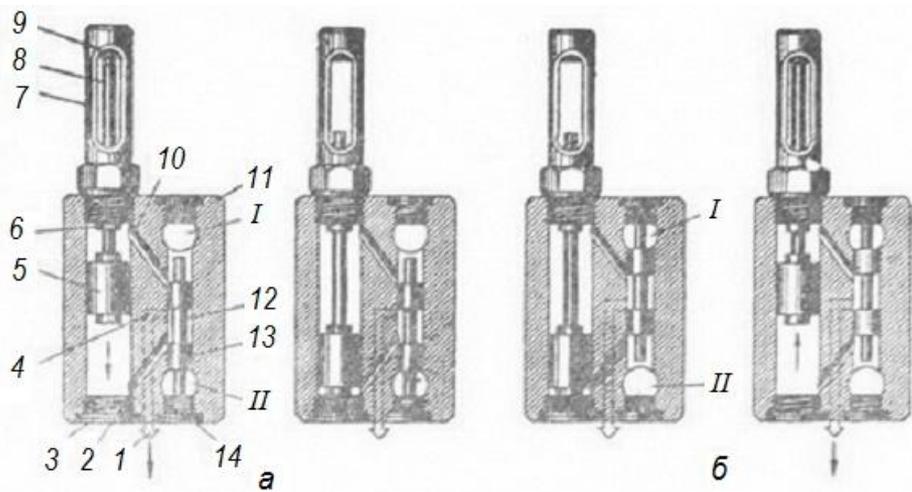


Рис. 3.23. Питатель серии ПД:
 а – схема нагнетания смазки по магистрали I; б – схема нагнетания смазки по магистрали II; в – общий вид питателя серии ПД 41-К; 1, 2, 4 – каналы; 3 – пробка; 5 – поршень; 6 – регулировочный винт; 7 – корпус; 8 – шток-указатель; 9 – винт; 10 – канал; 11 – общий корпус; 12 – пространство золотниковой камеры; 13 – золотник; 14 – пробка

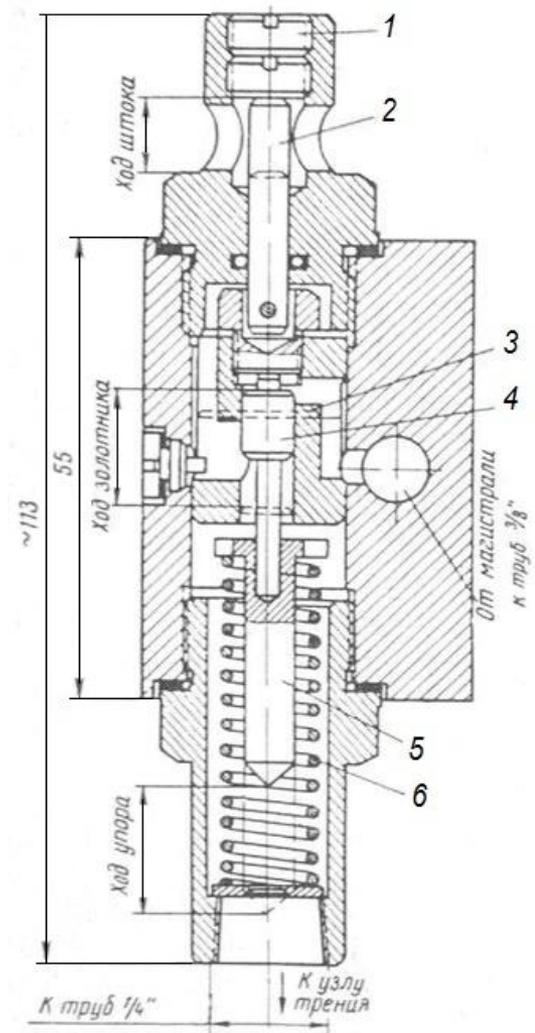


Рис. 3.24. Разрез однолинейного питателя серии ПО:
 1 – винт-пробка; 2 – шток-указатель; 3 – поршень; 4 – золотник; 5 – упор; 6 – пружина