

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

# **РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

для студентов специальности

1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии»

*Учебное электронное издание*

**Минск ◊ БНТУ ◊ 2011**

УДК 621.56

**Авторы:**

*М.В. Митенков, А.Д. Маляренко*

**Рецензенты:**

*В.М. Капцевич*, зав. кафедрой «Технология металлов» БГАТУ,

доктор технических наук, профессор;

*И.А. Иванов*, зав. кафедрой «Вакуумная и компрессорная техника» БНТУ, доктор

технических наук, профессор

В учебно-методическом пособии рассматриваются основные вопросы монтажа, обслуживания и ремонта торгового оборудования. Материал изложен в объеме программы курса «Ремонт и обслуживание торгового оборудования» для технического университета и окажет помощь студентам в подготовке к выполнению лабораторных и практических работ.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017) 292-77-52 факс (017) 292-91-37  
E-mail: tiro-fmme@tut.by  
Регистрационный № БНТУ/ФММП101-5.2011

© Митенков М.В., Маляренко А.Д., 2011  
© БНТУ, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Тема 1. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>6</b>
1.1. Монтаж торгово-технологического оборудования.....	6
1.2. Перемещение оборудования по горизонтали и наклонной плоскости.....	6
1.3. Подъем и спуск грузов.....	9
1.4. Подбор и использование такелажного оборудования .....	11
1.5. Требования техники безопасности ко всем видам грузоподъемного оборудования .....	20
1.6. Правила использования такелажных средств и грузоподъемных механизмов .....	21
1.7. Контрольные вопросы .....	23
<b>Тема 2. ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ .....</b>	<b>24</b>
2.1. Опоры для установки и закрепления оборудования.....	24
2.2. Фундаментные и анкерные болты .....	24
2.3. Использование строительных конструкций зданий в качестве опор для оборудования ...	27
2.4. Определение размеров фундаментов под машины и аппараты .....	29
2.5. Сооружение фундаментов, закладка фундаментных болтов.....	33
2.6. Приемка фундаментов .....	34
2.7. Контрольные вопросы .....	35
<b>Тема 3. УСТАНОВКА МАШИН И АППАРАТОВ .....</b>	<b>36</b>
3.1. Установка машин на фундаментах.....	36
3.2. Выверка машин на правильность взаимного расположения .....	38
3.3. Подливка установленного оборудования бетоном .....	42
3.4. Установка аппаратов на фундаментах .....	43
3.5. Особенности установки оборудования на конструктивных элементах зданий.....	43
3.6. Контрольные вопросы .....	44
<b>Тема 4. МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ .....</b>	<b>45</b>
4.1. Рабочее, условное и пробное давление. Условные диаметры проходных сечений .....	45
4.2. Основные виды труб и соединительных частей .....	46
4.3. Вспомогательные материалы для монтажа трубопроводов.....	53
4.4. Основные элементы трубопроводов .....	55
4.5. Разметка мест прокладки трубопроводов, составление замерных эскизов.....	58
4.6. Сборка трубопроводов.....	61
4.7. Монтаж виниловых и полиэтиленовых трубопроводов .....	65
4.8. Расчет трубопроводов.....	68
4.9. Контрольные вопросы .....	70

<b>Тема 5. МОНТАЖ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>71</b>
5.1. Подключение оборудования к электросети.....	71
5.2. Соединение, пайка и оконцевание проводов.....	71
5.3. Подключение оборудования к электросети.....	73
5.4. Подбор плавких вставок.....	77
5.5. Монтаж механического оборудования.....	78
5.6. Монтаж теплового оборудования с паровым обогревом.....	82
5.7. Монтаж теплового оборудования с электрообогревом.....	84
5.8. Контрольные вопросы.....	88
<b>Тема 6. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ТОРГОВОГО ЗАЛА.....</b>	<b>89</b>
6.1. Виды и системы электрического освещения.....	89
6.2. Выбор источников света.....	91
6.3. Выбор светильников.....	95
6.4. Выбор места расположения светильников.....	100
6.5. Методы светотехнического расчета электрического освещения.....	102
6.6. Расчет освещения торгового предприятия.....	110
6.7. Расчет системы энергообеспечения торгового предприятия.....	115
6.8. Построение расчетной схемы.....	123
6.9. Построение и оформление принципиальной питающей сети.....	124
6.10. Контрольные вопросы.....	126
<b>Тема 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>127</b>
7.1. Техническое обслуживание электрической части торгово-технологического оборудования.....	127
7.2. Техническое обслуживание оборудования для механической переработки пищевых продуктов.....	130
7.3. Техническое обслуживание теплового оборудования.....	138
7.4. Техническое обслуживание оборудования для санитарной обработки посуды и инвентаря.....	143
7.5. Техническое обслуживание холодильного оборудования.....	146
7.6. Контрольные вопросы.....	151
<b>Тема 8. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ.....</b>	<b>152</b>
8.1. Методы восстановления деталей.....	152
8.2. Ремонт с применением сварки, наплавки и пайки.....	155
8.3. Ремонт деталей гальваническим способом.....	160
8.4. Ремонт деталей способом пластических деформаций и давления.....	161

8.5. Ремонт деталей склеиванием .....	163
8.6. Ремонт деталей общего назначения .....	164
8.7. Контрольные вопросы .....	167
<b>Тема 9. ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>168</b>
9.1. Разборка и сборка машин .....	169
9.2. Очистка машин и деталей .....	169
9.3. Браковка деталей. Составление ведомости дефектов.....	170
9.4. Технология ремонта механического оборудования .....	173
9.5. Технология ремонта электротеплового оборудования.....	176
9.6. Технология ремонта холодильных агрегатов с сальниковым и бессальниковым компрессорами .....	180
9.7. Особенности ремонта бессальниковых компрессоров.....	197
9.8. Контрольные вопросы .....	206
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>207</b>

## Тема 1

# ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

**Цель работы:** Ознакомиться с основными видами такелажных работ. Научиться: рассчитывать необходимое усилие по перемещению и подъему торгового оборудования; подбирать необходимое такелажное оборудование и оснастку. Изучить специальные типы такелажного оборудования. Ознакомиться с: требованиями техники безопасности ко всем видам грузоподъемного оборудования, а также правилами использования такелажных средств и грузоподъемных механизмов

### **1.1. Монтаж торгово-технологического оборудования**

**Монтаж оборудования** – это совокупность операций по его установке, наладке и пуску в эксплуатацию. Ремонт оборудования – это совокупность операций по восстановлению размеров, формы, механической прочности и чистоты поверхности его изношенных деталей и узлов для приведения их в технически исправное состояние.

**Такелажными работами** называют комплекс операций, выполняемых для перемещения тяжестей. Такелажные работы являются составной частью монтажных и ремонтных работ.

Оборудование поставляется обычно упакованным в ящики. Чтобы не допустить ударов об упаковку, его укрепляют сквозными болтами ко дну или боковым стенкам ящиков.

Для тяжелого оборудования дно ящиков делают с салазками – деревянными брусками, стесанными на концах. Оборудование крепят к салазкам при помощи болтов, головки которых внешней стороны заделывают впотай.

На ящиках соответствующими надписями или условными знаками указывают требования к транспортировке, погрузке и разгрузке оборудования: «верх», «не кантовать» (условными знаками).

Незапакованное оборудование транспортируют на деревянных салазках или тележках, надежно укрепляя его болтами, растяжками или распорками.

### **1.2. Перемещение оборудования по горизонтали и наклонной плоскости**

На небольших открытых площадках и в помещении оборудование перемещают по следам (направляющим) на катках или без катков. Слегами могут служить доски, брусья и металлические балки. Катки изготавливают из труб диаметром от 25 до 108 мм.

На расстояние более 40 – 50 м тяжелое оборудование транспортируют на специально изготовленных деревянных санях, металлических листах с отогнутой вверх передней кромкой или на автоплатформах.

Наклонные плоскости для подъема и спуска оборудования изготавливают из деревянных брусьев или металлических балок, нижние концы которых надежно укрепляют анкерами или устанавливают в распор со строительными конструкциями. Угол подъема наклонных плоскостей обычно не превышает  $15^\circ$ . Сечения брусьев и балок, образующих наклонную плоскость, определяют путем расчета.

Подъем грузов для закладывания под салазки катков осуществляется ломами, которые используют в качестве рычагов. Один рабочий может приложить к концу лома усилие около 40 кг (400 Н). При соотношении плеч рычага 10:1 (стандартная длина ломов 1150 – 1400 мм) на конце короткого плеча будет достигнуто усилие около 4000 Н.

Тяговые усилия при перемещении оборудования по горизонтали и наклонной плоскости в пределах небольших монтажных площадок создают с помощью ломов, воротов, полиспастов, талей и лебедок. Для транспортировки на большие расстояния используют тракторы-тягачи (рис. 1.1).

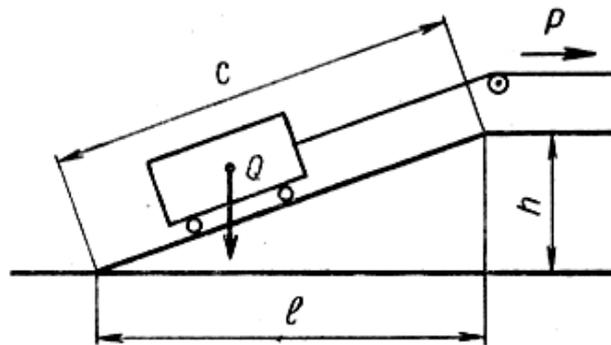


Рис. 1.1. Схема к расчету тягового усилия при подъеме груза по наклонной плоскости

Величины тяговых усилий  $P$  определяют путем расчета, при этом пользуются следующими формулами:

для горизонтального перемещения без катков:

$$P = 1,2 f Q,$$

для горизонтального перемещения на катках:

$$P = 1,2 Q \frac{K' + K''}{2r},$$

для перемещения по наклонной плоскости вверх без катков:

$$P = 1,2 f Q (f \cos \alpha + \sin \alpha) \text{ или } P = 1,2 f Q \left( f \frac{l}{c} + \frac{h}{c} \right),$$

для перемещения по наклонной плоскости вверх на катках:

$$P = 1,2 Q \left( \frac{K' + K''}{2r} \cos \alpha + \sin \alpha \right) \text{ или } P = 1,2 Q \left( \frac{K' + K''}{2r} \frac{l}{c} + \frac{h}{c} \right),$$

для спуска по наклонной плоскости на катках:

$$P = 1,2 Q \left( \frac{K' + K''}{2r} \cos \alpha - \sin \alpha \right),$$

где  $Q$  – вес груза, Н (кг);

$f$  – динамический коэффициент трения скольжения;

$K'$  – динамический коэффициент трения качения между катком и салазками;

$K''$  – то же между катком и опорной поверхностью;

$2r$  – диаметр катков, см;

$\alpha$  – угол, образуемый наклонной плоскостью и горизонталью, град.;

$h, l, c$  – длины сторон треугольника, образуемого наклонной плоскостью.

Для выведения груза из состояния покоя необходимо приложить усилие на 20 – 25 % больше того, которое требуется перемещения груза (множитель 1,2).

Значения коэффициентов динамического трения постоянны: они уменьшаются с повышением скорости движения и возрастают с увеличением шероховатости поверхностей. При высоких удельных нагрузках, вызывающих пластическую деформацию материалов контактных поверхностей, коэффициенты трения резко возрастают. Значения коэффициентов трения скольжения и качения для расчета тяговых усилий приведены ниже (табл.1.1).

Таблица 1.1

Трения скольжения	$f$	Трения качения	$K$
Дерево по дереву	0,3-0,5	Стальной каток по стали	0,07
Дерево по металлу	0,2-0,5	Стальной каток по дереву	0,1-0,12
Дерево по грунту	0,55	Стальной каток по грунту	0,15
Стальные полозья по грунту	0,42		

### Задание для расчета № 1.1

Определить тяговое усилие для перемещения оборудования по наклонной плоскости для следующих условий (табл. 1.2):

1. Оборудование установлено на деревянные салазки, наклонная плоскость изготовлена из дерева (расчет вести по заданному углу подъема).
2. Оборудование установлено на деревянные салазки и перемещается на катках из стальных труб с заданным радиусом, наклонная плоскость грунтовая (расчет вести по размерам треугольника).
3. Оборудование установлено на стальные полозья, наклонная плоскость грунтовая (расчет вести по размерам треугольника).

Таблица 1.2

Исходные данные для расчета

№ Вар.	Вес оборудования, $Q, H$	Радиус стальных труб, $r, мм$	Угол подъема, град.	Размеры треугольника, м	
				$l$	$h$
1	2	3	4	5	6
1.	2345	59	15	4	1,2
2.	2456	64	18	5	1,6
3.	2348	78	16	6	1,8
4.	2890	56	17	7	1,4
5.	3004	84	22	8	1,9
6.	3567	40	13	4	1,9
7.	6543	36	10	4	2,0
8.	3467	45	25	5	2,2
9.	5687	24	23	6	1,6
10.	2335	16	24	7	1,3
11.	2354	18	15	8	1,8
12.	5446	34	18	4	2,1
13.	3465	24	16	4	1,1
14.	3256	54	17	5	1,3
15.	2335	52	22	6	1,9
16.	6768	64	13	7	1,4

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
17.	5667	33	16	8	3,0
18.	6789	28	25	4	4,0
19.	6567	56	23	4	2,0
20.	5445	55	24	5	3,0

### 1.3. Подъем и спуск грузов

В качестве передвижных грузоподъемных механизмов используют домкраты, тали, лебедки, автокраны. В производственных цехах при выполнении монтажных и ремонтных работ могут быть также применены стационарные грузоподъемные машины: тельферы, край-укосины, кран-балки и мостовые краны.

Все грузоподъемные средства разрешается использовать только при правильной их установке; и надлежащем креплении груза.

Подъем грузов лебедками на перекрытия и кровлю многоэтажных зданий осуществляется обычно по схеме, приведенной на рис. 1.2. Верхний отводной блок крепят к мачте (если необходимо поднять груз па кровлю здания) или к консольной балке. Вместо лебедки могут быть использованы другие механизмы, например полиспаст.

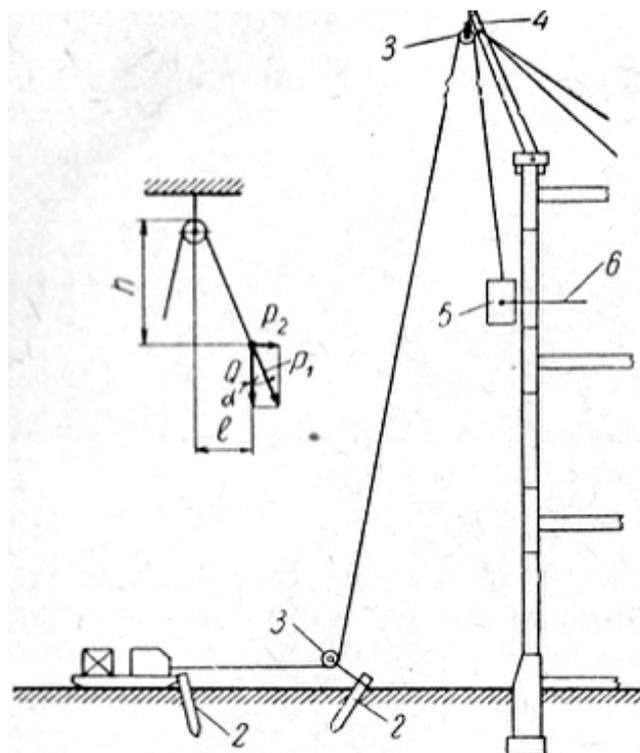


Рис. 1.2. Схема к расчету тягового усилия при подъеме груза с оттяжкой:  
1 – лебедка; 2 – анкеры; 3 – отводной блок; 4 – мачта; 5 – груз; 6 – оттяжка

Тяговое усилие в вертикальной ветви каната с подвешенным грузом равно весу этого груза. Если при подъеме используют оттяжки, например для втаскивания груза в оконные или дверные проемы, то тяговое усилие  $P_1$  в рабочем канате при горизонтальном положении оттяжек составит:

$$P_1 = \frac{Q}{\cos \alpha} \text{ или } P_1 = \frac{Q\sqrt{h^2 + l^2}}{h},$$

а усилие  $P_2$  в горизонтальной оттяжке:

$$P_2 = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ или } P_2 = \frac{Ql}{h}.$$

Тяговое усилие  $P$  в ветви каната, наматываемой на барабан лебедки, без учета жесткости каната можно выразить следующей формулой:

$$P = \frac{P_1}{\eta_1 \eta_2},$$

где  $Q$  – вес груза, Н;

$\eta_1, \eta_2$  – КПД отводных блоков.

При определении усилий в канате принимают КПД блока с подшипниками качения 0,985, а с подшипниками скольжения – 0,955. Для монтажных полиспастов предпочтительнее ролики с подшипниками качения, так как они имеют стабильный и более высокий КПД, удобнее и надежнее в эксплуатации.

### Задание для расчета № 1.2

Определить тяговое усилие в вертикальной и горизонтальной ветви каната, необходимого для подъема оборудования (данные для расчета взять из табл. 1.3). Расчет выполнить для двух условий: по углу и значениям  $h, l$ .

Таблица 1.3

Исходные данные для расчета

№ Вар.	Вес оборудования, $Q, H$	Угол, град.	Размеры, м	
			$h$	$l$
1.	2345	15	3	1,2
2.	2456	18	4	1,6
3.	2348	16	4	1,8
4.	2890	17	2	1,4
5.	3004	22	5	1,9
6.	3567	13	4	1,9
7.	6543	10	4	2,0
8.	3467	25	3	2,2
9.	5687	23	6	1,6
10.	2335	24	3,5	1,3
11.	2354	15	3	1,8
12.	5446	18	4	2,1
13.	3465	16	4	1,1
14.	3256	17	5	1,3
15.	2335	22	6	1,9
16.	6768	13	7	1,4
17.	5667	16	3	3,0
18.	6789	25	4	4,0
19.	6567	23	4	2,0
20.	5445	24	6	3,0

## 1.4. Подбор и использование такелажного оборудования

К такелажному оборудованию относятся канаты, блоки, полиспасты, тали, лебедки, а также другие механизмы и приспособления для перемещения тяжестей.

**Канаты.** Для такелажных работ применяют пеньковые, стальные и капроновые канаты. Пеньковые канаты могут быть смольными и бельными. Смольные канаты изготавливают из пропитанных смолой прядей (каболок), они хорошо противостоят сырости, но по сравнению с бельными имеют больший вес и меньшую прочность.

Бельные канаты изготавливают из несмоленых каболок; они более гибки и удобны для такелажных работ, чем смольные.

Ответственные такелажные работы разрешается выполнять пеньковыми канатами только 1-го сорта без следов механических повреждений, истирания и гнилости.

Допускаемые нагрузки на бельные канаты приведены в табл.1.4.

Таблица 1.4

Диаметр каната, мм	11,1	12,7	14,3	15,9	19,1
Разрывное усилие, Н	6000	7620	9250	10100	15650
Допускаемая нагрузка, Н	980	1270	1570	1960	2 820

Для смольных канатов допустимые нагрузки снижаются на 10 %, а для канатов со следами потертостей – на 20 – 40 %.

При сгибании ролика блока прочность канатов снижается, так как наружные пряди их вытягиваются, а внутренние сжимаются. Для обеспечения расчетной прочности минимальный диаметр ролика блока должен быть равен не менее чем десяти диаметрам каната.

**Стальные канаты.** Это – основной элемент грузоподъемных устройств, используемых на монтаже оборудования. Главной особенностью стальных канатов является способность воспринимать высокие продольные натяжения и изгибаться с радиусом  $3 - 5 d_K$  ( $d_K$  – диаметр каната) без существенных нарушений формы и несущей способности.

Эксплуатационные качества стальных канатов характеризуются разрывным усилием, гибкостью, износоустойчивостью, способностью сопротивляться раскручиванию под нагрузкой и коррозионной стойкостью. Разрывное усилие каната складывается из произведения суммы разрывных усилий составляющих его проволочек на коэффициент  $K = 0,82$ , учитывающий неравномерность распределения усилий между проволочками и особенностью их нагружения в спиральной конструкции каната.

Стальные канаты изготавливают из тонких стальных проволочек, которые предварительно свивают в пряди. Проволоки в прядях могут быть одинакового или различных диаметров (рис. 1.3). Канат из проволоки разного диаметра называется компаундом. Определенная система расположения толстых и тонких проволок дает возможность наиболее целесообразно использовать объем каната. При одинаковом наружном диаметре прочность канатов компаунд примерно на 8 % выше прочности обычных канатов.

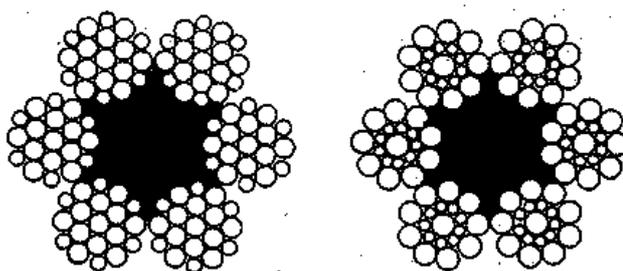


Рис. 1.3. Сечение каната из проволок одинакового и разного диаметра

Для такелажных работ применяются преимущественно канаты двойной свивки, называемые тросами. Двойная свивка может быть крестовой (проволоки в пряди свиты в одну сторону, а пряди в канаты – в другую) или односторонней (проволока в пряди и пряди в канате свиты в одну сторону).

Канаты односторонней свивки более гибкие, чем крестовой, но обладают способностью к самораскручиванию под действием подвешенного груза. У канатов крестовой свивки проволоки подвержены более сильному трению, что приводит к быстрому их износу.

Наибольшее распространение получили стальные канаты из прядей, свитых вокруг органического (обычно пенькового) сердечника, пропитанного канатной мазью. В состав канатных мазей входит мазут, битумы и консистентные смазки; компоненты подбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивость смазки при различных температурах.

Гибкость каната зависит от диаметра проволок, из которых он изготовлен. Для такелажных работ используются преимущественно канаты из шести прядей с количеством проволок в каждой из них 19, 37 и 64 или 61. Чем чаще в процессе эксплуатации канат подвергается изгибам, тем большее число проволок он должен содержать. Так, для крепления грузов к крюкам применяют стальные канаты из шести прядей, свитых из 61 проволоки; для подъемных механизмов и приспособлений используют канаты из шести прядей по 37 проволок в каждой; для растяжек мачт, практически не подвергающихся изгибам во время работы, используют жесткие канаты из шести прядей по 19 проволок.

Подбор стальных канатов производится по разрывному усилию (см. табл. 1.5).

$$P_{раз} = P \cdot K,$$

где  $P_{раз}$  – разрывное усилие каната в целом, определяемое по таблицам или гарантированное заводским паспортом, Н (кг);

$P$  – наибольшее допускаемое усилие в канате, Н (кг);

$K$  – коэффициент запаса прочности.

Коэффициент запаса прочности установлен (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Для механизмов с ручным приводом	4,5
Для механизмов с машинным приводом	5,0
Для чалочных канатов и стропов (обвязка грузов)	8,0
Для растяжек и вант	3,5

### Задание для расчета № 1.3

В соответствии с табл. 1.6 и данными, полученными в процессе расчетов по заданию № 1.1 и № 1.2, подобрать стальные канаты, необходимые для выполнения соответствующих такелажных работ.

Таблица 1.6

### Техническая характеристика стальных канатов (ГОСТ 3071–74)

Диаметр		Площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Расчетный вес 100 погон. метров, смазанного каната, кг	Расчетный предел прочности проволоки при растяжении, кг/мм <sup>2</sup>							
Каната, мм	Проволоки, мм			130		140		150		160	
				Сум. всех проволок в канате	Каната в целом	Сум. всех проволок в канате	Каната в целом	Сум. всех проволок в канате	Каната в целом	Сум. всех проволок в канате	Каната в целом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>6 × 19 = 114 проволока</b>											
5,3	0,34	10,35	9,81	-	-	1440	1220	1550	1310	1650	1400

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5,7	0,37	12,31	11,66	-	-	1720	1460	1840	1560	1970	1670
6,2	0,4	14,36	13,60	-	-	2010	1700	2150	1820	2290	1940
7,7	0,5	22,34	21,17	2900	2460	3120	2650	3350	2840	3570	3030
9,3	0,6	32,26	30,57	4190	3560	4510	3830	4830	4100	5160	4380
11,0	0,7	43,89	41,50	5700	4840	6140	5210	6680	5690	7020	5960
12,5	0,8	57,34	54,33	7450	6330	8020	6810	8600	7310	9170	7790
14,0	0,9	72,50	68,70	9420	8000	10150	8620	10850	9220	11600	9850
15,5	1,0	89,49	84,8	11600	9860	12500	10600	13400	11350	14300	12150
17,0	1,1	108,3	102,6	14050	11900	15150	12850	16200	13750	17300	14700
18,5	1,2	128,32	122,0	16700	14150	18000	15300	19300	16400	20600	17500
20,0	1,3	151,28	143,3	19650	16700	21150	17950	22650	19350	24200	20550
22,0	1,4	175,56	166,30	22800	19350	24550	20850	26300	22350	28050	23800
23,5	1,5	200,64	190,10	26050	22100	28050	23800	30050	25500	32100	27250
25,0	1,6	229,14	217,10	29750	25250	32050	27300	34350	29150	36650	31150
<b>6 × 37 = 222 проволоки</b>											
8,7	0,4	27,97	26,27	-	-	3910	3200	4190	3430	4470	3660
11,0	0,5	43,51	40,86	5650	4630	6090	4990	6520	5340	6960	5700
13,0	0,6	62,83	59,0	8160	6690	8790	7200	9420	7720	10650	8240
15,5	0,7	85,47	80,27	1110	9100	11950	9790	12800	10450	13650	11150
17,5	0,8	111,67	104,8	14500	11890	15600	12750	16750	13700	17850	14600
19,5	0,9	141,19	132,6	18350	15000	19750	16150	21150	17300	22550	18450
22,0	1,0	175,26	164,6	22750	18600	24500	20050	26250	21500	28000	22950
24,0	1,1	211,98	199,1	27550	22500	29650	24300	31750	36000	33900	27750
26,0	1,2	253,04	237,7	32850	26900	35400	29000	37950	31100	40450	33150
<b>6 × 61 = 366 проволок</b>											
11,5	0,4	45,9	43,15	-	-	6420	5070	6880	5430	7340	5790
14,0	0,5	71,74	67,44	9320	7360	10000	7970	10750	8490	11450	9040
17,0	0,6	103,58	97,3	13450	10600	14500	11450	15500	12200	16550	13050
19,5	0,7	140,91	132,4	18300	14450	19700	15550	21100	16650	22500	17750
22,5	0,8	184,1	173,1	23900	18850	25570	20300	27600	21800	29450	23250
25,0	0,9	232,77	218,8	30250	23850	32550	25700	34900	27550	37200	29350
28,0	1,0	288,3	271,0	37450	29550	40350	31850	43200	34100	46100	36400
31,0	1,1	348,78	327,8	45300	35750	48800	38550	52300	41300	55800	44050
33,5	1,2	414,76	389,8	53900	42550	58550	45850	62200	49100	66360	52400

**Степень износа канатов** определяют по количеству обрывов проволок, приходящихся на длину одного шага свивки, и по уменьшению диаметра проволок. Шагом свивки называется длина, соответствующая одному обороту пряди вокруг оси каната.

Для определения шага свивки на поверхности какой-либо пряди наносят метку (рис. 1.4), от которой отсчитывают вдоль оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната, и ставят вторую метку.



Рис. 1.4. Определение шага свивки

При уменьшении диаметра проволок вследствие износа или коррозии на 4 % и более, а также при обрыве полной пряди канат бракуется.

Канаты, не имеющие свидетельства (сертификата) завода-изготовителя, перед использованием должны подвергаться лабораторному испытанию. Канаты загрязненные, покрытые коррозией и или утратившие смазку считаются устаревшими. Хранить канаты следует смазанными и смотанными в бухты или на катушках. Помещения для хранения должны быть сухими.

Разматывают канаты путем раскатывания бухт и катушек, не допуская образования петель (из петель во время работы образуются заломы, разрушающие канат).

Смазку канатов необходимо периодически возобновлять. Для этого их пропускают через ванны, заполненные канатной мазью, разогретой до 60°.

**Стропы и чалочные канаты.** Стропами называют отрезки канатов, на концах которых заделаны петли (рис. 1.5). Их применяют для связывания и подвешивания грузов к крюкам подъемных механизмов. Отрезки канатов того же назначения без петель, но с заделанными от расплетания концами называют чалочными канатами.

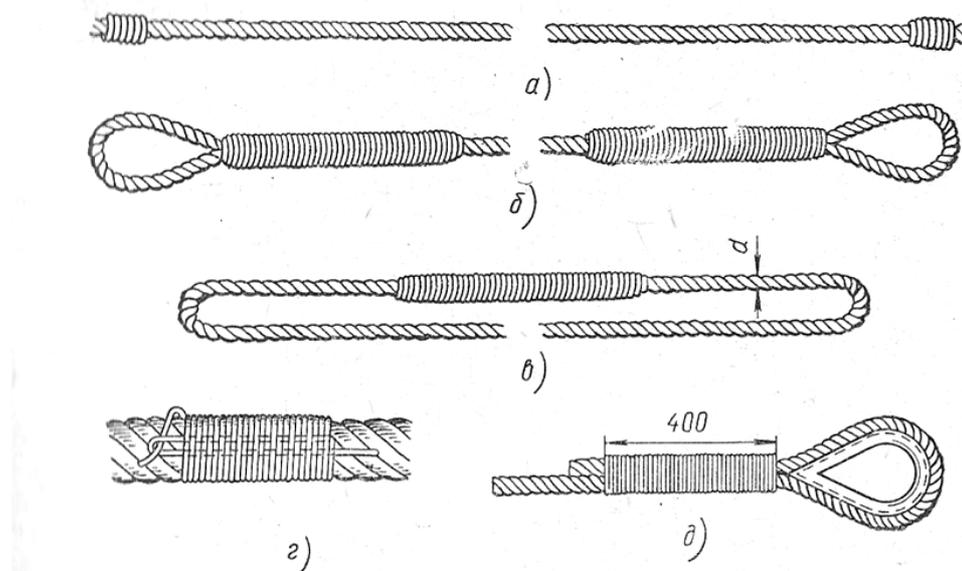


Рис. 1.5. Стропы:

*a* – одинарный с заделанными концами; *б* – одинарный с петлями;  
*в* – кольцевой; *г* – заделка конца каната стальной проволокой; *д* – заделка петли

При подвеске груза стропы и чалочные канаты испытывают растягивающие усилия и, кроме того, в местах перегиба – изгибающие усилия. Определять последние для каждого отдельного случая весьма затруднительно, поэтому расчет стропов и чалочных канатов ведется только на растяжение, а изгибающие усилия учитываются повышенным коэффициентом запаса прочности, равным 8 (рис. 1.6).

Если ветви стропа расположены под некоторым углом  $\alpha$  к вертикали (рис. 1.6), то суммарное растягивающее усилие в них будет превышать вес груза. Из силового треугольника со сторонами  $a$ ,  $b$  и  $c$

$$c = \frac{a}{\cos \alpha},$$

следовательно, растягивающее усилие в каждой ветви стропа будет:

$$P = K \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n} = Km \cdot \frac{Q}{n},$$

где  $Q$  – вес груза,  $H$  (кг);

$n$  – число ветвей стропа;

$K$  – коэффициент неравномерности загрузки ветвей.

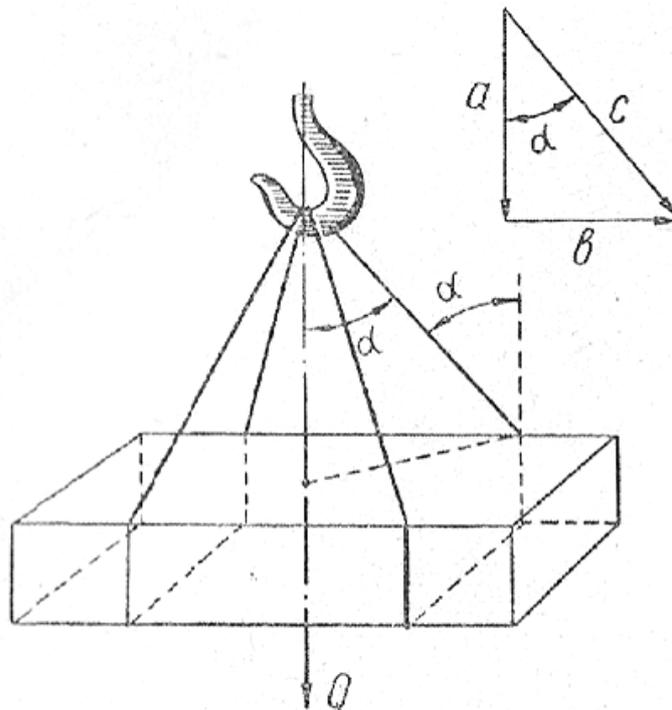


Рис. 1.6. Схема к расчету нагрузки на ветви стропа

При числе ветвей стропов до двух включительно  $K = 1$ , при большем количестве ветвей  $K = 1,30$ .

Значения коэффициента  $m = \frac{1}{\cos \alpha}$  приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7

$\angle a$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
$m$	1,0	1,15	1,42	2,0

Выразив  $\cos a$  через отношения сторон треугольника, получим:

$$P = K \cdot \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} \cdot \frac{Q}{n}.$$

Петли на концах стропов заплетаются или закрепляются с помощью зажимов. В петли вставляют коуши, предохраняющие канат от перетирания.

На каждом стропе и чалочном канате укрепляется бирка с указанием их инвентарного номера, грузоподъемности и срока следующего испытания. Испытания производятся двойной нагрузкой не реже одного раза в 6 месяцев. Осмотр стропов и чалочных канатов с целью выявления дефектов осуществляется каждые 10 дней.

**Задание для расчета №1.4**

Для подъема груза весом  $Q$  (значение взять из табл. 1.2) используются четыре ветви стропа, при этом каждая ветвь расположена под углом  $45^\circ$  к вертикали. Определить диаметр стального каната для стропов (подобрать канат по разрывному усилию с учетом коэффициента запаса прочности, равный 8).

**Зажимы, коуши, крюки.** Зажимы служат для соединения канатов и закрепления их концов (рис. 1.7).

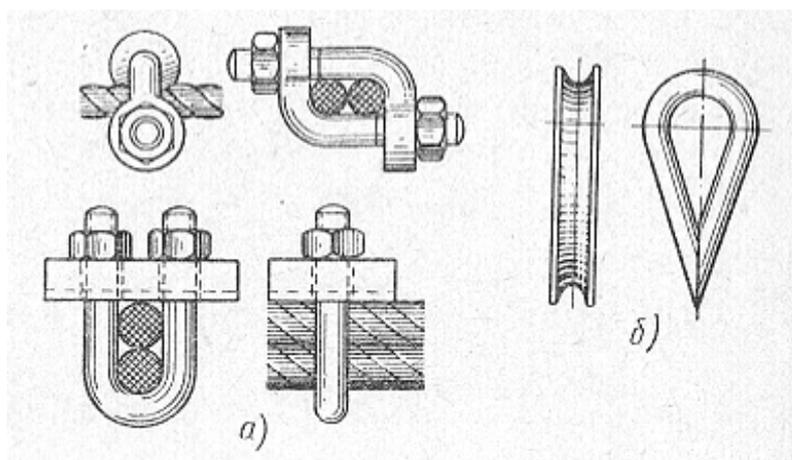


Рис. 1.7. Зажимы и коуши:  
а – зажимы; б – коуши

При соединении канатов количество зажимов должно быть не менее трех, а расстояние между зажимами не менее 6 диаметров каната, длина свободного конца – от 5 до 7 диаметров каната.

Затяжку обеих гаек зажима производят равномерно. При установке зажимов с  $U$  – образным болтом последний должен прижимать короткий конец каната, а накладка – длинный.

**Коуши** – желобки сердцевидной или остроконечной формы, выштампованные из листовой стали. Заложенные в петли стропов, они предохраняют канат от смятия и крутых перегибов.

**Крюки** для подвески грузов используют только заводского изготовления с клеймом завода и паспортом. Испытание крюков производится совместно с испытанием подъемных механизмов нагрузкой, на 25 % превышающей грузоподъемность крюка. Крюк бракуется при образовании в его зеве желоба от истирания стропом.

**Блоки отводные и полиспасты.** Блоки отводные (рис. 1.8, а, б) служат для изменения направления рабочих канатов при подъеме или горизонтальном перемещении грузов. Их подбирают по грузоподъемности.

Нагрузки на отводной блок определяются тяговыми усилиями в рабочем канате и углом между ветвями каната (рис. 1.8, в).

Построив параллелограмм сил и проведя в нем диагонали, найдем, что вектор

$$b = \frac{Q}{2},$$

из треугольника со сторонами  $a$ ,  $b$  и  $c$

$$b = \cos \frac{a}{2} \quad \text{или} \quad Q = 2P \cos \frac{a}{2}.$$

Если принять

$$2 \cos \frac{a}{2} = K, \text{ то } Q = K \cdot P,$$

где  $Q$  – нагрузка на блок, а также на закрепляющий его канат,  $H$ ;

$P$  – рабочее усилие в ветви каната,  $H$ .

Значение  $K$  зависит от угла  $a$  между ветвями каната (табл. 1.8).

Таблица 1.8

$\sphericalangle a$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$K$	2,0	1,91	1,84	1,73	1,41

Тяговое усилие  $P$  в рабочем канате, огибающем отводной блок, определяется с учетом к.п.д. блока и жесткости каната.

$$P = \frac{P_0}{\eta},$$

где  $P_0$  – тяговое усилие в канате до блока,  $H$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия, учитывающий трение в блоке и канате; для стальных канатов и блоков с бронзовой втулкой  $\eta = 0,96$ ; для стальных канатов и блоков на подшипниках качения  $\eta = 0,93$ . В качестве отводных используются однороликовые блоки, которые выпускаются промышленностью для грузоподъемностей 0,5; 1; 2; 3; 5 и более тонн.

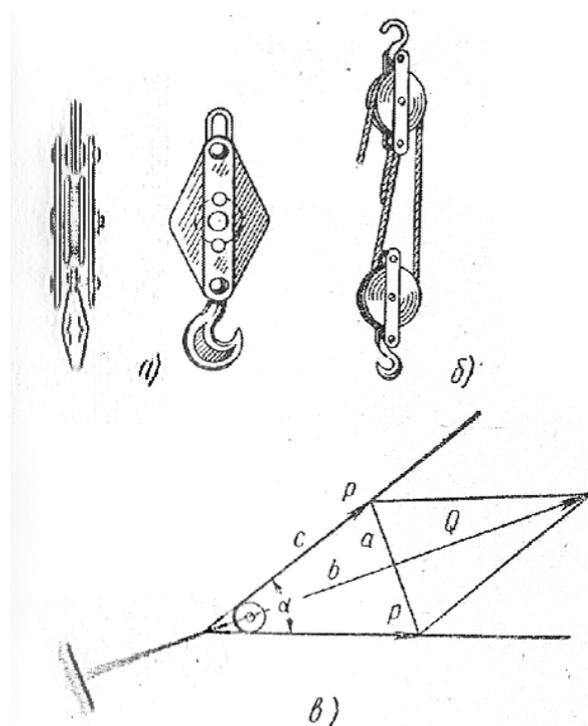


Рис. 1.8. Блоки:

$a$  – одиночная обойма;  $b$  – полиспасть;

$в$  – схема к расчету усилия, действующего на отводной блок

### Задание для расчета № 1.5

Определить усилие, возникающее в блоке и укрепляющем его канате, если тяговое усилие в рабочем канате равно  $Q$  (взять из табл. 1.2 в соответствии с вариантом), а угол, образуемый ветвями рабочего каната, равен  $90^\circ$ .

*Полиспасты* состоят из двух обойм блоков, при этом одна обойма подвижная, другая – неподвижная. Груз подвешивается к подвижной обойме.

Для подъема полиспастом с одним подвижным и одним неподвижным блоком (две нитки каната) нужно приложить усилие  $P$ , равное половине веса груза, а для подъема полиспастом с  $n$  количеством блоков – тяговое усилие.

$$P = \frac{Q}{n \cdot \eta},$$

где  $Q$  – вес груза,  $H$ ;

$n$  – число ниток полиспаста, равное количеству роликов в подвижной и неподвижной обоймах;

$\eta$  – КПД полиспаста (для полиспастов из двух роликов  $\eta = 0,94$ , для полиспастов из шести роликов  $\eta = 0,87$ ).

*Проверка и смазка отводных и полиспастовых блоков* с разборкой по мере надобности производится перед каждым их использованием. Кроме того, один раз в 6 месяцев блоки разбирают полностью и путем измерения устанавливают величину износа подшипников, роликов, крюков и других деталей, а затем испытывают на грузоподъемность.

**Домкраты.** При монтаже оборудования среднего веса наибольшее распространение получили реечные и винтовые домкраты.

Преимущества реечных домкратов состоят в том, что ими можно брать груз с малой высоты (для этой цели имеется лапа на боковой стороне корпуса) и осуществлять подъем с большой скоростью. Недостатками их являются большой вес, малая устойчивость, наличие тормозного устройства (храповика с собачкой).

Винтовые домкраты отличаются большей устойчивостью корпуса, а также большей надежностью в работе в связи с отсутствием тормозного устройства (вследствие малого угла подъема резьбы винта механизм домкрата обладает свойством самоторможения).

Реечные домкраты выпускаются грузоподъемностью 3, 5 и 6 т, винтовые – грузоподъемностью 3, 5, 10, 15 и 20 т.

**Козлы и треноги.** Козлы (рис. 1.9, а) изготавливают из досок толщиной не менее 50 мм, брусев или бревен, сечение которых определяют по расчету. Верхний брус, служащий для укрепления грузоподъемного механизма, рассчитывается на изгиб как балка, лежащая на двух опорах. Расчетная нагрузка на брус принимается в 2 – 2,5 раза больше веса поднимаемого груза.

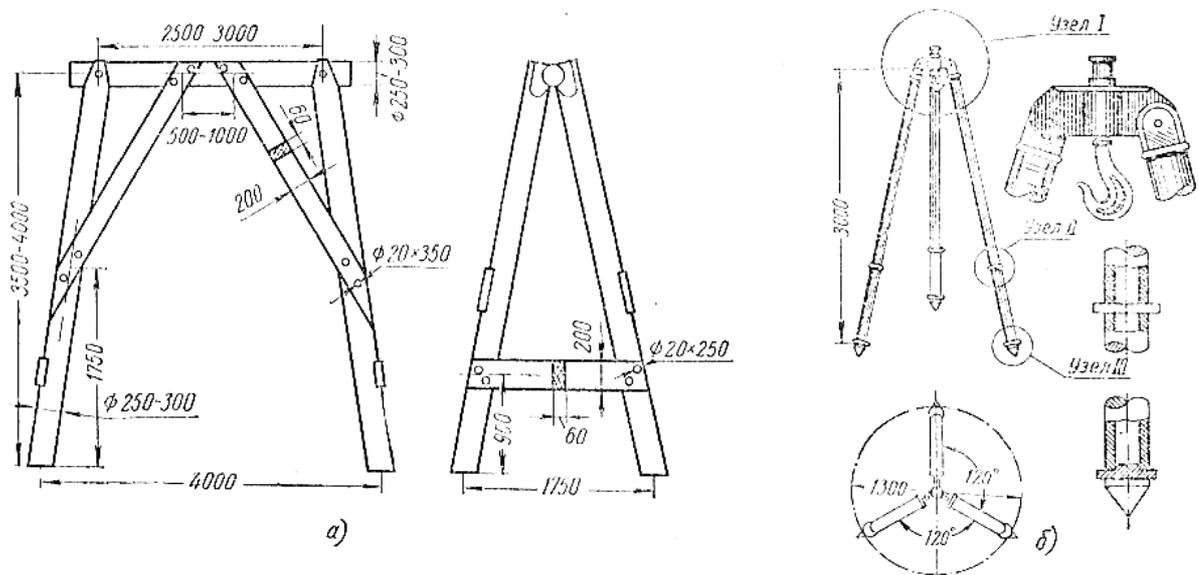


Рис. 1.9. Козлы и треноги:  
а – козлы; б – треноги

Козлы целесообразно применять для подъема грузов весом до 5 т на высоту не более 4 м.

Для подъема грузов весом до 1 т на высоту до 2,5 м обычно используют треноги (рис. 9, б). Стойки треног изготавливают из труб диаметров 57 – 76 мм, которые рассчитывают на сжатие. Стойки укреплены на шарнирах для складывания их при перевозке.

**Лебедки.** Лебедки (рис. 1.10) с ручным приводом выпускаются грузоподъемностью 0,5; 1; 2; 3; 5; 7,5; 10 т; с электрическим приводом – грузоподъемностью 0,5; 1,5; 3; 5; 7,5; 10 т. Все лебедки для такелажных работ должны иметь зубчатые передачи и автоматически действующие тормозные устройства. Лебедки с ручным приводом оборудуются двумя тормозами: храповиком с собачкой и ленточным тормозом. Электрические лебедки снабжены тросоукладчиками.

Перед каждым использованием лебедки осматривают для выявления дефектов. К неисправностям лебедок относятся: износ подшипников, неправильное зацепление зубчатых колес (перекос колес, увеличенные радиальные зазоры в передаче и др.), износ зубьев колес по толщине более чем на 10 % их первоначального размера, нечеткое срабатывание тормозов, износ квадрата хвостовика первичного вала или квадрата ручки (у лебедок с ручным приводом), неправильное крепление каната на барабане.

Один раз в год лебедки полностью разбирают для определения величины износа всех деталей, производят ремонт, после чего испытывают под нагрузкой.

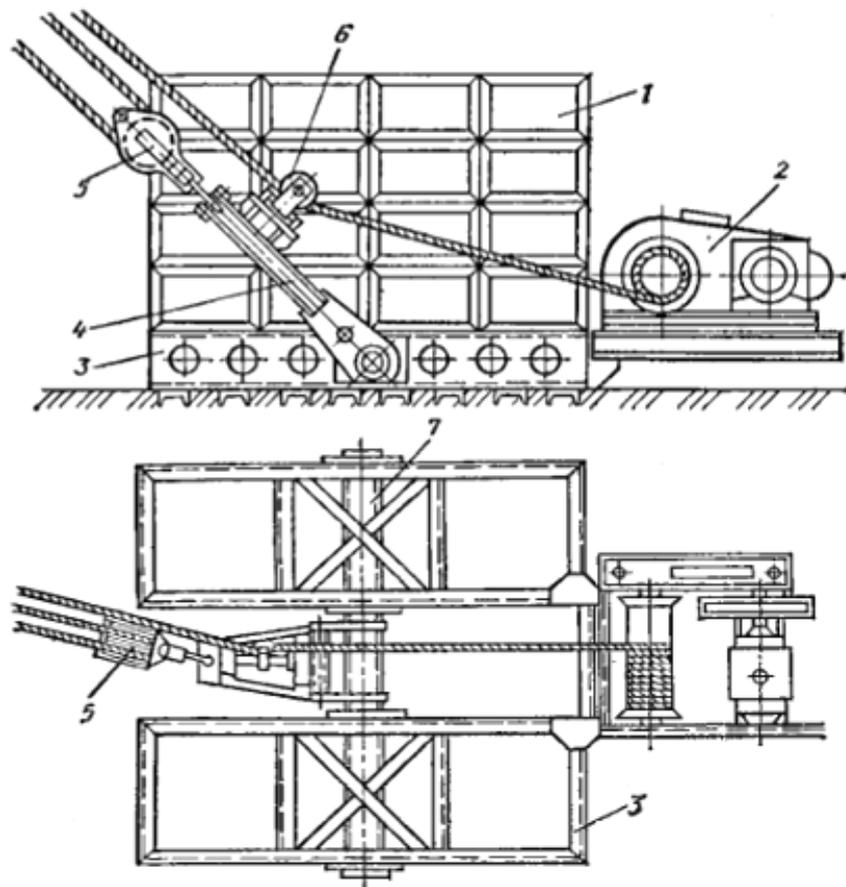


Рис. 1.10. Наземный якорь с электролебедкой:

1 – железобетонный блок; 2 – электролебедка; 3 – решетчатая рама; 4 – тяга;  
5 – блочная монтажная обойма полиспаста; 6 – отводной блок; 7 – соединительная труба

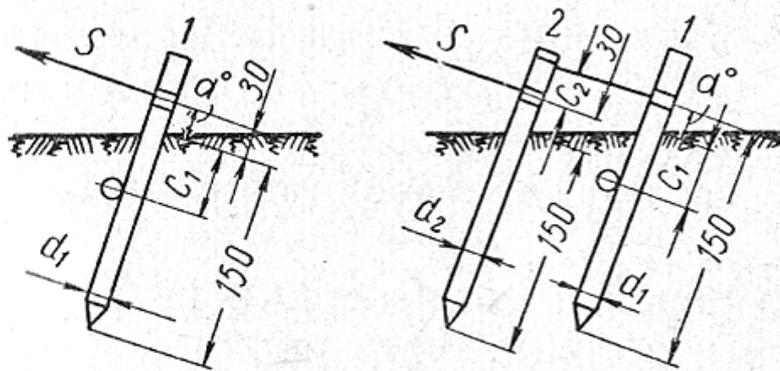
**Анкеры (якоря).** Используются для закрепления на грунте слег, лебедок, оттяжек и других такелажных средств. Представляют собою деревянные сваи, зарытые в грунт.

Максимальные усилия, которые можно приложить к анкерам при  $\angle a = 30^\circ$ , приведены в табл. 1.9. Эти усилия допускаются при закреплении анкеров в любом грунте, кроме насыпного, болотного и торфяного.

Таблица 1.9

Максимальные усилия для анкеров при  $\angle a = 30^\circ$

Усилие $S$ , кг	Размеры, см.			
	1-я свая		2-я свая	
	$c_1$	$d_1$	$c_2$	$d_2$
1000	40	18	-	-
2000	40	26	-	-
3000	40	20	90	22
4000	40	22	90	25



**Автомобильные краны** широко используются для погрузочно-разгрузочных работ при установке оборудования на фундаменты, а также для подъема оборудования на 2 и 3-й этажи зданий.

### 1.5. Требования техники безопасности ко всем видам грузоподъемного оборудования

На каждом грузоподъемном механизме и приспособлении должна быть укреплена табличка (для стропов, канатов, цепей и т. п. – бирка) с указанием предельной рабочей нагрузки, даты предстоящего освидетельствования и инвентарного номера. Без такой маркировки использовать оборудование запрещается.

Все такелажное оборудование должно подвергаться техническому освидетельствованию с целью выявления и устранения всех возможных дефектов не реже одного раза в 6 месяцев. Грузоподъемные машины и вспомогательные приспособления при них подлежат освидетельствованию один раз в год. Осмотр чалочных канатов, стропов и цепей производится каждые 10 дней.

После освидетельствования оборудование испытывают путем подъема контрольного груза. Вес контрольного груза принимается равным 1,25 грузоподъемности оборудования.

Результаты освидетельствования и испытания отмечаются в журнале регистрации оборудования, находящемся в предприятии.

## 1.6. Правила использования такелажных средств и грузоподъемных механизмов

Подъем оборудования домкратами производится на высоту не более 1,5 м. Домкраты могут быть установлены только под достаточно прочными частями оборудования.

Во избежание перекоса или осадки нагруженных домкратов площадка под ними должна быть прочной и жесткой. Чтобы не допустить соскальзывания домкратов, под их подошву и на головку закладываются отрезки деревянных брусков или досок (при высоких удельных нагрузках вместо деревянных используют прокладки из мягкого металла).

Допускается подъем одним или двумя домкратами только одной стороны груза, при этом другая его сторона должна опираться на устойчивое основание. Одновременный подъем всего груза выполняется не менее чем четырьмя домкратами, рукоятки которых поворачивают одновременно.

Но мере подъема под грузом делают выкладку из брусков или досок, чтобы предупредить его падение в случае соскальзывания с домкратов.

Лебедки, используемые для горизонтального перемещения и подъема грузов, должны быть надежно закреплены. В помещениях крепление обычно производится к строительным конструкциям зданий. При привязывании канаты крепления должны располагаться по диагонали (рис. 1.11, а), чтобы удерживать в устойчивом положении лебедку, когда ее рабочий канат будет перемещаться к краям барабана.

Вне помещений лебедки укрепляют анкерами и балластом (рис. 1.11, б); первые воспринимают усилие сдвига, второй уравнивает опрокидывающий момент, возникающий при работе.

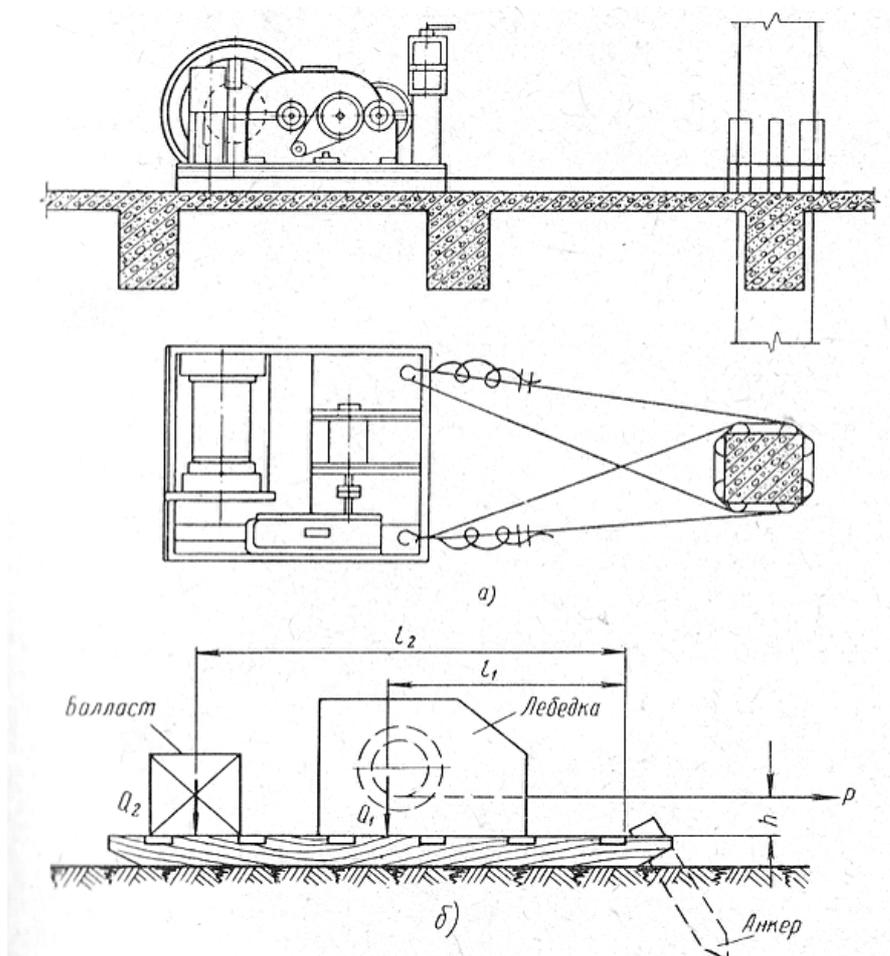


Рис. 1.11. Крепление лебедок:  
а – за колонну; б – анкерами и балластами

Вес балласта рассчитывается, исходя из равенства моментов:

$$Q_2 l_2 = Ph - Q_1 l_1, \quad Q_2 = K \frac{Ph - Q_1 l_1}{l_2},$$

где  $Q_1$  – вес лебедки, Н;

$Q_2$  – вес балласта, Н;

$P$  – тяговое усилие в рабочем канате, Н;

$h$ ,  $l_1$  и  $l_2$  – размеры плеч, м;

$K$  – коэффициент устойчивости лебедки, принимается равным 2.

Количество анкером определяют по тяговому усилию.

Если сила трения рамы по основанию превышает тяговое усилие, то для закрепления лебедки достаточно одного балласта. При этом необходимо проверить расчетом возможность опрокидывания лебедки вокруг переднего ребра рамы.

Место установки лебедки выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить безопасность работы обслуживающего персонала и удобство наблюдения за работой канатов и перемещаемым грузом.

Канат должен навиваться на нижнюю часть барабана – это придает лебедке большую устойчивость.

Канат на барабан должен навиваться правильными витками и рядами: сначала укладывается первый ряд, затем – второй и т. д. Правильная укладка витков каната обеспечивается положением отводного блока, который должен располагаться против средней части барабана на расстоянии от лебедки, равном 20 длинам барабана.

Неправильная укладка каната при высоких нагрузках приводит к перекоосу валов и поломке зубьев шестерен лебедки.

*Укрепление грузов* к крюкам подъемных механизмов производится при помощи стропов или чалочных канатов, которые завязывают специальными узлами или петлями. Работа узлов и петель основана на трении, возникающем между ветвями каната при его натяжении (рис. 1.12).

При креплении обязательно соблюдение следующих условий и грузы захватывают за достаточно прочные их части; для крепления используют только стропы и чалочные канаты, отвечающие техническим требованиям (не допускается использовать проволоки для закрепления, так как это не гарантирует безопасность работ); угол между ветвями стропа не должен превышать  $90^\circ$ ; каждая ветвь стропа должна иметь одинаковое натяжение (натяжение проверяют опробованием ветвей рукой после подъема груза на высоту 150–200 мм); в местах соприкосновения стропов с острыми углами груза между грузом и стропом кладут деревянные прокладки.

Не разрешается поднимать грузы, превосходящие по весу грузоподъемность механизма, перемещать грузы над людьми (или проходить под поднятым грузом), а также оставлять груз в подвешенном состоянии.

При работе с подъемными кранами не разрешается подтаскивать грузы крюком подъема при косом натяжении каната. Нельзя поднимать грузы, засыпанные землей, снегом или примерзшие.

Подвеска или укрепление грузоподъемных приспособлений к строительным конструкциям допускается только при наличии разрешения проектной организации.

Все рабочие, занятые на такелажных работах, обязаны пройти специальный инструктаж по технике безопасности.

К работе в качестве машинистов подъемных кранов, стропальщиков и зацепщиков допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и специально обученные.

Особо ответственные работы, как например закрепление лебедок или застропка грузов, на которых не обозначены места захвата, выполняются под руководством производителя работ или мастера.

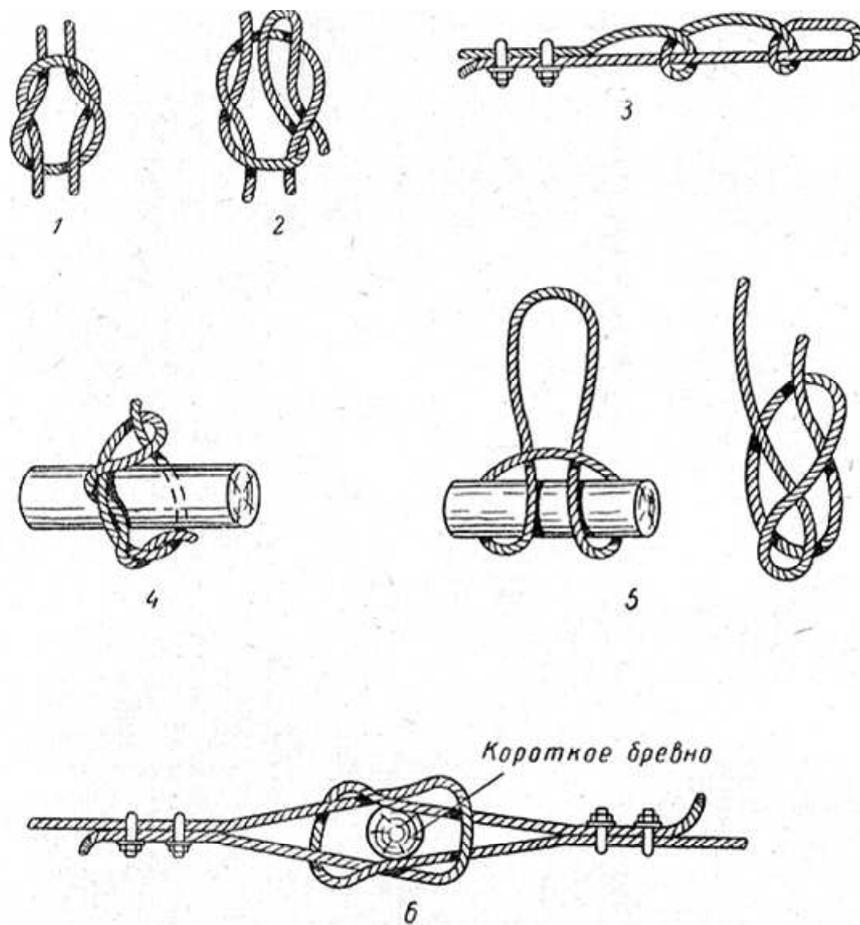


Рис. 1.12. Узлы:

1 – прямой; 2 – рифовый; 3 – штыковой; 4 – удавка (плотничный узел);  
5 – мертвая петля; 6 – соединения стальных канатов

### 1.7. Контрольные вопросы

1. Какие работы называют такелажными?
2. Как определяют величины тяговых усилий для горизонтального перемещения грузов?
3. Как осуществляется подъем грузов лебедками на перекрытия многоэтажных зданий?
4. Что относят к такелажному оборудованию и оснастке?
5. Для чего используют стальные канаты?
6. Как осуществляется подбор стальных канатов для такелажных работ?
7. Как определяется степень износа канатов?
8. Для чего используют зажимы, коуши и крюки?
9. Что такое полиспасты и как определяются тяговое усилие по подъему груза?
10. Для чего используют домкраты?
11. Для чего используют лебедки?
12. Какие существуют требования по технике безопасности для грузоподъемного оборудования?

## Тема 2

### ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ

**Цель работы:** Изучить: для чего используются опоры и фундаменты для установки и закрепления оборудования; как используются анкерные болты. Научиться рассчитывать фундаменты для установки оборудования. Познакомиться со способами заделывания фундаментных и анкерных болтов в массивы бетонных фундаментов.

#### 2.1. Опоры для установки и закрепления оборудования

Опорами для установки и закрепления оборудования могут служить конструктивные элементы зданий – перекрытия, стены, колонны, полы, расположенные на грунте, или фундаменты.

Фундаментами называют специальные строительные сооружения из прочных строительных материалов, предназначенные для закрепления оборудования и передачи нагрузки от него непосредственно на грунт. Фундаменты под динамичное оборудование отделяются от фундаментов и других строительных элементов зданий.

Оборудование на опорах и фундаментах закрепляется посредством фундаментных или анкерных болтов.

#### 2.2. Фундаментные и анкерные болты

Фундаментные болты (рис. 2.1, а, б) используют для закрепления машин малой и средней динамичности – технологических машин пищевых цехов, металлообрабатывающих станков, компрессоров, а также аппаратов. Закладную часть болтов наглухо заделывают бетоном в массив фундамента.

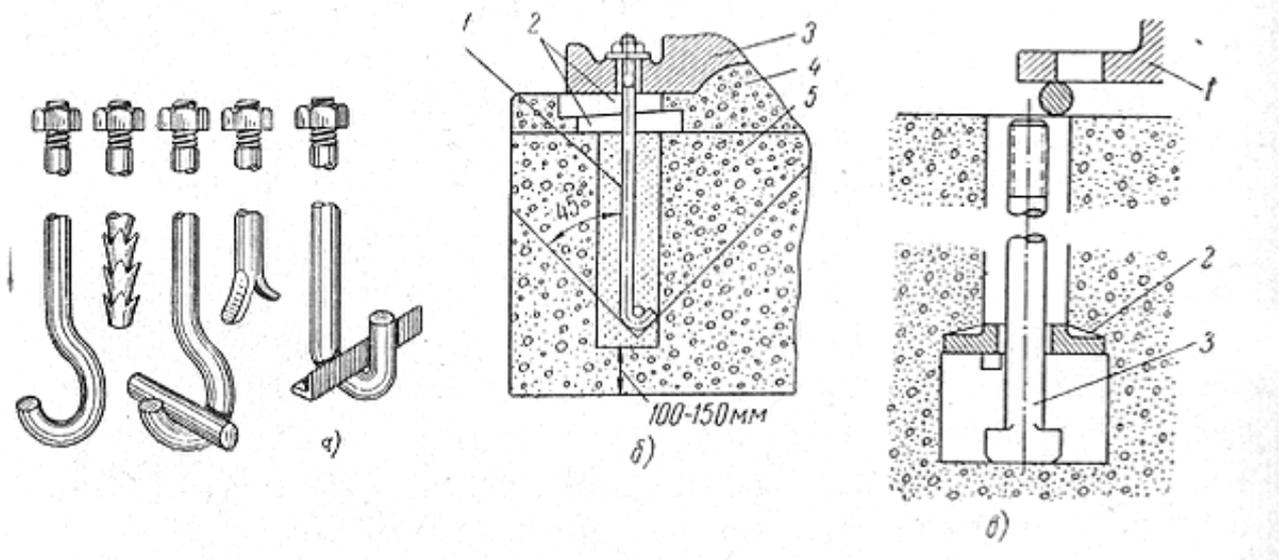


Рис. 2.1. Крепление оборудования к фундаментам:

а – формы фундаментных болтов; б – крепление рамы фундаментным болтом:

1 – болт, 2 – клинья, 3 – рама, 4 – подливка бетона, 5 – фундамент

в – крепление рамы анкерным болтом:

1 – рама; 2 – анкерная плита;

3 – анкерный болт с Т-образной головкой

Анкерные болты (рис. 2.1, в) применяют для закрепления оборудования большой динамичности (дизелей, прессов). Закладную часть анкерных болтов не заделывают в массив, а закрепляют в анкерной плите посредством резьбы или с помощью Т-образной головки. Для закрепления Т-образной головки в анкерной плите имеется прямоугольное удлиненное отверстие, через которое головка свободно проходит, но после поворота болта относительно его оси на  $90^\circ$  удерживается плитой. Анкерные болты более устойчивы в работе, так как весь их стержень подвергается равномерному упругому растяжению.

Под раму машины подливается слой бетона, который, заполняя пустоты между шероховатыми поверхностями, обеспечивает соприкосновение всех точек подошвы рамы с фундаментом.

Рама прижимается к фундаменту силой, равной весу оборудования, и дополнительно – натяжением фундаментных болтов поэтому между ее подошвой и поверхностью фундамента действуют значительные силы трения, которые нередко превышают усилия сдвига, возникающие при работе машины. Если усилия сдвига не превышают величины силы трения, то болты рассчитывают только на растяжение.

Сумма вертикальных сил, растягивающих фундаментные болты, определяется величиной неуравновешенных динамических сил и возникающих при этом моментов. Для машин с равномерно вращающимся ротором динамическими силами являются неуравновешенные центробежные силы. Например, для ротора весом  $G_{pot}$  (Н), вращающегося с угловой скоростью  $\omega$  (1/сек) и центром тяжести, смещенным относительно оси его вращения на величину  $e$  (м), неуравновешенная центробежная сила составит:

$$P_{pot} = \pm \frac{G_{pot}}{g} \omega^2 e,$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>.

Реакции основания при весе рамы машины  $G_{рам}$  выразятся формулой:

$$R_{max} = (G_{рам} + G_{pot}) \pm \frac{G_{pot}}{g} \omega^2 e,$$

а внешняя вертикальная сила, действующая на фундаментные болты:

$$P = \frac{G_{pot}}{g} \omega^2 e - (G_{рам} + G_{pot}).$$

Площадь сечения  $F$  одного фундаментного болта по внутреннему диаметру резьбы при действии на него силы  $P'$  и допуске напряжении на растяжение материала  $[\sigma]$  равна

$$F = \frac{1,35P'}{[\sigma]},$$

где 1,35 – коэффициент, учитывающий предварительную затяжку болта.

Фундаментные болты изготавливаются заводами-поставщиками оборудования. При отсутствии болтов их диаметр определяют по размерам отверстий в раме или опорных лапах машин и аппаратов.

Длину закладной части болтов (т. е. глубину их заделки в массив фундамента) определяют исходя из условий равнопрочности болта и массива фундамента на разрыв. Массив

фундамента на разрыв считается по поверхности конуса с образующей, проходящей под углом  $45^\circ$  к оси болта, и вершиной у конца его закладной части (рис. 2.1, б).

По условию равнопрочности гладкие стержни фундаментных болтов необходимо заделывать в бетон марки 90 на глубину, равную 20 диаметрам стержня.

Длина закладной части фундаментных болтов может быть уменьшена за счет ее разветвления, применения анкерных плит или приваривания болта к арматуре бетонного массива. При разветвлении хвостовой части в размере 6 – 8 диаметров стержня глубина заделки в бетон должна быть равна 10 – 12 диаметрам стержня.

Глубина заделки фундаментных болтов в кирпичную кладку принимается на 20 % больше, а в кладку из природного камня – на 100 % больше, чем в бетон.

В табл. 2.1 приведены расчетные данные глубины заделки болтов в фундаменты из различных материалов.

Таблица 2.1

Данные глубины заделки болтов в фундаменты

Диаметр болта с разветвленной закладной частью в пределах 6–8 диаметров, мм	Материалы фундамента		
	бетон	кирпич	бут
14	140	160	300
16	170	200	350
18	190	230	450
22	250	280	520
24	260	300	550

Фундаментные болты диаметром менее 14 мм применять не рекомендуется, так как при затягивании гаек они деформируются.

#### Задание для расчета № 2.1

Определить диаметр фундаментного болта для установки машины с равномерно вращающимся ротором (табл. 2.2), если допускаемое напряжение на растяжение материала болта  $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ .

Таблица 2.2

Данные для расчета

№ Вар.	Вес ротора, $G_{рот}, Н$	Вес рамы $G_{рам}, кН$	Угловая скорость $\omega \cdot 10^3$	Смещение оси вращения $e$ (м)
1	2	3	4	5
1.	330	33	37	1,5
2.	340	32	36	1,6
3.	322	31	35	1,8
4.	364	30	34	1,4
5.	300	29	33	1,9
6.	320	28	32	1,9
7.	330	33	31	1,5
8.	340	32	30	1,6
9.	322	31	29	1,8
10.	330	30	28	1,4
11.	340	29	27	1,9

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5
12.	322	28	26	1,9
13.	364	33	25	1,2
14.	300	32	24	1,6
15.	320	31	23	1,8
16.	330	30	37	1,4
17.	340	29	36	1,9
18.	322	28	35	1,9
19.	330	33	34	1,2
20.	340	32	33	1,6

### 2.3. Использование строительных конструкций зданий в качестве опор для оборудования

При установке оборудования на строительных конструкциях зданий стоимость монтажных работ значительно снижается. Строительные конструкции не могут быть использованы в качестве опор для оборудования в следующих случаях:

- если нагрузка от оборудования превышает допускаемую расчетную для данной строительной конструкции;
- при большой динамичности оборудования, когда средства борьбы с шумом и вибрациями оказываются слишком дорогостоящими или недостаточно эффективными;
- если установленное на балках или плитах перекрытия оборудование образует со строительной конструкцией систему, собственная частота колебаний, которая равна или кратна частоте возмущающей силы (возможно явление резонанса);
- если строительная конструкция со временем может дать осадку (полы, расположенные на грунте, со временем дают осадку при недостаточном уплотнении грунта или при наличии в грунте веществ, способных изменять свой объем, как например органических остатков или металлической стружки).

Нагрузки на строительные конструкции от оборудования необходимо принимать с учетом допускаемых временных нагрузок определяемых расчетом при проектировании. К временным нагрузкам относятся нагрузки от оборудования и заполняющих его сред, подъемно-транспортных средств, материалов, людей, а также частей здания, положение которых может изменяться (например, перегородок).

Временные нагрузки на полы типовой конструкции (щебень – 5 см, бетонная подготовка, чистый пол – 2 см), расположенные на грунте, в зависимости от толщины бетонной подготовки приведены в табл.2.3.

Таблица 2.3

Толщина неармированной бетонной подготовки из бетона марки 100 на грунте, уплотненном щебнем, мм	100	150	200
Равномерно распределенная и сосредоточенная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	1000–1500	3000–4000	8000–10 000

Временные равномерно распределенные и сосредоточенные нормативные (расчетные) нагрузки на перекрытия согласно СН и П приведены в табл. 2.4.

Оборудование на перекрытиях или полах, расположенных на грунте, можно монтировать без опор, а также на бетонных или кирпичных опорах. Опоры предназначены для того, чтобы поднять оборудование над полом или для заделки фундаментных болтов на

соответствующую глубину. Необходимая глубина заделки болтов может быть достигнута также утолщением подготовки пола. Размеры опор в плане принимаются такими, чтобы отступы от осей фундаментных болтов до наружных граней опоры были не менее 100 – 120 мм.

Таблица 2.4

Временные равномерно распределенные и сосредоточенные нормативные (расчетные) нагрузки на перекрытия

Назначение зданий и помещений	Номинальная нагрузка, $кз/м^2$	Коэффициент перегрузки
Залы ресторанов, кафе, столовых	300	1,3
Торговые залы магазинов, выставочные павильоны	По действительной нагрузке, но не менее 400	1,3
Вестибюли, коридоры и лестницы столовых, кафе, ресторанов, театров и кино	400	1,3
Склады	По действительной нагрузке, но не менее 400	1,3
Производственные помещения	То же, но не менее 200	1,4
Квартиры	150	1,4

Оборудование разрешается монтировать также на капитальных стенах и колоннах зданий (рис. 2.2). Нагрузка на капитальные стены и колонны от оборудования обычно не нормируется.

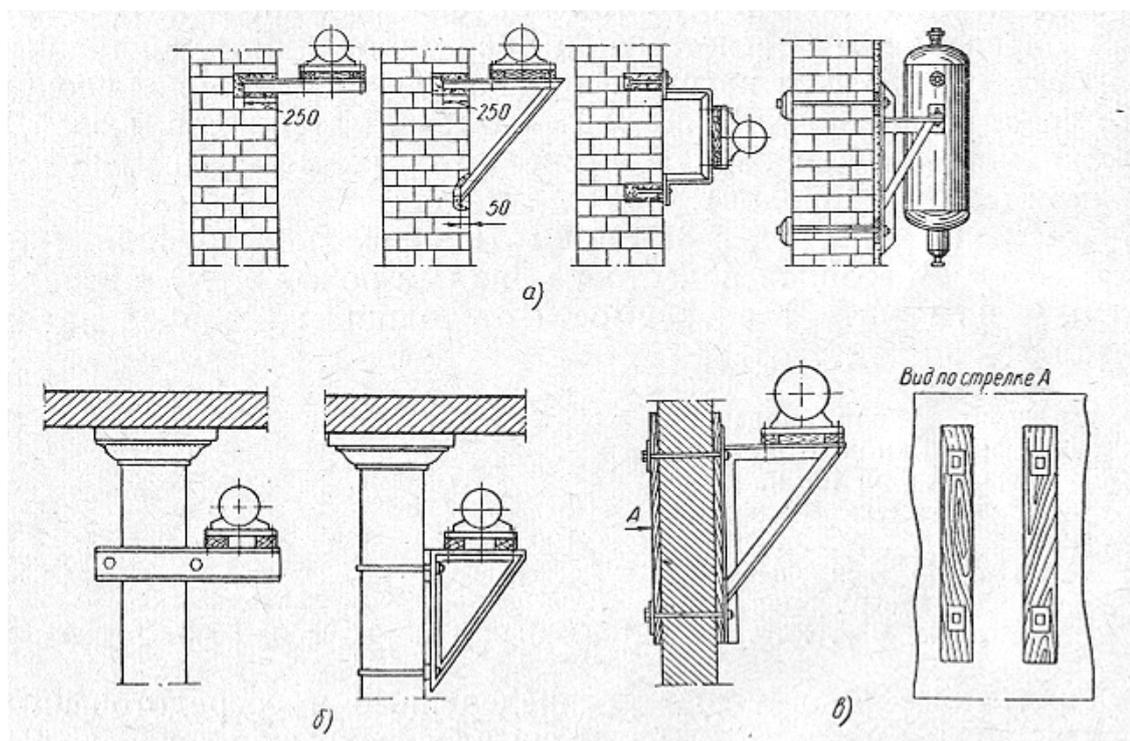


Рис. 2.2. Крепление оборудования к стенам и колоннам зданий:  
 а – к капитальным стенам; б – к колоннам; в – к перегородкам

Это объясняется тем, что не возникает необходимости устанавливать на них аппараты весом более 1000 – 1500 кг, а механизмы – более 200 – 300 кг, такое увеличение нагрузок на фундаменты зданий не имеет практического значения.

При креплении оборудования к верхней части капитальной стены производят проверочный расчет на опрокидывание той части стены, которая расположена выше средств крепления.

Глубина заделки средств крепления в капитальные стены определяется расчетом, но не должна быть менее 250 мм. На колоннах средства крепления устанавливают без пробивки отверстий.

## **2.4. Определение размеров фундаментов под машины и аппараты**

Размеры фундаментов по верхним граням устанавливают, руководствуясь планом расположения фундаментных болтов и размерами рам или опорных лап оборудования.

Расстояния от осей фундаментных болтов до наружных граней фундаментов принимаются равным 120-200 мм. От края рамы или опорной лапы оборудования до наружной грани фундамента принимается расстояние не менее 50 мм.

На поверхности фундамента разрешается делать выемки и углубления для размещения трубопроводов, запорной арматуры узлов машин.

*Высота фундаментов* определяется с учетом высоты расположения оборудования, длины закладной части фундаментных болтов и характеристики грунта основания.

Высоту расположения оборудования в помещении устанавливают исходя из требований технологического процесса производства, удобства обслуживания и правил техники безопасности.

От конца докладной части фундаментных болтов до подошвы фундамента выдерживается расстояние для малых машин 50 – 70 мм, для средних и крупных – до 150 мм.

К характеристике грунта основания относятся категория грунта, возможность его вспучивания при замерзании, глубина расположения материкового слоя, уровень грунтовых вод.

Чтобы исключить возможность осадки фундамента при эксплуатации, подошва его должна опираться на достаточно мощный материковый слой грунта (материковым называют слой грунта, слежавшийся в течение длительного срока и практически не дающий осадки). Если материковый слой расположен на большой глубине, то разрешается находящийся на нем грунт, способный давать осадку, заменять подсыпкой из крупного песка, хорошо уплотненного вибрированием или другим способом.

Глубина заложения подошвы фундаментов, сооружаемых вне помещений, принимается; на влажных грунтах, подвергающихся вспучиванию (глина, суглинок, супесь, пылеватый песок), на 10 – 20 см ниже глубины промерзания в данной местности (1,3 м); на грунтах, не подверженных вспучиванию (песок, щебень, галька), независимо от глубины промерзания.

В неотапливаемых зданиях, на грунтах, подверженных вспучиванию, подошву фундаментов закладывают на глубину, равную 0,7 глубины промерзания в данной местности. В отапливаемых помещениях (с температурой 10° и выше) глубину заложения подошвы принимают независимо от глубины промерзания.

При проектировании стремятся уменьшить высоту фундаментов и увеличить их горизонтальные размеры. Такая форма обеспечивает большую устойчивость и меньший размер амплитуды колебаний системы.

Для оборудования относительно малого веса и значительных габаритов, как например машинных и аппаратных агрегатов, металлорежущих станков и т. п., фундаменты проектируют в виде бетонных плит, опирающихся на подушку из хорошо уплотненного песка. Высоту  $H$  таких фундаментов определяют в зависимости от их длины  $L$ : для токарных станков  $H = 0,2\sqrt{L}$ ; для продольно-строгальных и фрезерных  $H = 0,3\sqrt{L}$ ; для карусельных  $H = 0,6\sqrt{L}$ .

Под легкие (весом до 400 кг) сверлильные, фрезерные и зубонарезные станки высоту бетонных фундаментов принимают равной 0,25 м. Минимальная высота кирпичных фундаментов под легкое оборудование – 0,5 м.

Размеры подошвы фундаментов вначале определяют, исходя из конструктивных соображений, а затем проверяют путем расчета. Рассчитывают фактическую удельную нагрузку на грунт, которая не должна превышать допускаемую.

При весе оборудования  $P$  и весе фундамента  $Q$  основание выдержит нагрузку, передаваемую подошвой фундамента, площадью  $F$ , если будет соблюдено условие:

$$\frac{P+Q}{F} \leq R,$$

где  $R$  – расчетное сопротивление грунта,  $\text{кг/см}^2$ .

Расчетным сопротивлением грунта называют удельную нагрузку, которую способен воспринимать грунт основания в течение длительного времени, обеспечивая целостность и нормальную эксплуатацию расположенного на нем сооружения. Для песчаных грунтов  $R = 4,5 \div 1,5 \text{ кг/см}^2$  (меньшая цифра относится к пескам пылеватым и очень влажным); для глинистых и суглинистых грунтов  $R = 3,0 \div 1,0 \text{ кг/см}^2$  (меньшая цифра относится к очень влажным глинам). При отсутствии данных о геологическом строении грунта его расчетное сопротивление принимают по наименьшим значениям: для материковых грунтов –  $1,0 \div 2,0 \text{ кг/см}^2$  ( $\approx 1 \cdot 10^5 \div 2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ); для насыпных грунтов –  $0,5 - 0,75 \text{ кг/см}^2$  ( $\approx 5 \cdot 10^4 \div 75 \cdot 10^3 \text{ н/м}^2$ ).

Минимальные размеры площади подошвы фундаментов можно вычислить посредством следующих уравнений:

для фундаментов, передающих статическую нагрузку:

$$\frac{P+Q}{F} = R,$$

для фундаментов, передающих динамическую нагрузку:

$$\frac{P+Q}{F} = \alpha R,$$

где  $\alpha$  – коэффициент уменьшения расчетного сопротивления грунта, величина которого принимается в зависимости от степени динамичности оборудования: для машин с равномерным вращением вала (электродвигателей, центробежных насосов и вентиляторов), а также для компрессоров и металлообрабатывающих станков  $\alpha = 1$ ; для подъемно-транспортного оборудования – 0,9; для прессового оборудования – 0,4.

Фундамент, выполненный в форме параллелепипеда высотой  $H$  из материала, имеющего удельный вес  $\gamma$ , имеет общий вес:

$$Q = F\gamma H.$$

Подставляя это выражение в приведенные выше формулы из табл.2.5, получим: для фундаментов, передающих статическую нагрузку:

$$\frac{P+F\gamma H}{F} = R \text{ и } F = \frac{P}{R-\gamma H};$$

для фундаментов, передающих динамическую нагрузку, соответственно:

$$F = \frac{P}{\alpha R - \gamma H} .$$

Таблица 2.5

Удельный вес  $\gamma$  некоторых строительных материалов, кг/м<sup>3</sup>

Железобетон		
	монолитный	2400
	сборный	2500
Сталь		7850
Дерево		500
Цементно-песчаный раствор		2000–2200
Асфальтобетон		
	песчаный	2000
	средне зернистый	2300
Утеплители		
	из ячеистых бетонов	400–600
	минераловатные плиты	300–500
	перлитовые и вермикулитовые плиты на цементном вяжущем слое	300–500
	пено- и газостекло	200–300
	шлаки гранулированные, пемза, перлит	300–700

### Задание для расчета №2.2

Определить высоту фундамента  $H$ , имеющего форму параллелепипеда для оборудования со статической нагрузкой на фундамент. Величины ширины и длины фундамента принимаются на 100...200 мм больше размеров опорного контура аппарата. В качестве материала фундамента используется цементно-песчаный раствор ( $\gamma = 20 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$ ). Данные для расчета взять из табл. 2.6.

Таблица 2.6

Исходные данные для расчета

№ Вар.	Вес оборудования, $P, H$	Расчетное сопротивление грунта, $R \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$	Размеры опорного контура оборудования, мм	
			$a$	$b$
1	2	3	4	5
1.	6345	75	3350	1110
2.	7456	80	4450	1500
3.	5348	95	4500	1800
4.	6890	84	5600	2400
5.	5004	77	2450	1900
6.	8567	89	3500	1900
7.	7543	75	4000	1110
8.	6467	80	3000	1500

Окончание табл. 2.6

1	2	3	4	5
9.	5687	95	4500	1800
10.	6335	84	5600	2400
11.	7354	95	2450	1900
12.	8446	84	3500	1900
13.	6465	77	4000	1110
14.	7256	89	3000	1500
15.	5335	75	4500	1800
16.	6768	80	5600	2400
17.	5667	95	2450	1900
18.	6789	84	3500	1900
19.	6567	77	4000	1110
20.	5445	89	3000	1500

*Определение центра тяжести системы*, т. е. оборудования и фундамента вместе взятых, необходимо для проверки ее устойчивости. Центр тяжести системы должен находиться на одной вертикали с центром тяжести плоскости подошвы фундамента. Эксцентриситет допускается не более 5 % (эксцентриситет вычисляется по отношению к той стороне подошвы фундамента, в направлении которой происходит смещение центра тяжести системы). Если это условие не выдержано, то давление подошв на грунт основания будет неравномерным и при эксплуатации фундамент может накрениться.

Для определения координат центра тяжести системы  $x_0$  (по длине),  $y_0$  (по ширине) и  $z_0$  (по высоте) установку разделяют на элементы, нахождение центров тяжести которых не представляет затруднения, а затем производят расчет по формулам:

$$x_0 = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}; \quad y_0 = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i} \quad \text{и} \quad z_0 = \frac{\sum m_i z_i}{\sum m_i},$$

где  $m_i$  – массы отдельных элементов установки, т;

$x_i$ ,  $y_i$  и  $z_i$  – координаты центров тяжести элементов установки относительно осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ , м.

Положение центров тяжести оборудования указывается заводами-поставщиками. С достаточной для практики точностью центр тяжести по осям  $x$  и  $y$  можно установить по состоянию равновесия оборудования, установленного на каток (каток устанавливается сначала в продольном, а затем в поперечном направлении).

Амплитуда колебаний верхних граней фундаментов машин не должна превышать нормативную величину, установленную санитарными нормами (СП 245-63). Нормативные величины амплитуд установлены в зависимости от частоты колебаний ( $\Gamma\text{ц}$ ).

Для частоты 5  $\Gamma\text{ц}$  (машины с равномерно вращающимся валом создают эту частоту при 300 оборотах вала в минуту) предельное значение амплитуды 0,2 мм, а для частоты 15  $\Gamma\text{ц}$  – 0,1м.

Увеличение амплитуды колебаний сверх нормативной величины ухудшает условия эксплуатации машин и вредно сказывается на здоровье обслуживающего персонала.

Фактическую величину амплитуды колебаний фундаментов и машин измеряют вибромером во время работы оборудования. Для уменьшения амплитуды колебаний необходимо увеличивать массу фундамента.

## 2.5. Сооружение фундаментов, закладка фундаментных болтов

Фундаменты под оборудование малой динамичности (например, торговое-технологическое, холодильное) изготавливают из бетона, бутобетона, кирпича, природного камня или дерева. Наибольшее распространение получили бетонные фундаменты из бетона марки 90-100 с армированием мест расположения фундаментных болтов и тонких стенок.

Кирпичные фундаменты разрешается сооружать для машин мощностью до 80 кВт при условии расположения кирпичной кладки выше уровня грунтовых вод. Кладка выполняется из хорошо обожженного и отбракованного кирпича марки 100 на цементном растворе марки не ниже 70. Слабо обожженный и силикатный кирпич применять не разрешается.

Природный камень для сооружения фундаментов применяется с пределом прочности на сжатие не менее  $200 \text{ кг/см}^2$ .

Деревянные фундаменты используют для временной установки оборудования. Под машины с динамическими нагрузками их сооружают в виде клеток, сложенных из брусьев и скрепленных сквозными болтами; клетки заглубляют в грунт и засыпают песком. Брусья используют из твердых и полутвердых пород дерева.

Фундаментные и анкерные болты заделывают в массивы бетонных фундаментов одним из следующих способов.

**1-й способ:** при сооружении фундамента в его массиве оставляют колодцы, в которые после установки машины закладывают болты и заливают их бетоном. Колодцы в фундаменте образуются посредством коробов, укрепленных к опалубке деревянными распорками (рис. 2.3). Для малых машин коробки обычно заменяют деревянными пробками сечением примерно  $100 \times 100 \text{ мм}$ , стесанными на небольшой конус. Короба и пробки перед установкой в опалубку рекомендуется намочить в воде – это облегчит их удаление из окрепшего бетона.

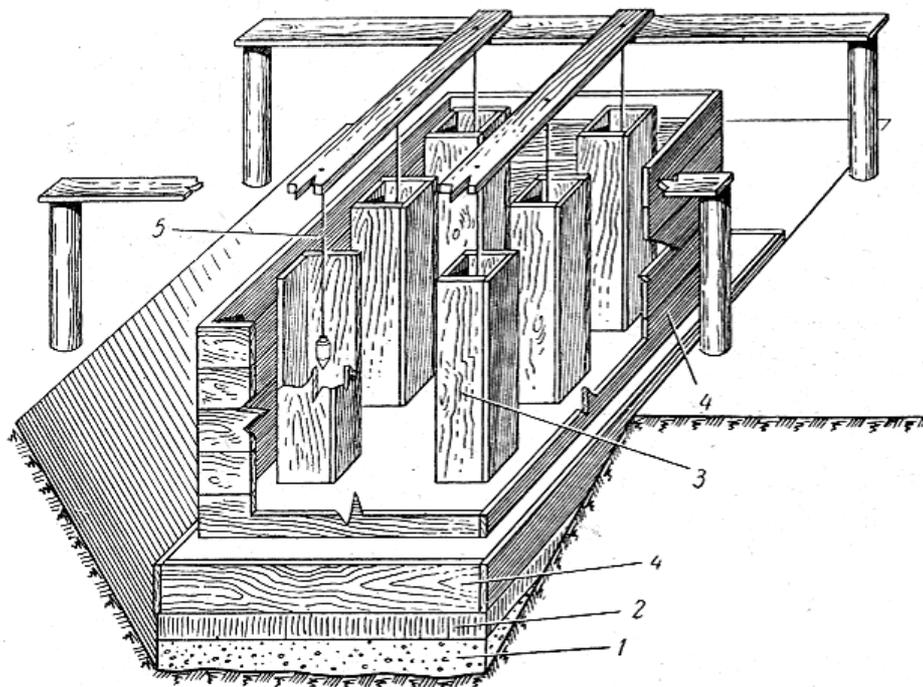


Рис. 2.3. Сооружение фундамента под оборудование:  
 1 – песчаная подушка; 2 – виброизоляция; 3 – короб для колодца фундаментного болта;  
 4 – опалубка; 5 – отвес

**2-й способ:** на опалубку, перед заполнением ее бетоном устанавливается специально изготовленная деревянная рама-шаблон с укрепленными в ней фундаментными болтами и анкерными плитами (рис. 2.4). Расположение отверстий для болтов в раме скопировано со станины монтируемого оборудования. В распор между рамой и анкерными плитами устанавливают трубы диаметром 76 мм, после чего гайки болтов затягивают. Для центровки болтов в трубах применяют центровочные шайбы.

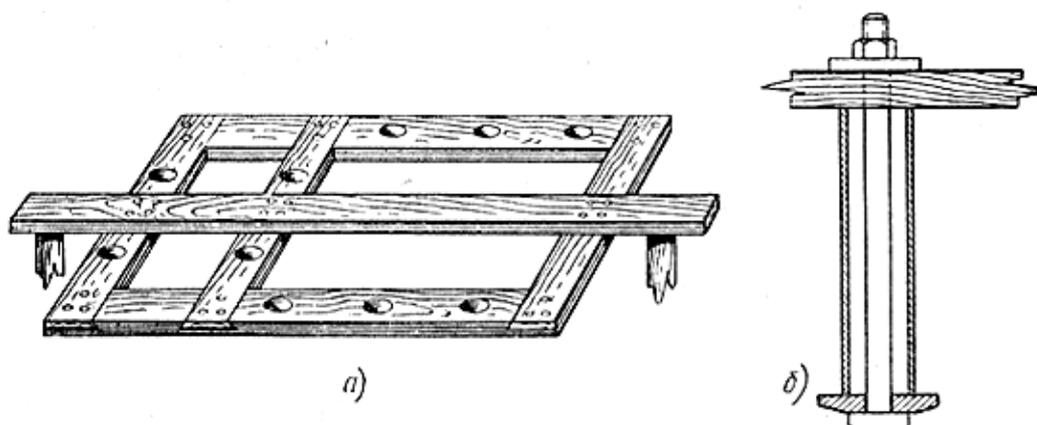


Рис. 2.4. Рама-шаблон для копирования расположения отверстий фундаментных болтов: *а* – рама; *б* – крепление анкерного болта к раме

После затвердевания бетона фундамента и удаления рамы-шаблона болты в пределах диаметра труб свободно перемещаются, что дает возможность компенсировать неточность размеров.

Растворы портландцемента с весовым составом 1:3 затвердевают через 5 – 7 час. Прочность их через трое суток составляет 30 – 50 % от прочности выдержанных образцов. Через семь суток прочность растворов достигает 60 – 75 %, через 28 суток – 100 %.

Опалубку, короба и пробки удаляют обычно через пять суток после окончания укладки бетона. Установка оборудования на фундамент разрешается при прочности бетона не менее 60 % от установленной проектом.

Фундаменты небольшого веса и габаритов изготавливают в цехах железобетонных конструкций по типовым чертежам и устанавливают на объектах с помощью грузоподъемного оборудования. В предприятиях торговли и общественного питания такие фундаменты применяют для технологического оборудования, холодильных агрегатов, центробежных насосов.

## 2.6. Приемка фундаментов

Цель приемки состоит в том, чтобы установить пригодность фундамента для монтажа оборудования. Качество работ определяется сопоставлением требований чертежей и действующих Технических условий па производство и приемку работ с данными, полученными в результате обмеров с натуры, лабораторных испытаний образцов материалов, а также с документальными материалами, представленными строительной организацией (акты на скрытые работы, журналы производства работ и др.).

Допускаемые отклонения размеров фундаментов от указанных в чертежах следующие (мм): основные размеры в плане (длина и ширина), а также отметка верхней поверхности – минус 30; расстояние между центрами колодцев фундаментных болтов –  $\pm 10$ ; отклонение осей анкерных болтов и закладных деталей –  $\pm 5$ .

Качество материала фундамента, помимо лабораторных испытаний образцов, может быть приблизительно установлено простукиванием бетонного массива молотком или насечением его поверхности зубилом. Прочный бетон при ударе слесарным молотком издает звонкий звук; легкая насечка зубилом оставляет на поверхности слабые штрихи. При меньшей, но удовлетворительной прочности бетон от удара издает глухой звук, а насечка зубилом оставляет штрихи глубиной до 1,5 мм. Если же молоток оставляет значительные вмятины на бетоне, а зубило сравнительно легко его режет и кромки среза осыпаются, то такой фундамент использовать не разрешается. Недопустимо наличие в бетонном массиве пустот, раковин и трещин, а также масляных и иных загрязнений.

Приемка фундамента оформляется актом, в составлении которого принимают участие представитель заказчика и представители строительной и монтажной организации.

Фундаменты машин, связанных средствами передачи движения, принимаются одновременно независимо от того, представляют ли они собою один массив или расположены отдельно.

## **2.7. Контрольные вопросы**

1. Что называют опорами для установки и закрепления оборудования?
2. Что называют фундаментами?
3. Для чего используют анкерные болты?
4. В каких случаях нельзя использовать строительные конструкции в качестве опор?
5. Как определяются размеры фундаментов под машины и агрегаты?
6. Как заделывают фундаментные и анкерные болты в массивы бетонных фундаментов?
7. В чем состоит приемка фундаментов?

## Тема 3

### УСТАНОВКА МАШИН И АППАРАТОВ

**Цель работы:** Изучить: по каким параметрам происходит выверка оборудования, приспособления для выверки оборудования на фундаментах, способы достижения горизонтальности установки оборудования. Ознакомиться с операциями выверки: для машин, соединяемых ременной передачей, для машин, соединяемых муфтами сцепления. Изучить примерную схему технологического процесса установки оборудования на полах и перекрытиях

#### 3.1. Установка машин на фундаментах

Оборудование на фундаментах и других опорах устанавливают и выверяют на пакетах стальных прокладок, клиньях, регулировочных болтах или домкратах (рис. 3.1).

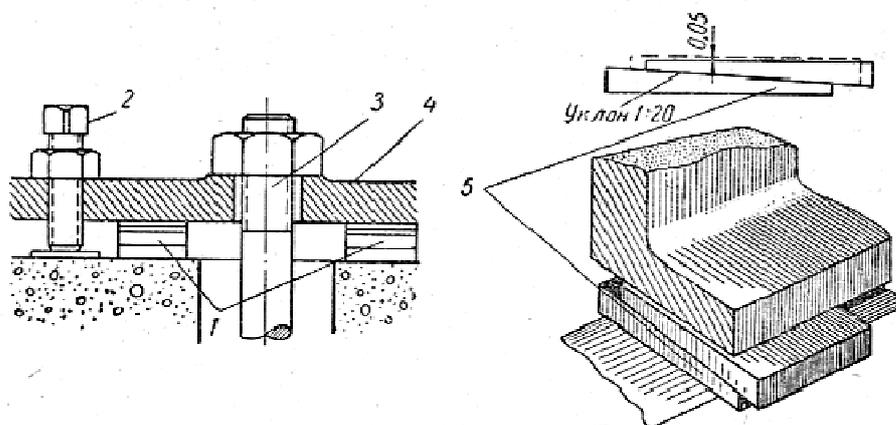


Рис. 3.1. Приспособления для выверки оборудования на фундаментах:  
 1 – пакеты стальных прокладок; 2 – регулировочный болт;  
 3 – фундаментный болт; 4 – рама; 5 – клинья

Выверка производится на горизонтальность, по высотным отметкам и по монтажным осям. Кинематически связанные механизмы проверяются дополнительно на правильность взаимного расположения.

После выверки под подошву рамы подливают бетонный раствор. Толщина слоя подливаемого бетона от 30 до 60 мм (большая толщина принимается для оборудования с более широкими рамами).

Соответственно фундаменты и другие опоры изготавливают ниже проектной отметки на толщину слоя подливки, а высота подкладок, клиньев и т. д. должна равняться принятой толщине подливки.

Пакеты подкладок набирают из стальных пластин толщиной от 20 до 0,1 мм, такие наборы позволяют изменять с необходимой точностью высоту пакетов.

Клиновые подкладки изготавливают из стали или чугуна; их поверхности придают уклон 1:0 или 1:20.

Регулировочные болты ввертывают непосредственно в раму машины или изготавливают с необходимыми деталями как самостоятельные подъемные узлы.

Количество пакетов подкладок или регулировочных болтов принимается с таким расчетом, чтобы не допускать прогибания рамы. Под недостаточно жесткими рамами, например, горизонтальных компрессоров, подкладки располагают с двух сторон каждого

фундаментного болта; под жесткими рамами количество подкладок сокращается до одной у каждого фундаментного болта, но должно быть не менее четырех.

Размеры подкладок определяют исходя из величины допускаемой удельной нагрузки на бетон, которая принимается равной  $25 - 40 \text{ кг/см}^2$ .

В местах размещения подкладок поверхность бетона выравнивают, срубая неровность зубилом. Поверхности всех уложенных на зачищенные места подкладок должны находиться в одной горизонтальной плоскости на высоте проектной отметки подошвы машины. Горизонтальность подкладок проверяют слесарным уровнем, установленным на монтажную линейку; негоризонтальность допускается в пределах  $0,5 - 0,7 \text{ мм}$  на  $1000 \text{ мм}$  длины.

На выверенные подкладки устанавливают машину. Перед установкой в колодцы опускают фундаментные болты, а на поверхность фундамента кладут катки или металлические балки такой высоты, чтобы выступающие концы болтов не препятствовали перемещению машины по фундаменту. После подъема машины на фундамент заводят в отверстия рамы концы фундаментальных болтов, наворачивают на них гайки и катки или балки убирают.

При проверке горизонтальности уровень устанавливают на базовые площадки рамы (специально обработанные поверхности) в случае их отсутствия – на чисто обработанные поверхности корпусов, валов, подшипников и других деталей. Измерение уровнем выполняют в направлениях параллельном и перпендикулярном монтажной оси машины.

Горизонтальность установки достигается изменением количества подкладок или подколачиванием клиньев. Выверку считают удовлетворительной, если достигнута необходимая горизонтальность различных частей рамы и все подкладки одинаково нагружены. Недостаточно нагруженные подкладки или клинья обнаруживают по показаниям уровня и по звуку при простукивании их молотком (издают глухой дребезжащий звук).

У многих мелких и средних машин – электродвигателей, центробежных насосов, механизмов технологических пищевых цехов – в собранном виде горизонтальные обработанные поверхности отсутствуют. Выверку таких машин выполняют рамным уровнем по обработанным вертикальным поверхностям корпусов, торцам шкивов или другим деталям.

При выверке учитывают возможную неправильность положения деталей вследствие неточности их изготовления или прогиба под действием собственного веса.

Допустимая негоризонтальность установки машин в  $\text{мм}$  на  $1000 \text{ мм}$  длины рамы приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

	Вдоль оси главного вала	Поперек оси главного вала
Машины технологических цехов предприятий общественного питания	0,3–0,4	0,4–0,5
Компрессоры вертикальные, двигатели внутреннего сгорания	0,1–0,2	0,2–0,3
Компрессоры горизонтальные	0,1	0,2
Металлорежущие станки, прессы	0,02–0,1	0,03–0,1

Для тяжелых машин со значительными динамическими нагрузками, как например дизели и прессы, подкладки располагают не на поверхности бетона фундамента, а на опорных чугунных плитах или балочных каркасах, изготовленных из двутавровых балок и заделанных в фундамент.

Поверхности балок каркасов в местах расположения подкладок обрабатывают опилкой и шабрением до получения ровных площадок, расположенных в одной горизонтальной плоскости. Положение площадок проверяют уровнем, установленным на монтажную линейку. Допускается относительная негоризонтальность положения любой пары подкладок  $0,2 - 0,3 \text{ мм}$  на  $1000 \text{ мм}$  длины.

Опорные чугунные плиты выверяют по уровню при закладке в бетон, поэтому дополнительная подгонка их поверхностей обычно не требуется.

Опорные участки поверхностей подошв тяжелых машин также выравнивают опилкой и шабрением. Такие машины устанавливают на фундамент и выверяют на временных пакетах подкладок, которые затем заменяют постоянными, изготовленными из цельного куска металла.

Правильность положения машин относительно монтажных осей проверяют с помощью отвесов. Свободные концы нитей отвесов укрепляют к провешенным материализованным осям таким образом, чтобы сами отвесы располагались вблизи от соответствующих узлов машины.

Высотное положение оборудования проверяют путем отмеров от реперов или с помощью гидростатических уровней.

### 3.2. Выверка машин на правильность взаимного расположения

Машины, соединяемые ременной передачей, помимо проверок на горизонтальность, по высотным отметкам и по главным монтажным осям, проверяют на правильность взаимного расположения по шкивам для ремней.

Нормальные условия работы ременной передачи будут обеспечены, если средние плоскости шкивов обеих машин будут находиться в одной вертикальной плоскости. Руководствуясь этим соображением, проверку выполняют по струне или шнуру при большом расстоянии между шкивами и по монтажной линейке – при малом расстоянии.

Струну провешивают между строительными скобами, козлами или устойчивыми частями оборудования. Один конец струны закрепляют неподвижно, другой натягивают подвешенным грузом.

При одинаковой ширине ободов шкивов натянутая струна или шнур должны отстоять в четырех отмеченных на рис. 3.2, а точках (1, 2, 3, 4) на одинаковом расстоянии от торцов ободов. Проверка по линейке принципиально не отличается от проверки по струне: ребро линейки прикладывают к торцам ободов и измеряют зазор в тех же четырех точках. При разной ширине шкивов к узкому ободу прикрепляют две планки, толщина которых равна половине разности большего и меньшего размеров шкивов. Эта проверка дает положительные результаты лишь в том случае, если шкивы правильно посажены на валах и валы горизонтальны. Поэтому необходимо предварительно проверять торцевое и радиальное биение шкивов рейсмусом (рис. 3.2, б).

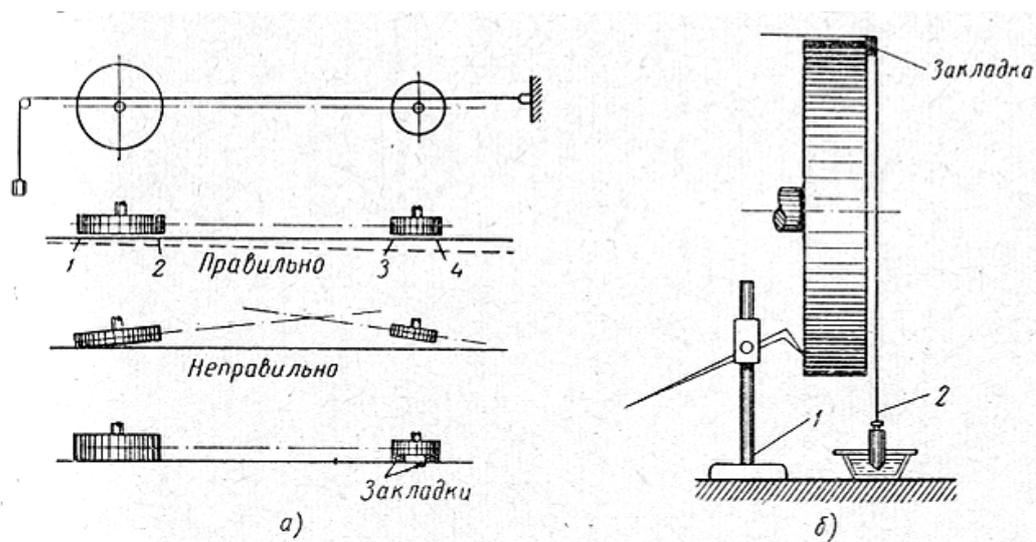


Рис. 3.2. Проверка положения машин, соединяемых ременной передачей:  
 а – проверка шкивов по струне; б – проверка вертикальности и биения шкива:  
 1 – рейсмус, 2 – отвес

Допуски на биение ободов ременных шкивов приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Допуски на биение ободов ременных шкивов

Диаметр шкива, мм	До 150	150–300	300–600	Свыше 600
Биение торцевое, мм	0,1	0,15	0,25	0,4
Биение радиальное, мм	0,05	0,08	0,12	0,25

Машины, соединяемые муфтами сцепления, должны быть установлены так, чтобы оси их валов находились на одной прямой горизонтальной линии. Операции по выверке соосности валов машин принято называть центровкой валов.

Машины, соединяемые муфтами сцепления, как правило, устанавливаются на балочных каркасах или чугунных плитах, заделанных в бетон. Иногда на каркасе или плите устанавливают одну машину (например, электродвигатель), а другую (компрессор, центробежный насос) укрепляют непосредственно на фундаменте фундаментными болтами.

Центровка валов машин небольшого веса производится на раме до ее установки на фундамент. Валы тяжелых машин центруют на фундаменте после окончательного закрепления рамы. Соосность валов при монтаже механизмов проверяют по полумуфтам, а в случае их отсутствия непосредственно по поверхностям валов. Перед центровкой рекомендуется проверить индикатором биение консольной части валов (рис. 3.3., а) и правильность изготовления и посадки полумуфт. Радиальное биение валов не должно превышать 0,01 – 0,02 мм. Радиальное и торцевое биение полумуфт не должно превышать 0,03 – 0,04 мм.

Правильное положение валов достигается перемещением корпусов механизмов: в горизонтальной плоскости их передвигают по раме или плите за счет специально изготовленных продольных отверстий для крепящих болтов, по вертикали – за счет изменения количества подкладок под опорными плоскостями корпусов.

При наличии на валах пальцевых или поперечно-свертных полумуфт одинакового наружного диаметра величину параллельного смещения осей определяют, измеряя щупом зазор  $S$  между линейкой и поверхностью полумуфты (рис. 3.3, б, в), а величину перекоса осей рассчитывают по данным измерения расстояния  $a$  между торцами полумуфт.

При наличии на валах полумуфт различного диаметра и различной конфигурации наружной поверхности зазоры  $S$  и  $a$  измеряют, используя различные приспособления (рис. 3.3, д, е).

Измерение зазоров выполняют в четырех положениях валов. Для первого измерения положение валов принимают произвольно, для последующих измерений оба вала поворачивают одновременно на угол 90, 180 и 270° в направлении их вращения в рабочих условиях. Все измерения выполняются только при затянутых болтах крепления механизмов. Набор пластин щупа должен входить в измеряемый зазор с небольшим усилием (около 200 з). Для удобства подсчетов результаты измерений записывают по схеме, приведенной на рис. 3.3, г.

Величину параллельного смещения осей определяют по результатам четырех измерений: вертикальное смещение осей равно зазору  $S_1$  или  $S_2$ , горизонтальное – равно  $S_3$  или  $S_4$ . При одинаковом наружном диаметре полумуфт и правильно выполненных измерениях должны быть получены следующие равенства зазоров:

$$S_1 = S_2 \text{ и } S_3 = S_4.$$

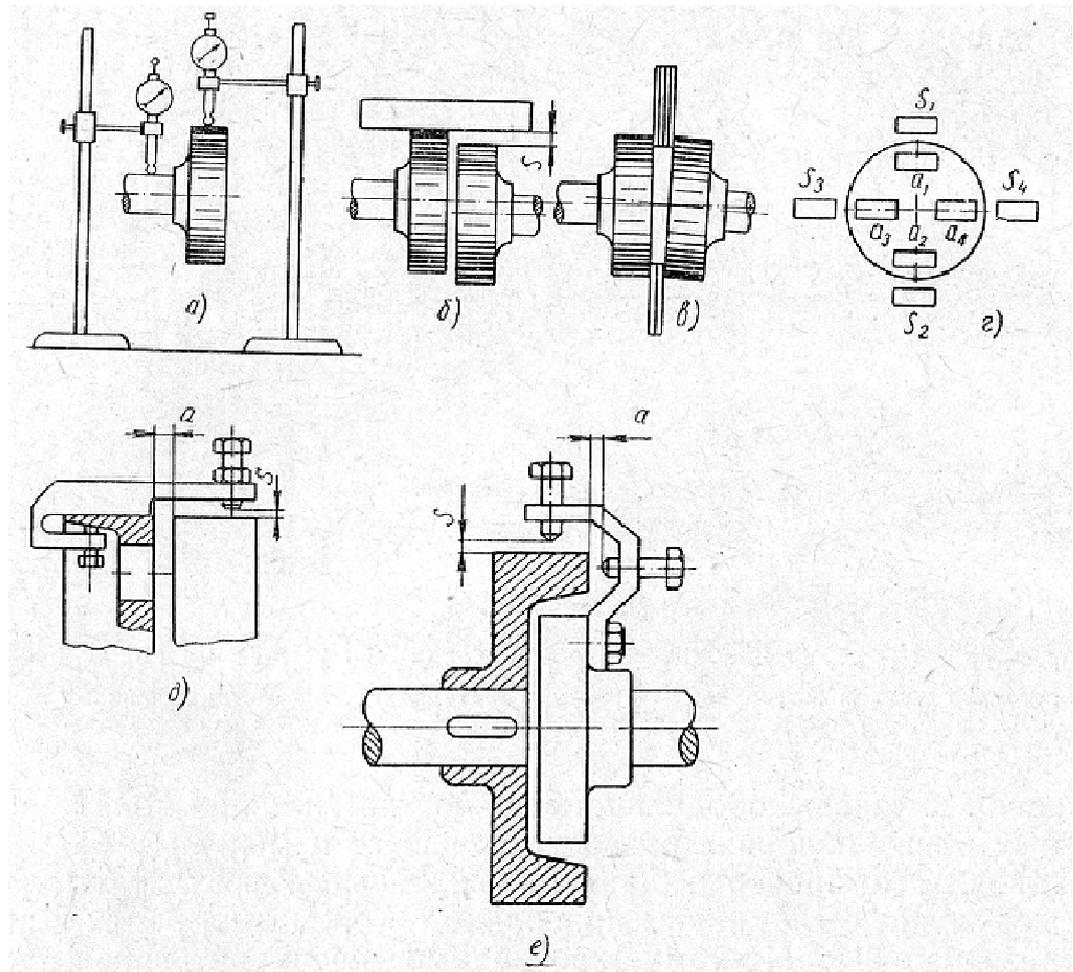


Рис. 3.3. Проверка положения машин, соединяемых муфтами сцепления:  
 а – проверка биения консольной части вала индикатором;  
 б, в, г – проверка соосности валов по полумуфтам;  
 д, е – приспособления для проверки по полумуфтам различного диаметра

Перекося осей вычисляют по результатам измерения расстояний между торцами полумуфт в точках  $a_1, a_2, a_3, a_4$  при четырех положениях вала (всего 16 измерений). Величиной зазоров в указанных точках считают средние арифметические величины четырех измерений:

$$a_1 = \frac{a_1^I + a_1^{II} + a_1^{III} + a_1^{IV}}{4}; \quad a_2 = \frac{a_2^I + a_2^{II} + a_2^{III} + a_2^{IV}}{4} \text{ и т. д.}$$

При правильно выполненных измерениях должны быть выдержаны равенства:

$$a_1 + a_2 = a_3 + a_4.$$

Величина перекося осей  $x$ :

$$\text{в вертикальной плоскости: } x_B = \frac{a_1 - a_2}{D};$$

$$\text{в горизонтальной плоскости: } x_G = \frac{a_3 - a_4}{D},$$

где  $D$  – диаметр полумуфты, мм.

Отрицательное значение расчетной величины  $x$  получается в тех случаях, когда перекошенная ось направлена вверх или влево.

Допуски на перекоос и параллельное смещение валов механизмов, соединенных муфтами сцепления, приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

	Диаметр муфт в мм	Перекоос в мм на 1 м длины вала	Параллельное смещение в мм
Муфты пальцевые	До 300	0,2	0,05
То же	300–500	0,2	0,10
Муфты зубчатые	До 300	0,5	0,3
То же	300–500	1,0	0,8

При отсутствии муфт сцепления соосность валов проверяют следующими способами: параллельное смещение – с помощью линейки и щупа или «на просвет» (рис. 3.4, *a*, *б*); перекоос – с помощью угольников или рейсмусов, укрепленных на валах (рис.3.4, *в*).

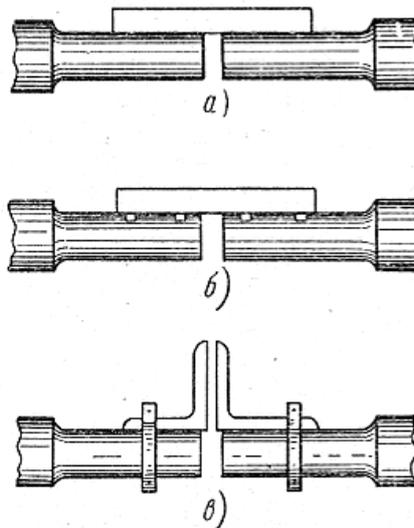


Рис. 3.4. Проверка соосности валов:  
*a* – по линейке; *б* – то же с закладкой бумажек; *в* – угольниками

Измерение зазоров между поверхностью вала и линейкой, а также между рейсмусами и угольниками выполняют щупами в четырех положениях валов, как при центровке по полумуфтам. Для более точных измерений пользуются индикаторами. Проверка «на просвет» позволяет значительно сократить количество измерений при центровке валов. Правильное расположение источника света дает возможность обнаружить визуально щель шириной 0,02 – 0,03 мм между линейкой и валом (или муфтой). Для облегчения наблюдения под линейку можно заложить четыре полоски тонкой бумаги (рис. 3.4, *б*). Если оси валов расположены на одной прямой линии и диаметры валов одинаковы, то полоски бумаги будут зажаты равномерно.

Проверка параллельности и перпендикулярности валов машин, соединяемых зубчатыми, ременными и другими видами передач, производится с помощью струи и рейсмусов (рис. 3.5, *a*, *б*); последние можно заменить угольниками.

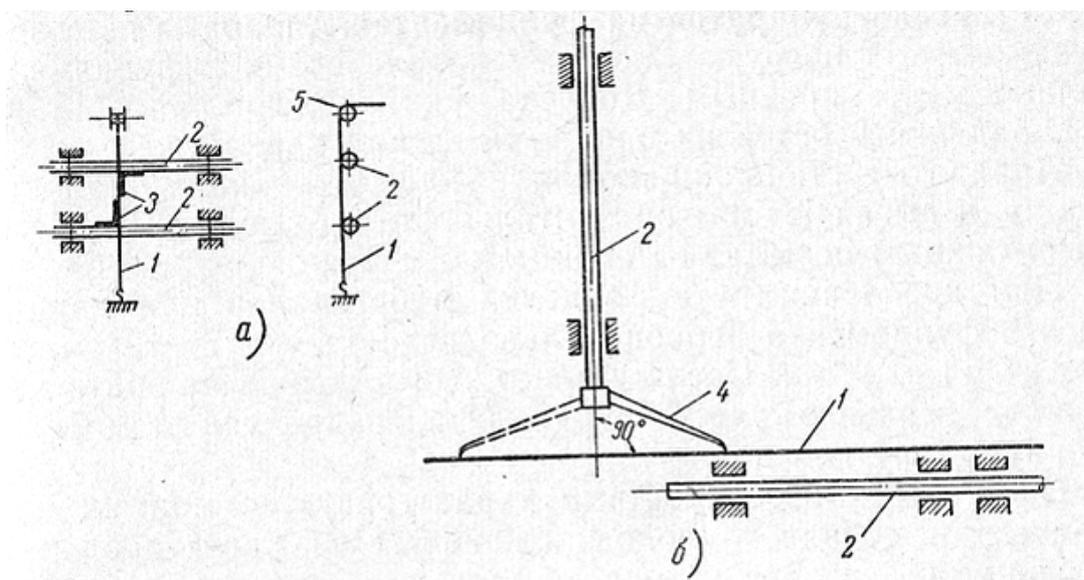


Рис. 3.5. Проверка параллельности (а) и перпендикулярности (б) валов:  
1 – струна; 2 – валы; 3 – угольники; 4 – рейсмус (скоба); 5 – ролик

Для проверки параллельности двух или нескольких валов струну провешивают перпендикулярно их осям, а на валах укрепляют рейсмусы, при повороте валов на угол  $180^\circ$  иглы рейсмусов должны находиться на одинаковом расстоянии от струны.

Для проверки перпендикулярности осей на одном валу устанавливают рейсмус и в плоскости оси этого вала провешивают струну, параллельную оси другого вала. Поворачивая вал с рейсмусом на  $180^\circ$ , измеряют зазор между иглой рейсмуса и струной. Равенство зазоров указывает на перпендикулярность валов.

### 3.3. Подливка установленного оборудования бетоном

После выверки на горизонтальность по монтажным осям и высотным отметкам, а также после проверки соосности отдельных узлов колодцы фундаментных болтов и пространство между поверхностью фундамента и опорной подошвой оборудования заполняют бетоном марки не ниже 150. Эту операцию называют подливкой.

Перед подливкой поверхность фундамента очищают от масла и грязи, насекают зубилом и промывают горячей водой.

По периметру фундамента устанавливают опалубку, высота которой должна быть на 20 – 30 мм выше уровня подливки. Трубопроводы и арматуру, расположенные на поверхности фундамента, обкладывают деревянными рейками и обертывают рубероидом, чтобы после укладки раствора остались зазоры, необходимые для их разборки и изоляции.

Раствор для подливки готовят из портландцемента марки 400 и чистого кварцевого песка в соотношении 1:3 или 1:2 (одна часть цемента и три или две части песка). Если расстояние от поверхности фундамента до подошвы оборудования более 50 мм, то применяют растворы с мелким гравием (размером до 10 мм) состава 1:1:3 или 1:1:2.

Сначала поверхность фундамента смачивают жидким раствором чистого цемента, затем укладывают бетонную массу, которую тщательно трамбуют, проталкивая в зазор стальные стержни (шуровки). Для хорошего заполнения пространства между пакетами подкладок или клиньями рекомендуется применять первоначально более жидкий раствор.

По истечении двух-трех суток снимают опалубку и поверхность фундамента штукатурят цементной штукатуркой с железнением поверхности. По истечении 12 – 15 суток при

удовлетворительных результатах испытаний контрольных бетонных кубиков на раздавливание крепят фундаментные болты и обкатывают машину на холостом ходу.

Не подливают раствором заглубляемые в массив фундамента картеры компрессоров, двигателей и другие части машин, чтобы избежать давления на них бетона при его тепловом расширении (создается дополнительная нагрузка на фундаментные болты). Части машин, не подлежащие подливке, отделяют валиками из свернутого в трубку рубероида.

### **3.4. Установка аппаратов на фундаментах**

Аппараты не создают динамической нагрузки, поэтому крепление их к фундаментам делают менее прочным. Допускается крепление аппаратов за счет заделки в бетон их опорных лап или каркасов.

Аппараты устанавливаются на фундаментах на пакетах подкладок и выверяют на горизонтальность по высотным отметкам и монтажным осям, как машины.

При креплении путем заделки в бетон лап или каркасов высота фундамента первоначально делается на 7 – 10 см ниже проектной отметки. После установки и выверки аппарата наращивают верхнюю часть фундамента, закрепляя тем самым опорную лапу или каркас.

Некоторыми особенностями характеризуется монтаж баков горячего и холодного водоснабжения. При проектировании и большинстве случаев исходят из того, что все днище бака или большая его часть будет передавать нагрузку на основание. Основанием для таких баков служат бетонные подушки или плиты. Перед установкой на наружные поверхности днища и стенки бака наносят антикоррозийное покрытие (обычно битумное); затем бак устанавливают непосредственно на фундаментной плите или на антисептированных деревянных брусках таким образом, чтобы все днище равномерно передавало нагрузку. Это достигается тщательным выравниванием поверхности плиты подливкой бетона, а при установке на брусья – выверкой их положения с помощью подкладок. Расстояние между брусками принимают 0,4 – 0,6 м подкладки закладывают на поверхность фундаментной плиты под брусья.

### **3.5. Особенности установки оборудования на конструктивных элементах зданий**

На малых объектах монтажа оборудования предприятий торговли строительные работы, связанные с установкой оборудования и средств крепления, выполняются монтажным персоналом.

*Примерная схема технологического процесса установки оборудования на полах и перекрытиях:*

- разметка на – строительных конструкциях осей фундаментных болтов и контура опоры согласно чертежу;
- определение высотных отметок подошвы оборудования и опоры;
- пробивка отверстий для фундаментных болтов согласно разметке;
- срубание чистого пола на площади, ограниченной контуром опоры, сплошная насечка бетонного основания для опоры и промывка насеченной поверхности горячей водой;
- установка опалубки для укладки бетона опоры и пробок, образующих колодцы для фундаментных болтов;
- укладка бетона в опалубку до уровня на 25 – 40 мм ниже проектной отметки;
- удаление опалубки и пробок после затвердевания бетона (по истечении трех – пяти суток);

- установка оборудования на опоре на пакетах подкладок толщиной 25 – 40 мм, закладывание фундаментных болтов в колодцы и отверстия рамы;
- выверка оборудования на горизонтальность по высотным отметкам и монтажным осям;
- подливка под раму (опорные лапы) раствора бетона;
- затягивание гаек фундаментных болтов после затвердевания бетона (по истечении 10 – 12 суток), проверка и пуск оборудования.

Аппараты и машины, не создающие значительных динамических нагрузок, подлитые портландцементным раствором можно пускать в работу по истечении 4 – 5 суток. При использовании быстротвердеющих цементов время сокращается до одних суток.

Для лучшего закрепления динамического оборудования возможна приварка фундаментных болтов к арматуре опор и строительных элементов зданий, однако в жилых домах это не допускается во избежание распространения шума.

При установке легкого оборудования, например технологического оборудования столовых, операции по изготовлению опоры и подливке бетона под раму можно совместить, что значительно ускорит срок окончания работ.

Если оборудование монтируется непосредственно на полах или перекрытиях (без бетонных опор), то в процессе монтажа его следует устанавливать и выверять на пакетах стальных подкладок, а затем подливать бетоном так же, как на опорах.

Включение в работу незакрепленного оборудования может привести к несчастным случаям. Под неаккуратно подлитой бетоном подошвой оборудования в пищевых цехах скапливается питательная среда для бактерий, что ухудшает санитарное состояние цехов.

*Схема технологического процесса установки оборудования на стенах* отличается от вышеизложенной тем, что ею не предусматривается сооружение опор.

Перед установкой средств крепления отверстия в стенах промывают водой и заполняют на  $\frac{1}{4}$  цементным раствором состава 1:3 или 1:2.

Болты, крючья, кронштейны и консольные балки при установке расклинивают в отверстиях кирпичным щебнем или битым чугуном, одновременно проверяя правильность их положения. Правильно расклиненные средства крепления можно загружать легким оборудованием (весом до 150 кг) сразу же после их установки.

### **3.6. Контрольные вопросы**

1. По каким параметрам происходит выверка оборудования?
2. Какие существуют приспособления для выверки оборудования на фундаментах?
3. Как размещаются подкладки на поверхности бетона?
4. Чем достигается горизонтальность установки оборудования?
5. Какие дополнительные проверки проводят для машин, соединяемых ременной передачей?
6. Какие операции выверки проводят для машин, соединяемых муфтами сцепления?
7. Как достигается правильное положение валов?
8. Как вычисляют перекося осей валов?
9. Как происходит проверка параллельности и перпендикулярности валов машин, соединяемых зубчатыми, ременными и другими видами передач?
10. Какую операцию называют подливкой установленного оборудования?
11. Как происходит установка аппаратов на фундаменты?
12. Какова схема технологического процесса установки оборудования на полах и перекрытиях?

## Тема 4

# МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

**Цель работы:** Познакомиться с основами монтажа технологических и санитарно-технических трубопроводов. Изучить используемые материалы и их характеристики для изготовления трубопроводов.

Технологическими называют трубопроводы производственных предприятий, обслуживающие основные и вспомогательные процессы производства. На предприятиях торговли к технологическим относятся трубопроводы для транспортировки пищевого сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов, технологического пара, воды, холодильных агентов, теплоносителей, различных газов, сжатого воздуха.

Санитарно-техническими называют трубопроводы санитарного благоустройства промышленных и общественно-коммунальных зданий. По давлению транспортируемой среды технологические трубопроводы подразделяются на работающие под вакуумом (от нескольких микрон до 740 мм рт. ст.); безнапорные; низкого давления (до 10 МН/м<sup>2</sup> ≈ 100 кг/см<sup>2</sup>); высокого давления (свыше 10 МН/м<sup>2</sup>). В зависимости от давления, температуры и агрессивности транспортируемой среды для изготовления трубопроводов используют трубы из различных материалов.

### 4.1. Рабочее, условное и пробное давление. Условные диаметры проходных сечений

Под влиянием высоких и низких температур происходят изменения в макроструктуре и межмолекулярных связях материала труб. В результате этих изменений материал утрачивает пластичность и механическую прочность. Для учета влияния рабочих температур на прочность труб введены понятия рабочего и условного давлений.

*Рабочим называют давление ( $P_p$ ), которое испытывают стенки труб и трубопроводов при нормальной их эксплуатации в условиях наиболее тяжелого режима.*

*Условным называют давление ( $P_y$ ), которое должны выдерживать трубы, работающие в условиях первой температурной ступени. Стандартом (ГОСТ 356–59) предусмотрено 27 температурных ступеней в диапазоне температур до 700° (табл. 4.1). Температурные границы ступеней установлены с учетом особенностей изменения свойств материалов. В пределах одной температурной ступени прочность материалов условно считается неизменной.*

Для труб, работающих в условиях первой температурной ступени, предельное рабочее давление равно условному. Предельное рабочее давление труб, работающих на других температурных ступенях, определяют по таблицам или вычисляют, пользуясь коэффициентами, приведенными в табл. 4.1.

В целях унификации производства труб и соединительных частей стандартов предусмотрено 19 ступеней условных давлений: 1; 2; 5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 64; 100, ..., 1000 кг/см<sup>2</sup>.

**Пример.** На изготовление трубопровода, предназначенного для транспортировки среды с давлением 1,2 МН/м<sup>2</sup> (≈ 12 кг/см<sup>2</sup>) и температурой 365°, используют трубы из малоуглеродистой стали. Определить условное давление для подбора труб по сортаменту.

Согласно табл. 4.1 трубы работают в условиях VIII температурной ступени, следовательно, для изготовления трубопровода необходимо использовать трубы, с условным

давлением не менее  $\frac{1,2}{0,67} = 1,8 \text{ МН/м}^2 (\approx 18 \text{ кг/см}^2)$ .

Выбираем трубы ближайшего большего условного давления на  $25 \text{ кг/см}^2$ .

Таблица 4.1

### Предельное рабочее давление труб

Наименование материала труб	Температурные ступени												
	I	II	III	IV	V	VI	VIII	X	XII	XIV	XVI	XVII	XXV II
	Температуры, °С												
Сталь углеродистая $C < 0,3\%$ (Ст 3, Ст 25)	До 200	225	250	275	300	325	375	410	430	440	450	-	-
Сталь хромоникелетитановая и хромоникелевольфрамовая: 1X18H9T; 1X14H14B2M; X18H9TL	До 200	275	320	375	420	460	500	540	580	600	620	635	700
Коэффициент уменьшения рабочего давления относительно условного	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,67	0,6	0,53	0,48	0,42	0,38	0,22

*Пробным давлением ( $P_n$ )* называют давление гидравлического испытания, проводимого с целью проверки прочности труб. Согласно стандарту пробное давление должно превышать условное; в 2 раза для труб, рассчитанных на рабочее давление до  $1 \text{ кг/см}^2$  включительно, и в 1,5 раза для труб, рассчитанных на рабочее давление свыше  $1 \text{ кг/см}^2$ .

Для запорной арматуры и соединительных частей трубопроводов условные и пробные давления устанавливают по такому же принципу, как для труб.

*Условные диаметры ( $D_y$ )* проходных сечений устанавливают для труб, соединительных частей и арматуры и целях сокращения количества их типоразмеров и облегчения взаимного подбора при проектировании и ремонте трубопроводов.

В соответствии с действующими стандартами промышленность выпускает трубы с малым интервалом фактических диаметров и различной толщиной стенок. Трубы каждого типоразмера относят к одному из установленных стандартов условных диаметров проходных сечений, по которому в дальнейшем для них подбирают запорную арматуру и соединительные части.

Установлены следующие размеры условных проходных сечений ( $D_y$ ) в мм: 3, 6, 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 80, 100, 125, 150, 200, 250,.....и т. д.

Размеры сопрягаемых (присоединительных) поверхностей труб, соединительных частей и арматуры каждого условного прохода согласовывают, чтобы при сборке трубопровода получались их качественные соединения без дополнительной подгонки по месту.

## 4.2. Основные виды труб и соединительных частей

**Трубы шовные водогазопроводные.** Эти трубы предназначены для внутренних трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха, систем центрального отопления, паро- и конденсатопроводов низкого давления. Их изготавливают из мягкой, легко сваривающейся стали (Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, 10, 15, 20); условные диаметры измеряются в дюймах и миллиметрах (табл. 4.2).

Таблица 4.2

## Трубы шовные водогазопроводные

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм		Число ниток на 1" резьбы	Наибольшая длина цилиндрической резьбы до сбега, мм
		обыкновенных труб	усиленных труб		
10	17,00	2,25	2,75	-	-
15	21,25	2,75	3,25	14	14
20	26,75	2,75	3,50	14	16
25	33,50	3,25	4,00	11	18
32	42,25	3,25	4,00	11	20
40	48,0	3,50	4,25	11	22
50	60,00	3,50	4,50	11	24
70	75,50	3,75	4,50	11	27
80	88,50	4,00	4,75	11	30

Трубы водогазопроводные имеют продольный шов печной сварки, получаемый путем протаскивания разогретой стальной полосы через сварочную воронку. Они подразделяются на обыкновенные, рассчитанные на избыточное рабочее давление до  $10 \text{ кг/см}^2$  (при температуре среды до  $175^\circ$ ), и усиленные, рассчитанные на избыточное рабочее давление до  $16 \text{ кг/см}^2$ . Выпускаются без покрытия и оцинкованными; последние используются преимущественно для холодного и горячего водоснабжения.

Трубы поставляют кусками длиной от 4 до 7 м с нарезанной на концах трубной дюймовой резьбой. Соединение концов труб производится при помощи резьбовых соединительных частей или сваркой. Соединительные части водогазопроводных труб (их называют также фитингами) изготавливают из стали или ковкого чугуна (рис. 4.1), оцинкованными и без покрытия. Изделия из ковкого чугуна обладают большей антикоррозийной стойкостью и дешевле в производстве, стальные – более прочны и особенно удобны для приварки к трубам.

Трубы и фитинги имеют дюймовые резьбы закругленного или плоскосрезанного профиля. У этой резьбы не мелкий шаг, что дает возможность легко свинчивать детали даже при некотором их перекосе, и небольшая глубина нарезки, не ослабляющая стенок трубы. Резьбы делают коническими или цилиндрическими со сбегом (неполной нарезкой) последних двух ниток. При полном свинчивании деталей в таких резьбах происходит заклинивание, обеспечивающее необходимую плотность соединения.

В качестве уплотняющего материала для конических резьб используют олифу, а для цилиндрических резьб со сбегом – льняную прядь, смазанную мастикой из свинцового сурика, разведенного на олифе.

Диаметром трубной дюймовой резьбы условно считают диаметр проходного сечения трубы.

Для соединения двух концов труб без их вращения используют сгон, т. е. длинную резьбу на одном конце трубы, с муфтой и контргайкой.

**Трубы бесшовные из малоуглеродистых и легированных сталей.** Трубы из малоуглеродистых сталей (Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, 10, 15, 20) общего назначения используют для паро- и конденсатопроводов, трубопроводов холодильных агентов, теплоносителей и других малоагрессивных сред.

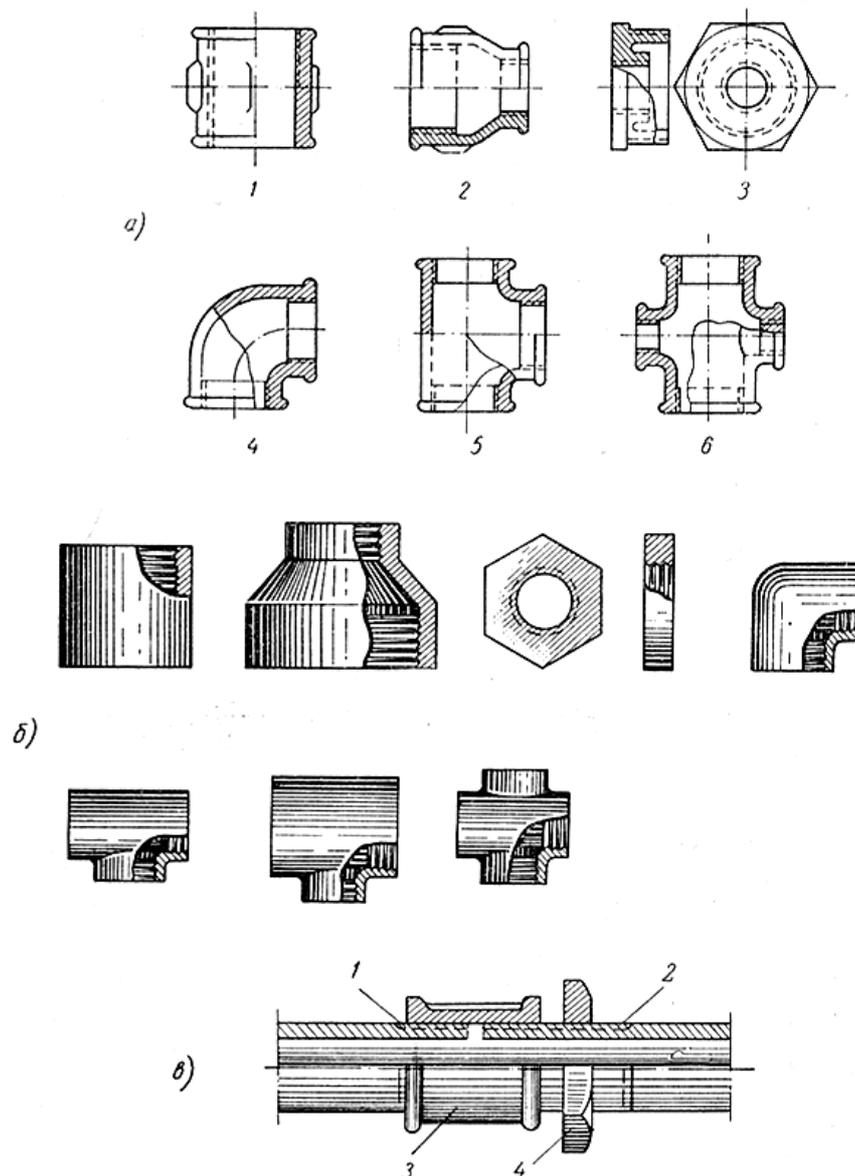


Рис. 4.1. Резьбовые соединительные части для труб:

*a* – из ковкого чугуна:

1 – муфта; 2 – переходная муфта; 3 – футорка; 4 – угольник;

5 – тройник; 6 – крестовина;

*б* – из стали; *в* – соединения труб с помощью сгона:

1 – короткая резьба; 2 – длинная резьба; 3 – муфта; 4 – контргайка

Трубы из сталей низколегированных (легирующих элементов до 4 %), легированных (от 4 до 8 %) и высоколегированных (свыше 8 %) имеют специальное назначение; их используют для транспортировки сред с высокой или низкой температурой, сред повышенной агрессивности, а также для изготовления деталей машин, работающих с повышенными нагрузками. Так, для аппаратов и трубопроводов, работающих при высоких температурах, используют трубы из сталей марок 22ХМ, 15ХМ, 1Х14Н14В2М; то же при низких температурах (от – 40 до – 70°) – 10Г2; для трубопроводов агрессивных пищевых жидкостей – Х18Н9Т.

Бесшовные трубы изготавливают из сплошных цилиндрических заготовок прокаткой или протяжкой на специальных трубных станах; перед обработкой заготовку прокалывают или просверливают для образования начального отверстия.

По способу производства трубы подразделяют на два вида: холоднотянутые и холоднокатаные с наружным диаметром от 1 до 200 мм и толщиной стенки от 0,1 до 12 мм; горячекатаные – с наружным диаметром от 25 до 20 мм и толщиной стенки от 2,5 до 75 мм. Выпускаются трубы с нормированными механическими свойствами или химическим составом стали, либо без этих показателей, но с гарантией прочности при гидравлическом испытании на давление, величину которого определяют по формуле:

$$P = \frac{200SR}{D_B} \text{ кг/см}^2,$$

где  $S$  – минимальная толщина стенки трубы и мм (с учетом допуска);

$R$  – допускаемое напряжение в  $\text{кг/мм}^2$ , равное 40 % предела прочности на разрыв  $\sigma_p$  (для стали 10 предел прочности равен  $36 \text{ кг/мм}^2$ , а для стали 20 –  $44 \text{ кг/мм}^2$ );

$D_B$  – внутренний диаметр трубы, мм.

В табл. 4.3 приведены некоторые распространенные диаметры бесшовных труб.

Таблица 4.3

Распространенные диаметры бесшовных труб

Наружный диаметр трубы и толщина стенки, мм	Вес 1 пог. м	Наружный диаметр трубы и толщина стенки, мм	Вес 1 пог. м
8x1	0,173	45x3,5	3,58
10x2	0,395	57x3,5	4,62
12x2	0,493	76x4	7,1
14x3	0,814	89x4	8,38
18x3	1,11	108x4	10,26
50x3	1,28	121x4	11,54
25x3	1,63	133 x 4	12,73
28x3	2,11	159 x 4,5	17,15
32x3,5	2,46	219x6	31,52
38x3,5	2,98		

Бесшовные трубы соединяют на фланцах, накидными гайками или сваривают.

Свободные фланцы (рис. 4.2, а) для соединения отбортованных труб изготовляют из стали (Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5) или чугуна (СЧ 21–40). Фланцевые соединения отбортованных труб разрешается использовать для трубопроводов с неопасными для человека и неопасными в пожарном отношении средами при  $P_y$  до  $6,5 \text{ кг/см}^2$  и температуре до  $300^\circ$ . Это наиболее простой и дешевый вид фланцевых соединений; при сборке пары вращающихся фланцев нет необходимости проверять на совпадение их отверстия для болтов. Соединения на отбортовке применяются для магистральных трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, теплоносителей холодильных установок, воздухопроводов.

Вращающиеся фланцы (Ст. 4, Ст. 5) в сочетании с приваренными к трубам кольцами (рис. 4.2, б) используются для трубопроводов с  $P_y$  до  $25 \text{ кг/см}^2$ , у которых материал труб и уплотнительных поверхностей соединений должен быть одинаков, а фланцы могут быть изготовлены из другого более дешевого или более прочного материала. Для  $P_y$  до  $10 \text{ кг/см}^2$  кольцо приваривается к трубе с двух сторон без фасок, а для  $P_y > 10 \text{ кг/см}^2$  на кольцо должны быть сняты фаски для наложения сварного шва.

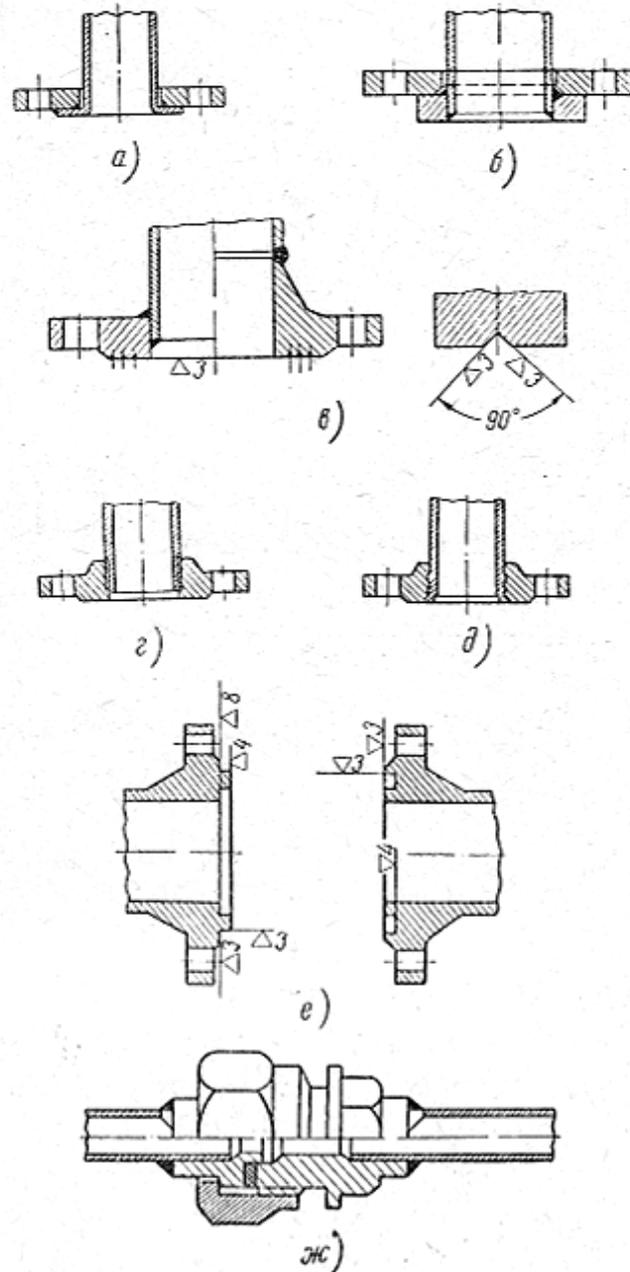


Рис. 4.2. Соединение труб фланцами и накладными гайками:  
*a* – свободный фланец под отбортовку;  
*б* – вращающийся фланец с приваренным к трубе кольцом;  
*в* – приварной плоский и воротниковый фланец;  
*г* – фланец под резьбу; *д* – фланец под вальцовку;  
*е* – воротниковый фланец с кольцевым шипом и пазом;  
*ж* – соединение труб накладной гайкой

Приварные плоские и воротниковые фланцы (рис. 4.2, *в*) изготавливают из стали (МСт. 3, МСт. 4) методом горячего штампования или путем вырезания из листа с последующей обработкой на станке. Для давлений трубопроводов  $P_y$  до  $25 \text{ кг/см}^2$  фланцы изготавливают без выступающей уплотнительной поверхности, а для  $P_y > 25 \text{ кг/см}^2$  – с выступающей уплотнительной поверхностью. На плоских фланцах сварной шов выполняется для  $P_y$  до  $10 \text{ кг/см}^2$  без фаски, а для  $P_y > 10 \text{ кг/см}^2$  – с фаской.

Фланцы стальные под резьбу и вальцовку (рис. 4.2, *з, д*) рассчитаны на  $P_y$  до  $64 \text{ кг/см}^2$ . Фланцы на резьбе используют преимущественно для подключения трубопроводов из водогазопроводных труб к машинам и аппаратам, а также при необходимости демонтажа фланцев при выполнении ремонтных работ.

Фланцы с кольцевым шипом (выступом) и кольцевой впадиной (рис. 4.2, *е*) обеспечивают более надежное закрепление уплотнительных прокладок. Используются для трубопроводов с  $P_y = 40 \text{ кг/см}^2$  и более, а также для трубопроводов, содержащих вредные для человека или опасные в пожарном отношении среды независимо от их давления.

Все фланцы, кроме вращающихся, на поверхностях, сопрягаемых с уплотнительными прокладками, должны иметь две – три кольцевые канавки конического сечения.

Соединения накидными гайками (рис. 4.2, *ж*) используют для труб диаметром до 30 мм.

*Трубы стальные электросварные* (ГОСТ 10704-63). Они предназначены для трубопроводов с температурой среды не выше  $300^\circ$ . Используют вместо бесшовных, как более дешевые, но не уступающие им по прочности (технические требования ГОСТ 10705-63). Изготавливают из стали марок Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4; 0,8; 10; 15; 20 с условным диаметром от 6 до 150 мм и толщиной стенки от 1 до 5,5 мм. Продольный шов сварен методом сопротивления. Соединяют электросварные трубы посредством фланцев и сварки, как бесшовные.

**Трубы чугунные раструбные водопроводные и канализационные.** Трубы чугунные по сравнению со стальными обладают повышенной коррозионной стойкостью.

*Водопроводные чугунные трубы* (рис. 4.3, *а*) предназначены для прокладки в земле и сырых помещениях. Для  $P_y$  до  $10 \text{ кг/см}^2$  (нормальные) трубы отливают из чугуна марки СЧ 15–32, для давления  $P_y$  до  $16 \text{ кг/см}^2$  (усиленные) – из чугуна с легирующими добавками. Выпускаются с диаметром условного прохода 50, 75, 100, 150, ....., 1000 мм и с толщиной стенок от 7,5 до 30 мм. Трубы соединяются посредством раструбных фасонных частей: тройников, угольников, крестовин и др. Уплотнение в соединениях достигается заделкой раструбов цементом или свинцом. В раструбах имеется кольцевое углубление, способствующее удержанию уплотнительного материала.

*Канализационные чугунные трубы* (рис. 4.3, *б*) предназначены для отвода сточных вод без давления. Отливаются из чугуна СЧ 15–32. Выпускаются с условным проходом 50, 100 и 150 мм. Соединяются также посредством раструбных соединительных частей.

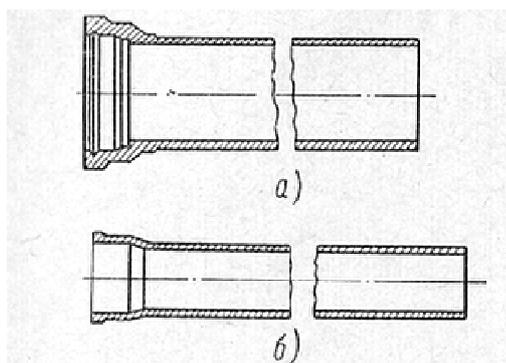


Рис. 4.3. Трубы чугунные:  
*а* – водопроводные; *б* – канализационные

**Трубы из цветных металлов и сплавов.** Для технологических трубопроводов предприятий торговли и общественного питания используются преимущественно трубы из алюминия и его сплавов, меди и латуни.

*Трубы из алюминия* (А1, А2, А3) и его сплавов (дюралюминия, силумина, электрона) применяются для транспортировки пищевых жидкостей, холодильных агентов и в качестве теплообменных труб в аппаратах; для транспортировки щелочных растворов их применять нельзя.

Выпускаются такие трубы тянутые – с наружным диаметром от 6 до 120 мм и толщиной стенки от 0,5 до 5 мм и прессованные – с наружным диаметром от 25 до 280 мм и толщиной стенки от 5 до 32 мм. С повышением температуры прочность алюминия снижается, поэтому установлены следующие предельные рабочие температуры: для трубопроводов, работающих без давления, – 200 – 250°; работающих с давлением – до 6 кг/см<sup>2</sup> – 160° С.

Для изменения механических свойств материала трубы подвергают термической и механической обработке – отжигу, закаливанию, нагартовке.

Трубы медные (М2, М3) используются в основном для транспортировки холодильных агентов и в аппаратах в качестве теплообменных трубок.

Выпускаются тянутыми с наружным диаметром от 3 до 360 мм и толщиной стенки от 0,5 до 10 мм и прессованными с наружным диаметром 30 ÷ 280 мм и толщиной стенки 5 ÷ 30 мм. Подразделяются на мягкие (М) – отожженные и твердые (Т) – неотожженные.

Соединяются преимущественно накидными гайками с отбортовкой конца трубы или пайкой (рис. 4.4, а, б).

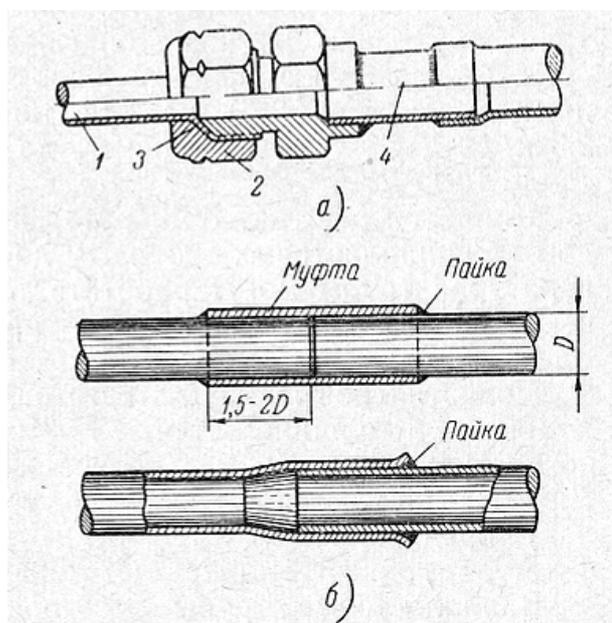


Рис. 4.4. Соединение медных труб:

а – накидной гайкой:

1 – трубка; 2 – накидная гайка; 3 – отбортовка; 4 – припаянный штуцер;

б – пайкой

Для пайки используют твердые и мягкие припои и бескислотные флюсы.

Трубы латунные из латуни различных марок используют главным образом в качестве теплообменных труб тепловых аппаратов. Выпускаются тянутыми с наружным диаметром 3 ÷ 100 мм и толщиной стенок 1,5 ÷ 10 мм.

При вальцовке труб в трубных решетках аппаратов латунь нагартовывается, что приводит к образованию трещин. Для сохранения свойства пластичности трубы отжигают при температуре 500° с последующим медленным охлаждением в печи.

Соединение труб из цветных металлов и сплавов выполняется посредством накидных гаек, пайкой и сваркой.

**Трубы полиэтиленовые и винилпластовые.** Используются для транспортировки жидких пищевых продуктов и агрессивных сред. Подразделяются по условному давлению (принимаемому при температуре 20°) на три типа: Л – легкие, для  $P_y$  до 2,5 кг/см<sup>2</sup>; С – средние, для  $P_y$  до 6 кг/см<sup>2</sup>; Т – тяжелые, для  $P_y$  до 10 кг/см<sup>2</sup>.

Диапазон рабочих температур полиэтиленовых труб от  $-60^{\circ}$  до  $60^{\circ}$ , винипластовых – от  $-10^{\circ}$  до  $40^{\circ}$ ; при более высоких температурах трубы могут работать только без давления. Размягчение полиэтилена происходит при  $105^{\circ}$  –  $130^{\circ}$ , винипласта – при  $65^{\circ}$ .

Полиэтиленовые трубы изготавливают с наружным диаметром  $10 \div 100$  мм и толщиной стенки  $1,6 \div 10,5$  мм; трубы различаются по цвету: молочно-белые (неокрашенные), предназначенные для скрытых прокладок, и черные (с содержанием противостарителей), предназначенные для открытых коммуникаций, особенно в местах, подвергающихся действию солнечной радиации.

Винипластовые трубы изготавливают с наружным диаметром  $10 \div 156$  мм и толщиной стенки  $2 \div 8$  мм, в зависимости от содержания вредных примесей трубы различаются по цвету: темно-коричневые – для трубопроводов с пищевыми жидкостями; светло-желтые, содержащие вредные для человека соли свинца, – для прочих целей.

Изготавливают трубы из полиэтилена и винипласта обычно методом экструзии. Соединяют их посредством сварки, склеивания или на фланцах. Для винипластовых труб широко применяют раструбные соединения.

### 4.3. Вспомогательные материалы для монтажа трубопроводов

Крепежные материалы для фланцевых соединений выбирают с учетом температуры, давления и агрессивности транспортируемой по трубопроводу среды. Требования к крепежным болтам, шпилькам и гайкам указываются в стандартах на фланцы. С достаточной для практики точностью выбор этих материалов можно производить, руководствуясь данными табл. 4.4.

Таблица 4.4

Крепежные материалы

Давление ( $P_y$ ) в трубопроводе, $MH/cm^2$ ( $кг/cm^2$ )	Рабочая температура трубопроводов, $^{\circ}C$	Используемые болты и гайки
До 1,6 (16)	120	Болты черные из стали марок Ст. 3; Ст. 4; Ст. 5 с высотой головки и высотой гайки, равными 0,8 диаметра стержня болта. Гайки из фосфористой стали
1,6 $\div$ 2,5 (16 $\div$ 25)	120	Болты полумучистые из стали марок 25 или 35 с высотой головки и высотой гайки, равными диаметру стержня болта. Гайки из стали 20 или 30
2,5 $\div$ 4,0 (25 $\div$ 40)	425	Болты полумучистые из стали 35, 40 или 30ХМА. Гайки из стали 35
4,0 $\div$ 10,0 (40 $\div$ 100)	450	Чистые болты и гайки из жаропрочных сталей

Прокладочные материалы для фланцевых соединений приведены в табл. 4.5.

Паронит – картон толщиной от 0,4 до 7,5 мм – изготавливают из асбеста, каучука и наполнителей. Для сохранения пластичности паронит следует хранить при температуре не выше  $30^{\circ}$ , не подвергая солнечной радиации.

Фибра – картон из асбестового волокна, связанного с синтетическими смолами. Хорошо противостоит высоким удельным давлениям, поэтому широко применяется для малогабаритных прокладок в оборудовании.

Прокладки из тряпичного картона перед установкой прогревают в течение 20 – 30 мин. в горячей олифе.

Для трубопроводов, работающих при высоких давлениях и температурах, используют прокладки из алюминия, меди, мягкой стали. Материал прокладок должен быть мягче материала фланцев.

Таблица 4.5

## Прокладочные материалы для фланцевых соединений

Наименование прокладочного материала	Для трубопроводов какого назначения применяется
Картон тряпичный технический (ГОСТ 9347-60)	Неагрессивные среды с давлением до $1,6 \text{ МН/м}^2$ ( $16 \text{ кг/см}^2$ ) и температурой не выше $100^\circ$
Паронит марок УВ-10 и ЭЧ	Для воды и пара с давлением до $5,0 \text{ МН/м}^2$ ( $50 \text{ кг/см}^2$ ) и температурой до $450^\circ$ для аммиачных и фреоновых трубопроводов холодильных установок
Фибра	Для тех же целей и нефтепродуктов
Резина мягкая, средней жесткости и жесткая	Для сред с давлением до $1,6 \text{ МН/м}^2$ ( $16 \text{ кг/см}^2$ ) и температурой не выше $100^\circ$
Резина теплостойкая	Для сред с температурой до $150^\circ$
Резина пищевая	Для пищевых продуктов
Резина бензомаслостойкая марки ИРП-1375 (ВТУ38-5-121-66)	Для фреоновых (Ф-12 и Ф-22) холодильных установок с температурой среды от $-40^\circ$ до $180^\circ$

Набивочные материалы используются для уплотнения сальников запорной арматуры, насосов и другого оборудования. Промышленность выпускает набивочные материалы.

В виде мягких шнуров круглого и квадратного сечения, а также лент и полос различных размеров. Некоторые распространенные набивочные материалы и их назначение приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

## Набивочные материалы

Наименование набивки	Пределное давление, $\text{МН/м}^2$ ( $\text{кг/см}^2$ )	Предельная рабочая температура, $^\circ\text{C}$	Основное назначение
Шнур хлопчатобумажный, пропитанный антифрикционной массой (салом и графитом)	20 (200)	100	Для сальников арматуры и насосов, работающих в среде сжатого воздуха, воде или растворах щелочей
Шнур пеньковый, просаленный и графитированный	16 (160)	100	Для тех же целей, а также для работы в условиях, когда желательна повышенная стойкость волокна, например для оборудования рассольных систем холодильных установок
Шнур асбестовый просаленный и прографиченный	2,5 (25)	300	Для сальников, работающих в среде водяного пара и холодильных агентов
Шнур асбестовый с медной проволокой, просаленный, графитированный	4,5 (45)	400	Для арматуры перегретого пара высокого давления
Резина маслобензостойкая и пищевая, шнуры и полосы хлопчатобумажные прорезиненные	-	100	Для сальников, работающих в среде воды, фреона, пищевых продуктов

Для уплотнения сальников арматуры и насосов питьевой воды и пищевых жидкостей используют шнуры хлопчатобумажные и пеньковые сухие (не пропитанные антифрикционным составом).

#### 4.4. Основные элементы трубопроводов

Технологические трубопроводы состоят из прямых и изогнутых участков труб, соединительных частей, арматуры, компенсаторов и средств крепления.

*Гнутые и сварные элементы трубопроводов.* В зависимости от места прокладки трубопровода изогнутым участкам необходимо придавать различные формы. К наиболее распространенным гнутым деталям относятся: отвод  $90^\circ$ , отвод  $45^\circ$ , утка, скоба с изгибами под углом  $90^\circ$ , скоба с изгибами под углом  $60^\circ$  и калач (рис. 4.5). Возможно изготовление и других конфигураций, например с изгибами, имеющими различные радиусы кривизны.

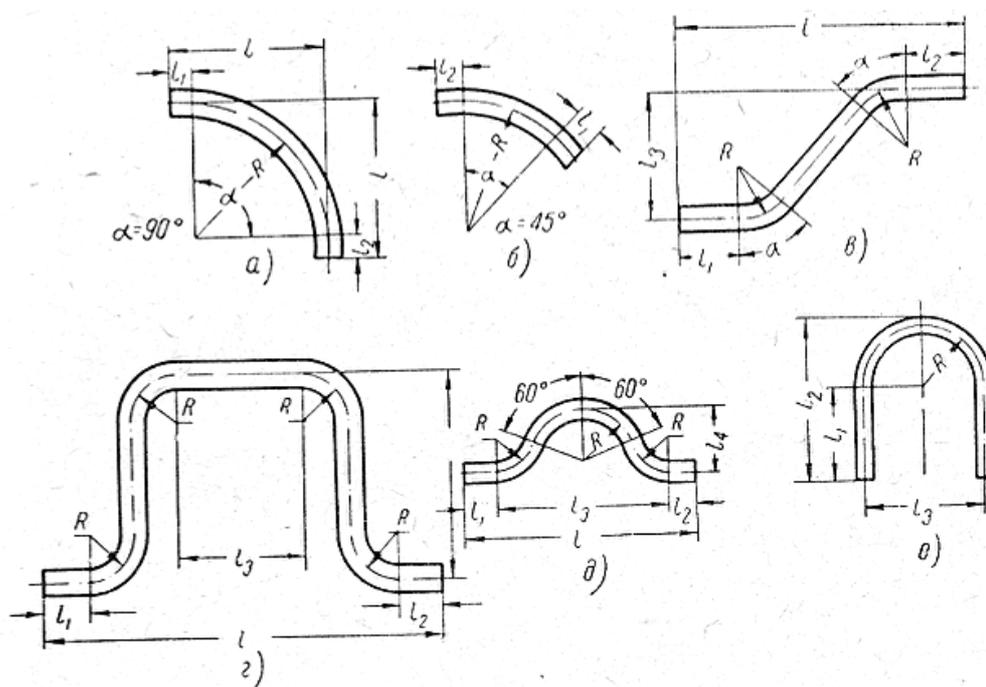


Рис. 4.5. Гнутые детали трубопровода:  
 а – отвод  $90^\circ$ ; б – отвод  $45^\circ$ ; в – утка;  
 г – скоба с изгибами  $90^\circ$ ; д – скоба с изгибами  $60^\circ$ ; е – калач

Каждая гнутая деталь характеризуется углом поворота оси трубы, радиусом кривизны изгиба и длиной прямых участков.

К сварным элементам трубопроводов (рис. 4.6) относятся: коллекторы, крестовины, сварные тройники и отводы, сварные бочонки для расширения трубопроводов в местах разветвлений или установки термометровых гильз.

Гнутые и сварные элементы изготавливают с приварными фланцами или с кромками, подготовленными для сварки. На распространенные гнутые и сварные элементы разработаны стандарты и нормы, что учитывается при проектировании и изготовлении трубопроводов.

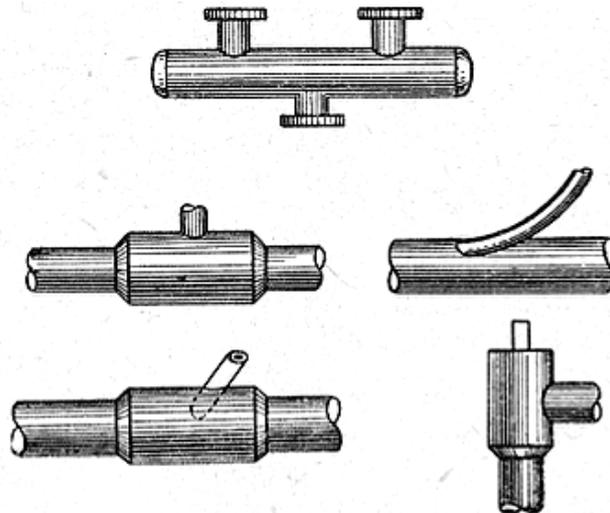


Рис. 4.6. Сварные детали трубопроводов

*Компенсаторы.* С изменением температуры трубопроводы изменяют свою длину. Коэффициент линейного расширения стали равен 0,000012, следовательно, каждый метр стальной трубы при изменении температуры на  $1^\circ$  удлиняется или укорачивается на 0,012 мм. Температурные изменения длины вызывают опасные напряжения в трубопроводе и приводят к ослаблению прокладок, обрыву болтов, нарушению уклонов и т.п. Предупреждают возникновение опасных напряжений посредством установки компенсирующих устройств.

Наиболее простыми компенсирующими устройствами являются изгибы (отводы) самого трубопровода, обладающие упругостью. На прямых участках трубопроводов значительной длины устанавливают специальные компенсаторы (рис.4.7).

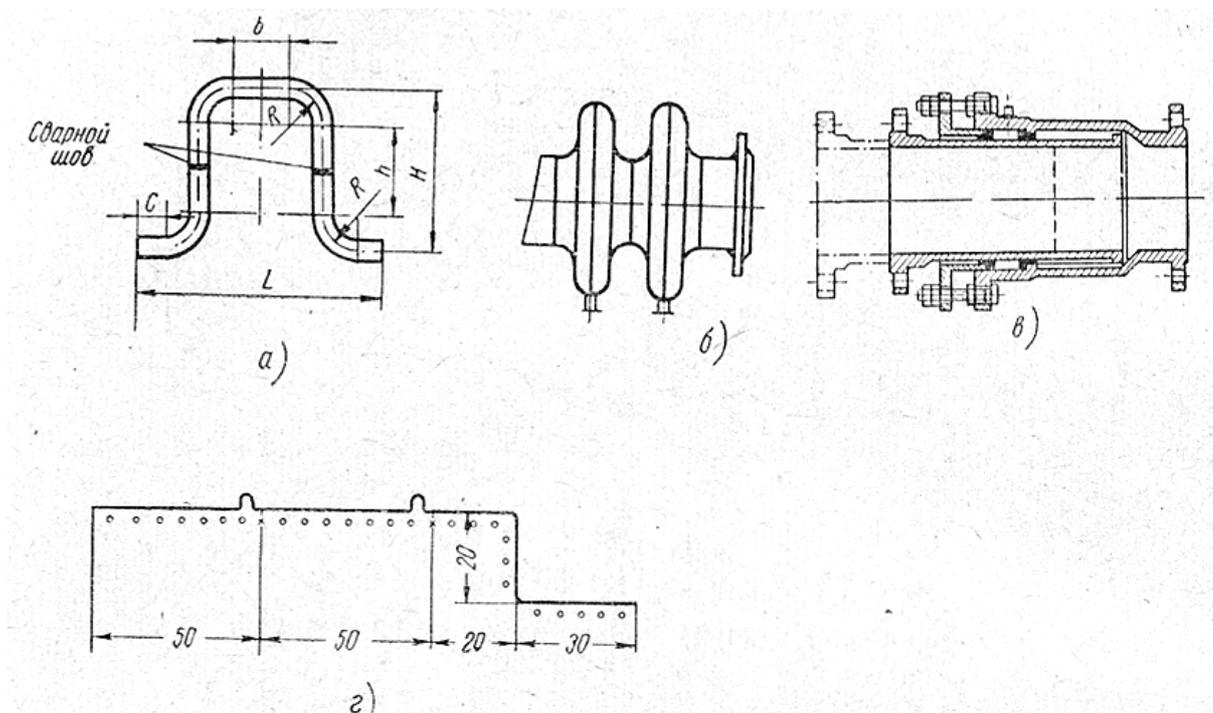


Рис. 4.7. Компенсаторы и их размещение:  
 а – П-образный; б – линзовый; в – сальниковый;  
 г – схема размещения компенсаторов на трубопроводе

Компенсаторы бывают П-образные, лирообразные, линзовые и сальниковые (рис. 4.7, а). П-образные и лирообразные компенсаторы выгибают из труб. Их рекомендуется применять при открытой и скрытой прокладке трубопроводов диаметром от 25 до 200 мм.

Компенсирующая способность гнутых компенсаторов зависит от величины вылета П-образной (или лирообразной) части. В зависимости от места расположения компенсаторов соотношения размеров вылета  $h$  и спинки  $b$  принимаются от  $b = 0,5/h$  до  $b = h$ .

Линзовые компенсаторы (рис.4.7,б) состоят из выштампованных из стальных листов ( $\delta = 3 \div 6$  мм) полулинз, отбортованных и сваренных попарно; изменение их длины происходит также за счет упругости материала.

Сальниковые компенсаторы (рис.4.7, в) изменяют свою длину за счет перемещения внутреннего цилиндра, уплотняемого сальником.

Для нормальной работы трубопровод разбивают на участки длиной 20 – 60 м и в составе каждого участка предусматривают одно компенсирующее устройство. Концы участков с помощью неподвижных (мертвых) опор жестко закрепляют к прочным строительным конструкциям или фундаментам, а между неподвижными устанавливают ряд подвижных опор, на которых

Трубопровод может перемещаться в осевом направлении (рис. 4.7, з). Обычно при перемещении в одном направлении (например, в направлении уклона) трубы испытывают меньшее сопротивление, в другом – большее; при неправильном размещении подвижных и неподвижных опор происходит постепенное осевое смещение трубопровода, в результате которого одни участки его провисают, а другие испытывают чрезмерное растягивающее усилие.

*Подвижные и неподвижные опоры.* Подвижные опоры могут быть скользящими, катковыми и роликовыми. Скользящие опоры (рис. 4.8, а, б) используют преимущественно для трубопроводов малого и среднего диаметров. Катковые и роликовые опоры применяют для тяжелых магистральных трубопроводов.

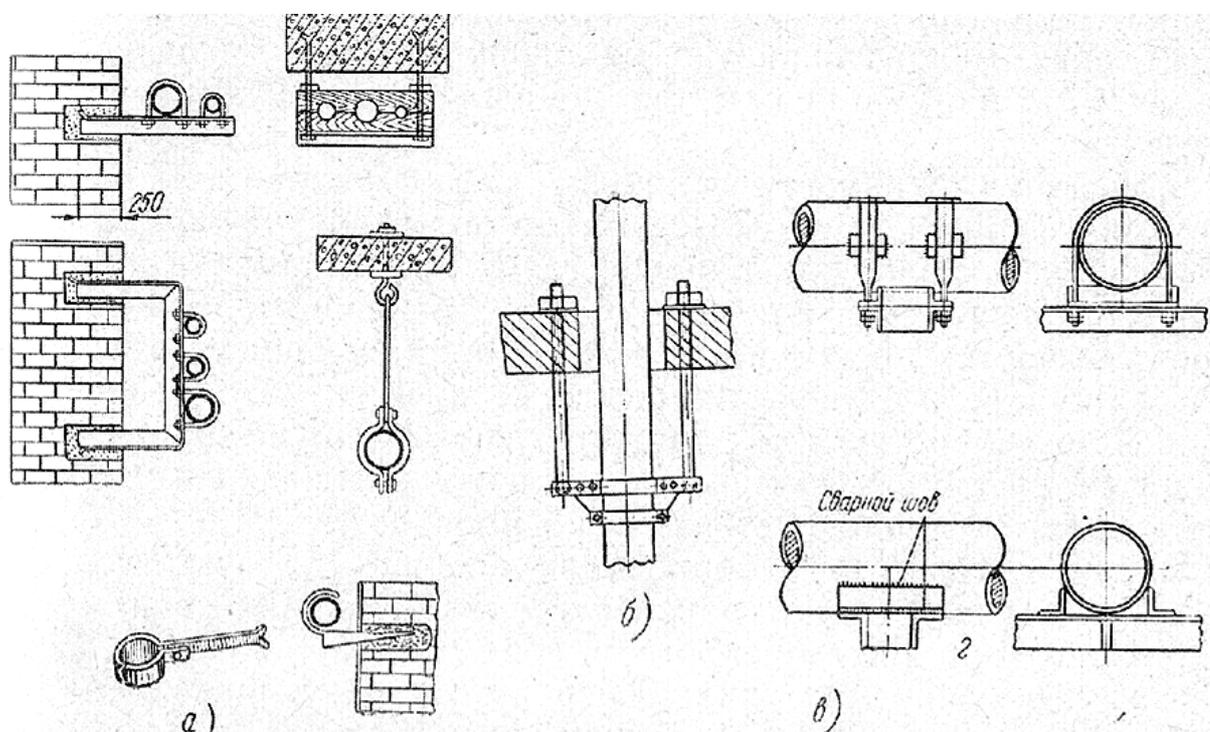


Рис. 4.8. Средства крепления трубопроводов:

- а – подвижные опоры для закрепления горизонтальных участков трубопроводов;  
 б – подвеска для крепления вертикального трубопровода; в – неподвижные опоры:  
 1 – хомутовая; 2 – приварная

Неподвижные опоры (рис. 4.8, в) обеспечивают жесткое закрепление трубопровода. Хомутовая опора применяется преимущественно при действии на трубопровод боковых сил, возникающих, например, при близком расположении отводов, приварная – при отсутствии этих сил.

Конструкция и материалы опор выбирают с таким расчетом, чтобы не допустить истирания или коррозии трубопровода в процессе эксплуатации; между стальными опорами и трубопроводами из цветных металлов или пластических масс закладывают прокладки из мягких нейтральных материалов. Низкотемпературные трубопроводы изолируют от опор деревянными прокладками, чтобы предупредить увлажнение строительных конструкций.

Водопроводные и сточные трубопроводы условным проходом до 50 – 70 мм разрешается укреплять крюками, заделанными в стены.

*Дренаж, вантузы, уклоны трубопроводов.* Уклоны трубопроводов служат для отвода и удаления жидкостей из транспортируемых газообразных сред и паров – из транспортируемых жидких сред.

Жидкости появляются в газообразных средах либо вследствие частичной конденсации самой среды при ее охлаждении, например конденсации водяного пара, либо вследствие осаждения мелких капель, находящихся во взвешенном состоянии, например осаждения капель смазки из холодильных агентов.

Скопление жидкости приводит к гидравлическим ударам, причина возникновения которых состоит в следующем. Расчетная скорость движения паров и газов принимается в пределах 15 – 25 м/сек, а расчетная скорость транспортировки жидких сред обычно не превышает 1 м/сек. Скапливающиеся в газопроводах жидкости создают жидкостные пробки, которые, перемещаясь со скоростью газа, приобретают большую кинетическую энергию и при изменении направления движения (например, в изгибах) разрушают стенки труб проводов.

Пары и газы в трубопроводах обычно образуются вследствие выделения их из транспортируемых жидких сред, например выделения растворенного в воде воздуха, или вследствие частичного испарения жидкой среды. Образующиеся газовые скопления задерживаются в наиболее высоких участках системы, сужая или полностью разрывая поток жидкости. Для их проталкивания необходимо увеличивать напор, т. е. создавать большую разность давлений на концах трубопровода. Газовые скопления, попавшие в разветвления трубопроводов, нарушают в них нормальную циркуляцию жидкости.

В зависимости от назначения трубопровода уклоны принимаются от 1 до 5 мм на 1 м длины (от 0,001 до 0,005). Более крутые уклоны применяют, когда направление движения среды и направление уклона не совпадают.

Жидкости из газопроводов удаляют посредством дренажных систем. В состав дренажной системы входят трубопровод, отводящий жидкость из места ее скопления, конденсационный горшок или другое устройство, автоматически пропускающее жидкость и задерживающее пар, и вентиль ручного управления.

Пары и газы из жидкостных трубопроводов выпускают посредством вантузов – приборов поплавкового типа, автоматически пропускающих газ. Вантузы устанавливают в самых высоких точках системы.

Крутые уклоны величиной 1 – 2 см на 1 м длины (0,01 – 0,02) применяют для гравитационных стоков жидкостей, например для трубопроводов сточных вод.

#### **4.5. Разметка мест прокладки трубопроводов, составление замерных эскизов**

*Разметка.* К разметке приступают после того, как в стенах и перекрытиях зданий сделаны отверстия для прохода труб, а в местах скрытой прокладки в основном закончены каналы, ниши и тоннели.

Разметку начинают с определения положения начальных и конечных присоединительных штуцеров трубопровода, которыми обычно являются штуцеры механизмов, приборов и аппаратов. Если оборудование, к которому должен подключаться трубопровод, еще не установлено, то предварительно определяют его положение.

Затем приступают к нанесению осевых линий трубопровода на строительные конструкции. Положение осевых линий горизонтальных участков намечают предварительно путем отмеров от нулевых высотных отметок, после чего уточняют, проверяя гидростатическим или слесарным уровнем, установленным на выверенной деревянной рейке. При разметке горизонтальных участков учитывают уклоны, предусмотренные проектом. Осевые линии вертикальных участков размечают с помощью отвесов.

Осевые линии трубопровода наносят на строительные конструкции путем отбивки их шнуром, натертым мелом или углем. На нанесенных осях трубопровода перпендикулярными линиями отмечают оси арматуры, соединительных частей, отводов и ответвлений. По осевым отметкам измеряют длины участков трубопровода.

Расстояния от поверхностей строительных конструкций до поверхности или оси трубопровода принимают с учетом удобств монтажа и эксплуатации.

Для фланцевых неизолированных трубопроводов рекомендуемые расстояния приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Расстояния от строительных конструкций до поверхности трубопровода

Расстояние между трубопроводом и стеной, мм	Диаметр трубопровода, мм										
	25	40	50	60	70	80	90	100	125	150	200
Для паропроводов	80	90	150	160	170	180	190	200	220	230	260
Для прочих фланцевых трубопроводов	80	90	110	120	120	130	140	150	160	180	210

Для трубопроводов, соединяемых на резьбе, принимают следующие расстояния от поверхности стены до поверхности трубы: внутренний водопровод – от 15 до 20 мм; отопительные стояки диаметром до 1¼" включительно – 35 мм, а Ø 1½" – 2" 50 мм.

После того как определено положение оси трубопровода, размечают места установки подвижных и неподвижных опор. Расстояния между опорами определяют по чертежу. Для паропроводов из стальных труб с толщиной стенки 3 – 4 мм расстояние между подвижными опорами приведено в табл. 4.8.

Дополнительные крепления трубопроводов предусматривают у арматуры и оборудования. У арматуры крепления устанавливают с двух сторон, чтобы во время ее демонтажа для ремонта трубы оставались нормально подвешенными.

*Замерные эскизы трубопроводов.* Замерные эскизы составляют по данным разметки и используют для изготовления по ним узлов трубопроводов в заготовительных цехах монтажной организации. Замерные эскизы выполняют в виде объемных (аксонометрических) схем (рис. 4.9), на которых показано расположение фланцевых соединений, запорной арматуры и соединительных частей. На схемах проставляют диаметры труб и действительные длины участков. Все размеры участков показывают по осям труб, соединительных деталей и арматуры; длину соединительных деталей и арматуры не указывают.

Таблица 4.8

## Расстояния от строительных конструкций до поверхности трубопровода

Наибольшее расстояние между опорами, м	Диаметр условного прохода трубы, мм										
	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150
Неизолированных трубопроводов	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0
Изолированных трубопроводов	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,5	5,0	6,0

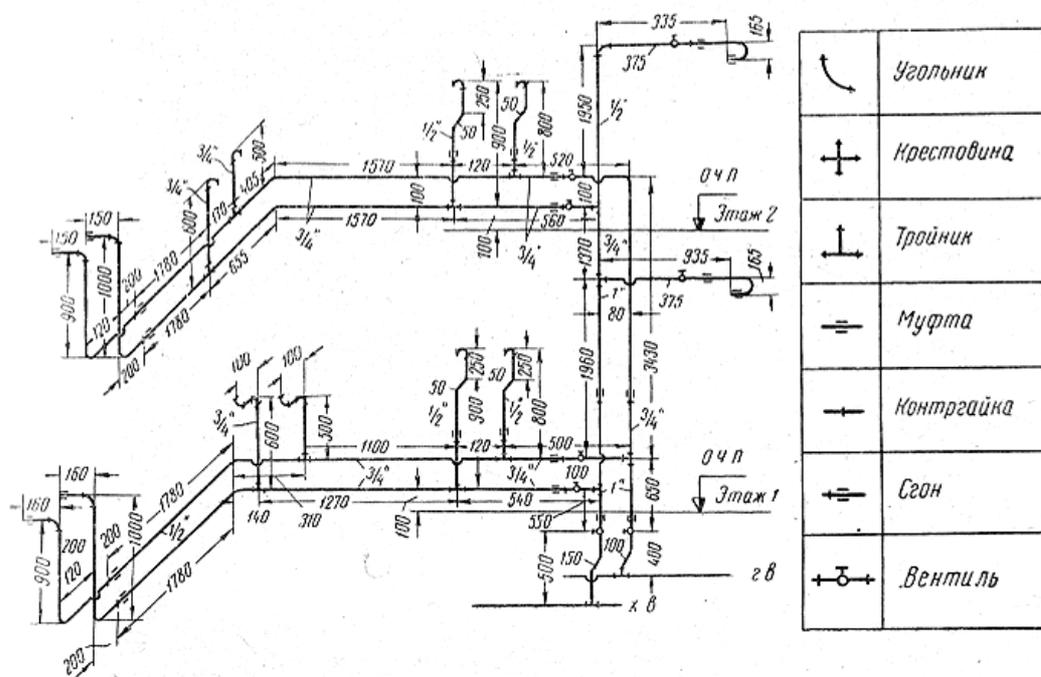


Рис. 4.9. Замерные эскизы трубопроводов холодного и горячего водоснабжения

При составлении эскизов предусматривают в первую очередь использование для изготовления трубопроводов стандартных и типовых деталей, а также соединительных частей промышленного производства (отводов, скоб, тройников и др.). Если условия расположения трубопровода таковы, что невозможно собрать его из стандартных и типовых деталей, то для заготовки нестандартных деталей и узлов составляют рабочие чертежи, эскизы или изготавливают шаблоны. К нестандартным деталям относят, например отводы непостоянных радиусов кривизны, специальные присоединительные штуцеры, отстойники, фильтры.

Составление замерных эскизов является трудоемким и ответственным делом, требующим большой опытности исполнителя. Поэтому в организацию работ по монтажу трубопроводов малого и среднего диаметров нередко вносят следующие изменения. Непосредственно по разметке (без эскиза) определяют наименование и количество потребных для сборки трубопровода деталей; завозят их на объект и собирают, пользуясь в основном сварочным оборудованием для резки и соединения труб.

*Работа по монтажным чертежам трубопроводов.* Монтажные чертежи выполняются проектной организацией и содержат планы, разрезы и схемы. Схемы выполняются в аксонометрических проекциях с указанием длин участков, мест расположения фланцевых соединений, арматуры, соединительных частей, подвижных и неподвижных опор, обозначением диаметров труб и уклонов. В спецификациях указывают номера стандартов или шифры используемых для монтажа стандартных и типовых деталей. Кроме того, на чертежах обозначают границы удобных для транспортировки узлов и дают их нумерацию.

Монтажные чертежи предназначаются для заготовки по ним деталей и сборки трубопроводов, при наличии монтажных чертежей замерные эскизы не нужны.

*Длины строительные, монтажные и заготовительные.* При определении действительных размеров трубопроводов, их узлов и деталей различают три вида измерений длины: строительную, монтажную и заготовительную.

Строительными длинами называют длины участков трубопроводов, измеренные между осевыми линиями его отдельных узлов или осевыми линиями узлов и оборудованием. Так, строительными длинами считают расстояния между осевыми линиями соединительных частей, арматуры, ответвлений, отводов и т. п. Размеры на схемах замерных эскизов и монтажных чертежей показывают только в строительных длинах, что дает возможность установить фактические размеры отдельных участков трубопроводов по осям в готовом виде. Сумма всех строительных длин трубопровода является его действительной длиной в собранном виде.

Монтажной длиной называют длину отдельных деталей трубопроводов, законченных изготовлением, освобожденных от соединительных частей. В монтажную длину входит часть трубы, предназначенная для соединения с арматурой, фланцем или соединительной частью трубопровода.

Для определения монтажной длины трубы вычитают из строительной длины узла размер так называемого скида, т. е. некоторой доли соединительной части. Размер скида определяют как разность длин соединительной части (до осевой линии) и входящего в нее участка трубы. Таким образом, монтажная длина зависит от размеров и типов фасонных частей и способов их присоединения к трубам. Для удобства подсчета монтажных длин размеры скидов вычисляют заранее и указывают в специальных таблицах.

Заготовительной длиной называют длину заготовок труб, из которых будут изготовлены детали. Для прямых отрезков заготовительная длина равна монтажной, для изогнутых участков длину заготовок определяют расчетом.

При обработке замерных эскизов в заготовительных цехах от строительных длин сначала переходят к монтажным, затем – к заготовительным.

#### **4.6. Сборка трубопроводов**

К сборке трубопроводов приступают после установки и выверки по уклонам подвижных и неподвижных опор.

До укладки на средства крепления изготовленные узлы трубопровода рекомендуется соединить в возможно большие участки, что облегчает процесс сборки на опорах.

*Сборка трубопровода на резьбе.* Сборка труб с резьбовым соединением (водогазопроводных) заключается в свинчивании их с фасонными соединительными частями и арматурой. Свинчивание выполняют специальными трубными ключами (рис. 4.10), конструкция которых обеспечивает прочный захват круглых деталей.

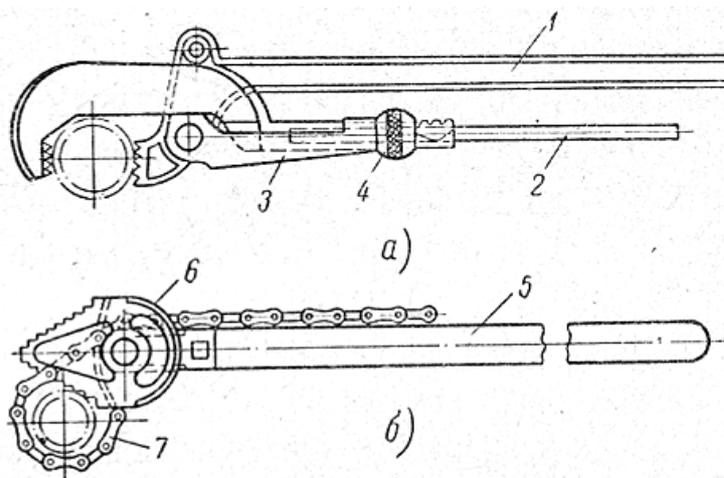


Рис. 4.10. Трубные ключи:

а – рычажный; б – цепной:

1 – неподвижный рычаг; 2 – подвижный рычаг; 3 – обойма; 4 – гайка;  
5 – рукоятка; 6 – головка; 7 – цепь

Если труба и соединяемая с нею деталь имеют конические резьбы, то для обеспечения плотности соединения достаточно смазать обе резьбы олифой «оксоль», шеллаком или бакелитовым лаком. При свинчивании деталей, из которых обе или хотя бы одна имеет цилиндрическую резьбу, применяют уплотнительные материалы. Для трубопроводов с температурой транспортируемой среды до  $115^{\circ}$  в качестве уплотнительного материала используют льняную прядь, смоченную суриковой мастикой. Лен применяется чесаный с длинным волокном без костры. Суриковая мастика составляется из  $\frac{2}{3}$  свинцового сурика и  $\frac{1}{3}$  олифы по весу.

Уплотнительный материал наносят следующим образом. Наружную резьбу трубы или детали покрывают при помощи кисточки тонким слоем мастики. Затем льняную прядь разглаживают в пальцах до выпрямления волокон (свивать нельзя) и наматывают на резьбу по часовой стрелке, начиная от второй нитки резьбы к ее сбегу.

Прядь льна должна равномерно распределяться по резьбе, заполняя преимущественно ее впадины и не создавая утолщений. Снаружи прядь смазывают мастикой, после чего навинчивают деталь. Если при навинчивании детали прядь сдвигается по резьбе, то ее заменяют.

Уплотнение резьб трубопровода с температурой транспортируемой среды свыше  $115^{\circ}$  выполняется шнуром из льна и асбеста.

Для свинчивания сгона на длинную резьбу навертывают контргайку, а после нее муфту. На короткую резьбу наматывают льняную прядь, пропитанную мастикой. После этого, соединив торцы труб, свертывают муфту с длинной резьбы стопа на короткую резьбу трубы до упора. Уплотнение между длинной резьбой и муфтой обеспечивается жгутом из льна или асбестового шнура, который закладывают между торцом муфты и контргайкой. Надежное уплотнение получается при ровном торце муфты, поэтому его рекомендуется протачивать.

*Сборка внутрицевых стальных трубопроводов на фланцах и сварке.* Перед сборкой, руководствуясь проектом, проверяют высотное положение опор и обеспечиваемые ими уклоны. Допускается отклонение от проектного положения трубопровода в плане на величину  $\pm 5$  мм.

Для крепления П-образных компенсаторов должны быть установлены три подвижных опоры; две – на участках присоединения к трубопроводу на расстоянии не менее 50 мм от отводов и одна – для закрепления спинки компенсатора.

В местах прохода через стены, перекрытия и другие строительные конструкции трубопровод заключается в стальные гильзы, которые к началу сборки должны быть установлены.

Поступающие на сборку узлы и арматуру осматривают, при необходимости очищают их внутренние поверхности, пробки и заглушки удаляют.

Фланцевые соединения вследствие высокой их стоимости и трудоемкости монтажа применяют только в тех местах, где по условиям сборки и эксплуатации трубопровода обойтись без них невозможно, например, в местах разборки трубопровода при ремонте подключения арматуры и аппаратов. В прочих местах соединения выполняют на сварке.

При соединении фланцев с трубами на сварке, вальцовке или резьбе каждая пара фланцев должна быть укрепена таким образом, чтобы их отверстия для соединительных болтов совпали при сборке; кроме того, отверстия для болтов должны быть расположены симметрично относительно вертикальной оси, не совпадая с ней. Обычно сначала укрепляют один фланец к трубе ориентировочно, а другой – после предварительной разметки или прихватки сваркой по месту.

Присоединительная плоскость укрепленного фланца должна быть перпендикулярна оси трубы. Перпендикулярность проверяют с помощью специального угольника (рис. 4.11, 1). Допуск на перекося фланцев по размеру  $a$  для труб диаметром до 80 мм – 1 мм, а для труб диаметром от 100 до 250 мм – 2 мм. Перекос парных фланцев должен быть одинаков, чтобы плоскости их были параллельны.

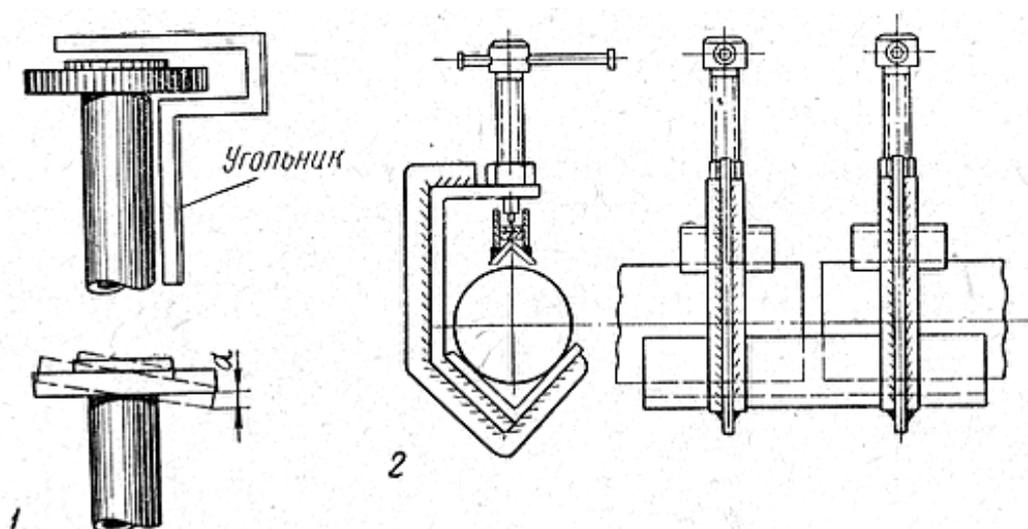


Рис. 4.11. Инструмент для сборки трубопроводов:  
1 – угольник для проверки положения фланца на трубе  
( $a$  – перекося фланца относительно оси трубы);  
2 – трубка-центриратор для стыковки труб при сварке

Непараллельность плоскостей фланцев для трубопроводов диаметром 100 мм, работающих под давлением до  $1,6 \text{ МН/м}^2$  ( $16 \text{ кг/м}^2$ ) допускается не более 0,3 мм. Устранение перекося за счет усиленного затягивания болтов или подгибания труб не разрешается.

Электродуговая качественная сварка применяется для трубопроводов любых диаметров. Газовая сварка не обеспечивает технических требований к сварным швам трубопроводов больших диаметров и допускается только для труб с  $D_y$  до 80 мм и толщиной стенки не более 3,5 мм.

Перед сваркой стыков проверяют правильность взаимного расположения кромок труб. Смещение кромок от несовпадения осей при разностенности для труб с толщиной стенок 3 – 4 мм не должно превышать 1,0 мм. Центрирование труб во время прихватки облегчается применением специальных приспособлений (рис. 4.11, 2).

Не допускаются сварные стыки на трубопроводе в местах расположения опор. Расстояние от края опоры до сварного стыка должно быть не менее 50 мм.

Компенсаторы перед установкой и подключением и соответствии с указаниями проекта сжимают или растягивают в зависимости от рабочей температуры трубопровода. На трубопроводах, предназначенных для транспортировки горячей среды, компенсаторы растягивают путем установки в П-образную часть деревянной или стальной резьбовой распорки; на трубопроводах для холодной среды их сжимают, стягивая стальной проволокой или резьбовой стяжкой.

Вентили и другую запорную арматуру на горизонтальных участках трубопровода устанавливаются с любым наклоном шпинделя в пределах верхней полуокружности. Движение среды в вентиле должно быть «под клапан», чтобы под напором движущейся жидкости или газа тарелка клапана поднималась. Такая установка исключает возможность аварии трубопровода от повышения давления в случае отрыва тарелки. Обратные клапаны, предназначенные для работы на горизонтальных участках трубопровода, конструктивно отличаются от клапанов, работающих в вертикальном положении, что необходимо учитывать при сборке.

При сборке фланцевых соединений проверяют правильность установки уплотнительных прокладок. Внутренний диаметр прокладок должен быть на 2–3 мм больше диаметра проходного отверстия фланцев. Головки всех болтов соединения должны располагаться с одной стороны; на вертикальных участках трубопровода шляпки болтов должны находиться на верхнем фланце. При установке фланцевой арматуры гайки навертывают со стороны фланца трубы. Чтобы не произошло перекоса фланцев, болты затягивают попарно. В каждую пару входят диаметрально противоположные болты.

После соединения узлов трубопровода проверяют его крепления и уклоны. Хомуты неподвижных опор затягивают до предела, на подвижных опорах возможность перемещения трубы обеспечивается неполным закреплением хомутов или другим способом. Тяги подвесок трубопровода, имеющих тепловое перемещение, должны быть установлены с наклоном в сторону, обратную перемещению, на половину величины перемещения.

Уклоны выверяют, закладывая прокладки между опорами и трубой.

*Испытание и очистка трубопроводов.* Смонтированные трубопроводы осматривают с целью проверки их готовности, после чего подвергают испытанию на прочность и плотность.

Испытание на прочность, как правило, производится гидравлическим способом, но в особых случаях может быть заменено пневматическим (например, при низких окружающих температурах). Испытание на плотность в зависимости от свойств транспортируемой среды производится гидравлическим или пневматическим способом.

При гидравлическом и пневматическом испытании на прочность и плотность испытательное давление принимали, равным 1,25 рабочего давления, но не ниже 0,2 МН/см<sup>2</sup> (2 кг/см<sup>2</sup>), Испытательное давление выдерживают в течение 5 мин., после чего снижают до рабочего; при рабочем давлении производится осмотр трубопровода и проверка непроницаемости его сварных швов и фланцевых соединений.

Трубопровод, подлежащий гидравлическому испытанию, отделяют от аппаратов и механизмов заглушками с хвостовиками и полностью заполняют водой. Предварительно на нем устанавливают необходимую арматуру для выпуска воздуха из наиболее высоких участков и подключают дренажную систему для слива жидкости после испытания. Давление в системе поднимается гидравлическим прессом или насосом, которые подключают к трубопроводу через два запорных вентиля.

При пневматическом испытании давление в трубопроводе поднимается компрессором в три приема: первый прием – до 0,3 испытательного; второй – до 0,6 испытательного; третий – до полного испытательного. После первого и второго повышения давления производят предварительный осмотр трубопровода. Окончательный осмотр с простукиванием сварных швов молотком и отыскиванием мест течи с помощью мыльного раствора или галоидного течеискателя производится при рабочем давлении.

Плотность трубопроводов, транспортирующих токсичные проекты (например, холодильные агенты), проверяется дополнительно по падению испытательного давления в течение не менее 12 час.

Трубопровод признается выдержавшим испытание, если падение давления в нем не превышает нормы, указанной в проекте.

После испытания трубопроводы очищают промывкой жидкостями или продувкой газом.

Промывку трубопроводов водой производят по участкам до появления чистой воды на выходе. Скорость движения воды на участках должна быть не менее 1 – 1,5 м/сек.

Продувку трубопровода выполняют воздухом или инертным газом под давлением, равным рабочему, но не более 4 МН/м<sup>2</sup>; давление воздуха в выходном штуцере должно быть не менее 0,3 МН/м<sup>2</sup>.

#### 4.7. Монтаж виниловых и полиэтиленовых трубопроводов

Винилпласт и полиэтилен могут подвергаться следующим видам обработки: распиливанию, сверлению, изгибанию, нарезанию резьбы, сварке.

*Заготовка деталей виниловых трубопроводов.* Виниловые трубы соединяют с помощью раструбов, сварными или резьбовыми муфтами, а также фланцами, укрепленными сваркой или отбортовкой (рис. 4.12). Раструбные соединения могут быть неподвижными (сваренными, склеенными) или подвижными (уплотненными резиновыми кольцами). Подвижные раструбные соединения используются для компенсации температурных изменений длины трубопровода.

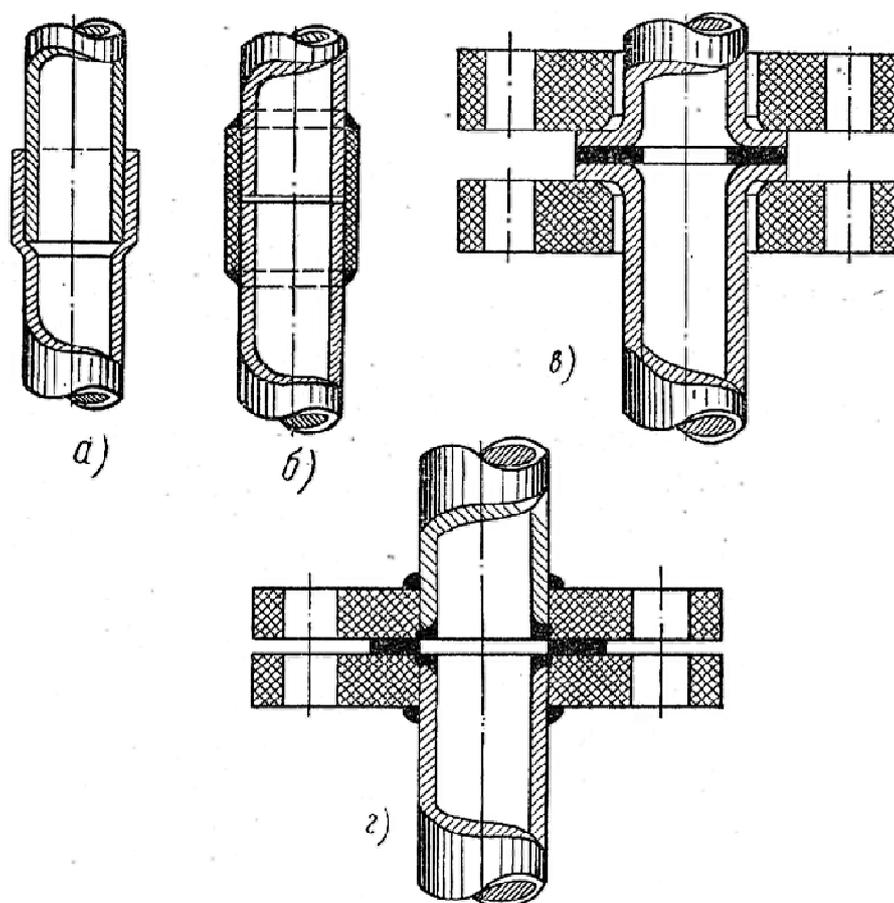


Рис. 4.12. Соединения виниловых труб:  
 а – раструбное на клею; б – муфтовое на клею или сварке;  
 в – фланцевое на отбортовке; з – фланцевое на приварных фланцах

Промышленность выпускает раструбные соединительные части для виниловых труб диаметром от 8 до 150 мм.

Соединение труб сваркой встык не получило широкого распространения, так как прочность сварного шва для винилпласта составляет 65 – 85 % прочности основного материала.

Изготовление раструбов и отгибание бортов требуют предварительного нагрева конца трубы. Нагрев производится в ванне, заполненной глицерином или цилиндрическим маслом с температурой 150 – 170°. Эту температуру удобно поддерживать, пользуясь для обогрева ванны паровым змеевиком с давлением пара 8 – 10 кг/см<sup>2</sup>. После нагрева трубу зажимают в прижиме и вводят в ее разогретый конец стальную оправку соответствующего диаметра и формы (для получения раструба можно вводить холодный конец другой трубы). Оправку предварительно нагревают до 100 – 120°. Образовавшийся раструб или борт охлаждают, поливая водой, после чего оправку извлекают.

Длина раструбов для труб диаметром 10 мм принимается 23 мм, а для труб диаметром 22 – 28 мм.

Изгибание виниловых труб выполняют также с предварительным их нагревом до 150 – 170°. Печь для нагрева состоит из двух стальных цилиндров различного диаметра, собранных и сваренных таким образом, чтобы между ними образовалось кольцевое пространство. Это пространство заполняется цилиндрическим маслом и обогревается паровым змеевиком. Приемы разметки и изгибания виниловых труб такие же, как для стальных. Трубы диаметром свыше 20 мм рекомендуется изгибать, предварительно заложив в них стальную спираль или набив песком.

*Заготовка деталей из полиэтиленовых труб.* Соединяют полиэтиленовые трубы с помощью раструбов, муфт, металлических накидных резьбовых гаек и сваркой. Раструбные и муфтовые соединения уплотняют сваркой или склеиванием.

Трубы диаметром до 50 мм и толщиной стенки до 2,5 мм выпускаются кусками от 25 до 120 м, намотанными на катушки; трубы большего диаметра выпускаются прямыми отрезками длиной 6 – 8 м. Для всех диаметров труб изготавливают раструбные соединительные части.

Резание труб обычными ножовочными полотнами вызывает быстрый нагрев полиэтилена, кромки реза получаются несколько оплавленными. Поэтому для уменьшения нагрева рекомендуется резку производить дисковыми пилами, работающими с окружной скоростью 2000 – 2500 м/мин.

Нарезание резьб рекомендуется выполнять на станках; нарезание ручным клуппом не обеспечивает необходимой чистоты резьбы, что объясняется роговидной структурой материала. Обработку полиэтилена на токарных станках следует вести со скоростью резания 700 – 1000 м/мин; угол заострения резца – 60 – 67°.

Соединение труб с помощью накидных резьбовых гаек выполняется следующим образом. Подлежащие соединению концы труб разогревают до размягчения и ввинчивают в них металлические патрубки с накидной гайкой или штуцером (рис. 4.13). После охлаждения трубы дополнительно закрепляют на штуцерах хомутами.

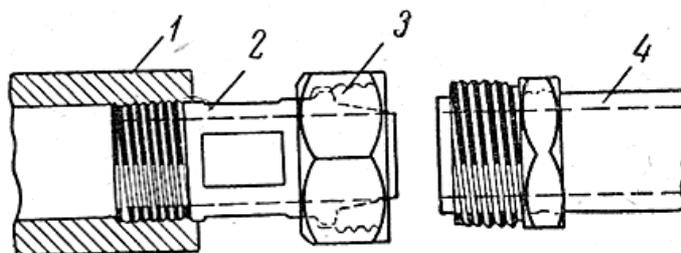


Рис. 4.13. Соединение полиэтиленовых труб накидной гайкой:  
1 – полиэтиленовая труба; 2 – штуцер, ввертываемый в трубу;  
3 – накидная гайка; 4 – штуцер

Изгибают полиэтиленовые трубы без нагрева во время укладки.

*Сварка винипластовых и полиэтиленовых труб.* Сварку выполняют струей воздуха, подогретого до 200 – 220°. При температурах 150 – 200° полиэтилен и винипласт переходят в вязкотекучее состояние и при небольшом давлении способны свариваться. Горячий воздух для сварки получают в специальном сварочном пистолете (рис. 4.14), содержащем электрический нагревательный элемент или газовую горелку. Сжатый воздух под давлением около 0,8 кг/см<sup>2</sup> подается в пистолет от компрессорной установки.

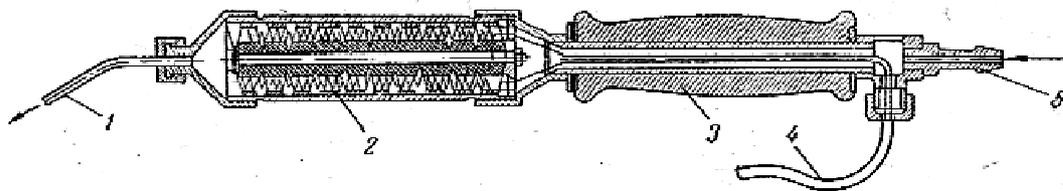


Рис. 4.14. Пистолет для сварки полиэтилена и винипласта:

1 – выход горячего воздуха; 2 – электронагреватель; 3 – рукоятка;  
4 – электропровода; 5 – штуцер для подключения сжатого воздуха

В качестве присадочного материала для сварки винипласта используют сварочные прутки диаметром 2,8 – 3,0 мм из полихлорвиниловых смол с добавлением пластификаторов, а для полиэтилена – сварочные прутки диаметром 3 мм и более из полиэтилена той же марки. В процессе сварки одновременно нагревают основной и присадочный материалы до вязкотекучего состояния, а затем уплотняют размягченный прутки струей горячего воздуха.

На качество шва большое влияние оказывает температура воздуха и диаметр отверстия сопла пистолета. Оптимальная температура воздушной струи на расстоянии 5 – 6 мм от сопла равна 250 – 270°. Дальнейшее повышение температуры воздуха приводит к перегреву шва и потере его прочности. Регулирование температуры струи производится реостатом, включенным в цепь нагревательного элемента пистолета. Диаметр отверстия сопла принимается равным диаметру прутка присадочного материала.

Скорость сварки – 0,2 м/мин; расход воздуха 2 – 3 м<sup>3</sup>/ч. Качество шва зависит от чистоты подаваемого воздуха. Для очистки воздуха от пыли на всасывающем штуцере компрессора должен быть установлен фильтр, а для очистки от смазки на нагнетательном воздуховоде – маслоотделитель.

*Сборка трубопроводов.* Для склеивания винипластовых трубопроводов используют 20 %-ый раствор перхлорвиниловой смолы в ацетоне или дихлорэтане. Полиэтиленовые трубы склеивают после их обработки хромовой кислотой (1 – 2 мин. при  $t = 75 - 100^\circ$ ). Эта обработка изменяет полярность поверхности полиэтилена, в результате чего он приобретает способность склеиваться обычными клеями, например полиуретановыми, фенолокаучуковыми и др.

Непроницаемость склеенных соединений достигается в том случае, когда между сопрягаемыми поверхностями нет зазора. Поверхности, подлежащие склеиванию, тщательно зачищают абразивной шкуркой, протирают тампоном, смоченным метилхлоридом, после чего покрывают слоем клея и соединяют. Склеенные соединения просушивают около 24 час.

При размещении подвижных и неподвижных опор необходимо учитывать возможность температурного расширения трубопровода. Коэффициент линейного расширения винипласта – 0,00007 (примерно в 7 раз больше стали), а полиэтилена – 0,00022 (в 20 раз больше стали). Расстояния между опорами при горизонтальной прокладке труб, работающих с температурой до 30°, принимаются: для винипластовых – 1 – 2 м; полиэтиленовых – 0,3 – 0,5 м. Вертикально прокладываемые трубы крепят соответственно через 1,5 – 2,5 и 0,7 – 1 м. Чтобы предупредить истирание на металлических опорах, трубы укладывают на мягкие прокладки.

Для антикоррозийного покрытия деталей, соприкасающихся с полиэтиленом, нельзя применять вредно действующие на него масляные краски и битумные лаки.

## 4.8. Расчет трубопроводов

### *Тепловое удлинение трубопроводов и их компенсация*

При монтаже необходимо учитывать изменение длины трубопроводов при колебаниях температуры. Величина этого изменения может быть определена по уравнению:

$$\Delta l_t = \alpha (t_T - t_B) l = \alpha \Delta t l, \quad (4.1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала трубы,  $1/^\circ\text{C}$ :

- а) для железа – 0,000012;
- б) для меди – 0,0000165;
- в) для алюминия – 0,000024;
- г) для винипласта – 0,00007 и т.д.;

$t$  – изменение температуры трубопровода,  $^\circ\text{C}$ ;

$l$  – первоначальная длина трубопровода, м.

Удлинение трубопровода вызывает появление напряжений сжатия:

$$\sigma = \delta E, \quad (4.2)$$

где  $\delta = \frac{\Delta l}{l}$  – относительное удлинение;  $E$  – модуль упругости,  $\text{H}/\text{мм}^2$ .

При площади поперечного сечения стенок трубы  $F$  сила сжатия  $P_{сж}$  будет равна:

$$P_{сж} = \sigma F. \quad (4.3)$$

При совместном решении уравнений (4.1) и (4.2) получаем перепад температур, выше которого необходима компенсация температурных удлинений:

$$\Delta t = \frac{\sigma}{E\alpha}. \quad (4.4)$$

### *Гидравлический расчет трубопровода*

Расчет диаметра трубопровода при передаче жидкости или газа по цилиндрическому трубопроводу. Скорость движения жидкости зависит от величины напора, вязкости жидкости, материала и конструкции трубопровода.

Практически в трубопроводах с газами и технологическими растворами, вязкость которых близка к вязкости воды, принимают следующие скорости, м/с:

- 1) самотечные трубопроводы до 1,25;
- 2) напорные трубопроводы 1 – 3;
- 3) газопроводы для газов, насыщенными парами 10 – 30;
- 4) газопроводы для сухих газов (сжатого воздуха, азота, разреженного воздуха и перегретых паров) 10 – 60.

Секундный расход, т. е. количество  $V_c$  протекающей жидкости или газа по цилиндрическому трубопроводу,  $\text{м}^3/\text{с}$ , определяют по уравнению

$$V_c = F\omega = \frac{\pi d^2}{4}\omega, \quad (4.5)$$

где  $F$  – площадь сечения грубы, м;  
 $d$  – диаметр трубопровода, м;  
 $\omega$  – скорость среды.

Часовой расход определяется из соотношения:

$$V_u = 3600 \frac{\pi d^2}{4} \omega. \quad (4.6)$$

Из уравнения (4.6) можно определить диаметр трубопровода  $d$ , м:

$$d = \sqrt{\frac{V_u}{3600 \cdot 0,785 \omega}}. \quad (4.7)$$

### **Расчет металлических труб на прочность**

Толщина стенки стальной трубы, испытывающей внутреннее давление, может быть определена по уравнениям, рекомендованным Гостехнадзором.

Для бесшовных труб толщина стенки  $S$  равна:

$$S = \frac{P_y D_y}{230\sigma_{200} + P_y} (1 + A), \quad (4.8)$$

где  $P_y$  – условное давление (соответствующее рабочему давлению при температуре среды 200°C) кгс/см<sup>2</sup>;

$D_y$  – наружный диаметр трубы, мм;

$\sigma_{200}$  – допустимое напряжение при температуре среды до 200 °С, кгс/мм<sup>2</sup>;

$A$  – коэффициент, учитывающий необходимую прибавку на допустимые минусовые отклонения толщины стенки по ГОСТу, а также уменьшения толщины при изгибе (обычно  $A$  принимается равным 0.2)

Для сварных труб толщина стенки  $S$  равна:

$$S = \frac{P_y D_y}{230\phi\sigma_{200} + P_y} + C, \quad (4.9)$$

где  $\phi$  – коэффициент для сварных труб,  $\phi$  равен 0,8 для сварных труб со спиральным ( $\phi = 0,6$ );

$C$  – величина, учитывающая возможное минусовое отклонение толщины листа (принимается от 0,5 до 0.8);

$\sigma_{200}$  – допустимое напряжение при температуре среды до 200 °С, кгс/мм<sup>2</sup> для Ст3 – 11,7, для сталей других марок – от 10,9 до 13,3.

Если трубопровод предназначен для транспортировки агрессивных сред, толщину стенок труб следует увеличивать в зависимости от диаметра трубопровода (от 2 до 4 мм).

**Задание для расчета.** Определить диаметр и толщину стенки трубопровода, подобрать по таблице 4.3 соответствующую расчету бесшовную трубу, а также определить силы сжатия, возникающие при удлинении трубопровода. Данные для расчета взять из табл. 4.9.

Таблица 4.9

## Данные для расчета

№ по списку	$t_B, ^\circ\text{C}$	$t_T, ^\circ\text{C}$	$l, \text{ м}$	$\omega, \text{ м/с}$	Часовой расход, $V_{\text{ч}}$	$P_{\text{у}}, \text{ кгс/см}^2$	$E, \text{ Н/мм}^2$
1.	23	75	82	1,1	16	2	$2,0 \cdot 10^5$
2.	28	82	94	1,4	17	4	$2,1 \cdot 10^5$
3.	19	94	56	2,1	24	6	$2,0 \cdot 10^5$
4.	16	56	48	2,2	81	5	$2,1 \cdot 10^5$
5.	18	48	94	1,3	74	3	$2,0 \cdot 10^5$
6.	24	94	49	1,5	64	4	$2,1 \cdot 10^5$
7.	26	49	45	1,8	54	5	$2,0 \cdot 10^5$
8.	25	45	54	2,0	44	5	$2,1 \cdot 10^5$
9.	17	54	82	1,7	48	4	$2,0 \cdot 10^5$
10.	14	82	94	2,5	65	6	$2,1 \cdot 10^5$
11.	29	94	56	2,6	38	2	$2,0 \cdot 10^5$
12.	16	56	48	1,3	49	4	$2,1 \cdot 10^5$
13.	18	48	94	1,5	29	6	$2,0 \cdot 10^5$
14.	24	94	49	1,8	16	5	$2,1 \cdot 10^5$
15.	26	49	45	2,0	18	3	$2,0 \cdot 10^5$
16.	25	45	54	1,7	24	4	$2,1 \cdot 10^5$
17.	17	54	82	2,5	26	5	$2,0 \cdot 10^5$
18.	14	82	94	2,6	25	5	$2,1 \cdot 10^5$
19.	29	94	56	1,3	29	4	$2,0 \cdot 10^5$
20.	16	56	48	1,5	16	6	$2,1 \cdot 10^5$

**4.9. Контрольные вопросы**

1. Что называют технологическим, санитарно-техническим трубопроводом?
2. Какое давление называют рабочим, условным и пробным давлением?
3. Назовите основные виды труб, используемые для организации трубопроводов.
4. Какие резьбовые соединительные части используют для трубопроводов?
5. Как происходит соединение труб фланцами и накидными гайками?
6. Как происходит соединение труб из цветных металлов и сплавов?
7. Какие рабочие диапазоны у Труб полиэтиленовых и винипластовых?
8. Какие вспомогательные материалы используются для монтажа трубопроводов?
9. Какие основные элементы трубопроводов?
10. Для чего используют компенсаторы и какие виды существуют?
11. Для чего используют дренаж, вантузы и уклоны трубопроводов?
12. Как производят разметку мест прокладки трубопроводов и составление замерных эскизов?
13. Как осуществляют сборку трубопроводов?
14. Как происходит испытание и очистка трубопроводов?
15. Как происходит монтаж винипластовых и полиэтиленовых трубопроводов?

## Тема 5

### МОНТАЖ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Цель работы:** Познакомиться с основами монтажа торгово-технологического оборудования. Изучить используемые материалы, характерные технологические операции по установке и подключению к сети торгового оборудования.

#### 5.1. Подключение оборудования к электросети

Электрооборудование машин и тепловых аппаратов подключается к электросети через пусковые устройства – рубильники, пакетные выключатели и переключатели, магнитные пускатели. Пусковые устройства, а также средства защиты и автоматического управления встраиваются в оборудование или поставляются отдельно, смонтированными в пусковых ящиках, станциях управления и т. п.

Невстроенную электропусковую аппаратуру устанавливают в непосредственной близости от оборудования на стенах на высоте 1,5 – 1,7 м от пола или на металлических каркасах, закрепленных в полу. Кнопочные станции пускателей располагают в местах, удобных для управления работой оборудования.

Электропроводку от пусковых устройств к оборудованию, не примыкающему к стенам, прокладывают в стальных трубах, заглубленных в полу. В одной трубе разрешается прокладывать совместно провода силовых линий, заземленной нейтрали и цепей управления. Чтобы затянуть провода, в трубу сначала пропускают тонкую стальную проволоку, к проволоке прикрепляют пучок проводов и протаскивают их.

В целях защиты изоляции проводов от увлажнения отверстие более теплого конца трубы заделывают изоляционной битумной мастикой, а более холодного – оставляют открытым. Если в открытое отверстие возможно попадание воды, то выступающий из пола или стены конец трубы отгибают книзу.

#### 5.2. Соединение, пайка и оконцевание проводов

Соединения и ответвления однопроволочных проводов сечением до  $6 \text{ мм}^2$  и многопроволочных проводов различного сечения производится скруткой с последующей пропайкой (рис. 5.1). Жилы многопроволочных проводов перед соединением расплетают и, соединив концы проводов, скручивают.

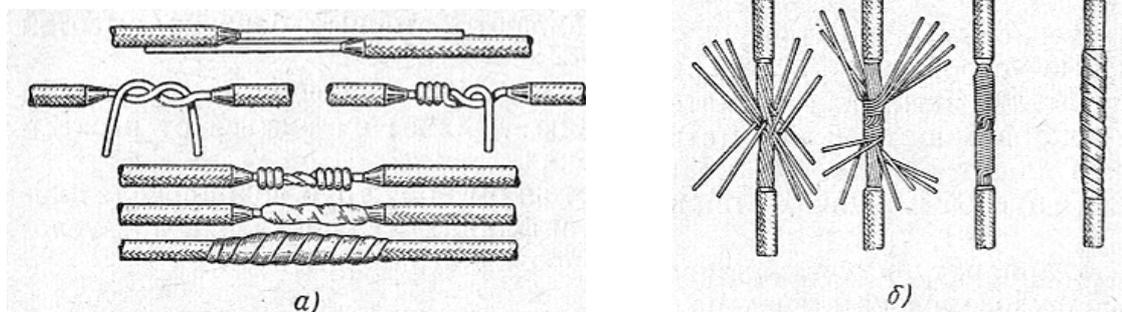


Рис. 5.1. Соединение проводов:

*а* – соединение однопроволочного провода сечением до  $6 \text{ мм}^2$ ;

*б* – соединения многопроволочных проводов

Жилы однопроволочных проводов сечением  $6 - 10 \text{ мм}^2$  перед пайкой соединяют бандажом из тонкой проволоки ( $\text{Ø } 0,7 - 0,8 \text{ мм}$ ). Перед скручиванием или наложением бандажа жилы тщательно зачищают для пайки.

Алюминиевые провода спаивают припоями П425А, П480А, 34А, используя специальные флюсы, например Ф220А, Ф370А, Ф380А. Флюсы обладают коррозионной активностью, поэтому лучше применять безфлюсовую (абразивную) пайку или сварку проводов.

Для пайки медных проводов используют тиноль или оловянисто-свинцовые припои (ПОС-18, ПОС-30). В качестве флюса применяют канифоль. Нашатырь и соляная кислота вызывают коррозию, поэтому использовать их не разрешается.

Широко применяется также соединение проводов опрессовкой специальными клещами в соединительной гильзе. После соединения оголенные участки проводов обматывают изоляционной лентой.

Концы проводов, подключаемые к клеммам или зажимам электроприемников, пусковой аппаратуры и приборов, очищают от изоляции и окислов до блеска, после чего подготавливают одним из следующих способов:

– многопроволочные жилы сечением до  $2,5 \text{ мм}^2$  для одевания на винт зажима скручивают, загибают колечком и пропаивают (рис. 5.2), а для вкладывания в отверстие зажима или припаивания к пластинке скручивают без изгиба и пропаивают;

– однопроволочные алюминиевые и медные жилы сечением до  $10 \text{ мм}^2$  выпрямляют и вводят прямым концом в отверстие зажима либо огибают вокруг него;

– многопроволочные жилы сечением более  $2,5 \text{ мм}^2$ , а также однопроволочные сечением более  $10 \text{ мм}^2$  снабжают специальными наконечниками, которые укрепляют пайкой, сваркой или опрессовкой клещами. Наконечники выпускаются промышленностью различных размеров и должны соответствовать сечению жилы. При недостаточной площади соприкосновения или неплотности прилегания токонесущих частей происходит их нагрев и обгорание, поэтому работы по подключению электрооборудования следует производить с большой аккуратностью.

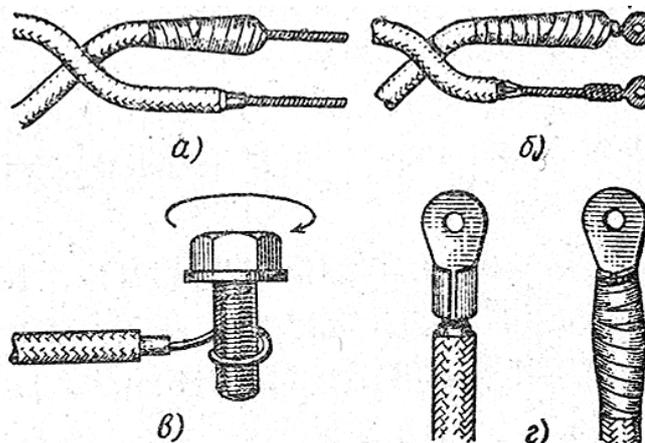


Рис. 5.2. Оконцевание проводов:

- а* – подготовка конца шнура для ввода под зажим;  
*б* – подготовка конца шнура для крепления под гайку;  
*в* – ввод под гайку однопроволочного провода;  
*г* – наконечник, укрепленный к жиле пайкой или сваркой

### 5.3. Подключение оборудования к электросети

Оборудование подключается к электросети согласно схемам и инструкциям заводо-поставщиков. До подключения необходимо детально изучить работу оборудования по принципиальной электрической схеме, увязать принципиальную схему с монтажной схемой и определить, какие соединения проводов необходимо выполнить.

На принципиальных схемах (рис. 5.3) соединения электроприемников и различной аппаратуры изображаются в наиболее доступной для восприятия форме. Однако выполнять соединения элементов установки и подключение оборудования к сети по принципиальным схемам затруднительно (положение элементов установки на этих схемах не соответствует действительному их размещению, необходимо предусматривать удобное переключение элементов на различное напряжение сети и отключение их для ремонта), поэтому соединения выполняются по монтажным схемам.

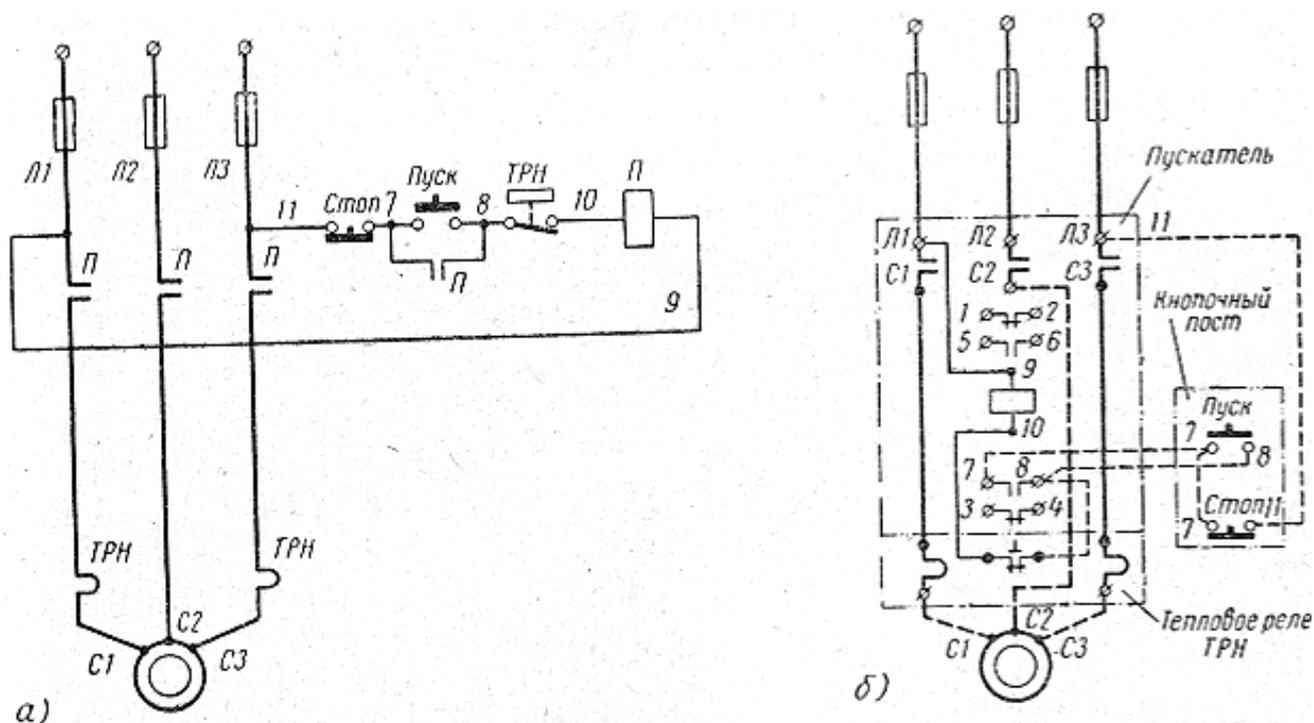


Рис. 5.3. Принципиальная (а) и монтажная (б) схемы подключения к сети асинхронного электродвигателя с помощью магнитного пускателя

На монтажных схемах изображаются все элементы установки и клеммные колодки в соответствии с реальными условиями их размещения, а затем показываются соединяющие их провода.

В принципиальных и монтажных схемах все провода и клеммы обозначают одинаковыми буквами или цифрами, что дает возможность легко увязывать схемы между собою. Такими же знаками маркируют провода и клеммы на оборудовании.

Провода и клеммы, подключаемые к сети, обычно обозначают буквами, например, у пусковых устройств – Л1, Л2, Л3; у электроприемников – С1, С2, С3, С4, С5, С6, П1, П2 и т. д.; провод заземленной нейтрали отмечается знаком 0; провода внутренних силовых проводов и цепей управления отмечаются цифрами.

Выводы проводов оборудования маркируют, выбивая соответствующие знаки на клеммных колодках; провода – с помощью бирок, надписанных изоляционных трубок или окрашиванием в различные цвета.

Таким образом, подключение оборудования производится по обозначениям принципиальных схем, которые сносятся сначала на монтажные схемы, а затем на клеммы оборудования.

При монтаже одноименные клеммы (выводы) пусковых устройств и различных элементов установки обычно соединяются проводниками, например 1 с 1, 2 с 2 и т. д.

В практике сборки монтажных схем и подключения оборудования удобнее прокладывать и прикреплять к панелям не одиночные провода, а их группы, связанные в пучки (жгуты). Жгуты изготавливают на заводах по шаблонам. На монтажных чертежах часто жгуты изображают одной утолщенной линией, разветвляющейся в местах подключения проводов к клеммам.

Магнитные пускатели подключают после закрепления их в строго вертикальном положении. Для ввода проводов в стальном кожухе пускателей предусмотрены надрубленные отверстия, которые перед установкой вскрывают легкими ударами молотка. Перед установкой механизм пускателей очищают от загрязнений и смазки и проверяют соответствие напряжения их магнитной катушки напряжению сети.

Магнитные пускатели типа ПМЕ поставляются с установленными нагревателями теплового реле. Нагреватели маркируются по их номинальному току. Если номинальный ток электроприемника не соответствует номинальному току нагревателя, то производится регулировка теплового реле специальным регулировочным винтом (поворот винта на одно деление изменяет ток уставки примерно на 5 % от номинального).

Для пускателей типа П нагреватели тепловых реле поставляются отдельно, их устанавливают при монтаже. Номер нагревателя определяют по току электроприемника.

Провода сети подключают к зажимам Л1, Л2, Л3 магнитных пускателей, а провода электроприемника – к зажимам С1, С2, С3. Кнопочный пост подключается согласно нумерации зажимов. В случае замены кнопочного поста прибором управления контакты последнего подключают к зажимам Л3 и 8. Провод заземления присоединяют к специальному винту на корпусе пускателя.

После подключения проверяют срабатывание тепловых реле. При правильно подобранных нагревателях реле должны отключать электродвигатель, перегруженный на 20 %, в течение 20 мин. При пуске электродвигателя с одним отключенным проводом сети реле должны срабатывать в течение 40 – 50 сек. Реле пускателей типа П снабжены регулировочными рычажками. Перемещение рычажка в сторону, противоположную кнопке возврата, увеличивает время срабатывания реле.

Подключение автоматических выключателей типа АП50-3МТ производится согласно маркировке, выполненной аналогично магнитным пускателям: сеть присоединяется к зажимам Л1, Л2 и Л3, а электроприемник – к зажимам С1, С2 и С3. При замкнутых силовых контактах ток проходит по катушкам магнитных расцепителей и нагревателям тепловых расцепителей.

Электромагнитные расцепители предназначены для отключения установки при коротком замыкании цепи и действуют мгновенно. Они отрегулированы на ток срабатывания, в 6 раз превышающий номинальный ток двигателя (кратность пускового тока равна 6). При необходимости регулировочным винтом на сердечниках катушек можно установить ток срабатывания, равный десятикратному номинальному.

Тепловые расцепители подобно тепловым реле магнитных пускателей срабатывают при относительно малых, но длительных и поэтому опасных для электродвигателя перегрузках. Ток срабатывания тепловых расцепителей (ток уставки) изменяется поворотом регулировочного рычага, который устанавливают против деления шкалы, соответствующего номинальному току двигателя. Одновременно изменяется уставка электромагнитных расцепителей.

Однофазные асинхронные электродвигатели переменного тока подключаются в зависимости от напряжения сети к двум линейным проводам или к одному линейному и нулевому проводу.

Статоры электродвигателей, помимо главной рабочей, имеют пусковую обмотку, которая служит для создания вращающегося магнитного поля. Включение пусковой обмотки на период пуска производится нажатием кнопки от руки, электрическим пусковым реле или автоматически действующим механизмом, расположенным на валу электродвигателя (рис. 5.4). Пусковая обмотка может получать питание также через конденсатор или активное сопротивление.

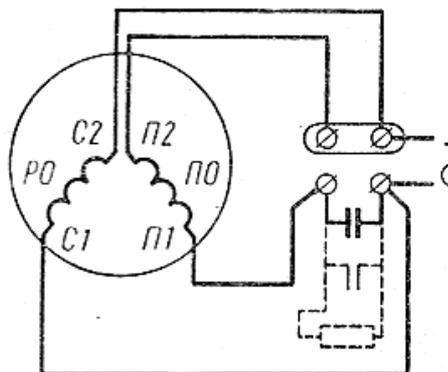


Рис. 5.4. Подключение к электросети однофазного электродвигателя с пусковой обмоткой

Концы обмоток из электродвигателя выводятся гибкими проводниками или подключаются к клеммной колодке. Маркировка концов следующая: начало главной обмотки – С1, конец – С2; начало пусковой обмотки – П1; конец – П2. Вместо буквенных обозначений разрешается применять цветные выводы обмоток: красный – рабочая обмотка; белый – пусковая обмотка; черный – общий вывод.

Трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором подключаются после соединения обмоток ротора на напряжение, соответствующее напряжению сети (220 или 380 В). Включение обмоток по схеме «треугольник» всегда соответствует меньшему напряжению сети из указанных в паспорте двигателя, а по схеме «звезда» – большему (рис. 5.5).

Обмотки статора подключают к зажимам щитка на корпусе двигателя или выводят гибкими проводниками, на которых укрепляют бирки. Начала обмоток на зажимах и бирках обозначаются С1, С2 и С3, концы – соответственно С4, С5 и С6. .

Для включения обмоток статора в треугольник необходимо соединить между собою конец первой обмотки с началом второй (С4 и С2), конец второй обмотки с началом третьей (С5 и С3) и конец третьей обмотки с началом первой (С6 и С1); к каждому соединению подключают один провод сети.

Для включения в звезду концы всех обмоток (или начала) соединяют вместе, а начала – включают в сеть.

Изменение направления вращения вала двигателя достигается переменной мест подключения двух любых проводов сети.

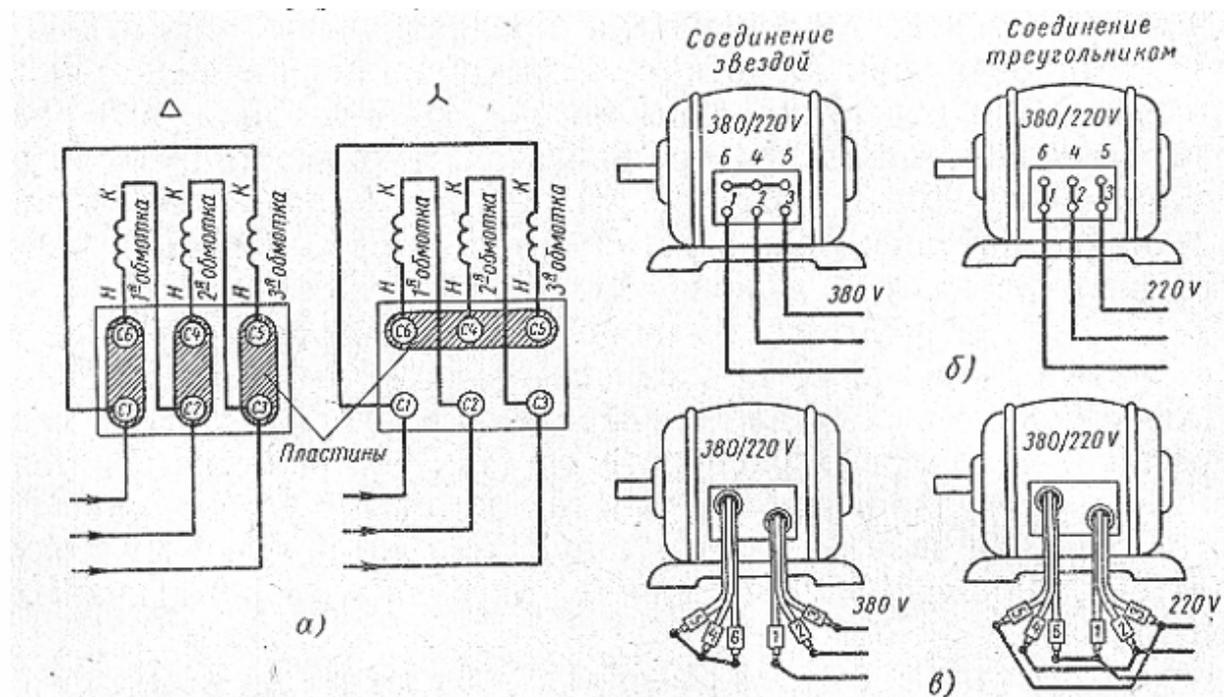


Рис. 5.5. Подключение обмоток статора асинхронных электродвигателей к сети:  
 а – схема подключения обмоток статора к зажимам вводного щитка;  
 б – переключения на вводном щитке;  
 в – переключения при выводе обмоток гибким проводом

Если на выведенных гибких проводниках отсутствуют бирки с обозначением обмоток, то сначала следует с помощью контрольной лампы или омметра определить выходы от каждой обмотки, имея в виду, что в одно отверстие выводят три начала или три конца обмоток. Неправильное включение начала или конца какой-либо обмотки определяют по характерному гудению двигателя и потере мощности.

Однофазные тепловые аппараты подключаются в зависимости от их рабочего напряжения и напряжении сети к двум фазным проводам сети или к одному фазному и нулевому проводу.

Трехфазные электронагревательные аппараты переключаются на работу от сети с линейным напряжением 220 и 380 В на основании схем и инструкций заводов-поставщиков. Расположение клемм на вводных щитках пищеварочных котлов, жарочных шкафов и кипятильников нередко соответствует расположению их на щитах трехфазных электродвигателей, однако из этого не следует, что переключение тех и других выполняется одинаково.

**Подключение электрооборудования к заземлителю.** Вследствие неисправности электроизоляции, повышенной влажности помещения или неправильного выполнения электромонтажных работ между корпусами электрооборудования и землей может возникнуть опасная разность напряжений. В целях обеспечения безопасности людей, на установках с напряжением в линиях более 36 В все доступные для соприкосновения и способные проводить ток части электрооборудования, электрощитков, сетей и приборов управления подлежат заземлению путем соединения их с заземлителями. В частности, с заземлителями должны соединиться корпуса электросилового и электротеплового оборудования, корпуса распределительных щитов, пультов управления, пускателей, выключателей, реостатов, корпуса переносного электроинструмента, электрические измерительные приборы, приборы автоматического управления и контроля, металлические оболочки и гибкие брони электрокабелей, стальные трубы для прокладки проводов.

Заземлители могут быть естественные (расположенные в земле металлические конструкции или трубопроводы с негорючими жидкостями, арматура железобетонных конструкций) или специально изготовленные из вертикально погруженных в землю труб, отрезков угловой стали и т. п. Заземлители соединяются с магистральными заземляющими проводниками, к которым подключают корпуса оборудования.

На электроустановках с глухим заземлением нейтрали трансформатора (или генератора) магистральный заземляющий проводник у подстанции подключен к заземлителям и соединенным вместе началам или концам обмоток трансформатора (их нейтралью).

Этот проводник прокладывают совместно с фазными проводниками или в непосредственной близости к ним; токопроводность заземляющего проводника должна быть не менее 50% фазного.

На электроустановках с изолированной нейтралью трансформатора для соединения корпусов оборудования с заземлителем используют особый заземляющий контур, проложенный отдельно открытыми стальными шинами, соединенными сваркой. Проводник изолированной нейтрали трансформатора, используемый в таких установках для понижения напряжения сети, прокладывается совместно с фазными проводниками; к нему нельзя подключать корпуса оборудования, так как в этом случае они окажутся под опасным напряжением.

Заземлители и заземляющие магистрали сооружаются в соответствии с Правилами устройства электроустановок и должны быть приняты в эксплуатацию энергоснабжающей организацией.

Присоединение проводников к заземляющим магистралям выполняется на сварке или посредством болтовых соединений с применением средств защиты последних от коррозии. Сечения соединительных проводников должны обеспечивать прохождение тока, в 3 раза превышающего ток ближайшей плавкой вставки. Однако выбранные сечения не должны быть меньше; для медных голых жил –  $4 \text{ мм}^2$ , медных изолированных жил –  $1,5 \text{ мм}^2$ , а алюминиевых жил – соответственно 6 и  $4 \text{ мм}^2$ .

Заземляющие проводники подключаются к специальным винтам (зажимам) на клеммных щитках или корпусах оборудования; расположение винтов указывается в электрических схемах и инструкциях на монтаж. В случае отсутствия указаний монтажный персонал самостоятельно определяет место подключения заземляющего проводника.

Однофазные машины и аппараты с подводкой фазного и нулевого проводов можно заземлить подключением нулевого провода к корпусу со стороны стационарного клеммного щитка.

При прокладке фазных проводов совместно с заземляющим последний отличают с помощью индикатора, вольтметра или по накалу контрольной лампы. Включенная между фазным и заземляющим проводниками лампа горит в половину накала.

Сопротивление заземляющих устройств должно быть не более  $4 \text{ Ом}$ .

Без соединения с заземлителем разрешается использовать только бытовые приборы промышленного производства в сухих помещениях.

#### **5.4. Подбор плавких вставок**

При подборе плавких вставок и проводов принимают во внимание, что ток, потребляемый электродвигателями во время пуска, в несколько раз превышает номинальный  $J_n$  потребляемый при расчетной нагрузке и обозначенный в паспорте. Кратность пускового тока

$K_{II} = \frac{J_{II}}{J_n}$  составляет: для короткозамкнутых асинхронных электродвигателей – 5 – 7; для

короткозамкнутых асинхронных электродвигателей с переключением во время пуска обмоток статора со звезды на треугольник – 1,7 – 2,3; для асинхронных электродвигателей, включаемых

с реостатом, – 1,5 – 2. Продолжительность пускового периода не превышает 5 – 8 сек., поэтому пусковой ток при кратности менее 2,5 не учитывается.

Для подбора плавких вставок и проводов расчетная сила тока  $J_p$  одного электродвигателя с номинальным током  $J_H$  равна:

$$J_p = \frac{J_H K_H}{2,5},$$

а для нескольких электродвигателей:

$$J_p = \frac{J_{pб} + \sum J_H K_C}{2,5} a,$$

где  $J_{pб}$  – расчетный пусковой ток большего электродвигателя, А;

$\sum J_H$  – сумма номинальных токов всех подключенных к линии электродвигателей, кроме большего, А;

$K_C$  – коэффициент спроса (загрузки) линии.

## 5.5. Монтаж механического оборудования

Машины производственных цехов и торговых залов в зависимости от назначения имеют вес от нескольких десятков килограммов до 1,5 – 2 т; соответственно в широких пределах изменяются их габариты.

Динамичность механического торгово-технологического оборудования незначительна (кроме машин с вибрационными устройствами); при расчетах опор коэффициент динамичности принимается равным 1.

В зависимости от веса, габаритов и назначения машины в цехах устанавливают на производственных столах, стенах и колоннах или на полу. Сооружение специальных фундаментов или фундаментных плит, как правило, не требуется. Стационарное механическое оборудование должно закрепляться к основанию фундаментными болтами, винтами-глухарями или другим способом, кроме особо устойчивых машин большой массы и незначительной динамичности.

Разметочные работы выполняются на основании чертежей проекта. В цехах, расположенных в непосредственной близости от торговых залов, жилых помещений и мест отдыха, особенно тщательно должны выполняться предусмотренные проектом работы по звукоизоляции оборудования.

На крышах производственных столов и площадках, укрепленных на стенах, устанавливают мясорубки, котлетные автоматы, овощерезки, хлебoreзки, взбивальные машины, универсальные приводы, смесители, механические приспособления для очистки рыбы и др. Это оборудование конструктивно приспособлено для такой установки. Оно имеет соответствующие габариты и вес примерно до 100 кг. Его укрепляют болтами к деревянным, металлическим, бетонным армированным или мраморным крышкам столов и площадкам (рис. 5.6). Под опорные лапы подкладывают резиновые амортизаторы, поставленные заводом или изготовленные на месте из дырчатой или зубчатой резины.

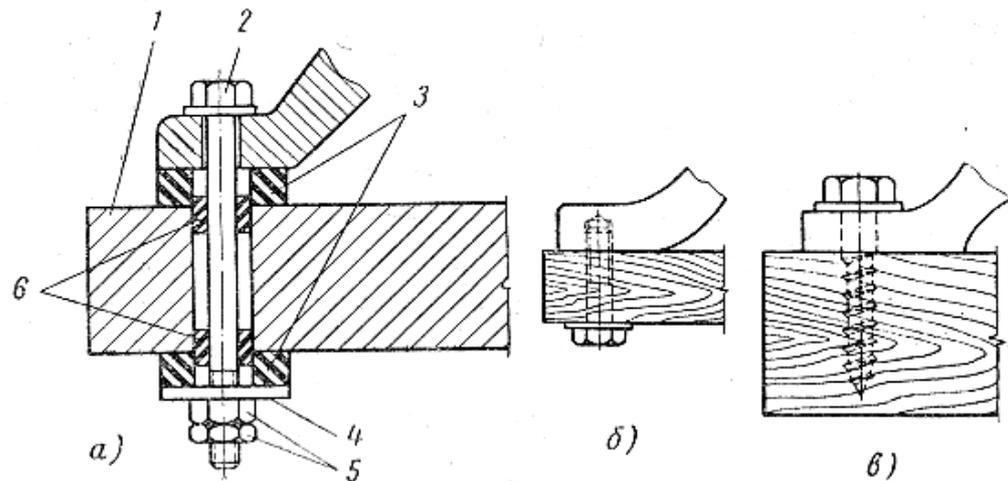


Рис. 5.6. Крепление опорных лап оборудования к крышкам производственных столов и площадок, установленных на кронштейнах:

- a* – установка на резиновых амортизаторах: 1 – крышка стола, 2 – болт;  
 3 – резиновые амортизационные шайбы; 4 – стальная шайба;  
 5 – гайка и контргайка; *б, в* – крепления болтом и глухарем

На полах и бетонных опорах, расположенных на полу, устанавливают мясорубки, фаршемешалки, картофелечистки, универсальные машины мясных, овощных, холодных и кондитерских цехов, машины для сульфитации картофеля, тестомесильные машины, посудомоечные машины и др.

Из перечисленных моделей только машины МП-82, МП-1-120 и КФ-1, обладающие повышенной динамичностью, необходимо устанавливать на бетонных плитах высотой 50 – 150 мм, опирающихся на пол.

Машины КНА-600, ММК-2, МСК-1, ПМК-1 устанавливают на бетонной подливке без крепления болтами. Машины остальных моделей устанавливают на полу и укрепляют фундаментными болтами к подготовке пола.

*Ревизия машин* производится с целью выявления дефектов их изготовления и сборки. В зависимости от вида и состояния оборудования ревизия заключается в осмотре механизмов и исполнительных органов без разборки или с разборкой основных узлов. Обязательна разборка машин лишь в объеме, предусмотренном техническими условиями и заводскими инструкциями на монтаж.

Опробование смонтированного оборудования производится на холостом ходу и под нагрузкой. Перед включением в работу проверяют наличие смазки в ваннах для масла по смотровому стеклу, контрольному отверстию или контрольной линейке.

Опробование на холостом ходу рекомендуется выполнять последовательно, по узлам. Например, сначала проверить работу электродвигателя с редуктором, затем к редуктору поочередно подключить отдельные узлы или машины. При опробовании на холостом ходу мясорубок их ножи, решетки, палец и шип шнека смазывают машинным маслом. Сухое трение этих деталей приводит к разрушению их рабочих поверхностей.

Перед опробованием под нагрузкой детали машин, соприкасающиеся с пищевыми продуктами, кипятят 10 – 15 мин. в 0,5 % – ном растворе кальцинированной соды для удаления защитной смазки, а затем промывают горячей водой.

Продолжительность опробования машин определяется техническими условиями, но не должна быть менее 1,5 – 2 час. В течение этого срока проверяют исправность действия узлов по шумам и стукам, степени нагрева частей и качеству выполняемых операций. Температура узлов

трения, работающих под нагрузкой, не должна более чем на 30° превышать температуру воздуха помещения.

### Примеры монтажа механического оборудования

1. *Мясорубка М-2* весом 72 кг, мощностью электродвигателя 1 кВт устанавливается на производственном столе или площадке, укрепленной на стене, и закрепляется болтами М10 (рис. 5.7). Электропроводку выполняют проводом ПРГО в стальных трубах или шнуром ШРПС от штепсельного разъема, установленного на стене.

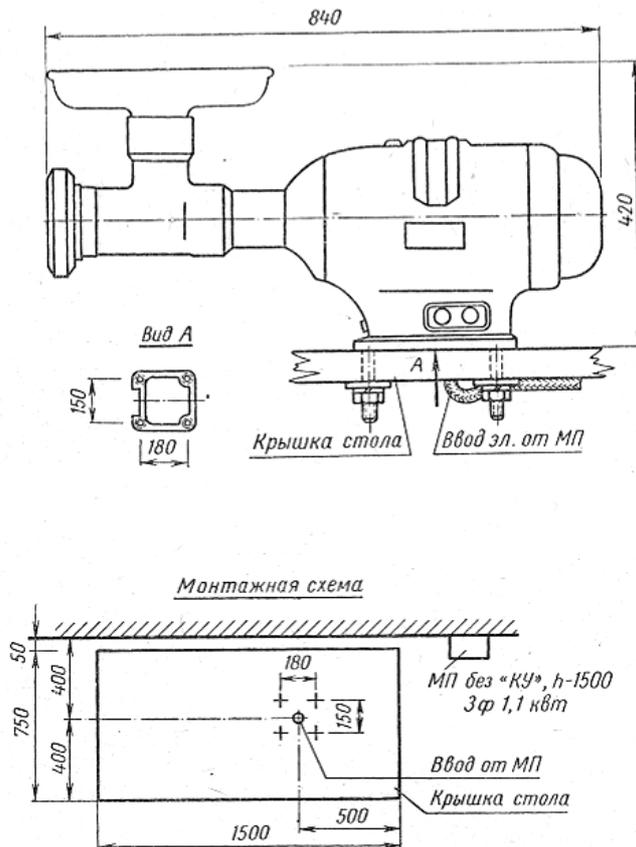


Рис. 5.7. Установка мясорубки на производственном столе

2. *Мясорубка М-4* весом 224 кг, мощностью электродвигателя кВт устанавливается на полу на пакетах стальных прокладок и выверяется на горизонтальность слесарным уровнем по торцу горловины при снятой загрузочной чаше. Укрепляется тремя болтами М16, заложенными в пол на глубину 160 – 180 мм (рис. 5.8).

Для завинчивания гаек фундаментных болтов и для подключения к электросети снимают крышку с боковой поверхности станины, не отсоединяя проводов, идущих от выключателя к электродвигателю.

Электропровода к машине прокладывают в стальной трубе. Провод заземления подключают к зажиму на скобе выключателя.

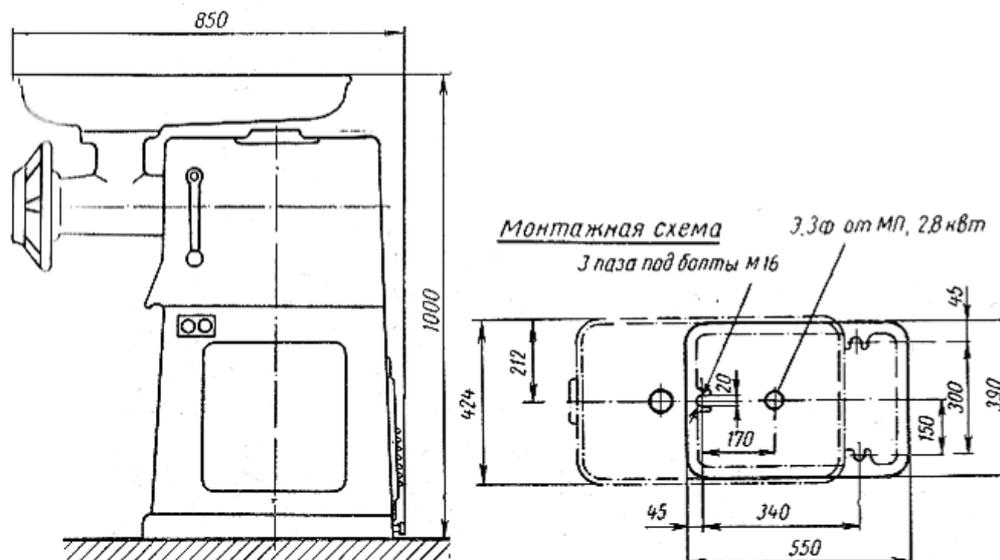


Рис. 5.8. Установочный чертеж мясорубки типа М-4

3. Картофелечистка КА-150 (вес 120 кг, мощность электродвигателя 0,4 кВт). Машину устанавливают на полу или бетонной опоре и укрепляют болтами М14 (рис. 5.9).

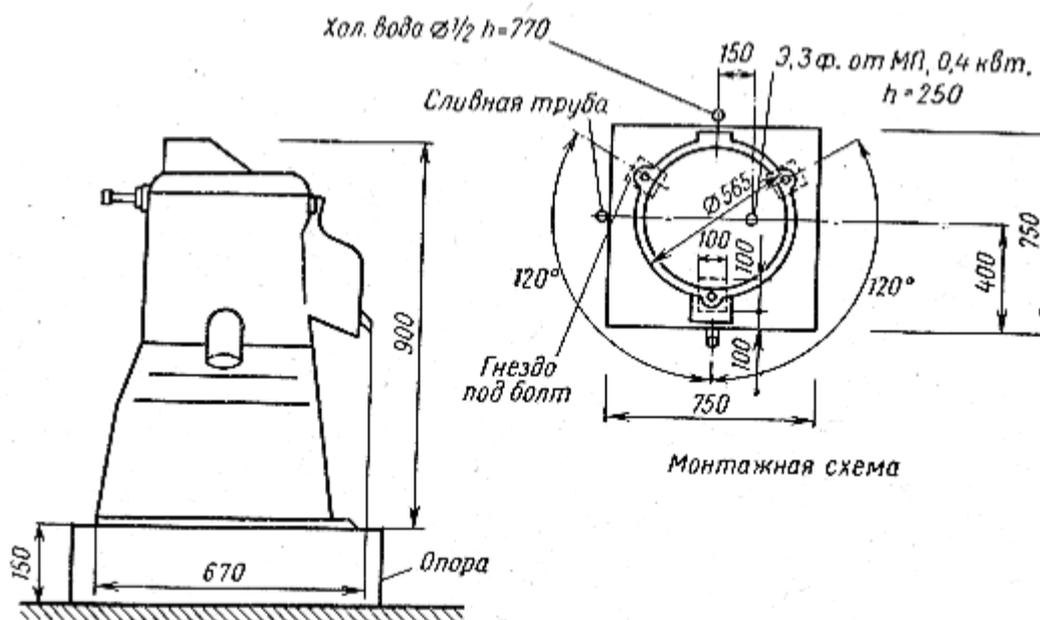


Рис. 5.9. Установочный чертеж картофелечистки

Бетонную опору устраивают, когда необходимо расположить машину на большей высоте, например, для обеспечения естественного стока воды в улавливатель мезги и песколовку, установленную на полу, или для выгрузки очищенного картофеля в более высокую тару.

Горизонтальность установки проверяют по торцу цилиндрической части корпуса при снятой загрузочной воронке.

Электропусковую аппаратуру располагают на стене или металлической стойке на расстоянии 0,5 – 1 м от машины. Электропровода прокладывают в стальной трубе.

Провод заземления подключают к специальному болту на корпусе машины.

Направление вращения терочного диска указано стрелкой на загрузочной воронке машины.

Вода от вентиля водопровода к разбрызгивателю подводится резиноканевым рукавом  $Dв$  13 – 15 мм.

### 5.6. Монтаж теплового оборудования с паровым обогревом

На паровом обогреве работают пищеварочные котлы, автоклавы, пароварочные шкафы, мармиты, водонагреватели и другое оборудование; пар используют также для стерилизации посуды и тары.

Паровой обогрев оборудования является наиболее удобным, поэтому пищеблоку оборудуются собственными котельными установками или получают технологический пар от других предприятий.

Для варки пищевых продуктов при атмосферном давлении используют пар с рабочим давлением до  $0,5 \text{ кг/см}^2$  ( $0,05 \text{ мн/м}^2$ ), имеющем температуру в насыщенном состоянии  $111^\circ$ , а для варки в автоклавах – пар с давлением  $2 \text{ кг/см}^2$ , температура в насыщенном состоянии  $132,9^\circ$ .

Котельные установки обычно производят пар с давлением выше  $4 - 5 \text{ кг/см}^2$ . От котлов по трубопроводам пар направляется к редукторам, в которых давлением автоматически снижается до  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , а затем к оборудованию (рис. 5.10). Редукторы располагают непосредственно на линии или в специальном помещении.

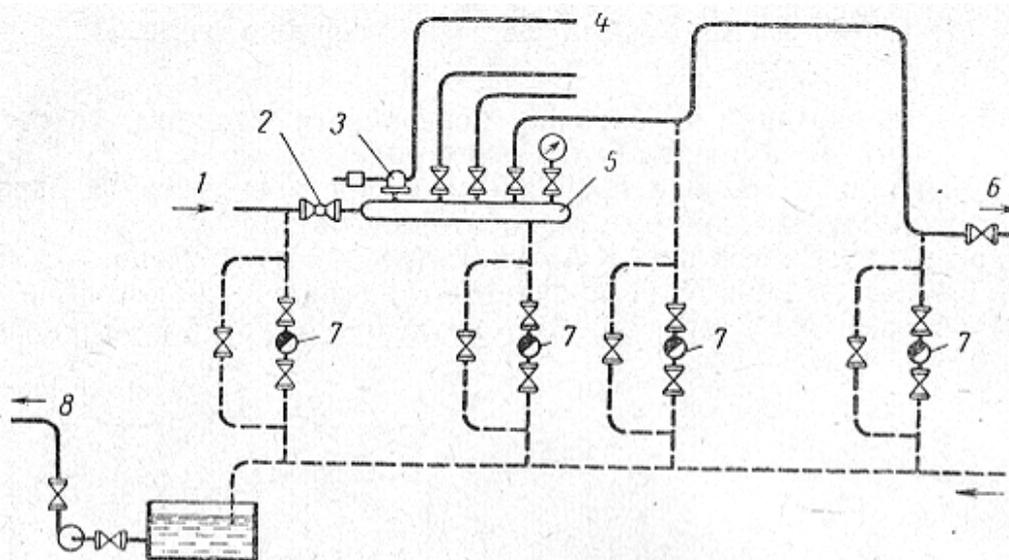


Рис. 5.10. Схема пароснабжения производственного цеха:

1 – поступление пара высокого давления; 2 – редуктор; 3 – предохранительный клапан; 4 – вывод в атмосферу; 5 – коллектор; 6 – вентиль пароприемника; 7 – конденсационные горшки; 8 – отвод конденсата в котельную

Вблизи от потребителей пара за редуктором устанавливают распределительный коллектор с манометром и рычажным предохранительным клапаном, открывающимся в случае превышения установочного давления. Отводная труба от предохранительного клапана выводится за пределы здания.

В паропроводах вследствие охлаждения их наружным воздухом образуется конденсат, который необходимо своевременно удалять во избежание гидравлических ударов в трубах и аппаратах. Для отвода конденсата предусматривают дренажные устройства, состоящие из конденсационного горшка с запорной арматурой и обводной линии.

На магистральных трубопроводах дренаж устраивают на горизонтальных участках перед запорной арматурой до и после вертикальных участков у диафрагм паромеров. Необходимо устраивать также дренаж на участках подхода паропровода к оборудованию, если по условиям размещения труб возможно скопление в них конденсата в количестве, опасном для оборудования.

Конденсат от оборудования и из дренажных систем собирают в бак, откуда перекачивают насосами в паровые котлы.

Магистральные паропроводы и конденсатопроводы, работающие под давлением до  $6 \text{ кг/см}^2$ , изготовляют из стальных шовных неоцинкованных труб или бесшовных труб общего назначения. Трубы соединяют на приварных фланцах или сваркой встык. Трубопроводы с давлением до  $1 \text{ кг/см}^2$  из бесшовных труб можно соединять на отбортовке. В качестве прокладочного материала используют паронит. Горизонтальным участкам паропроводов придают уклон по ходу не менее 0,001, конденсатопроводов – 0,005.

Установка оборудования, подключение его к паро- и конденсатопроводам. Пищеварочные котлы, мармиты, кипятильники устанавливают непосредственно на полу или на бетонных (кирпичных) опорах. Крепление к основанию болтами необходимо только для аппаратов неустойчивой конструкции.

У котлов для защиты их обшивок от повреждений тележками и другими транспортными средствами устраивают стальные ограждения высотой 200 – 250 мм.

За каждым потребителем пара устанавливают конденсационный горшок с обводной линией. Разрешается устанавливать один конденсационный горшок для нескольких потребителей пара при условии, что за каждым аппаратом на линии конденсата будет обратный клапан (рис. 5.11). Конденсационные горшки размещают в удобных для обслуживания местах.

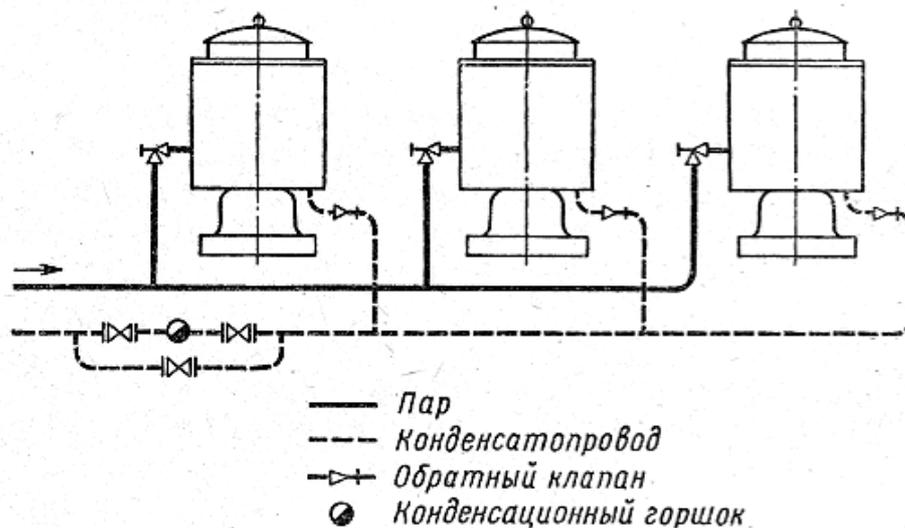


Рис. 5.11. Схема подключения нескольких потребителей пара к одному конденсационному горшку

Трубопроводы к оборудованию прокладывают под полом в каналах или на металлических стойках.

Паро- и конденсатопроводы, работающие под давлением  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , изготовляют из шовных водогазопроводных труб, соединяемых на резьбе или сварке. В качестве уплотнительных материалов для резьбовых соединений используют льняную пряжу и суриковую мастику, а для контргаек – асбестовый шнур. Работа аппаратов с паровым обогревом нарушается при скоплении в пространстве для греющего пара большого количества конденсата. Конденсат попадает из паропровода или образуется в выключенном аппарате при

неплотно прикрытых вентилях. Перед пуском оборудования в работу во избежание гидравлических ударов в паровом пространстве открывают вентиль обводной дренажной линии у конденсационного горшка или продувочный кран для выпуска конденсата наружу, а затем медленно открывают вентиль подачи пара.

**Примеры монтажа оборудования с паровым обогревом.** Котел пищеварочный КПП-250 (вес 430 кг, расход пара 80 кг/час) устанавливают согласно чертежу на полу или бетонной опоре и укрепляют болтами (если крепление предусмотрено). Горизонтальность установки проверяют по торцу варочного сосуда при открытой крышке.

К котлу подводят следующие трубопроводы: пара – 1"; конденсата –  $\frac{3}{4}$ "; горячей и холодной воды –  $\frac{3}{4}$ "; отвода пара от клапана-турбинки –  $\frac{3}{4}$ ".

Паро – и конденсатопроводу котла придают такие же уклоны, как магистральным трубопроводам. Трубопроводу отвода пара от клапана-турбинки в канализацию придают уклон 0,005 по ходу. Согласно санитарным требованиям этот трубопровод должен соединяться с канализацией через гидравлический затвор и разрыв длиной не менее 100 мм. Выход пара в разрыве трубы можно уменьшить подмешиванием к пару небольшого количества холодной воды. Трубопровод холодной воды присоединяют у гидравлического затвора.

Котел разрешается включать в работу после проверки контрольно-измерительных приборов и арматуры. Манометры на трубопроводах и котле должны быть со шкалой от 0 до 1 кг/см<sup>2</sup> и с неистекшим сроком проверки. Предохранительный грузовой клапан должен открываться при давлении в паровом пространстве котла 0,45 кг/см<sup>2</sup> (полное открытие при 0,55 кг/см<sup>2</sup>); клапан-турбинка – при давлении в варочном сосуде 0,025 кг/см<sup>2</sup> (250 мм вод. ст.). Воздушный клапан должен автоматически открываться при образовании вакуума в паровом пространстве котла.

Перед включением котла в работу рекомендуется открывать воздушный клапан для удаления воздуха и продувочный кран в нижней части корпуса для удаления конденсата из парового пространства. Наличие конденсата в паровом пространстве обнаруживается по шуму и гидравлическим толчкам, появляющимся при открывании вентиля подачи пара.

## **5.7. Монтаж теплового оборудования с электрообогревом**

Тепловые аппараты в зависимости от веса и габаритов устанавливают на крышках производственных столов, буфетных стойках или на полу. Крепление аппаратов не требуется, за исключением тех, конструктивное выполнение которых не обеспечивает необходимой устойчивости.

Устанавливают на крышках производственных столов и буфетных стойках электроплиты, электрокипятильники, кофеварки, термостаты, сосисковарки и другое оборудование. Установка на несгораемых крышках столов никакой подготовки не требует, сгораемые крышки изолируют от теплового воздействия, закладывая под оборудование мраморную доску или асбестовый картон толщиной 3 мм, покрытый листом кровельной стали.

Устанавливают на полу без крепления электроплиты, жарочные шкафы, электрофритюрницы, мармитные прилавки, электрокипятильники; на полу с креплением болтами – электрокотлы, автоклавы, электросковороды.

Горизонтальность установки выверяют уровнем, который располагают на обвязке каркаса или бортах рабочих резервуаров. Положение аппаратов при выверке изменяют с помощью стальных подкладок. Под каждую опорную лапу закладывают одну подкладку необходимой толщины, которую затем прихватывают к лапе электросваркой или надежно закрепляют к полу цементным раствором.

Электропровода подводят в стальных трубах, проложенных в полу.

Подключение оборудования к электросети и заземлителям производится согласно схеме, прилагаемой к инструкции завода-поставщика. Провода, подключаемые к колонкам клеммных

щитков, тщательно зачищают и оконцовывают. Соединения проводов с колонками должны обеспечивать необходимую площадь соприкосновения и плотность прилегания контактных поверхностей. Невыполнение этих условий ведет к обгоранию шин и проводов.

Электронагреватели, рассчитанные на работу в тепловом контакте с жидкостями, – пищеварочных котлов, мармитов, моечных машин – можно включать для опробывания только после заполнения соответствующих емкостей водой или другим теплоносителем (согласно инструкции) до установленной отметки.

Перед включением аппаратов проверяют чистоту контактов пусковых устройств, состояние проводов и шин внутренней проводки и измеряют сопротивление электроизоляции в холодном и горячем состояниях. Сопротивление электроизоляции должно быть не менее: нагревателей в холодном состоянии –  $1 \div 1,5 \text{ мОм}$ ; нагревателей в горячем состоянии (по истечении не более 30 сек. после выключения нагрева) –  $0,4 \text{ мОм}$ ; проводов цепей управления –  $1 \text{ мОм}$ . Сопротивление между любой металлической деталью и клеммой «земля» должно быть не более  $2 \text{ Ом}$ . Исправность действия нагревателей определяют по потребляемой ими силе тока или мощности, которая должна соответствовать паспортным данным.

В аппаратах с регулируемой температурой нагрева потребляемая мощность изменяется переключением нагревателей или составленных из них секций. У однофазных нагревательных устройств (и аппаратов), содержащих 2 или 4 секции (или такое же количество нагревателей), потребляемую мощность переключением изменяют в соотношении 4:2:1.

В четырехсекционных однофазных нагревателях конфорок плит включены четыре спирали параллельно – сильный нагрев; включены две крайние спирали – средний нагрев; включены четыре спирали попарно последовательно – слабый нагрев.

У трехфазных аппаратов переключением нагревателей изменяют потребляемую мощность в соотношениях 3:1 или 6:1. Например, в аппаратах с тремя нагревателями уменьшение мощности до  $\frac{1}{4}$  от номинальной достигается последовательным включением какой-либо пары нагревателей, а до  $\frac{1}{3}$  – последовательным включением двух пар нагревателей или включением одного нагревателя из трех. Аналогично изменяют потребляемую мощность аппаратов с шестью нагревателями.

Не допускаются к эксплуатации аппараты, если при соприкосновении с их металлическими частями ощущается электрический ток.

### ***Примеры монтажа теплового оборудования с электрообогревом.***

1. Электроплита ЭП-2М (вес 393 кг, мощность 27,5 кВт). Расположение плиты в цехе должно отвечать требованиям к размещению теплового оборудования.

Крепление каркаса плиты к полу не требуется. При спаренной установке с плит со стороны их соединения снимают бортики. Каркас плиты и всю поверхность жарочного настила выверяют на горизонтальность уровнем. При выверке жарочного настила положение конфорок изменяют с помощью расположенных под ними регулировочных болтов. Тепловой зазор между конфорками должен быть в пределах 2 – 2,5 мм.

Общее электропусковое устройство плиты располагают на стене. Провода или кабель к плите прокладывают в трубе, скрытой в полу. Для доступа к клеммному щитку необходимо снять крышку на боковой поверхности облицовки. Подключение проводов электросети и заземлителя выполняют в соответствии со схемой, приложенной к инструкции завода-поставщика (рис. 5.12).

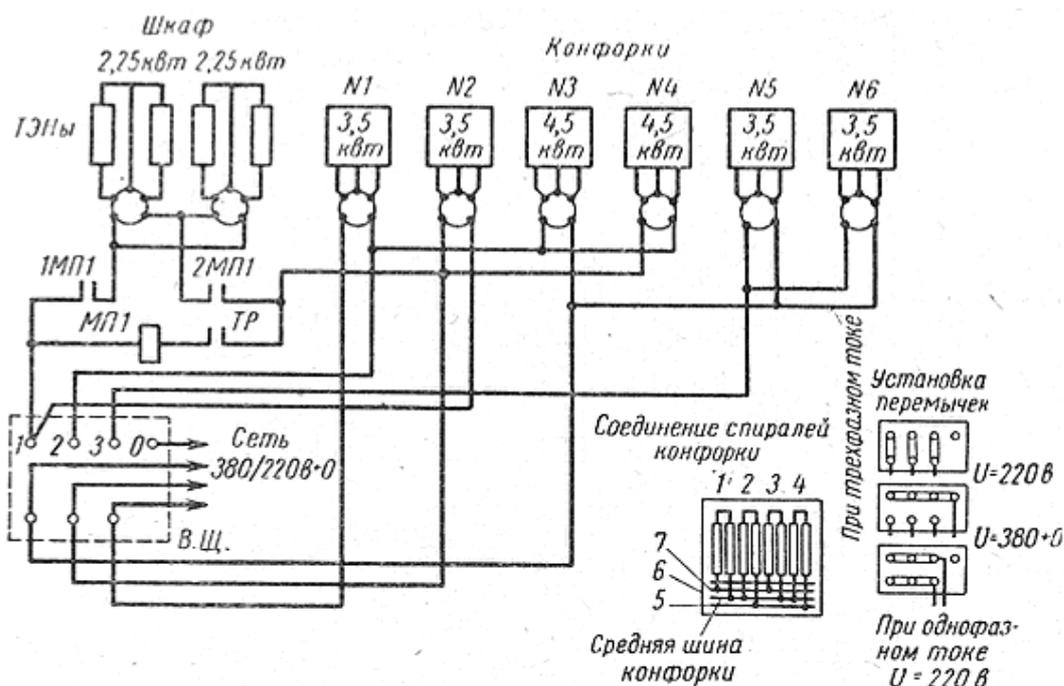


Рис. 5.12. Электрическая схема плиты ЭП-2М

Степень нагрева конфорок регулируется в соотношении 4:2:1 пакетными переключателями. Верхние и нижние тэны жарочного шкафа включаются автоматически терморегулятором (ТР), контакты которого включены и цепь магнитной катушки пускателя (МП1).

2. *Электрокотлы пищеварочные КПЭ-125* (вес 362 кг, мощность 16 кВт) и КПЭ-250 (вес 488 кг, мощность 30 кВт) устанавливают непосредственно на полу или на бетонной опоре и закрепляют болтами (если крепление предусмотрено проектом). Высота опоры определяется необходимой высотой расположения сливного крана варочного сосуда, под который должен подходить борт тары для сбора содержимого котла.

Станцию управления размещают в удобном для обслуживания месте на полу или на стене на расстоянии не более 5 м от котла и закрепляют болтами.

Первой монтируют станцию управления, от которой к котлу согласно разметке прокладывают в стальной трубе электропровода силовые и цепей управления. Провода выводят внутри опорного фланца. Затем ставят на место и выверяют на горизонтальность котел, подливают его опорный фланец цементным раствором и устанавливают снятые на время транспортировки арматуру и противовес крышки котла. Арматуру во время пуска проверяют на герметичность и давление срабатывания так же, как у паровых котлов.

К установленному котлу трубопроводами  $\varnothing \frac{3}{4}$ " подводится горячая и холодная вода и отводится пар от клапана-турбинки в канализацию. Трубопровод от клапана-турбинки прокладывают с уклоном по ходу 0,005 и соединяют с канализацией через гидравлический затвор и разрыв.

Подключение проводов выполняют согласно схеме (рис. 5.13), приложенной к инструкции завода-поставщика. Обозначенные на схеме номера проводов выбиты на клеммных колодках станции управления и на клеммной щитке котла.

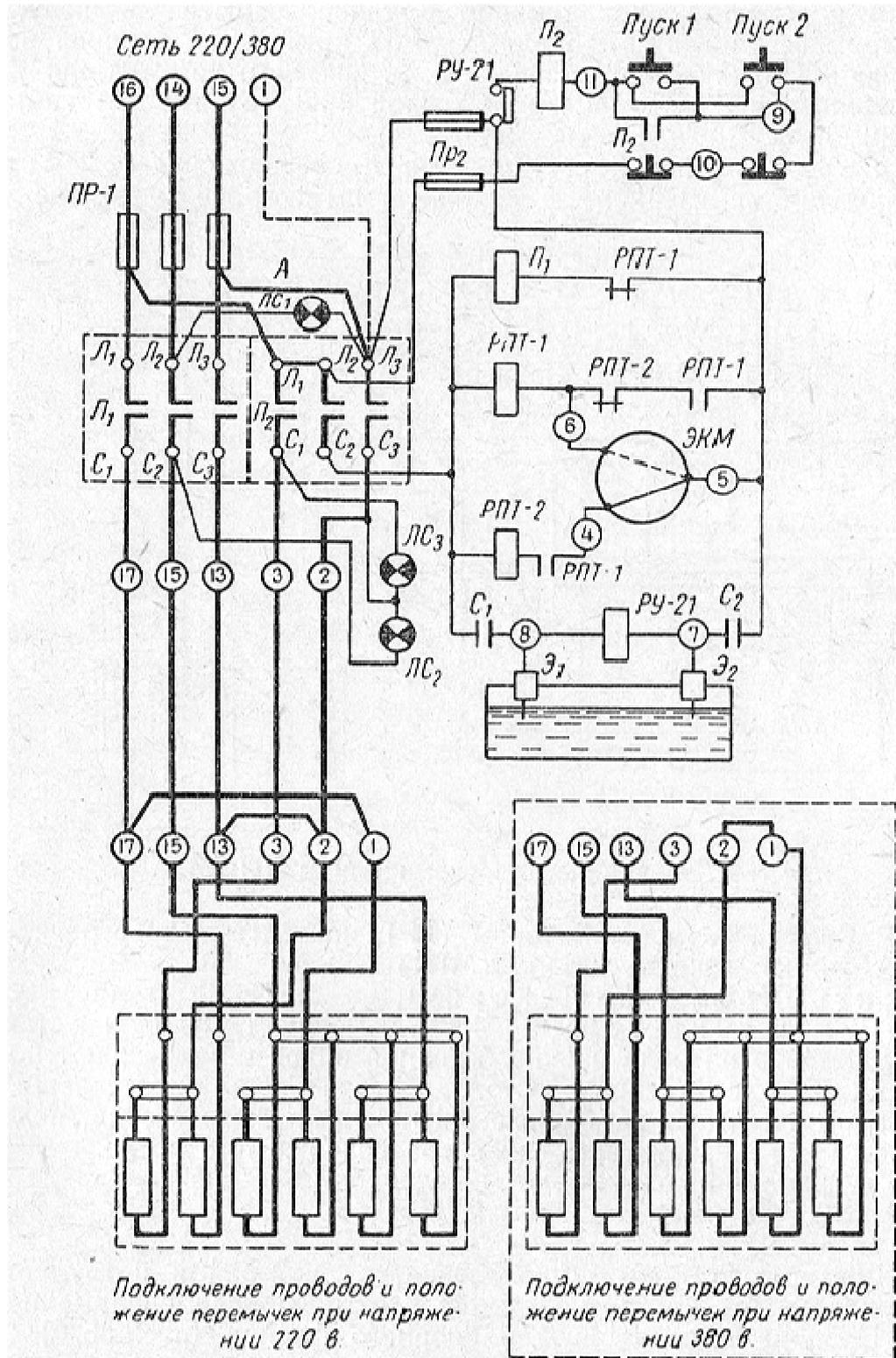


Рис. 5.13. Электрическая схема пищеvarочного котла ЭК-125

Нагреватели разрешается включать под напряжение только после заполнения парогенератора котла дистиллированной водой до уровня пробного крана. Дистиллированную воду заливают через воронку у предохранительного клапана, при этом кран уровня должен быть открыт. На время разогрева котла необходимо открывать воздушный клапан парогенератора.

## 5.8. Контрольные вопросы

1. Как подключается электрооборудование машин и тепловых аппаратов?
2. Как прокладывают электропроводку к оборудованию?
3. Как производят соединение и ответвление однопроволочных проводов сечением до  $6 \text{ мм}^2$  и многопроволочных проводов?
4. Какими припоями производится пайка алюминиевых проводов, и какие существуют ограничения?
5. Какими способами подготавливают концы проводов, подключаемые к клеммам или зажимам электроприемников, после очистки их от изоляции и окислов?
6. Как осуществляется подключение электрооборудования к электросети?
7. Как подключают магнитные пускатели?
8. Как осуществляется регулировка электромагнитных расцепителей?
9. Как подключают однофазные асинхронные электродвигатели переменного тока?
10. Как подключают трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором?
11. Как подключается электрооборудование к заземлителям?
12. Как производят присоединение проводников к заземляющим магистралям?
13. Как осуществляют подбор плавких вставок?
14. В зависимости от чего выбирают тот или иной способ установки торгового оборудования?
15. Для каких целей производится ревизия торгово-технологического оборудования?
16. Какие требования предъявляют к монтажу оборудования с паровым обогревом?
17. Какие требования предъявляют к монтажу оборудования с электрообогревом?

## Тема 6

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ТОРГОВОГО ЗАЛА

**Цель работы:** Познакомиться с существующими системами и видами электрического освещения торгового зала. Изучить методику светотехнического и электрического расчета освещения. Научиться строить схемы электроснабжения магазина.

#### 6.1. Виды и системы электрического освещения

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Рабочее освещение предназначено для создания нормальной освещенности на рабочих местах.

Аварийное освещение обеспечивает требуемую освещенность при внезапном отключении рабочего освещения. Данный вид освещения разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности следует предусматривать в тех случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, угрозу жизни и здоровью людей;
- длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы ответственных объектов (электростанции, насосные, вентиляционные установки и т. п.);
- нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

Эвакуационное освещение в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах при числе эвакуирующихся более 50 человек;
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек;
- на лестничных клетках жилых домов, имеющих шесть и более этажей;
- в помещениях общественных зданий, административных и бытовых зданий промышленных предприятий, если там одновременно могут находиться более 100 человек;
- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, выход которых при отключенном рабочем освещении связан с опасностью травматизма;
- в производственных помещениях без естественного света.

В большинстве случаев в помещениях устраивается какой-либо один вид аварийного освещения. Если это освещение безопасности, то должна быть обеспечена освещенность рабочих поверхностей путем установки светильников равномерного, локализованного или местного освещения. Но при размещении светильников следует учитывать необходимость освещения проходов.

При выполнении эвакуационного освещения обычно ограничиваются установкой светильников только по линии основных проходов.

Для аварийного освещения либо устанавливаются дополнительные светильники, либо используется часть светильников рабочего, освещения, которые питаются от другого источника или при исчезновении напряжения переключаются на резервный источник.

В общественных, административных и бытовых зданиях предприятий выходы из помещений, где могут находиться одновременно более 100 человек, а также выходы из

производственных помещений без естественного света, где могут находиться одновременно более 50 человек, или имеющих площадь более 150 м<sup>2</sup> должны быть отмечены указателями.

Указатели выходов могут быть световыми, со встроенными в них источниками света, присоединяемыми к сети аварийного освещения, и без источников света при условии, что обозначение выхода (надпись, знак) освещается светильниками аварийного освещения. Указатели должны устанавливаться на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также в местах поворотов коридоров.

Освещение безопасности должно обеспечивать не менее 5 % освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк на территориях предприятий. При этом внутри зданий освещенность должна быть не более 30 лк - при разрядных лампах и не более 10 лк - при лампах накаливания.

Эвакуационное освещение должно создавать наименьшую освещенность 0,5 лк на полу основных проходов в помещениях, а на открытых территориях – 0,2 лк (или на земле).

Светильники освещения безопасности в помещениях могут использоваться и для эвакуационного освещения.

Для аварийного освещения можно применять:

- 1) лампы накаливания;
- 2) люминесцентные лампы – в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 5°С при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90 % номинального;
- 3) разрядные лампы высокого давления при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем (после кратковременного отключения питающего напряжения), так и в холодном состоянии.

Световые приборы как освещения безопасности, так и эвакуационного освещения допускается предусматривать горящими, включаемыми одновременно со световыми приборами рабочего освещения, а также не горящими, автоматически включаемыми при прекращении питания рабочего освещения.

Для аварийного освещения используются светильники с газоразрядными лампами, то их, как правило, выделяют из состава светильников рабочего освещения, подключая к независимому источнику питания.

Охранное освещение является разновидностью рабочего освещения и устраивается по периметру территории, охраняемой в ночное время. Оно должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на вертикальной плоскости (с соответствующей стороны).

Под дежурным понимается освещение в нерабочее время. Область применения, величины освещенности, требования к качеству для дежурного освещения не нормируются.

Внутри помещений по способу размещения светильников и распределению освещенности различают следующие системы искусственного освещения: общее и комбинированное.

*Общим называется освещение*, светильники которого освещают всю площадь помещения, как занятую оборудованием или рабочими местами, так и вспомогательную. В зависимости от расположения светильников различают равномерное и локализованное общее освещение. При общем равномерном освещении светильники располагаются в верхней зоне помещения равномерно, обеспечивая тем самым одинаковую освещенность всего помещения. Оно применяется, как правило, когда расположение рабочих зон при проектировании неизвестно, либо при гибкой планировке. При общем локализованном освещении светильники размещают с учетом расположения технологического оборудования, создавая на отдельных поверхностях требуемый уровень освещенности.

*Комбинированная система освещения* состоит из общего и местного освещения. Общее освещение предназначено для освещения проходов и участков, где работы не производятся, а также для выравнивания яркости в поле зрения работающих. Местное освещение обеспечивается светильниками, располагаемыми непосредственно на рабочих местах.

Нормы освещенности при использовании естественного и искусственного освещения промышленных помещений, работ на открытом воздухе, общественных и жилых зданий, улиц, дворов и площадей населенных пунктов регламентированы. Они установлены на основе классификации по некоторым количественным признакам. Основным признаком, определяющим разряд работ, является размер различаемых деталей.

Основные нормы освещенности относятся к установкам с газоразрядными источниками света. Для случая применения ламп накаливания устанавливаются пониженные значения освещенности, исходя из необходимости экономии электроэнергии.

Нормированные значения освещенности должны быть обеспечены в течение всего периода промышленной эксплуатации осветительной установки. Однако из-за старения и загрязнения ламп, светильников и поверхностей помещения уровень освещенности со временем снижается. Это необходимо учитывать при проектировании осветительной установки, поэтому начальная освещенность должна быть несколько больше нормированной, что достигается введением коэффициента запаса  $K_3$ , значения которого также регламентированы. В зависимости от типа ламп и светильников, наличия пыли и других загрязнений в помещении, способа обслуживания и длительности эксплуатации значение коэффициента обычно принимается в пределах 1,4 – 1,7. Для торговых предприятий значение коэффициента  $K_3$  принимают равным 1,6.

Норма освещенности для торговых помещений и производственных участков должна составлять 300 лк.

## 6.2. Выбор источников света

Наиболее распространенными источниками света, применяемыми и осветительных установках, являются лампы накаливания (ЛН), люминесцентные лампы (ЛЛ) низкого давления, а также дуговые лампы высокого давления – ртутные люминесцентные (ДРЛ), ксеноновые трубчатые (ДКсТ), металлогалогенные с излучающими добавками (ДРИ) и натриевые трубчатые (ДНаТ).

Весьма перспективными представляются так называемые твердотельные источники света – светоизлучающие диоды. Они могут использоваться в сигнальных и индикаторных устройствах, цветовых рекламных устройствах, архитектурном и т.п. освещении, а также для освещения таких помещений, как коридоры, кабины лифтов, кранов и т.п.

При выборе источников света следует учитывать их срок службы, световую отдачу, цветопередачу, а также ряд других характеристик. Некоторые данные электрических ламп общего назначения приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Сравнительные характеристики ламп общего назначения

Тип ламп (источника света)	Номинальная мощность, Вт	Средняя продолжительность горения, ч	Световая отдача, лм/Вт
1	2	3	4
Лампы накаливания	15-1500	1000	10-20
Люминесцентные лампы низкого давления	7-80	6000-15000	35-80
Дуговые ртутные лампы типа ДРЛ	125-1000	12000-20000	40-60
Металлогалогенные лампы типа ДРИ	125-3500	3000-10000	55-100

Окончание табл. 6.1

1	2	3	4
Натриевые лампы высокого давления типа ДНаТ	50-1000	10000-20000	80-125
Ксеноновые трубчатые лампы	2000-50000	400-1350	20-50

К основным достоинствам ламп накаливания следует отнести невысокую стоимость, удобство и простоту эксплуатации, наличие разнообразных конструкций на разные напряжения и мощности возможность работы, как на переменном, так и на постоянном токе, а также отсутствие пульсации светового потока.

Недостатками этого вида источников света являются низкие значения световой отдачи и средней продолжительности горения, невысокий уровень цветопередачи (кроме галогенных), недостаточная механическая прочность и чувствительность к колебаниям напряжения.

Газоразрядные лампы имеют высокую световую отдачу, достаточно большой срок службы, а также хорошие уровни цветопередачи (особенно у люминесцентных ламп низкого давления и ламп типа ДРИ), что является их несомненным достоинством.

Однако, следует иметь в виду, что все газоразрядные лампы при питании переменным током дают световой поток, пульсирующий с удвоенной частотой тока, что вызывает повышенную утомляемость глаз и может приводить к возникновению, стробоскопического эффекта, который заключается в следующем. Если включить одну лампу в сеть переменного тока и наблюдать за каким-либо вращающимся или движущимся предметом, то при определенной частоте его вращения может создаться иллюзия, что предмет вращается в противоположном направлении или находится в неподвижном состоянии. При перемещении объекта с постоянной скоростью создается неверное представление, что он движется как бы скачкообразно.

Стробоскопические явления вредны для зрения и особенно опасны в производственных условиях, так как могут быть причиной травматизма. Для устранения явлений стробоскопии могут применяться многоламповые светильники с пускорегулирующими аппаратами, создающими искусственный сдвиг фазы напряжения переменного тока, электронные пускорегулирующие аппараты, специальные схемы включения газоразрядных ламп, а также подключение соседних светильников к разным фазам трехфазной сети.

Выбор типа источника света определяется следующими основными факторами:

- электрическими характеристиками (напряжением, мощностью, родом тока, силой тока);
- функциональными светотехническими параметрами (световым потоком, силой света, цветовой температурой, спектральным составом излучения);
- конструктивными параметрами (диаметром колбы, полной длиной ламп);
- средней продолжительностью горения;
- стабильностью светового потока;
- экономичностью (стоимостью и световой отдачей источника света).

С учетом указанных факторов в осветительных установках там, где это возможно, в первую очередь следует применять газоразрядные лампы высокого и низкого давления.

Применение газоразрядных ламп исключается, если питание установки осуществляется от сети постоянного тока или если возможно понижение напряжения более чем на 10 % от номинального. Необходимость быстрого включения ламп после кратковременного исчезновения напряжения не позволяет применять лампы ДРЛ и ДРИ. При температуре окружающей среды ниже 5°C освещение с помощью люминесцентных ламп в ряде случаев может оказаться малоэффективным. Для местного освещения применяют лампы накаливания

на напряжении 12 – 42 В. Лампы общего освещения питаются, как правило, на напряжении 230 В.

Важное значение при выборе источников света имеют их цветопередача и экономичность. В некоторых отраслях промышленности, таких как машиностроение, металлургия и др., в большинстве производственных помещений, как правило, не предъявляются жесткие требования к цветопередаче источников света. Основное требование к искусственному освещению в данном случае сводится к различению окружающих предметов и лиц людей, работающих в данном помещении, а не к правильной цветопередаче. Поэтому в помещениях, в которых необязательно обеспечивать высокий уровень цветопередачи, при выборе ламп для освещения решающую роль играют технико-экономические характеристики источников света.

Когда к цветопередаче предъявляются повышенные требования и необходимо, чтобы цвета воспринимались как при дневном свете (цеха швейных и меховых фабрик, торговые предприятия, музеи и выставки), применение ламп накаливания не обеспечивает желаемого результата. В таких случаях можно использовать люминесцентные лампы (кроме ЛТБ), которые значительно лучше осуществляют цветопередачу, чем лампы накаливания. Люминесцентные лампы по цветопередаче можно расположить в следующей очередности от лучших к худшим: ЛЕЦ, ЛДЦ, ЛД, ЛХБ, ЛБ.

Основным источником света для общего освещения производственных помещений являются газоразрядные лампы. Так как производственные помещения промышленных объектов имеют, как правило, значительную высоту, то для их освещения обычно применяются газоразрядные лампы высокого давления. В общественных зданиях и служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий чаще всего применяются люминесцентные лампы низкого давления.

Определяющее значение при выборе типа источников света имеют высота помещения и требования к цветопередаче. При одном и том же уровне освещенности число светильников с люминесцентными лампами низкого давления всегда значительно больше, чем при использовании ламп типа ДРЛ. Повышенная трудоемкость обслуживания светильников со значительными габаритами особенно сказывается в высоких помещениях, заставляя уже по одной этой причине отдавать предпочтение лампам типа ДРЛ или ДРИ. Следует учитывать также, что лампы типа ДРЛ имеют высокий коэффициент пульсации светового потока.

Применение люминесцентных ламп низкого давления может быть обосновано в помещениях высотой не более 6 – 8 м при повышенных требованиях к цветопередаче и выполнении работ высокой точности, при которых лампы типа ДРЛ противопоказаны. В таких случаях в основном применяются лампы типа ЛБ, как наиболее экономичные.

Газоразрядные лампы высокого давления типа ДРЛ и ДРИ используются для освещения помещений высотой 6 – 20 м, а также для наружного освещения.

Основные технические характеристики наиболее распространенных в освещении источников света приведены в табл. 6.2 – 6.6.

Таблица 6.2

Технические данные ламп накаливания общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения		
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
1	2	3	4
Б220-230-60	60	730	12,2
БК220-230-60		800	13,3

Окончание табл. 6.2

1	2	3	4
Б220-230-100	100	1380	18,8
БК220-230-100		1500	15,0
Г220-230-150	150	2090	13,9
Г220-230-200	200	2950	14,7
Г220-230-300	300	4850	16,1
Г220-230-500	500	8400	16,8
Г220-230-1000	1000	18800	18,8

Таблица 6.3

## Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Номинальные значения			Продолжительность горения, ч	
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	средняя	минимальная
ЛБ40	40	3200	80,0	15000	6000
ЛБ65	65	4800	73,9	15000	6000
ЛБ80	80	5400	67,5	12000	4800

Таблица 6.4

## Технические данные энергоэкономичных люминесцентных ламп

Тип лампы	Номинальные значения			Продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ЛБ18	18	1250	69,4	15 000
ЛДЦ18		850	47,2	
ЛБ36	36	3050	84,7	
ЛДЦ36		2200	61,0	
ЛБ58	58	4800	82,8	

Таблица 6.5

## Технические данные ртутных ламп высокого давления общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
1	2	3	4	5
ДРЛ250	250	13 500	54,0	12000

Окончание табл. 6.5

1	2	3	4	5
ДРЛ400	400	24 000	60,0	15 000
ДРЛ700	700	41 000	58,6	20000
ДРЛ1000	1000	59 000	59,0	18000

Таблица 6.6

Технические характеристики металлогалогенных ламп типа ДРИ общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ДРИ 125	125	8 300	66,4	3000
ДРИ 175	175	12000	68,6	4000
ДРИ 250	250	19 000	76,0	10000
ДРИ 400	400	35 000	87,5	10000
ДРИ 700	700	60 000	85,7	9000
ДРИ 1000	1000	90 000	90,0	9000
ДРИ 2000	2000	190 000	95,0	2000
ДРИ 3500	3500	350 000	100,0	1500

### 6.3. Выбор светильников

В соответствии с ГОСТ 16703-79 световым прибором (СП) называют устройство, содержащее одну или несколько электрических ламп и светотехническую арматуру, перераспределяющее свет электрических ламп или преобразующее структуру света и предназначенное для освещения или сигнализации.

Различают следующие типы световых приборов: светильник, прожектор, проектор. Для систем внутреннего и наружного освещения промышленных предприятий в качестве световых приборов, как правило, применяются светильники.

Важнейшей светотехнической характеристикой светильника является кривая силы света (КСС), которая характеризует распределение светового потока по отдельным направлениям пространств.

Существует семь типовых КСС: К – концентрированная; Г – глубокая; Д – косинусная; Л – полуширокая; Ш – широкая; М – равномерная; С – синусная. Поскольку все многообразие светильников не всегда возможно описать типовыми КСС, то в ряде случаев указывается уточненное ее значение в зависимости от коэффициента формы и зоны возможных направлений максимальной силы света.

В некоторых светотехнических расчетах необходимо учитывать коэффициент полезного действия (КПД) светильника, который представляет собой отношение светового потока светильника к световому потоку его ламп.

Стационарные светильники подразделяют на подвесные, которые крепят к опорной поверхности снизу при помощи элементов подвеса высотой более 0,1 м; потолочные, которые крепят к потолку непосредственно или с помощью элементов крепления высотой не более 0,1 м; встраиваемые, которые крепят в отверстие в потолке, стене или встраивают в оборудование, и другие.

Конструкция светильника должна соответствовать условиям окружающей среды. Степень защиты оболочек светильников должна быть не ниже IP20 для внутреннего и IP53 – для наружного освещения.

Светильники, предназначенные для внутренней и наружной установки в местах, где могут возникать смеси горючих газов, паров или пыли с воздухом, способные взрываться при наличии источника зажигания, а также для подземных выработок шахт, в том числе опасных по газу или пыли, должны иметь взрывозащищенное исполнение.

В соответствии с ГОСТ 13828-74 светильникам присваивают условное обозначение следующей структуры:

[1] [2] [3] [4] – [5]x[6] – [7] – [8]

1 – буква, обозначающая источники света: Н – лампы накаливания общего назначения; С – лампа-светильник (зеркальные и диффузные); И – кварцевые галогенные лампы накаливания (ГЛН); Л – прямые трубчатые ЛЛ; Ф – фигурные ЛЛ; Р – ртутные лампы типа ДРЛ; Г – ртутные лампы типа ДРИ; Ж – натриевые лампы типа ДНаТ; Б – бактерицидные лампы; К – ксеноновые трубчатые лампы;

2 – буква, обозначающая способ установки светильника: С – подвесной; П – потолочный; В – встраиваемый; Д – пристраиваемый; Б – настенный; Н – настольный, опорный; Т – напольный, венчающий; К – консольный, торцевой; Р – ручной; Г – головной;

3 – буква, обозначающая основное назначение светильника: П – для промышленных и производственных зданий; О – для общественных зданий; Б – для жилых (бытовых) помещений; У – для наружного освещения; Р – для рудников и шахт; Т – для кинематографических и телевизионных студий;

4 – число, обозначающее номер серии (от 01 до 99);

5 – обозначение числа ламп в светильнике, при этом для одноламповых это число не указывается и знак «х» не ставится, а мощность лампы указывается непосредственно после черточки;

6 – число, обозначающее мощность ламп в ваттах;

7 – число, обозначающее номер модификации светильника (от 001 до 999);

8 – буквы и числа, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения (например, УЗ – умеренный климат и эксплуатация в закрытых неотапливаемых помещениях; У4 – умеренным климат и эксплуатация в помещениях с искусственным регулированием климатических условий; УХЛ5 – умеренный и холодный климат и эксплуатация в особо сырых помещениях).

Технические характеристики основных светильников с лампами накаливания, люминесцентными лампами низкого давления, с лампами типа ДРЛ, ДРИ и ДНаТ для производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды даны в табл. 6.7 – 6.10.

Таблица 6.7

Технические данные светильников с лампами накаливания

Тип светильника	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты
НПП03-100-001М	Д	75	IP64
НСП11-200-231		65	IP62
НСП11-500	М	77	IP52
НСП17-200-003-(103)	Л	80	IP20 5'0
НСП17-500-004-(104)	Г		
НСП17-1000-004-(104)			
НСП21-100-001	Д	80	5'3
НСП22-500-111	К	70	5'0

Таблица 6.8

## Технические данные светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Габаритные размеры, мм	
ЛВП 04-4x65-001	ЛБ65	Л	51	IP54	1630x545x405	
ЛВП 05-4x65-001			52		1630x545x435	
ЛВП 06-5x65-001			52		1630x545x440	
ЛСП 02-2x40-19-21	ЛБ40	Л	70	IP20	1234x280x159	
ЛСП 02-2x65-01-03	ЛБ65		75		1534x280x159	
ЛСП 10-36	ЛБ36		84	IP 65	1248x124x170	
ЛСП 10-58	ЛБ58				1548x124x170	
ЛСП 10-2x36	ЛБ36				1248x170x170	
ЛСП 10-2x58	ЛБ58				1548x170x170	
ЛСП 13-2x40-002	ЛБ40		Г, Л	70	IP20	1246x480x150
ЛСП 13-2x65-003	ЛБ65					1546x480x156
ЛСП 18-18	ЛБ18		Д	70	5'4	720x152x204
ЛСП 8-36	ЛБ36					1330x152x204
ЛСП 18-58	ЛБ58	1630x152x204				
ЛСП 18-2x18	ЛБ18	720x270x204				
ЛСП 18-2x36	ЛБ36	1330x270x204				
ЛСП 18-2x58	ЛБ58	1630x270x204				
ЛСП 22-2x65-101	ЛБ65	5'0			70	1625x280x215
ПВЛМ-ДО-2x40-01	ЛК40					1325x276x215

Светильники серии ПВЛМ, предназначенные для общего освещения сырых и пыльных производственных помещений, имеют несколько иную структуру условного обозначения: ПВ – пылевлагозащищенный; Л – люминесцентный; М – модернизированный; ДО – особенности отражателя (Д – диффузный; О – с отверстиями в отражателе); 2 – число ламп; 40 – мощность одной лампы и последние две цифры – модификация светового прибора по способу установки (01 – на штанге; 02 – на потолке).

Таблица 6.9

## Технические данные светильников с лампами типа ДРЛ

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты
1	2	3	4	5
РСП 05-250	ДРЛ250	Д, Г	70	IP20
РСП 05-400	ДРЛ400			
РСП 05-700	ДРЛ700			
РСП 05-1000	ДРЛ1000			
РСП 08-250	ДРЛ250		75	IP54
РСП 08-700	ДРЛ700		60	
РСП 13-700	ДРЛ700		71	5'4
РСП 13-1000	ДРЛ1000			

Окончание табл. 6.9

1	2	3	4	5
РСП 18-250	ДРЛ250		70	IP20
РСП 18-400	ДРЛ400			
РСП 18-700	ДРЛ700			
РСП 18-1000	ДРЛ1000			

Светильники с люминесцентными лампами рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 230 В с частотой 50 Гц с применением соответствующей пускорегулирующей аппаратуры.

Для указания путей эвакуации людей предназначены светильники с пиктограммой «Выход» типа ЛБ022-6 со степенью защиты IP54 с люминесцентной лампой мощностью 6 Вт. Кроме того, светильники типа ЛБО укомплектованы автономным источником питания (аккумуляторной батареей) для работы в аварийных режимах. Светильники типа ЛБО (без пиктограмм) могут применяться также для освещения лестничных площадок, коридоров и т.п.

Встраиваемые светильники типа ЛВП04, ЛВП05, ЛВП06 могут использоваться для общего освещения производственных помещений, имеющих технический этаж, с которого и производится обслуживание светильников.

Светильники типа ЛВП04 могут устанавливаться в помещениях, как с нормальной средой, так и с повышенной запыленностью или влажностью.

Светильники типа ЛВП05, ЛВП06 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, а также помещений с технологическим микроклиматом. При этом рассеиватель светильника типа ЛВП06 может быть изготовлен из светотехнического органического стекла (модификации 001 и 002) или выполнен в виде светорассеивающей решетки из полистирола (модификация 003). Конструкция светильников предусматривает использование энергоэкономичных люминесцентных ламп мощностью 58 Вт.

В производственных помещениях с нормальными условиями окружающей среды используются светильники типа ЛСП02 и ЛСП13, которые могут устанавливаться либо по отдельности, либо стыковаться в непрерывную линию. При этом светильники ЛСП13 с КСС типа Л применяют для освещения относительно низких помещений (высотой до 4,5 м), в которых требуется создать высокие отношения вертикальной освещенности к горизонтальной, а также для локализованного освещения конвейеров с двухсторонним расположением рабочих мест. Светильники с КСС типа Г служат для освещения помещений высотой до 12 м и создания высоких уровней освещенности при хорошем качестве освещения. В частности, они могут использоваться и для освещения механических, сборочных и т.п. цехов.

Таблица 6.10

Технические данные светильников с лампами типа ДРИ

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Коэффициент мощности
1	2	3	4	5	6
ГСП 01-125	ДРИ125	Л	60	IP54	0,50
ГСП 04-250	ДРИ250	К, Г	60...65	IP23, IP54	0,45...0,85
ГСП 04-400	ДРИ400	Г, Д	60...65	IP23, IP54	0,45...0,85
ГСП 05-175	ДРИ175	М	70	IP54	0,85
ГСП 07-175		К, Г	70...60	IP23, IP54	

Окончание табл. 6.10

1	2	3	4	4	6						
ГСП 09-700	ДРИ700	Г	70	IP23							
ГСП 09-700			60	IP54							
ГСП 09-1000			60	IP23							
ГСП 09-1000			70	IP54							
ГСП 15-400-101			ДРИ400			75	IP54	0,32			
ГСП 15-400-102											
ГСП 17-700-014	ДРИ700-5				IP20, 5'0	0,32					
ГСП 17-700-114											
ГСП 17-700-024	ДРИ700			К			70	IP20, 5'0	0,32		
ГСП 17-700-124											
ГСП 17-700-015		ДРИ2000	Г	IP20	0,53						
ГСП 17-700-115											
ГСП 17-700-025			ДРИ2000-6			Д				IP20	0,32
ГСП 17-700-125											
ГСП 17-2000-014	ДРИ250-5	Г	75		IP20	0,32					
ГСП 17-2000-024											
ГСП 17-2000-015	ДРИ250-5	К		75			IP20	0,32			
ГСП 17-2000-025											
ГСП 18-250-004	ДРИ400-5	Д							70	IP20	0,32
ГСП 18-250-005											
ГСП 18-250-006	ДРИ400-5	Г	75		IP20	0,32					
ГСП 18-400-004											
ГСП 18-400-005	ДРИ700-5	К		75			IP20	0,32			
ГСП 18-400-006											
ГСП 18-700-004	ДРИ700-5	Д							70	IP20	0,32
ГСП 18-700-005											
ГСП 18-700-006	ДРИ700-5	Г	75		IP20	0,32					
ГСП 18-700-006											
ГСП 19-700	ДРИ700-5	Г		60...70			IP23, IP54	0,85			
ГСП 19-1000											
ГСП 19-1000	ДРИ1000-5	Г		60...70			IP23, IP54	0,85			
ГСП 20-2000	ДРИ2000	К		60...70			IP23, IP54				

Для освещения сырых и пыльных производственных помещений применяются светильники типа ЛСП22.

Светильники с газоразрядными лампами высокого давления для производственных помещений выпускаются унифицированными сериями на основе единого корпуса и отражателей различного профиля. Как правило, их выполняют подвесными.

Выбор светильников с газоразрядными лампами высокого давления зависит от нормируемой освещенности и строительных параметров освещаемого помещения. Для осветительных установок нормируемыми освещенностями от 150 до 500 лк можно воспользоваться следующими обобщенными рекомендациями:

– светильники с лампами типа ДРЛ мощностью от 250 до 200 Вт, имеющие КСС типа Д целесообразно применять в помещениях высотой до 6 – 7 м при строительном модуле 6х6 м и высотой до 9 – 12 м при строительных модулях 6х12, 6х18 и 6х24 м;

– светильники с лампами ДРЛ мощностью от 250 до 2000 Вт имеющие КСС типа Г, целесообразно использовать в более высоких помещениях; при строительном модуле 6х6 м – до

высот 10 – 11 м при модуле 6x12 м – до 12 – 13 м, при модулях 6x18, 12x18 и 6x24 м – до 18 – 20 м;

– светильники с лампами ДРИ (мощностью от 250 до 2000 Вт) имеющие КСС типа Д, целесообразно применять в помещениях высотой 6 – 7 м при строительных модулях 6x6, 6x12, 6x18, 6x24 м и высотой до 9 м при строительном модуле 12x18 м;

– светильники с лампами ДРИ (мощностью от 250 до 2000 Вт) имеющие КСС типа Г целесообразно использовать в соответственно более высоких помещениях: при строительном модуле 6x6 м – до высоты 11 м, при строительном модуле 6x12 м – до высоты 14,5 м при модулях 6x18, 12x18 и 6x24 м – до высот 16 – 20 м.

При выборе светильников необходимо учитывать следующие основные положения.

Конструктивное исполнение светильников должно обеспечивать их пожарную безопасность и электробезопасность при работе и обслуживании, надежность, долговечность и стабильность характеристик в данных условиях среды, а также удобство эксплуатации.

В жарких помещениях могут использоваться светильники любых степеней защиты, но по возможности следует избегать применения светильников с замкнутыми стеклянными колпаками. В светильниках с люминесцентными лампами необходимо применять амальгамные лампы.

Для пыльных помещений степень защиты световых приборов должна выбираться в зависимости от количества и характера пыли. Предпочтительным является применение СП со степенью защиты IP6X или IP5X. В случае необходимости упрощения обслуживания осветительных установок допускается применение светильников со степенью защиты 6'X и 5'X, а при непроводящей ток пыли – IP2X.

#### 6.4. Выбор места расположения светильников

При локализованном освещении вопрос о выборе места расположения светильника должен решаться индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от характера деятельности.

При общем равномерном освещении, а по возможности и при локализованном освещении, светильники с лампами накаливания, лампами типов ДРЛ, ДРИ и натриевыми лампами рекомендуется располагать по вершинам квадратных, прямоугольных (с отношением большей стороны прямоугольника к меньшей не более 1,5) или ромбических (с острым углом ромба близким к 60°) полей (рис. 6.1).

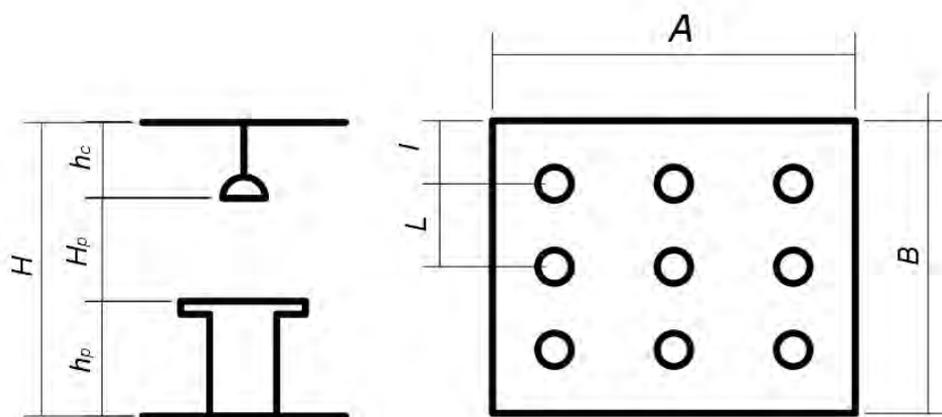


Рис. 6.1. Размещение светильников

Для размещения светильников должны быть известны следующие размеры:

$H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота расчетной поверхности над полом, м (если значение  $h_p$  неизвестно, то принимается высота условной рабочей поверхности 0,8 м);

$h_c$  – расстояние от светильника до перекрытия («свес»), м (принимается 0-1,5 м);

$L$  – расстояние между соседними светильниками в ряду или рядами светильников, м;

$H_p$  – расчетная высота от условной рабочей поверхности до светильника, м:

$$H_p = H - h_c - h_p,$$

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены, м (принимается  $(0,3 - 0,5)l$ , в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест);

$A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения, м.

Распределение освещенности по освещаемой поверхности определяется типом кривой силы света и отношением расстояния между соседними светильниками или рядами к высоте их установки над рабочей поверхностью ( $L/H_p$ ). Для каждой КСС существует наиболее выгодное значение, обеспечивающее наибольшую равномерность распределения освещенности и максимальную энергетическую эффективность (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Рекомендуемые значения отношений  $L/H_p$ 

$L/H_p$	Тип КСС				
	К	Г	Д	М	Л
	0,4-0,7	0,8-1,1	1,4-1,6	1,8-2,6	1,6-1,8

Допускается увеличение указанных в табл. 6.11 значений отношений  $L/H_p$ , не более чем на 30 % , кроме КСС типа К.

Определив  $H_p$  и задавшись значением  $L/H_p$ , вычисляют расстояние  $L$ .

Далее производится расчет числа рядов светильников:

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1,$$

а также числа светильников в ряду:

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1.$$

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния:

между рядами светильников:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1},$$

между центрами светильников в ряду:

$$L_A = \frac{A - 2l}{N_R - 1}.$$

Для прямоугольных помещений проверяется условие:

$$1 < L_A/L_B < 1,5.$$

Если  $L_A/L_B < 1$ , то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

В тех случаях, когда  $L_A/L_B > 1,5$ , необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один.

Общее число светильников определяем по формуле:

$$N_{CB} = R \cdot N_R.$$

Светильники с люминесцентными лампами могут располагать вплотную друг к другу либо с разрывами (не более  $0,5 H_p$ ).

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду:

$$L_A = \frac{A - 2l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1},$$

где  $l_c$  – длина одного светильника.

В процессе расчетов необходимо следить, чтобы суммарная длина светильников с люминесцентными лампами в одном ряду не превышала длины помещения.

### **6.5. Методы светотехнического расчета электрического освещения**

При проектировании осветительных установок целью расчета является определение числа и мощности ламп светильников, необходимых для обеспечения заданной освещенности.

Если для освещения предусматриваются лампы накаливания или газоразрядные лампы высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и другие, то число и месторасположение светильников определяют до расчета освещения, а в процессе расчета находят необходимую мощность источника света.

При использовании люминесцентных ламп сначала намечают число и расположение рядов светильников, а затем определяют количество и мощность ламп, установленных в каждом ряду.

В результате светотехнического расчета освещения вычисляется значение светового потока принятого источника света  $\Phi_{лр}$ , на основании которого по справочной литературе выбирается стандартная лампа определенной мощности и светового потока, значение которого не должно отличаться от  $\Phi_{лр}$  более чем на  $-10...+20\%$ . Если такой источник подобрать не удастся, то принимается лампа со значением светового потока, ближайшим к  $\Phi_{лр}$ , а далее корректируется число светильников в помещении и осуществляется повторный расчет освещения.

Для расчета освещения применяются два основных метода: коэффициента использования светового потока и точечный метод. Метод коэффициента использования

светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Точечный метод следует использовать для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности. Данный метод применяется при расчете общего равномерного освещения (при наличии существенных затенений), местного, общего локализованного, аварийного, а также освещения наклонных поверхностей.

**Метод коэффициента использования светового потока.** Расчетное значение светового потока одной лампы в каждом светильнике определяется по следующей формуле:

$$\Phi_{лр} = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{OУ}}$$

где  $E_H$  – нормируемое значение освещенности, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса (для торговых предприятий значение коэффициента  $K_3$  принимают равным 1,6);

$F$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$\eta_{OУ}$  – коэффициент использования светового потока осветительной установки, о.е.;

$z$  – отношение средней освещенности к минимальной.

Коэффициент  $z$  характеризует неравномерность освещенности и в значительной степени зависит от соотношения  $L/H_p$ . Если это соотношение находится в диапазоне рекомендуемых значений (табл. 6.11), то можно принять:

$z = 1,15$  – для ламп накаливания, газоразрядных ламп высокого давления типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и др.;

$z = 1,10$  – для люминесцентных ламп, расположенных в виде светящихся линий.

Под коэффициентом использования светового потока понимают отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, к световому потоку источника света. Его значение принимается по табл. 6.12 в зависимости от коэффициентов отражения поверхностей помещения: потолка –  $p_n$ , стен –  $p_c$  (табл. 6.13), расчетной поверхности –  $p_p$  (обычно принимается 0,1) и от индекса помещения.

Таблица 6.12

Коэффициент использования светового потока

Тип КСС	Значение $\eta_{OУ}, \%$											
	при $p_n = 0,7; p_c = 0,5; p_p = 0,3$ и $i_n$ равно						при $p_n = 0,7; p_c = 0,5; p_p = 0,1$ и $i_n$ равно					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	35	50	61	73	83	95	34	47	56	66	75	86
Д-1	36	50	58	72	81	90	36	47	56	63	73	79
Д-2	44	52	68	84	93	103	42	51	64	75	84	92
Г-1	46	60	75	90	101	106	48	57	71	82	89	94
Г-2	58	68	82	96	102	109	55	64	78	86	92	96
Г-3	64	74	85	95	100	105	62	70	79	80	90	93
Г-4	70	77	84	90	94	99	65	71	78	83	86	87
К-1	74	83	90	96	100	106	69	76	83	88	91	92
К-2	75	84	95	104	108	115	71	78	87	95	97	100
К-3	76	85	96	106	110	116	73	80	90	94	99	102

Окончание табл. 6.12

Тип КСС	Значение $\eta_{ov}, \%$											
	при $p_{\Pi}=0,7; p_c=0,3; p_p = 0,1$ и $i_n$ равном						при $p_{\Pi}=0,5; p_c=0,5; p_p = 0,3$ и $i_n$ равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
Л	32	49	59	71	83	91	31	46	55	65	74	83
М	26	36	46	56	67	80	32	45	55	67	74	84
Д-1	28	40	49	59	68	74	36	48	57	66	76	85
Д-2	33	43	56	74	80	76	42	51	65	71	90	85
Г-1	42	52	69	78	73	76	45	56	65	78	76	84
Г-2	48	60	73	84	90	94	55	66	80	92	96	403
Г-3	57	66	76	84	84	91	63	72	83	91	96	100
Г-4	62	69	76	81	84	85	68	73	81	87	91	94
К-1	65	73	81	86	89	90	70	78	86	92	96	100
К-2	67	75	84	93	97	100	72	80	91	99	103	108
К-3	68	77	86	95	98	101	74	83	93	101	106	170
Л	24	40	50	62	71	77	32	47	57	69	79	90
Тип КСС	Значение $\eta_{ov}, \%$											
	при $p_{\Pi}=0,5; p_c=0,5; p_p = 0,1$ и $i_n$ равном						при $p_{\Pi}=0,5; p_c=0,3; p_p = 0,1$ и $i_n$ равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	31	43	53	63	72	80	23	36	45	56	65	75
Д-1	34	47	54	63	70	77	27	40	48	55	65	73
Д-2	40	48	61	74	82	84	33	42	52	69	75	86
Г-1	44	53	69	77	83	80	41	48	64	76	70	88
Г-2	53	63	76	85	90	94	48	58	72	83	86	93
Г-3	61	68	78	84	88	91	57	65	75	83	86	90
Г-4	65	71	78	81	84	85	62	68	74	81	83	85
К-1	68	77	83	86	89	90	64	73	80	86	88	90
К-2	71	78	87	93	98	99	68	74	84	92	93	99
К-3	72	79	88	94	97	99	68	76	85	93	95	99
Л	30	45	55	65	70	78	24	40	49	60	70	76
Тип КСС	Значение $\eta_{ov}, \%$											
	при $p_{\Pi}=0,3; p_c=0,1; p_p = 0,1$ и $i_n$ равном						при $p_{\Pi}=0,1; p_c=0,1; p_p = 0,1$ и $i_n$ равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	17	29	38	46	58	67	16	28	38	45	55	65
Д-1	27	35	42	52	61	68	21	33	40	49	58	66
Д-2	28	36	48	63	75	81	25	33	47	61	70	78
Г-1	35	45	60	73	68	77	34	44	56	71	68	74
Г-2	43	54	68	79	85	90	43	53	66	77	82	86
Г-3	53	62	73	80	84	86	53	61	71	78	82	85
Г-4	61	66	72	78	81	83	59	65	71	78	80	81
К-1	62	71	77	83	86	88	60	69	77	84	85	86
К-2	[j>8]	72	80	89	93	97	65	71	79	88	92	95
К-3	64	73	83	90	94	97	64	72	81	88	91	94
Л	20	35	44	48	65	69	17	33	42	53	63	70
Л-Ш	-	-	-	-	-	-	12	26	35	47	58	68
Ш	-	-	-	-	-	-	9	17	25	36	49	62

Таблица 6.13

## Коэффициенты отражения стен и потолка

Отражающая поверхность	Коэффициенты отражения, %
Плоскость с белой поверхностью (побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами)	70
Плоскость со светлой поверхностью	50
Плоскость с серой поверхностью	30
Плоскость с темной поверхностью (окрашенные темные потолки и стены, сплошное остекление без штор, стены с темными обоями)	10

$$i_{\Pi} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}.$$

По найденному значению  $\Phi_{лр}$  выбирается лампа ближайшей стандартной мощности, значение светового потока которой отличается от  $\Phi_{лр}$  не более, чем на -10...+20 %.

При расчете люминесцентного освещения первоначально намечается число рядов  $R$ , которое подставляется в формулу вместо  $N$  и тогда под  $\Phi_{лр}$  следует подразумевать световой лоток ламп одного ряда  $\Phi_{Rp}$ :

$$\Phi_{Rp} = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{OY}}.$$

Далее определяется количество светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{CB} \cdot \Phi_{Л}},$$

где  $n_{CB}$  – число ламп в одном светильнике;

$\Phi_{Л}$  – световой поток одной лампы, лм.

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду не должно превышать  $0,5H_p$ .

**Расчет освещенности по удельной мощности.** Метод расчета освещенности по удельной мощности является одним из упрощенных вариантов расчета освещенности с применением коэффициента использования.

Удельная мощность осветительной установки определяется по формуле:

$$p_y = \frac{P_{Л} \cdot N}{F}, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $P_{Л}$  – мощность одной лампы, Вт;

$N$  – число ламп;

$F$  – площадь освещаемой поверхности, м<sup>2</sup>.

Приняв значение удельной мощности в соответствии с заданными условиями, можно определить расчетное значение требуемой мощности одной лампы:

$$P_{р/л} = \frac{p_y \cdot F}{N}, \text{ Вт,}$$

по которому выбирается лампа ближайшей стандартной мощности (табл. 6.14 – 6.16).

Таблица 6.14

Удельная мощность общего равномерного освещения светильников  
с лампами накаливания мощностью 100-200 Вт

Н <sub>р,м</sub>	F,м <sup>2</sup>	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup> , светильников с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
1	2	3	4	5	6	7	8
	10-15	28,8	25,4	24,3	20,1	17,5	16,9
	15-25	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,8
2-3	25-50	20,5	18,4	17,5	15,2	13,7	13,3
	50-150	16,9	15,2	13,9	12,7	12,0	11,7
	150-300	14,8	13,2	12,9	11,7	11,2	11,8
	Свыше 300	13,0	12,1	11,5	11,1	10,8	10,8
	10-15	50,8	41,1	33,4	26,7	22,2	21,3
	15-25	38,1	32,3	28,1	22,7	19,1	18,7
	20-30	28,8	25,4	24,3	20,1	17,2	16,9
3-4	30-50	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,9
	50-120	19,8	17,8	16,7	14,6	13,2	13,0
	120-300	16,9	15,0	13,9	12,6	11,9	11,9
	Свыше 300	13,5	12,7	12,1	11,4	11,0	11,0
	10-17	97,1	62,8	53,4	36,8	28,1	28,8
	17-25	59,3	46,4	38,1	28,8	23,7	23,7
	25-35	42,7	38,1	30,5	24,3	20,5	20,9
4-6	35-50	33,3	28,8	26,0	21,3	18,4	18,1
	50-80	24,3	22,2	22,2	18,7	16,2	15,7
	80-150	21,8	19,4	18,7	16,2	14,4	14,0
	150-400	18,4	16,4	15,2	13,7	12,6	12,3
	Свыше 400	14,4	13,3	12,7	11,7	11,4	11,1

Примечание. Освещенность – 100 лк;  $p_n = 0,5$ ;  $p_c = 0,3$ ;  $p_p = 0,1$ ;  $K_3 = 1,3$   $z = 1,15$ ; условный КПД = 100 %.

Таблица 6.15

Удельная мощность общего равномерного освещения светильников  
с лампами накаливания мощностью 100-200 Вт

Н <sub>р,м</sub>	F,м <sup>2</sup>	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup> , светильников с КСС					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
	10-15	46,5	37,6	30,5	21,4	20,3	19,5
	15-20	34,9	29,6	25,7	20,8	19,4	17,1
2-3	20-30	26,4	23,3	22,2	18,4	15,8	15,5
	30-50	21,2	18,8	18,8	16,0	13,9	13,7
	50-120	18,1	16,3	15,3	13,4	12,1	11,9
	120-300	15,5	13,8	12,7	11,5	10,8	10,8
	Свыше 300	12,4	11,6	11,1	10,4	10,1	10,1
	10-17	88,8	57,5	48,8	33,7	25,7	26,4
	17-25	54,3	42,5	34,9	26,4	21,1	21,7
	25-35	39,1	34,9	27,9	22,2	18,8	19,2
3-4	35-50	30,5	25,4	23,8	19,5	16,8	16,6
	50-80	22,2	20,4	20,4	17,1	14,8	14,4
	80-150	19,9	17,8	17,1	14,8	13,2	12,8
	150-400	16,8	15,0	14,0	12,5	11,5	11,2
	Свыше 400	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2
	25-35	75,2	54,3	42,5	30,5	24,4	23,8
	35-50	51,4	42,5	34,9	25,7	21,2	20,8
	50-65	40,7	34,9	27,9	22,7	18,8	18,4
4-6	65-90	32,6	27,9	24,4	20,3	17,1	16,8
	90-135	24,4	21,7	21,2	17,8	15,3	15,0
	135-250	20,3	18,1	18,1	15,5	13,6	13,2
	250-500	17,8	16,0	15,0	13,2	11,9	11,8
	Свыше 500	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2

Примечание. Освещенность – 100 лк;  $p_n = 0,5$ ;  $p_c = 0,3$ ;  $p_p = 0,1$ ;  $K_3 = 1,3$ ;  $z = 1,15$ ; условный КПД = 100 %.

Таблица 6.16

Удельная мощность общего равномерного освещения светильников  
с люминесцентными лампами типа ЛБ

Н <sub>р,м</sub>	F,м <sup>2</sup>	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup> , светильников с КСС			
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1
1	2	3	4	5	6
	10-15	6,1	5,2	5,0	4,1

Окончание табл. 6.16

1	2	3	4	5	6
	15-25	4,8	4,2	4,2	3,6
2-3	25-50	4,2	3,8	3,6	3,1
	50-150	3,5	3,1	2,9	2,6
	150-300	3,0	2,8	2,6	2,5
	Свыше 300	2,7	2,5	2,5	2,3
	10-15	10,5	8,5	4,9	5,5
	15-20	5,4	4,9	4,2	4,7
	20-30	5,9	5,2	5,0	4,2
3-4	30-50	3,7	3,7	4,2	3,6
	50-120	4,1	3,7	3,4	3,0
	120-300	3,5	3,1	2,9	2,6
	Свыше 300	2,8	2,6	2,3	2,3
	10-17	20,0	12,9	11,0	7,6
	17-25	12,2	9,6	7,8	5,9
	25-35	8,8	7,8	6,3	5,0
4-6	35-50	6,9	5,9	5,4	4,4
	50-80	5,0	4,6	4,6	3,8
	80-150	4,5	4,0	3,8	3,3
	150-400	3,5	3,4	3,1	2,8
	Свыше 400	3,0	2,8	2,6	2,4

*Примечание. Освещенность – 100 лк;  $p_n = 0,5$ ;  $p_c = 0,3$ ;  $p_p = 0,1$ ;  $K_3 = 1,3$   $z = 1,1$ ; условный КПД = 100%.*

Расчет по методу удельной мощности допускается производить только для общего равномерного освещения при отсутствии крупных затенений и в пределах тех данных, для которых составлены таблицы. При пользовании ими следует учитывать следующие особенности:

- если значение освещенности и коэффициента запаса, принятых для расчета, отличаются от указанных в таблице, следует производить пропорциональный перерасчет значения удельной мощности;
- если значения коэффициентов отражения поверхностей помещения отличаются от принятых в таблице (помещения более темные или более светлые), допускается соответственно увеличить или уменьшить удельную мощность на 10 %;
- значения удельной мощности для ламп накаливания указаны для напряжения 230 В;
- в таблицах указаны значения удельной мощности для КПД светильника 100 %; для получения значения удельной мощности при меньшем КПД следует табличное значение разделить на выраженный в долях единицы КПД светильника;
- при использовании для освещения помещения энергоэкономичных люминесцентных ламп мощностью 36 Вт допускается определять удельную мощность по таблице для стандартных люминесцентных ламп мощностью 40 Вт.

Перерасчет удельных мощностей с учетом фактических исходных данных можно производить по выражению:

$$P_y = \frac{P_{yT} \cdot K_3 \cdot E_H}{K_{3T} \cdot \eta \cdot 100},$$

где  $P_{yT}$  – табличное значение удельной мощности освещения;

$K_3$  и  $K_{3T}$  – фактический и табличный коэффициенты запаса;

$E_H$  – величина нормированной освещенности;

$\eta$  – КПД выбранного светильника в относительных единицах ( $\eta = 0,5 \dots 0,8$ ).

Расчет освещенности по методу удельной мощности осуществляется в следующем порядке: для освещаемого помещения определяют значения расчетной высоты  $H_p$ , нормируемой освещенности, тип и число светильников. По соответствующей таблице находится значение удельной мощности, находится расчетное значение удельной мощности одной лампы и подбирается лампа ближайшей стандартной мощности. Если расчетная мощность лампы оказывается большей, чем допускается в принятых светильниках, следует уточнить число светильников для данной мощности лампы.

### ***Точечный метод расчета освещенности***

При расчетах, проводимых точечным методом, светильник представляется точечным, т.е. его размеры считаются малыми по сравнению с расстоянием до освещаемой им точки пространства (его размеры не превышают 0,2 расстояния до освещаемой точки). К точечным источникам относятся например, прожекторы, светильники с лампами накаливания и газоразрядными лампами высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и др.

Расчету освещенности должен предшествовать выбор типа световых приборов, расположения и высоты подвеса их над рабочей поверхностью ( $H_p$ ), нормируемого значения освещенности ( $E_H$ ).

Расчетная точка освещается практически всеми светильниками, находящимися в помещении, однако учитывают обычно только действие ближайших световых приборов.

В качестве контрольных выбираются точки с наименьшей освещенностью, но не следует их принимать у стен или в углах помещения. Подобных точек есть рабочие места, то создание требуемой освещенности у них обеспечивается установкой дополнительных источников или ламп большей мощности. При расположении светильников рядами контрольная точка выбирается между рядами на расстоянии от торцевой стены, примерно равном расчетной высоте.

Освещенность элемента поверхности на горизонтальной плоскости можно рассчитать по формуле:

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{K_3 \cdot H_p^2},$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса;

$\mu$  – коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий освещенность, создаваемую от неучтенных светильников, стен и потолка (принимается равным 1,1 – 1,2).

Расчет освещенности на горизонтальной плоскости с использованием формулы осуществляется в следующем порядке:

– определяется тангенс угла падения светового луча в расчетную точку:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p};$$

– по найденному значению  $tga$  определяется угол  $a$  и  $\cos^3 a$ ;  
 – по КСС принятого светильника с условной лампой со световым потоком 1000 лм для найденного угла  $a$  определяется сила света  $I_{\alpha(1000)}$  по таблицам [3] и рассчитывается значение освещенности, создаваемой этим светильником:

$$E_{(1000)} = \frac{I_{\alpha(1000)} \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2};$$

– искомая освещенность от светильника со световым потоком  $\Phi_L$ :

$$E = \frac{E_{(1000)} \cdot \Phi_L \cdot \mu}{K_3 \cdot 1000}, \text{ лк.}$$

В случае, когда расчетная точка освещается несколькими источниками света, необходимо рассчитать освещенность от каждого источника, а искомая освещенность определяется, как их сумма:

$$\sum_{i=1}^n E = E_1 + E_2 + \dots + E_n,$$

где  $n$  – количество источников света.

Далее проверяется, обеспечивается ли требуемая освещенность в расчетной точке.

Если задана нормируемая освещенность  $E_n$  и требуется определить мощность лампы, необходимую для обеспечения этой освещенности на горизонтальной поверхности, расчетное значение светового потока лампы выражают из формулы:

$$\Phi_{ЛР} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot 1000}{E_{(1000)} \cdot \mu}, \text{ лм.}$$

С учетом вышесказанного

$$\Phi_{ЛР} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot 1000 \cdot H_p^2}{I_{\alpha(1000)} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}, \text{ лм.}$$

По найденному значению светового потока выбирается лампа стандартной мощности и светового потока, значение которого отличается от  $\Phi_{ЛР}$  более, чем на -10... +20 %.

## 6.6. Расчет освещения торгового предприятия

Необходимо произвести светотехнический расчет торгового предприятия, состоящего из: торгового зала (1), комнаты персонала (2), склада (3), моечной (4), туалета (5) и умывальника (6), план которого представлен на рис. 6.2.

На торговом предприятии установлено следующее оборудование: холодильный шкаф столбик (1), витрина пристенная «Свитязь» (2), витрина основная низкотемпературная (3), ларь «Caravell» (4), витрина холодильная «Двина» (5), водонагреватель «Ariston» (6),

электронагреватель «Термия» (7), горка универсальная 700\*500\*2148 (8), горка универсальная 1000\*500\*2148 (9), горка кондитерская (10), горка хлебная (11), стеллаж угловой (12), горка универсальная с зашивкой (13), кассовая кабина (14), стол покупателя (15), прилавок расчетный (16), прилавок стеклянный (17), прилавок глухой (18).

Произвести светотехнический расчет для помещений торгового предприятия, с учетом того, что условия окружающей среды нормальные, температура воздуха в помещении 25°C, имеется естественное освещение через окна.

Для данных расчета построить план торгового предприятия.

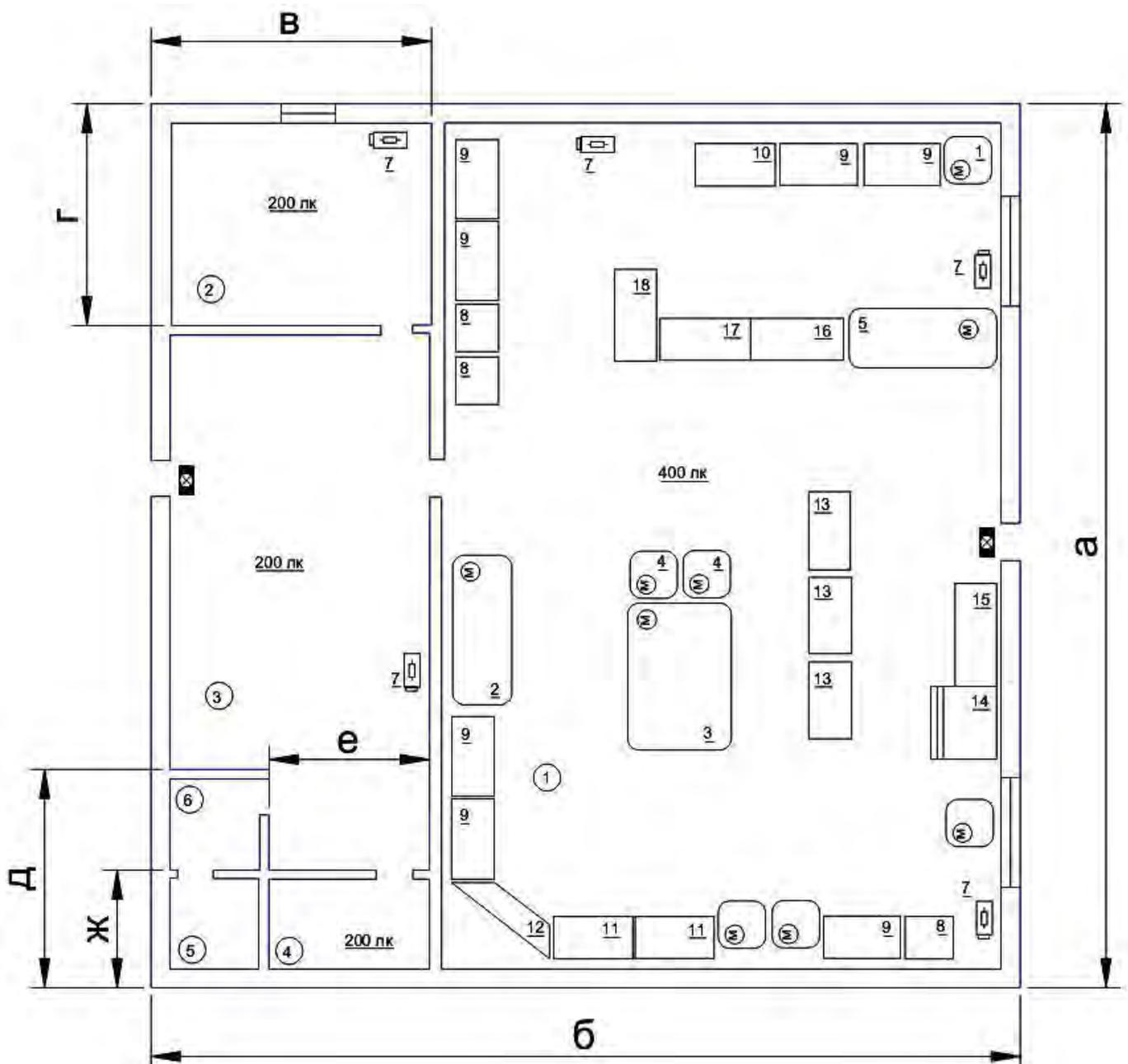


Рис. 6.2. План торгового предприятия

Порядок расчета для торгового зала следующий:

1. С учетом исходных данных из соображений экономичности и удобства эксплуатации для освещения торгового зала принимаем светильники с люминесцентными лампами типа ЛБ (табл. 6.17).

Таблица 6.17

## Исходные данные для расчета

№ вар.	а, м	б, м	в, м	г, м	д, м	е, м	ж, м	н, м
1.	9,6	9,1	2,6	2,3	2,1	1,2	1,3	3,2
2.	9,8	8,9	2,3	2,4	2,3	1,4	1,2	3,6
3.	9,4	9,3	2,4	2,2	2,4	1,3	1,1	3,4
4.	10,0	9,5	2,7	2,15	2,2	1,6	1,2	2,8
5.	9,2	8,8	2,8	2,1	2,15	1,5	1,3	2,9
6.	10,4	9,2	2,9	2,3	2,1	1,3	1,2	3,6
7.	9,6	9,6	3,0	2,4	2,1	1,2	1,1	3,8
8.	9,1	9,8	2,6	2,2	2,3	1,4	1,2	4,0
9.	8,9	9,1	2,3	2,15	2,4	1,3	1,3	3,2
10.	9,3	8,9	2,4	2,1	2,2	1,6	1,2	3,6
11.	9,5	9,3	2,7	2,3	2,15	1,5	1,1	3,4
12.	8,8	9,5	2,8	2,4	2,1	1,3	1,2	2,8
13.	9,2	8,8	2,9	2,2	2,1	1,2	1,3	2,9
14.	9,6	9,2	3,0	2,15	2,3	1,4	1,2	3,6
15.	9,8	9,6	2,6	2,1	2,4	1,3	1,1	3,8
16.	9,4	9,8	2,3	2,3	2,2	1,6	1,2	4,0
17.	10,0	9,1	2,4	2,4	2,15	1,5	1,3	3,2
18.	9,2	8,9	2,7	2,2	2,1	1,3	1,2	3,6
19.	9,6	9,3	2,8	2,15	2,1	1,2	1,1	3,4
20.	9,8	9,5	2,9	2,1	2,3	1,4	1,2	2,8

2. Производим размещение светильников. Определим высоту установки светильников  $H_p$  над освещаемой поверхностью, приняв высоту расчетной поверхности над полом  $h_p = 0,8$ , а расстояние от светильника до перекрытия  $h_c = 0,1$  м по формуле:

$$H_p = H - h_c - h_p.$$

3. Выбираем тип светильников по табл. 6.8 и выписываем их степень защиты и КСС. По табл. 6.11 принимаем значение  $L/H_p$  по заданному значению КСС.

4. Определяем расстояние между рядами светильников через известное значение  $L/H_p$ . Задаются расстоянием от крайних светильников или рядов светильников до стены  $l$ , м (принимается  $(0,3 - 0,5)l$ , в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест).

5. Определяется число рядов светильников:

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1,$$

а также число светильников в ряду:

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1.$$

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния  $L_A$  и  $L_B$ . После чего проверяется выполнение соотношения

$$1 < L_A/L_B < 1,5.$$

Если  $L_A/L_B < 1$ , то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

В тех случаях, когда  $L_A/L_B > 1,5$ , необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один.

Примерное размещение светильников представлено на рис. 6.3.

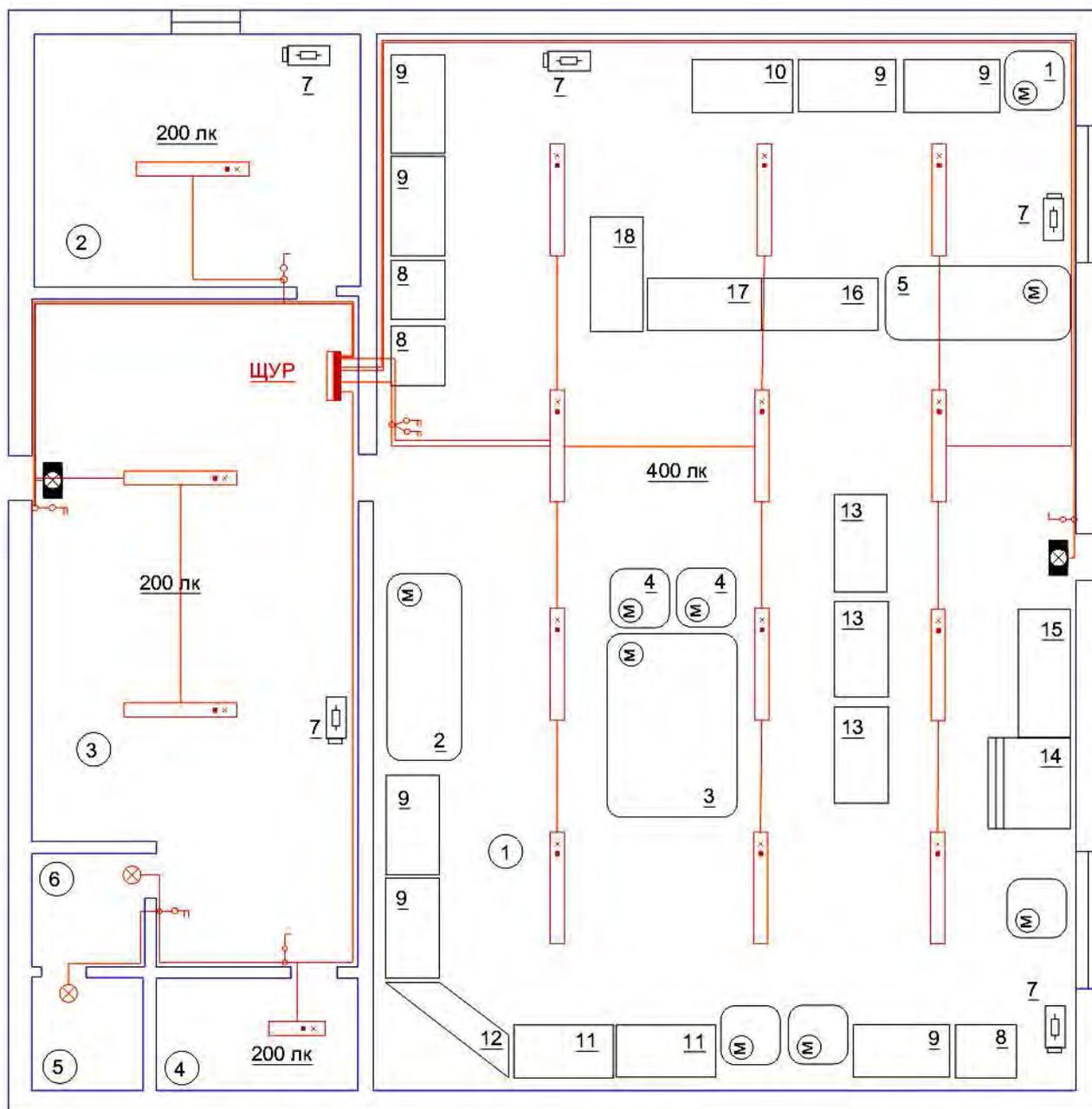


Рис. 6.3 Примерное размещение светильников в торговом предприятии

6. Далее методом коэффициента использования определяем расчетное значение светового потока одной лампы, принимая нормируемую освещенность  $E_H = 400$  лк и коэффициент запаса  $K_3 = 1,6$ . Индекс помещения рассчитываем по формуле:

$$i_{\Pi} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}.$$

7. По табл. 6.12 для соответствующей КСС и коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности соответственно 50, 30, 10 % определяют коэффициенты использования светового потока  $\eta_{OY}$  для ближайших значений  $i_n$  (меньшего и большего в таблице). Затем интерполируя значения, определяют нужный коэффициент использования светового потока  $\eta_{OY}$  по формуле:

$$\eta_{OY} = \eta_{OY \min} + \frac{i_{\Pi}^{расч} - i_{\Pi \min}}{i_{\Pi \max} - i_{\Pi \min}} \cdot (\eta_{OY \max} - \eta_{OY \min}).$$

8. Вычисляем значение освещаемой площади  $F$  и, приняв коэффициент неравномерности освещенности  $z = 1,10$ , определяем расчетное значение светового потока ( $N$  – количество светильников в торговом зале):

$$\Phi_{лр} = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{OY}}.$$

По величине  $\Phi_{лр}$  и по таблице принимают для освещения лампы с определенной мощностью и световым потоком  $\Phi_{л}$ , лм значение, которое не должно отличаться более чем на -10...+20 %.

При расчете люминесцентного освещения первоначально намечается число рядов  $R$ , которое подставляется в формулу вместо  $N$  и тогда под  $\Phi_{лр}$  следует подразумевать световой поток ламп одного ряда  $\Phi_{Rp}$ :

$$\Phi_{Rp} = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{OY}}.$$

Далее определяется количество светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{CB} \cdot \Phi_{л}},$$

где  $n_{CB}$  – число ламп в одном светильнике;

$\Phi_{л}$  – световой поток одной лампы, лм.

9. Расстояние между соседними светильниками в ряду (приняв, что расстояние от торцов крайних светильников до стен  $l = 0,5$  м) определяют по формуле:

$$L_A = \frac{A - 2l - N_R \cdot l_C}{N_R - 1},$$

где  $l_C$  – длина одного светильника.

10. Рассчитываем расстояние между рядами светильников, приняв расстояние от рядов до стен  $l = 1,5$  м,

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}.$$

По схожей методике рассчитываются параметры освещения для других помещений торгового предприятия.

Над выходами из торгового предприятия устанавливаются светильники с пиктограммой «Выход» типа ЛБО22-6 с люминесцентной лампой мощностью 6 Вт.

### 6.7. Расчет системы энергообеспечения торгового предприятия

Питание торгового предприятия осуществляется в соответствии со схемой, показанной на рис. 6.4, от двухтрансформаторной подстанции с трансформаторами типа ТМГ-1000, имеющими следующие паспортные данные:  $\Delta P_{КЗ} = 10,8$  кВт,  $U_K = 5,5$  %. Трансформаторы работают с коэффициентом мощности нагрузки  $\cos\varphi = 0,9$ , коэффициент загрузки трансформаторов  $\beta_T = 0,8$ . Щиток рабочего освещения ЩО проектируемого торгового предприятия питается от распределительного щитка освещения РЩ01. Суммарные приведенные моменты  $M_{ПР}$ , расчетные нагрузки  $P_P$  и коэффициенты  $\cos\varphi$  представлены в табл. 6.18 по вариантам.

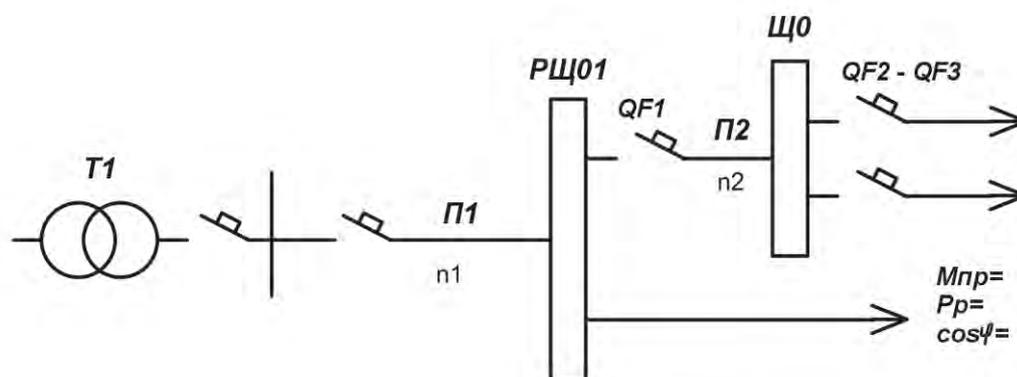


Рис. 6.4. Схема питания торгового предприятия

Таблица 6.18

Данные к расчету энергообеспечения торгового предприятия

№ вар.	$M_{ПР}$ кВт·м	$P_P$ кВт	$\cos\varphi$	Длина питающей линии	
				n1	n2
1	2	3	4	5	6
1.	6300	28,5	0,5	184	100
2.	6340	27,5	0,5	178	90
3.	6250	28,4	0,6	168	88

Окончание табл. 6.18

1	2	3	4	5	6
4.	6400	29,1	0,6	186	92
5.	6360	27	0,6	179	96
6.	6200	28	0,5	182	105
7.	6100	28	0,5	184	110
8.	6120	28,5	0,5	178	112
9.	6210	27,5	0,5	168	141
10.	6310	28,4	0,5	186	120
11.	6270	29,1	0,5	179	100
12.	6350	27	0,6	182	90
13.	6280	28	0,6	184	88
14.	6540	28,3	0,5	178	92
15.	6400	28,2	0,5	168	96
16.	6300	28,5	0,5	184	100
17.	6340	27,5	0,5	178	90
18.	6250	28,4	0,6	168	88
19.	6400	29,1	0,6	186	92
20.	6360	27	0,5	179	96

1. Первым этапом по расчету системы энергообеспечения торгового предприятия является поиск основных решений по конструктивному исполнению осветительных сетей. Так для рис. 6.5 – линии С1 ... С6 принимаем в однофазном исполнении и выполняем трехжильным кабелем (фаза L1, нулевые кабели N и PE). Питающая линия (П1, П2) выполняется пятижильным кабелем, проложенным на лотках. Из экономических соображений для всех линий выбираем кабели с алюминиевыми жилами марки АВВГ.

2. Далее определяют длины участков линий (до первого светильника, до разветвления, между соседними светильниками и т.д.) по плану торгового предприятия с учетом горизонтальной и вертикальной прокладки кабелей, а также размерами (табл. 6.17). Их рассчитывают и указывают на плане торгового предприятия.

3. Определяем расчетные нагрузки в линии (для всех линий поочередно (С1, С2, ... С<sub>n</sub>, П1, П2, ... П<sub>n</sub>)) по формуле:

$$P_P = K_C \cdot \sum_{i=1}^n K_{ПРАi} \cdot P_{НОМi}, \quad (6.1)$$

где  $K_C$  – коэффициент спроса осветительной нагрузки;

$K_{ПРАi}$  – коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре  $i$ -й лампы;

$P_{НОМi}$  – номинальная мощность  $i$ -й лампы;

$n$  – количество ламп, установленных в линии.

В нашем случае коэффициент спроса для расчета питающей сети  $K_C$  следует принять равным 1. Коэффициент  $K_C$  для линии П1 и П2 следует принять 0,95 и 1,0 соответственно.

Значение коэффициента  $K_{ПРА}$  принимается равным:

1,0 – для ламп накаливания;

1,1 – для люминесцентных ламп, галогенных ламп и ламп типа ДРЛ, ДРИ.

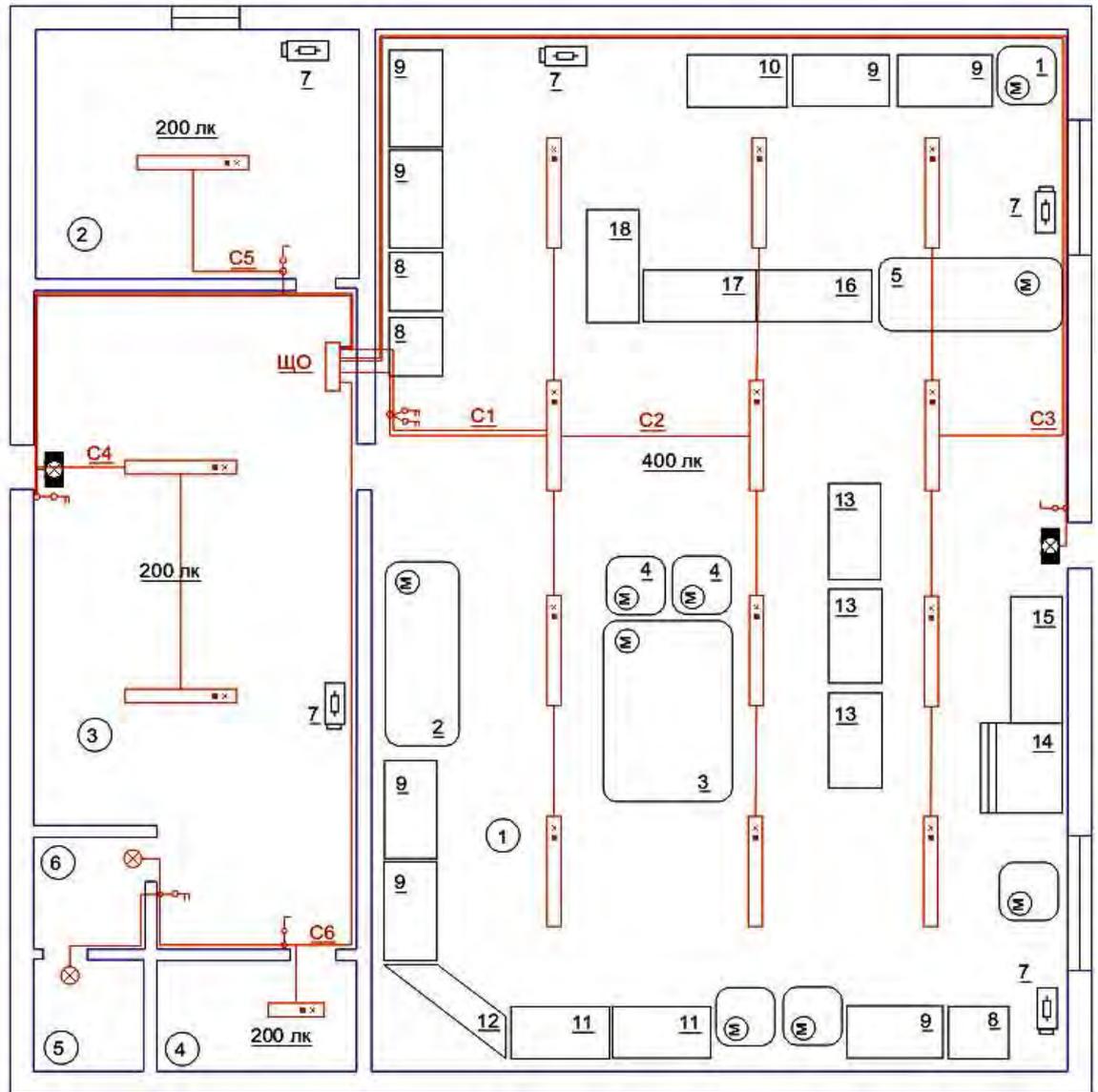


Рис. 6.5. Осветительная сеть торгового предприятия

4. На следующем этапе необходимо определить **сечения проводников линии, питающей РЩО1**. Для этого вначале определяют потерю напряжения в силовом трансформаторе:

$$\Delta U_T = \beta_T \cdot (U_{ка} \cdot \cos \varphi + U_{кр} \cdot \sin \varphi), \quad (6.2)$$

где  $\beta_T$  – коэффициент загрузки трансформатора;

$U_{ка}$  и  $U_{кр}$  – активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания, %;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности нагрузки трансформатора.

Значения  $U_{ка}$  и  $U_{кр}$  определяются по формулам:

$$U_{ка} = \frac{\Delta P_K \cdot 100}{S_{ном}}; \quad (6.3)$$

$$U_{кр} = \sqrt{U_{к}^2 - U_{ка}^2}, \quad (6.4)$$

где  $\Delta P_{к}$  – потери короткого замыкания, кВт;

$S_{ном}$  – номинальная мощность трансформатора, кВт\*А;

$U_{к}$  – напряжение короткого замыкания, %.

Допустимое значение потери напряжения в сети рассчитывается по формуле:

$$\Delta U_{доп} = 10 - \Delta U_T. \quad (6.5)$$

5. Для выбора сечения жил питающих кабелей определяют собственные моменты нагрузок соответствующих линий (рис. 6.6).

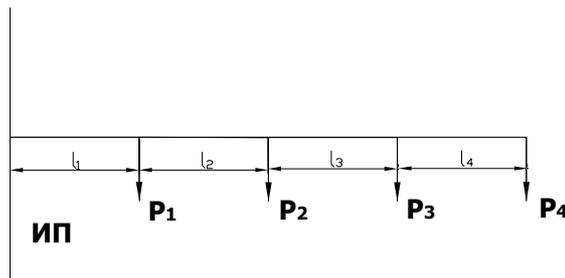


Рис. 6.6. Схема осветительной сети. ИП – источник питания.

В общем случае для линии длиной  $L$  с сосредоточенной нагрузкой  $P_p$  момент нагрузки (питающие линии П1, П2):

$$M = P_p \cdot L. \quad (6.6)$$

Если группа светильников одинаковой мощности ( $C_1, C_2, C_3$ ) присоединяется к групповой линии с равными интервалами  $l$ , то рассредоточенная нагрузка линии заменяется суммарной сосредоточенной, приложенной в середине участка. Значение  $L$  определяется по формуле:

$$L = l_1 + l \cdot \frac{N_R - 1}{2},$$

где  $l_1$  – длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника;

$N_R$  – число светильников в одном ряду.

Если линия (линии Сб) состоит из нескольких участков с различными нагрузками (схема на рис. 6.6), то суммарный момент нагрузки равен сумме моментов нагрузок отдельных участков:

$$M = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_1 + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_2 + (P_3 + P_4) \cdot l_3 + P_4 \cdot l_4$$

или (6.7)

$$M = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot (l_1 + l_2) + P_3 \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + P_4 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4).$$

6. После расчета соответствующих моментов нагрузок рассчитывается приведенный момент нагрузки линии, питающей РЩО1:

$$M_{\text{пр}} = \sum M + \sum \alpha \cdot t, \quad (6.8)$$

где  $\sum M$  – сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов линии, что и на данном участке;

$\sum \alpha \cdot t$  – сумма приведенных моментов участков с другим числом проводов;

$\alpha$  – коэффициент приведения моментов (табл. 6.19).

Таблица 6.19

Значения коэффициентов приведения моментов

Линия	Ответвление	Коэффициент приведения моментов, $\alpha$
Трехфазная с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,85
Трехфазная с нулевым рабочим проводником	Двухфазное с нулевым рабочим проводником	1,39
Двухфазное с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,33
Трехфазная без нулевого рабочего проводником	Двухфазное (двухпроводное)	1,15

7. Тогда сечение жил питающего кабеля определяется по формуле:

$$F = \frac{M_{\text{пр}}}{C \cdot \Delta U_{\text{дон}}}. \quad (6.9)$$

Значение коэффициента  $C$  для расчета сети по потере напряжения выбирают из табл. 6.20.

Таблица 6.20

Значение коэффициента  $C$  для расчета сети по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Значение коэффициента для проводников из	
		меди	алюминия
440/230	Трехфазная с нулем	79	48
230	Трехфазная без нуля	26	16
440/230	Двухфазная с нулем	35	21,5
230	Однофазная переменного или двухпроводная постоянного тока	13	8

Полученное значение сечения округляют до ближайшего большего стандартного и выбирают кабель (табл. 6.21).

Таблица 6.21

Допустимые длительные токи для кабелей напряжением до 1кВ с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток для кабелей, А				
	одножильных	двухжильный		трехжильных	
	При прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335

**Примечание.** Допустимые длительные токи для четырехжильных кабелей на напряжение до 1 кВ могут приниматься как для трехжильных с коэффициентом 0,92.

8. Далее проверяют выбранную марку кабеля по условию допустимого нагрева:

$$\cos \varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \cos \varphi_i \cdot P_{Pi}}{\sum_{i=1}^n P_{Pi}}, \quad (6.10)$$

где  $\cos \varphi_i$  – коэффициент мощности нагрузки  $i$ -й линии;

$P_{Pi}$  – расчетная мощность осветительной нагрузки  $i$ -й линии;

$n$  – количество групповых линий.

Светильники на две и более люминесцентные лампы комплектуются ПРА, обеспечивающими  $\cos \varphi$  не менее 0,92, а на одну лампу – 0,85. Большинство светильников с газоразрядными лампами высокого давления (галогенные и лампы типа ДРЛ, ДРИ и т.п.) при напряжении 230 В имеют некомпенсированные ПРА со средним значением  $\cos \varphi = 0,5$ . Для светильников с лампами накаливания  $\cos \varphi = 1$ . Соответствующие коэффициенты мощности будут иметь нагрузки осветительных линий.

9. Расчетный ток линии (для однофазной сети) находят по формуле:

$$I_P = \frac{P_P}{U_{ном\phi} \cdot \cos \varphi}, \quad (6.11)$$

где  $U_{ном\phi}$  – соответствующее номинальное фазное напряжение сети, (0,23 кВ).

При правильно выбранном кабеле расчетный ток должен быть меньше допустимого длительного тока (см. табл. 6.21).

10. Определяется фактическая потеря напряжения по выбранному сечению  $F$ :

$$\Delta U = \frac{M}{C \cdot F} \quad (6.12)$$

и определяется оставшаяся величина допустимой потери напряжения:

$$\Delta U'_{\text{дон}} = \Delta U_{\text{дон}} - \Delta U. \quad (6.13)$$

11. Следующим этапом расчета является **подбор сечений проводников, питающей ЩО**. Для этого по формуле (6.8) определяют приведенный момент нагрузки линии П2 и по формуле (6.9) с учетом оставшейся величины допустимой потери напряжения  $\Delta U'_{\text{дон}}$  (результат расчета по формуле (6.13)) определяют сечение проводников. Далее по формулам (6.10) – (6.13) проводят необходимые проверки и определяют оставшуюся величину допустимой потери напряжения  $\Delta U''_{\text{дон}}$ .

12. Далее, исходя из оставшейся величины допустимой потери напряжения, определяют **сечение жил кабеля однофазных линий** ( $C1, C2 \dots$ ).

Сечение проводников ( $\text{мм}^2$ ) осветительной сети по оставшейся величине потере напряжения определяется по формуле:

$$F = \frac{M}{C \cdot \Delta U''_{\text{дон}}}, \quad (6.14)$$

где  $M$  – момент нагрузки рассматриваемого участка сети, кВт\*м;

Далее по формулам (6.10) – (6.12) проводят необходимые проверки и определяют фактические потери напряжения по выбранному сечению  $F$ .

13. **Результаты расчетов сводятся в таблицу где для каждой линии указывают:** обозначение линии ( $C1, C2 \dots$ ), сечение жилы по потере напряжения (выбранное значение), расчетный ток линии, марка кабеля, количество и сечение жил, допустимый ток кабеля и фактическая потеря напряжения.

14. Следующим этапом проектирования системы энергообеспечения является **выбор осветительных щитков и защитных аппаратов**. Щетки освещения выбираются в зависимости от требуемого количества автоматических выключателей и расчетных токов присоединяемых линий. Для рабочего освещения принимаем групповые щетки серии ЩО 8505 (табл. 6.22) с однополюсными выключателями типа ВА61F29-1В на групповых линиях.

Таблица 6.22

Технические данные осветительных групповых щитков серии ЩО 8505

Номер схемы	Тип щитка	Номинальный ток расцепителя выключателя ввода	Выключатели групповых линий	
			Наибольший номинальный ток расцепителя, А	Максимальное количество выключателей, шт.
1	2	3	4	5
02	ЩО 8505-0206		31,5	6

Окончание таблицы 6.22

1	2	3	4	5
02	ЩО 8505-0209		20,0	9
03	ЩО 8505-0306		31,5	6
03	ЩО 8505-0209		20,0	9
04	ЩО 8505-0406	63	31,5	6
06	ЩО 8505-0506	63	31,5	2
12	ЩО 8505-1212		16,0	12
12	ЩО 8505-1215		12,5	15
12	ЩО 8505-1218		10,0	18
13	ЩО 8505-1312		16,0	12
13	ЩО 8505-1315		12,5	15
13	ЩО 8505-1318		10,0	18
14	ЩО 8505-1409	63	20,0	9
14	ЩО 8505-1412		16,0	12
14	ЩО 8505-1415		12,5	15
16	ЩО 8505-1603		63,0	3
16	ЩО 8505-1604		31,5	4
16	ЩО 8505-1605		31,5	5
16	ЩО 8505-1606		20,0	6
16	ЩО 8505-1607		20,0	7

При выборе щитка желательно, чтобы один – два выключателя оставались резервными.

В щитке типа ЩО 8505 применяются автоматические выключатели с комбинированными расцепителем, ими осуществляется защита всех линий от токов КЗ и длительной перегрузки.

Выбор номинального тока расцепителя автомата, защищающего линию, производится по условию:

$$I_{НОМ.Р} \geq I_P. \quad (6.15)$$

Из табл. 6.23 выбирают  $I_{НОМ.Р}$  округленное в большую сторону значение  $I_P$ . При установке автоматов в закрытых щитках рабочий ток групповой линии не должен превышать  $0,9I_{НОМ.Р}$ .

Таблица 6.23

## Технические характеристики автоматических выключателей ВА61

Тип выключателя	Количество полюсов	Номинальный ток автомата, А	Номинальный ток расцепителя, А	Кратность тока отсечки
ВА62F29-3С	3	63	0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	5; 10
ВА62F29-1В	1	63	0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	3; 5

Кратность тока отсечки автомата (для однополюсного выключателя типа ВА61F29-1В) по отношению к номинальному току расцепителя принимают равным 3.

15. **Выбранные аппараты защиты указываются в таблице:** обозначение защищаемой линии, расчетный ток линии, количество автоматов, тип автомата, номинальный ток расцепителя, кратность токовой отсечки, ток срабатывания расцепителя (определяется умножением кратности тока на номинальный ток расцепителя).

На основе проведенных вычислений и принятых проектных решений составляется расчетная схема электрообеспечения торгового предприятия и строится принципиальная схема питающей сети.

## 6.8. Построение расчетной схемы

На расчетной схеме (рис. 6.7) указывается:

- **над осветительной линией:** 1 – маркировка линии; 2 – расчетная нагрузка, кВт; 3 – коэффициент мощности; 4 – расчетный ток, А – длина участка, м;
- **под осветительной линией:** 6 – момент нагрузки, кВт·м; 7 – потеря напряжения, %; 8 – марка, сечения проводника; 9 – способ прокладки (Тс – трос; Т – металлическая труба; П – пластмассовая труба);
- тип автоматического выключателя (10), тип расцепителя и ток, А (11) (К – комбинированный, Э – электромагнитный), тип осветительного щитка (12);
- тип линии (13) (состоящая их трех или пяти кабелей).

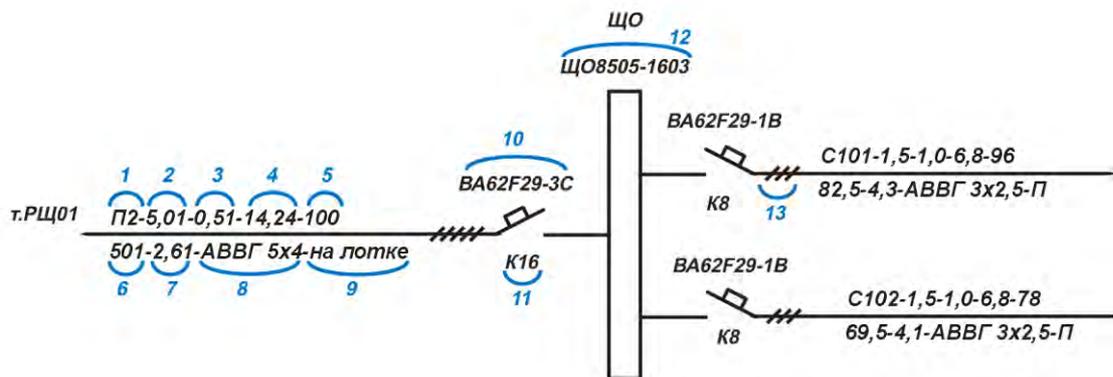


Рис. 6.7. Расчетная схема

Условные обозначения элементов осветительной сети приведены на рис. 6.8.

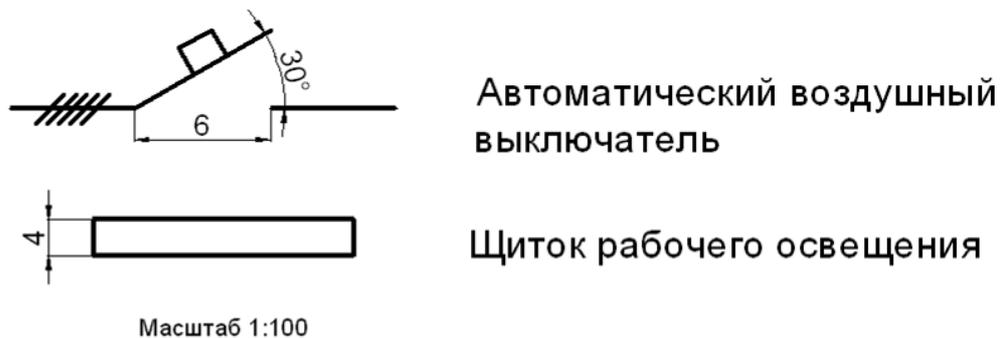


Рис. 6.8. Условные обозначения элементов осветительной сети

### 6.9. Построение и оформление принципиальной питающей сети

Принципиальные схемы питающей сети (рис. 6.9, 6.10), схемы дистанционного управления и схемы подключения комплектных распределительных устройств на напряжении до 1000 В выполняются в однолинейном изображении в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД на выполнение электротехнических схем и с требованиями ГОСТ 21.608-84.

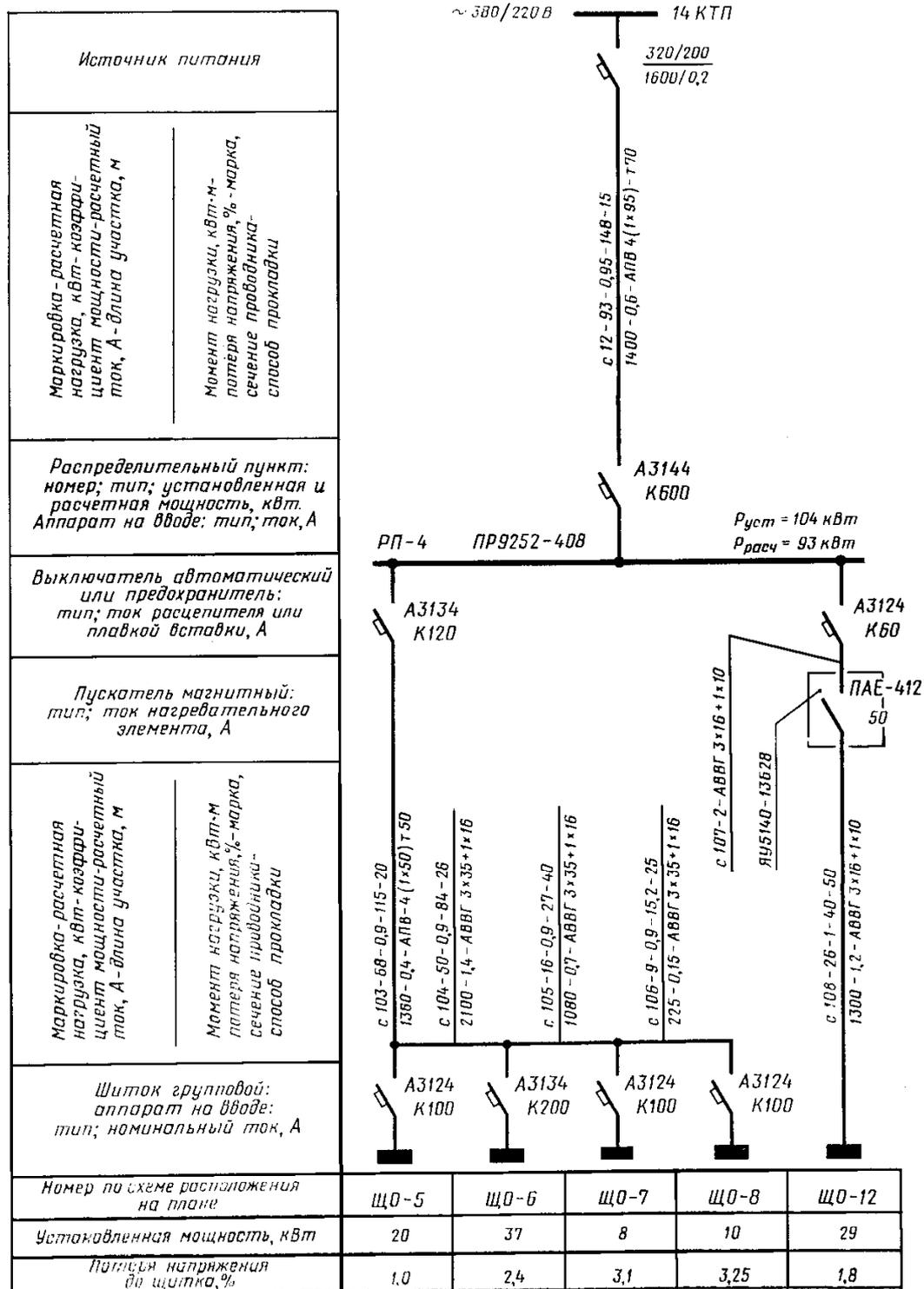
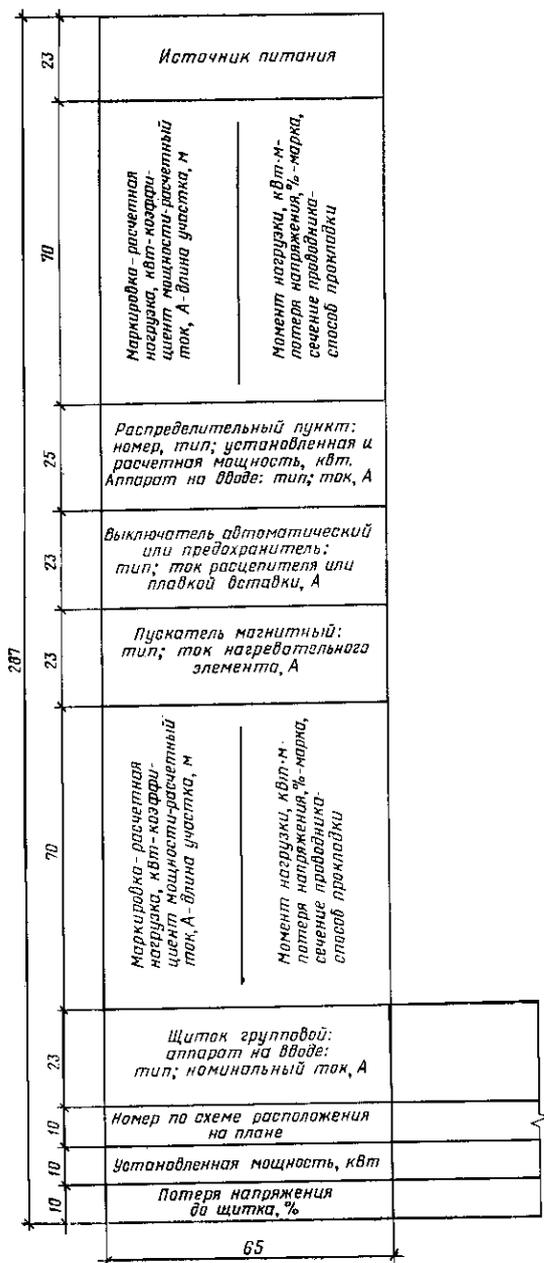


Рис. 6.9. Пример оформления принципиальной схемы питающей сети



6.10. Поясняющие надписи на принципиальной схеме питающей сети

Рабочие чертежи внутреннего электрического освещения допускается оформлять отдельными документами с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку порядкового номера документа, обозначаемого арабскими цифрами, например, общие данные по рабочим чертежам (ЭО1.1), принципиальная схема питающей сети (ЭО1.2).

Поясняющие надписи на принципиальной схеме питающей сети, выполняемой с учетом расположения электрического оборудования по частям и этажам здания

1. У комплектных распределительных устройств на напряжении до 1000 В:  
 $P_{уст}$  – установленная мощность, кВт;  
 $P_{расч}$  – расчетная нагрузка, кВт.
2. У групповых щитков:

$$A \frac{P_{уст}}{\Delta U},$$

где  $A$  – номер по плану расположения;  
 $\Delta$  – потеря напряжения до щитка, %.

3. На линиях питающей сети с расчетными данными (указывают конкретные величины);

$$\frac{\alpha - P_{расч} - \cos \varphi - I_{расч} - l}{P_{расч} l - \Delta U - q - \sigma},$$

где  $\alpha$  – маркировка линии;  
 $I_{расч}$  – расчетный ток, А;  
 $l$  – длина участка питающей сети, м;  
 $q$  – марка проводника, сечение, мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma$  – способ прокладки.

4. На линиях питающей сети без расчетных данных:

$$l - q - \sigma$$

## 6.10. Контрольные вопросы

1. На какие виды подразделяется искусственное освещение?
2. В каких случаях следует предусматривать освещение безопасности?
3. Какие виды ламп можно принимать для аварийного освещения?
4. Что называют и для чего предназначено общее и комбинированное освещение?
5. Какие лампы являются наиболее распространенными источниками света, применяемыми на осветительных установках?
6. Что называют стробоскопическим явлением и как его устраняют?
7. Что называют световым прибором?
8. Что называют кривой силы света и какие типы существуют?
9. Как обозначают световые приборы в соответствии с ГОСТ 13828-74?
10. Какие параметры помещения необходимы для правильного размещения световых приборов?
11. Чем определяется распределение освещенности по освещаемой поверхности?
12. В чем состоит метод коэффициента использования светового потока?
13. В чем состоит метод расчета освещенности по удельной мощности?
14. В чем состоит точечный метод расчета освещенности?
15. Как определяется число светильников в ряду?
16. Как определяют потерю напряжения в силовом трансформаторе?
17. Как определяют собственные моменты нагрузок различных линий?
18. Как проверяют выбранную марку кабеля по условию допустимого нагрева?
19. В зависимости от чего подбираются щитки освещения?
20. Какие параметры указывают на расчетной схеме?
21. Как и на основании чего стоят принципиальные схемы питающей сети?

## Тема 7

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Цель работы:** Изучить основные мероприятия технического обслуживания: электрической части торгово-технологического оборудования; оборудования для механической переработки пищевых продуктов; теплового оборудования; оборудования для санитарной обработки посуды и инвентаря; холодильного оборудования.

### **7.1. Техническое обслуживание электрической части торгово-технологического оборудования**

В объем работ по техническому обслуживанию электрической части торгово-технологического и холодильного оборудования входят проверка защитного заземления (зануления), силовых цепей управления электрической схемы, сигнальной арматуры, регулировка защитных и пусковых электрических аппаратов (плавких вставок автоматических выключателей, магнитных пускателей, рубильников и др.), профилактика и смазка электродвигателей.

Внешним осмотром проверяют надежность крепления и отсутствие механических повреждений проводов защитного заземления (зануления) от автоматического выключателя (рубильника) на электрощите оборудования до заземляющих клемм. При необходимости мегомметром измеряют сопротивление заземляющего проводника. Для этого выключают машину и один конец прибора подключают к заземленному объекту, а второй – к одной из выходных клемм рубильника или автоматического выключателя. При сопротивлении более 4 Ом срочно вызывают электрика для устранения дефекта в заземлении. Убедившись, что защитное заземление исправно, визуальным осмотром проверяют электропроводку от автоматического выключателя и магнитного пускателя до клеммника электродвигателя. Подтягивают клеммы соединений электросхемы и восстанавливают поврежденную изоляцию проводов.

При осмотре электроаппаратуры проверяют механическую прочность крепления рубильников, магнитных пускателей, предохранителей, автоматических выключателей, несколько раз вручную включая и выключая их. Если после этого аппаратура работает четко и в ней отсутствуют какие-либо механические повреждения (перекос стоек, заедание трущихся поверхностей и т. п.), она допускается к эксплуатации. Даже при отсутствии явных дефектов в электроаппаратах особое внимание следует уделять проверке и регулировке контактного соединения губок с ножами рубильников и трубчатых предохранителей. Ножи должны легко и плотно входить в губки по всей поверхности контакта, без перекосов, зазоров и других дефектов. Плотность прилегания губок к ножам рубильника и трубчатого предохранителя проверяют щупом толщиной 0,05 и шириной 10 мм: он должен с трудом проходить между ними.

Учитывая, что в процессе эксплуатации до 50 % отказов в работе оборудования происходит из-за отсутствия качественного контакта, обязательно проверяют правильность и прочность затяжки винтов и болтов разъемных контактных соединений. Чтобы контактное соединение не ослабевало, в резьбовых соединениях применяют пружинные шайбы.

Выключив автоматический выключатель, его осматривают, очищают от пыли и удаляют копоть с рабочих поверхностей контактов, при необходимости регулируют. Для этого с магнитного пускателя снимают крышку кожуха и очищают его от пыли. Затем проверяют крепление деталей магнитного пускателя и подтягивают винты контактных креплений. Включая магнитный пускатель нажатием руки на якорь, следует убедиться в свободном ходе подвижной системы пускателя и исправности его возвратных пружин. Когда руку убирают, якорь должен свободно возвращаться в крайнее исходное положение.

При осмотре магнитного пускателя проверяют величины раствора (расстояние между подвижными и неподвижными контактами при нахождении якоря в крайнем исходном положении) и провала (ход подвижной системы магнитного пускателя с момента замыкания контактов до момента замыкания магнитной системы) главных контактов, блок-контактов и контактов хода якоря магнитной системы. Они должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 7.1.

Таблица 7.1

## Величины раствора и провала

Величина магнитного электропускателя	Величина раствора, мм		Величина провала, мм		Ход якоря магнитной системы, мм
	главных контактов	блок-контактов	главных контактов	блок-контактов	
1-я	3	3	2,4	2,4	5,4
2-я	3,5	4	3	2,5	9
3-я	3	3,5	2,5	2	14

Для устранения нагара с поверхности контактов их промывают спиртом или ацетоном и вытирают чистой сухой тканью. Зачистка поверхности контактов недопустима, так как это приводит к уменьшению их провала при нажатии, а также к чрезмерному нагреву. Если главные контакты одной из фаз значительно изношены, их необходимо заменить запасными независимо от состояния контактов других фаз.

Причинами ненормального гудения магнитного пускателя могут быть повреждение короткозамкнутого витка на сердечнике магнитной системы, заедание подвижной системы, снижение напряжения в электросети более 15 % от номинального и загрязнение или повреждение шлифованных поверхностей якоря и сердечника, вызывающее неплотное прилегание их друг к другу. В последнем случае тщательно очищают или отшлифовывают рабочие поверхности электромагнита. Если гудение не исчезло и наблюдается залипание магнитной системы, проверяют воздушный зазор между средними кернами якоря и сердечника. При отсутствии зазора его восстанавливают шлифовкой сердечника до 0,3 мм.

Недопустимое повышение температуры втягивающей катушки магнитного пускателя обусловлено появлением в ней межвитковых замыканий. В этом случае катушку заменяют новой.

Если часто срабатывает тепловая защита магнитного пускателя или автоматического выключателя, следует проверить напряжение и силу тока в сети и при их нормальных параметрах отрегулировать тепловую защиту или автоматический выключатель. Тепловое реле магнитного пускателя, автоматического выключателя ЛП50-ЗМТ или АЕ-2036 отрегулированы правильно, если они отключают электродвигатель холодильного агрегата при пуске его на двух фазах соответственно за 40...60, 8...20 или 3 – 15 с, а при работе на двух фазах – до 30 с.

Когда при пуске машины электродвигатель гудит и перегревается, необходимо проверить амперметром силу тока по всем фазам. Наличие повышенной силы тока в одной из фаз свидетельствует о межвитковом замыкании двигателя, который следует отправить в ремонт. Если электродвигатель гудит и не включается, то с помощью вольтметра или индикатором проверяют предохранители и места соединения электропроводки на наличие напряжения. При отсутствии напряжения в одной из фаз проверяют предохранители и катушку магнитного пускателя. В случае их перегорания производят замену. При наличии напряжения во всех трех фазах используют контрольную лампу, которую подсоединяют к заземлителю и

корпусу электродвигателя. Загорание лампы свидетельствует о пробое изоляции двигателя на корпус, и он подлежит замене. Если при подключении нового двигателя обнаружилось, что отсутствует маркировка выводных концов отдельных фаз (обмоток), то для правильного подключения двигателя определяют его выводные концы и производят их маркировку, применяя омметр или контактную лампу (рис. 7.1, а, б). При этом к одной клемме омметра подключают любой вывод двигателя, к другой – поочередно остальные выводы. Второй вывод обмотки определяют по сопротивлению, которое покажет омметр. В той же последовательности определяют и выводы остальных обмоток.

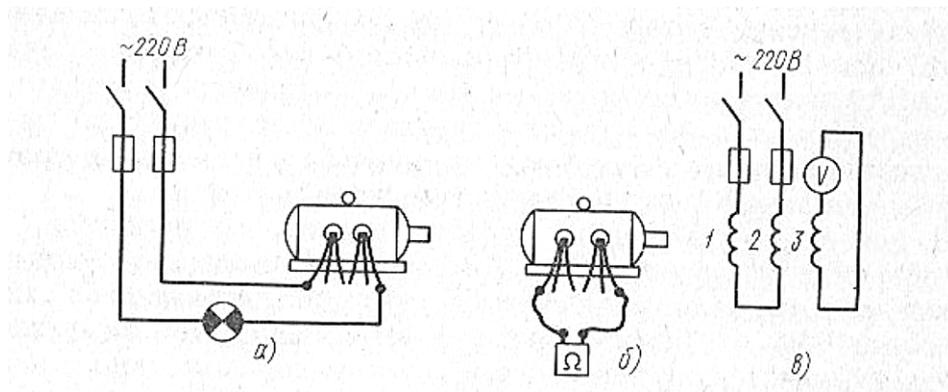


Рис. 7.1. Определение выводных концов фаз обмоток электродвигателя:  
а – контактной лампой, б – омметром, в – вольтметром (1, 2, 3 – обмотки)

Для соединения обмоток двигателя в звезду или треугольник необходимо определить, какие из найденных пар выводов являются началами и какие концами обмоток. Поэтому предполагаемые обмотки 1 и 2 (рис. 7.1, в) соединяют последовательно, а к выводам обмотки 3 подключают вольтметр. Затем на включенные последовательно обмотки подают напряжение. Если на вольтметре будет напряжение, близкое к подведенному, значит, обмотки 1 и 2 соединены последовательно, т. е. к концу одной из них подключено начало другой, и их можно промаркировать. Если же вольтметр показывает напряжение, близкое к нулю, то обмотки 1 и 2 соединены концами или началами.

Затем соединяют последовательно обмотки 2 и 3, а к обмотке 1 подключают вольтметр, после чего маркируют концы обмотки 3.

Во время пуска оборудования проверяют направление вращения двигателя. Если при пуске двигателя окажется, что его вал вращается в противоположную сторону, необходимо поменять местами два любых провода, подсоединенных к обмоткам электродвигателя.

Обязательной операцией при техническом обслуживании является смена смазки в подшипниках электродвигателей. Подшипники скольжения смазывают 1 раз в 3 месяца маслом марки «Индустриальное-12» или «Веретенное-2», подшипники качения электродвигателей – 1 раз в 6 месяцев и обычно приурочивают к текущему ремонту. Потребность в смазке определяют по повышенному нагреву в подшипниках. При появлении в подшипниках стука их заменяют.

Для смазки подшипников качения электродвигателя отвинчивают крепежные болты крышек. Электродвигатель разбирают, вынимая ротор с подшипниками, которые промывают в бензине. Затем производят их дефектацию для определения пригодности к дальнейшей эксплуатации. Пригодность определяют проверкой осевых и радиальных зазоров, образовавшихся вследствие износа колец, шариков или роликов. Для шариковых однорядных подшипников предельный радиальный зазор принимается в 4 раза больше начального. Осевой зазор (в обе стороны) на наибольшем диаметре допускается: для подшипников с наружным диаметром до 100 мм – до 0,3 мм, диаметром более 100 мм – до 0,4 мм. Предельный радиальный зазор в роликовых подшипниках принимается равным утроенной величине начального зазора.

## 7.2. Техническое обслуживание оборудования для механической переработки пищевых продуктов

Периодичность проведения технического обслуживания (ТО) механического оборудования, обусловленная структурой ремонтного цикла, предусматривает ежемесячное техническое обслуживание и текущий ремонт, выполняемый 1 раз в 6 месяцев.

Неисправности в работе оборудования для механической переработки продуктов классифицируют по трем основным видам работ – механические, электрические и смазочные.

В процессе эксплуатации детали передач машин должны передавать крутящий момент и усилие. Значит, основным условием работоспособности машины следует признать такое состояние сопрягаемых деталей и узлов, когда их износ находится в допустимых пределах, определенных технической документацией. Величина износа деталей определяется измерением размера деталей, образующих соединение, и косвенным путем – в процессе испытания машины на холостом ходу или под нагрузкой с целью выявления повышенного шума и нагрева отдельных узлов (редукторов, вариаторов, подшипников, муфт и др.).

Замененные или пригодные для дальнейшей эксплуатации подшипники смазывают жировым солидолом марки Т или универсальной среднеплавкой смазкой УС-3. Для электродвигателей, работающих в помещениях с температурой выше 30°C, применяют жировой консталин марки 14 или универсальную тугоплавкую смазку УТ-1. Объем смазки, закладываемой в подшипниковую камеру, составляет для электродвигателей 1, 2 и 3 – го габаритов соответственно 7,5; 11 и 16 см<sup>3</sup>; 50 % смазки закладывают непосредственно в подшипник, а остальную – в его крышку.

Установление срока службы деталей машин основано на определении величины их предельного износа и интенсивности изнашивания. У различных деталей количественные характеристики изнашивания неоднозначны. Для установления предельно допустимых износов деталей и сопряжений машины следует исходить из трех основных критериев – технического, технологического и экономического.

**Технический критерий** определяет работоспособность механизма машины и его техническое состояние. **Технологический** применяют для оценки тех деталей, от которых зависит качество обрабатываемого продукта. По технологическому критерию определяют предельный износ режущих граней инструмента – мясорубок, хлебoreзков и т. д. **Экономический критерий** используют для оценки износов рабочих органов – шнеков мясорубок, взбивальных органов у тестомесильных и взбивальных машин. Показателями экономического критерия могут быть фактическая производительность машины, стоимость ремонтных работ и эксплуатационных затрат, отнесенных к единице перерабатываемой продукции.

При осмотре машин и механизмов проверяют наличие и уровень смазки в редукторах, а также герметичность масляных систем, трубопроводов и сальниковых уплотнений.

Наиболее тщательный контроль требуется для пар сопряжения вал – подшипник, которые работают по принципу жидкостного трения. Чтобы получить наименьшую силу трения в этой паре сопряжения, толщина смазочного слоя пары должна быть в 4 раза меньше номинального зазора между валом и втулкой. С увеличением зазора толщина слоя смазки будет уменьшаться и наступит такой момент, при котором поверхности вала и втулки будут касаться друг друга, т. е. произойдет нарушение жидкостного трения и начнется выработка сопряженных поверхностей, что приведет к выходу из строя данного узла.

Для смазки деталей и узлов наряду с жидкими минеральными маслами широко применяют консистентные смазки, которые могут быть антифрикционными и консервирующими. Наиболее массовое применение имеют солидол и консталины. Солидол обычно применяется для температур не выше 80...100°C, при более высоких температурах находящаяся в составе вода испаряется и нарушается структура смазки.

Консталиновые смазки типа УТ сохраняют свои механические свойства при 100...150°C и выше, поэтому их применяют для узлов трения с подшипниками качения и

электродвигателей. Если трущиеся детали находятся в рабочих камерах машины и имеют непосредственный контакт с продуктами, то в этом случае для их смазки применяют пищевой жир.

Работы по техническому обслуживанию машин для механической переработки пищевых продуктов в большинстве случаев идентичны и в Положении о ППР предусмотрен типовой перечень работ, выполняемых при ТО и ТР как в обязательном порядке, так и по мере необходимости.

При регламентированном ТО работы выполняются в такой последовательности. Сначала производится проверка машины внешним осмотром на соответствие правилам техники безопасности и комплектности, определенной нормативно-технической документацией. В конструкциях, где применены ременные или цепные передачи, проверяют правильность их натяжения и равномерность нагружения, так как от этих показателей зависит длительность нормальной эксплуатации механизмов и приводных устройств: сильно натянутые ремни и цепи чрезмерно давят на оси и подшипники, сокращая срок службы сборочных единиц; при слабо натянутых ремнях снижается КПД передачи и происходит усиленное изнашивание ремней, цепей, оболов, шкивов и зубьев звездочек.

Контроль качества натяжения в эксплуатации рекомендуется осуществлять по стрелке прогиба, используя для этой цели динамометр или груз. Для более точного определения усилия натяжения необходимы интуиция и опыт работы. При нажатии в средней части прогиб ремня должен быть в пределах 10...20 мм. При наличии у привода нескольких клиновидных ремней на одном шкиве нужно подобрать ремни, одинаковые по длине, так как разная длина ремней в комплекте, даже в пределах 2...3 мм, не обеспечивает необходимого передаваемого крутящего момента, что вызывает быстрый износ перегруженного ремня. Ремни, имеющие расслоение, подлежат замене.

Втулочно-роликовые цепи при работе вытягиваются, т. е. значительно увеличивается шаг между звеньями, и это приводит к возрастанию нагрузки на зубья звездочек и соскакиванию цепи. Предельно допустимым увеличением шага цепи считается превышение номинального размера на 12...18 %.

Проверку системы смазки начинают с уровня смазки в редукторе. Для этого откручивают боковую пробку и убеждаются, что уровень масла находится на контрольной отметке. Тут же определяют степень загрязнения масла и решают вопрос о необходимости его замены. Если уровень масла недостаточен, его восполняют, заливая масло через пробку верхней части корпуса редуктора, предварительно устранив причину утечки. Обычно масло вытекает из корпуса по валу, уплотненному сальником. При существующих конструкциях самоуплотняющихся сальников оказать какое-либо влияние на устранение дефекта удастся редко, поэтому если в процессе приработки его не удалось устранить, то уплотнительный эластичный элемент заменяют.

В редукторах периодически заменяют смазку и проверяют состояние зубчатых пар. Для этого отвинчивают сначала пробку с верхнего заливного отверстия, а затем с нижнего и сливают отработанное масло. Чтобы масло лучше удалялось, его разогревают, для чего предварительно включают редуктор на 5... 10 мин на холостом ходу. Убедившись, что масло слилось, закрывают сливное отверстие и заливают моющее масло и керосин. Затем, в течение 3...5 мин на холостом ходу промывают детали редуктора, в той же последовательности сливают отработанную смесь и производят частичную разборку для дефектации.

В процессе износа зубчатых колес изменяется толщина зуба и искажается его форма, что приводит к увеличению нагрузки на зубья при одновременном снижении их сопротивления изгибу. Предельный износ стальных зубчатых шестерен, работающих при окружной скорости более 3 м/с, принимают равным 3..10 % толщины зуба, измеряемой по начальной окружности. При меньшей окружной скорости предельный износ может допускаться до 10 – 25 % толщины зуба. В многоскоростных редукторах зубья изнашиваются не только по толщине, но и с торца. В этом случае износ торца зуба допускается в пределах 12... 15 % его длины.

Предельные износы зубьев червячных передач составляют 8... 10 % для червяков и 10...12 % для червячного колеса. Если износ не выходит за указанные пределы и профиль зуба сохранился, такая шестерня допускается к дальнейшей работе. Шестерни с сильно изношенными, выкрошенными и сломанными зубьями подлежат замене. Одновременно с дефектной заменяется шестерня, находящаяся с ней в парном зацеплении.

При креплении шестерни на валу с помощью шпонки проверяют зазор между шпонкой и ступицей шестерни. Если при покачивании шестерни слышен стук, то заменяют шпонку. Убедившись в исправности деталей редуктора, в него через верхнее заливочное отверстие наливают свежее трансмиссионное или другое техническое масло, предусмотренное паспортными данными. Контроль нормы дозы масла производится через боковое отверстие в корпусе редуктора. Уровень масла у боковой пробки свидетельствует о достаточном заполнении редуктора.

Проведя весь комплекс контрольных проверок технического состояния машины и определив, что все узлы, механизмы и приборы полностью исправны, приступают к проверке ее работы на холостом ходу. Обычно машину обкатывают в течение 10 – 15 мин – за это время не должно быть посторонних стуков, повышенного шума и нагрева в отдельных механизмах и узлах, а также самопроизвольного срабатывания защитных приборов. Некоторые виды машин можно проверять под нагрузкой. В процессе текущего ремонта, который проводится 1 раз в 6 месяцев, в полном объеме выполняются работы, предусмотренные техническим обслуживанием, а также ведется дефектация его составных частей для определения их технического состояния.

Наряду с общими особенностями по ТО и ТР многие виды механического оборудования имеют свою специфику по перечню проводимых работ.

**Универсальные приводы.** Во время регламентированного ТО универсальных приводов типа ПУ-0,6, ПМ-1,1 и П-П (рис. 7.2) и сменных механизмов, входящих в них, проверяют их совместную работу на холостом ходу. Исправной признается работа при незначительном шуме. Технологические операции, выполняемые с помощью сменных механизмов, должны удовлетворять паспортным режимам в части производительности и качества переработки продуктов.

Перед присоединением сменных механизмов к приводу проверяется состояние пазов на приводном валу редуктора и шипов на хвостовике вала сменных механизмов. При наличии выработки паза приводного вала или шипа хвостовика присоединяемого сменного механизма требуется их замена, так как дальнейшая их эксплуатация приведет к нарушению надежного соединения не только этой пары валов, но и других валов. Сменные механизмы, устанавливаемые в горловину 2 привода, должны надежно фиксироваться крепежным винтом 1, однако из-за частого использования может нарушаться резьбовое соединение, поэтому его следует осмотреть и при отсутствии повреждений смазать пищевой жировой смазкой.

В обязательном порядке очищают отверстия для слива масла из горловины привода. У сменных механизмов проверяют исправность рабочих органов ножей, решеток, шнеков, терочных дисков, абразивов, взбивателей и других деталей. Если невозможно устранить дефекты на месте, детали заменяют новыми.

После выполнения всего объема работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту универсальный привод и входящие в комплект с ним сменные механизмы проверяют под нагрузкой. В процессе обкатки привод должен работать плавно, без вибрации; температура наружной поверхности не должна быть выше температуры окружающей среды более чем на 35...40°C (проверяется прикосновением руки).

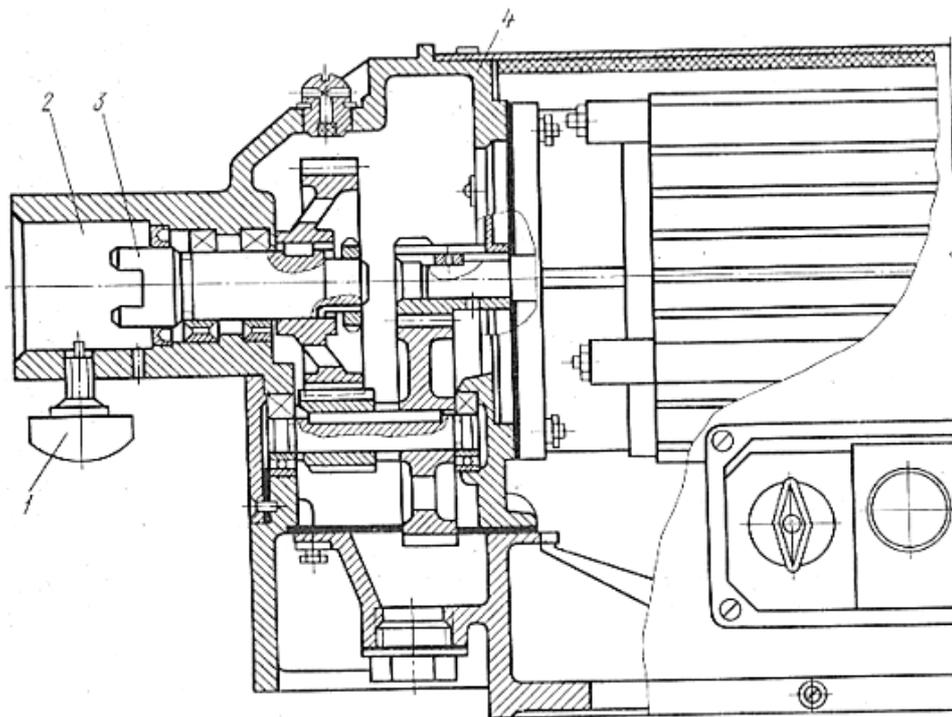


Рис. 7.2. Универсальный привод П-II:

1 – крепежный винт сменного механизма, 2 – горловина,  
3 – паз приводного вала, 4 – редуктор

**Машины для очистки корнеплодов.** Приступая к техническому обслуживанию картофелеочистительных машин типа МОК-250, МОК-400 и КНА-600 (рис. 7.3), в первую очередь обращают внимание на герметичность соединений водяных трубопроводов и рабочей камеры 1, так как неплотности способствуют попаданию влаги на электропроводку и двигатель, что может привести к нарушению электробезопасности их эксплуатации. Негерметичность шлангов устраняется подтяжкой их соединений, а если это невозможно, шланги заменяют новыми. Часто наблюдается подтекание воды через разгрузочную дверку из-за неплотности прилегания резинового уплотнения. Такой дефект устраняют, регулируя прилегание резинового уплотнения с помощью поворота эксцентриков запорного устройства. Если этого достичь не удастся, то резиновое уплотнение заменяют новым. Штуцер подачи воды в рабочую камеру и сливное отверстие для удаления отходов прочищают от загрязнения.

Качество обработки картофеля зависит от состояния абразивной поверхности рабочих органов. Визуально определяют степень износа поверхности сегментом 5 (роликов) и чаши 6 (диска). При наличии трещин, выкрашиваний и сколов дефектные детали заменяют. Состояние абразивной поверхности считается неудовлетворительным, если она засалена или на ней нет четко выраженной грануляции корундовых кристаллов, т. е. она становится гладкой. Такие поверхности не восстанавливают, а сегменты и чашу заменяют новыми.

Для замены абразивного инструмента снимают верхнюю крышку и с помощью отвертки удаляют расклинивающие пластинки, затем снимают сегментную облицовку и посредством съемника абразивную чашу с двух направляющих шпонок вала 8 редуктора 9.

Перед установкой новой абразивной чаши проверяют состояние двух радиально упорных подшипников выходного вала и зацепление пары цилиндрических косозубых колес, составляющих одноступенчатый редуктор. При удовлетворительном их состоянии заменяют смазку. После установки новых сегментов и абразивной чаши проверяют размеры образующихся между ними зазоров. Проверку производят не менее чем в пяти точках: зазоры не должны превышать 5 мм, а верхняя плоскость вращающейся чаши должна быть не менее чем на 3 мм выше разгрузочного люка. Крепление абразивов к диску и цилиндру рабочей камеры

должно быть прочным и надежным, качка не допускается. Заканчивают работы обкаткой машины на холостом ходу.

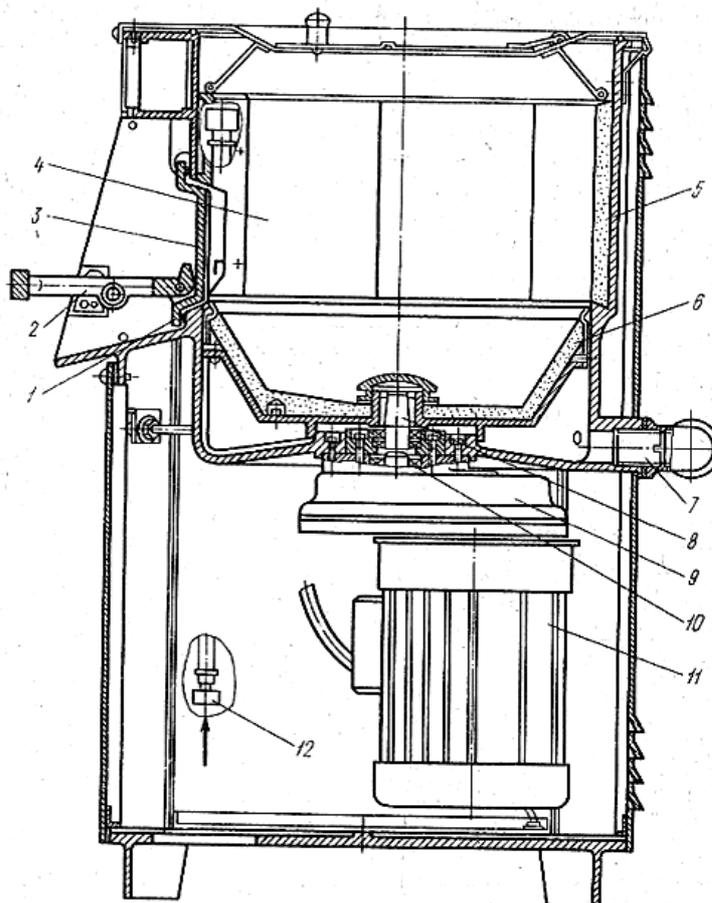


Рис. 7.3. Картофелеочистительная машина МОК-250:

- 1 – резиновое уплотнение дверки камеры, 2 – запорное устройство, 3 – разгрузочная дверка, 4 – рабочая камера, 5 – терочный сегмент, 6 – терочная чаша, 7 – люк для удаления отходов, 8 – вал, 9 – редуктор, 10 – упорные подшипники, 11 – электродвигатель, 12 – водяной трубопровод

**Машины для измельчения мяса.** При техническом обслуживании машины для тонкого измельчения мяса, к которым относятся мясорубки МНМ-82, МИМ-105 и МИМ-500 (рис. 7.4), главное внимание следует уделять техническому состоянию режущего инструмента – качеству заточки ножей и ножевых решеток.

Для дефектации производят разборку, вынимая детали в такой последовательности. С горловины корпуса мясорубки откручивают зажимную гайку 6, вынимают приставочное кольцо 5. Затем с помощью вилки-выталкивателя 14, которая приводится в движение с помощью рукоятки, вынимают шнек с режущими ножами 4 и решетками 3, образующими режущие пары. Разобранные детали промывают горячей водой, протирают и дефектуют.

Как известно, качество нарезки фарша зависит от плотности прилегания режущей кромки ножа к плоскости решетки и от остроты режущей кромки. Если между режущей кромкой ножа и решетки есть просвет, то их шлифуют с последующей притиркой друг к другу. Плоские стороны ножей и решеток притирают на чугунных плитах-притирах до получения ровной матовой поверхности. Боковые стороны лезвий ножа затачивают вручную или на специальном заточном станке.

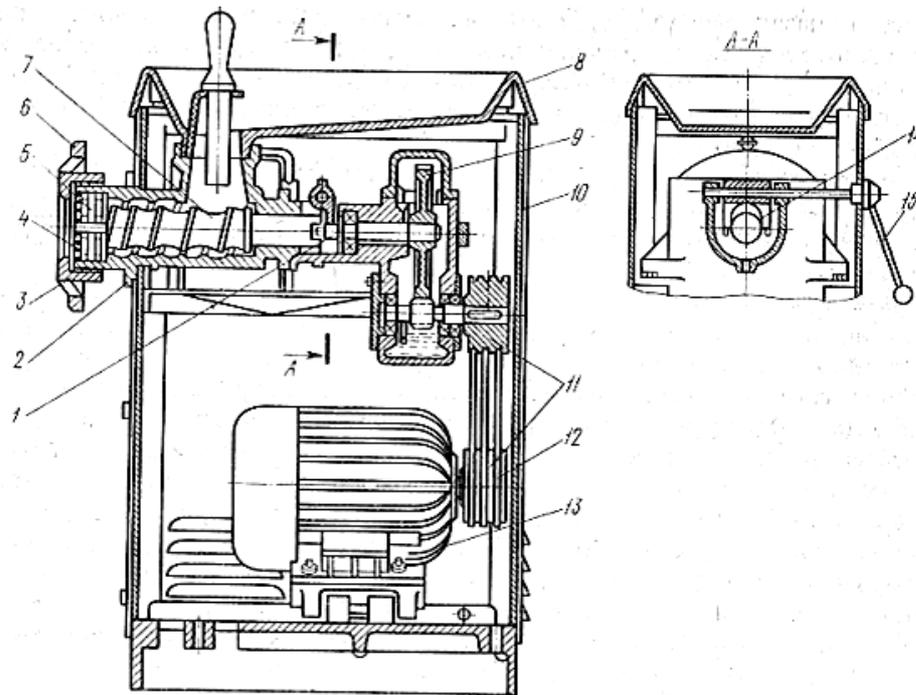


Рис. 7.4. Мясорубка МИМ-500:

- 1 – ведомый вал, 2 – горловина. 3 – решетки. 4 – ножи,  
 5 – приставочное кольцо, 6 – зажимная гайка, 7 – шнек,  
 8 – чаша, 9 – редуктор. 10 – облицовка,  
 11 – шкивы, 12 – приводные ремни, 13 – электродвигатель.  
 14 – вилка-выталкиватель, 15 – рукоятка

Состояние натяжения клиновых приводных ремней 12 проверяют на прогиб; он не должен быть более 4 мм под действием приложенной силы 9,4 Н. Регулировка натяжения ремней обеспечивается с помощью массы электродвигателя 13, установленного на шарнирной плите.

Для замены ремня шарнирную плиту с электродвигателем поднимают в крайнее верхнее положение и на шкивах 11 заменяют ремни марки А-850Т. Затем плита опускается, обеспечивая регулировку натяжения ремней. При необходимости уплотнительные манжеты выходных концов валов редуктора заменяют. Заканчивают работы регулировкой степени затягивания зажимной гайки. Если гайка чрезмерно затянута, то возникает повышенное трение в паре нож – решетка, нагрев и остановка электродвигателя. При недостаточном затягивании гайки между ножом и решеткой возникает повышенный зазор, вызывающий наматывание на режущий нож перерабатываемого сырья. Технология регулировки затяжки зажимной гайки такова: гайку завинчивают до упора и возвращают назад на 0,5...1 оборот; включают электродвигатель и прислушиваются к шуму работающей мясорубки. Затем гайку медленно завинчивают, пока не возрастет сопротивление и не усилится шум в редукторе, указывающие на то, что гайка затянута плотно и мясорубка готова к работе.

**Резательные машины.** Машины типа МРГ-300А и МРГУ-370, предназначенные для резки гастрономических продуктов, и хлеборезки типа ХРМ-300М и МРХ-180 (рис. 7.5) имеют сложную кинематику и требуют регулярного ухода и настройки. При техническом обслуживании и текущем ремонте в первую очередь проверяют механизм регулировки толщины нарезки продукта 9, узел подачи 10 и состояние ножа 7 с заточным устройством 5.

Начинают с проверки работы блокировочных выключателей. С целью выявления неисправностей микропереключателей блокировок проверяют их срабатывание, для чего

устанавливают каретку приемного лотка *13* в крайнее правое положение и опускают защитную решетку *14*. В этом случае должно произойти переключение контактов микропереключателя, сопровождающееся характерным щелчком. Чтобы обеспечить надежность срабатывания микропереключателей, производят их перемещение до возникновения щелчка. Если щелчка не происходит, то производят замену микропереключателей электроблокировки каретки приемного лотка *12*. Аналогично проверяют блокировку каретки подачи *10* и защитной решетки *11*.

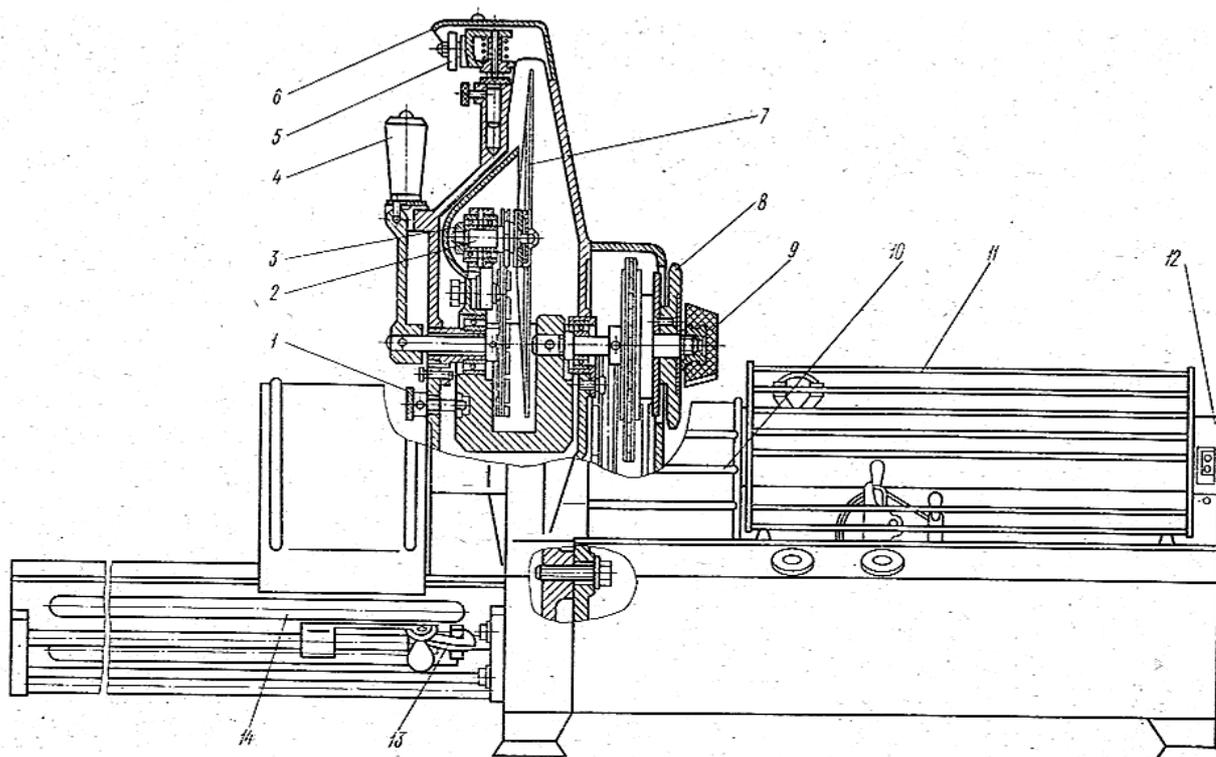


Рис. 7.5. Машина для нарезки хлеба МРХ-180:

- 1* – стопор противовеса, *2* – вал ножа, *3* – контргайка,  
*4* – ручка, *5* – заточное устройство, *6* – козырек,  
*7* – нож, *8* – регулировочный диск, *9* – фасонная гайка,  
*10* – каретка подачи, *11* – защитная решетка,  
*12* – электроблокировка приемного лотка, *13* – каретка приемного лотка,  
*14* – защитная решетка

Значительное количество деталей кинематической схемы машин требует регулярной смазки с обязательной частичной разборкой. Так, переднюю опору вала подачи и каретку подачи смазывают автотракторным маслом 1 раз в 6 месяцев, а эксцентрик шатуна – ежемесячно. Чтобы смазать подшипник кронштейна ножа *7*, отвинчивают контргайку *3*, выпрессовывают вал ножа *2*, промывают подшипники и заливают полость между ними смазкой УТ-1.

Цепные передачи смазывают смесью солидола с графитом, а если втулочно-роликовая цепь вытянулась, ее снимают и проваривают в смазке ТРН. Полиамидные подшипники смазывают ежемесячно смазкой УТ-1 или автотракторным маслом. Подшипники качения ножа в узле траверсы и в опорах противовеса смазывают при текущем ремонте смазкой УТ-1.

В процессе смазки обязательно проверяют состояние шатунов, кривошипов, ходовых и других валов планетарного механизма. Если в головке шатуна появилось постукивание, то уменьшают зазор с помощью регулировочного винта.

При регламентированном ТО осуществляется проверка механизма регулировки толщины нарезки продукта. Причиной неправильной работы регулировочного механизма является ослабление фасонной гайки 9, зажимающей регулировочный диск 8. Для устранения этого дефекта регулировочный диск устанавливают в соответствии с требуемой толщиной нарезки хлеба и плотно затягивают гайку. Плохое качество резки хлеба свидетельствует о затуплении ножа, и его необходимо заточить. Перед этим освобождают винтом ось заточного механизма 5, приподнимают его и устанавливают в рабочее положение (поворачивая вокруг вертикальной оси на 180°). С помощью рычага заточное устройство подводят к лезвию ножа и двумя абразивными дисками производят заточку. Во время работы заточного механизма козырек 6 обеспечивает безопасность.

При ТО обязательно проверяют работу скребков, очищающих нож от остатков продукта. Для этого на крышке кожуха нажимают две кнопки, скребки подводят к ножу и регулируют процесс очистки, при этом нож вращают вручную с помощью ручки 4 и рычага, предварительно застопорив противовес стопором 1.

По мере необходимости производят наладку фрикционного тормоза на валу электродвигателя. Для проверки его работы отключают машину и, если ее движение прекращается не сразу, то производят регулировку тяги тормоза или заменяют его пружину.

Если при опробовании работы машины в рабочем режиме наблюдается снижение ее производительности, производят проверку натяжения клинового ремня и при необходимости подтягивают.

**Месильно-перемешивающие машины.** Приступая к ТО тестомесильной машины ТММ-1М (рис. 7.6), определяют правильность ее работы по шуму. На включенной на холостой ход машине все ее подвижные соединения должны работать без рывков, заеданий, нехарактерного повышенного шума и стука; вибрация дежи не допускается. При появлении шума и стука определяют место и причину неисправности.

Проверяется фиксация дежи 2 в рабочем положении. Квадрат шлицевого вала машины должен свободно входить в отверстие конического диска 1 дежи. Если при установке дежа не фиксируется, подтягивают пружину фиксатора; если износился квадрат цапфы дежи, его заменяют.

Проверка состояния месильного рычага 4 сводится к определению зазора между лопастью месильного рычага и дежи, который должен быть не более 15 мм. Касание рычагом стенок дежи при перемещении не допускается. При наличии большого зазора в кулаке месильного рычага производят замену капроновых втулок.

Ограждение 3 дежи должно легко подниматься за рукоятку подъема и фиксироваться в поднятом положении. В рабочем положении между дежей и щитком ограждения должен быть зазор – трение между ними не допускается.

Если ослаблено натяжение цепной передачи 5, то ослабляют натяжную гайку, подтягивают цепь до заданных размеров прогиба 10 – 20 мм, а затем затягивают гайку. Раз в 6 месяцев втулочно-роликтовую цепь смазывают смесью солидола и графита.

Главный редуктор 6 и редуктор привода 7 дежи должны быть заполнены жидкой смазкой до уровня контрольной пробки. Загрязненную смазку заменяют 1 раз в 6 месяцев, для чего в корпус редуктора заливают трансмиссионное масло в смеси с автотракторным.

Опору месильного рычага и ступицы колес дежи смазывают смазкой УС-2Л раз в месяц. Во время текущего ремонта заменяют смазку УС-2Л в шаровой опоре дежи, ось дежи, игольчатый и шариковый подшипники кривошипа и добавляют смазку в редуктор привода дежи.

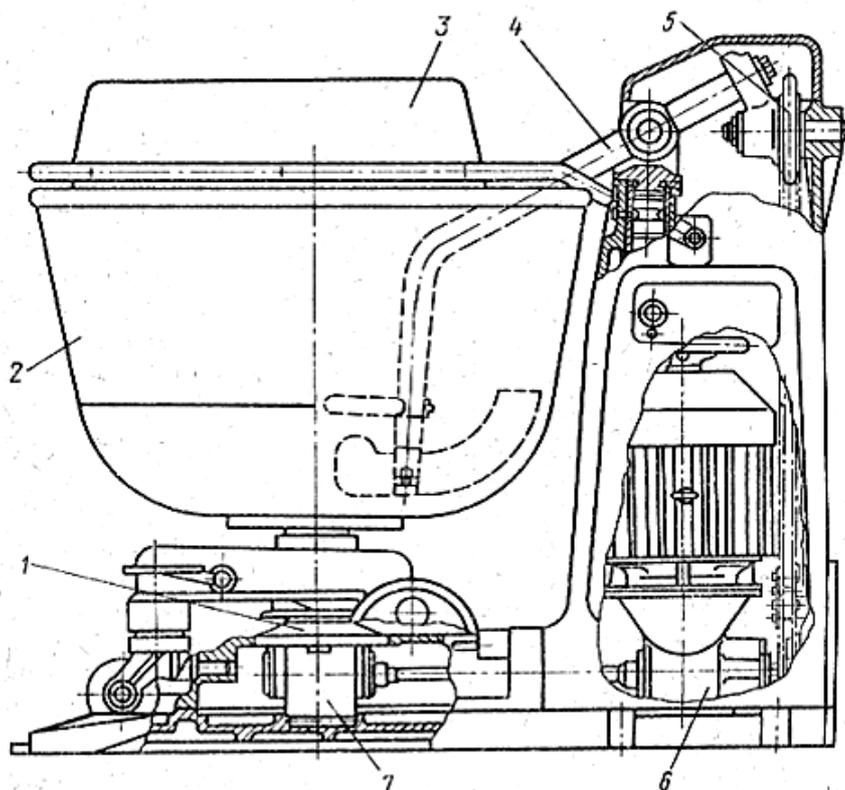


Рис. 7.6. Тестомесильная машина ТММ-1М:

1 – конический диск привела дежи, 2 – дежа, 3 – ограждение, 4 – месильный рычаг,  
5 – цепная передача, 6 – главный редуктор, 7 – редуктор привода дежи

Аналогично выполняют ТО взбивальных машин с вертикальным размещением рабочего вала – МВ-60, МВ-35, МВ-6. Обязательно проверяют работу вариаторов взбивальных машин при различных скоростях вращения рабочего органа. Механизм переключения скоростей должен обеспечивать правильный и легкий ход перемещающихся деталей без рывков и ударов. Фиксация деталей в зацеплении должна быть надежной на всех режимах работы. Пробуксовка вариаторного ремня может возникнуть в результате ослабления пружины на подвижном диске.

Раз в месяц смазывают винтовую пару и направляющие подъема бачка, 1 раз в 6 месяцев заменяют смазку в планетарной передаче.

### **7.3. Техническое обслуживание теплового оборудования**

В соответствии со структурой ремонтного цикла все виды теплового оборудования подвергаются ежемесячному техническому обслуживанию и текущему ремонту 1 раз в 6 месяцев. По многим видам этого оборудования (например, шкафов, сковород, фритюрниц, мармитов и некоторых видов подогревающего оборудования) структурой ремонтного цикла капитальный ремонт не предусмотрен, поэтому при их обслуживании значительно возрастает роль текущего ремонта, являющегося в данном случае базовым.

Большая часть неисправностей в тепловом оборудовании связана с дефектами в их электрической части. Неисправности такого характера могут привести оборудование в состояние, опасное для обслуживающего персонала, а также резко увеличить расход электроэнергии. Поэтому следует тщательно проверить и подтянуть все контактные соединения, особенно на нагревательных элементах (в конфорках, ТЭНах). Из-за периодического нагрева и охлаждения в контактах происходит расширение, окисление и возникает остаточная деформация металлических частей. Наличие таких дефектов увеличивает

контактное сопротивление, что служит причиной дополнительного нагрева резьбового контактного соединения.

Обязательно проводится осмотр регулирующей и пускозащитной электроаппаратуры и приборов автоматики. Если оборудование не нагревается, нужно проверить наличие напряжения – не сработала ли защитная аппаратура. Для этого мегомметром или омметром проверяют поочередно сопротивление на отключенном от сети оборудовании между вводимыми клеммами при разомкнутых коммутационных аппаратах, а также между коммутационными аппаратами и заземляющим зажимом. Если сопротивление между вводной клеммой и заземляющим зажимом составит меньше нескольких килоОм, значит имеет место замыкание соответствующей цепи на корпус, которое нужно устранить.

Исправность спиралей нагревательных элементов проверяют омметром путем последовательного подключения его контактов к стержням одной секции конфорки или ТЭНа. Если показанное сопротивление больше номинального, значит спираль перегорела, т. е. в ней есть обрыв. Номинальное сопротивление спирали нагревательного элемента определяют по номинальным напряжению и мощности. При показаниях омметром величины сопротивления меньше номинальной неисправность следует искать в коммутационных проводах, проверив их на целостность проводки.

Заключительным этапом в проведении работ по ТО и ТР теплового оборудования является проверка исправности защитных кожухов, ограждений, резиновых и других уплотнений, пружин и ручек дверок. При самопроизвольном открывании дверок пружины следует заменить и смазать их техническим вазелином.

Техническое обслуживание теплового оборудования заканчивают регулировкой режима работы оборудования в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. Отдельные виды теплового оборудования в силу своей специфики могут иметь дополнительные объемы работ.

**Пищеварочные котлы и автоклавы.** При техническом обслуживании и текущем ремонте пищеварочного котла КЭ-250 (рис. 7.7, а) его частично разбирают, обеспечивая доступ к ТЭНам и электродам «сухого хода», для чего разбирают и парогенератор 14, предварительно слив из него дистиллированную воду через спускной кран 10. Мегомметром проверяют сопротивление спиралей ТЭНов 12: если оно больше нескольких десятков Ом, значит спираль перегорела, если в пределах номинальной величины – спираль цела.

Чтобы заменить ТЭН, необходимо снять установленную панель 11. После снятия панели проверяют и очищают их наружную поверхность от накипи.

Удаляют накипь механическим способом с помощью щеток и скребков. Процесс можно механизировать, применив шлифовальную машину к гибкому валу которой можно подсоединять щетки различной конфигурации. В процессе этой операции также производят очистку от накипи электродов «сухого хода», для чего, сняв с них подсоединительные провода, их вывертывают, очищенный от накипи электрод дефектуют и, если на его контакте нет видимых повреждений, устанавливают на место.

Обязательно проводят испытание автоматики защиты от «сухого хода», обеспечивающей отключение ТЭНов от электросети при понижении уровня теплоносителя ниже установленного предела. Автоматика «сухого хода» проверяется включением переключателя 8 котла на режим без воды в пароводяной рубашке. Если он не включается, то через наполнительную воронку 1 (при этом кран уровня и воздушный клапан должны быть открыты) заливают дистиллированную или кипяченую воду и контролируют, на каком уровне сработал электрод. Затем приступают к проверке состояния клапана-турбинки 3 и срабатывания двойного предохранительного клапана 2.

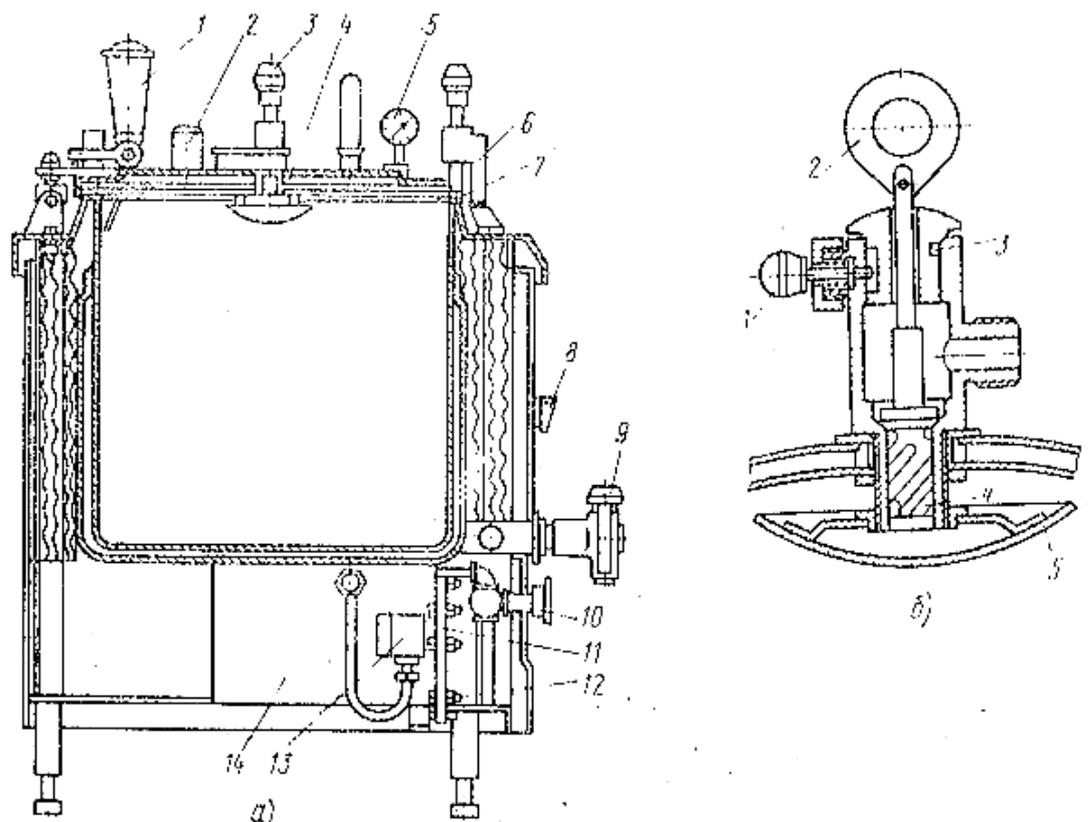


Рис. 7.7. Котел электрический КЭ-250:

- a* – общий вид (1 – наполнительная воронка, 2 – предохранительный клапан, 3 – клапан-турбинка, 4 – крышка, 5 – мановакуумметр, 6 – накидной рычаг, 7 – резиновая прокладка, 8 – переключатель режима, 9 – сливной кран, 10 – спускной кран, 11 – панель, 12 – ТЭНы, 13 – датчик реле давления, 14 – парогенератор);  
*б* – клапан-турбинка (1 – фиксатор, 2 – шток, 3 – штуцер сброса конденсата, 4 – турбинка, 5 – отражатель)

Клапан-турбинка (рис. 7.7, *б*) предназначен для сброса избыточного давления в варочном сосуде, которое не должно превышать 2,5 кПа. В случае превышения этого давления наружное кольцо штока 2 начинает вращаться, и происходит сброс через штуцер конденсатопровода 3. Выход пара сигнализирует о начале кипения содержимого в котле. В процессе эксплуатации, несмотря на наличие отражателя 5, винтовые канавки турбинки 4 засоряются мелкими частичками пищи, и для промывки турбинку вынимают за кольцо-шпindel, предварительно оттянув головку фиксатора 1.

Двойной предохранительный клапан 2 (см. рис. 7.7, *a*) должен срабатывать при повышении давления в пароводяной рубашке свыше 5,5 кПа для котлов и 27,0 кПа – для автоклавов. Для подготовки срабатывания клапана на контактном манометре с помощью специального ключа переводят контакт верхнего предела выше 5,5 кПа, а у котлов новой конструкции – с помощью датчика реле давления 13. Контроль за давлением осуществляется с помощью мановакуумметра 5. Если клапан не срабатывает в заданных пределах, его снимают и отправляют для регулировки на специальном стенде. Периодически 1 раз в 6 месяцев клапан испытывают в лаборатории, на что выдается специальный акт, и клапан опломбируется. Раз в 6 месяцев должны проверяться установленные на котле электроконтактные манометры. Дата их последнего срока поверки устанавливается по клейму на пломбе. Стрелками электроконтактного манометра с помощью специального ключа должны быть установлены предельно допустимые параметры работы котла: верхний 4,0 кПа и нижний 0,5 кПа.

В случае подтекания сливного пробкового крана *10* его притирают вручную на месте установки с использованием пасты ГОИ. Если невозможно достичь герметичности, кран отправляют в ремонт. Крышка котла *4* должна плотно прилегать к обечайке и не пропускать пар во время работы. При наличии этих признаков проверяют состояние термостойкой резиновой прокладки *7*, накидных рычагов *6* или противовеса и петли. Если противовес не уравнивает крышку в ее открытом и закрытом состоянии, регулируют пружины и смазывают шток.

У опрокидывающихся котлов проверяют работу поворотного механизма. Вращение рукоятки должно осуществляться плавно, без рывков и заеданий. При текущем ремонте в отверстиях для смазки цапф заменяется смазка.

Заканчивают работы регулировкой станции управления на автоматическом режиме.

**Оборудование для жарки и выпечки.** Техобслуживание кухонных плит, жарочных шкафов и мармитов для первых блюд включает работы, характерные для ТО всех видов электротеплового оборудования. Наряду с проверкой качества заземления у электроплит дополнительно проверяется индивидуальное защитное заземление каждой конфорки. Для этого у плиты ЭП-2М снимают конфорку, а у плит ПЭСМ-4ШБ и ПЭ-0,17 и 0,51 поднимается блок конфорок и фиксируется в наклонном положении под углом 45°. Крепление конфорок к блоку должно быть надежным и не допускать их перемещения.

Дефектация конфорок сначала производится визуально. При обнаружении на их жарочной поверхности трещин и вздутий дальнейшая эксплуатация конфорок запрещается. Приступая к проверке сопротивления спиралей секций конфорок, при слабом нагреве плиты омметром проверяют сопротивление между контактными стержнями: если сопротивление секции конфорки мощностью 3...3,5 кВт составляет 30 Ом, то спираль исправлена, при значительном превышении этого показателя конфорку снимают и отправляют в ремонт.

При установке конфорок проверяют правильность расположения их жарочной поверхности. По горизонтальной плоскости конфорки должны быть установлены без перекосов и на одном уровне с поверхностью окружающего борта, отклонение по высоте допускается не более 1 мм, величина зазора между конфорками и окружающим бортом – в пределах 2,5...4 мм.

Для проверки ТЭНов, переключателей, датчиков реле температуры шкафа и плиты ПЭСМ сначала снимают ручки на панели управления, открывают дверку и, отвернув четыре винта, крепящих передний лист, выдвигают камеру до упора. Затем производят дефектацию ТЭНов по внешнему виду и сопротивлению спирали: дефектные заменяют, а на исправных подтягивают контактные соединения.

В обязательном порядке проверяют исправность пакетных переключателей (выключателей) и терморегуляторов. Исправным считается прибор, у которого переключение осуществляется плавно и без заеданий, а фиксация в установленном положении надежная. Лимб терморегулятора должен поворачиваться без лишних усилий. При вращении лимба терморегулятора или изменении положения переключателя (выключателя) должно происходить выключение или переключение на следующую ступень нагрева соответствующей конфорки или ТЭНа. При неисправном датчике реле температуры возможен перегрев камеры и плиты. В этом случае его разбирают, проверяют контактную группу, а при наличии подгоревших контактов заменяют. Если в исправном оборудовании сигнальные лампы, оповещающие о режиме работы, не горят, их заменяют.

Заключительные работы по ТО – регулировка закрывания дверок шкафа: они должны легко открываться и устойчиво фиксироваться в вертикальном и горизонтальном положениях. В закрытом положении дверка должна равномерно прилегать к фронтальной раме шкафа без перекосов по всему периметру. Открывание дверок регулируют путем подтягивания пружины. Если это не удастся, пружины заменяют. ТО сковород, фритюрниц и жаровен в основном состоит из работ, характерных для техобслуживания электротеплового оборудования и, кроме того, настройки и регулировки на автоматический режим.

Обязательно проверяется правильность установки сковород и фритюрниц: уровень залитого в них масла должен равномерно заполнять рабочий объем. При обнаруживании наклона производят выравнивание по высоте с помощью регулирования установочных ножек. Одновременно с этим контролируют срабатывание защиты от «сухого хода» путем наклона чаши сковороды и изменения в ней уровня теплоносителя, который должен соответствовать риске на контрольном щупе. Если при включении сковороды горят сигнальные лампочки, а разогрев происходит медленно, это свидетельствует о перегорании спиралей. Для обнаружения перегоревшей спирали чашу сковороды поворачивают на 180°, снимают защитный кожух с прокладками и с помощью мегомметра на клеммнике проверяют выводные концы спиралей. Если при работе оборудование начинает перегреваться, то с помощью показаний обычного термометра, помещенного в теплоноситель, определяют правильность показаний датчика – реле температуры. При значительном расхождении этих показателей прибор заменяют.

Механизм опрокидывания чаши проверяют поворотом ее на 180° и возвратом в первоначальное положение: поворачивание должно осуществляться без особых усилий, рывков и заеданий. Наличие осевого зазора и заедания оси червяка недопустимо. При необходимости смазывают червячную пару и подшипники цапф.

У вращающихся жаровен необходимо проверять наличие смазки: чугунные буксы жарочного барабана смазывают ежемесячно консталином; в редукторе смазку заменяют 1 раз в 6 месяцев; подшипники электродвигателя, толкателя и отсекаателя смазывают консталином, а натяжной ролик – солидолом 1 раз в 3 месяца; направляющую рейку смазывают солидолом через колпачок масленки 1 раз в месяц или в зависимости от количества проработанных часов.

По мере необходимости производится ремонт и регулировка зазора 0,05...0,1 мм между ножом и отсекателем – поворотом ножа вокруг своей оси. При неудовлетворительных отсеканиях и укладке блинчиков смазывают поверхность отсекаателя и ножа.

В текущий ремонт входят замена червячного редуктора, устранение деформации водила нажимного ролика и заеданий зубчатой рейки.

**Кипятильники и водонагреватели.** Приступая к ТО кипятильника КНЭ-100 (рис. 7.8), промывают кипятильный сосуд 2, для чего открывают сливную пробку 10, сливают воду, затем наливают воду и вновь сливают и так несколько раз. В зависимости от интенсивности работы кипятильника и жесткости воды накипь надо удалять через 1...3 мес. Для этого кипятильники частично разбирают, осматривают ТЭНы 3, кипятильный сосуд 2 и переливную трубу 5. Толстый слой накипи очищают металлическими щетками и скребками, а внутреннюю поверхность переливной трубки – шлямбуром. Если счистить накипь не удастся, кипятильник направляют в ремонт.

Электроды автоматики защиты от «сухого хода» и регулирования уровня кипятка ежемесячно протирают от накипи и других осадков. Образование накипи на электродах и поплавковом устройстве 8 влечет за собой нарушение работы кипятильника в автоматическом режиме. Кипятильник может включаться при наличии достаточного количества кипятка в сборнике 4, а также при отсутствии воды в питательной коробке 6, т. е. при оголении верхнего электрода «сухого хода».

Обязательно проверяют работу кипятильника в автоматическом режиме.

Работу поплавкового устройства проверяют по характерному шуму при поступлении холодной воды через клапан в питательную коробку.

По мере заполнения питательной коробки шум уменьшается и полностью прекращается при закрытом клапане. При нормальном давлении воды в водопроводе (5,5...40,0 кПа) поплавковое устройство должно полностью перекрывать поступление воды в питательную коробку по достижении в ней определенного уровня: для кипятильников на 100 л и более – 70...80 мм от края переливной трубы, для кипятильников менее чем на 100 л – 55...65 мм. Регулировка питательного клапана производится передвижением пробки вверх-вниз. После заполнения водой питательного сосуда включают тумблер на щитке управления 12 (блок

автоматики) и закрывают вентиль подачи воды на трубе водопроводной сети 1. При этом загораются красная и зеленая сигнальные лампочки 11 и выключаются электронагреватели.

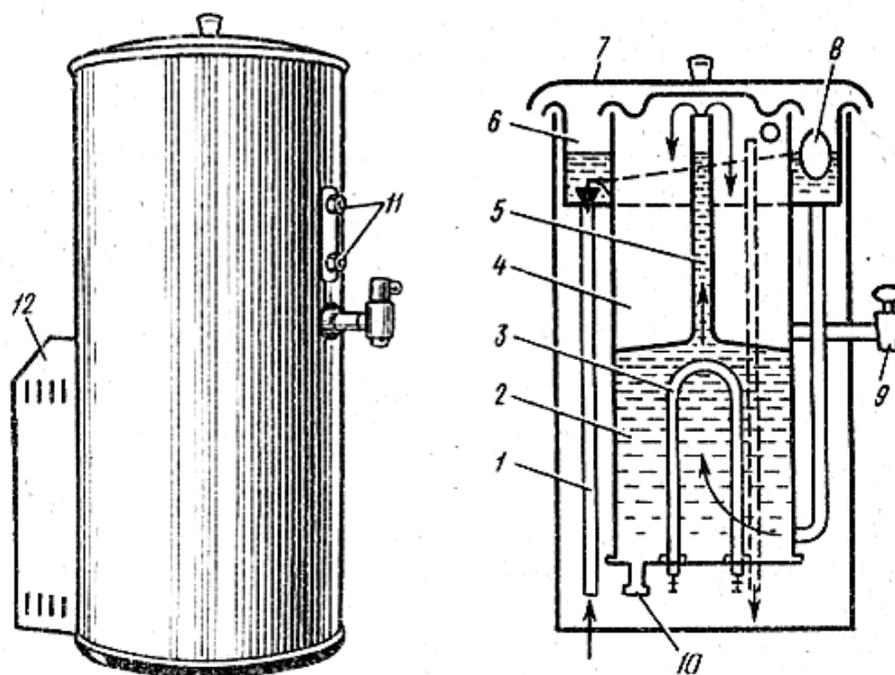


Рис. 7.8. Электрокипятильник непрерывного действия КНЭ-100:

- 1 – водопроводная сеть, 2 – кипяtilный сосуд, 3 – теплоэлектронагреватель ТЭН;  
 4 – сборник кипятка. 5 – переливная труба, 6 – питательная коробка, 7 – крышка,  
 8 - поплавковое устройство. 9 – разборный кран, 10 – сливная пробка,  
 11 – сигнальные лампочки, 12 – блок автоматики

После закипания воды, когда уровень ее в питательной коробке понизится и электрод «сухого хода» оголится, электронагреватели должны отключаться. Зеленая лампочка гаснет – так проверяется защита ТЭНов от «сухого хода». После открытия вентиля подачи воды зеленая лампочка должна вновь загораться, сигнализируя о включении ТЭНов. Если при включении кипяtilьника не загорается красная лампочка и происходит его нагрев, то причиной может быть неисправность в работе трансформатора. Если кипяtilьник нагревается, а лампочка не горит, ее следует заменить. На заключительном этапе проверяют плотность прилегания крышки 7, которая должна плотно прилегать к корпусу и исключать выход паров воды из-под нее и работу разборного крана 9. Кран не должен давать течи в закрытом состоянии при полном сборнике кипятка.

В случае необходимости пробку крана следует притереть по седлу или заменить.

#### **7.4. Техническое обслуживание оборудования для санитарной обработки посуды и инвентаря**

Для санитарной обработки столовой посуды и приборов применяют посудомоечные машины. По своей конструкции посудомоечные машины содержат элементы, заимствованные из механического (приводы конвейера, насоса) и электротеплового оборудования (водонагревателя). Это предъявляет повышенные требования к квалификации персонала, выполняющего регламентированное техническое обслуживание и текущий ремонт. Кроме того, поскольку работа большинства деталей, узлов и приборов этого оборудования происходит в

зоне повышенной влажности, структурой ремонтного цикла предусмотрены ежемесячные техническое обслуживание и текущий ремонт 1 раз в 3 месяца.

Приступая к техническому обслуживанию посудомоечной машины, выявляют дефекты в ее работе. Для этого снимают облицовочные кожухи и проверяют техническое состояние всех зон: А – струйной очистки, Б – мытья, В – ополаскивания, Г – вторичного ополаскивания (рис. 7.9).

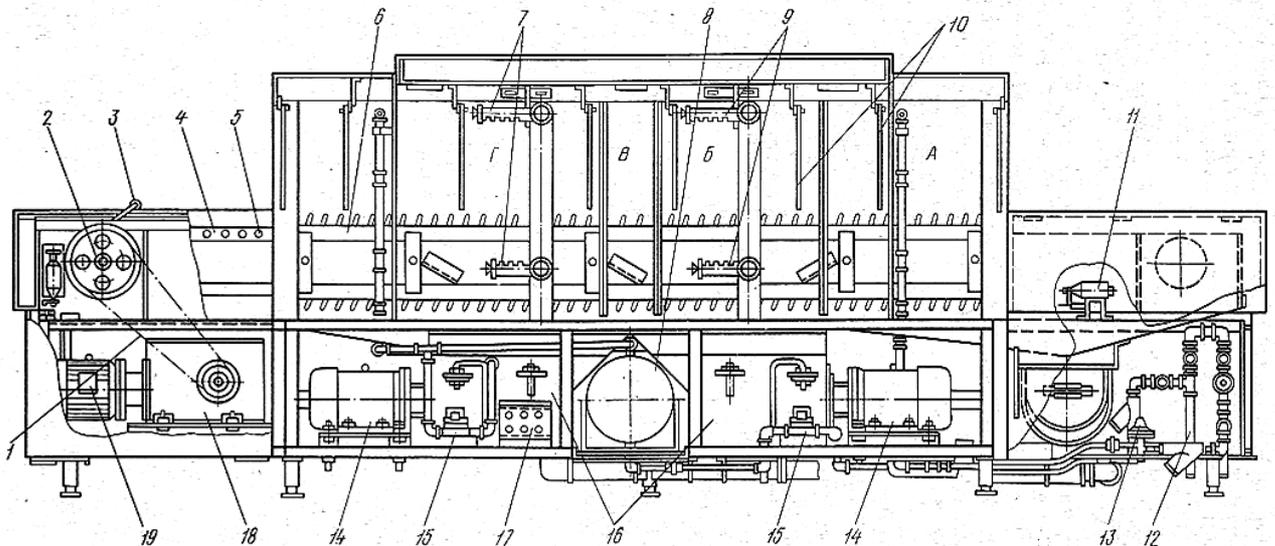


Рис. 7.9. Универсальная посудомоечная машина ММУ-2000:

- 1 – цепная передача, 2 – вал привода транспортера, 3 – конечный выключатель, 4 – рама транспортера, 5 – ролики, 6 – настил транспортера, 7, 9 – форсунки душа, 8 – водонагреватель, 10 – защитные форсунки, 11 – натяжное устройство, 12 – гидросистема, 13 – редукционный клапан, 14 – насос, 15 – соленоидный клапан, 16 – ванны для воды, 17 – ТЭН, 18 – редуктор, 19 – электродвигатель привода транспортера

Требованиями правил эксплуатации предусмотрена ежедневная санитарная обработка посудомоечной машины, поэтому следует сделать оценку ее качества и при необходимости устранить загрязнения, остатки отходов пищи, очистить и промыть форсунки моющих и ополаскивающих душей, фильтров насосов и распылителей.

Без разборки проверяется герметичность гидросистемы 12, т.е. соединение трубопроводов моющей и ополаскивающей систем, сальниковые уплотнения насосов 14. Течи устраняют, подтягивая соединения, или заменяют уплотняющие материалы (резиновые прокладки, сальниковую набивку). В частности, подвергаются полной проверке резиновые уплотнения в форсунках моющих 9 и ополаскивающих 7 душей.

При текущем ремонте посудомоечной машины снимают и чистят коллекторы, души и канализационную систему. Если после промывки и очистки гидросистемы вода не подается в ванны 16, в водонагреватель 8 или к форсункам 7 и 9, причину следует искать в неисправности соленоидных клапанов 15. Если из форсунок вторичного ополаскивания идет вода, это свидетельствует о дефекте в соленоидном клапане подачи горячей воды. Когда отсутствует вода в душе струйной очистки, то неисправен соленоидный клапан холодной воды. При отсутствии подачи воды в ванны проверяют соленоидные клапаны подачи воды в ванны или датчики уровня. Соленоидные клапаны проверяют на срабатывание их механизма и в зависимости от характера дефекта чинят на месте или заменяют на новые (замена мембраны и электрической катушки).

Нормальная работа машины может быть обеспечена при давлении поступающей в электронагреватель 8 воды (при работающей машине) 0,06 МПа. Причиной низкого давления

может быть какая-либо неисправность или неправильная настройка редукционного клапана 13 (РВ-3), который должен быть отрегулирован по манометру на срабатывание при давлении 0,06 МПа.

У посудомоечных машин периодического действия типа МПУ-700 может не вращаться душевое устройство по причине засорения отверстий выхода реактивной струи или при понижении давления воды ниже 0,15 МПа. Душевое устройство разбирают и очищают от накипи отверстия для выхода струи и вал-трубу, на котором размещено душевое устройство. Если причиной низкого давления является потеря производительности насоса, то его следует разобрать, очистить рабочее колесо от накипи и загрязнений, а при наличии на поверхности колеса трещин и сколов заменить новым.

В зависимости от степени жесткости воды проверяют наличие накипи на ТЭНах 17 водонагревателя или ванны. По мере нарастания накипи удаляют механическим способом с помощью скребков или металлических ершей. Если время подготовки машины к пуску заметно увеличилось или температура воды в ополаскивающей ванне недостаточна, то это может свидетельствовать о неисправности ТЭНов или пропуске воды через редукционный клапан РВ-3 при большом давлении. ТЭНы проверяют омметром наружным осмотром и при обнаружении неисправностей заменяют.

Температурный режим по секциям машины должен быть не менее заданных пределов: моющего раствора 45°C, ополаскивающей рециркуляционной воды 50°C и ополаскивающей проточной воды на выходе из форсунок 85°C. Показания определяют термометром и сравнивают с показаниями манометрических термометров УТ-200, установленных в простенках дверей, и термосигнализатора ТСМ-100. Контактные стрелки последнего должны устанавливаться на пределы 92...96°C.

Перед заполнением машины моющим раствором проверяют работу контактов датчиков уровня воды в ванне мойки (ДУМ) и в ванне ополаскивания (ДУО). Датчики должны включать соленоидные клапаны для наполнения ванн водой. По достижении водой верхнего уровня в ванне ополаскивания, срабатывают датчик ДУО и магнитный пускатель, который включает ТЭНы. Так же должен срабатывать датчик уровня воды ДУМ по достижении водой нижнего предела ванны мойки, включая затем промежуточное реле для самоподпитки. Автоматика защиты и регулирования уровня воды должна обеспечивать поддержание заданных режимов работы и защиту ТЭНов от «сухого хода». Сигнальная арматура должна оповещать о соответствующем режиме работы.

Перед зарядкой моющим средством бачок и трубопроводы промывают водой и проверяют регулировку дозы с помощью рычагового поплавка конечного выключателя. При нажатии высокой пластиной настила на рычаг конечный выключатель должен быть в нажатом состоянии. После этого бачок наполняется моющим раствором: 300...350 см<sup>3</sup> – для машин ММУ-2000 и 150...200 см<sup>3</sup> – для машин ММУ-1000 и машина включается. Если моющее средство не подается, причиной этого может быть разрегулировка рычага поплавкового конечного выключателя секции загрузки или неисправность соленоидного клапана.

У машин непрерывного действия контролируют работу транспортера. В редукторе 18 проверяется уровень масла щупом, и в случае необходимости его доливают. Раз в 6 месяцев масло заменяют новым марки «Цилиндровое-52». Подшипники качения привода транспортера 2 и цепь привода 1 смазывают 1 раз в 3 месяца солидолом УС-2, а подшипники электродвигателей 14 и 19 – 1 раз в 6 месяцев.

Проверяя натяжение цепи, которое должно быть равномерным по всей длине, а прогиб при нажатии руки в средней части 10...20 мм, в случае необходимости цепь натягивают передвижением привода 2 по раме. Особое внимание следует уделить натяжению настила транспортера 6: оно должно быть равномерным с обеих сторон, но не чрезмерным. Ролики 5 настила должны двигаться в раме 4 с одинаковым зазором, поворачиваться от руки, а настил должен перемещаться легко, без рывков. При необходимости производится натяжение настила транспортера путем подтягивания с помощью воротка Ø6 мм натяжных винтов 11. Ролики, которые не вращаются или имеют дефекты сколов и трещины, подлежат замене.

Поскольку электроаппаратура управления машиной, размещенная в двух электрошкафах, работает в тяжелом влажном режиме, для нее требуется ежемесячный контроль. Состояние электроаппаратуры в целом определяют внешним осмотром. У машин непрерывного действия проверяют работу конечного выключателя на транспорте 3, у машин периодического действия – работу программного механизма по соответствию времени на отдельные операции: если время не совпадает с данными циклограммы, регулируют реле времени. Регулировку конечного выключателя остановки транспортера осуществляют перемещением его по вертикали. При нажатии посуды на планку «Стоп» транспортер должен останавливаться. Перед сдачей машины необходимо проверить работу исполнительных элементов в отдельности путем переключения тумблеров. Окончательное опробование машины производится на холостом ходу в автоматическом режиме, причем в процессе работы не должны быть посторонние шумы, стуки, подтекания воды в соединениях и трубопроводах.

На заключительном этапе осматривают защитные фартуки 10, разделяющие зоны обработки, которые не должны допускать разбрызгивание воды при работе машины, а также дверцы рабочих камер и устойчивость их фиксации в раздельном положении. Подтекание через дверцы во время работы машины не допускается. Если затруднен подъем кожуха рабочей камеры машины периодического действия, необходимо подтянуть ослабленный пружинный механизм уравнивания.

### **7.5. Техническое обслуживание холодильного оборудования**

При техническом обслуживании внешним осмотром проверяют комплектность оборудования, состояние внутренних поверхностей охлаждаемого объема и наличие ограждения холодильного агрегата; осматривают электроаппаратуру, приборы автоматики, подтягивают электроконтактные соединения и проверяют исправность осветительных приборов, состояние дверных ручек, замков, поддонов испарителей, устройств для слива талой воды, уплотнительных профилей дверей оборудования.

Присоединив мановакуумметр к штуцеру нагнетательного вентиля, измеряют давление конденсации, определяют наличие воздуха в системе, отыскивают следы масла на соединениях трубопроводов, свидетельствующие об утечке хладагента. Галоидной лампой проверяют герметичность всех соединений.

Проверка режима работы холодильного оборудования сводится к следующему. Установив термометр или термограф на среднюю полку шкафа, камеры или прилавка, определяют температуру в охлаждаемом объеме при включении и выключении машины. К штуцеру всасывающего вентиля компрессора присоединяют мановакуумметр и проверяют настройку реле низкого давления (или реле температуры испарителя) по давлению всасывания и температуре кипения хладагента при выключении и включении компрессора. Настройку терморегулирующего вентиля по рабочему давлению всасывания, а также по обмерзанию испарителей и всасывающего трубопровода.

По давлению всасывания и обмерзанию испарителей устанавливают, достаточно ли хладагента в системе. Если машина оборудована смотровым стеклом на жидкостном трубопроводе, в нем должен быть виден поток смеси хладагента и масла без пены.

Работоспособность водорегулирующего или электромагнитного вентиля определяют по открытию при пуске и закрытию при остановке агрегата. Проверяют также затяжку крепежа и натяжение приводных ремней холодильного агрегата.

Выявленные в результате проверки неисправности холодильного оборудования при необходимости устраняют. В зависимости от требуемой температуры воздуха в охлаждаемом объеме регулируют терморегулирующий вентиль на поддержание необходимого перегрева паров хладагента и рабочего давления, а также реле низкого давления или реле температуры на поддержание необходимого диапазона давлений и температуры кипения хладагента в испарителе (табл. 7.2).

Таблица 7.2

## Установки реле низкого давления или реле температуры (испарителя)

Холодильное оборудование	Температура в охлаждаемом объеме, °С	Установка реле низкого давления или реле температуры (испарителя)				Настройка терморегулирующего вентиля на рабочее давление, МПа
		на выключение		на включение		
		МПа	°С	МПа	°С	
Шкаф, прилавок, витрина	1...5	0,06-0,07	-17...-19	0,22...0,23	1-2	0,1...0,11
Среднетемпературная камера для:						
фруктов	4...6	0,10	-17...-19	0,24	1-2	0,12...0,13
молочных продуктов	2...4	0,08	-17...-19	0,22	1-2	0,1...0,11
колбасных изделий, мяса	-1...1	0,05	-17...-19	0,18	1-2	0,08...0,09
рыбы	-3...-1	0,04	-17...-19	0,16	1-2	0,06...0,07
Камера, витрина или прилавок низкотемпературные с холодильной машиной, работающей в хладагенте						
R12	-13...-15	0,01-0,02	-26...-28	0,05-0,06	-19...-20	0,03...0,04
R22	-13...-15	0,08-0,09	-26...-28	0,14-0,15	-19...-20	0,1...0,12
R502	-18...-20	0,05-0,06	-31...-33	0,1- 0,11	-24...-25	0,08...0,09

Если в камере температурный режим поддерживается с помощью реле температуры, то его установка должна соответствовать требуемым параметрам. В этом случае реле низкого давления, выполняющее функцию защиты от низкого давления, регулируют на выключение машины при давлении в испарителе 0 МПа, реле высокого давления, установленное на агрегатах с конденсатором водяного охлаждения, – на выключение при давлении конденсации 1 МПа, на агрегатах с конденсатором воздушного охлаждения, работающих на R12, на выключение при давлении конденсации 1,2 МПа. Водорегулирующий вентиль настраивают с таким расчетом, чтобы вода подогревалась в конденсаторе на 10...12°С зимой и 6...8°С – летом. Давление конденсации должно быть соответственно: R12 – 0,6...0,8 МПа, R22 – 1...1,2 МПа, R502 – 1,1...1,3 МПа

Систему холодильного оборудования осушают от влаги и очищают от загрязнений с помощью технологического фильтра-осушителя, заполненного цеолитом NaA-2КТ или силикагелсом КСМ. Осушку системы целесообразно контролировать с помощью индикатора влажности, устанавливаемого на жидкостном трубопроводе после фильтра-осушителя. Систему можно считать осушенной, если при 25°С содержание воды (в мг на 1 кг хладагента) не превышает 15 для R12, 60 – для R22 и 30 – для R502.

В табл. 7.3 показана зависимость цвета чувствительного элемента индикатора от концентрации влаги и температуры. Если при работе сопротивление фильтра-осушителя стало выше величин, указанных в табл. 7.4, его заменяют новым.

Таблица 7.3

Зависимость цвета чувствительного элемента индикатора  
от концентрации влаги и температуры

Характеристика влажности	Цвет чувствительного элемента	Концентрация воды, мг/кг					
		в R12 с массовой долей масла 5...10 %			в R22 с массовой долей масла 5...10 %		в R502 с массовой долей масла 5...10 %
		20°C	40°C	55°C	20°C	40°C	55°C
Сухо	Зеленый	5	10	20	-	-	-
	Синий	5...15	15...30	30... 15	15	30	10
	Голубой	-	-	-	15...16	30...200	50...60
Влажно	Розовый	15	30	50	60	200	60

Таблица 7.4

Сопротивление фильтра осушителя

Режим работы холодильного оборудования	Хладагент	Сопротивление фильтра осушителя, МПа
Среднетемпературный	R12	0,041
	R22, R502	0,062
Низкотемпературный	R12	0,014
	R22, R502	0,021

Детали водорегулирующего или электромагнитного вентиля очищают от загрязнений, заменяют поврежденные мембрану и уплотнения. Если оборудование имеет систему автоматического оттаивания испарителей, корректируют настройку реле времени, очищают дренажные шланги и коллекторы слива талой воды.

Приводные клиновые ремни холодильного агрегата с сальниковым компрессором при их растяжении в процессе эксплуатации натягивают, увеличивая расстояние между валами компрессора и электродвигателя. Между вентилятором и диффузором у холодильного агрегата и воздухоохладителя регулируют зазор. Проверяют исправность полок, решеток, кронштейнов, замков, ограждений, регулируют плавность перемещения и плотность прилегания дверок и шторок оборудования. Ликвидируют неисправности, вызывающие повышенный шум оборудования.

При текущем ремонте, проводимом в два раза реже, выполняют работы, предусмотренные техническим обслуживанием, и, кроме того, следующие операции.

Заменяют уплотнительный профиль дверей охлаждаемого оборудования, если он потрескался и двери не прилегают плотно к проему; смазывают замки и петли дверей холодильного оборудования, при неисправности замков и петель их ремонтируют или заменяют.

Отключив холодильный агрегат от электросети, его очищают от пыли. С рамы агрегата снимают электродвигатель, а с конденсатора воздушного охлаждения – диффузор вентилятора. Конденсатор очищают волосистой щеткой от пыли и промывают теплой водой, температура которой не выше 50°C. Если ребра конденсатора покрыты липкой грязью, то конденсатор промывают со стороны диффузора 3...5 % – ным водным раствором кальцинированной соды, не допуская попадания воды на электрические соединения и клеммную доску герметичного или бессальникового компрессора.

Внутренние поверхности труб конденсатора водяного охлаждения очищают от минеральных отложений, выделяющихся из охлаждающей воды и осаждающихся в виде солевой накипи, если ее толщина более 1,5...2 мм. Для снятия накипи применяют жидкость, содержащую 49,5 % соляной кислоты, 0,83 % уротропина, 0,17 % бутанола и 49,5 % воды. Уротропин действует как ингибитор кислотной коррозии и способствует растворению накипи. Бутанол препятствует образованию пены, возникающей при растворении накипи. С помощью насоса жидкость прокачивают через конденсатор 2...3 ч, затем его промывают водой.

Смазывают подшипники электродвигателя вентилятора. После смазки подшипников электродвигатель устанавливают и закрепляют на агрегате так, чтобы крыльчатка вентилятора при вращении не касалась диффузора конденсатора и зазор между ними был равномерным.

Хладагент дозаряжают в систему. О том, что его в системе недостаточно, свидетельствуют неполное обмерзание испарителей и характерный свист в терморегулирующих вентилях, повышенная температура всасывающего трубопровода и кожуха герметичного компрессора, повышенная температура в холодильной камере, шкафу, прилавке или витрине.

Хладагент вводят в систему небольшими порциями с последующей проверкой по изменению давления в испарителе и обмерзанию испарителя и всасывающего трубопровода.

В картер сальникового (или бессальникового) компрессора масло добавляют до нормы. Для этого закрывают всасывающий вентиль на систему, отсасывают пары хладагента из картера до атмосферного давления и, выключив компрессор, перекрывают нагнетательный вентиль. Отвернув специальную пробку на картере, заливают масло, контролируя его уровень по смотровому стеклу компрессора.

Для удаления воздуха, попавшего в картер при добавлении масла, отворачивают на 2–3 нитки накидную гайку на штуцере тройника нагнетательного вентиля и включают компрессор. Удалив воздух из картера, компрессор выключают, затягивают гайку и устанавливают вентили в рабочее положение. При чрезмерном растяжении или расслоении приводных клиновых ремней холодильного агрегата их заменяют. Нормы расхода в год хладагента, смазочного масла и клиновых ремней (ГОСТ 1284–68) при эксплуатации холодильных агрегатов приведены в табл. 7.5.

При выходе из строя ремонтируют или заменяют автоматические приборы – терморегулирующий вентиль, термореле (например, из-за утечки наполнителя из термосистемы), реле давления (при трещинах в сильфоне, неисправности микропереключателя), электромагнитный вентиль (в случае сгорания катушки, разрыва мембраны), водорегулирующий вентиль (вследствие выработки клапана и др.).

При поломке клапанов компрессора их заменяют; при износе сальника вала и появлении течи хладагента и масла также заменяют сальник вала и поврежденные прокладки.

Поврежденную изоляцию выводов концов электродвигателя привода компрессора или вентилятора восстанавливают. Сняв щиток ограждения клеммной доски, очищают щеткой проходные контакты герметичного или бессальникового компрессора. Затем их протирают тканью, смоченной в бензине (пыль на изоляции проходных контактов приводит к замыканию). Очистив проходные контакты, подтягивают все соединения на клеммной доске.

После устранения неисправностей нормальная работа холодильной установки характеризуется следующими показателями: коэффициент рабочего времени машины не более 0,75, давление всасывания соответствует данным табл. 7.2, разность температур воздуха в охлаждаемом объеме и кипения хладагента 13...15°C, если в качестве охлаждающего прибора используют конвективный испаритель, или 8...10°C, если применяют воздухоохладитель; температура конденсации на 2...3°C выше температуры воды, выходящей из конденсатора; в охлаждаемом объеме поддерживается требуемая температура.

Таблица 7.5

Нормы расхода в год хладагента, смазочного масла и клиновых ремней (ГОСТ 1284–68)

Холодильный агрегат	R12	R22	Масло	Клиновый ремень	
				тип (длина в мм)	норма расхода, шт
ФАК-0,7Е	1		0,4	А (1000)	0,4
ФЛК-1,1Е	1,2		0,4	А (1000)	0,6
ФАК-1,5М3	1,5		0,4	А (1000)	1,2
BCp400	0,2				
BC500; BC630	0,4				
BC800; BCэ800	0,5				
BCэ1250		0,6			
ВН350; ВН400		0,2			
BC 1250	0,6				
ВН630					
ИФ-56; АВ3-1-2	3		0,8	А (1250)	1,2
АКФВ-4; 1АК4, 5-1-2	4		0,8	Б (1400)	1,5
АКФВ-6	6		0,8	Б (1400)	2
АКВ1-6; АК1-6					
1АВ6-1-2; 1АК6-1-2	3		0,6		
АКВ1-9; АК1-9					
1АВ9-1-2; 1АК9-1-2	4		0,6		
АК4,5-2-4		2	0,6		

В охлаждаемом объеме испаритель и всасывающий трубопровод покрыты тонким слоем инея. Вне охлаждаемого объема всасывающий трубопровод не обмерзает, и покрывается росой до регенеративного теплообменника. В низкотемпературных машинах всасывающий трубопровод обмерзает до теплообменника. При отсутствии теплообменника в схеме трубопровод обмерзает до всасывающего вентиля компрессора. В любых случаях обмерзание всасывающего вентиля и компрессора недопустимо.

Если в схему холодильной машины не входит регенеративный теплообменник, то перегрев паров хладагента, выходящих из воздухоохладителя, около 12°С, для батарей – 7°С. В схеме с регенеративным теплообменником перегрев паров хладагента составляет 1...2°С, если перед терморегулирующим вентилем смонтирован электромагнитный вентиль, и – 4...5°С, если электромагнитных вентилях в схеме нет. Температура всасываемых паров не ниже 15°С, нагнетательного трубопровода не выше 80°С (при работе машины на R12 в среднетемпературном режиме); температура картера компрессора не превышает температуру в помещении более чем на 20°С. Нагревание корпуса электродвигателя должно быть не выше температуры окружающей среды более чем на 30°С.

При работе компрессора не должно быть посторонних стуков и слышна лишь работа клапанов. Все электрические приборы работают без искрения, нагрева и характерного треска (зуммерения).

Между плановым техническим обслуживанием и текущим ремонтом могут возникнуть отказы внезапного характера в системе холодильной машины и электрической части холодильного оборудования. Их устраняют электромеханики ремонтного комбината.

## **7.6. Контрольные вопросы**

1. Что входит в перечень работ по техническому обслуживанию электрической части торгово-технологического и холодильного оборудования?
2. Что проверяют при осмотре электроаппаратуры?
3. Что выполняют, если при пуске машины электродвигатель гудит и перегревается?
4. В чем заключается техническое обслуживание механического оборудования?
5. Назовите основные критерии при установлении предельно допустимых износов деталей и сопряжений машины.
6. Какие основные типы смазок используют при техническом обслуживании механического оборудования?
7. Как проводят проверку системы смазок?
8. В чем заключается техническое обслуживание универсальных приводов?
9. В чем заключается техническое обслуживание картофелеочистительных машин?
10. В чем заключается техническое обслуживание машины для тонкого измельчения мяса?
11. В чем заключается техническое обслуживание машины, предназначенные для резки гастрономических продуктов и хлебрезок?
12. В чем заключается техническое обслуживание тестомесильной машины?
13. В чем заключается техническое обслуживание пищеварочного котла?
14. В чем заключается техническое обслуживание оборудования для жарки и выпечки?
15. В чем заключается техническое обслуживание кипятильников и водонагревателей?
16. В чем заключается техническое обслуживание оборудования для санитарной обработки посуды и инвентаря?
17. В чем заключается проверка режима работы холодильного оборудования?
18. Какие операции выполняют при текущем ремонте холодильного оборудования?

## Тема 8

# ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ

**Цель работы:** Ознакомиться с основными методами восстановления деталей. Изучить способы ремонта: с применением сварки, наплавки и пайки; гальваническим способом; способом пластических деформаций и давления; склеиванием. Изучить способы ремонта деталей общего назначения.

Все применяемые в настоящее время способы восстановления работоспособности изношенных деталей (валов, осей, втулок, подшипников и др.) подразделяются на две группы. Первая – способы, с помощью которых сопряжению возвращается требуемая посадка без восстановления первоначальных размеров деталей. Такое восстановление производят, регулируя соединения или обрабатывая одну из деталей под новый размер, называемый ремонтным. Вторая – способы, с помощью которых сопряжению возвращается посадка, утраченная восстановлением первоначальных размеров деталей. Для этого на изношенные места деталей устанавливают дополнительные детали или наносят новый слой металла.

Выбор того или иного способа восстановления изношенных деталей обуславливается техническими возможностями предприятия и экономическими соображениями - стоимость восстановленных деталей должна быть ниже стоимости новых.

### 8.1. Методы восстановления деталей

**Метод индивидуальной подгонки.** Применяется он при мелкосерийном ремонте и состоит в следующем. С помощью механической обработки восстанавливается изношенное сопряжение наиболее дорогостоящей и сложной детали за счет изменения ее первоначального номинального размера в пределах, необходимых для устранения дефекта геометрической формы. Посадочное место другой сопряженной детали узла, более простой и дешевой, подгоняется под размер первой детали.

**Метод ремонтных размеров.** Суть, его заключается в многократном переводе ремонтируемых сопряженных деталей в очередной, заранее установленный ремонтный размер. Так, у совместно работающих сопряженных вала и втулки диаметр ремонтируемого вала постепенно будет уменьшаться, а диаметр втулки увеличиваться. Однако и уменьшение, и увеличение их размеров регламентируются и укладываются в ремонтную градацию. Обычно ремонтируется более дорогая деталь (например, вал), а более дешевая (втулка) хранится в запасе и имеет размер, отвечающий принятой ремонтной градации. При данном методе ремонта ликвидируются или сводятся к минимуму слесарно-пригоночные работы (рис. 8.1.).

Очередной ремонтный размер ремонтируемого вала (рис 8.1, а, б) определяется по формуле:

$$D_{PH} = D_H - 2_n (\delta' + \delta''),$$

где  $D_H$  – номинальный размер диаметра до износа;

$n$  – порядковый номер ремонтного размера;

$\delta'$  – износ одной стороны;

$\delta''$  – припуск, необходимый для ремонта одной стороны.

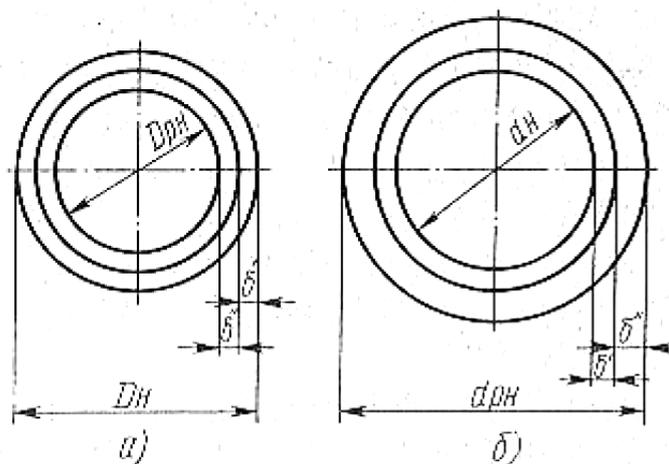


Рис. 8.1. Схема к расчету основного ремонтного размера вала (а) и втулки (б)

Очередной ремонтный размер ремонтируемого отверстия вычисляется по формуле:

$$d_{PH} = d_H + 2_n(\delta' + \delta''),$$

где  $d_H$  – номинальный размер диаметра отверстия.

Число и величины ремонтных размеров должны быть определенными, так как только в этих случаях можно изготовить взаимозаменяемые ремонтные детали, используемые в качестве запасных.

Число ремонтных размеров для той или иной детали легко найти, если известен наименьший допустимый диаметр вала или наибольший допустимый размер отверстия. Число ремонтных размеров вала  $n_{max}$  равно

$$n_{max} = \frac{D_H - D_{min}}{u},$$

где  $u$  – ремонтный интервал.

Для упрощения расчетов величина ремонтного интервала обычно принимается кратной величине 0,25...0,5 мм. Число ремонтных размеров для отверстия  $n_{max}$  может быть определено из уравнения:

$$n_{max} = \frac{d_{max} - d_H}{u}.$$

Техническими условиями на ремонт торговой техники допускается уменьшать диаметр вала не более, чем на 10 % первоначального его размера. Минимальную толщину стенок отверстий (втулок, гильз) определяют исходя из условий их прочности.

Величина ремонтного размера указывается на детали в виде номера ремонтных увеличений или уменьшений от номинального размера. Ремонтное уменьшение (разность между номинальным и ремонтным размерами) указывается со знаком минус, а ремонтное увеличение (разность между ремонтным и номинальным размерами) – со знаком плюс. Например, при ремонтном интервале 0,25 мм увеличение для первого ремонтного размера равно 0,25, для второго – 0,5, для третьего – 0,75 мм и т. д.

**Метод восстановления первоначального номинального размера.** Основой его является наращивание различными способами рабочих поверхностей деталей с их последующей механической обработкой до получения первоначального номинального размера и правильной геометрической формы.

Наиболее распространенными способами восстановления первоначального размера деталей являются: использование добавочных деталей и компенсаторов; пайка или сварка; наплавка металла на изношенную поверхность; электрические методы наращивания металла; использование метода пластических деформаций и давления; применение пластических масс и склеивание.

**Ремонт с применением добавочных деталей.** Этот способ является разновидностью метода ремонтных размеров и широко распространен при ремонте. Он предусматривает замену изношенной части детали установкой дополнительной детали, специально для этой цели изготовленной.

При данном способе ремонта изношенную или поврежденную поверхность детали подгоняют под размер добавочной ремонтной детали. Затем закрепляют ремонтную деталь и обрабатывают ее рабочую поверхность под номинальный или ремонтный размер. Крепление добавочной ремонтной детали на восстанавливаемой поверхности осуществляется с помощью прессовой посадки путем предварительного разогрева или охлаждения одной из деталей, стопорением с помощью винтов или приварки с торца соединения.

Этим способом ремонтируют изношенные поверхности валов и отверстий, для чего изношенную часть удаляют, а вместо нее ставят изготовленную добавочную деталь (рис. 8.2).

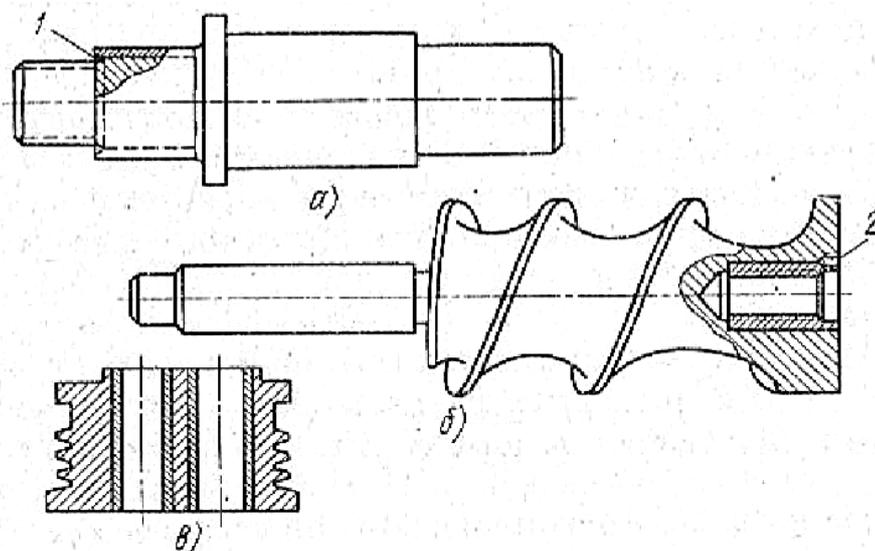


Рис. 8.2. Установка добавочных ремонтных втулок на шейке вала (а), на шнеке мясорубки (б) и в блоке цилиндров (в):  
1 – место сварки, 2 – стопор

При установке добавочной детали механическая прочность и жесткость основной детали не должны уменьшаться. Поэтому данный способ восстановления можно применять только в том случае, если конструкция деталей позволяет уменьшать диаметр шейки вала или увеличивать диаметр отверстия.

Изношенные участки плоских поверхностей деталей ремонтируют установкой накладок и планок. При этом деформированные участки строгают или фрезеруют, затем из плоской стали изготавливают детали вровень с изношенными поверхностями.

Ремонт с применением дополнительных деталей прост и экономичен, так как позволяет сохранить и использовать неизношенную работоспособную часть детали.

## 8.2. Ремонт с применением сварки, наплавки и пайки

Для ремонта деталей с изломами, трещинами, сколами применяют сварку и пайку, а с изношенной поверхностью – наплавку и металлизацию.

Под *сваркой и наплавкой* понимают соединение металлов путем воздействия источника теплоты в виде ацетиленокислородного пламени или вольтовой дуги. Расплавленные до жидкого состояния металлы соединяют с присадочным материалом, в результате чего обрабатываемое место заполняется металлом и после остывания образует монолитное соединение. Однако при сварке поверхность металлов довольно быстро окисляется, в результате чего присадочный материал плохо пристает и может даже отстать. Перед сваркой или наплавкой обрабатываемые поверхности деталей должны быть тщательно очищены от коррозии, окисной пленки и обезжирены.

**Сварка стальных деталей.** Ремонт стальных деталей, имеющих дефекты (трещины, разрывы, раковины, сколы, срывы резьбы, течь), производят с помощью газовой или электродуговой сварки. Перед сваркой детали тщательно очищают. У трещины, подлежащей заварке, обрубает кромки у места накладывания шва. При сварке двух деталей их плотно прижимают одну к другой для получения минимального зазора.

Для уменьшения окисления деталей и упрочнения сварочного стального шва применяют флюсы из смеси буры, борной кислоты и углекислого натрия. Смесью флюса и жидкого стекла обмазывают электроды, которые затем высушивают. Сварку нержавеющей стали осуществляют специальными электродами из стали того же состава, что и свариваемый металл.

**Сварка чугунных деталей.** Для торгово-технологического оборудования большое количество деталей изготавливают из чугуна. В основном это сложные по конструкции, дорогостоящие и дефицитные базовые корпусные детали. Ремонт их сводится не к восстановлению изношенных рабочих поверхностей, а к устранению повреждений – трещин, сколов, раковин.

Для ремонта чугунных деталей применяют газовую и электрическую сварку – в зависимости от размеров и назначения деталей, требований, предъявляемых к прочности шва, и возможности использования того или иного метода. При сварке чугунных деталей в них возникают внутренние напряжения, которые в процессе остывания и усадки шва могут привести к появлению в них трещин или разрушению деталей. Кроме того, быстрое остывание чугуна ведет к его отбеливанию, которое придаст шву и детали повышенную твердость и хрупкость.

Сварку чугунных деталей лучше производить с предварительным нагревом. Сварку с нагревом деталей до 500...700°С называют горячей, до 250...450°С полугорячей, без подогрева – холодной. По окончании сварки детали медленно охлаждают, для этого их оставляют в термопечи или покрывают листами асбеста, засыпают песком и золой. Продолжительность охлаждения 20...30 ч.

Холодную сварку выполняют только электродуговым способом – электродами из малоуглеродистой стали с обмазкой флюсом или электродами из красной меди с оболочкой из жести. Горячую сварку выполняют газовыми горелками или электродуговым способом с нагревом деталей в печах или горнах. Используют ее для деталей сложной формы и конфигурации,

В качестве присадочного материала применяют литые чугунные прутки марок А и Б, покрытые специальной обмазкой, замешанной на жидком стекле. Присадочным материалом может также служить латунная или бронзовая проволока диаметром 3...8 мм. Для предохранения шва от окисления сварку осуществляют под флюсом.

При сварке ответственных деталей (корпуса, станины, цилиндров и др.) для усиления связи основного и наплавленного металлов в кромки и на поверхность свариваемых деталей

рекомендуется дополнительно устанавливать шпильки, косынки и т. п. Установка их препятствует отставанию шва.

**Сварка деталей из цветных металлов.** При газовой сварке деталей из латуни, меди и их сплавов пользуются горелками с большим пламенем. В качестве присадочных материалов используют прутки из латуни или раскисленной меди. Сварку ведут под флюсом из 70 % буры, 20 % хлористого натрия и 10 % борной кислоты.

Сварка деталей из алюминия и его сплавов – наиболее сложная и трудоемкая из-за имеющейся на их поверхности тугоплавкой пленки окиси алюминия. Присадочным материалом служат прутки или проволока из того же алюминиевого сплава, что и основной металл. Присадочную проволоку и свариваемую поверхность очищают от окисной пленки механическим путем или травлением в 5 % – ном растворе каустической соды с последующими промывкой водой и сушкой. Сварку ведут под флюсом из хлористого натрия, хлористого калия и фтористых солей ацетиленокислородным пламенем с небольшим избытком ацетилена

Наиболее качественную сварку алюминия получают при аргонно-дуговой сварке в среде аргона, защищающей алюминий от окисления, при переменном токе, неплавящимся вольфрамовым электродом с применением алюминиевой проволоки.

**Наплавка.** Сущность этого процесса заключается в том, что на изношенную рабочую поверхность детали наплавляется твердый сплав до получения прежних номинальных размеров с учетом припуска на механическую обработку.

С помощью твердых сплавов хорошо восстанавливаются цилиндрические поверхности коленчатых валов, осей, цапф, пальцев, а также плоские поверхности кулачков, эксцентриков и шестерен.

Для наплавки применяют специальную автоматическую установку из электросварочного аппарата и привода подачи восстанавливаемой детали (рис. 8.3, а, б). Работа установки сводится к тому, что электродная проволока 5 из кассеты 4 автоматически подается через головку 3 к сварочному мундштуку 2, а от него непосредственно к направляемой поверхности детали 1. При соприкосновении проволоки с деталью возникает короткое замыкание, при этом сила тока возрастает, температура контактирующих поверхностей резко повышается, в результате чего происходит контактная сварка.

Наплавка позволяет наращивать поверхность стальных деталей цилиндрических и плоских форм слоем до 3...5 мм. Величину наплавляемого слоя можно регулировать, изменяя диаметр сварочной проволоки и рабочее напряжение. Для улучшения качества наплавляемого слоя сварку производят под флюсом. Лучшие результаты получают при сварке в среде защитных газов, из которых наибольшее применение находит углекислый газ.

После нанесения покрытия поверхность детали механически обрабатывают для получения необходимого размера чистой рабочей поверхности. Кроме восстановления изношенных поверхностей, наплавка делает их более прочными. Однако процесс наплавки приемлем не для всех деталей из-за наличия остаточных деформаций и плохого уплотнения металла. Так, этим способом не могут восстанавливаться валы, работающие под большими знакопеременными нагрузками и имеющие малый коэффициент запаса прочности.

К другим способам автоматической наплавки, широко применяющимся при восстановлении деталей типа валов, относится наплавка вибрирующим электродом, получившим название вибродуговой наплавки.

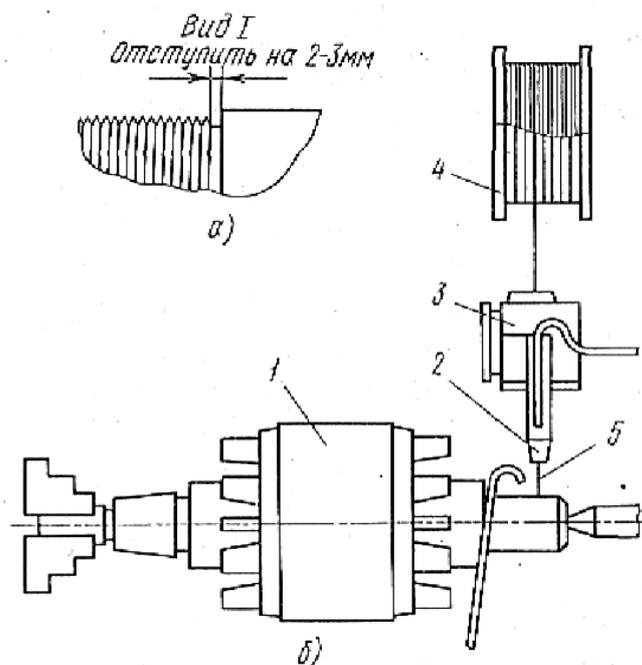


Рис. 8.3. Схема установки для наплавки деталей:  
 а – подготовка поверхности перед наплавкой; б – наплавочная головка  
 (1 – обрабатываемая деталь, 2 – сварочный мундштук, 3 – головка подачи,  
 4 – кассета с проволокой, 5 – электрод)

**Вибродуговая наплавка.** Она отличается от наплавки под слоем флюса тем, что при этом способе наплавки конец электродной проволоки 2 совершает колебательные движения в плоскости, а наплавленный слой охлаждается (рис. 8.4). Головка для вибродуговой наплавки кроме обычного механизма подачи 1 проволоки имеет вибратор 4, совершающий колебательное движение наконечнику мундштука 5. В таком вибраторе усыновлен электромагнит, через обмотки которого пропускают переменный ток, вследствие чего пластина (якорь), связанная с наконечником головки, то притягивается к электромагниту, то отходит от него, получая при этом колебательное движение с частотой колебаний, равной частоте перемены направления тока (100 раз в 1 с), и амплитудой 1,5...2,5 мм.

Для охлаждения сварочного мундштука и направляемого слоя в зону горячей дуги насосом 3 подается 3...5 % – ный раствор кальцинированной соды в воде. Направляемый валик металла 5, интенсивно охлаждаясь, одновременно закаляется.

Восстановление изношенных деталей вибродуговой наплавкой имеет ряд преимуществ перед другими способами. Низкое напряжение (16..24 В), при котором идет процесс, и его прерывный характер позволяет вести наплавку при малой глубине прогрева детали, практически без деформаций. Этому же способствует интенсивное охлаждение. Совмещается процесс наплавки и закалки слоя, поэтому можно получить слой малой толщины от 0,5 до 2,5 мм, что особенно удобно для восстановления деталей малого диаметра. Однако появление внутренних напряжений в направленном слое и возможность образования микротрещин приводят к снижению усталостной прочности деталей, работающих в условиях больших знакопеременных и ударных нагрузок.

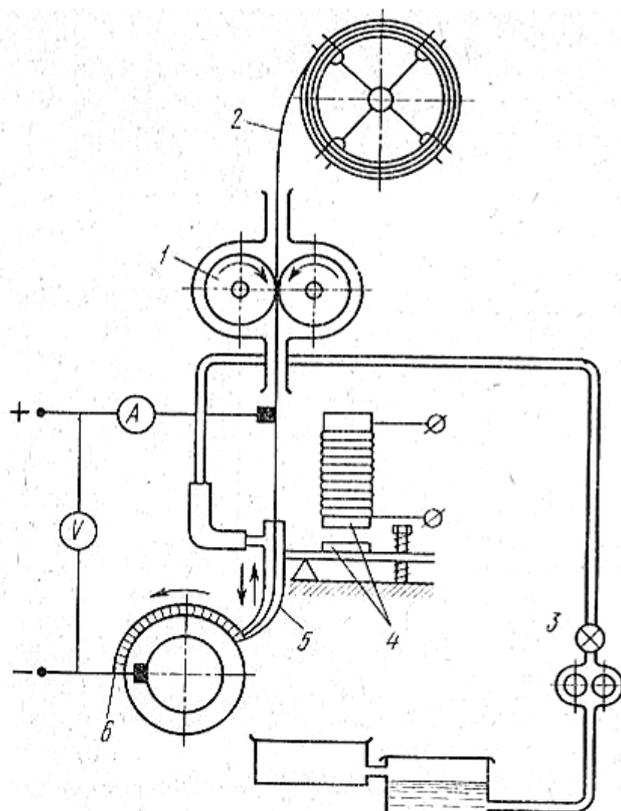


Рис. 8.4. Схема установки для вибродуговой наплавки:  
 1 – механизм подачи, 2 – сварочная проволока, 3 – насос, 4 – вибратор,  
 5 – сварочный мундштук, 6 – наплавленный слой

В настоящее время широкое применение получила электроконтактная наплавка, при которой присадочный металл расплавляется только частично в месте соприкосновения с поверхностью детали. При электроконтактной наплавке ток большой силы (400...1200 А и более) от сварочного трансформатора подается на деталь и на присадочную проволоку (ленту) через направляющий прижимный ролик. Благодаря наличию специального прерывающего устройства подача тока происходит кратковременными импульсами, которые вызывают разогрев присадочной проволоки и детали в месте контакта, распределение их тончайших поверхностных слоев и сваривание. Этому способствует также ролик, прижимающий проволоку к детали, пластически деформируя ее и формируя валик. Присадочная проволока приваривается последовательно ко всей наращиваемой поверхности детали.

Производительность при электроконтактной наплавке весьма высокая – 100..150 см<sup>2</sup>/мин, а толщина наращиваемого слоя до 1,5 мм.

**Металлизация.** Способ металлизации состоит в нанесении на поверхность детали слоя расплавленного металла струей сжатого воздуха. По способу направления металла различают газовую и электрическую металлизацию. В газовых металлизаторах металл расплавляется ацетиленокислородным или водородно-кислородным пламенем, а в электрических металлизаторах – электрической дугой или в результате индукционного нагрева распыляемой проволоки токами высокой частоты.

Металлизацию производят специальным аппаратом – металлизатором (рис. 8.5), в котором присадочная проволока 1 плавится электрической дугой, а частицы 5 расплавленного металла увлекаются струей сжатого воздуха, выходящего из сопла 4 со скоростью 100...150 м/с. Для равномерной подачи проволоки к наконечнику 3 применяют протяжный механизм 2.

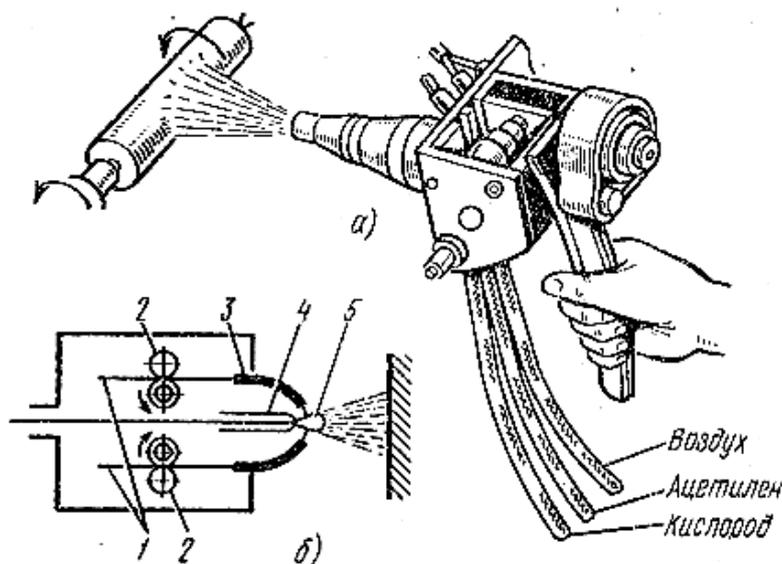


Рис. 8.5. Принцип действия металлизаторов:  
 а – электродугового, б – кислородно-ацетиленового;  
 1 – присадочная проволока, 2 – протяжный механизм, 3 – наконечник,  
 4 – сопло, 5 – расплавленный металл

В результате значительной скорости распыленные частицы металла размером 10... 15 мкм ударяются о поверхность детали, легко деформируются и заполняют все неровности и поры, создавая сплошное покрытие, толщина которого зависит от продолжительности процесса. Покрытие может наноситься в несколько слоев, толщина каждого должна составлять 0,03 – 0,5 мм.

Для прочного сцепления покрытия с деталью поверхность ее очищают и делают шероховатой. Поверхности, не подлежащие металлизации, защищают. Если металлизации подвергают цилиндрические детали, то на их концы наплавляют бортики и обтачивают их – они призваны защищать нанесенный слой от выкрашивания и забоин. После нанесения на деталь слоя металла ее подвергают механической обработке обычными способами для восстановления требуемых геометрических и линейных размеров. Однако обработку следует производить осторожно, так как слой металла подвержен разрывам.

Металлизация не создаст дополнительной механической прочности, а только восстанавливает геометрические размеры детали, изменившиеся в процессе эксплуатации; при правильной смазке восстановленные детали работают хорошо.

Ценность металлизации – в отсутствии деформации деталей, так как их не нужно предварительно нагревать, а также в возможности восстанавливать детали с большим износом.

**Паяние (пайка).** Этот процесс заключается в соединении подогретых твердых металлов расплавленным присадочным материалом припоем. Температура плавления у припоя ниже, чем у соединяемых металлов.

Паянием можно соединять сложные части деталей, изготовленные из разных металлов, а также заделывать трещины и раковины. Этот процесс не требует сложной аппаратуры. Различают два вида паяния – твердым и мягким припоем. Паяние твердым припоем применяют для соединений, испытывающих механические нагрузки или работающих при повышенных температурах – до 500°C. В качестве твердых припоев наибольшее распространение получили медно-цинковые и серебряные.

Перед паянием поверхности деталей хорошо очищают и подгоняют одну к другой, после чего кладут на шов флюс и припой и подогревают их газовой горелкой, паяльной лампой или

электропаяльником. Расплавляемый припой периодически посыпают флюсом для удаления с его поверхности окислов. Эту операцию повторяют до тех пор, пока поверхность шва не станет блестящей.

Паяние мягкими припоями применяют для соединений, к прочности которых не предъявляют повышенных требований и работающих при температурах до 150°C. В качестве припоя применяют различные марки оловянно-свинцовых припоев с температурой плавления 180...277°C.

### 8.3. Ремонт деталей гальваническим способом

Изнаненные поверхности валов, осей, втулок, пальцев, кулачков и других деталей можно восстанавливать способами электрохимической обработки (гальваника). К этим способам относятся хромирование, никелирование, меднение, осталивание, кадмирование и другие виды металлических покрытий, производимые путем осаждения на детали металла, выделяемого из раствора его солей при прохождении через раствор постоянного электрического тока.

**Хромирование.** При хромировании происходит наращивание стальной поверхности детали хромом слоем от тысячных долей до 0,3 мм. Дальнейшее увеличение слоя покрытия неэффективно из-за снижения его качества и повышения стоимости.

Подготовка к хромированию заключается в механическом выравнивании поверхности детали с помощью шлифования или полирования для придания ей правильной геометрической формы. Для удаления с поверхности детали остатков окислов производят ее обезжиривание. На поверхности, не подлежащие хромированию, наносят слой целлулоидной пленки, резинового клея или другого вещества, не вступающего ни во взаимодействие с электролитом.

Хромирование осуществляют в ваннах, заполненных раствором хромистого ангидрида и серной кислоты, при 70°C. Восстанавливаемую деталь *б* (рис. 8.6) опускают в ванну и подсоединяют к катоду *2*, на котором в результате прохождения электрического тока осаждается хром. К аноду *3* подсоединяют свинцовые пластины *4*. Выделяющиеся при этом газы удаляются вентилятором через отсосы *1*.

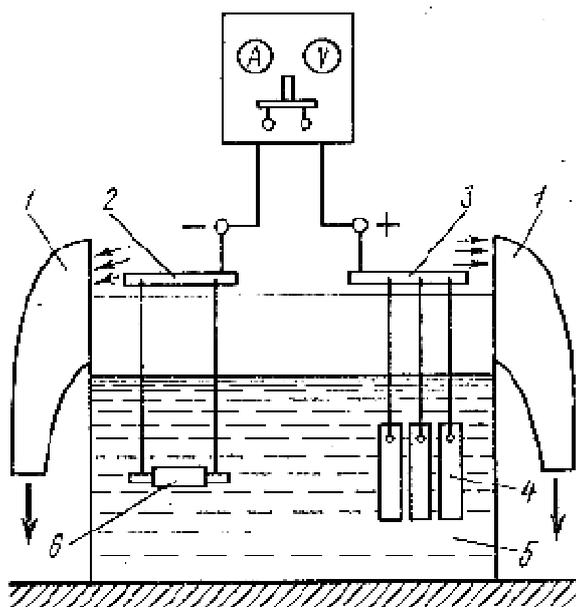


Рис. 8.6. Электролитическая ванна для хромирования:  
*1* – отсосы, *2* – катод, *3* – анод, *4* – свинцовые пластины, *5* – электролит,  
*б* – восстанавливаемая деталь

После хромирования, которое длится 6...10 ч, детали промывают, сушат и обрабатывают на шлифовальных или полировальных станках до требуемого размера. Полученные поверхности деталей имеют высокую твердость и износостойкость.

**Никелирование.** Процесс никелирования аналогичен процессу хромирования и отличается лишь составом электролита.

**Осталивание.** В последние годы при ремонте стальных деталей с механическим износом широко применяют электрохимический способ покрытия – осталивание. В отличие от хромирования осталивание позволяет наносить слои металла значительно большей толщины (3 мм и более) с мелкокристаллической структурой и механическими свойствами, напоминающими среднеуглеродистые стали.

Осталивание – более дешевый способ восстановления деталей. Скорость осталивания в 10...30 раз выше, а потребность в электроэнергии в 5...6 раз меньше, чем при хромировании.

Осаждение железа гальваническим способом может проводиться в горячих и холодных электролитах. Наиболее распространены горячие хлористые электролиты, которые готовят путем травления стружек из малоуглеродистой стали в соляной кислоте. Осталивание в горячих электролитах позволяет получить плотные металлокристаллические осадки значительной толщины.

Подготовленные к осталиванию детали подвергают анодному травлению под действием постоянного тока в ванне с 30 % – ным раствором соляной кислоты, чтобы удалить с поверхности дефектные слои металла.

Затем детали подвергают осталиванию в ванне с электролитом из смеси хлористого железа, хлористого натрия и соляной кислоты при 80...100°С. Детали, на изношенную поверхность которых электролитическим путем наносится слой стали, являются катодами; в качестве анода используют стержни из малоуглеродистой стали. Твердость слоя металла, полученного в результате осталивания, составляет до НВ 200, и ее можно увеличить, подвергнув деталь термической обработке (цементации или хромированию).

#### **8.4. Ремонт деталей способом пластических деформаций и давления**

Детали, изготовленные из пластичных металлов (стали, меди, алюминия, латуни, бронзы), могут изменять свои размеры и форму благодаря деформации. Восстановление деталей с помощью пластических деформаций основано на их способности изменять свою геометрическую форму без разрушения под действием внешних сил.

В ремонтной практике с помощью пластических деформации восстанавливают геометрическую форму деталей. Размеры деталей восстанавливают перемещением части металла с нерабочих ее участков к изношенным поверхностям. Этот способ может применяться для восстановления первоначальных свойств деталей, упрочения их рабочих поверхностей и в качестве заключительной чистовой обработки.

Для перемещения деформируемого металла в требуемом направлении применяют специальные приспособления (матрицы, пуансоны, оправки), а для увеличения пластичности детали подвергают обжигу или отпуску. В результате в деталях снижаются внутренние напряжения, что облегчает их последующую обработку; повторной горячей обработкой деталей можно устранить остаточные внутренние напряжения.

Наиболее широкое применение нашли такие способы пластических деформаций, как осадка, раздача, обжатие, рихтовка, наката и чеканка.

**Осадка.** Сущность осадки – восстановление наружного и внутреннего диаметров детали путем уменьшения ее высоты. Этим способом можно восстанавливать различные втулки при износе по наружному и внутреннему диаметру, цапфы валов, оси, зубчатые колеса и другие детали, имеющие поверхностный износ не более 1 % их диаметра. Многократно можно восстанавливать втулки, так как их длину в большинстве случаев допускается уменьшать на 10...15 %. Шестерни и зубчатые колеса восстанавливают в нагретом состоянии с последующим обтачиванием наружной поверхности и нарезкой зубьев. Диаметр отверстия матрицы 1 (рис. 8.7, а) должен соответствовать номинальному размеру детали 3. Наружный диаметр перед обработкой меньше номинального. Под действием силы  $P$  пуансон 2 уменьшает высоту детали 3 и увеличивает ее наружный диаметр.

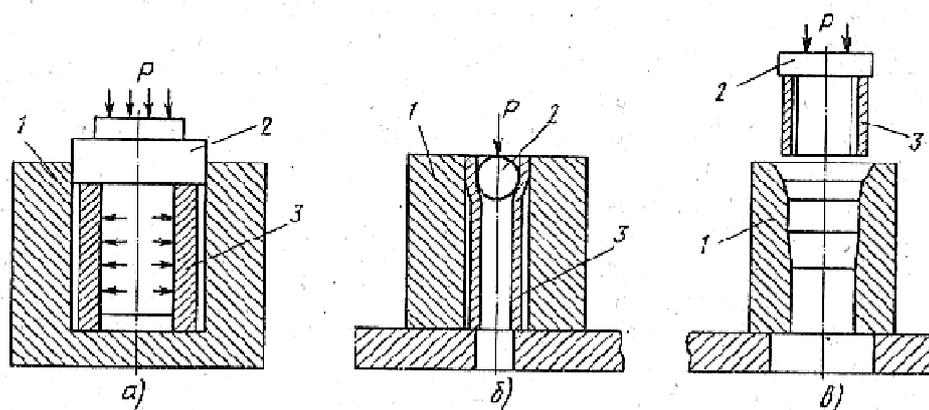


Рис. 8.7. Способы ремонта деталей пластической деформацией:  
 а – осадка, б – раздача, в – обжатие;  
 1 – матрица, 2 – пуансон, 3 – восстанавливаемая деталь

**Раздача.** Этим способом увеличивают наружный диаметр за счет увеличения внутреннего диаметра полых детали. Раздачей восстанавливают бронзовые втулки, трубки и пр. Раздачу обычно проводят в холодном состоянии, закаленные детали предварительно подвергают отпуску и отжигу. Наиболее часто этот способ применяют при восстановлении поршневых колец компрессоров. Изношенную деталь 3 устанавливают в специальную матрицу 1 и раздают с помощью пуансона 2 или шарика (рис. 8.7, б).

**Обжатие.** Уменьшение внутреннего диаметра полых деталей за счет изменении наружного диаметра называется обжатием. Этим способом восстанавливают втулки из цветных металлов, проушины различных рычагов при износе гладких или шлицевых отверстий. При обжатии изношенную втулку 3 (рис. 8.7, в) проталкивают с помощью пуансона 2 через отверстие матрицы 1, размер которой может регулироваться вкладышами. После обжатия наружный диаметр увеличивают, например, с помощью электролитического наращивания слоя металла.

**Рихтовка.** Этот вид правки деталей, имеющих искривление оси или коробление наружной поверхности, происходит в холодном состоянии, а также при частичном или полном нагреве детали.

Инструментом при правке могут служить молотки (стальной, медный, деревянный), кувалды, прессы, домкраты, специальные ключи, скобы и др. При правке без нагрева у стальных деталей остаются значительные внутренние напряжения и они после правки могут придать детали первоначальную форму. Для снятия напряжений деталь после правки необходимо стабилизировать, т. е. выдержать при 400...500°C около 1 ч или при 250...300°C – в течение нескольких часов.

**Накатка.** Накаткой увеличивают размер детали, имеющей неподвижное сопряжение, за счет вытеснения па поверхность металла в виде рифления и гребешков. Накатку производят с помощью специальных роликов, поверхность которых имеет насечку. Накатка может быть применена для восстановления вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, а также для восстановления поверхностей под неподвижную посадку колец шариковых и роликовых подшипников. Ею можно увеличивать диаметр детали на 0,3...0,4 мм на сторону.

**Чеканка.** Таким способом уплотняют металл в местах соединений (трещины, раковины, штуцера, сварные швы) с помощью молотка и чекана – инструмента, служащего для осаждения части металла па поврежденном месте.

### 8.5. Ремонт деталей склеиванием

В ремонтной практике для соединения деталей, заделывания трещин и сколов, а также для герметизации соединения широкое распространение получили универсальные клеящие вещества. Склеиваются друг с другом детали из металлов и разнородных материалов, например металл – дерево, металл – пластмасса, металл – стекло.

Основой клея являются синтетические смолы ЭД-6 и ЭД-5, используемые в виде растворов и пленок. Наибольшее применение находит клей на эпоксидной смоле. Он прост в изготовлении, в твердом состоянии образует монолитную массу, хорошо обрабатываемую любым режущим инструментом. Процесс затвердевания происходит при температуре окружающей среды и атмосферном давлении. При этом усадка массы незначительна и составляет 0,1...0,4 % ее объема, что исключает появление внутренних напряжений.

Эпоксидный клей нельзя применять для деталей, испытывающих резкие колебания температуры и нагрев свыше 110°C.

Для приготовления клея берут 100 ч. эпоксидной смолы, соединяют их с 15 ч. пластификатора (дибутилфталата) и 160 ч. наполнителя (по массе). После этого добавляют 10 ч. отвердителя и тщательно перемешивают в течение 5 мин. Срок годности приготовленного клея при комнатной температуре 30...45 мин.

Перед склеиванием поверхности деталей очищают и обезжиривают. Протирают сначала растворителем (бензином, ацетоном, спиртом), а затем марлей до полного удаления растворителя. Склеенные детали сушат до полного затвердевания клея; время затвердевания зависит от температуры окружающего воздуха (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Температура воздуха, °С ...	20	40	60	90
Время затвердевания клея, ч ...	25...30	8...10	4...6	2...3

Кроме клеев на основе эпоксидных смол при ремонте также применяют клей типа БФ (БФ-2, БФ-4, БФ-6), используемый для склеивания металлов между собой, а также металлов с пластмассами, стеклом, керамикой, тканями и для заклейки трещин. На подготовленные поверхности наносят первый слой клея, сушат 1 ч., затем второй слой, совмещают детали и сушат в течение 1,5 ч при 150...160°C под давлением 0,3...1 МПа.

## 8.6. Ремонт деталей общего назначения

К деталям общего назначения относятся валы, оси, подшипники, зубчатые и червячные колеса, шкивы, маховики, звездочки, цепи, приводные ремни. Типовыми соединениями таких деталей являются резьбовые, шпоночные, зубчатые, цепные.

**Правка и ремонт валов и осей.** К наиболее распространенным дефектам валов и осей, возникающих в процессе эксплуатации, относятся износ шеек, изгиб оси вала, разработка шпоночных и шлицевых пазов, повреждение крепежной резьбы и поломка вала.

Способ ремонта выбирается после дефектации деталей. При ремонте валов и осей вначале выполняют сварочные и слесарные операции, так как при их осуществлении возможны деформации деталей и могут быть повреждены уже обработанные поверхности. После сварки валы и оси подвергают правке и предварительной механической обработке. Чистовую обработку рабочих поверхностей вала выполняют в последнюю очередь.

Овальность и конусность рабочих поверхности шеек, валов и осей, а также царапины и риски устраняют шлифованием с последующей доводкой их методом полировки. При значительных износах поверхности шеек их обтачивают под ремонтный размер. Уменьшать диаметр шеек можно не более чем на 5 % их номинального диаметра. Если нужно сохранить номинальный размер диаметра шейки, то его восстанавливают путем наплавки, металлизации, хромирования, оставивания или напрессовки ремонтных втулок. После наращивания слоя металла на восстанавливаемую поверхность шейки производят ее механическую обработку в целях получения требуемого размера диаметра. Для повышения прочности рабочую поверхность термически обрабатывают.

Кривизну вала устраняют путем правки (рихтовки). Правка валов необязательна, если их прогибы незначительны и не превышают 0,2 мм на всю длину вала, работающего с частотой вращения более 500 об/мин. Если вал работает с чистотой вращения менее 500 об/мин, величина прогиба может быть не более 0,3 мм на всю длину.

Незначительные прогибы валов (менее 0,5 мм) устраняют проточкой или шлифованием. Валы диаметром до 40 мм правят на токарном станке. Для этого вал помещают в зажимные центры и с помощью индикатора определяют место и размер искривления. Правку производят нажатием суппорта через деревянную прокладку. Для правки используют также приспособление с нажимным винтом (рис. 8.8). Концы вала 3 закрепляются в зажимных центрах 1 так, чтобы выпуклая поверхность их была обращена в сторону призматического хвостовика нажимного винта 2. Вращением винта создают усилие, под действием которого и устраняют прогиб. С помощью такого приспособления можно править валы диаметром до 100 мм.

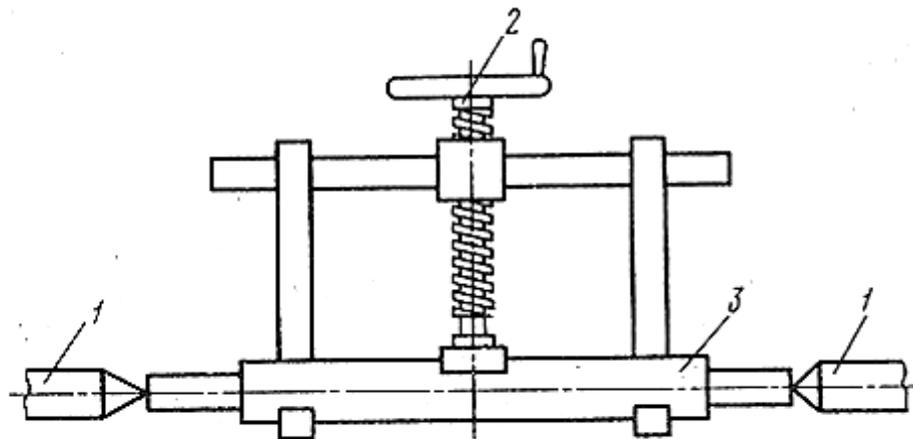


Рис. 8.8. Приспособление для исправления кривизны вала:  
1 – зажимные центры, 2 – нажимный винт, 3 – исправляемый вал

Указанным выше способом можно выправить вал с точностью до 0,02 – 0,03 мм. Более значительные прогибы устраняют горячей правкой под прессом, для чего место изгиба вала нагревают до 600°С.

Если разработана шпоночная канавка, ее фрезеруют на больший размер, под который затем изготавливают новую шпонку. При значительном износе шпоночной канавки ее заваривают и под углом 90° к ней делают новую. Вал со шлицевым соединением можно допускать к работе, если величина износа шлицев составляет не более 0,15 мм их ширины. При большом износе вала заваривают или напрессовывают ремонтную втулку.

**Ремонт подшипников.** Подшипники скольжения могут иметь следующие дефекты: выработку рабочей поверхности, в результате чего изменяются ее линейные размеры и геометрическая форма; задиры и царапины на трущейся поверхности; трещины и раковины; расплавление баббитовых вкладышей.

Подшипники скольжения обычно заменяют новыми неразъемными втулками или производят перезаливку вкладышей с последующей механической обработкой их и подгонкой по диаметру вала. Бронзовые втулки можно восстанавливать способом осадки или раздачи.

Для запрессовки чугунных и бронзовых втулок пользуются специальными приспособлениями или оправками, которые дают правильное направление втулке при ее посадке. При запрессовке внутренний диаметр втулки уменьшается, поэтому ее обрабатывают с применением развертки или путем шабрения.

Наиболее высокое качество дает центробежный способ заливки вкладышей, при котором слой баббита равномерно распределяется по стенкам под действием центробежной силы. Залитые вкладыши соединяют попарно и растачивают на токарном станке под заданный размер диаметра вала. Последующую подгонку вала по шейке производят шабрением.

Шариковые и роликовые подшипники качения при повышенном шуме, коррозии, износе поверхностей внутреннего и наружного колец, повреждении сепаратора и шариков (роликов), а также увеличенном зазоре между кольцами и шариками (роликами) подлежат замене.

При износе посадочных мест подшипника их восстанавливают наращиванием слоя металла, металлизацией, сваркой, хромированием, накаткой, кернением. Можно ставить подшипники на клей и эпоксидные смолы. Особое внимание нужно уделять снятию и установке подшипников, так как этот процесс может повлиять на долговечность их работы. Для запрессовки и выпрессовки подшипников необходимо применять специальные съемники, выколотки и приспособления

**Ремонт зубчатых и червячных передач.** Основными дефектами зубчатых колес и червячных передач являются износ зубьев по толщине и высоте, поломка или выкрашивание их рабочей поверхности, разработка шпоночного паза, трещины. Зубья проверяют наружным осмотром, а также путем замера их толщины и высоты. Так, допустимый износ толщины зуба по начальной окружности не должен превышать для ответственных деталей 0,35 мм. Если износ по толщине находится в указанных пределах и профиль зуба сохраняется, такое зубчатое колесо допускают к работе. Зубчатое колесо с сильно изношенными, выкрошенными или сломанными зубьями подлежит замене. Заменяется также и зубчатое колесо, находящееся с ним в парном зацеплении.

При значительной разработке шпоночного паза его делают в другом месте ступицы под углом 90° или переделывают под следующий размер шпонки.

**Ремонт цепных передач.** У звездочек цепных передач в процессе эксплуатации могут появиться следующие дефекты: истирание зубьев по высоте и боковым поверхностям, повышенные шум и удары, разработка шпоночного паза или ослабление посадочного места на валу, трещины на корпусе или облом зубьев.

Характерные дефекты цепей – увеличение шага в результате растяжения пластин и износа шарниров, механические повреждения роликов и пластин, обрывы.

Дефекты зубьев звездочек восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой до требуемого размера профиля. После восстановления зубья проходят термическую обработку.

На износ цепи указывает ее увеличенный шаг, величина которого выражается в процентах к его первоначальному размеру. Для определения процента удлинения шага делают его замер на участке цепи длиной в 50 звеньев, затем находят средний фактический шаг цепи и определяют допустимый процент увеличения шага цепи. В случае его превышения цепь бракуют. У цепи, имеющей обрыв или повреждение роликов и боковых пластин, заменяют звенья.

После ремонта цепь тщательно промывают в керосине и погружают на 1 ч в подогретое масло для смазки всех ее деталей.

**Ремонт резьбовых соединений.** Наиболее часто встречающимися дефектами гаек, болтов и шпилек являются износ резьбы, забитость и срыв ее ниток, искривление оси болтов и шпилек, смятие граней гаек. Ввиду низкой стоимости и недефицитности изношенные болты, винты, шпильки и гайки заменяют новыми.

Участки резьбы со смятыми нитками восстанавливают метчиком или плашкой или нарезают заново, но уже следующего принятого размера. Резьбу можно восстанавливать, заменив ремонтную втулку и нанеся на нее новую резьбу.

Наибольшую трудность при ремонте представляет извлечение из деталей остатков срезанных шпилек и винтов. Осуществляют его с помощью бородка, керна или к концу оставшейся в теле детали приваривают стальной стержень, служащий рычагом. Если извлечь оставшуюся часть шпильки не удастся, ее высверливают и наносят новую резьбу большего размера. В этом случае применяют ступенчатую шпильку.

При срыве начальных ниток резьбы их удаляют, если это позволяют конструкция и размер соединения.

**Ремонт шпоночных соединений.** В шпоночных соединениях возможны следующие виды износа: срез шпонок, ослабление шпоночного соединения из-за повреждения рабочей поверхности шпонки, разработка канавки.

Срезанные или поврежденные шпонки подлежат замене.

Разбитую шпоночную канавку вала заваривают и на новом месте под углом 90 и 180° к ней изготавливают новую. Если изготовление новой канавки может значительно ослабить вал, применяют ступенчатую шпонку, а изношенную канавку вала обрабатывают до получения требуемого размера. Поскольку на ступице остается прежний размер канавки, верхняя часть ступенчатой шпонки тоже должна иметь прежний размер.

При износе шпоночного паза в ступице производят его распиливание до устранения дефектов износа. Если износ значительный, то прodelывают паз в другом месте под углом 90 или 180° к первоначальному.

## **8.7. Контрольные вопросы**

1. Назовите основные методы восстановления деталей. В чем заключается метод индивидуальной подгонки?
2. В чем заключается метод ремонтных размеров?
3. В чем заключается метод восстановления первоначального номинального размера и ремонт с применением добавочных деталей?
4. Как осуществляют ремонт деталей с применением сварки?
5. В чем заключается наплавка и как ее осуществляют?
6. В чем заключается вибродуговая наплавка и как ее осуществляют?
7. В чем состоит принцип действия металлизаторов и в каких случаях применяют данные устройства?
8. Перечислите и дайте характеристику гальванических способов ремонта деталей.
9. Что такое осадка, раздача, обжатие, рихтовка, наката и чеканка?
10. В каких случаях может использоваться склеивание?
11. Как осуществляют правку и ремонт валов и осей?
12. Как осуществляют ремонт подшипников?
13. Как осуществляют ремонт зубчатых и червячных передач?
14. Как осуществляют ремонт цепных передач?
15. Как осуществляют ремонт шпоночных соединений?

## Тема 9

## ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Цель работы:** Познакомиться: с маршрутно-технологической схемой ремонта торгово-технологического оборудования; с понятиями сборки и разборки машин; с браковкой и дефектацией деталей. Изучить методики и технологии ремонта основных типов торгово-технологического оборудования.

Ремонт различных механизмов и их узлов выполняется по общей схеме технологического процесса ремонта машин (рис. 9.1).

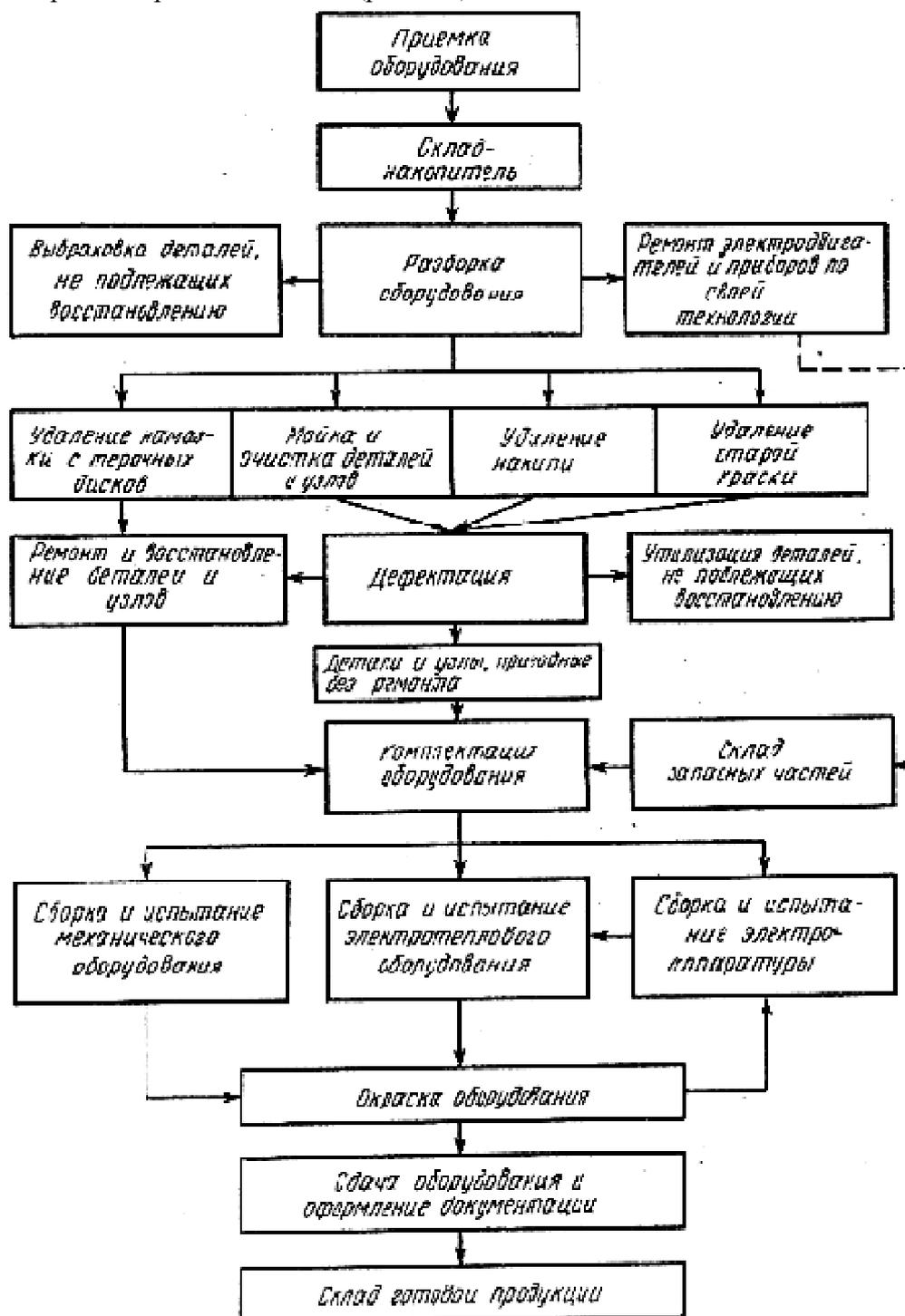


Рис. 9.1. Маршрутно-технологическая схема ремонта

Поступающие в ремонт машины обдувают снаружи воздухом, очищают механическим способом (скребками, щетками, ершами) или промывают под душем моющим раствором. После очистки машины освобождают от смазки и разбирают.

Детали и не подлежащие разборке узлы моют в моечные ваннах или машинах, а затем определяют степень их износа. Детали, пригодные для дальнейшей эксплуатации без ремонта, направляют непосредственно на сборку, а требующие ремонта – в соответствующие ремонтные цехи. Негодные детали заменяют.

После сборки узлы подвергают испытаниям. Собранные машины обкатывают на холостом ходу и под нагрузкой.

## **9.1. Разборка и сборка машин**

Последовательность и способы выполнения разборочно-сборочных операций для каждой машины указываются в технологических картах и схемах.

Машины при разборке подразделяют на группы, группы на подгруппы и детали. Группой называют узел, непосредственно входящий в состав изделия, подгруппой – узел, входящий в изделие в составе группы.

Не подлежат разборке без особой надобности соединения деталей, выполненные сваркой и пайкой, соединения с применением пресовых посадок (ступиц колес с зубчатыми венцами, упорных колец с валами), а также соединения неотвественных деталей, не требующие особой проверки (резьбовых штуцеров с корпусами, рукояток с рычагами, дверец с петлями).

При разборке детали клеймят для обозначения их места и положения в узле. Знаки наносят стальными клеймами (цифрами, буквами, керном), а также кислотными клеймами или краской. Располагают знаки на поверхностях смежных деталей таким образом, чтобы при сборке они находились рядом и читались с одной стороны. Порядок цифр должен указывать последовательность установки деталей.

В обязательном порядке необходимо клеймить не подлежащие замене детали узлов трения. Эти детали изнашиваются неравномерно и в то же время прирабатываются друг к другу так, что их сопрягаемые поверхности взаимно повторяют образующиеся неправильности формы: конусность, седловатость и др. Изменение положения приработанных деталей влечет за собой необходимость подгонки их сопрягаемых поверхностей по краске, при этом увеличиваются зазоры в сопряжениях.

## **9.2. Очистка машин и деталей**

Поступающие в ремонт машины и агрегаты промывают в моечных камерах или моечных машинах. Очистка осуществляется струями моющей жидкости, нагнетаемой под давлением 5 – 6 кПа. Моющей жидкостью служит подогретая до 60 – 80°C вода или подогретый водный раствор каустической соды (0,5 – 2 %) с добавлением хромпика (0,57 с).

Из обмытых снаружи машин сливают смазку. Для удаления густых смазок смазочные ванны картеров и коробок передач прогревают паром или ополаскивают растворителем.

Детали и узлы разобранных машин промывают в растворах или в подогретых до 60 – 80° водных растворах щелочей. Последние дешевле и получили большее распространение.

В качестве моющих растворителей широко используют керосин, бензин, четыреххлористый углерод, трихлорэтилен и ряд других. Крупные детали обтирают растворителями, мелкие – загружают в ванны с растворителями. Пары бензина, четыреххлористого углерода и трихлорэтилена вредны, поэтому моечные ванны должны быть закрыты крышками; над ваннами устанавливают вытяжные зонты. Чтобы уменьшить опасность воспламенения бензина, в него рекомендуется добавлять около 3 % четыреххлористого углерода, который негорюч и всплывает на поверхность. Моечные ванны оборудованы насосом, нагнетающим растворитель в шланг, с помощью которого струя жидкости может быть

направлена на наиболее загрязненные поверхности. Керосин вызывает коррозию стальных деталей, поэтому после его применения поверхности насухо протирают и покрывают защитной смазкой.

Основными моющими средствами водных щелочных растворов служат: каустическая сода, кальцинированная сода и тринатрийфосфат (табл. 9.1).

Таблица 9.1

## Содержание компонентов моющих растворов

Компоненты	Содержание компонентов в моющих растворах, в г на 1 л воды						
	для очистки стальных деталей				для очистки алюминиевых деталей		для очистки деталей из цветных металлов
	№ или марка состава				1	2	
	1	2	3	АП-4			
Каустическая сода (NaOH)...	-	10	25	-	-	-	-
Кальцинированная сода (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )..	20	-	31	3	30	20	10
Тринатрийфосфат (Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	-	30	-	-	30	-	-
Мыло хозяйственное....	-	-	8	-	-	10	1
Мыло жидкое.....	-	-	-	15	-	-	-
Жидкое стекло (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ).....	-	-	10	20	-	8	3
Хромпик.....	10	-	5	-	-	5	-

### 9.3. Браковка деталей. Составление ведомости дефектов

Износ деталей и узлов определяют:

- внешним осмотром – обнаружение поломок, износа, выкрашивания, погнутости, течи и т. п.;
- измерением – определение отклонения размеров детали от чертежа, определение зазоров в сопряжениях, неправильностей формы, погнутости, скручивания;
- дефектоскопией – выявление скрытых дефектов – трещин, раковин, неплотностей, шлаковых включений;
- испытанием на прочность и герметичность.

**Дефектоскопия.** Дефектоскопия окрашиванием – наиболее простой и дешевый метод обнаружения трещин, выходящих на поверхность. Он основан на способности керосина проникать в мельчайшие поры и трещины. Подлежащую испытанию деталь тщательно очищают и опускают на 10 – 15 мин. в раствор, составленный из равных долей керосина и трансформаторного масла с добавлением 10 – 15 % скипидара и небольшого количества яркой анилиновой краски. Затем деталь протирают, промывают водой и окрашивают тонким слоем суспензии каолина. Высыхая, суспензия впитывает проникший ранее в трещину раствор с краской, по следу которого определяют наличие дефекта и его расположение.

Раствор можно приготовить также из маловязкого индустриального масла, смешанного с керосином. В этом растворе деталь прогревают 15 – 20 мин., после чего окрашивают мелом, разведенным водой. След трещины на меловой поверхности будет желтого цвета.

**Магнитная дефектоскопия** основана на использовании потока магнитных силовых линий, возникающих в намагниченной детали, для обнаружения трещин, раковин, непроваров и

других дефектов, расположенных на глубине до 6 мм. В местах дефекта поток магнитных силовых линий прерывается и рассеивается, образуя полярность. Если на намагниченную деталь нанести тонкий слой порошка из магнитного материала, например стальных опилок или кузнечной окалины, и слегка ее встряхнуть, то частицы порошка расположатся соответственно направлению магнитных силовых линий, а в местах дефектов скопятся в виде холмиков.

На практике удобнее пользоваться не сухим порошком, а суспензией, приготовленной из тонко измельченной кузнечной окалины или прокаленной окиси железа (крокуса), разведенных на трансформаторном масле с добавкой 30 % керосина.

На деталях, имеющих значительные осевые размеры (например, валах), поперечные трещины обнаруживаются при прямолинейном потоке магнитных линий, а продольные – при спиральном (рис. 9.2). Для получения прямолинейного потока деталь кладут на деревянные подставки и подводят к ее концам полюса электромагнита; процесс намагничивания длится 2 – 3 сек.

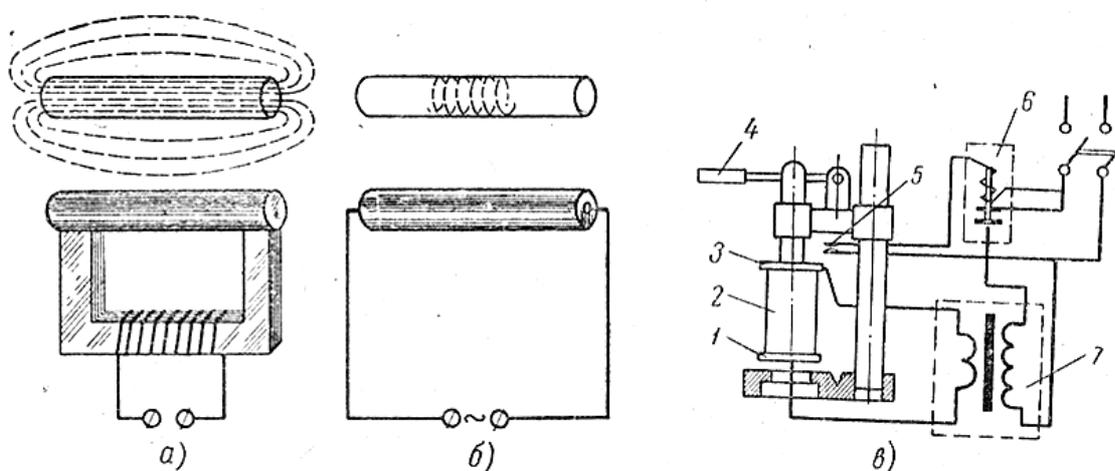


Рис. 9.2. Магнитная дефектоскопия:

- а) схема намагничивания для получения прямолинейного потока магнитных линий;  
 б) то же для получения спирального потока;  
 в) схема магнитной дефектоскопической установки:  
 1 и 3 – контактные пластины; 2 – намагничиваемая деталь;  
 4 – рукоятка; 5 – контакты цепи управления;  
 6 – пусковое устройство; 7 – трансформатор

Спиральный поток образуется при пропускании через деталь тока большой силы (до 2000 – 3000 а в зависимости от площади сечения детали). Появление спиральных магнитных линий обусловлено движением магнитного поля вокруг проводника, по которому пропускают электрический ток.

Для обнаружения дефектов в сварных швах электромагнит накладывают так, чтобы шов оказался между полюсами.

После намагничивания на поверхность детали наносят суспензию и наблюдают за местами скопления ее частиц. Применение лупы значительно облегчает наблюдение.

Для размагничивания деталь вводят в соприкосновение с полюсами электромагнита переменного тока, после чего медленно отводят от них.

Методом магнитной дефектоскопии можно контролировать только детали из ферромагнитных материалов.

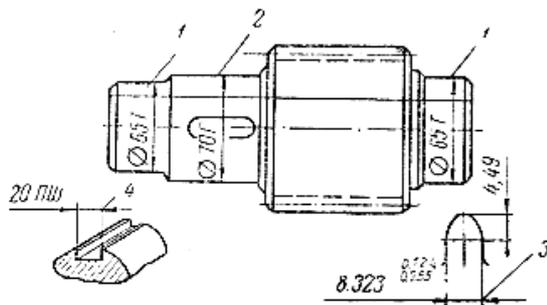
Кроме перечисленных методов, для выявления скрытых дефектов деталей используют люминесцентный метод (обнаружение трещин с помощью флуоресцирующей жидкости,

светящейся при облучении детали ультрафиолетовым светом), ультразвуковую дефектоскопию, рентген и радиоактивные изотопы.

**Разбраковка деталей.** Сортировка деталей машин на годные, требующие ремонта, и негодные производится на основании карт дефектации, составляемых на каждую деталь.

Предельные величины износов для деталей и узлов различного оборудования устанавливаются ведомствами на основании специальных исследований, расчетов и изучения опыта эксплуатации группы аналогичных машин или аппаратов (рис.9.3).

### Примерная карта дефектации



Наименование детали:  
вал-шестерня,  $z = 16$ ,  $m = 6$   
Материал: сталь 15  
Вес: 11,2 кг  
Твердость: HB = 187 ÷ 207

№ позиций по эскизу	Наименование дефектов	Способ установления дефектов и измерительный инструмент	Размеры, мм		Заключение
			по чертежу	допускается без ремонта	
—	Трещины и обломы	Осмотр	—	—	Браковать
1	Износ поверхности по $\varnothing 65T$	Замер Микрометр	$\varnothing 65^{+0,030}_{+0,010}$	$\varnothing 65,00$	Менее 65,00 мм ремонттировать
2	Износ поверхности по $\varnothing 70T$	Замер Микрометр	$\varnothing 70^{+0,040}_{+0,020}$	$\varnothing 70,01$	Менее 70,01 мм ремонттировать
3	Износ зубьев по толщине	Замер толщины зуба на высоте 4,49 мм Штанген-зубомер	$8,323^{-0,124}_{-0,255}$	7,42	Менее 7,42 мм браковать
4	Износ шпоночного паза по ширине	Замер Шаблон	$20^{-0,025}_{-0,090}$	20,0	Более 20,0 мм ремонттировать

Рис. 9.3. Примерная карта дефектации

При использовании ориентировочных данных негодными для дальнейшей эксплуатации признаются детали, износ которых может превысить нормативную величину в течение ближайшего межремонтного периода.

Ремонту подлежат только те детали, восстановление которых экономически целесообразно в условиях данного ремонтного предприятия.

**Составление ведомости дефектов.** Результаты осмотра сопряжений и разбраковки деталей заносят в ведомость дефектов, форма которой может быть различной. В ведомости

указывают отклонение фактических размеров каждого узла и детали от чертежа, характер износа, обнаруженные дефекты и способ ремонта.

Ведомость дефектов (см. рис. 9.3) составляют мастер и слесарь ремонтного цеха. Ведомость служит основанием для составления калькуляции на ремонт, поэтому должна быть подписана представителями заказчика и подрядчика.

#### 9.4. Технология ремонта механического оборудования

Некоторые сборочные элементы могут быть собраны отдельно (насосы, редукторы, бойлеры и т. п.) и поставлены на оборудование независимо от других элементов. При сборке пользуются специальными приспособлениями и оснасткой. Поскольку запрессовка и выпрессовка втулок, шестерен, осей и подшипников занимают значительный объем сборочных работ, для облегчения их используют винтовые и гидравлические прессы и съемники.

При сборке запрещаются подгоночные работы, требующие механической обработки деталей. Однако если на рабочих поверхностях деталей обнаружены заусеницы и забоины, то их устраняют сборщики с помощью необходимых пригоночных работ.

Перед установкой подшипников их тщательно промывают в керосине или горячем минеральном масле и просушивают, так как абразивная пыль и загрязнения резко ухудшают условия их работ и увеличивают износ. Посадочные поверхности вала и корпуса протирают и слегка смазывают.

Сборку подшипников выполняют с помощью гидравлических или механических процессов. Малогабаритные шариковые подшипники, устанавливаемые с небольшим натягом, можно запрессовать ударами молотка по кольцевой оправке, монтируемой на кольцо подшипника. Для облегчения монтажа с натягом подшипник предварительно погружают в минеральное масло, подогретое до 80...90°C. Установку подшипников в корпусе производят так же, как и на валу, только нагревают при этом не подшипник, а корпус. Монтаж конических подшипников усложнен тем, что величины зазоров между деталями таких подшипников не являются определенными, а получаются в результате регулировки взаимного расположения колец при монтаже. Получение необходимых зазоров достигается увеличением или уменьшением толщины регулировочных прокладок (рис. 9.4, а), устанавливаемых под крышку подшипника, или специальными регулировочными гайками (рис. 9.4, б). При регулировании добиваются требуемой легкости проворачивания подшипника.

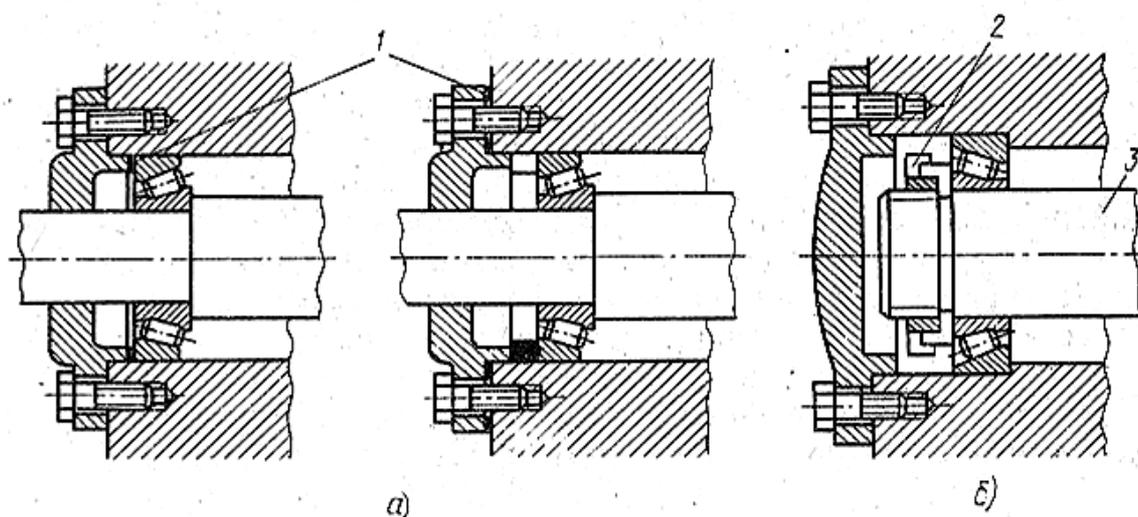


Рис. 9.4. Регулировка зазора у конических и роликовых подшипников с помощью регулировочных прокладок (а) и регулировочной гайки (б):

1 – прокладка, 2 – гайка, 3 – вал

Надежная работа машины во многом зависит от правильности установки валов и осей. Перед установкой вала подгоняют по его шейкам подшипники скольжения. Оси валов должны

быть параллельны между собой и лежать в одной плоскости. Между валами, несущими на себе зубчатые колеса и шестерни, строго выдерживаются межосевые расстояния. Допускаются следующие отклонения (на длине 1 м): не более 0,3...0,5 мм при цилиндрической зубчатой передаче; 0,5...1 мм при цепной передаче и 1,5...2,5 мм при ременной передаче; перпендикулярность валов на длине 1 м – не более 0,4... 1,6 мм (в зависимости от модуля) при окружной скорости конических колес более 2 м/с.

Качество сборки зубчатых передач оценивают по величине зазоров и расположению пятен касания в зацеплении шестерен, а также проверяя их радиальное и торцовое биение. В передачах небольшого диаметра боковой зазор для модуля 5 мм составляет 0,3 – 0,35 мм, а радиальный – не более 0,18...0,2. Зазоры измеряют щупом или индикатором.

При сборке конических передач необходимо соблюдать те же требования, что и при сборке цилиндрических передач. Зазоры между зубьями регулируют, перемещая вдоль оси одно из сопрягаемых колес или вал в сборе с колесом. Для этого в соединениях конических шестерен предусматриваются специальные прокладки.

При сборке червячных передач особое внимание уделяют точности зацепления червяка с зубьями колеса. Совпадение оси червяка и плоскости червячного колеса достигается с помощью прокладок или других компенсирующих элементов. Неточности сборки устраняют регулировкой.

Сборка цепных передач заключается в установке и закреплении звездочек на валах, монтаже и регулировке натяжения цепи. Радиальное и торцовое биение звездочек не должно превышать 0,05 мм на 100 мм диаметра звездочки. В правильно собранной передаче шарниры цепи хорошо прилегают к звездочке, а цепь может провисать не более чем на 2 % расстояния между валами.

Аналогичные требования предъявляются и к сборке ременных передач.

Чтобы убедиться в правильности сборки, оборудование обкатывают на холостом ходу в течение 1 ч, в процессе которого проверяют качество подгонки и сборки деталей и узлов, имеющих вращательное и возвратно-поступательное движение, а также герметичность соединений.

Обкатку механического оборудования производят на стенде (рис. 9.5), состоящем из двух обособленных частей – стола 7 и электропульты 1. Стол предназначен для установки испытываемого оборудования 5 и жесткого крепежного устройства 6. Если крупногабаритное оборудование не помещается на столе, его устанавливают на напольные решетки рядом с пультом. Электропульт предназначен для подключения оборудования к электросети с помощью четырехполюсного 8 (или трехполюсного 9) штепсельного разъема.

В процессе обкатки приводов номинальной мощности до 1 кВт ток проверяют по показаниям амперметров 3, а при мощности свыше 1 кВт – амперметром 2, напряжение проверяют по вольтметру 4.

Основным показателем, характеризующим правильную сборку привода, является сила тока, которая не должна превышать номинального тока электродвигателя при номинальном напряжении сети. В случае превышения этого значения привод вновь надо отремонтировать по технологической схеме.

Через 1 ч после начала обкатки проверяют температуру подшипников, которая не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 35...40°C.

В процессе обкатки привод должен работать бесшумно, температура наружной поверхности не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 50°C, масло в картере или масляной ванне должно быть чистым.

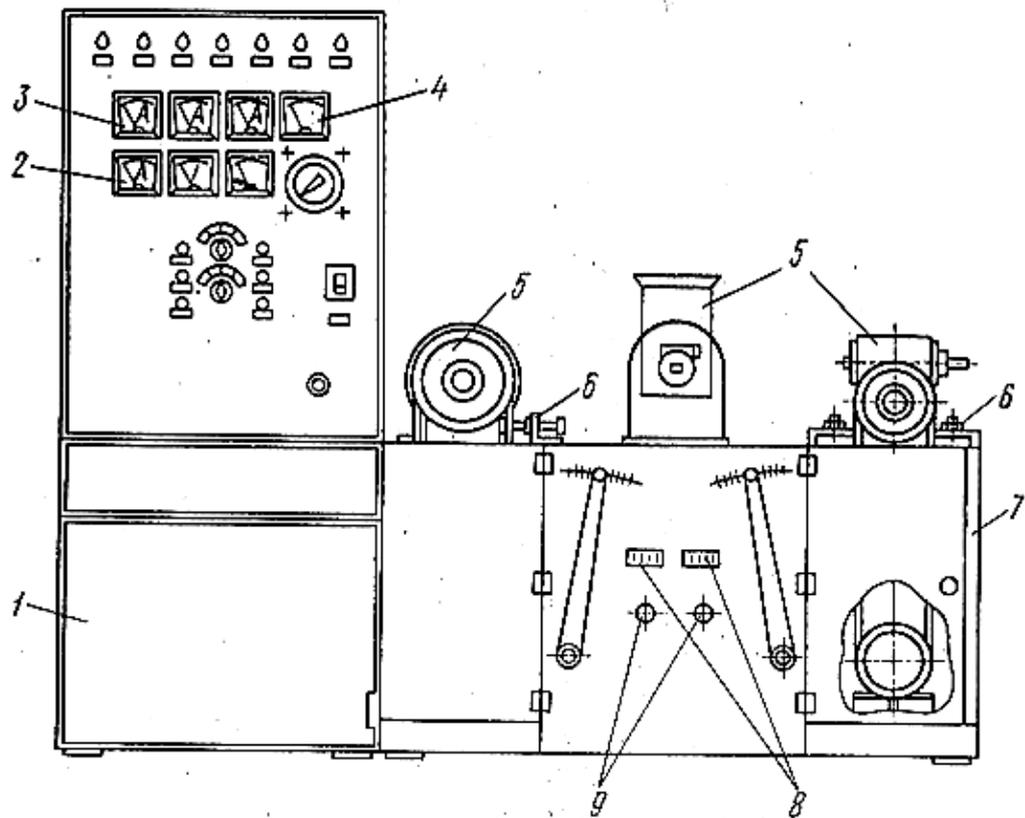


Рис. 9.5. Стенд для обкатки и испытания механического оборудования:  
 1 – электропульт, 2, 3 – амперметры, 4 – вольтметр, 5 – испытываемое оборудование,  
 6 – крепежное устройство, 7 – установочный стол,  
 8 – четырехполюсные разъемы, 9 – трехполюсные разъемы

Если результаты обкатки привода на холостом ходу будут удовлетворительными, его снимают с установочного стола стенда и сливают из редуктора масло. При необходимости производят разборку привода с повторной дефектацией его деталей.

Следующим этапом испытания привода является обкатка его под нагрузкой в течение 30 мин на специальном стенде (рис. 9.6). Для этого в горловине испытываемого привода 5 зажимают шкив, который посредством клиноременной передачи передает движение на шкив редуктора 6. Вращение с выходного вала редуктора через муфту передается лопастному масляному насосу 7, который через обратный клапан 4 нагнетает масло в ресивер 3 гидросистемы.

Для облегчения пуска электродвигателя привода с помощью редукционного клапана 1 сначала уменьшают тормозной момент на выходном валу привода, а затем вращением маховичка редукционного клапана увеличивают нагрузку. Давление масла контролируют манометром 2, а ток – амперметром. Нагрузку увеличивают до тех пор, пока ток не станет равным номинальному для двигателя данного привода (табл. 9.2).

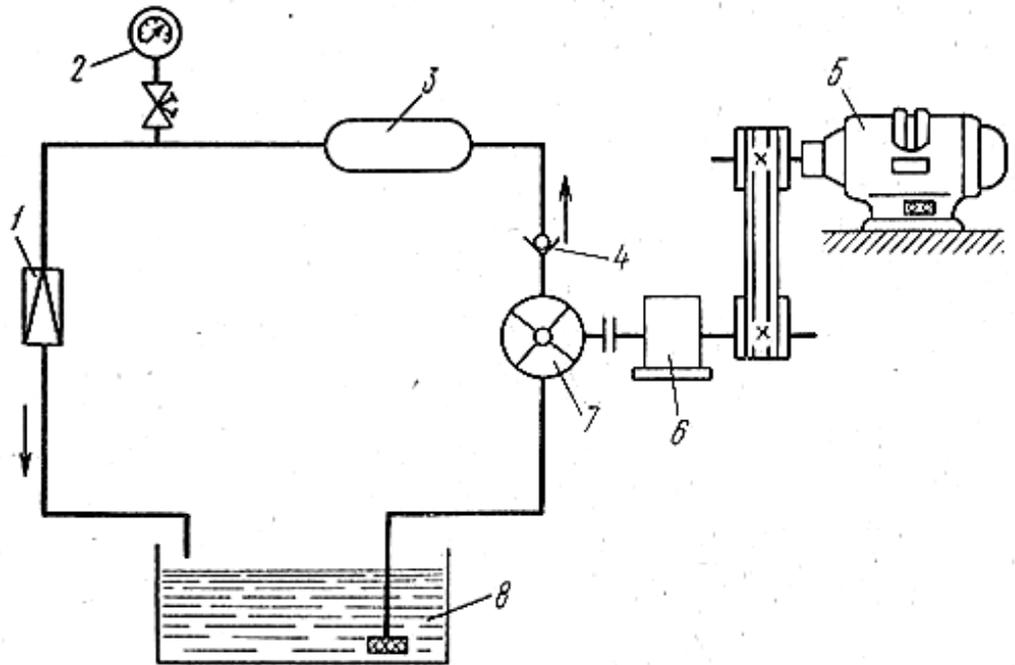


Рис. 9.6. Стенд для испытания универсальных приводов под нагрузкой:  
 1 – редукционный клапан, 2 – манометр, 3 – ресивер, 4 – обратный клапан,  
 5 – испытываемый привод, 6 – редуктор,  
 7 – масляный насос, 8 – масляный резервуар

Таблица 9.2

Значения номинального и максимального тока для приводов

Тип универсального привода	Электродвигатель			
	марка	мощность, кВт	номинальный ток, А	максимальный ток, А
822, 723, 723М, 922, 922М	АО-32-4	1,0	2,41	3,12
ПУ0,4	АОП-21-2	0,4	0,98	1,27
ПУ0,6	АОП-2-11-4	0,6	1,7	2,22
ПУ1,1	АОП2-21-4	1,1	2,68	3,5
	4А71А4	0,55	1,6	2,08
	4А71В4	0,75	2,17	2,82
	4А80А4	1,1	2,75	3,58

## 9.5. Технология ремонта электротеплового оборудования

Электротепловое оборудование подвергают гидравлическим и электрическим испытаниям. Прочность котлов проверяют гидравлическим давлением 0,1 МПа в течение 5 мин. Для испытаний используют давление от сети городского водопровода, в качестве регулятора давления – редукционный клапан, а в качестве усилителя давления можно использовать ручной одноплунжерный насос.

В собранном виде оборудование подвергают окончательным электрическим испытаниям на стенде, состоящем из испытательной камеры, в которой устанавливается испытываемое оборудование, и пульта управления с электрическими приборами – амперметрами и вольтметрами.

Электрическую прочность изоляции токоведущих частей относительно корпуса оборудования проверяют напряжением 1000 В от источника переменного тока частотой 50 Гц и мощностью не менее 0,5 кВт. Оборудование считается выдержавшим испытание, если в течение 1 мин не происходит пробоя изоляции. Проверку осуществляют на пробойной установке типа УПУ-1М.

Сопротивление изоляции электрических токоведущих частей относительно корпуса оборудования в холодном состоянии должно составлять не менее 1 МОм, в горячем – не менее 0,4 МОм. Проверку производят мегомметром.

Фактическая мощность при номинальном напряжении не должна отличаться от номинальной более чем на 7,5 %. Для проверки мощности при номинальном напряжении используют электроизмерительные приборы – амперметры и вольтметры.

Ток утечки в холодном и горячем состоянии должен быть не более 0,75 мА на 1 кВт мощности и не более 10 мА на все изделие. После электроиспытаний оборудование подключают к технологическим станциям (пультам) управления, на которых проверяют срабатывание приборов регулирования и защиты по следующим параметрам:

- у станций управления электрических пищеварочных котлов – режим работы, защиту ТЭНов от «сухого хода», работу сигнальной арматуры;
- у автоматических пусковых устройств электрокипятильников – уровень кипятка, защиту ТЭНов от «сухого хода», работу сигнальной арматуры;
- у пультов управления посудомоечных машин – уровень и температуру воды в ваннах, работу электродвигателей, наличие моющего средства в ванне, защиту ТЭНов от «сухого хода», работу сигнальной арматуры;
- у пультов управления электронагревателей – температуру воды и различные ее уровни в водонагревателе, защиту ТЭНов от «сухого хода», работу сигнальной арматуры.

Двойные предохранительные клапаны после их разборки и очистки от накипи притирают в течение 20 мин на притирочном станке (рис. 9.7), на котором можно одновременно притирать два комплекта клапанов. Притирочный станок состоит из притирочного механизма 2, зажимного устройства (3–4) и установочного стола 1. Зажимное устройство, имеющее два пневмоцилиндра и приспособление для установки клапана, служит для установки и крепления клапана.

После притирки предохранительные клапаны подлежат проверке на срабатывание давлением с помощью специального стенда (рис. 9.8).

Предохранительный клапан 16 испытывают в ванне с водой. В ресивер 2 и коллектор 4 высокого давления компрессором 1 нагнетают воздух. При давлении 0,1 МПа датчик реле давления 3 отключает компрессор и включает его при понижении давления до 0,08 МПа. Затем открывают вентиль 17 и редукционным клапаном 9 увеличивают давление до начала срабатывания предохранительного клапана. Давление срабатывания определяют по образцовому мановакуумметру 10. Если клапан срабатывает не в положенных пределах, производят его регулировку и повторное испытание.

Кроме испытаний на давление двойные предохранительные клапаны испытывают также на вакуум. При испытании клапан устанавливают в вертикальное положение, а в вакуумном коллекторе 13 с помощью вакуумного насоса 15 создают разрежение с остаточным давлением 100 мм рт. ст. Плавным открыванием редукционного клапана 12 создают разрежение в двойном предохранительном клапане 11 и контролируют срабатывание по мановакуумметру 10. Предохранительный клапан в этом случае устанавливают не в ванне с водой, а на воздухе.

Помимо этих испытаний на данном стенде производят также испытания электроконтактных манометров (ЭКМ) и проверку манометров и вакуумметров. Манометр 8

испытывают при плавном открывании редукционного клапана 9 или 12. Показание ЭКМ, а также верхний и нижний пределы срабатывания сравнивают с показаниями образцового манометра 7.

С помощью приборов 5 и 14 контролируют давление и разрежение в коллекторах, а с помощью вентиля 6 сбрасывают избыточное давление из коллектора 4.

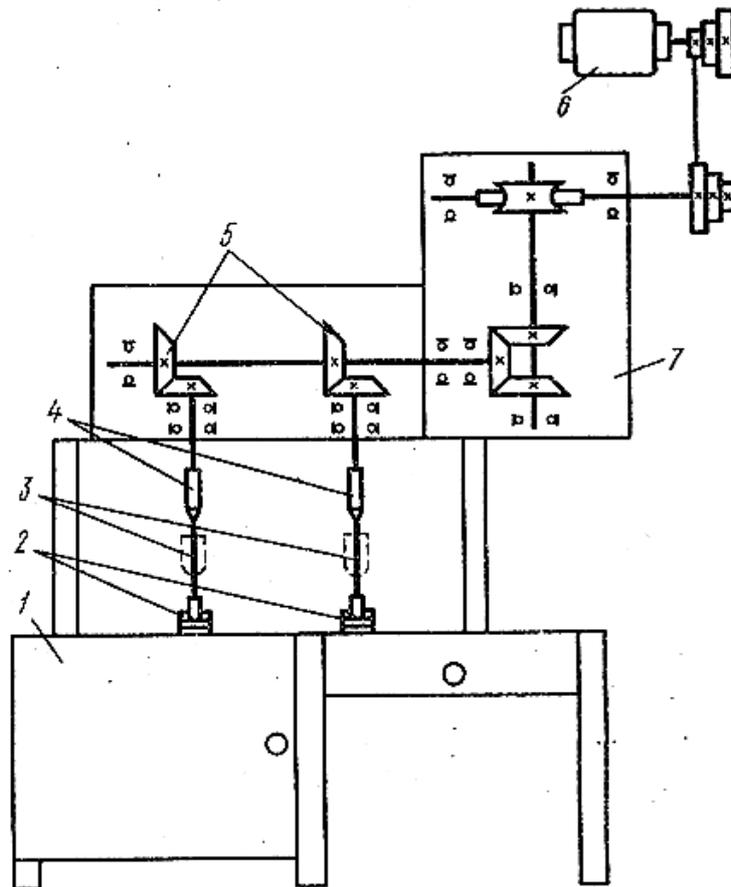


Рис. 9.7. Станок для притирки предохранительных клапанов электроркотлов и бойлеров:

1 – установочный стол, 2 – притираемые клапаны, 3 – пневмоцилиндры,

4 – цанговые зажимные устройства, 5 – конические шестерни,

6 – привод, 7 – реверсивный редуктор

Каждый выдержавший испытание предохранительный клапан или манометр должен быть зарегистрирован в специальном журнале (постоянно действующий документ, отражающий учет состояния прибора на протяжении времени его эксплуатации), где записываются все данные, относящиеся к установке прибора, а также сведения о его ремонтах и проверках.

На принятом предохранительном клапане или манометре ставится пломба или клеймо, удостоверяющее его пригодность к эксплуатации в течение установленного срока.

Одним из видов ремонта теплового оборудования является ремонт электрических конфорок с закрытыми нагревательными элементами. Поступившую в ремонт конфорку предварительно дефектуют с целью определения пригодности к дальнейшему использованию чугуновой отливки корпуса. Конфорки (рис. 9.9), имеющие трещины на рабочей поверхности 1, в ремонт не принимаются. Разборку конфорки производят на верстаке, для чего в

технологической последовательности снимают клеммную колодку 6, фарфоровые бусы 5 и защитный кожух 4, затем удаляют диэлектрическую массу 3 и находящиеся в ней спирали 2.

Перед сборкой зачищают механической щеткой пазы чугунной отливки от остатков диэлектрической массы и коррозии. Очищенные пазы до уровня ребер заполняют влажной диэлектрической массой из 62 % периклаза, 15 % часоверской глины, 15 % пыли периклаза и 8 % воды. Подготовленные сухие компоненты смачивают водой и смешивают до получения однородной рассыпчатой массы. Уложенную массу утрамбовывают вручную или прессом. В подготовленные пазы закладывают новые спирали, изготовленные из нихромовой проволоки марки Х15Н60.

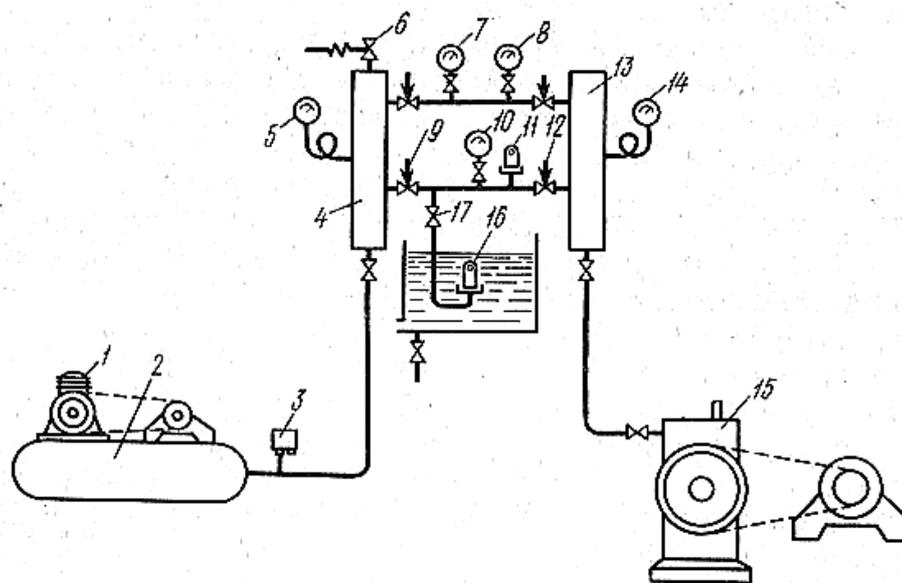


Рис. 9.8. Стенд для испытания предохранительных клапанов и манометров:  
 1 – воздушный компрессор, 2 – ресивер, 3 – реле давления, 4 – коллектор высокого давления,  
 5 – манометр, 6 – вентиль сброса давления, 7, 10 – образцовые манометр и вакуумметр,  
 8 – испытываемый манометр, 9, 12 – редукционные клапаны,  
 11 – предохранительный клапан, испытываемый на вакуум, 13 – вакуумный коллектор,  
 14 – вакуумметр, 15 – вакуумный насос,  
 16 – предохранительный клапан, испытываемый на давление, 17 – вентиль

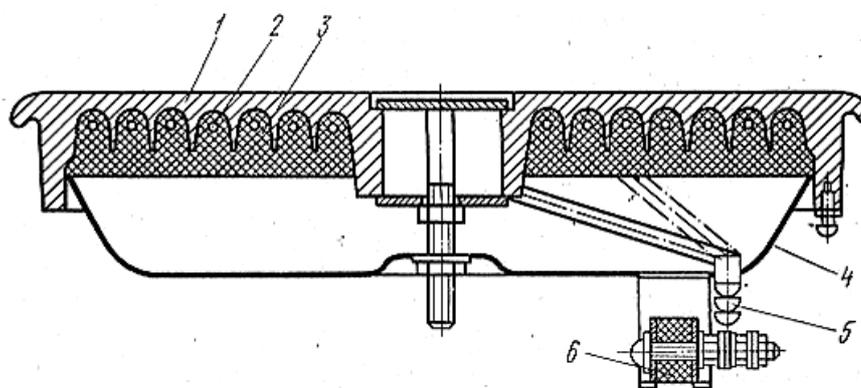


Рис. 9.9. Электрическая конфорка:  
 1 – корпус, 2 – нагревательные спирали, 3 – диэлектрическая масса,  
 4 – кожух, 5 – фарфоровые бусы, 6 – клеммная колодка

Концы спирали с помощью сварки соединяют с выходными концами на клеммной колодке. При укладке спирали необходимо следить, чтобы между металлом конфорки и спиралью было не менее 2...3 мм диэлектрической массы. Места сварки спирали с выводными концами следует укладывать в диэлектрическую массу.

Уложенные спирали сверху равномерно засыпают диэлектрической массой и утрамбовывают по всей поверхности. В течение 14...16 ч производят сушку на открытом воздухе, а затем окончательную сушку в течение 24 ч в электрической печи при 350...400°C. После сушки с помощью омметра проверяют сопротивление спиралей и качество диэлектрической массы.

Процесс сборки заканчивается надеванием на выводные концы фарфоровых бус, установкой защитного кожуха с отражателем, клеммной колодки и подсоединением к ней выходных концов.

Готовая конфорка подвергается контрольным испытаниям. Так, электрическое сопротивление изоляции просушенной конфорки в холодном состоянии должно быть не менее 1 мОм. Проверка прочности изоляции производится на высоковольтном стенде электроиспытаний напряжением 1250 В в течение 1 мин или напряжением 1500 В, но не более 1 с. В начале испытания к конфорке подводят не более половины заданного предела напряжения, затем его быстро повышают до полного значения. Выдержавшие испытание конфорки передают для ремонта электрических плит и мармитов.

## **9.6. Технология ремонта холодильных агрегатов с сальниковым и бессальниковым компрессорами**

**Классификация ремонтных работ.** При неисправностях, которые нельзя устранить на объекте эксплуатации, холодильный агрегат, компрессор или теплообменный аппарат демонтируют и отправляют в ремонтный цех. К таким неисправностям относят снижение производительности компрессора как следствие износа поршневых колец, выработку цилиндров, посторонние стуки в компрессоре из-за износа пальцев, шатунов, шатунных и коренных подшипников, частые поломки клапанов компрессора, течи хладагента в местах пайки или сварки испарителя, конденсатора, ресивера, трещины в корпусе компрессора, загрязнение трубок конденсатора водяного охлаждения отложениями солей, содержащихся в воде.

Для отправки в ремонтный цех компрессорно-конденсаторный агрегат демонтируют, а остающиеся в охлаждаемом объеме испарители и трубопроводы при этом заглушивают, чтобы избежать попадания влаги вместе с воздухом. При выходе из строя электродвигателя демонтируют только двигатель, а обнаженные концы электропроводки защищают изоляционной лентой во избежание поражения электрическим током.

Перед отправкой оборудования в ремонт электромеханик протирает агрегат от пыли и составляет акт, в котором указывает марку и заводской номер агрегата, наименование объекта и обнаруженные неисправности. Акт подписывает также заказчик, у которого остается один экземпляр.

При среднем ремонте компрессора выполняют следующий объем работ:

- разборку компрессора, промывку, очистку и ревизию всех деталей;
- замену прокладок, всех клапанных пластин, изношенных седел, розеток, направляющих втулок, имеющих усадку пружин;
- поршневых колец, поршневых пальцев, втулок верхней головки шатуна, дефектных деталей клеммника электродвигателя,
- проверку зазора между ротором и статором, проверку изоляции обмоток статора (для бессальниковых компрессоров);

- осмотр деталей сальника вала, замену его резиновых колец, прокладок, притирку трущихся деталей;
- проверку зазора между нижней головкой шатуна и коленчатым валом, перезаливку баббитового слоя шатуна, проверку шатунных болтов и при необходимости их замену;
- устранение рисков, натиров, наволакивания металла на поверхности цилиндров, если это не влечет за собой замену поршней, шеек коленчатого вала и других деталей;
- ремонт запорных вентиляей; смену смазочного масла; сборку, обкатку, испытание и проверку герметичности компрессора.

**В объем среднего ремонта** холодильного агрегата входят запаивание или заварка свищей, раковин и других неплотностей в конденсаторе, ресивере, испарителе, перепаивание отдельных калачей в конденсаторе или испарителе, ремонт или замена теплообменника, фильтра-осушителя.

**В капитальный ремонт** компрессора кроме всех работ среднего ремонта входят следующие работы:

- ремонт или замена блока или гильз цилиндров компрессоров, поршней, клапанных плит, части деталей масляного насоса со значительным износом;
- замена сальника в сборе или его деталей, коренных подшипников (в том числе подшипников качения), болтов противовеса;
- шлифовка шеек коленчатого вала под ремонтный размер для устранения выработки;
- ремонт статора электродвигателя в бессальниковом компрессоре и картера;
- окраска отремонтированного оборудования.

При приемке в ремонт холодильных агрегатов проверяют их комплектность, для удаления пыли с поверхности обдувают сжатым воздухом в специальной обдувочной камере или в помещении. Затем агрегаты отправляют на склад приемного отделения и размещают на двух- или трехъярусных стеллажах. Помещение склада оснащено электротельфером, кран-балкой или консольным краном, обслуживающими зону со стеллажами.

**Разрядка холодильного агрегата и удаление масла.** Хладагент и масло удаляют из агрегата, присоединив его к специальному стенду (рис. 9.10). На каркасе стенда смонтированы компрессор 2ФВ 4/4,5, приводимый в действие электродвигателем мощностью 0,6 кВт, конденсатор воздушного охлаждения, конденсатор водяного охлаждения, баллон вместимостью 40 л, помещенный в ванну с водой, контрольно-измерительные и автоматические приборы.

Чтобы удалить хладагент из агрегата, к тройнику нагнетательного вентиля присоединяют трубопровод от любого из вентиляей стенда. Включив компрессор, отсасывают хладагент из агрегата через фильтр-осушитель. В конденсаторе пары хладагента конденсируются, и в жидком состоянии он сливается в баллон. При отсасывании хладагента из агрегата его ресивер покрывается инеем вследствие создаваемого низкого давления. Когда давление в агрегате понизится до 0,01 МПа, реле давления отключит компрессор стенда. Давление оставшегося в ресивере хладагента повысится за счет теплоты окружающего воздуха, и компрессор снова включится. После нескольких циклов работы компрессора ресивер разряжаемого агрегата начнет оттаивать (весь хладагент из агрегата удален). Хладагент можно удалять одновременно из нескольких агрегатов. За наполнением баллона хладагентом следят по шкале уровнемера. Выключив компрессор, вентиль 15 закрывают, а вентиль 19 открывают на систему. Затем через открывшийся соленоидный носитель пускают воду в конденсатор и включают трубчатый электронагреватель, который подогревает воду в ванне. Температуру воды (30...35°C) поддерживает реле температуры. Находящийся в баллоне хладагент кипит. Образовавшиеся в нем пары поступают в конденсатор и сжижаются. В баллоне остаются масло и другие примеси, которые периодически выпускают через вентиль. Очищенный таким образом хладагент используют для технологических нужд.

После удаления хладагента из агрегата к штуцеру тройника нагнетательного вентиля компрессора присоединяют шланг от сети сжатого воздуха, а к жидкостному вентилю – шланг,

соединенный с промышленной канализацией. Воздухом под давлением 0,2...0,3 МПа продувают конденсатор и ресивер для удаления из них масла. Для полного извлечения масла агрегат следует приподнять так, чтобы жидкостный вентиль был в нижнем положении.

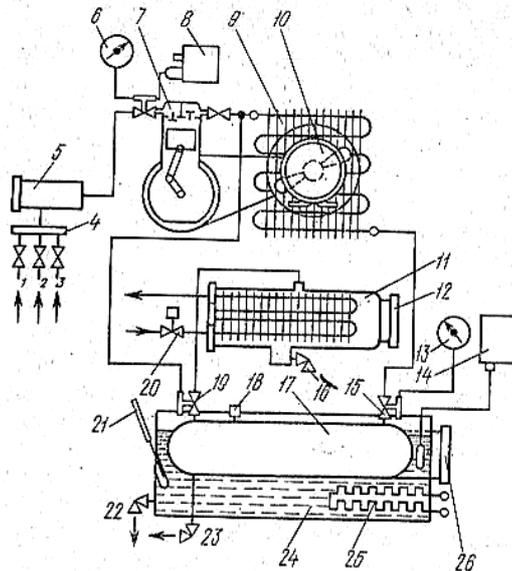


Рис. 9.10. Стенд для разрядки фреоновых агрегатов и регенерации хладагента:

- 1, 2, 3, 16, 23 – вентили одноходовые, 4 – коллектор, 5 – фильтр-осушитель,  
 6, 13 – мановакуумметры, 7 – компрессор, 8 – реле давления,  
 9 – конденсатор воздушного охлаждения, 10 – электродвигатель,  
 11 – конденсатор водяного охлаждения, 12, 26 – уровнемеры,  
 14 – реле температуры, 15, 19 – вентили двухходовые,  
 17 – баллон, 18 – предохранительный клапан,  
 20 – соленоидный вентиль, 21 – термометр, 22 – кран,  
 24 – ванна с водой, 25 – трубчатый электронагреватель, 26 – уровнемер

**Разборка и мойка холодильного агрегата.** К месту разборки холодильные агрегаты доставляют на тележках, съемных роликах, крепящихся к раме, электротельферами, кран-балками грузоподъемностью до 0,5 т.

Наружную мойку рамы с конденсатором и деталей разобранного компрессора осуществляют в моечной камере с вращающимся столом 2 % – ным раствором тракторина (при 70...75°C), состоящего из (% по массе): метасиликата натрия – 53, соды кальцинированной – 39, тринатрийфосфата – 4, сульфанола – 4.

Продолжительность мойки холодильных агрегатов 5...10 мин. Так как в моечной камере холодильный агрегат нагревается, после его выемки из камеры влага испаряется с поверхности агрегата. Чтобы удалить остаточную влагу, поверхность обдувают сжатым воздухом.

Для демонтажа основных узлов (конденсатора, ресивера, компрессора, электродвигателя) агрегат устанавливают на вращающуюся платформу. После снятия с агрегата узлы направляют на соответствующие ремонтные участки.

Для подетальной разборки компрессор размещают в приспособлении на верстаке, позволяющем поворачивать компрессор в горизонтальной плоскости на 360°, а вертикальной на 45°. Рабочее место слесаря-разборщика оснащают пневмо – или электрогайковертами, шпильковертами, подвешенными на улиткообразных пружинных противовесах, молотками из бронзы, съемниками.

**Дефектация деталей компрессора.** Промытые и осушенные детали компрессора осматривают и определяют степень их износа, способ ремонта и назначают ремонтные размеры. Детали распределяют на три группы: с незначительным износом, пригодные к сборке без механической обработки; восстанавливаемые по одному из ремонтных размеров; подлежащих замене новыми. Детали дефектуют с помощью контрольно-измерительных инструментов, а также визуально. Основные детали компрессора, подлежащие дефектации, следующие.

**Картер.** Коренные подшипники скольжения при износе более 0,02 мм заменяют новыми, растачивая их по размеру шеек вала.

**Подшипники качения** с износом беговых дорожек обойм и повреждениями сепаратора также заменяют. Забоины и заусенцы на плоскостях крепления блока цилиндра и крышек к картеру выводят зачисткой, а коробление плоскостей более 0,02 мм – притиркой. Если отверстия под резьбу имеют срыв резьбы более двух ниток, то нарезают резьбу увеличенного диаметра.

**Цилиндры.** Их растачивают на ремонтный размер, если износ более 0,1 мм, овальность и конусность более 0,05 мм или на зеркале цилиндров появились риски, заусеницы, забоины, острые кромки или черновины. При невозможности устранения выработки и рисков цилиндры растачивают и гильзуют.

**Шатун.** При износе баббитовой заливки, а также при расслоениях и сколах шатун перезаливают. При скручивании или изгибе шатуна более 0,02 мм его правят. Трещины и облом любого характера и расположения на шатуне недопустимы. В этом случае шатун бракуют.

При износе более 0,015 мм втулку верхней головки шатуна заменяют. При любых дефектах шатунные болты и гайки заменяют.

**Вал.** При износе шеек более 0,03 мм, а также при задирах, забоинах, вмятинах, заусенцах и рисках на их поверхности вал перешлифовывают на ремонтный размер. Разработанную шпоночную канавку, изношенную резьбу заваривают и обрабатывают под номинальный размер. Вал с трещинами или обломами бракуют.

**Клапанная доска.** Коробление плоскости клапанной доски, царапины, вмятины, риски, раковины и забоины седел клапанов выводят шлифовкой и притиркой. Клапанную доску с трещинами и обломами заменяют. Клапанные пластины бракуют и заменяют при любых дефектах.

**Сальник вала.** Его ремонтируют при течи в сильфоне и пайке, при задирах и рисках буртика пятки, при непараллельности/плоскости буртика пятки к плоскости фланца. Подвижные кольца сальника, имеющие риски и задиры буртика, притирают. При износе буртика более  $\frac{2}{3}$  высоты и наличии трещин кольцо сальника бракуют.

**Поршневой палец.** При износе, забоинах, волосовинах и черновинах на поверхности его заменяют.

**Поршень.** Поршень бракуют при уменьшении его диаметра на 0,05 мм, увеличении размеров канавок под поршневые кольца по высоте на 0,04 мм, при трещинах, обломах, острых кромках, заусенцах, забоинах, черновинах, задирах и рисках, которые нельзя вывести зачисткой.

**Поршневое кольцо.** Поршневое кольцо бракуют при износе по высоте более 0,03 мм, увеличении теплового зазора в замке на 0,5 мм, при забоинах, обломах и рисках на рабочей поверхности, потере упругости.

Износ поршневых колец легко определить по зазору в замке. Номинальный зазор в замке кольца составляет 0,04 % от наружного диаметра цилиндра с допуском 0,1...0,2 мм в большую сторону. Увеличение зазора в замке кольца до 1 % от диаметра цилиндра свидетельствует о полном износе кольца, и его бракуют.

У поршневого кольца также проверяют плотность прилегания к цилиндру. Допустимый зазор между цилиндром и кольцом составляет 0,04 мм (по дуге в 45° не более чем в двух местах). Зазор между кольцом и торцом канавки поршня должен быть не более 0,06 мм для

новых колец и поршней и 0,11 мм у поршней с изношенными торцовыми поверхностями канавок. При больших износах, кольцо бракуют и заменяют другим.

Для измерения наружных размеров деталей при дефектации компрессора применяют предельные скобы, штангенциркули, гладкие микрометры. Внутренние размеры деталей проверяют предельными калибрами, штангенциркулями, индикаторными нутромерами, величину зазора между сопрягаемыми деталями – с помощью щупов. Глубину глухих отверстий и пазов, расстояние между параллельными плоскостями замеряют штангенциркулями, микрометрическими и штангенглубиномерами. Контроль плоскостности и прямолинейности поверхности деталей осуществляют лекальными линейками (ГОСТ 8026–64), нормальными индикаторами часового типа (ГОСТ 577–68). Размеры резьб деталей определяют штангенциркулями и резьбовыми калибрами (ГОСТ 18107–72).

**Ремонт картера.** При ремонте картера обращают внимание на состояние подшипников качения и опорных поверхностей для них. При обнаружении стука и шума у шариковых или роликовых подшипников в связи с износом беговых дорожек обойм их бракуют и заменяют новыми.

Наружные обоймы подшипников размещаются в крышке и камере по скользящей посадке. Номинальный размер посадочного места под наружную обойму подшипника изменяется в результате многократной смены подшипников при длительной эксплуатации компрессора, а также вследствие проворачивания наружной обоймы подшипника в аварийных случаях. При большом износе или повреждении отверстия под подшипник в крышке ее бракуют и заменяют новой.

Если посадочное место подшипника в картере повреждено, то требуется ремонт. Изношенное отверстие необходимо расточить, чтобы запрессовать стальную втулку с толщиной стенки не менее 3 мм. После запрессовки втулку растачивают на номинальный размер отверстия.

После растачивания картера проверяют параллельность оси отверстий под крышку и задний подшипник к плоскости разъема. Приспособление для проверки параллельности оси вала к плоскости под блок цилиндров картера компрессора ФВ6 показано на рис. 9.11. Приспособление состоит из корпуса-оправки 12, в котором смонтированы конусы, разжимаемые пружиной. Конусы выдвигают штифты, удерживаемые от выпадения из корпуса ограничительными винтами 7, 18. В передней и задней головках корпуса-оправки размещено по три штифта. К передней головке оправки прикреплены винтами втулка 15, на которой установлена державка индикатора, укрепленная на втулке. Перемещение конусов регулируется винтом, ввернутым в конус. В комплект приспособления входит контрольная планка с державкой индикатора.

При проверке после растачивания картера оправку вставляют в гнезда под подшипники. Винт, стягивающий конусы 11 и 14, не препятствует свободному размещению головок оправки в гнездах под подшипники. Вывернув винт, освобождают пружину, которая через штифты 4 и 17 выставляет головки оправки по линии центров переднего и заднего отверстия подшипников.

Перемещая опору по планке, индикатором находят наивысшую точку корпуса-оправки и выставляют на нуль. Переместив индикатор к противоположной стенке картера, смотрят на показание индикатора. Смещение стрелки индикатора 1 к нулю свидетельствует о параллельности оси расточек под подшипники и плоскости разъема. Величина непараллельности для картера компрессора ФВ6 допускается не более 0,02 мм.

Биение плоскости бобышки картера под крышку проверяют индикатором, укрепленным в державке. Для этого индикатор выставляют на нуль и, освободив державку индикатора, поворачивают ее на 180° и снимают второй отсчет. Разница в показаниях свидетельствует о величине биения бобышки. Повреждения отверстий под резьбу и трещины в картере устраняют так же, как и при ремонте блока цилиндров. Разъем картера компрессора ФВ6 притирают до 9 – го класса шероховатости поверхности.

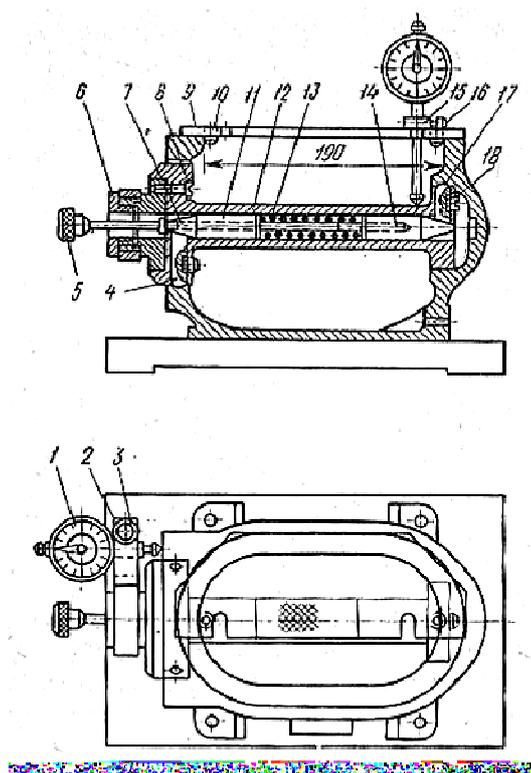


Рис. 9.11. Приспособление для проверки параллельности оси вала и плоскости под блок цилиндров:

- 1 – индикатор, 2 – державка, 3 – винт крепления индикатора,  
 4, 17 – штифты, 5 – стяжной винт, 6 – гайка,  
 7, 18 – ограничительные винты, 8 – винт, 9 – планка;  
 10 – упор; 11, 14 – конусы, 12 – корпус оправки,  
 13 – пружина, 15 – втулка, 16 – винт крепления индикатора

**Ремонт блока цилиндров.** Поврежденный цилиндр перешлифовывают на ремонтный размер или растачивают с последующей гильзовкой и шлифовкой.

Перед растачиванием или перешлифовкой блока цилиндров готовят базовую поверхность – нижний торец блока. Эта поверхность должна быть ровной, без рисок и заусенцев, устраняемых шлифованием. Качество подготовки базовой поверхности влияет на перпендикулярность оси цилиндра к оси коленчатого вала. Блоки цилиндров растачивают с помощью приспособления на расточных или токарных станках.

Перешлифовка или растачивание блоков с последующей шлифовкой на ремонтный размер не обеспечивает нужной шероховатости поверхности стенки цилиндра 9...10 – го классов. После шлифования блоков необходимый класс шероховатости поверхности получают хонингованием (процесс отделочного тонкого шлифования) цилиндров, хотя оно не устраняет бочкообразность, конусность, корсетность, овальность отверстия цилиндров.

Для хонингования цилиндров используют абразивные бруски, изготовленные из карбида кремния или белого электрокорунда на керамической связке. Бруски размещают в хонинговальных головках.

В процессе хонингования окружная скорость вращения брусков должна быть 45..75 м/мин, скорость возвратно-поступательного движения 12...24 м/мин. Припуск на хонингование зависит от диаметра отверстия, материала обрабатываемой детали и характера операции, предшествовавшей этому процессу.

После растачивания цилиндров компрессоров следует оставлять припуск на хонингование 0,04 мм, после развертывания – 0,02...0,025 мм, после шлифования – 0,01 мм. Для нормального режима хонингования необходимо, чтобы удельное давление абразивных

брусков составляло 0,1...0,4 МПа. При хонинговании требуемую шероховатость поверхности 10 – го класса получают обработкой абразивными брусками с зернистостью 28...50 мкм, 11...12 – го классов – 14...28 мкм. Цилиндры хонингуют при обильном поступлении (50 л/мин) охлаждающей среды (эмульсии или керосина с 10 % – ной добавкой машинного масла) на специальных хонинговальных одно – и многошпиндельных станках с вертикальным или горизонтальным расположением шпинделей или на сверлильном станке. Особое внимание необходимо обращать на состояние поверхности верхнего торца блока, на котором крепится клапанная доска. Верхний торец должен быть ровным, без рисок и заусенцев. При повреждении поверхности торец шлифуют и притирают. Максимальный прогиб торца блоков при проверке их лекальной линейкой не более 0,02 мм. Для восстановления резьбового отверстия его рассверливают под резьбу следующего ближайшего размера. При сборке компрессора на это место ввертывают ступенчатую шпильку. Трещины на фланце блока заваривают.

**Ремонт поршня.** При ремонте поршня проверяют зазор между пальцем и отверстием поршня. Номинальные значения составляют 0,01...0,02 мм. При увеличении их до 0,03...0,04 мм требуется ремонт поршня. Алюминиевые поршни компрессора, армированные втулками, с износом отверстия под поршневой палец больше указанных пределов восстанавливают.

Ремонт поршня начинают с выпрессовки изношенной втулки на ручном или пневматическом прессе. Затем в отверстие запрессовывают новую втулку. Для восстановления номинального диаметра отверстия вновь запрессованную втулку развертывают в приспособлении. После механической обработки отверстия с помощью контрольного приспособления проверяют перпендикулярность оси отверстия под поршневой палец к образующей поршня.

При дефектации компрессора необходимо обращать внимание не только на износ отверстия бобышки поршня, но и на состояние поршневых канавок и износ наружного диаметра поршня. Допустимые величины износа поршней компрессоров различных марок приведены в таблицах справочников [13].

**Ремонт шатуна.** Наиболее трудоемкая операция при ремонте шатуна – восстановление диаметра отверстия нижней головки при износе 0,023...0,03 мм больше верхнего значения допуска. Головку перезаливают баббитом с последующим растачиванием отверстия под ремонтный размер. Для удаления старого слоя баббита из нижней головки шатуна баббит выплавляют. Следы оставшейся полуды или баббита с поверхности отверстия снимают металлической щеткой. После этого поверхность отверстия обезжиривают 10 % – ным раствором каустической соды и смачивают травленной соляной кислотой, затем лудят припоем ПОС-30. Перед заливкой шатуна баббитом между крышкой нижней головки шатуна и его телом помещают технологическую паронитовую или асбестовую прокладку толщиной 1,5...2 мм; крышку нижней головки закрепляют технологическими болтами.

Перед началом заливки шатуна приспособление нагревают до 120...200°С. Вынутые из тигля вкладыши с полудой устанавливают и приспособление и закрепляют в нем. Приспособление приводят во вращение, затем немедленно заливают баббит из мерного ковша. Расплавленный баббит поступает в отверстие нижней головки шатуна по литнику-желобу, расположенному по центру заливаемых деталей. Под действием центробежной силы жидкий металл равномерно распределяется по окружности отверстия нижней головки, оказывает давление на стенки нижней головки шатуна и уплотняется. Для охлаждения приспособления его обдувают сжатым воздухом или охлаждают тонкой струей воды.

Окружную скорость вращения шатуна для заливки баббитом определяют по формуле:

$$\omega = 50 \sqrt[3]{D},$$

где  $\omega$  – окружная скорость нижней головки шатуна, м/мин;

$D$  – внутренний диаметр отверстия нижней головки шатуна, мм.

Частоту вращения заливаемого шатуна рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{1000 \omega}{\pi D},$$

где  $n$  – частота вращения шатуна, об/мин.

При плавке баббита и заливке шатуна температуру измеряют термометрами или пирометрами.

К вкладышам предъявляют следующие требования:

- поверхность баббита должна быть гладкой и иметь матово-серебристый цвет; если шатун заливают перегретым баббитом, то поверхность имеет желтый цвет; в этом случае вкладыш бракуют и перезаливают;
- при постукивании по нижней головке подвешенного на проволоке шатуна не должно быть звука глухих тонов; эти тона свидетельствуют о том, что залитый слой в отдельных местах не пристал к поверхности шатуна; такие шатуны необходимо перезаливать;
- если на поверхности залитого баббита есть пятна, глубокие раковины глубиной более припуска на обработку, заливку бракуют;
- при заливке следует использовать только мерные ковши и разогретый баббит, в противном случае слой баббита может быть недостаточным;
- допускается лужение чистых газовых раковин глубиной более припуска на обработку баббитом того же химического состава, что и при заливке шатуна.

Приспособление для центробежной заливки шатунов (рис. 9.12) смонтировано на плите. Оно приводится во вращение от электродвигателя.

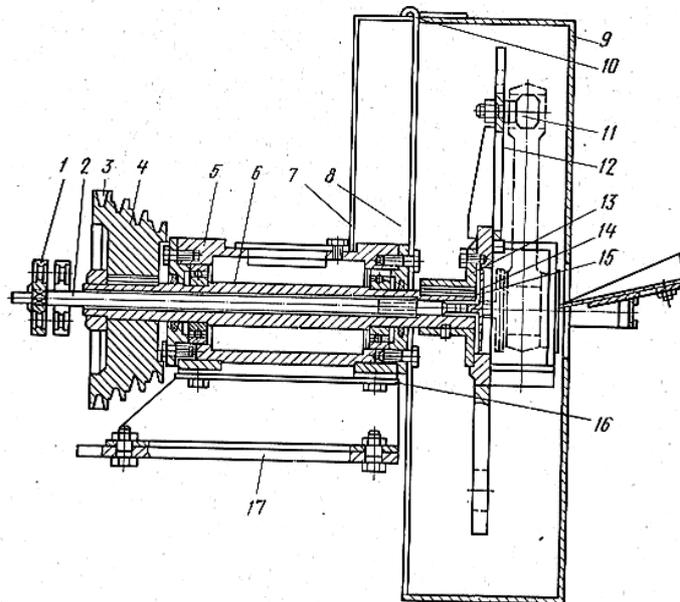


Рис. 9.12. Приспособление для центробежной заливки шатунов:

- 1 – маховичок, 2 – шток, 3 – клиновой ремень, 4 – шкив, 5 – корпус, 6 – вал, 7 – кронштейн, 8 – неподвижная стенка кожуха, 9 – кожух, 10 – ось вращения кожуха, 11 – палец сменного заливающего кондуктора, 12 – сменный кондуктор, 13 – планшайба, 14 – пята, 15 – шпонка, 16 – опора, 17 – плита

Вращающиеся детали приспособления размещены в корпусе, установленном на опорах. Кожух, укрепленный на кронштейне, является ограждением и улавливает капли расплавленного баббита.

Шатун, подготовленный для заливки, надевают верхней головкой на палец заливочного кондуктора и, повернув на  $90^\circ$ , ставят в него до упора. Вращая укрепленный на штоке маховичок – завинчивают его по резьбе вала. Пятой шатун поджимают к кондуктору, предотвращая выливание расплавленного баббита из нижней головки. Шкив позволяет подбирать нужную частоту вращения кондуктора, а следовательно, инерционную силу для надежного прилипания баббита к стенкам шатунной головки. Заливку начинают после пуска приспособления.

Расплавленный баббит мерным ковшом выливают в кондуктор, в процессе вращения которого залитый слой затвердевает. Продолжительность заливки, включая подготовительные операции (травление, лужение), составляет 3...5 мин. Для заливки используют баббиты марок Б-16, Б-83.

Залитую баббитом нижнюю головку шатуна растачивают в приспособлении, укрепленном в шпинделе токарного станка. Такие приспособления применяют только для обработки шатунов определенного типа. При этом в приспособлении верхнюю головку надевают на палец, нижнюю головку устанавливают по центру вращения приспособления с помощью прижимного винта и упора. В этом положении верхнюю головку окончательно прикрепляют гайкой. Для уменьшения биения приспособления, влияющего на чистоту обрабатываемой поверхности, при растачивании в нижней части стойки укреплен набор шайб, которые являются противовесом для части шатуна, принимающей участие во вращательном движении.

Ремонт верхней головки шатуна необходим при увеличении диаметра отверстия на 0,017...0,020 мм. Сначала выпрессовывают изношенную втулку, а затем развертывают отверстие верхней головки шатуна. Новую втулку запрессовывают с натягом 0,005...0,017 мм. Механическое развертывание отверстия втулки верхней головки можно выполнять в приспособлении, аналогичном приспособлению для растачивания нижней головки шатуна.

После механической обработки отверстий верхней и нижней головок при проверке можно обнаружить отклонения параллельности и плоскостности осей шатуна, которые устраняют с помощью специального приспособления (рис. 9.13). На плите, скрепленной с верстаком болтовым соединением, укреплен палец 3, на который надевают нижнюю головку шатуна, а в отверстие верхней вставляют палец с индикатором 1, укрепленным на рычаге 8. К плите прикреплена поверочная плита 4 9 – го класса шероховатости поверхности. По плите перемещается кронштейн 2 с отверстием, строго параллельным оси пальца и равным диаметру пальца. При правке шатуна рычагом шатун разворачивают до такого положения, когда палец свободно проходит через отверстия верхней головки и кронштейна. Индикатор позволяет зрительно контролировать величину исправления.

При контроле окончательно обработанного шатуна необходимо особое внимание обратить на соблюдение плоскостности и параллельности осей поршневого и шатунной головок.

Приспособление можно использовать для исправления шатунов различных типов. Перемещая кронштейн по плите, меняют межцентровое расстояние осей пальцев.

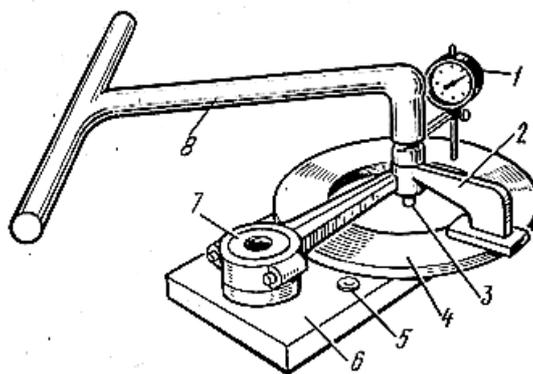


Рис. 9.13. Приспособление для исправления неплоскостности и непараллельности осей шатуна:

1 – индикатор, 2 – кронштейн, 3 – палец, 4 – поверочная плита, 5 – крепление приспособления к верстаку, 6 – плита, 7 – палец крепления нижней головки шатуна, 8 – рычаг

Приспособление для проверки параллельности осей шатуна изображено на рис. 9.14. На плите 1 установлены контрольные призмы 3. Основание стойки предназначено для перемещения хомута 9, в котором с помощью винтов 10 крепится ось-державка 13 с индикаторами часового типа 8.

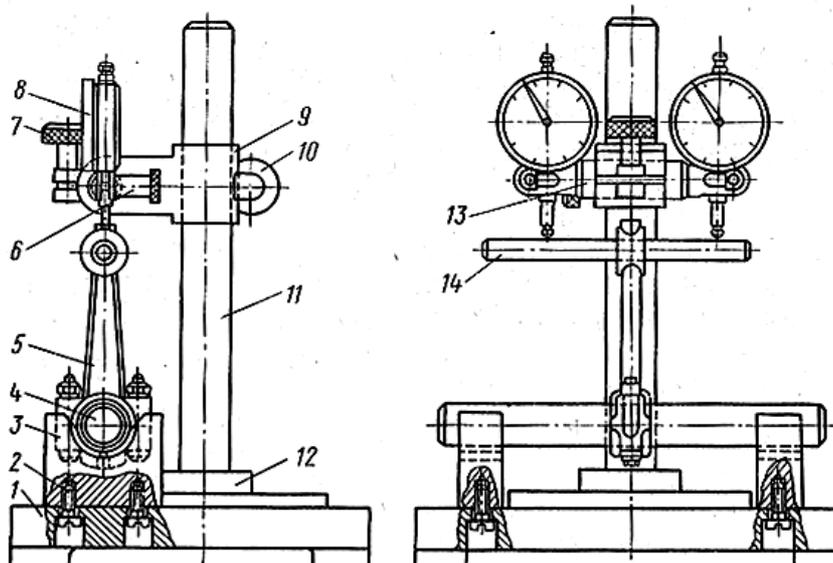


Рис. 9.14. Приспособление для проверки параллельности осей шатуна:  
1 – плита, 2, 7 – винты, 3 – призма, 4 – поверочная оправка нижней головки шатуна, 5 – шатун, 6 – винт крепления индикаторов, 8 – индикаторы часового типа, 9 – хомут, 10 – винт крепления хомута, 11 – стойка, 12 – основание, 13 – ось-державка, 14 – контрольный палец верхней головки шатуна

Хомут с индикаторами перемещают на высоту, равную межцентровому расстоянию проверяемого шатуна. Затем по шаблону или эталонному шатуну выставляют оба индикатора на нуль с предварительным натягом 0,5 мм и закрепляют индикаторы в таком положении.

Для проверки параллельности осей в нижнюю головку шатуна вставляют оправку, в поршневую – контрольный палец. Шатун поворачивают так, чтобы контрольный палец коснулся головок индикаторов, и сличают их показания. По разности показаний определяют величину не параллельности осей. Если перекося превышает допустимые пределы, то шатун бракуют. При ремонте шатунов необходимо обращать внимание на состояние шатунных болтов, так как при эксплуатации компрессора они работают с большой нагрузкой.

Срыв даже одной нитки гайки или болта не допускается – их бракуют и заменяют новыми.

**Ремонт коленчатого вала.** В компрессоре 2ФВ 4/4,5 изнашиваются коренные и шатунные шейки коленчатого вала. В компрессоре ФВ6 шатунные шейки изнашиваются быстрее, чем коренные. Износ шеек валов, смонтированных в подшипниках скольжения, появляется от истирания рабочих поверхностей и приводит к увеличению зазора. При эксплуатации компрессора с большим зазором шейки вала приобретают эллипсность, что приводит к прогрессирующему износу. Погнутость вала вызывает биение рабочих поверхностей, повреждение резьбовых поверхностей и износ шпоночных канавок, а также появление рисок и задиров на рабочих поверхностях шеек.

При дефектации коленчатого вала видимые повреждения (сильную погнутость, риски и задиры на шейках, повреждения резьбовых поверхностей, смятие кромок шпоночных канавок) обнаруживают внешним осмотром. Величину и характер износа (конусность, бочкообразность, эллипсность) шатунных и коренных шеек валов определяют микрометром. Погнутость вала в центрах проверяют индикатором. При погнутости, вызывающей биение более 0,04 мм, вал правят на винтовом или гидравлическом прессе.

Коренные шейки вала, монтируемого в подшипниках качения, восстанавливают наращиванием металла на поврежденные поверхности, протачиванием и перешлифовкой шеек на номинальный размер. Шатунные и коренные шейки коленчатых валов, монтируемых в подшипниках скольжения, перешлифовывают на ближайший ремонтный размер. Ремонтные размеры приведены в табл. 9.3. Биение и конусность шатунных и коренных шеек коленчатых валов компрессоров не должны превышать 0,02 мм. При выработке шейки за пределы последнего ремонтного размера рабочие поверхности шеек восстанавливают путем нанесения покрытия на изношенные поверхности.

Таблица 9.3

## Ремонтные размеры

Компрессор	Шейки коленчатого вала	Номинальный диаметр шейки, мм	Ремонтные размеры, мм			
2ФВ 4/4,5	Коренная передняя	$25,0^{+0,008}_{-0,022}$	$24,5^{+0,008}_{-0,022}$	$24,0^{+0,008}_{-0,022}$	$23,5^{+0,008}_{-0,022}$	
	Коренная задняя	$30,0^{+0,008}_{-0,022}$	$29,5^{+0,008}_{-0,022}$	$29,0^{+0,008}_{-0,022}$	$28,5^{+0,008}_{-0,022}$	
	Шатунные	$25,0^{+0,008}_{-0,022}$	$24,5^{+0,008}_{-0,022}$	$24,0^{+0,008}_{-0,022}$	$23,5^{+0,008}_{-0,022}$	
ФВ6, ФУ12, 2ФВБС4 2ФВБС6, 2ФУБС9, 2ФУБС12	Коренные	$35,0^{+0,02}_{-0,03}$	—	—	—	
	Шатунные	$42,0^{+0,025}_{-0,050}$	$41,0^{+0,025}_{-0,050}$	$40,0^{+0,025}_{-0,050}$	$39,0^{+0,025}_{-0,050}$	

При наиболее распространенном механическом методе напыления, используя теплоту газового пламени, расплавленные или близкие к этому состоянию частицы напыляемого металла наносят на предварительно подготовленную поверхность с помощью струи газа.

Восстановление изношенных поверхностей шеек коленчатых валов методом газопламенного напыления выполняется в три этапа: подготовка поверхности к напылению, нанесение подслоя и основного слоя, механическая обработка напыленного слоя.

Шатунные и коренные шейки коленчатых валов шлифуют на кругло-шлифовальном станке с применением бугелей до удаления следов износа. Шейку под сальник и коренные шейки коленчатых валов, не имеющие ремонтных размеров, шлифуют до уменьшения диаметра от номинального размера на 0,8 мм. После механической обработки коленчатый вал промывают в щелочном растворе и обдувают сжатым воздухом.

Поверхности, подлежащие напылению, обезжиривают хлористым метанолом (ГОСТ 9976–70) в ванночке. На поверхности, не подлежащие напылению, наносят кистью специальную смазку для предотвращения налипания на них металла.

После высыхания смазки поверхности, подлежащие напылению, обрабатывают электрокорундом зернистостью 50...160 мкм (ГОСТ 3647-80) в дробеструйной камере. Дробеструйная обработка необходима для лучшего сцепления напыляемого слоя с основным металлом, после нее увеличивается шероховатость и повышается активность поверхности. Обработка заканчивается после появления на обрабатываемых поверхностях равномерного сплошного матового оттенка.

При дробеструйной обработке должны выполняться следующие условия: давление воздуха в магистрали – 0,5...0,6 МПа; расход воздуха – 3...5 м<sup>3</sup>/мин, угол наклона струи – 65...70°, расстояние от сопла до поверхности обрабатываемой детали – 70...90 мм.

Хранение коленчатого вала после дробеструйной обработки в целях исключения попадания пыли и влаги на подготовленные поверхности допускается не более 3 ч.

*Нанесение подслоя и основного слоя покрытия с применением проволоки.* На резьбовую часть коленчатого вала наворачивают защитную гайку для предохранения резьбы от попадания расплавленных частиц. Коленчатый вал устанавливают в центры токарно-винторезного станка. В металлизатор МГИ-4А закладывают проволоку марки «Алюник 7/1» (сплав алюминия с никелем). С помощью редукторов устанавливают рабочий режим: давление ацетилена – 0,08...0,1 МПа, кислорода – 0,42...0,48 МПа, сжатого воздуха – 0,4...0,6 МПа, расход ацетилена – 900...1000 л/ч, кислорода – до 3000 л/ч, сжатого воздуха – 0,8 м<sup>3</sup>/мин.

Открывают вентиль подачи смеси кислорода и ацетилена и подносят искру зажигалки к соплу металлизатора, регулируют скорость подачи проволоки и включают станок. Частота вращения шпинделя станка 40 об/мин. В течение 5...10 с шейки коленчатого вала, подлежащие напылению, прогревают пламенем металлизатора до 70...90°С для удаления водяных, масляных паров и уменьшения остаточных внутренних напряжений, а затем включает подачу проволоки и наносят алюминиево-никелевый подслоя толщиной 0,1...0,15 мм.

После нанесения подслоя проволоку «Алюник 7/1» в металлизаторе заменяют проволокой марки 30X13 или 20X13 диаметром 3 мм и наносят основной слой покрытия толщиной не более 1,5 мм.

Хранить коленчатый вал с нанесенным подслоем можно не более 1 ч, предотвращая его поверхность от загрязнения и увлажнения.

При нанесении подслоя и основного слоя температура поверхности детали должна быть не выше 150°С, расстояние от сопла металлизатора до поверхности детали – в пределах 150...180 мм, давление газов – постоянным и соответствовать указанным выше величинам.

После остывания коленчатого вала ненапыляемые поверхности очищают от смазки и налипшего металла с помощью скребка.

*Нанесение подслоя и основного слоя покрытия с применением порошков.* Для газопламенного напыления на шейки коленчатых валов порошковых материалов используют горелку типа ОКС-5531 (рис. 9.15). Порошок подается в ацетиленокислородное пламя горелки, частицы порошка расплавляются и напыляются на восстанавливаемую поверхность, затем они охлаждаются и затвердевают.

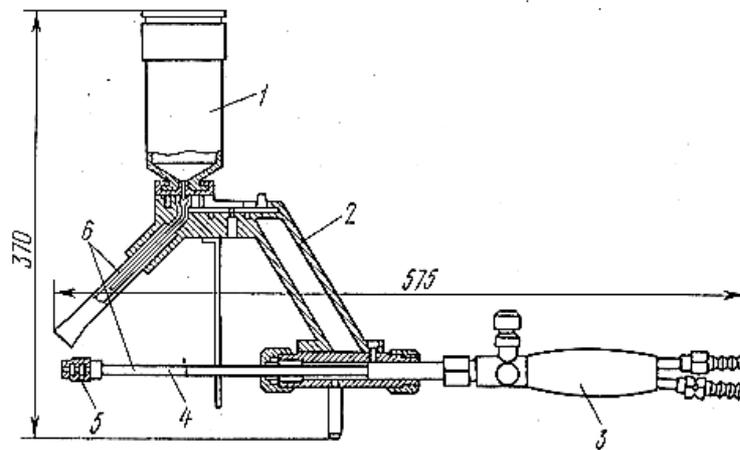


Рис. 9.15. Горелка типа ОКС-5531:  
 1 – емкость, 2 – корпус, 3 – рукоятка,  
 4 – наконечник для подачи смеси ацетилена и кислорода,  
 5 – мундштук, 6 – наконечник для подачи порошка

*Механическая обработка напыленного слоя.* Для проточки технологических канавок на поверхностях с напыленным покрытием (например, у коленчатых валов компрессора 2ФВ 4/4,5) применяют токарно-винторезный станок. На нем выполняют также предварительную проточку коренных шеек и шеек под сальник.

После токарной обработки шейки коленчатого вала шлифуют до номинального или ремонтного размера на круглошлифовальном станке. При шлифовке используют центросместители с постоянным смещением центров – для коленчатых валов одного типа и универсальные – для коленчатых валов нескольких типов.

Для шлифовки валов в качестве центросместителей используют также бугели (рис. 9.16), которые не являются универсальным приспособлением и предназначены для обработки валов определенного типа. Деталью бугеля является корпуса с запрессованными центровочными втулками 3, которые смещены от центра установочных втулок 1 на величину смещения шатунной шейки от оси вала. Корпус имеет квадратные пазы, в которые вставлены два прижима со стяжными болтами 8.

Центровочные втулки устанавливают по оси шатунной шейки на кондукторе. Разрезные установочные втулки сжимают стяжными болтами через прижимы и укрепляют вал в бугелях. Бугели, имеющие противовесы, устанавливают в центры круглошлифовального станка. После шлифовки одной шатунной шейки противовес переносят на противоположную сторону бугеля, меняя крепление бугелей в центрах станка, и шлифуют другую шейку.

Поврежденные резьбовые поверхности коленчатого вала восстанавливают после наплавки протачиванием и нарезанием резьбы номинального размера. При незначительных износах шпоночной канавки по ширине (0,03 мм) используют шпонку ремонтного размера, которая должна плотно садиться в паз вала. При сильных повреждениях шпоночной канавки ее боковые грани наваривают электроимпульсной наплавкой и фрезеруют под номинальный размер. Все валы, прошедшие ремонт, тщательно проверяют.

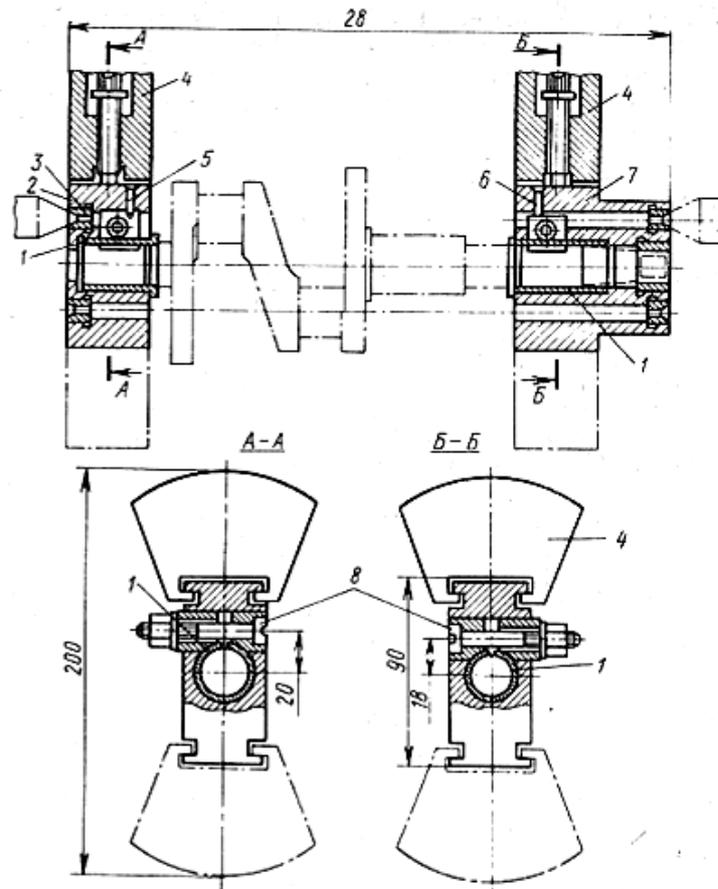


Рис. 9.16. Бугели для шлифовки шеек коленчатого вала:  
 1 – установочные втулки, 2, 7 – корпуса бугеля,  
 3 – центровочные втулки, 4 – противовесы,  
 5, 6 – штифты, 8 – стяжные болты

*Ремонт клапанной группы.* Повреждение рабочих поверхностей пластин и седла клапана в виде рисок и задигов, коробление пластин и осадка клапанных пружин ухудшают основные показатели работы компрессора. У всасывающего клапана компрессоров 2ФВ 4/4,5 допускается поперечный прогиб пластины до 0,05 мм. Пластины всех клапанов должны быть ровными без рисок и заусенцев. Шероховатость рабочих поверхностей клапанных пластин должна быть 9... 10 – го классов. Окончательная приработка их к седлу происходит при обкатке компрессоров под давлением.

Клапанные доски притирают на станке с применением притирочной пасты, состоящей из 57 % микропорошка М28, 5,7 % парафина, 0,9 % стеарина и 34,4 % машинного масла. Применяя указанную пасту, получают шероховатость поверхности 12 – го класса.

Клапанную доску устанавливают на притир и прижимают грузом, который фиксируется буртиками на клапанной доске. Опуская кронштейн, вставляют поводки груза. Покрыв притир слоем притирочной пасты, включают станок. Шарнирная головка поводка притирает клапанную доску с установленным на ней грузом. Кожух предназначен для сбора стекающей под действием инерционных сил притирочной пасты. Если клапанные доски имеют глубокие риски или коробление, то перед притиркой их предварительно шлифуют, уменьшая толщину на 0,1...0,2 мм.

Седло клапана притирают на вертикально-сверлильном станке.

Клапанные и буферные пружины должны иметь чистые, ровные торцы без рисок и заусенцев.

*Ремонт сальника вала.* Ремонт сводится к восстановлению герметичности в гофрах сальфона, ликвидации задиров трущихся поверхностей и устранению усадки пружин.

Рабочие плоскости колец сальников должны иметь шероховатость поверхности 12 – го класса. Для достижения этой чистоты кольца шлифуют, притирают на чугунной плите и доводят на ровном стекле пастой ГОИ (специальная смесь абразива со смазкой). Поврежденные сальфонные сальники разбирают, сальфон отпаивают от фланца и кольца. Если у стального кольца рабочая поверхность повреждена, то его вначале шлифуют, затем притирают и доводят. Шлифованное кольцо должно иметь припуск для обработки 0,01...0,02 мм и шероховатость поверхности 7...8 – го класса.

Пасты ГОИ, приготовленные в виде твердых палочек, перед употреблением растворяют в керосине.

Притирочно-доводочные работы выполняют на станке. Кольца пригодны к дальнейшей эксплуатации, если износ буртика не превышает  $\frac{2}{3}$  его высоты. Пружины сальфонных сальников проверяют на приборе по его характеристикам. Пружины, не соответствующие этим данным, бракуют и заменяют.

Отверстия подвижного кольца сальника и конец коленчатого вала, на который насаживают сальник, должны иметь размеры по посадке движения третьего класса.

Припаявая сальфон к фланцу и кольцу, сальфонный сальник собирают. Паяные швы должны быть плотными и прочными.

Для пайки используют припой ПОС-40 с применением бескислотного флюса из хлористого цинка (18,18 %), хлористого аммония (2,72 %), дистиллированной воды (10,90 %) и технического вазелина (68,1 %).

Флюс можно приготовить на любом ремонтном предприятии. Хлористый цинк и хлористый аммоний перемешивают, в образовавшуюся смесь выливают дистиллированную воду и доводят ее до кипения. В отдельной емкости расплавляют технический вазелин. В горячем состоянии вазелин добавляют в раствор хлористого цинка и хлористого аммония, постоянно перемешивая смесь. Не прекращая перемешивания, смесь охлаждают, помещая сосуд в воду.

Собранный сальник испытывают на герметичность сжатым до 0,7 – 0,8 МПа воздухом в специальном приспособлении. Фланец сальника крепят гайками через прокладку к корпусу. Через штуцер в корпус подают воздух и приспособление опускают в ванну с водой. Отсутствие пузырьков в течение 5 мин свидетельствует о герметичности сальника.

При ремонте сальника с парой трения графит – сталь заменяют подвижное графитовое кольцо, если его износ составляет 1,5 – 2 мм, и притирают неподвижное стальное кольцо, соприкасающееся с ним, если износ буртика рабочей поверхности не превышает  $\frac{2}{3}$  его высоты. Графитовое кольцо притирают по сухой чугунной плите без применения притирочных паст. Резиновые кольца, разбухшие или с трещинами, заменяют.

*Ремонт запорных вентиляей.* Для проверки состояния деталей вентиль разбирают, детали промывают в бензине и после просушки осматривают. При трещинах корпус бракуют и заменяют новым. Если корпус или штуцера имеют срыв резьбы более двух ниток, то их заменяют. Если конусы шпинделя имеют риски, их шлифуют и, собрав вентиль, притирают к седлам штуцера и корпуса. При срывах резьбы или граней шпиндель заменяют новым. После притирки вентиль разбирают и детали промывают. Затем вентиль полностью собирают, уплотняя шпиндель новым сальником из колец фреономаслостойкой резины.

Герметичность вентиля проверяют воздухом при давлении 1,2 МПа, используя специальное приспособление. К фланцу вентиля присоединяют фланец воздушного трубопровода. Вращая шпиндель до отказа против часовой стрелки, закрывают проход к тройнику вентиля. На штуцер тройника навертывают колпачковую гайку с трубкой, конец которой опускают в ванну с водой. Основной штуцер и сальник вентиля закрывают заглушками, и в корпус вентиля подают воздух. Появление пузырьков воздуха в воде не допускается. Штуцера тройника и сальника закрывают заглушками и поворачивают шпиндель

до отказа по часовой стрелке. На основной штуцер навертывают колпачковую гайку с трубкой, опуская ее в воду, и проверяют воздухом плотность закрытия основного штуцера.

**Сборка компрессора после ремонта.** Детали компрессора промывают в щелочном растворе и обдувают воздухом. Перед сборкой все детали проверяют на отсутствие рисок, забоин и заусенцев. Сборка деталей с указанными дефектами не допускается. Восстановленные детали должны иметь клеймо ОТК, подтверждающее их соответствие требованиям чертежа или технических условий на ремонт. Чтобы предохранить детали с высокой чистотой обработки рабочих поверхностей от повреждений, их необходимо размещать в специализированной таре. Перед сборкой все сопрягаемые трущиеся детали компрессора необходимо смазывать маслом ХВ12-16.

Порядок сборки зависит от конструктивных особенностей компрессора каждой марки. Чаще всего собирают отдельные узлы и проверяют сопряжение деталей.

Шатун, смонтированный на коленчатом валу, должен легко проворачиваться от руки, но не от собственной массы. В канавки поршня устанавливают компрессионные и маслосъемные кольца. Можно использовать при ремонте компрессоров вместо чугунных поршневых колец пластмассовые поршневые кольца из литевой композиции ТНК-2-Г5 на основе полиамида ПА6-210/310 или ПА6-210/311, наполненного графитом и термостабилизаторами.

Пластмассовые компрессионные поршневые кольца имеют прямоугольное сечение с прямым замком, маслосъемные – Г – образное. Величина теплового зазора в замке зависит от диаметра кольца. В пластмассовых поршневых кольцах диаметром 67,5 мм компрессора ФВ6 он составляет 3 мм (для компрессионных) и 2,5 мм (для маслосъемных).

Пластмассовые поршневые кольца изготавливают при температуре массы в цилиндре литевой машины 200°C и давлении ( $15 \pm 0,5$ ) МПа с последующей термообработкой в воде при температуре ( $95 \pm 5$ )°С в течение 2 ч и в масле при температуре ( $150 \pm 5$ )°С в течение 20 мин.

В готовых пластмассовых поршневых кольцах не допускаются задиры, риски, заусенцы, раковины и пористость, которые возможны из-за наличия влаги в исходном материале, нарушения температурного режима при изготовлении и дефекта, пресс-формы.

Пластмассовые поршневые кольца устанавливают в канавки поршней вместе с полосовыми волнистыми стальными эспандерами, которые поджимают их к зеркалу цилиндров компрессора. Чтобы исключить износ канавок поршней вследствие кругового вращения поршневого кольца, на торцовой поверхности кольца можно предусмотреть фиксирующий выступ, получаемый при отливке деталей в пресс-форме. В этом случае на торце канавки поршня делают сверление, имеющее профиль полуцилиндра.

Пластмассовые поршневые кольца обеспечивают увеличение ресурса деталей пары трения «цилиндр – поршневое кольцо» в 2...2,5 раза и снижение уровня шума компрессоров.

При установке колец на поршень можно пользоваться специальными приспособлениями или тремя тонкими стальными пластинами, которые равномерно располагают по окружности поршня. У компрессоров 2ФВ 4/4,5; ФВ6; ФУ12 поршень устанавливают в цилиндр снизу, для чего в цилиндре имеется коническая выточка. После размещения шатунно-поршневой группы и коленчатого вала в картере и цилиндрах осуществляют полную сборку компрессора.

Перед холостой обкаткой в компрессор при сборке устанавливают технологический сальник и клапанную доску без клапанов. В собранном компрессоре линейное пространство, т. е. зазор между клапанной доской и поршнем, должно соответствовать 0,01 диаметра цилиндра плюс 0,05 мм. Линейное пространство для компрессоров 2ФВ4/4,5 равно 0,45 мм, ФВ6, 2ФВБС6 и др. – 0,7 мм. При сборке компрессора шатунные болты шплинтуют, стопорные винты закрепляют, гайки затягивают.

**Обкатка компрессора.** Компрессор обкатывают для проверки работы движущихся частей на отсутствие стуков и других шумов, нарушающих плавный ход компрессора, а также для приработки соприкасающихся движущихся деталей.

Компрессор обкатывают на стенде (рис. 9.17), используемом для холостой обкатки под нагрузкой. На каркасе стенда смонтированы щиток с автоматическим выключателем АП50-

ЗМТ, контактором П-6, тумблером для включения электросхемы и реле давления, останавливающим компрессор при повышении давления нагнетания до 1,1 МПа.

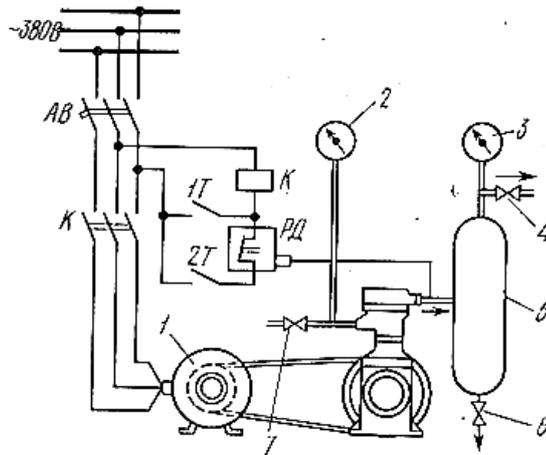


Рис. 9.17. Стенд для обкатки компрессоров:

1 – электродвигатель, 2 – вакуумметр, 3 – манометр, 4 – вентиль баллона, 5 – баллон, 6 – вентиль для спуска масла, 7 – вентиль, К – контактор, АВ – автоматический выключатель, 1Т, 2Т – тумблеры, РД – реле давления

Стенд снабжен стальным баллоном вместимостью 20 л типа 100 (ГОСТ 949-73). Давление контролируется манометрами. Для привода компрессора используют электродвигатель мощностью 1,7 кВт, подключенный к электрической схеме и установленный на площадке стенда.

При холостой обкатке проверяют качество ремонта и сборки, выявляют посторонние шумы, свидетельствующие о ненормальной работе компрессора. При обкатке происходит приработка сопрягаемых поверхностей движущихся деталей. В картер компрессора 2ФВ 4/4,5 заливают 1,25 дм<sup>3</sup> масла ХФ12-16, в картер компрессора Ф86 – 2,80 дм<sup>3</sup>.

Для проверки свободного движения коленчатого вала и поршней проворачивают рукой маховик. Затем клиновой ремень надевают на шкив электродвигателя и маховик компрессора, последний крепят эксцентриковыми зажимами. Нагнетательную сторону компрессора соединяют с трубопроводом стенда.

Открыв вентиль, включают тумблер и пускают компрессор для обкатки, которая проводится без клапанов в течение 2 ч. В период холостой обкатки температура нагрева компрессора не должна превышать 50°С. Далее компрессор разбирают, моют детали в щелочном растворе, затем его собирают, устанавливая клапаны и рабочий сальник, в картер заливают свежее масло и размешают на стенде для обкатки под нагрузкой.

Обкатка под нагрузкой необходима для приработки всасывающих и нагнетательных клапанов и сальников, а также для проверки основных параметров работы компрессора. Продолжительность обкатки 2 ч при давлении на стороне нагнетания 0,3 МПа. Температура нагревания головки компрессора не превышает 80°С, а картера 50°С.

Прослушивание шумов и стуков, не обнаруженных при холостой обкатке, свидетельствует о ненормальной работе компрессора. В этом случае компрессор снимают с дальнейших испытаний и разбирают для выявления и устранения причин их возникновения. Сальник не должен пропускать масло и воздух.

Заключительной операцией обкатки компрессора является проверка его на производительность. Для этого замеряют продолжительность наполнения компрессором баллона вместимостью 20 л воздухом до давления 1 МПа, которая может быть определена по уравнению:

$$\tau = \frac{VP_{const}}{Q} 14,$$

где  $\tau$  – продолжительность наполнения баллона, с,

$V$  – объем баллона, л,

$P_{const}$  – конечное давление нагнетания, МПа,

$Q$  – холодопроизводительность компрессора на хладагенте R12 при температурах конденсации 30°C и кипения – 15°C, кВт.

Для нормально работающего компрессора холодильного агрегата ФАК-0,7 продолжительность равна 5 мин 40 с, ФАК-1,1 – 3 мин 40 с, ФЛК-1,5 – 2 мин 50 с, ИФ-56, ИФ-49 – 1 мин 30 с, АКФВ-4 – 1 мин, АКФВ-6 – 40 с.

Плотность нагнетательных клапанов определяют следующим образом. На всасывающую сторону компрессора устанавливают специальный переходный штуцер с вакуумметром, закрывают вентили и включают компрессор. Когда давление в баллоне достигнет 0,8 МПа, закрывают вентиль специального переходного штуцера и создают в линии всасывания вакуум 0,53 КПа.

Нагнетательные клапаны с пружинами не должны допускать повышения давления во всасывающем трубопроводе до 0,1 МПа быстрее, чем за 15 мин, беспружинные – быстрее, чем за 5 мин. Всасывающие клапаны должны обеспечивать возможность понижать давление во всасывающей линии при закрытом вентиле специального переходного штуцера до 6,7 КПа.

Отремонтированный и испытанный компрессор заряжают маслом и подают на участок сборки агрегата.

## 9.7. Особенности ремонта бессальниковых компрессоров

Для разборки и сборки бессальникового компрессора применяют пневматический инструмент со сменными насадками под болты (гайки). При разборке не допускается разуконструкция коленчатого вала, противовесов и ротора. Заменяя одну из указанных деталей, вал балансируют (статически) в сборе с противовесами и ротором.

Выпрессовку статора встроенного электродвигателя из блок-картера бессальникового компрессора осуществляют с помощью съемника (рис. 9.18). Опорный стакан *б* устанавливают на блок-картер компрессора. Оправку в сборе с разжимной втулкой и тягой вводят в статор *10*.

Стенд (рис. 9.19) состоит из пульта *10*, основания *18*, служащего испытательной камерой, и экрана *13*. Пульт представляет собой сварной каркас, облицованный съемными панелями. На передней панели размещены аппарат для обнаружения витковых замыканий *1*, универсальные переключатели *5* и *12*, киловольтметр *7*, тумблер – выключатель *11*, предохранитель *6*, светосигнальное табло *8*, сигнальные лампы «Годен» *4* и «Брак» *9*, счетчики импульсов «Годен» *2* и «Брак» *3*.

В пульт *10* вмонтированы трансформатор, клеммники, панель с четырьмя реле времени и откидывающаяся панель с электромагнитными реле.

Пульт крепится болтами к основанию, на котором установлен конечный выключатель *16*, допускающий включение испытательного напряжения только при полном закрытии экрана *13* испытательной камеры. С правой стороны в основании подвешен переносный гибкий шланг *14* с присоединительной колодкой *15*, через которую выводные провода статора подключаются к стенду. Стенд питается от электросети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В. Предохранитель *Пр* защищает электросхему стенда от коротких замыканий.

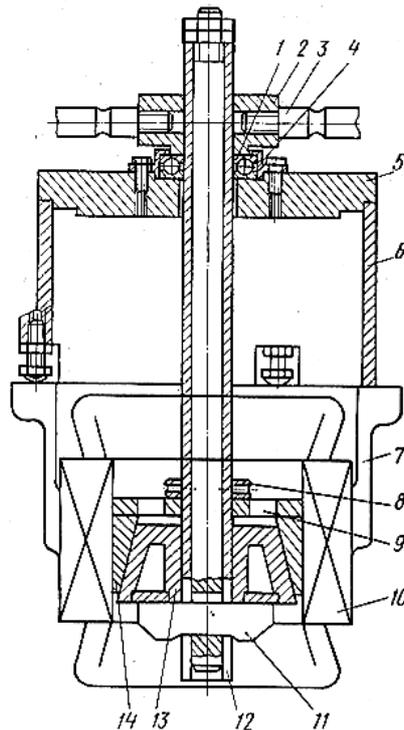


Рис. 9.18. Съемник для выпрессовки статора из блок-картера бессальникового компрессора:

- 1 – подшипник, 2, 8 – гайки, 3 – рукоятка, 4 – обойма,  
5 – нажимный диск, 6 – стакан, 7 – блок-картер,  
9 – упорный диск, 10 – статор, 11 – чека, 12 – штанга,  
13 – оправка, 14 – разжимная втулка

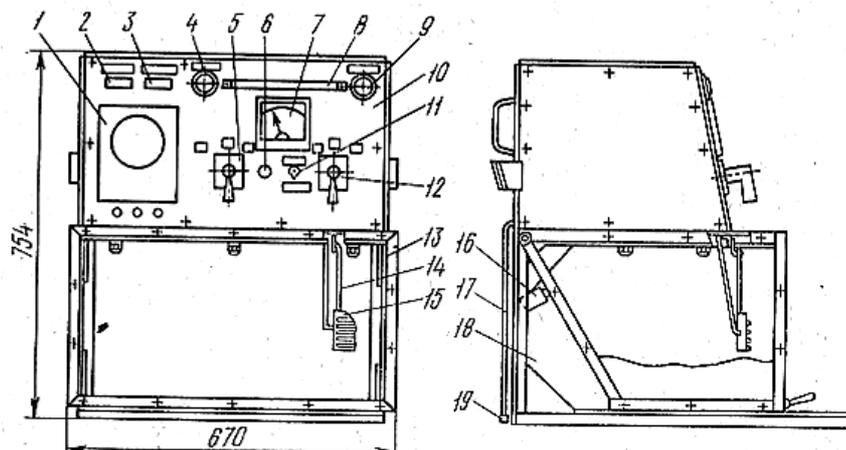


Рис. 9.19. Стенд для дефектации статоров электродвигателей:

- 1 – аппарат ЕЛ-1 для обнаружения витковых замыканий,  
2 – счетчик импульсов «Годен», 3 – счетчик импульсов «Брак»,  
4 – сигнальная лампа «Годен», 5, 12 – универсальные переключатели,  
6 – предохранитель, 7 – киловольтметр, 8 – светосигнальное табло,  
9 – сигнальная лампа «Брак», 10 – пульт, 11 – тумблер-выключатель, 13 – экран,  
14 – переносный гибкий шланг, 15 – присоединительная колодка, 16 – конечный выключатель,  
17 – электропривод, 18 – основание стенда, 19 – трехполюсная вилка

Особенностью ремонта статора электродвигателя бессальникового компрессора является пропитка его обмотки бакелитовым лаком марки А (ГОСТ 901–78) и покрытие лобовых частей клеем БФ-2.

При запрессовке статора в блок-картер применяют специальное приспособление (рис. 9.20). Штангу 9 в сборе с оправкой и фланцем 13 вводят в блок-картер и фиксируют чекой 12. В статоре размещают центрирующий барабан, а на статор устанавливают стакан. При вращении рукоятки стакан перемещается и запрессовывает статор в блок-картер компрессора.

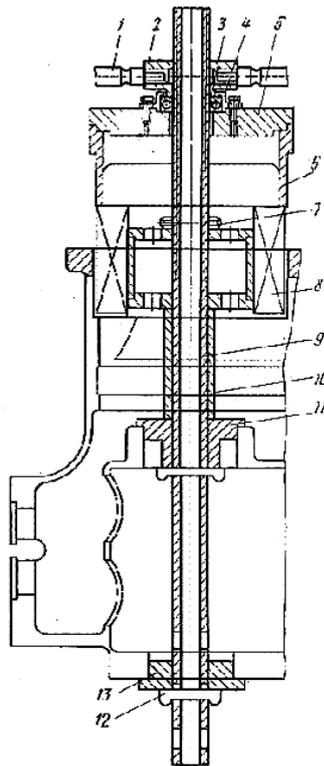


Рис. 9.20. Приспособление для запрессовки статора в блок-картер бессальникового компрессора:

1 – рукоятка, 2, 7 – гайки, 3 – упорный шарикоподшипник, 4 – обойма, 5 – нажимный диск, 6 – стакан, 8 – статор, 9 – штанга, 10 – втулка, 11 – оправка, 12 – чека, 13 – фланец

Для сборки шатунно-поршневой группы используют специальное приспособление (рис. 9.21) с предварительным нагревом поршня в печи. Нагретый поршень устанавливают в колодец. В поршень вводят шатун и технологический палец 3. Запрессовываемый палец размещают на призме. Затем ручкой приводят в движение рычаг и шток, который запрессовывает палец в поршень, вытесняя технологический палец.

Для сборки шатунно-поршневой группы с валом используют приспособление (рис. 9.22) для проверки сопряжения нижней головки шатуна с валом. Поршни подбирают по массе: они должны отличаться друг от друга не более чем на 10 г.

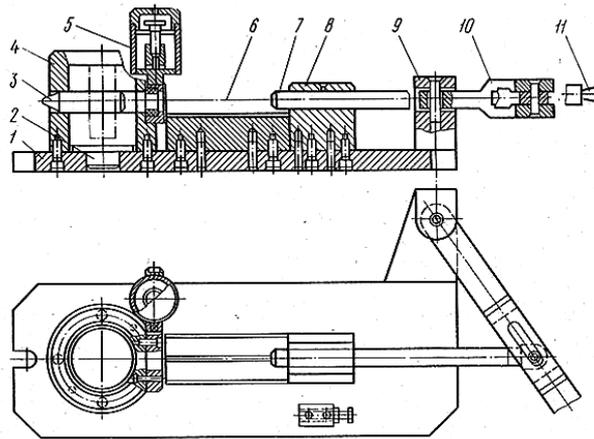


Рис. 9.21. Приспособление для запрессовки пальца  
в поршень с шатуном:

1 – плита, 2 – опора, 3 – технологический палец, 4 – колодец, 5 – масленка в сборе, 6 – призма, 7 – шток, 8 – направляющая, 9 – кронштейн, 10 – рычаг, 11 – ручка

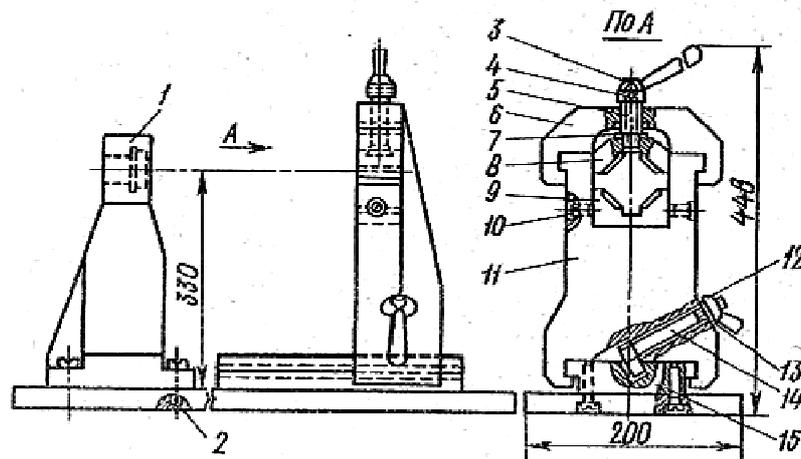


Рис. 9.22. Приспособление для сборки коленчатого вала  
с шатунами бессальникового компрессора:

1 – неподвижная стойка, 2 – винт, 3 – ручка, 4 – штифт, 5 – винт, 6 – головку, 7 – шайба, 8, 9 – призмы, 10 – подставка, 11 – подвижная стойка, 12 – ручка, 13 – шайба, 14 – упор, 15 – плита

Коленчатый вал укладывают в неподвижную стойку и в нижнюю призму подвижной стойки. Вращая ручку, верхнюю призму поджимают к валу винтом. В зависимости от расстояния между коренными шейками подвижная стойка перемещается по подставке и фиксируется на ней с помощью упора и ручки.

Изоляцию обмоток статора на электрическую прочность проверяют дважды. Первый раз после установки коленчатого вала в блок-картер, второй раз – после холостой обкатки и проверки компрессора на производительность. Испытания проводят на стенде, который состоит из пульта с приборами и трансформаторами и испытательной камеры для установки испытываемого компрессора, представляющей собой сварной каркас, обтянутый сеткой.

При первом испытании компрессор подсоединяют к стенду и включают в сеть напряжением 220 В, постепенно повышают напряжение на 30 % сверх номинального (286 В) и, выдерживая его в течение 5 мин, проверяют прочность изоляции статора. Компрессор, прошедший это испытание, отсоединяют от стенда и снова устанавливают на стенд для сборки, где его окончательно собирают.

Собранный компрессор обкатывают на стенде, аналогичном показанному на рис. 9.23. Холостая обкатка компрессора длится 2 ч, после чего компрессор разбирают, детали шатунно-поршневой группы и клапанную доску в сборе промывают, проверяют приработку шатунов и гильз компрессора. Затем компрессор собирают, устанавливают на него всасывающий и нагнетательный вентили и испытывают на герметичность в ванне с водой при давлении 1 МПа, предварительно подключив его к баллону с хладагентом R12. Далее на стенде холостой обкатки проверяют объемную производительность компрессора по времени наполнения двух ресиверов до давления 0,5 МПа или одного ресивера – в зависимости от марки компрессора.

Время наполнения для компрессоров 2ФВБС4, 2ФБВС6, 2ФУБС9 одного ресивера емкостью 50 л составляет соответственно не более 64, 46 и 32 с, а для компрессора 2ФУБС12 двух ресиверов – 48 с.

Затем проверяют нагнетательные и всасывающие клапаны на герметичность. Эту операцию осуществляют по мановакуумметру на всасывающей стороне. После этого компрессор опять устанавливают на стенд для проверки на электрическую прочность. При этом проводят следующие операции: измеряют сопротивление изоляции между шпильками клеммника и сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса компрессора и между обмотками; проверяют электрическую прочность изоляции обмоток статора относительно корпуса и между обмотками при напряжении 1760 В в течение 1 мин; проверяют электрическую прочность межвитковой изоляции при напряжении 500 В в течение 5 мин; определяют величину силы тока в каждой фазе электродвигателя при пробном пуске при напряжении 380 В.

В компрессор, выдержавший испытания на электрическую прочность, заливают масло и устанавливают его на стенде для обкатки на хладагенте R12. Стенд (рис. 9.23) представляет собой сварной каркас со столом 8, изготовленным из двух швеллеров с направляющими, служащими для установки компрессора, поддоном 10, снабженным краном и трубкой для отвода масла. На лицевой панели 9 стола смонтированы вентили: регулирующие жидкостный 2 и газовый 1, водяной 5 и конденсатор 7. На верхней панели 4 каркаса расположены контрольно-измерительные приборы и сигнальная арматура. Стенд заряжен хладагентом R12. Компрессор подсоединяют к стенду шлангами. На оправке всасывающего шланга имеется гильза с термометром для определения температуры всасывания и вентиль для дозарядки стенда жидким хладагентом и испытания масляного насоса. С помощью регулирующих вентилях устанавливают режим работы: давление всасывания 0,08...0,1 МПа и конденсации 0,64...0,68 МПа.

Время обкатки компрессора 6 ч. При обкатке измеряют силу тока в каждой фазе по амперметрам, смонтированным на верхней приборной панели. После выключения компрессора кнопкой «Стоп» мегомметром, также смонтированным на приборной панели, измеряют сопротивление изоляции обмотки электродвигателя относительно корпуса: оно должно быть не менее 5 МОм. Затем компрессор отсоединяют от стенда и передают на окраску.

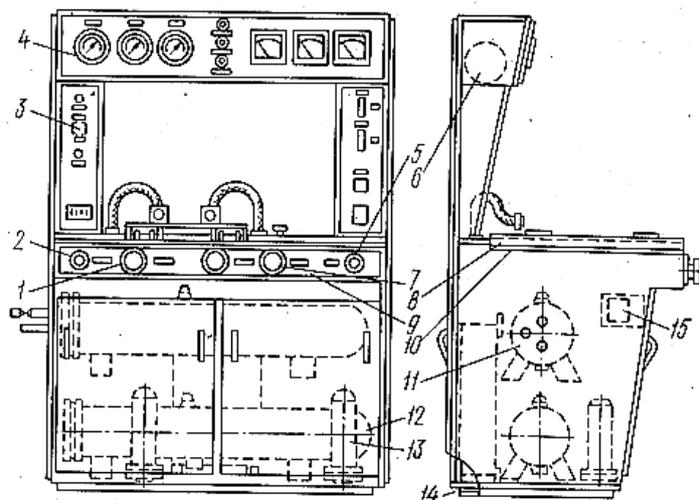


Рис. 9.23. Стенд обкатки бессальникового компрессора на хладагенте R12:

- 1 – газовый регулирующий вентиль, 2 – жидкостный регулирующий вентиль,  
 3 – реле контроля смазки, 4, 9 – панели, 5 – водяной вентиль, 6 – фильтр-осушитель,  
 7 – вентиль конденсатора, 8 – стол, 10 – поддон, 11 – конденсатор, 12 – ресивер,  
 13 – металлокерамический фильтр, 14 – каркас, 15 – реле давления

**Ремонт теплообменных аппаратов.** Фреоновые полости теплообменных аппаратов (испарителей и конденсаторов), ресиверов, регенеративных теплообменников в процессе эксплуатации загрязняются продуктами коррозии, металлическими частицами, образовавшимися в результате износа трущихся деталей компрессора, фракциями, выделившимися из смазочного масла при его старении, и другими веществами. В трубках конденсаторов водяного охлаждения откладываются минеральные соли, выделившиеся из воды.

К основным неисправностям теплообменных аппаратов относят нарушение герметичности в сварных швах или местах пайки, местах развальцовки трубок в решетках кожухотрубных аппаратов, появление свищей в трубках в результате коррозии.

Чтобы установить места утечек, один штуцер аппарата закрывают заглушкой, а к другому присоединяют гибкий шланг от воздушного трубопровода ванны для опрессовки аппаратов (рис. 9.24). Через вентиль 8 ванну заполняют водой, которая подогревается до

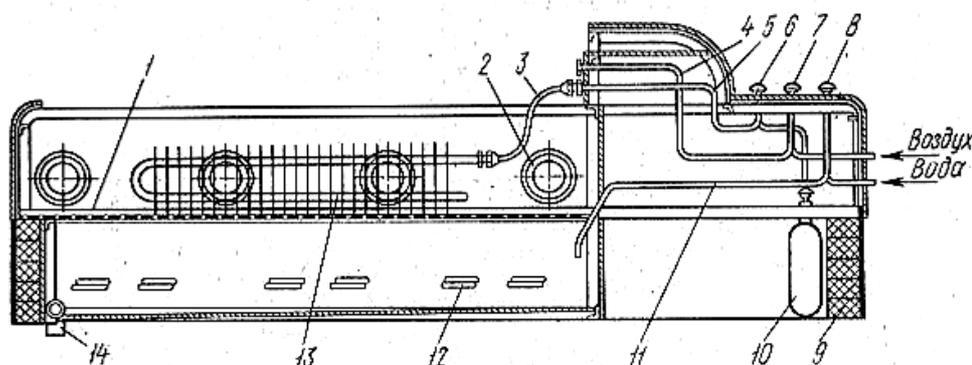


Рис. 9.24. Ванна для опрессовки аппаратов:

- 1 – решетка, 2 – иллюминатор, 3 – гибкий шланг, 4 – воздушные трубопроводы,  
 5 – хладоновый трубопровод, 6, 7, 8 – вентили, 9 – теплоизоляция, 10 – баллон с хладагентом,  
 11 – водяной трубопровод, 12 – трубчатый электронагреватель, 13 – проверяемый аппарат,  
 14 – патрубок для слива воды

40...45°C трубчатыми электронагревателями и подсвечивается электрическими лампами через иллюминаторы. Аппарат, присоединенный к шлангу, погружают в воду на решетку ванны. Открыв вентиль 6, конденсатор или ресивер заполняют парами хладагента до давления 0,2...0,3 МПа, а затем, открыв вентиль 7, – воздухом до давления 1,6 МПа, испаритель или регенеративный теплообменник – до 1,2 МПа. Места неплотностей выявляют по выделению пузырьков воздуха. Неплотности в аппарате запаивают латуню Л-62, применяя буру в качестве флюса, а неплотности в местах сопряжения трубок с решетками кожухотрубных конденсаторов устраняют, развальцовывая трубы. Трубы со свищами или с глубокими следами коррозии заменяют.

Конденсаторы водяного охлаждения в разобранном виде после ремонта подлежат обработке специальными растворами. Их обезжиривают в 2 % – ном растворе тракторина, протравливают в 20...25 % – ном растворе ингибированной соляной кислоты, нейтрализуют кислоту, промывают горячей водой и наносят защитную пленку с помощью пассиватора (3...5 % – ного раствора нитрита натрия).

Конденсатор воздушного охлаждения в сборе с ресивером промывают техническим хлористым метиленом (хладагентом R30). Хлористый метилен не взрывоопасен в смеси с воздухом. При воздействии открытым пламенем хлористый метилен разлагается, выделяя хлористый водород и фосген. Обладает наркотическим действием и может вызывать острое отравление и хроническую токсикацию. Поэтому при работе с хлористым метиленом в производственном помещении устанавливают систему приточно-вытяжной вентиляции. Предельно допустимая концентрация хлористого метилена в воздухе рабочей зоны 50 мг/м<sup>3</sup>.

Принципиальная схема стенда для промывки хлористым метиленом показана на рис. 9.25.

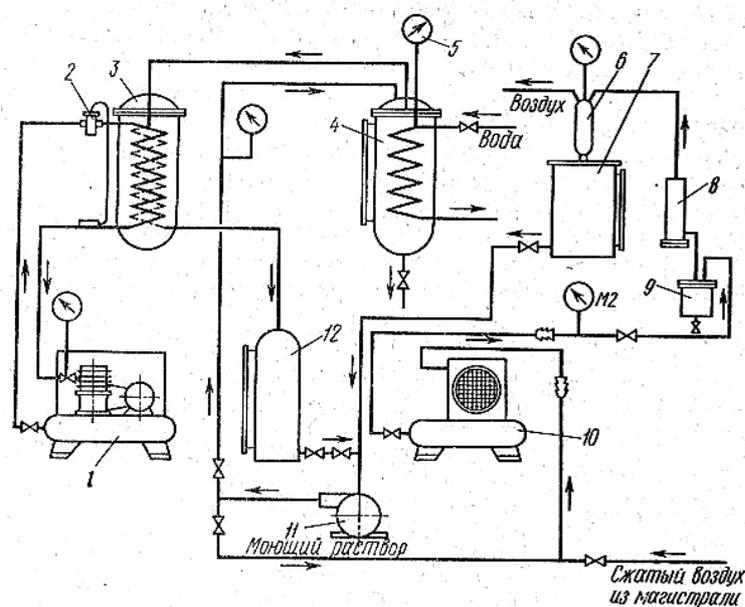


Рис. 9.25. Стенд для промывки внутренних полостей аппаратов холодильного агрегата с конденсатором воздушного охлаждения:  
 1 – холодильный агрегат типа ФАК, 2 – терморегулирующий вентиль, 3 – конденсатор, 4 – испаритель, 5 – электроконтактный термометр, 6 – жидкоотделитель, 7 – рабочий бак для моющего раствора, 8 – металлокерамический фильтр, 9 – сетчатый фильтр, 10 – промываемая конденсаторно-ресиверная группа, 11 – насос, 12 – баллон с чистым моющим раствором

Промываемую конденсаторно-ресиверную группу устанавливают на стол-качалку и штуцерами-переходниками подсоединяют к установке. Из рабочего бака хладагент R30 насосом подается в промываемый аппарат и далее через сетчатый и металлокерамический фильтры возвращается в рабочий бак. После промывки внутренних полостей аппарата в течение 10...12 мин насос *И* отключают, вентиль закрывают и из аппарата моющий раствор вытесняется сжатым сухим воздухом. В жидкоотделителе *б* хладагент R30 отделяется от воздуха, который выбрасывается через вентиляционный короб в атмосферу.

После промывки 20...25 аппаратов раствор перекачивается в испаритель *4*, где подогревается горячей водой до 70...75°C. В конденсаторе пары хладагента R30 конденсируются, и жидкий раствор поступает в баллон-емкость.

Промытый конденсатор воздушного охлаждения в сборе с ресивером вновь проверяют на плотность воздухом давлением 1,6 МПа и подают в отделение сборки.

**Сборка, зарядка и обкатка холодильного агрегата.** Отремонтированный компрессор монтируют на раме агрегата. Собранный агрегат (без электродвигателя и реле давления) заполняют хладагентом на стенде (рис. 9.26), представляющим собой каркас, в котором размещены вакуум-насос, компрессор 2ФВ 4/4,5 с электродвигателем, ресивер, реле давления, электрощит с двумя автоматическими выключателями АП50-3МТ и двумя магнитными пускателями. На панелях стенда установлены вентили, кнопки «Пуск», «Стоп», мановакуумметр, манометр и сигнальная лампа. К баллону с хладагентом стенд подсоединяется через штуцер.

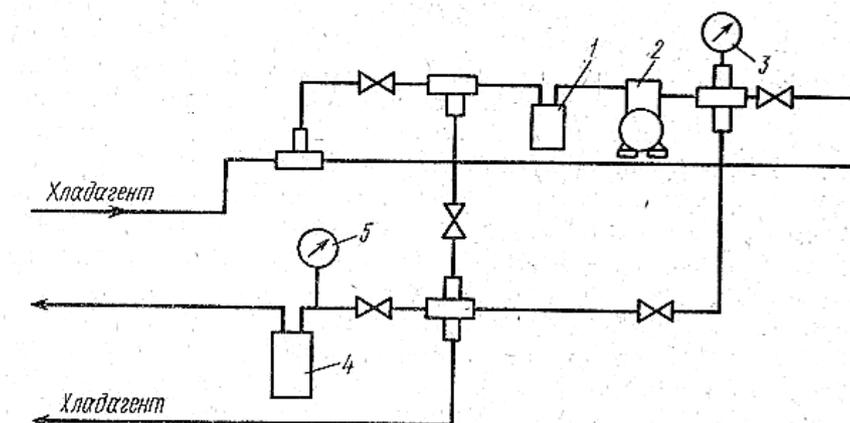


Рис. 9.26. Стенд для зарядки холодильных агрегатов хладагентом:

- 1 – ресивер, 2 – компрессор, 3 – маннометр,  
4 – вакуум-насос, 5 – манновакуумметр

Заряжаемый холодильный агрегат устанавливают на весы, шлангом соединяют вентиль ресивера со стендом и взвешивают. Далее холодильный агрегат вакуумируют, после чего в его систему подается жидкий хладагент. Зарядку контролируют по массе. По окончании зарядки хладагент из подсоединительного шланга отсасывается компрессором 2.

После зарядки агрегат транспортируют с помощью электротельфера или пневмоподъемника к ванне для опрессовки, где его испытывают, на герметичность. Агрегат устанавливают на рольганговый стол, на котором размещают четыре агрегата типа ФАК или два агрегата типа ИФ или АК.

На каждом компрессоре монтируют обводную трубку (байпас), соединяющую тройник нагнетательного вентиля с тройником всасывающего вентиля. Затем оба вентиля приоткрывают. Включая электродвигатель, рольганговый стол с испытываемыми агрегатами погружают в ванну с водой, температура которой 40...45°C. При этом давление в агрегате повышается до 1,0 МПа.

Проведя испытания, стол поднимают, и неплотности, обнаруженные в агрегате, устраняют. Затем агрегат обдувают сжатым воздухом до полного удаления влаги с поверхности.

После заполнения хладагентом отремонтированного агрегата и испытания на герметичность его обкатывают на стенде (рис. 9.27), проверяя работоспособность узлов, осушку системы агрегата от влаги и очистку от загрязнений. Для этого обкатываемый агрегат шлангами с вентилями подсоединяют к системе стенда. Продолжительность обкатки 2 ч при избыточном давлении всасывания 0,09.. 0,12 МПа и 0,5 ч – при 0,03 МПа. Режим регулируют вентилем 1. Если за это время в вентиле влага не замерзнет, значит, система агрегата осушена. При наличии остаточной влаги продолжают обкатку.

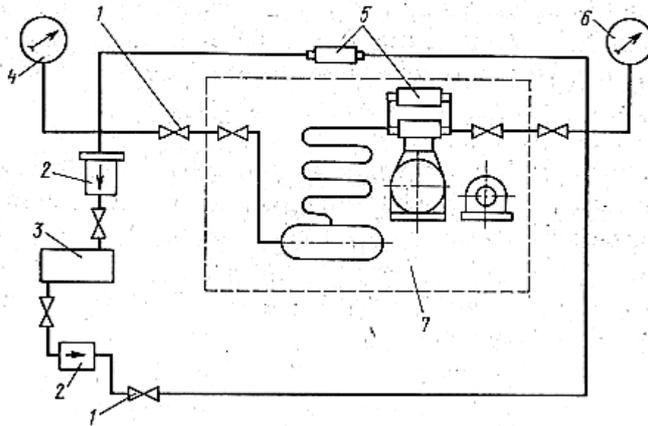


Рис. 9.27. Схема стенда для обкатки холодильных агрегатов на хладагенте:  
1 – вентили, 2 – металлокерамические фильтры, 3 – осушитель, 4 – манометр,  
5 – реле давления, 6 – мановакуумметр, 7 – холодильный агрегат

Закончив обкатку и испытание, жидкостный вентиль агрегата закрывают и из системы стенда отсасывают хладагент. Реле давления стенда отключает агрегат при избыточном давлении 0,01...0,015 МПа. Закрыв всасывающий и нагнетательный вентили компрессора, вентиль ресивера, отсоединяют шланги и кабель стенда от агрегата. К холодильному агрегату присоединяют жидкостный фильтр и заглушивают штуцера всасывающего вентиля и фильтра. На герметичность агрегат проверяют галоидной лампой и вторично взвешивают.

**Окраска холодильных агрегатов.** Поврежденные в процессе эксплуатации и ремонта наружные поверхности деталей и узлов холодильных агрегатов (задиры, коробление, отставание краски) необходимо зачищать, шпатлевать и окрашивать. Для покраски применяют нитроэмали НЦ132П, окрашенные ими поверхности быстро высыхают и не требуют дополнительных устройств для сушки. Поверхность холодильных агрегатов окрашивают полностью, у конденсаторов воздушного охлаждения – только рамки, калачи, коллекторы, диффузор. Не допускается закрашивать ручки шкива электродвигателя и маховика компрессора.

Все холодильные агрегаты красят в серый цвет, герметичные агрегаты и агрегаты типа ФАК – в черный, крыльчатки вентиляторов, шкивы, маховики и их ограждения – в красный цвет. Окрашенные поверхности не должны иметь потеков и наплывов. Качественная покраска холодильного агрегата предохраняет его узлы от коррозии на длительное время.

## **9.8. Контрольные вопросы**

1. В чем состоит общая схема технологического процесса ремонта машин?
2. Какие существуют требования по сборке и разборке машин?
3. Как осуществляют очистку машин и деталей?
4. Как осуществляют браковку деталей?
5. В чем состоит технология ремонта механического оборудования?
6. В чем состоит технология ремонта электротеплового оборудования?
7. Как происходит испытание предохранительных клапанов и манометров с помощью испытательных стендов?
8. Как классифицируют ремонтные работы холодильных агрегатов?
9. Как производят разрядку холодильного агрегата и удаление масла?
10. Как производят разборку и мойку холодильного агрегата?
11. Как осуществляют дефектацию деталей компрессора?
12. Как производят ремонт картера?
13. Как производят ремонт блока цилиндров?
14. Как производят ремонт коленчатого вала?
15. Как производят ремонт запорных вентилей?
16. В чем особенности ремонта бессальниковых компрессоров?
17. Как производят сборку, зарядку и обкатку холодильного агрегата?
18. Как производят ремонт теплообменных аппаратов?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов: Издательство Тамбовского университета, 2006. – 120 с.
2. Малинский, И.З. Ремонт и монтаж оборудования целлюлозно-бумажного производства / И.З. Малинский. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 344 с.
3. Козловская, В.Б. Проектирование систем электрического освещения: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич. – Минск: БНТУ, 2008. – 133 с.
4. Гальперин, Д.М. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д.М. Гальперин, Г.В. Миловидов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.
5. Лазарев, И.А. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности / И.А. Лазарев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 224 с.
6. Гальперин, Д.М. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности: справочник / Д.М. Гальперин. – М.: 1988. – 320 с.
7. Ермаков, В.И. Технология ремонта химического оборудования / В.И. Ермаков, В.С. Шеин. – Л.: Химия, 1977. – 280 с.
8. Рабинович, Б.Д. Ремонт оборудования спиртовых заводов / Б.Д. Рабинович. – М.: 1972. – 119 с.
9. Матвеев, В.В. Примеры расчета такелажной оснастки / В.В. Матвеев. – Л.: Стройиздат, 1979. – 230 с.
10. Иванов, К.А. Организация ремонта технологического оборудования мясокомбинатов / К.А. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 223 с.
11. Никитин, Н.В. Краткий справочник монтажника и ремонтника / Н.В. Никитин, Ю.Ф. Гаршин, С.Х. Меллер. – М.: Энергоиздат, 1983. – 168 с.
12. Недельский, Г.В. Монтаж и ремонт торгово-технологического оборудования. Учебник для механических отделений техникумов общественного питания / Г.В. Недельский. – 2-е изд., переработ. – М.: Экономика, 1968. – 431 с.
13. Алексеенко, П.П. Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования / П.П. Алексеенко, Л.А. Григорьев, И.Л. Рубин и др.; под общ. ред. П.П. Алексеенко. – М.: Машиностроение, 1990. – 704 с: ил.
14. ГОСТ 21.608-84. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи.
15. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с