

# СПРАВОЧНИК по РЕМОНТУ

О. Н. Партала

## БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

Элементы  
домашней сети  
Светильники  
Источники питания  
Измерительные  
приборы  
Электронагреватели  
Электрочайники  
Блендеры  
Электромясорубки  
Миксеры  
Соковыжималки  
Рисоварки  
Микроволновые печи  
Электроплитки  
Электродуховки  
Электроутюги  
Электрофены  
Электробритвы  
Холодильники  
Стиральные машины  
Пылесосы

Книга + CD



**Бонус:**  
справочные  
материалы  
и книги  
«Науки  
и Техники»  
по ремонту  
на CD

Справочник

НИИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Партала О. Н.

**Справочник по ремонту бытовых электроприборов. Книга + CD.** — СПб.: Наука и Техника, 2010. — 400 с.: ил.

**ISBN 978-5-94387-811-4**

Серия «Справочник»

---

Этот справочник посвящен ремонту бытовой электротехники: от источников питания, электронагревательных приборов до холодильников и стиральных машин. Книгу завершает глава по ремонту оборудования для спутникового телеприема.

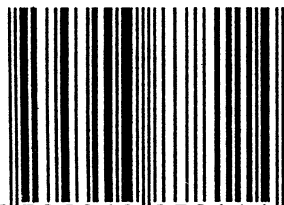
Рассмотрены электроизмерительные приборы и правила их использования при ремонте электротехники, в целом, и бытовых электроприборов, в частности.

Каждая глава сопровождается обзором ресурсов сети Интернет по теме главы, а в необходимых случаях — блокнотом схемотехники. Для осознанного проведения ремонта в каждой главе рассматривается устройство и работа бытовых электроприборов.

Рассматривается и домашняя электроосветительная сеть: устройство, правильная эксплуатация, поиск неисправностей, ремонт.

Книга предназначена для широкого круга читателей, домашних мастеров, способных поддерживать самостоятельно исправность домашней электротехники.

К справочнику прилагается CD, на котором помещены справочные материалы к каждой главе и книги издательства «Наука и Техника» по ремонту бытовой техники.



9 785943 878114

**ISBN 978-5-94387-811-4**

Автор и издательство не несут ответственности за возможный ущерб, причиненный в ходе использования материалов данной книги.

Контактные телефоны издательства  
(812) 412-70-25, 412-70-26  
(044) 516-38-66

Официальный сайт: [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru)

© Партала О. Н.

© Наука и Техника (оригинал-макет), 2010

---

ООО «Наука и Техника»

Лицензия № 000350 от 23 декабря 1999 года.  
198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.  
Подписано в печать 24.11.2009. Формат 70х100 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 25 п. л.  
Тираж 3500. Заказ 980.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГП ПО «Псковская областная типография»  
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. Поиск неисправностей электрооборудования</b> .....	<b>12</b>
1.1. Полезные советы по поиску неисправностей при ремонте электрооборудования .....	12
Типовые причины неисправностей .....	12
Признаки выявляемых неисправностей .....	13
Частные способы поиска неисправностей .....	13
Основные причины неисправности элементов .....	15
Дальнейший поиск неисправного элемента .....	15
Анализ причин возникновения обнаруженных неисправностей .....	17
1.2. Простейшие способы проверки исправности электро- и радиоэлементов .....	18
Проверка проволочных и непроволочных резисторов .....	18
Проверка конденсаторов всех типов .....	18
Проверка катушек индуктивности .....	19
Проверка силовых трансформаторов, трансформаторов и дросселей низкой частоты .....	20
Простейшая проверка исправности полупроводниковых диодов .....	21
Простая проверка транзисторов .....	22
1.3. Сайты по поиску неисправностей электрооборудования .....	23
<b>Глава 2. Электроизмерительные приборы</b> .....	<b>24</b>
2.1. Измерение электрических величин .....	24
Основные электрические величины .....	24
Виды средств электротехнических измерений .....	24
Разновидности измерительных приборов .....	25
Рекомендации по использованию измерительных приборов .....	26
Цифровые измерительные приборы .....	26
2.2. Рекомендации при измерениях универсальными измерительными приборами .....	28
Измерение сопротивлений .....	28
Измерение постоянных напряжений .....	28
Измерение постоянного тока .....	30
Измерение переменного напряжения .....	30
2.3. Испытания компонентов с использованием универсальных измерительных приборов .....	31
Диоды .....	31
Транзисторы .....	32
Тиристоры .....	34
Стабилитроны .....	35
Конденсаторы .....	36
Индуктивности и трансформаторы .....	37
Источники питания и стабилизаторы напряжения .....	38
2.4. Генераторы сигналов сложной формы .....	40
Принцип действия .....	40
Прохождение сигнала .....	41
Измерение частотных характеристик .....	43

2.5.	Частотомеры .....	45
	Принцип действия .....	45
	Технические характеристики частотомеров .....	46
2.6.	Осциллографы .....	48
	Принцип действия .....	48
	Двулучевой осциллограф .....	49
	Цифровой запоминающий осциллограф .....	50
2.7.	Типы современных электроизмерительных приборов .....	51
	Мультиметры .....	51
	Генераторы сигналов .....	51
2.8.	Сайты по электроизмерительным приборам .....	57
<b>Глава 3.</b>	<b>Ремонт источников питания .....</b>	<b>60</b>
3.1.	Понятия и определения .....	60
3.2.	Нестабилизированные источники питания .....	60
3.3.	Двухполупериодный выпрямитель .....	62
3.4.	Мостовой выпрямитель .....	63
3.5.	Схемы фильтров .....	64
	Назначение .....	64
	Емкостные фильтры .....	64
	RC-фильтры .....	65
	LC-фильтры .....	66
3.6.	Схемы удвоения напряжения .....	66
	Назначение .....	66
	Однополупериодные схемы удвоения напряжения .....	66
	Двухполупериодный удвоитель напряжения .....	67
3.7.	Источники питания с последовательной стабилизацией .....	68
	Назначение .....	68
	Простейший стабилизатор напряжения .....	68
	Последовательный стабилизатор .....	69
	Стабилизатор на стабилитроне и транзисторе .....	69
	Транзисторный стабилизатор с парой Дарлингтона .....	69
	Стабилизатор с обратной связью на транзисторах .....	70
	Стабилизатор с обратной связью на операционном усилителе .....	71
3.8.	Ограничители тока .....	72
3.9.	Схема защиты нагрузки .....	73
	Принцип действия .....	73
	Разновидности стабилизаторов напряжения на ИС .....	73
3.10.	Источники питания с параллельной стабилизацией .....	74
	Преимущества и недостатки .....	74
	Принцип действия .....	74
3.11.	Сильноточные стабилизаторы напряжения .....	75
3.12.	Методы поиска неисправностей .....	76
	Внешний осмотр .....	76
	Измерение напряжений .....	76
	Измерение токов .....	77
	Общие трудности .....	77
	Замена компонентов .....	78

3.13.	Импульсные источники питания .....	79
	Структурная схема .....	79
	Широтно-импульсная модуляция .....	80
	Достоинства и недостатки .....	81
	Схемотехника однокоммутаторных преобразователей .....	82
	Понижающий преобразователь .....	82
	Повышающий преобразователь .....	84
	Понижающе-повышающий преобразователь .....	85
	Повышающе-понижающий преобразователь Чука .....	86
3.14.	Неисправности импульсных источников питания .....	87
	Основные неисправности .....	87
	Исчезновение выходного напряжения .....	88
	Равенство входного и выходного напряжений .....	89
3.15.	Источники бесперебойного питания и их неисправности .....	89
	Выбор источника бесперебойного питания .....	89
	Планирование защиты электропитания оборудования .....	90
	Продолжительность жизни ИБП .....	91
	Параллельные системы .....	91
	Характерные неисправности источников бесперебойного питания .....	93
	Решение проблем с аккумулятором .....	94
	Типовые неисправности .....	94
3.16.	Сайты по источникам электропитания .....	95
<b>Глава 4.</b>	<b>Ремонт электрооборудования в доме .....</b>	<b>97</b>
4.1.	Неисправности электропроводки .....	97
	Меры предосторожности при проведении работ в доме .....	97
	Характерные неисправности электропроводки .....	98
	Короткое замыкание .....	98
	Устройства защитного отключения .....	99
4.2.	Ремонт электропроводки .....	100
	Зачем менять проводку? .....	100
	Виды электропроводки .....	100
	Как рассчитать мощность проводки .....	101
	Принципы монтажа проводки .....	102
	Как выбрать марку и сечение провода и кабеля .....	102
	Конструкция популярных проводов и кабелей .....	104
4.3.	Ремонт розеток .....	112
	Маркировка розеток .....	112
	Как устранить неисправности в розетках .....	113
4.4.	Как заменить вилку .....	115
4.5.	Электрические предохранители .....	115
4.6.	Удлинители и переходники .....	117
4.7.	Сайты по ремонту электрооборудования в доме .....	118
<b>Глава 5.</b>	<b>Ремонт освещения .....</b>	<b>119</b>
5.1.	Светильники и их типы .....	119
	Определение и назначение .....	119
	Разновидности светильников .....	120

5.2.	Ремонт светильников с лампами накаливания .....	122
	Определение ламп накаливания .....	122
	Достоинства и недостатки ламп накаливания .....	122
	Устройство и работа ламп накаливания .....	123
	Обозначения ламп накаливания .....	123
	Устройство светильников с лампами накаливания .....	123
	Установка светильников .....	126
	Монтаж и подключение люстр .....	126
	Неисправности светильников с лампами накаливания .....	128
	Присоединение шнура к патрону .....	129
	Безопасность использования светильников .....	130
	Замена или восстановление перегоревшей лампы .....	130
	Продление срока службы ламп накаливания .....	131
5.3.	Ремонт светильников с галогенными лампами накаливания .....	131
	Особенности галогенных ламп .....	131
	Конструктивные особенности .....	132
	Устройство галогенных ламп накаливания .....	133
	Подключение галогенных светильников .....	133
	Особенности эксплуатации .....	134
5.4.	Ремонт светильников с люминесцентными лампами .....	135
	Что такое люминесцентная лампа .....	135
	Достоинства люминесцентных ламп .....	136
	Недостатки люминесцентных ламп .....	136
	Принцип действия .....	137
	Характеристики обычных люминесцентных ламп .....	138
	Энергоэкономичные люминесцентные лампы (ЭЛЛ) .....	139
	Компактные люминесцентные лампы .....	141
	Пускорегулирующая аппаратура (ПРА) .....	141
	Ремонт светильников с люминесцентными лампами и электромагнитными ПРА .....	143
5.5.	Ремонт светильников с газоразрядными лампами .....	146
	Принцип действия .....	146
	Особенности эксплуатации газоразрядных ламп .....	147
	Эксплуатация ламп .....	149
	Включение .....	150
	Повторное зажигание .....	150
	Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM .....	151
5.6.	Светильники на светодиодах .....	152
	Устройство светодиода .....	152
	Принцип действия .....	153
	Характеристики светодиодов .....	154
	Светодиодные светильники — новые решения .....	154
	Рабочие режимы .....	155
	Светодиодные лампы .....	156
	Светильник на светодиодах .....	157
	Органические светодиоды в качестве светильников .....	158
5.7.	Сайты по электроосвещению .....	159

<b>Глава 6. Электронагревательные приборы</b> .....	<b>161</b>
6.1. Нагревательные элементы открытого типа .....	161
Достоинства и недостатки .....	161
Электрокамины с нагревателями открытого типа .....	162
Ремонт электрических нагревателей с открытой спиралью .....	162
6.2. Нагревательные элементы закрытого типа .....	164
Нагревательные элементы закрытого типа негерметичные .....	164
Трубчатые нагревательные элементы закрытого типа герметичные .....	165
6.3. Инфракрасные нагреватели .....	167
6.4. Регулируемые электронагревательные приборы .....	168
Классификация и основные определения .....	168
Принцип действия .....	169
6.5. Электроконвекторы .....	170
Типы и номинальные мощности электроконвекторов .....	170
Условные обозначения .....	170
Электроконвектор «Оникс ЭВУА-1,25/220» .....	171
6.6. Электрорадиаторы .....	172
Типы и номинальные мощности электрорадиаторов .....	172
Условные обозначения .....	172
Классификация .....	172
Сухой электрорадиатор «Ровно ЭРСБ-0,75/220» .....	173
Электрорадиаторы с промежуточным теплоносителем .....	174
Масляный секционный электрорадиатор «Florida Maya» .....	174
6.7. Сушильные электроприборы .....	175
6.8. Полезные схемы электронагревательных приборов из сети Интернет .....	177
Схема №1. Регулятор мощности для электроплитки .....	177
Схема №2. Простой универсальный регулятор мощности .....	177
Схема №3. Инфракрасный нагреватель ПИКСАН .....	178
Схема №4. Схема электроконвектора с терморегулятором .....	178
Схема №5. Тепловентиляторы .....	178
Схема №6. Электрокалориферы КЭВ .....	181
Схема №7. Электрокалориферная установка СФО-40 .....	182
Схема №8. Электропечь ЭП40 .....	184
Схема №9. Электроводонагреватель ЭВБОТ .....	185
Схема №10. Регулятор мощности нагревательного прибора .....	186
6.9. Сайты по ремонту электронагревательных приборов .....	187
<b>Глава 7. Ремонт кухонной электротехники</b> .....	<b>188</b>
7.1. Ремонт миксеров и блендеров .....	188
Состав и разновидности миксеров .....	188
Ремонт электромиксера «Армавир» МН-202 .....	189
Электромиксер «Армавир» МН-304 .....	190
7.2. Ремонт электрической кофемолки .....	191
Состав и разновидности электрокофемолок .....	191
Электрокофемолка ударного действия ЭКМУ-50 .....	191
Электрокофемолка жернового действия ЭКМЖ-125 .....	193
7.3. Ремонт электросоковыжималки .....	194
Состав и разновидности соковыжималок .....	194

	Электросоковыжималка «Сок».....	195
7.4.	Электрорисоварка.....	196
	Устройство .....	196
	Принцип действия.....	196
7.5.	Электрокофеварка .....	197
	Классификация и принцип действия .....	197
	Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8-220 .....	197
7.6.	Электровафельницы и электрожаровни.....	199
	Классификация и принцип действия .....	199
	Электровафельница ВЭД-1.....	199
	Электровафельница «Сластена» ЭВ-1,25/220.....	200
7.7.	Электрофритюрницы .....	201
	Назначение .....	201
	Электрофритюрница ЭФ-1/1,25.....	201
7.8.	Электрогрили.....	202
	Назначение и классификация.....	202
	Устройство .....	203
	Электрогриль закрытого типа ЭГЗ-1,2/220 .....	203
	Аэрогриль «Convection Oven ST 1140» .....	205
7.9.	Электротостеры и электроростеры.....	206
	Назначение .....	206
	Классификация .....	206
	Автоматический тостер.....	207
7.10.	Электромясорубки .....	209
	Характеристики .....	209
	Стандартная конфигурация электромясорубки.....	210
7.11.	Ремонт электрического чайника.....	211
	Устройство электрочайника .....	211
	Замена неисправного нагревателя .....	211
	Конструкция и особенности современного импортного чайника .....	212
	Советы по выбору электрочайника .....	213
	Конструкция автоматического выключателя .....	215
	Ремонт электрочайника .....	217
7.12.	Ремонт посудомоечных машин .....	219
7.13.	Ремонт микроволновых печей.....	219
	Назначение .....	219
	Характеристики .....	220
	Камера.....	220
	Камера из нержавеющей стали .....	221
	Дизайн и функциональные возможности .....	221
	Основные неисправности, связанные с работой дверцы .....	222
	Магнетрон .....	223
	Неисправности, связанные с трансформатором.....	225
	Блоки управления .....	226
	Микроконтроллер.....	227
	Термореле .....	229
	Разборка микроволновой печи.....	230



Замена микродвигателя вращения поддона .....	230
Электрические схемы микроволновых печей .....	230
Неисправности микроволновых печей с электромеханическим управлением .....	232
Неисправности микроволновых печей с электронным блоком управления .....	237
Меры безопасности при работе с микроволновой печью .....	238
7.14. Электроплитки .....	239
Определение, обозначение, работа .....	239
Разновидности конфорок .....	240
Электроплитка «Мечта» .....	240
7.15. Электродуховки .....	241
Классификация .....	241
Основные технические характеристики .....	242
7.16. Сайты по ремонту кухонной электротехники .....	243
<b>Глава 8. Ремонт домашней электротехники .....</b>	<b>244</b>
8.1. Ремонт пылесосов .....	244
Классификация .....	244
Электрощетка-пылесос «Ветерок-4» .....	244
Защита двигателя передвижного пылесоса .....	245
Типовые неисправности .....	246
Ремонт пылесосов: неисправности электрооборудования .....	247
Ремонт пылесосов: механические неисправности .....	253
Рекомендации по уходу за пылесосами .....	253
8.2. Электрические гладильные машины .....	254
Характеристики .....	254
Конструкция и принципиальная схема .....	255
Техническое обслуживание .....	256
8.3. Электромашинки для стрижки и подравнивания волос .....	257
Электромашинка ИП-35 .....	257
8.4. Электрофены .....	258
Назначение и характеристики .....	258
Фен «Микма-400» .....	259
8.5. Вибромассажные электроприборы .....	260
Назначение и характеристики .....	260
Вибромассажный прибор ВМП-1 .....	261
Вибромассажный прибор ЭМА-2М .....	262
8.6. Ремонт электробритв .....	263
Общие сведения об электробритвах .....	263
Основные параметры электробритв .....	264
Электробритвы с импульсным двигателем .....	265
Приборы и станции для определения дефектов электробритв .....	269
8.7. Сайты по ремонту домашней электротехники .....	271
<b>Глава 9. Ремонт холодильников .....</b>	<b>272</b>
9.1. Электрическое оборудование холодильников .....	272
Основные группы электрооборудования холодильников .....	272
Электродвигатели .....	273

	Проходные герметичные контакты .....	275
	Осветительная аппаратура .....	275
	Вентиляторы.....	276
	Приборы автоматики .....	277
	Прибор полуавтоматического управления оттаиванием .....	283
	Прибор управления процессом оттаивания испарителя .....	285
	Прибор автоматического управления оттаиванием .....	287
	Устройство для испарения талой воды .....	288
	Пускозащитные реле .....	290
9.2.	Механическое оборудование холодильников .....	295
	Корпус.....	295
	Внутренние шкафы холодильников .....	296
	Двери .....	297
	Теплоизоляция .....	298
	Курковый затвор двери.....	299
	Секторный затвор двери .....	300
	Магнитный затвор двери .....	301
	Уплотнители дверей .....	301
9.3.	Холодильные агрегаты отечественных холодильников.....	303
	Состав и размещение холодильного агрегата .....	303
	Компрессоры.....	304
	Пускозащитные реле .....	305
	Устройство компрессора .....	305
	Работа клапанов компрессора.....	307
	Компрессор кривошипно-кулисного типа с внутренней подвеской .....	307
	Хладоновый герметичный компрессор с кривошипно-кулисным механизмом и вертикальной осью вращения (ХКВ).....	310
	Электродвигатель .....	312
	Конденсатор холодильного агрегата .....	313
	Адсорбенты .....	318
	Осушительный патрон.....	319
	Индикатор влажности .....	321
	Установки для осушки масла.....	322
	Работа холодильного агрегата.....	322
9.4.	Хладагенты .....	324
9.5.	Ремонт и эксплуатация отечественного холодильника .....	329
	Советы по эксплуатации холодильника.....	329
	Устройство холодильника .....	330
	Поиск неисправностей компрессорных холодильников без системы «No Frost».....	331
9.6.	Ремонт импортного холодильника .....	334
	Что такое система «No Frost».....	334
	Поиск и устранение утечек хладагента в современных холодильниках ....	338
9.7.	Блокнот схемотехники.....	340
9.8.	Сайты по ремонту холодильников.....	343

<b>Глава 10. Ремонт стиральных машин</b> .....	<b>345</b>
10.1. Назначение, классификация, режимы работы .....	345
Для чего предназначены стиральные машины? .....	345
Основные программы стирки .....	346
Как классифицируются бытовые стиральные машины? .....	348
Варианты активации моющего раствора .....	348
Способы нагрева моющих растворов .....	350
Число баков .....	350
Отличия автоматических и полуавтоматических стиральных машин .....	351
Способы загрузки белья .....	352
На какие классы делятся стиральные машины? .....	353
10.2. Подключение автоматической стиральной машины .....	353
Демонтаж транспортировочных деталей .....	353
Подключение к коммуникациям .....	354
Регулировка ножек стиральной машины .....	357
Подключение к электросети .....	358
10.3. Ремонт отечественных стиральных машин .....	359
Методы ремонта .....	359
Ремонт стиральные машины типа СМР .....	360
Ремонт стиральных машин СМП активаторного типа .....	361
10.4. Автоматические стирально-сушильные машины .....	362
Устройство и принцип действия .....	362
Функциональная схема .....	363
Основные механические узлы СМА .....	366
Электрооборудование СМА .....	368
Система управления автоматических стиральных машин .....	376
Ремонт автоматических стиральных машин .....	378
10.5. Условные обозначения на электрических и монтажных схемах зарубежных автоматических стиральных машин .....	379
10.6. Сайты по стиральным машинам .....	383
<b>Глава 11. Ремонт спутникового оборудования</b> .....	<b>384</b>
11.1. Как организовать ремонт? .....	384
Диагностика неисправностей .....	384
Необходимые инструменты и приспособления .....	386
11.2. Загрузка программного обеспечения .....	386
Основные сведения .....	386
Способы загрузки «прошивки» .....	387
Самостоятельное изготовление «прошивочного» кабеля .....	389
Изготовление JTAG-адаптера .....	389
11.3. Ремонт встроенного DRE модуля и внешнего декодера (донгла) .....	391
<b>Список Интернет-ресурсов</b> .....	<b>395</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>397</b>

# ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*Глава является вводной, предназначена для начинающих, дает советы по поиску неисправностей при ремонте электрооборудования, рассматривает простейшие способы проверки исправности электро- и радиоэлементов*

## 1.1. Полезные советы по поиску неисправностей при ремонте электрооборудования

### Типовые причины неисправностей

Наиболее часто встречающиеся неисправности в электрических схемах электроприборов и бытовой техники:

- ♦ обрыв (сопротивление электрической цепи равно бесконечности);
- ♦ значительное увеличение сопротивления;
- ♦ значительное уменьшение сопротивления;
- ♦ короткое замыкание (сопротивление электрической цепи близко к нулю).

**Общие причины возникновения неисправностей:**

- ♦ обрыв из-за старения элементов, прохождения повышенных токов, ударов, вибрации и коррозии;
- ♦ значительное увеличение сопротивления электрических цепей по сравнению с номинальным значением (вызывается старением элементов, ухудшением контактов и контактных соединений, отклонением параметров отдельных элементов);

- ♦ **значительное уменьшение сопротивления электрических цепей** по сравнению с номинальным значением из-за увеличения поверхностных утечек и старения элементов. Короткие замыкания являются следствием пробоя изоляции, замыкания проводников и элементов на корпус и между собой (для проводников разных полярностей и фаз).

### Признаки выявляемых неисправностей

При поиске неисправности необходимо знать и уметь использовать признаки исправной работы электрооборудования.

Их можно разделить на две основные группы:

- ♦ **группа 1, активные признаки** — показания световых и звуковых сигналов, сигнализаторов, срабатывания средств защиты, а также признаки, выявляемые при измерении прибором;
- ♦ **группа 2, пассивные или вторичные признаки**, воспринимаемые при внешнем осмотре электрооборудования (визуальные, звуковые, осязательные, обонятельные).

### Частные способы поиска неисправностей

Световые и звуковые сигналы, сигнализаторы позволяют наблюдать за состоянием электроприборов.



#### Примечание.

*Средства защиты (предохранители, максимальные или минимальные реле, автоматы и т. п.), срабатывая, отключают электрические цепи от источников электроэнергии при наличии в отключенной части схемы повышенных токов утечки, токов перегрузки и коротких замыканий.*

При неисправностях «типа обрыва» защита обычно не срабатывает, но ее нормальное состояние при наличии неисправности в электрической схеме является косвенным свидетельством того, что повреждение имеет характер обрыва.

Поиск неисправностей производится путем направленных измерений параметров элементов электрических схем с помощью переносных приборов и измерительных комплектов, с использованием активных признаков.

При измерении параметров (сопротивление, ток, напряжение) отдельных элементов в электрических схемах с помощью переносных приборов необходимо использовать карты сопротивлений, напряжений, токов на выходе отдельных элементов и блоков, приводимые в инструкциях по эксплуатации этих аппаратов.

При проведении специальных направленных измерений в практике используется ряд частных способов поиска неисправностей:

- ♦ промежуточных измерений, дающих возможность последовательно проследить прохождение сигналов по различным каналам системы;
- ♦ исключения, позволяющие посредством измерений исключить исправные части проверяемой схемы и выделить отказавший элемент;
- ♦ замены блоков (деталей), в которых предполагается наличие неисправности, на однотипные заведомо исправные;
- ♦ сравнения результатов испытаний отказавшей схемы с результатами испытаний исправной схемы того же типа, эксплуатируемой в тех же условиях.

В общем случае поиск неисправностей состоит из следующих этапов:

- ♦ этап 1 — установление факта неисправности электроприбора по изменению активных и пассивных признаков нормальной работы;
- ♦ этап 2 — анализ имеющихся признаков неисправностей и сопоставление их с возможным состоянием элементов электроприбора;
- ♦ этап 3 — сравнение признаков неисправностей, указанных в инструкциях по эксплуатации и известных из опыта эксплуатации, с наблюдаемыми признаками;
- ♦ этап 4 — выбор оптимальной последовательности поиска и объема дополнительных измерений для обследования элементов, в которых возможно появление неисправностей;
- ♦ этап 5 — последовательное измерение;
- ♦ этап 6 — общая оценка результатов испытаний и заключение о наиболее вероятных причинах неисправности выделенного элемента;
- ♦ этап 7 — устранение неисправности.

## Основные причины неисправности элементов

Основными причинами неисправности элементов электроники являются:

- ♦ перегрузки по току;
- ♦ перенапряжения;
- ♦ повышенная температура окружающей среды;
- ♦ недопустимая вибрация, удары.

При возникновении неисправности или отказа объекта (системы, устройства, блока, модуля, электронной платы) поиск неисправного элемента электроники рекомендуется начинать после предварительной проверки исправности:

- ♦ сигнальных ламп, предохранителей, выключателей и других средств коммутации и защиты объекта;
- ♦ блока или узла питания объекта путем измерения вольтметром напряжения на входе и выходе;
- ♦ датчиков, сигнализаторов, конечных выключателей, мониторов, кинескопов, акустических систем и других внешних устройств.



### Примечание.

*После этого рекомендуется проверить значения напряжений или параметров импульсов в контрольных точках, предусмотренных инструкцией по эксплуатации.*

## Дальнейший поиск неисправного элемента

Дальнейший поиск неисправного элемента рекомендуется выполнять с учетом следующих указаний:

- ♦ должен быть изучен и уяснен принцип действия неисправного объекта;
- ♦ сначала отыскивается более сложный неисправный объект, далее — более простой (по принципу система — блок — узел — элемент);
- ♦ анализируются признаки неисправности, выдвигаются предположения ее причин и выбирается метод проверки;
- ♦ проводится выборочная проверка участков и отдельных элементов, неисправности которых наиболее вероятны, а проверка их занимает наименьшее время;
- ♦ если выборочной проверкой неисправный элемент не обнаружен, следует перейти к поиску методом исключения, двигаясь

от входа к выходу объекта, либо деля его перед началом следующей проверки на две равные по трудоемкости проверки части;

- ♦ если неисправность нехарактерна, то целесообразно, опустив этап выборочной проверки, начинать поиск сразу с метода исключения.



**Примечание.**

*Вводить и выводить из действия съемные объекты для осмотра, замены на запасные или поиска неисправных элементов рекомендуется при выключенном напряжении питания, особенно при наличии разъемных контактных соединений.*

При внешнем осмотре объекта необходимо обращать внимание:

- ♦ на нарушения защитных и изоляционных покрытий;
- ♦ на изменение цвета, наличие потемнений, вздутий и трещин;
- ♦ на исправность креплений, контактных поверхностей, соединений и паек;
- ♦ на температуру элементов (корпусов транзисторов, резисторов, диодов, микросхем, электролитических конденсаторов) сразу же после выключения схемы.

При этом необходимо помнить, что температура корпусов при нормальной эксплуатации не должна превышать 45—60 °С на ощупь.



**Примечание.**

*Превышение температуры элемента выше 60 °С рука не терпит.*

Элементы с обнаруженными изъянами подлежат проверке в первую очередь.



**Внимание.**

*Определение неисправного элемента в объекте, находящемся под напряжением, рекомендуется выполнять с использованием исправных удлинительных и переходных устройств, измерительных приборов с высоким внутренним сопротивлением и имеющихся в документации указаний о значениях и полярности потенциалов.*

При отсутствии необходимых данных поиск может производиться путем сравнения по участкам напряжений на одинаковых эле-



ментах заведомо исправного (запасного или аналогичного) и неисправного объектов.

Определение неисправного элемента без подачи напряжения на объект может производиться измерением сопротивлений посредством омметра. Должны производиться измерения по участкам или элементам, работоспособность которых вызывает сомнение.



#### **Примечание.**

*При необходимости один или несколько выводов элементов могут быть отключены (отпаяны).*

При нарушении исправности элемента (увеличение тока утечки, уменьшение сопротивления изоляции или напряжения переключения и т. п.) необходимо выполнить измерения его основных параметров посредством обычных или специальных приборов и проверочных схем.

При отсутствии паспортных данных элемента результаты измерений могут быть сопоставлены с аналогичными данными запасных заведомо исправных элементов.



#### **Совет.**

*В процессе поиска, проверки и замены неисправных элементов (особенно полупроводниковых приборов) с использованием наиболее простых средств необходимо внимательно маркировать выводы приборов.*

### **Анализ причин возникновения обнаруженных неисправностей**

После обнаружения неисправного элемента анализируются возможные причины неисправности, которые должны быть устранены до замены его и ввода объекта в действие.

Для повышения достоверности результатов измерения параметров элементов рекомендуется выполнять в сухом помещении при температуре воздуха 20—25 °С (особенно для терморезисторов, германиевых диодов и транзисторов).



#### **Примечание.**

*Если принятые меры по осмотру и проверке неисправного объекта не привели к восстановлению его работоспособности, а поиск неис-*



*правного элемента не дал результата, объект подлежит передаче в ремонт в специальные мастерские.*

Самостоятельное вскрытие и ремонт сложных объектов, основанных на современных полупроводниковых элементах, при отсутствии четких указаний в инструкции по эксплуатации не рекомендуется.

## 1.2. Простейшие способы проверки исправности электро- и радиоэлементов

### Проверка проволочных и непроволочных резисторов

Для проверки проволочного и непроволочного резисторов постоянного и переменного сопротивления необходимо проделать следующее:

- ♦ произвести внешний осмотр;
- ♦ проверить работу движущего механизма переменного резистора и состояние его частей;
- ♦ по маркировке и размерам определить номинальную величину сопротивления, допустимую мощность рассеяния и класс точности;
- ♦ омметром измерить действительную величину сопротивления и определить отклонение от номинала;
- ♦ у переменных резисторов измерить еще и плавность изменения сопротивления при движении ползунка.



#### **Примечание.**

*Резистор исправен, если нет механических повреждений, величина его сопротивления находится в допустимых пределах данного класса точности, а контакт ползунка с токопроводящим слоем постоянен и надежен.*

### Проверка конденсаторов всех типов

К электрическим неисправностям относятся:

- ♦ пробой конденсаторов;
- ♦ короткое замыкание пластин;

- ♦ изменение номинальной емкости сверх допуска из-за старения диэлектрика, попадания на него влаги, перегрева, деформации;
- ♦ повышение тока утечки из-за ухудшения изоляции. Полная или частичная потеря емкости электролитических конденсаторов происходит в результате высыхания электролита.

**Простейший способ проверки исправности конденсатора — внешний осмотр, при котором обнаруживаются механические повреждения.**

Если при внешнем осмотре дефекты не обнаружены, проводят электрическую проверку. Она включает:

- ♦ проверку на короткое замыкание;
- ♦ проверку на пробой;
- ♦ проверку на целостность выводов;
- ♦ проверку тока утечки (сопротивление изоляции);
- ♦ измерение емкости.

При отсутствии специального прибора емкость можно проверить другими способами, зависящими от емкости конденсаторов.

**Конденсаторы большой емкости (1 мкФ и выше) проверяют пробником (омметром), подключая его к выводам конденсатора. Если конденсатор исправен, то стрелка прибора медленно возвращается в исходное положение. Если же утечка велика, то стрелка прибора не вернется в исходное положение.**

**Конденсаторы средней емкости (от 500 пФ до 1 мкФ) проверяют с помощью последовательно подключенных к выводам конденсатора телефонов и источника тока. При исправном конденсаторе в момент замыкания цепи в телефонах прослушивается щелчок.**

**Конденсаторы малой емкости (до 500 пФ) проверяют в цепи тока высокой частоты. Конденсатор включают между антенной и приемником. Если громкость приема не уменьшится, значит, обрывов выводов нет.**

### **Проверка катушек индуктивности**

Проверка исправности катушек индуктивности начинается с внешнего осмотра, в ходе которого убеждаются:

- ♦ в исправности каркаса, экрана, выводов;
- ♦ в правильности и надежности соединений всех деталей катушки между собой;
- ♦ в отсутствии видимых обрывов проводов, замыканий, повреждения изоляции и покрытий.

**Примечание.**

*Особое внимание следует обращать на места обугливания изоляции, каркаса, почернение или оплавление заливки.*

Электрическая проверка катушек индуктивности включает:

- ♦ проверку на обрыв;
- ♦ обнаружение короткозамкнутых витков;
- ♦ определение состояния изоляции обмотки.

**Проверка на обрыв** выполняется пробником. Увеличение сопротивления означает обрыв или плохой контакт одной или нескольких жил.

**Уменьшение сопротивления** означает наличие межвиткового замыкания. При коротком замыкании выводов сопротивление равно нулю.

Для более точного представления о неисправности катушки необходимо измерить индуктивность. В заключение рекомендуется проверить работоспособность катушки в таком же заведомо исправном аппарате, для которого она предназначена.

### **Проверка силовых трансформаторов, трансформаторов и дросселей низкой частоты**

По конструкции и технологии изготовления силовые трансформаторы, трансформаторы и дроссели низкой частоты (НЧ) имеют много общего. Те и другие состоят из обмоток, выполненных изолированным проводом, и сердечника. Неисправности трансформаторов и дросселей НЧ делятся на две группы:

- ♦ механические неисправности;
- ♦ электрические неисправности.

К механическим неисправностям относятся поломки: экрана, сердечника, выводов, каркаса и крепежной арматуры.

К электрическим неисправностям относятся:

- ♦ обрывы обмоток;
- ♦ замыкания между витками обмоток;
- ♦ короткое замыкание обмотки на корпус, сердечник, экран или арматуру;
- ♦ пробой между обмотками, на корпус или между витками одной обмотки;
- ♦ уменьшение сопротивления изоляции;
- ♦ местные перегревы.

Проверку исправности трансформаторов и дросселей НЧ начинают с внешнего осмотра. В ходе его выявляют и устраняют все видимые механические дефекты. Проверка на короткое замыкание между обмотками, между обмотками и корпусом производится омметром. Прибор включают между выводами разных обмоток, а также между одним из выводов и корпусом. Так же проверяется и сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 100 МОм для герметизированных трансформаторов и не менее десятков мегаом для негерметизированных.

Самая сложная проверка — на межвитковые замыкания. Известно несколько способов проверки трансформаторов.

**Способ 1.** Измерение омического сопротивления обмотки и сравнение результатов с паспортными данными. Способ простой, но неточный, особенно при малой величине омического сопротивления обмоток и малом числе короткозамкнутых витков.

**Способ 2.** Проверка катушки с помощью специального прибора — анализатора короткозамкнутых витков.

**Способ 3.** Проверка коэффициентов трансформации на холостом ходу. Коэффициент трансформации определяется как отношение напряжений, показываемых двумя вольтметрами. При наличии межвитковых замыканий коэффициент трансформации будет меньше нормы.

**Способ 4.** Измерение индуктивности обмотки.

**Способ 5.** Измерение потребляемой мощности на холостом ходу. У силовых трансформаторов одним из признаков короткозамкнутых витков является чрезмерный нагрев обмотки.

### Простейшая проверка исправности полупроводниковых диодов

Простейшая проверка исправности полупроводниковых диодов заключается в измерении их прямого  $R_{пр}$  и обратного  $R_{обр}$  сопротивлений.



#### Правило.

*Чем больше соотношение  $R_{обр}/R_{пр}$ , тем выше качество диода.*

Для измерения диод подключается к тестеру (омметру) или к ампервольтметру.

**Примечание.**

*При этом выходное напряжение измерительного прибора не должно превышать максимально допустимого для данного полупроводникового прибора.*

### Простая проверка транзисторов

При ремонте бытовой радиоаппаратуры возникает необходимость проверить исправность транзисторов без выпайки их из схемы.

**Способ 1.** Измерение омметром сопротивления между выводами эмиттера и коллектора при соединении базы с коллектором и при соединении базы с эмиттером. При этом источник коллекторного питания отключается от схемы.

**Примечание.**

*При исправном транзисторе в первом случае омметр покажет малое сопротивление, во втором — порядка нескольких сотен тысяч или десятков тысяч ом.*

**Способ 2.** Проверка транзисторов, не включенных в схему, на отсутствие коротких замыканий производится измерением сопротивления между их электродами. Для этого омметр подключают поочередно к базе и эмиттеру, к базе и коллектору, к эмиттеру и коллектору, меняя полярность подключения омметра.

**Примечание.**

*Транзистор состоит из двух переходов. Каждый из них представляет собой полупроводниковый диод. Поэтому проверить транзистор можно так же, как проверяют диод.*

Для проверки исправности транзисторов омметр подключают к соответствующим выводам транзистора. У исправного транзистора:

- ♦ прямые сопротивления переходов составляют 30—50 Ом;
- ♦ обратные сопротивления переходов составляют 0,5—2 МОм.

При значительных отклонениях этих величин транзистор можно считать неисправным. Для более тщательной проверки транзисторов используются специальные приборы,

### 1.3. Сайты по поиску неисправностей электрооборудования

<a href="http://eleczon.ru/">http://eleczon.ru/</a>	Статьи по поиску неисправностей
<a href="http://stroitca.ru/">http://stroitca.ru/</a>	Поиск неисправностей в электрооборудовании мотоцикла
<a href="http://www.elektroportal.ru/">http://www.elektroportal.ru/</a>	Статьи по поиску неисправностей
<a href="http://kran-info.ru/">http://kran-info.ru/</a>	Поиск неисправностей в электрооборудовании
<a href="http://anam.ru/">http://anam.ru/</a>	Характерные неисправности электрооборудования
<a href="http://amastercar.ru/">http://amastercar.ru/</a>	Статьи по ремонту автомобильного оборудования
<a href="http://volt-nadzor.ru/">http://volt-nadzor.ru/</a>	Характерные неисправности электрооборудования
<a href="http://stroy.spb.ru/">http://stroy.spb.ru/</a>	Статьи по электрооборудованию
<a href="http://elektromontagniki.ru/">http://elektromontagniki.ru/</a>	Характерные неисправности электрооборудования
<a href="http://electromogilev.ru/">http://electromogilev.ru/</a>	Обнаружение и устранение неисправностей в электрооборудовании
<a href="http://ctpoum.ru/">http://ctpoum.ru/</a>	Требования к электрооборудованию
<a href="http://www.1000ways.ru/">http://www.1000ways.ru/</a>	Статьи по поиску неисправностей
<a href="http://electromaster.ru/">http://electromaster.ru/</a>	Планово-предупредительный ремонт электрооборудования
<a href="http://www.nppems.ru/">http://www.nppems.ru/</a>	Стенд-тренажер электрооборудования автомобиля «Камаз»
<a href="http://allremo.ru/">http://allremo.ru/</a>	Поиск неисправностей электрооборудования
<a href="http://www.mukhin.ru/">http://www.mukhin.ru/</a>	Электрооборудование взрывоопасных помещений
<a href="http://www.energgame.su/">http://www.energgame.su/</a>	Характерные неисправности электрооборудования

# ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

*Глава рассказывает об измерительных приборах, которыми должен уметь пользоваться домашний мастер, правилах и секретах их использования, даются рекомендации по проведению измерений при работе с отдельными элементами и схемами.*

## 2.1. Измерение электрических величин

### Основные электрические величины

Согласно системе «СИ» единицами измерений электротехнических параметров являются для величин:

- ♦ силы тока — ампер, условное обозначение «А»;
- ♦ напряжения — вольт, условное обозначение «В»;
- ♦ сопротивления — ом, условное обозначение «Ом»;
- ♦ мощности — ватт, условное обозначение «Вт».



#### Определение.

*Средствами электротехнических измерений называют технические средства, используемые при измерении и имеющие нормированные метрологические характеристики.*

### Виды средств электротехнических измерений

Различают следующие виды средств электротехнических измерений:

- ♦ меры — средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины с определенной точностью (например, магазин сопротивлений);



- ♦ **электроизмерительные приборы** — средства электротехнических измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (например, амперметр, вольтметр);
- ♦ **измерительные преобразователи** — средства электротехнических измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем (например, датчики температуры контролируемого объекта);
- ♦ **электроизмерительные установки;**
- ♦ **измерительные информационные системы.**



**Примечание.**

*Наибольшее распространение имеют электроизмерительные приборы.*

### Разновидности измерительных приборов

По роду измеряемой физической величины приборы делятся на четыре группы:

- ♦ **амперметры** — для измерения силы тока;
- ♦ **вольтметры** — для измерения напряжения;
- ♦ **омметры** — для измерения сопротивления;
- ♦ **ваттметры** — для измерения мощности и другие.

**Выбор приборов**, выполняющих измерения тока и напряжения, должен осуществляться совокупностью многих факторов, важнейшие из которых такие:

- ♦ род измеряемого тока;
- ♦ примерный диапазон частот измеряемой величины;
- ♦ амплитудный диапазон напряжений;
- ♦ форма кривой измеряемого напряжения (тока);
- ♦ мощность цепи, в которой осуществляется измерение;
- ♦ мощность потребления прибора;
- ♦ допустимая погрешность измерений (класс точности) прибора.

**Совет.**

*Если необходимая точность измерений, допустимая мощность потребления и другие требования могут быть обеспечены амперметрами и вольтметрами электромеханической группы, то следует предпочесть этот простой метод непосредственного отсчета.*

**Рекомендации по использованию измерительных приборов**

В слаботочных цепях постоянного и переменного токов для измерений напряжения следует пользоваться цифровыми и аналоговыми электронными вольтметрами.

Электрические сопротивления, соответственно техническим возможностям и методам их измерений, можно условно разделить на три группы:

- ♦ группа 1 — малые сопротивления до 1 Ом;
- ♦ группа 2 — средние сопротивления от 1 до 100000 Ом;
- ♦ группа 3 — большие сопротивления свыше 100000 Ом.

В зависимости от величины сопротивления и необходимой точности результата следует применять различные методы их измерений:

- ♦ метод 1 — косвенное измерение с помощью амперметра и вольтметра (искомое сопротивление определяют на основании закона Ома по данным измерений напряжения и тока);
- ♦ метод 2 — измерение с помощью мостов;
- ♦ метод 3 — прямое измерение аналоговым или цифровым омметром.

В последние десятилетия массовому пользователю доступными стали тестеры, измеряющие температуру, освещенность, влажность и другие характеристики, не имеющие отношения к электричеству.

**Цифровые измерительные приборы**

Наряду с аналоговыми приборами в измерении электрических величин широко используются цифровые приборы. Все величины при этом преобразуются в цифровую форму при помощи:

- ♦ аналогово-цифровых преобразователей;
- ♦ интервально-числовых преобразователей;
- ♦ частотно-цифровых преобразователей.

**Определение.**

*Форма представления сигнала о физической величине в виде кода называется цифровой.*

В этом случае каждому значению отсчета физической величины соответствует кодовая группа в виде комбинации простых сигналов.

Особый класс электроизмерительных приборов представляют собой устройства с компьютером в качестве выходного устройства. На начальном этапе внедрения оргтехники в измерительную технику компьютер использовался в качестве дополнительного блока.

**Примечание.**

*Прибор имел индикатор в аналоговом или в цифровом виде, но мог и сопрягаться с компьютером для записи сигналов, обработки информации и представления ее в виде графиков, таблиц, гистограмм и т. п.*

В современных приборах индикаторы иногда не используются, и компьютер является единственным средством вывода информации. Такого рода приборы имеют, как правило:

- ♦ первичный преобразователь (датчик);
- ♦ аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- ♦ компьютер.

Поскольку информация в компьютер должна вводиться в виде кода, то такие приборы можно отнести к классу специфических цифровых приборов. Удобства использования компьютерного выхода в измерительных приборах совершенно очевидны:

- ♦ отсутствие необходимости использования самописцев;
- ♦ высокая помехоустойчивость;
- ♦ широкие возможности обработки и представления результатов;
- ♦ возможность передачи полученной информации по каналам связи и многое другое.

В настоящей главе рассматриваются приборы ведущих западных фирм, которые в настоящее время являются не только цифровыми, но и в большинстве имеют выход на компьютер.

## 2.2. Рекомендации при измерениях универсальными измерительными приборами



### Определение.

*Универсальными называют приборы, измеряющие напряжение, ток и сопротивление.*

### Измерение сопротивлений

При измерении сопротивлений:

- ♦ замкните щупы прибора и, вращая ручку «Установка нуля», установите стрелку на «0 Ом». Наилучшие результаты измерений достигаются при использовании свежей батареи, так как ошибки измерений возрастают по мере разряда батареи, несмотря на соответствующую установку нуля;
- ♦ не выбирайте диапазон измерений, на котором отклонение стрелки не выходит за пределы левой половины шкалы. Шкалы сопротивлений логарифмические, поэтому интервалы отсчета, соответствующие высоким значениям сопротивления, становятся малыми и точность отсчета падает;
- ♦ не держите резистор, сопротивление которого измеряете, в руках, так как сопротивление кожи снижает точность измерений;
- ♦ никогда не измеряйте сопротивление резистора в схеме, находящейся под напряжением;
- ♦ при измерении сопротивления резистора, впаянного в схему, убедитесь в том, что параллельно ему не подключен какой-либо другой элемент схемы.



### Совет.

*Трансформаторы, транзисторы, диоды, индуктивности, а также другие сопротивления, подключенные параллельно измеряемому резистору, влияют на результат измерений. При наличии сомнений отпаяйте один конец резистора.*

### Измерение постоянных напряжений

При измерении постоянных напряжений:

- ♦ всегда устанавливайте прибор в положение измерений постоянных напряжений до подключения прибора к схеме;

- ♦ подключайте прибор параллельно компоненту, напряжение на котором необходимо измерить;
- ♦ устанавливайте наиболее высокий предел измерений до подключения прибора к схеме. Затем можно перейти на меньшие пределы до получения удобного отсчета измеряемой величины;
- ♦ прибор может нагружать цепь, в которой производятся измерения. Это означает, что собственное сопротивление прибора, будучи подключенным параллельно компоненту, на котором измеряется напряжение, уменьшает результирующее напряжение. Поэтому измеряемое напряжение окажется меньше действительного (рис. 2.1). Действительное напряжение в отсутствие подключения прибора равно  $U_1 = UR_1 / (R_1 + R_2)$ .

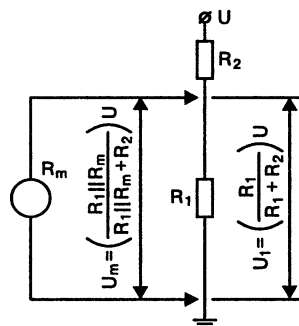


Рис. 2.1. Подключение собственного сопротивления прибора

При подсоединении прибора его сопротивление  $R_m$  включается параллельно  $R_1$ , измеряемое напряжение  $U_m$  оказывается равным  $U_m = U (R_1 || R_m) / (R_1 || R_m + R_2)$  может быть существенно меньше  $U_1$ , если не выполняется условие  $R_m \gg R_1$ .

Сопротивление прибора  $R_m$  можно вычислить по формуле

$$R_m = SU_{\max}$$

где  $S$  — чувствительность, Ом/В, а ( $U_{\max}$  — максимальное напряжение, измеряемое в выбранном диапазоне. Например, если чувствительность прибора 20 кОм/В и выбран диапазон измерений 0—5 В, сопротивление прибора составляет 100 кОм.

С учетом шунтирующего действия прибора показание корректируется следующим образом:

$$U_1 = [1 + (R_s || R_1) / R_m],$$

где  $R_1$  — сопротивление, на котором измеряется падение напряжения;  $R_s$  — суммарное сопротивление, включенное последовательно с  $R_1$ ,  $R_m$  — сопротивление прибора.

Если принять (рис. 2.1), что  $R_2$  равно  $R_s$ , то уравнение получается с помощью теоремы Тевенина для последовательной цепи  $R_s$  и  $U$ . Если эквивалентная по Тевенину цепь нагружена сопротивлением  $R_m$ , то

$$U_1 = U_m + I_m (R_s || R_1).$$

Но  $I_m = U_m / R_m$ , так что

$$U_1 = U_m (1 + (R_s || R_1) / R_m).$$

### Измерение постоянного тока

При измерении постоянного тока:

- ♦ всегда устанавливайте режим измерения постоянного тока перед включением прибора в цепь;
- ♦ включайте прибор последовательно с компонентом, ток в цепи которого необходимо измерить;
- ♦ устанавливайте наибольший предел измерений до подключения прибора к схеме. Затем можно перейти на меньшие пределы до получения удобного отсчета измеряемой величины;
- ♦ прибор не должен нагружать измеряемый участок схемы, т. е. при последовательном включении прибора в цепь ток за счет его сопротивления не должен уменьшаться.

В общем случае сопротивление прибора мало, если выбран достаточно высокий предел измерения тока, но оно может достигать 1 кОм в диапазоне микроампер.

Показание прибора  $I_m$  с учетом его сопротивления  $R_m$  можно скорректировать следующим образом:

$$I = (1 + R_m / R_s) I_m,$$

где  $R_s$  — суммарное сопротивление, последовательно включенное в цепь, в которой измеряется ток.

### Измерение переменного напряжения

При измерении переменного напряжения:

- ♦ следует помнить, что чувствительность прибора при измерении переменного напряжения ниже, чем при измерении постоянного;



#### Примечание.

*Соответственно, при измерении переменного напряжения прибор нагружает цепь сильнее, чем при измерении постоянного.*

- ♦ для определения величины  $S$  предпочтительно пользоваться справочными данными, нежели вычислять ее из соотношения  $S = I / I_s$ ;

- ♦ частота измеряемого переменного напряжения должна находиться в пределах, указываемых изготовителем. Авометры обычно не предназначены для высокочастотных измерений, и максимальная частота для ряда таких приборов ограничивается 60 Гц;
- ♦ градуировка шкалы в среднеквадратичных, или амплитудных, значениях действительна только для напряжения синусоидальной формы. Для измерения напряжений несинусоидальной формы требуются специальные приборы;
- ♦ прибор регистрирует среднее значение измеряемой величины.

**Примечание.**

*Соответственно, если переменное напряжение содержит постоянную составляющую, то отсчет будет ошибочным. Ведь он не будет представлять ни среднеквадратичное, ни амплитудное значение отдельно взятой переменной составляющей.*

Считается, что «выходное» напряжение представляет собой переменную составляющую напряжения, имеющего постоянную составляющую. У некоторых приборов есть отдельный выход (в действительности используемый как вход), заблокированный для постоянной составляющей. Для блокировки постоянной составляющей можно использовать внешний конденсатор соответствующей емкости.

## 2.3. Испытания компонентов с использованием универсальных измерительных приборов

### Диоды

С помощью УИП (универсальных измерительных приборов), например омметра можно определить, какой из выводов диода соответствует аноду, какой — катоду.

**Примечание.**

*В прямом направлении сопротивление диода мало: положительный щуп омметра в этом случае подключается к аноду, отрицательный — к катоду; в обратном направлении сопротивление диода велико.*

Если диод короткозамкнут, омметр покажет низкое (или равное нулю) сопротивление в прямом и обратном направлении, если в диоде обрыв — высокое сопротивление в обоих направлениях. Рассмотрим рекомендации при испытаниях.

**Рекомендация 1.** Проверьте полярность входных щупов прибора. У некоторых приборов при измерении сопротивлений «минус» соответствует «высокому» выводу (отмечается красным). Убедитесь в том, что напряжение не так велико, чтобы могло вывести диод из строя за счет пропускаемого недопустимо большого прямого тока. Так как сопротивление прибора ограничивает ток и в диапазоне  $R \times 1$  мало, не проверяйте диоды (особенно выпрямительные или силовые) в этом диапазоне.

**Рекомендация 2.** Убедитесь в том, что напряжение на щупах прибора достаточно для оценки качества диода (должно быть не менее 0,3 В для германиевых диодов и 0,7 В для кремниевых). УИП с источником постоянного тока в режиме измерения сопротивлений может не обеспечить нужного напряжения. У некоторых приборов предусмотрен специальный режим для проверки сопротивления диодов.

**Рекомендация 3.** Разные приборы или один и тот же прибор на различных пределах измерений могут не показать одинаковых результатов измерений сопротивления диода в прямом направлении. Нелинейность характеристик диодов приводит к зависимости сопротивления от пропускаемого через диод тока. Для точных измерений диод следует включать последовательно с источником тока и резистором, ограничивающим ток. Изменяя напряжение источника, установите желаемый ток через диод  $I_d$ . Измерьте падение напряжения на диоде  $U_d$  и вычислите  $R_d = U_d / I_d$ , где  $R_d$  — статическое сопротивление диода.

## Транзисторы

Переходы транзистора эмиттер-база и база-коллектор можно проверить так же, как и диоды. Остановимся на некоторых предосторожностях.



### Примечание.

*Сопротивления, измеряемые между коллектором и эмиттером, должны быть умеренно велики (необязательно равны) в зависимости от направления, в котором они измеряются (полярности омметра).*



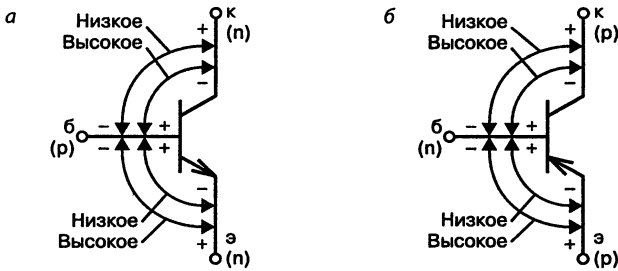


Рис. 2.2. Варианты значений измеряемых сопротивлений для разных видов транзисторов

На рис. 2.2 показаны варианты значений измеряемых сопротивлений для n-p-n- и p-n-p-транзистора при различных полярностях напряжения омметра.

Следует отметить, что определения «высокое» и «низкое» сопротивление относительно и реальные значения их могут колебаться в широких пределах, особенно для транзисторов различных типов.



**Примечание.**

*В общем случае отношение обратного к прямому сопротивлению должно быть не менее 30:1.*

Для испытания транзистора, включенного в схему и работающего в линейной области, например, в усилителе класса А, необходимо измерить постоянные напряжения коллектор-эмиттер  $U_{кэ}$  и база-эмиттер  $U_{бэ}$ . Постоянное напряжение коллектор-эмиттер должно находиться в интервале между 0 и  $U_{cc}$  — напряжением источника питания коллектора (но не достигать крайних значений).

Напряжение  $U_{бэ}$  должно составлять примерно:

- ♦ +0,65 В для n-p-n-транзистора;
- ♦ -0,65 В для p-n-p транзистора;
- ♦ ±0,3 В для германиевого транзистора.

Если это напряжение равно нулю, переход закорочен, если оно выше указанного значения, в переходе обрыв.

На рис. 2.3 показана схема, позволяющая убедиться в том, что транзистор работает, и измерить величину  $\beta$ . Для p-n-p-транзистора полярность источника напряжения 10 В и миллиамперметра должна быть обратной.

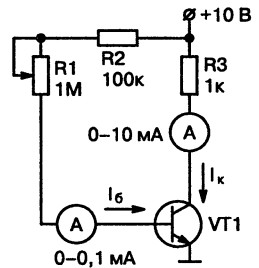


Рис. 2.3. Схема измерения величины  $\beta$



### Примечание.

Если транзистор исправен, увеличение или уменьшение  $I_b$  с помощью потенциометра 1 МОм вызывает соответствующее увеличение или уменьшение  $I_k$ .

Для измерения  $\beta$  ток  $I_b$  потенциометром устанавливают в пределах 2—8 мА и измеряют  $I_b$  и  $I_k$ . Тогда

$$\beta = I_k / I_b.$$

Величина  $\alpha$  вычисляется по формуле

$$\alpha = \beta / (\beta + 1).$$

## Тиристоры

Если тиристор не подключен к схеме, сопротивление между любой парой электродов (анодом, катодом, управляющим электродом) должно быть велико независимо от полярности, за исключением сопротивления управляющий электрод-катод, которое должно быть мало при положительном потенциале управляющего электрода.



### Примечание.

Другими словами, малое сопротивление можно измерить, только подключая положительный зажим омметра к управляющему электроду и отрицательный — к катоду.

Для проверки работоспособности тиристора необходимо собрать схему с источником питания и резисторами, ограничивающими токи (рис. 2.4).

Сопротивление резистора  $R$  должно быть таким, чтобы

$$I_{уд} < E_a / R < I_{макс}$$

где  $E_a$  — напряжение, меньше напряжения переключения тиристора ( $U_{пер}$ );

$I_{уд}$  — ток удержания при  $E_{уз.к} = 0$  В;

$I_{макс}$  — установленный максимальный прямой ток.

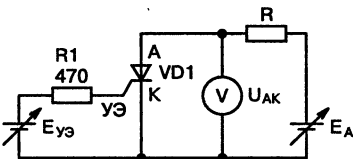


Рис. 2.4. Проверка работоспособности тиристора

Установите  $E_{y_{э.к}} = 0$  до подключения источника ЕА. Подключите источник  $E_a$ . При этом напряжение  $U_{ак}$  должно быть велико (близко к ЕА). При постепенном увеличении  $E_{y_{э}}$  тиристор включится и  $U_{ак}$  станет близким к нулю.

При уменьшении  $E_{y_{э}}$  до 0 напряжение  $U_{ак}$  должно остаться низким; снижайте ЕА до 0. Затем восстановите первоначальное значение ЕА.

Если  $E_{y_{э}}$  будет равно 0,  $U_{ак}$  останется высоким. Для проверки  $U_{пер}$  соедините управляющий электрод с катодом и повышайте ЕА, пока  $U_{ак}$  не станет низким.

Напряжение  $E_a$ , при котором  $U_{ак}$  становится низким, равно  $U_{пер}$ . Для проверки обратного напряжения  $U_{обр}$  поменяйте полярность анода и катода и, используя для ограничения обратного тока сопротивление  $R$  в 10 раз больше, чем ранее, повторите опыт.

### Стабилитроны

Сопротивление прямосмещенного стабилитрона должно быть малым и проверять омметром так же, как сопротивление обычного диода. При обратном смещении сопротивление должно быть велико при условии, что обратное напряжение меньше напряжения пробоя (стабилизации)  $U_{ст}$ . Для проверки работоспособности диодов и измерения напряжения  $U_{ст}$  используется схема, показанная на рис. 2.5.

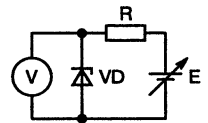


Рис. 2.5. Схема испытания стабилитрона

Сопротивление  $R$  выбирают приблизительно равным

$$U_{ст}^2 / 0,5P_d$$

где  $P_d$  — допустимая мощность рассеяния стабилитрона.



**Пример.**

При испытании стабилитрона с напряжением стабилизации 10 В и мощностью рассеяния 0,5 Вт,  $R = 10^2 / 0,25 = 400$  Ом, применяется сопротивление 390 Ом.

Мощность рассеяния резистора выбирается из условия  $P_r > U_{ст}^2 / R$ . При постепенном повышении напряжения Е, соответственно, увеличивается измеряемое напряжение до достижения  $U_{ст}$ . При дальней-

шем увеличении  $E$  напряжение  $U$  остается примерно постоянным, равным  $U_{cr}$ . Не следует увеличивать напряжение  $E$  свыше  $2 U_{cr}$ .

## Конденсаторы

С помощью омметра можно определить наличие или отсутствие короткого замыкания в конденсаторе. Для этого надо омметр на самом «высокоомном» пределе измерений подключить к выводам конденсатора.

Если конденсатор электролитический, положительный зажим омметра надо присоединить к плюсовому выводу конденсатора. Измеряемое сопротивление конденсатора должно постепенно увеличиваться (при испытании конденсатора большой емкости сопротивление нарастает медленно) до очень большого значения и затем должно оставаться постоянным.

Для определения тока утечки электролитического конденсатора используется схема, показанная на рис. 2.6, а. Для получения надежных результатов напряжение  $E$  устанавливают несколько меньшим номинального рабочего напряжения конденсатора. В этом случае ток не должен превышать 0,1 мА при 100 В, 0,2 мА при 100—300 В и 0,5 мА при 300 В и выше.

Неэлектролитические конденсаторы имеют существенно меньшие токи утечки. При измерениях по схеме рис. 2.6, б они практически должны быть равны нулю. Если это не так, вычислите эквивалентное сопротивление конденсатора  $R_s$ , Ом, по формуле:

$$R_s = R_v (E/U - 1),$$

где  $R_v$  — сопротивление вольтметра;  $R_s$  не должно быть существенно меньше 100 МОм.

Проверить конденсатор, включенный в цепь переменного тока в качестве разделительного, можно, измеряя падение напряжения на нем.



### Примечание.

*В большинстве подобных применений падение напряжения на конденсаторе должно быть близко к нулю или очень мало в сравнении с напряжением, измеряемым между конденсатором и землей.*



Рис. 2.6. Определение тока утечки электролитического конденсатора:  
а — амперметром; б — вольтметром

Необходимо помнить, что наличие постоянной составляющей может привести к ошибочному отсчету. Постоянная составляющая должна быть заблокирована.

### Индуктивности и трансформаторы

С помощью омметра можно определить, соответствует ли сопротивление индуктивности значению, указанному изготовителем (полярность при этом несущественна).



**Примечание.**

*В радиоэлектронике используются катушки индуктивности с весьма широким диапазоном сопротивлений и общих правил определения сопротивлений индуктивностей нет.*

Индуктивности, имеющие много витков тонкого провода, обычно имеют высокие сопротивления. Если сопротивление индуктивности равно бесконечности, в катушке обрыв. Если сопротивление катушки индуктивности меньше значения, указанного изготовителем, возможно, что часть витков короткозамкнута.

Первичные и вторичные обмотки трансформаторов проверяются как самостоятельные индуктивности, за исключением автотрансформаторов, у которых одна и та же катушка выполняет функции первичной и вторичной обмоток. Сопротивление между любыми выводами первичной и вторичной обмоток должно быть равно бесконечности («обрыв»).



**Примечание.**

*Сопротивление между выводами обмоток должно быть пропорционально числу витков.*

Например, сопротивление между выводом от средней точки и выводом от любого конца обмотки должно быть примерно равно

половине полного сопротивления обмотки. Если результаты измерений сопротивлений вызывают сомнения, трансформатор следует проверить на соответствие техническим данным на переменном токе. Надо измерить переменное напряжение на вторичной обмотке при наличии резистивной нагрузки и напряжение на первичной обмотке.



#### **Правило.**

*Отношение действующих значений напряжений на вторичной и на первичной обмотках должно быть равно отношению числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной.*

### **Источники питания и стабилизаторы напряжения**

Надежность системы в значительной степени определяется надежностью источников питания, и их необходимо проверять в первую очередь. Очевидно, что следует измерить выходное напряжение включенного источника питания; при этом отсутствие напряжения на выходе источника еще не является свидетельством его неисправности.



#### **Примечание.**

*Часто причиной упомянутой ситуации является пробитый конденсатор фильтра или перегрузка источника.*

Современные источники питания на интегральных схемах, например, серии 7800 (с фиксированным выходным напряжением) и 723 (с регулируемым выходным напряжением), имеют встроенные цепи, чувствительные к перегрузке. Они автоматически уменьшают выходные напряжения, если ток нагрузки превышает допустимое значение.

Если напряжение на выходе источника питания недопустимо мало, отключите нагрузку и измерьте выходное напряжение. Если выходное напряжение по-прежнему мало, то это свидетельствует о неисправности источника питания, хотя выход его из строя мог быть вызван дефектами внешних (по отношению к источнику) компонентов.



#### **Совет.**

*Не заменяйте источник питания, пока устройство, на которое он нагружен, не проверено на отсутствие короткого замыкания.*

Ненормальная работа устройства, например: шум, гудение в усилителе низкой частоты, произвольные отключения могут быть следствием дефекта источника питания, вызванным утечкой электролитического конденсатора фильтра и др.

Для измерений переменной составляющей напряжения на выходе источника питания удобно использовать УИП.



**Внимание.**

*Не забывайте заблокировать постоянную составляющую. В общем случае напряжение пульсаций на выходном фильтре при нормальной нагрузке должно быть меньше 1 % выходного постоянного напряжения.*

Испытывать источники питания на соответствие спецификациям изготовителя следует в двух режимах:

- ♦ в отсутствие нагрузки (тока на выходе);
- ♦ при полной нагрузке (максимально допустимый ток на выходе).



**Примечание.**

*У некоторых источников питания, например, батарей, выходное напряжение в отсутствие нагрузки выше, чем при включенной нагрузке.*

Для оценки процента стабилизации источника питания ( $U_{ст}$ ) следует измерить напряжение в отсутствие и при наличии нагрузки  $U_0$  и  $U_H$  и вычислить

$$U_{ст} = (U_0 - U_H) / U_H.$$

У идеального стабилизатора это значение должно составлять 0 (не 100 %).

Ряд изготовителей указывает выходное полное сопротивление источника питания, которое определяется как

$$R_{вых} = \Delta U / \Delta I,$$

где  $\Delta U$  — полное изменение выходного напряжения в интервале нагрузок от нуля до полной;

$\Delta I$  — полное изменение тока нагрузки в этих же условиях (при отключенной нагрузке выходной ток отсутствует).



**Примечание.**

*У хорошо стабилизированного источника питания выходное сопротивление очень мало (порядка мегаом для лабораторных источников).*

Для известного выходного сопротивления коэффициент стабилизации в процентах определяется по формуле

$$U_{ст} = R_{вых} I_n 100 / U_n,$$

где  $I_n$  и  $U_n$  — ток и напряжение при полной нагрузке, соответственно.

## 2.4. Генераторы сигналов сложной формы

### Принцип действия



**Определение.**

*Генераторы сигналов сложной формы — это источники сигналов общего назначения, формирующие сигналы различной формы, включая синусоидальную, прямоугольную и треугольную. Форма сигналов, амплитуда и частота выбираются оператором.*

В некоторых моделях генераторов сигналы различной формы одновременно снимаются с различных выходов. Частоты сигналов генераторов устанавливаются в широком диапазоне — от 1 мГц или 1 мкГц до нескольких мегагерц. Обычно частоты генераторов общего назначения составляют 0,01 Гц — 10 МГц.

Низкочастотные генераторы предназначены для генерирования неискаженных синусоидальных колебаний низкой частоты в ограниченном диапазоне частот, обычно от 20 Гц до 20 кГц, иногда до 100 кГц.

Лабораторные генераторы имеют прецизионные аттенюаторы и приборы на выходе, позволяющие точно устанавливать амплитуду сигнала.

Многие низкочастотные генераторы формируют прямоугольные импульсы.



**Примечание.**

*Задающим генератором обычно является низкочастотный генератор с фазосдвигающей RC-цепочкой или мостом Вина.*



Прямоугольные импульсы формируются из колебаний синусоидальной формы с помощью ограничителей.

Низкочастотные генераторы колебаний треугольной формы обычно представляют собой мультивибраторы, генерирующие колебания прямоугольной формы. Эти колебания интегрируются операционным усилителем с емкостной обратной связью, формирующим колебания треугольной формы.

Такое электронное интегрирование обычно связано с поворотом фазы на  $180^\circ$ , и выходное, линейно нарастающее напряжение, оказывается линейно падающим. Треугольная форма выходного сигнала образуется при чередовании линейно нарастающего и линейно падающего напряжений.

Напряжение синусоидальной формы формируется путем выделения из колебания прямоугольной формы основной гармонической составляющей. Изменение параметров фильтров при изменении частоты генерируемых колебаний достигается механическим соединением соответствующих перестраиваемых элементов схемы. На рис. 2.7 показана общая структурная схема типового генератора сигналов сложной формы.

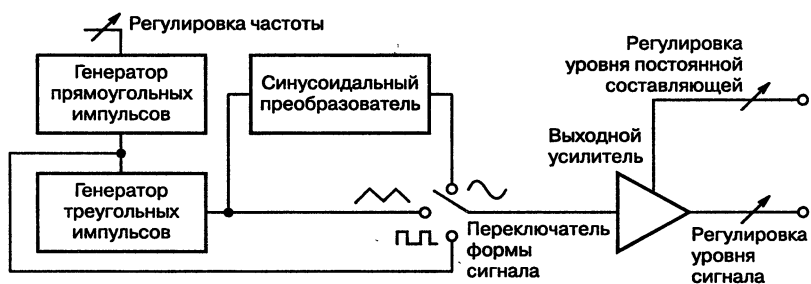


Рис. 2.7. Структурная схема генератора сигналов сложной формы

### Прохождение сигнала

В процедуре отыскания неисправностей видное место занимает измерение уровня сигнала или наблюдение сигнала с помощью осциллографа в определенных точках его прохождения через исследуемое устройство.

Для примера можно проследить прохождение сигнала через многокаскадный усилитель, начиная с первого каскада.



### Внимание.

*Если на входе какого-либо каскада сигнал нормальный, а на выходе отсутствует или форма его искажена, то каскад неисправен.*

На рис. 2.8 показан трехкаскадный усилитель, в котором второй каскад неисправен.

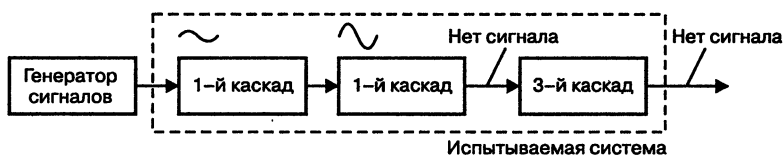


Рис. 2.8. Проверка трехкаскадного усилителя

Генераторы могут быть использованы в качестве источников входных сигналов для проверки устройств в целом.



### Примечание.

*Нужно быть уверенным в том, что на вход подается сигнал заданной формы и частоты.*

Это помогает отыскать неисправности путем сравнения сигналов в разных точках схемы и определить место возникновения искажений сигнала или ненормальных амплитудных соотношений. Это особенно удобно, если воспроизводимый устройством сигнал имеет сложную форму (речь, музыка) переменного частотного и амплитудного состава.

Генераторы заменяют воспроизводимый сигнал, например, от микрофона; их можно подключать к любой заданной точке схемы, например, к входу усилителя мощности.



### Внимание.

*Между выходом генератора и точкой схемы, к которой он подключается, всегда должен быть включен конденсатор. Выход генератора представляет собой короткозамкнутую по постоянному току цепь, и пробой изоляции этого конденсатора может серьезно повредить или вывести из строя испытываемый участок схемы.*

Устанавливать уровень выходного сигнала генератора следует так, чтобы обеспечить необходимое напряжение в испытываемой точке схемы (на разделительном конденсаторе может падать переменное напряжение соответствующей частоты); показания отсчетных шкал генератора могут не соответствовать истинному напряжению в точке подключения (после конденсатора).

## Измерение частотных характеристик



### Определение.

**Частотная характеристика схемы (или устройства)** — зависимость выходного сигнала от частоты на входе (при постоянной амплитуде входного сигнала).

Во многих случаях существенным является изменение фазового сдвига между выходным и входным напряжением при изменении частоты. Частотные характеристики обычно графически изображаются в виде зависимостей уровня сигнала (или фазы) на выходе от частоты. При этом, как правило, используется логарифмический масштаб по обеим осям координат.



### Совет.

Удобно использовать бумагу с логарифмическим масштабом по обеим осям, поскольку значения по оси ординат откладываются в децибелах, а по оси абсцисс необходимо отложить широкий диапазон значений частот (что просто неудобно при использовании линейного масштаба).

Генератор сигналов представляет собой идеальный инструмент для снятия частотных характеристик, так как частота генерируемых сигналов изменяется в широких пределах при сохранении постоянства амплитуды сигнала.

Коэффициент усиления испытываемой схемы определяется отношением амплитуды сигнала на выходе  $U_{\text{вых}}$  к амплитуде сигнала на входе  $U_{\text{вх}}$ :

$$K = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}}$$

где  $U_{\text{вых}}$  и  $U_{\text{вх}}$  отсчитываются в среднеквадратичных или амплитудных значениях.

В децибелах коэффициент усиления испытываемой схемы определяется как

$$K = 20 \lg(U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}).$$

Определить коэффициент усиления на различных частотах можно, изменяя частоту входного сигнала (при постоянной амплитуде  $U_{\text{вх}}$ ), измеряя выходное напряжение и вычисляя соответствующее отношение.



### Совет.

Для получения очень точных данных входное напряжение следует измерять каждый раз при установке нового значения частоты, поскольку, как указывалось выше, амплитуда выходного сигнала генератора при изменении частоты может в определенных пределах изменяться.

При снятии частотной характеристики следует контролировать с помощью осциллографа форму выходного и входного сигнала. Если на какой-либо частоте сигнал оказывается искаженным, например, ограниченным, выходное напряжение генератора следует уменьшить.

Если сигнал чрезмерно мал (сравним с уровнем шумов), выходное напряжение генератора надо увеличить. В обоих случаях при расчете коэффициента усиления надо учитывать изменения уровня сигнала. В описании частотной характеристики большое значение имеют верхняя и нижняя граничные частоты — частоты, на которых коэффициент усиления уменьшается до  $0,707 K_{\text{ср}}$ , где  $K_{\text{ср}}$  — коэффициент усиления в области средних частот (рис. 2.9, а).

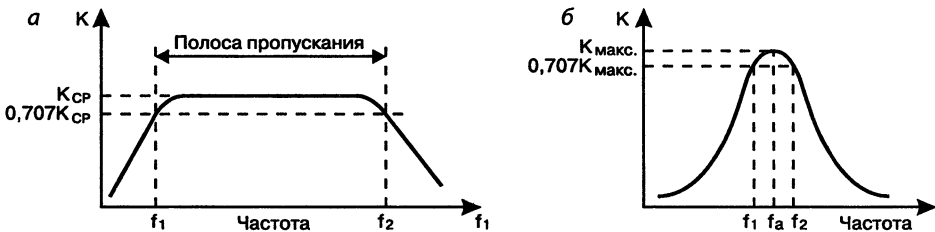


Рис. 2.9. Типичные частотные характеристики:  
а — широкополосного усилителя; б — полосового фильтра

На граничных частотах коэффициент усиления на 3 дБ ниже, чем на средних. Полоса пропускания устройства определяется как разность значений верхней и нижней граничной частот:

$$\Delta f = f_2 - f_1.$$

Для резонансного усилителя или полосового фильтра (рис. 2.9, б) важна величина

$$Q = f_0 / \Delta f,$$

где  $f_0$  — «центральная» частота, на которой коэффициент усиления максимален.

В устройствах с высокими значениями  $K$  ( $K > 10$ ) центральная частота находится примерно посередине между граничными частотами.

## 2.5. Частотомеры

### Принцип действия



**Определение.**

*Частотомер — цифровой прибор, предназначенный для измерения и отображения частоты сигнала, подаваемого на его вход.*

Многие частотомеры позволяют измерять временные интервалы (например, периоды) входных сигналов; такие приборы называются универсальными.

Каждый частотомер имеет генератор временных интервалов — обычно кварцевый генератор, служащий базой времени для частотных и временных измерений. На рис. 2.10 показана упрощенная структурная схема типового универсального частотомера. Входной сигнал проходит через усилитель и аттенюатор. Затем он подается на триггер Шмитта, формирующий острые импульсы синхронно с нарастанием и спадом входного напряжения.

Часто пользователь имеет возможность управлять уровнем запуска триггера Шмитта. Входной делитель частоты осуществляет деление частоты входного сигнала в заданное число раз: 1, 10, 100 и т. д.

Для частотных измерений этот делитель обычно не используется, и при установке переключателя рода работы «Частота —

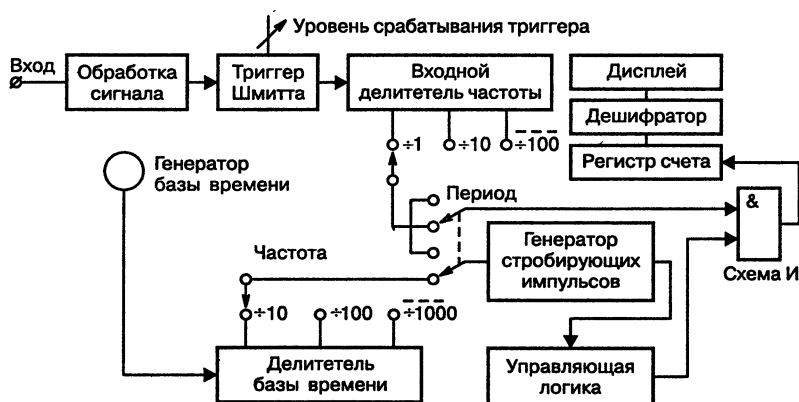


Рис. 2.10. Структурная схема универсального частотомера

Период» в положение «Частота» входные импульсы с позиции делителя «Разделить на 1» непосредственно поступают на вход схемы И («затвора»).

Частота генератора базы времени делится декадными степенями. Соответствующие сигналы используются для запуска стробирующего устройства, формирующего «временные ворота» — интервал времени, в течение которого отсчитывается число импульсов с делителя, установленного на выходе триггера Шмитта. Счетчик считает число импульсов; результат счета отображается на дисплее.

Многие частотомеры позволяют измерять интервалы времени между двумя событиями. Для этой цели генератор базы времени включается и выключается внешними старт-стопными импульсами; они же формируют стробирующий импульс, в течение которого производится счет импульсов. В принципе частотомер позволяет подсчитать число импульсов за любой отрезок времени. Это удобно, например, при подсчете числа случайных импульсов, числа оборотов мотора и т. д.

Некоторые частотомеры позволяют измерять отношение частот. При этом используются два внешних сигнала. Сигнал более низкой частоты управляет затвором, через который проходят подсчитываемые счетчиком импульсы более высокой частоты — этот сигнал выполняет функции генератора базы времени (последний не включается).

## Технические характеристики частотомеров

**Диапазон частот.** Это диапазон, в котором измеряется частота. Для случаев связи по постоянному и переменному току диапазоны частот могут быть различными. В зависимости от стоимости и сложности прибора наивысшая частота может составлять несколько единиц или несколько сотен мегагерц (обычно 100 МГц). СВЧ-частотомеры работают на частотах до нескольких гигагерц.

**Входное сопротивление.** Входное сопротивление (импеданс) обычно составляет 1 МОм или 50 Ом. В некоторых частотомерах входное сопротивление может устанавливаться. Поскольку входные цепи частотомеров широкополосные, повышение входного сопротивления нежелательно из-за соответствующего роста шумов.

**Чувствительность.** Чувствительность — минимальный уровень сигнала, необходимый для переключения, обычно от 10 до 100 мВ (среднеквадратичных). Чувствительность может изменяться при изменении частоты. Для напряжений несинусоидальной формы чувствительность может указываться в амплитудных значениях напряжения. Чувствительность изменяется с помощью аттенюатора (обычно  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ). Чувствительности 20 мВ (среднеквадратичных) в положении аттенюатора  $\times 1$  соответствует отсчет 200 мВ в положении  $\times 10$ .

**Уровень переключения.** Для перемещения петли гистерезиса может вводиться постоянная составляющая. Типичный диапазон, в котором устанавливается уровень переключения, составляет  $\pm 3$  В.

**Разрешение.** Наименьшие отображаемые на дисплее прибора изменения измеряемой величины определяют его разрешение; оно обычно оценивается последним значащим разрядом, т. е.  $\pm 1$  в последнем значащем десятичном разряде дисплея. Учитывая показания декадных делителей, можно вычислить соответствующие изменения измеряемой величины. Так, например, при измерении периодов типичное разрешение составляет  $100 \text{ нс}/N$ , где  $N$  — степень деления декадного делителя (1, 10, 100 и т. д.).

**Характеристики базы времени** — частота и уход частоты за счет старения генератора, воздействия температуры и, возможно, питающего напряжения. Обычно частота генератора 10 МГц. Уходы частоты изменяются в широких пределах в зависимости от качества и цены прибора. Для приборов умеренной стоимости:

- ♦ не более 3 частей из  $10^7$  в месяц за счет старения;
- ♦ не более  $\pm 10$  частей из  $10^6$  в диапазоне температур от 0 до 50 °С;
- ♦ не более  $\pm 1$  части на  $10^7$  для  $\pm 10$  %-ного изменения питающего напряжения.

## 2.6. Осциллографы

### Принцип действия

Осциллограф — уникальный прибор, необходимый для обнаружения неисправностей и ремонта радиоэлектронной аппаратуры. Осциллограф позволяет оператору наблюдать форму сигналов, легко определять амплитудные значения напряжений, измерять частотные и фазовые соотношения. С помощью двулучевого осциллографа можно сравнивать временные параметры двух сигналов.

На рис. 2.11 приведена обобщенная структурная схема осциллографа. Она включает в себя усилители вертикального и горизонтального отклонения луча, генератор развертки, электронно-лучевую трубку (ЭЛТ) и источники высокого и низкого напряжения питания.

Усилитель вертикального отклонения усиливает входной сигнал низких напряжений (порядка 1 мВ) до напряжений, отклоняющих луч так, чтобы этот сигнал было удобно наблюдать на экране ЭЛТ.

Усилитель горизонтального отклонения имеет два входа:

- ♦ один — от генератора развертки, отклоняющий луч по горизонтали экрана ЭЛТ;
- ♦ другой позволяет усиливать и наблюдать на экране внешний сигнал (только по горизонтали).

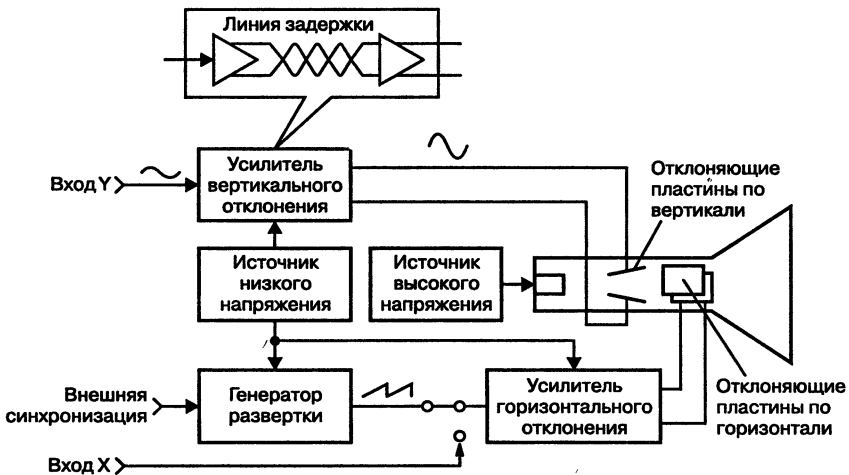


Рис. 2.11. Структурная схема осциллографа



**Генератор развертки.** На выходе генератора развертки формируется линейно нарастающее напряжение. Оно подается на пластины горизонтального отклонения луча трубки и перемещает луч по экрану слева направо. При этом сигнал, поданный на пластины вертикального отклонения, перемещает луч вверх и вниз — таким образом, на экране воспроизводится форма исследуемого сигнала.

Когда луч достигнет правого края экрана, линейно нарастающее напряжение быстро падает — при этом луч перемещается к левому краю экрана. Этот процесс называется **обратным ходом развертки**. Чтобы в это время луч не засвечивал экран, его гасят с помощью предназначенного для этого бланкирующего устройства.

### Двулучевой осциллограф

Для наблюдения двух осциллограмм на экране ЭЛТ можно использовать трубку с двумя электронными прожекторами. Можно также использовать однолучевую ЭЛТ и электронный коммутатор для поочередной подачи сигналов на пластины вертикального отклонения ЭЛТ.

Две осциллограммы на экране однолучевой ЭЛТ можно получить двумя способами. **Первый** из них (метод прерывания сигнала) предусматривает временное разделение сигналов между двумя усилителями вертикального отклонения с достаточно высокой частотой. Мультивибратор управляет электронным ключом, коммутирующим каналы А и В (рис. 2.12). Качество воспроизведения осциллограмм может ухудшаться, если частота прерываний равна или кратна частоте сигнала.

В основе **второго** метода (метода чередования каналов) также лежит схема, показанная на рис. 2.12, но в этом случае ключ коммутирует каналы на всю длительность развертки. Сигнал во время развертки не прерывается, что улучшает качество осциллограммы. Если этот метод использовать при низкой частоте развертки, оператор на экране попеременно будет видеть два следа луча.



#### Совет.

*Чтобы избежать такого неудобства на низких частотах, следует пользоваться методом прерывания изображения, а на высоких частотах — методом попеременного воспроизведения.*

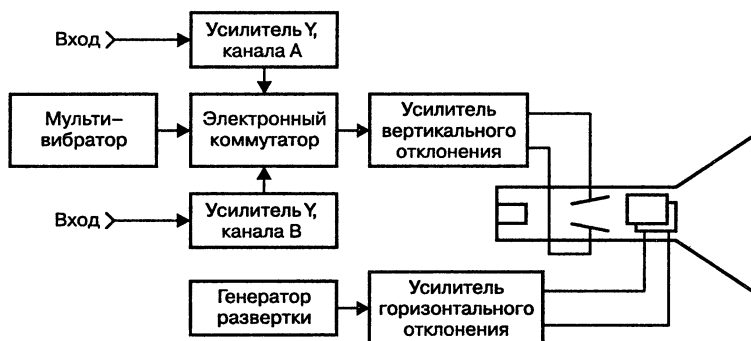


Рис. 2.12. Структурная схема двулучевого осциллографа

В некоторых моделях осциллографов предусмотрено автоматическое переключение рода работы.

### Цифровой запоминающий осциллограф

Эти приборы используют цифровую память и представляют собой дальнейшее усовершенствование стробоскопических осциллографов. Амплитудные значения напряжения входного сигнала на выходе аналого-цифрового преобразователя хранятся в памяти прибора.

Накопленная информация на выходе цифро-аналогового преобразователя формируется в сигнал управления ЭЛТ и отображается по команде оператора. Многие цифровые осциллографы могут запоминать и отображать входные сигналы в реальном масштабе времени в пределах частотных возможностей аналогового устройства.

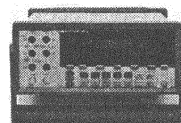
Большинство таких осциллографов могут отображать нестационарные процессы. Они могут работать с аналоговыми устройствами, имеющими полосу до 50 МГц, и воспроизводить нестационарные процессы длительностью до 10 нс при скоростях до  $200 \times 10^6$  выборок/с. Известны различные модификации таких осциллографов. Способность запоминать информацию в цифровой форме обеспечивает им широкую популярность при выполнении различных измерений.

## 2.7. Типы современных электроизмерительных приборов

### Мультиметры

#### *Вольтметр универсальный Fluke 8845A*

- ♦ Базовая погрешность 0,0035 %;
- ♦ пост./перем. U: 0,1 мкВ — 1000 В в полосе 3 Гц — 300 кГц (AC+DC, True RMS);
- ♦ пост./перем. I: 0,1 нА — 10 Аз Гц — 10 кГц (AC+DC, True RMS), 10 мкОм — 1 ГОм;
- ♦ испытание р-п-переходов, прозвон, измерение частоты/периода, графический дисплей 6,5 разряда, безбумажный регистратор Trendplot, режимы статистики и гистограммы, удержание, фиксация min/max значений, дельта-измерения, автоустановка нуля, относительные измерения dBm, dB;
- ♦ интерфейсы RS-232/LAN/GPIB;
- ♦ масса 3,6 кг.



#### *Вольтметр универсальный Agilent Technology*

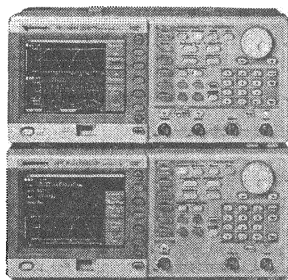
- ♦ Базовая погрешность от 0,004 %;
- ♦  $V = /\sim 0,1$  мкВ—1000 В, (3 Гц—300 кГц);
- ♦  $I = 10$  нА—3 А;
- ♦  $I \sim 1$  мА...3 А, (3 Гц...5 кГц), F (T) 3 Гц (0,333 С)—300 кГц (3,33 мкС);
- ♦ проверка непрерывности цепи, проверка р-п-переходов;
- ♦ функции: автокалибровка и установка нуля, вычисление min и max значений, дБм, дБ, тестирование на соответствие заданным пределам, автоматическое запоминание показаний (до 512 показаний), измерение отношения измеряемого напряжения к опорному;
- ♦ масса 3,6 кг.



### Генераторы сигналов

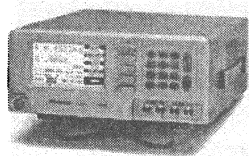
#### *Генератор сигналов специальной формы Tektronix AFG3021B*

- ♦ 1 канал;
- ♦ выходной сигнал: синус, меандр, импульс с перестраиваемым временем нарастания, пила, треугольник, Sin x/x, нарастающая



- и спадающая экспонента, функции Гаусса, Лоренца, Хевисайна, шум;
- ♦ диапазон частот:
  - синус — от 1 мкГц до 25 МГц;
  - меандр — от 1 мкГц до 12,5 МГц;
  - произвольная форма — от 1 мГц до 12,5 МГц;
- ♦ погрешность установки частоты  $\pm 1 \times 10^{-6}$ ;
- ♦ выходной уровень от 10 мВ до 10 В;
- ♦ виды модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ИМ, ГКЧ;
- ♦ выход ТТЛ с вводимой задержкой;
- ♦ ЦАП 14 бит;
- ♦ дискретизация 250 МГц;
- ♦ до 128 кБ;
- ♦ ЖК-дисплей 5,6 дюйма;
- ♦ ПО для формирования сигнала произвольной формы;
- ♦ интерфейсы: ДУ, USB, LAN, GPIB;
- ♦ масса 4,5 кг.

### ***Прецизионные измерители RLC параметров цифровые LCR-816, LCR-826 (Good Will Instrument Co., Ltd.)***



- ♦ измерение сопротивления, емкости, индуктивности, тангенса угла потерь, добротности, эквивалентного последовательного/параллельного сопротивления;
- ♦ базовая погрешность 0,1 %;
- ♦ тест-сигнал 100 Гц — 2 кГц;
- ♦ последовательная/параллельная схема замещения;
- ♦ внутреннее смещение 2 В, внешнее смещение до 30 В;
- ♦ запись/считывание до 100 профилей;
- ♦ одновременная индикация двух результатов измерения;
- ♦ измерение в абсолютных и относительных единицах,  $\Delta$ -измерения;
- ♦ усреднение результатов измерения (1—255);
- ♦ программная компенсация начальной емкости и сопротивления;
- ♦ большой высококонтрастный ЖК-дисплей с подсветкой;
- ♦ опция: интерфейс RS-232 (LCR-816) сортировщик компонентов (LCR-826).

### *Анализатор качества электроэнергии Fluke 43B*

Сочетает функции анализатора напряжения питания, мультиметра и цифрового осциллографа (на базе FLUKE 123):

- ♦ анализ до 51-й гармоники напряжения, тока и мощности;
- ♦ осциллографирование формы напряжения и тока с вычислением мощности и коэффициента мощности;
- ♦ регистрация в режиме «самописца» уровня напряжения и тока (от 4 мин до 16 дней) и последующий анализ выбросов и спадов (дата, время) с помощью курсора;
- ♦ регистрация и память до 40 переходных помех ( $> 40$  нс);
- ♦ порог 20/50/100/200 % с метками даты и времени;
- ♦ память на 10 экранов;
- ♦ универсальное питание;
- ♦ масса 1,1 кг.



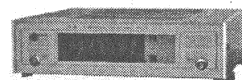
### *Измеритель мощности Protec M733*

- ♦ диапазон входных частот до 2,9 ГГц;
- ♦ 4 предела измерений: 2 / 20 / 200 / 2000 мВт;
- ♦ максимальная мощность на входе 1 Вт (кратковременно);
- ♦ автоматическая установка нуля, автовыбор предела измерений, удержание показаний;
- ♦ ЖК-дисплей,  $3\frac{1}{2}$  (4 разряда);
- ♦ отображение измеряемой мощности: дБмВ, мВ, дБм, мВт;
- ♦ батарейное питание, индикация разряда батареи;
- ♦ индикация малого входного уровня и перегрузки;
- ♦ компактное исполнение.



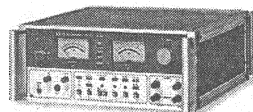
### *Измеритель разности фаз Ф2-34*

- ♦ Диапазон частот:  $0,5—5 \times 10^6$  Гц;
- ♦ диапазон входных напряжений, В:
  - непосредственно на входах 1 и 2: 0,002—2;
  - с выносными делителями 1:100: 0,2—200;
- ♦ пределы измерения фазовых сдвигов:  $0—360^\circ$ ;
- ♦ разрешающая способность:  $0,01^\circ$ ;



- ♦ пределы основной погрешности измерения фазовых сдвигов:
  - $\pm (0,1—0,5)$  (0,5—20 Гц);
  - $\pm 0,1^\circ$  (20 Гц — 100 кГц);
  - $\pm (0,1—0,6)^\circ$  (100 кГц — 5 МГц);
- ♦ пределы погрешности измерения фазовых сдвигов из-за неравенства уровней напряжений непосредственно на входах 1 и 2 (А, дБ) относительно уровня 2 В:
  - $\pm (0,1—0,3) A^\circ$  (0,5— 1 Гц);
  - $\pm 0,075 A^\circ$  (1—5 Гц);
  - $\pm (0,05—0,075) A^\circ$  (200 кГц—2 МГц);
  - $\pm (0,1—0,15) A^\circ$  (2—5 МГц);
- ♦ потребляемая мощность: 35 В×А;
- ♦ заменяет: Ф2-11, Ф2-13, Ф2-16;
- ♦ рекомендуемая замена: ФК2-35;
- ♦ масса: 4,8 кг;
- ♦ габариты: 316 × 93 × 312 мм.

### *Измеритель сопротивления заземления GCT-630 GW Instek*

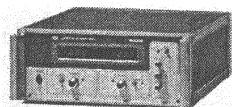


- ♦ диапазон измеряемых сопротивлений от 0 до 0,6 Ом;
- ♦ тестовый ток до 32 А;
- ♦ 4-проводная схема измерения;
- ♦ непрерывный и однократный режимы измерения;
- ♦ компенсация сопротивления цепи подключения к контуру заземления (до 0,1 Ом);
- ♦ одновременное отображение результатов измерения и параметров тест-сигнала;
- ♦ дистанционное включение/выключение режима измерения;
- ♦ звуковой контроль.

### *Источник питания постоянного тока GPR-100H05D GW Instek*

- ♦ один канал: макс. 1000 В, 75 А, 900 Вт;
- ♦ нестабильность от 0,01 %; пульсации 2 мВ, 5 мА ср. кв.;
- ♦ дискретность индикации от 10 мВ; 10 мА;
- ♦ плавная установка напр. и тока 10-оборотным потенциометром;

- ♦ режимы стабилизации напряжения и тока;
- ♦ безинерционная защита от перегрузки;
- ♦ защита от переплюсовки;
- ♦ электронное отключение нагрузки;
- ♦ выход для подключения удаленной нагрузки;
- ♦ цифровая индикация тока и напряжения (4 разряда, СДИ).



### *Клещи токоизмерительные Ch. ВЕНА gmbh*

- ♦ клещи: ~ 32/ 320 А, разреш. от 0,01 А ( $\pm 1,2\%$ );
- ♦ «открытый» вход: ~ 32/ 320 А, разреш. от 0,1 А ( $\pm 10\%$ );
- ♦ полоса частот 50/ 60 Гц;
- ♦ измерения в 1-фазных и 3-фазных сетях (одно- и многопроводные (многожильные));
- ♦ 33 мм/ 20 мм;
- ♦ 3,5 ЖК-индикатор (3200);
- ♦ автовыключение;
- ♦ удержание;
- ♦ питание  $2 \times 1,5$  В;
- ♦ масса 130 г.



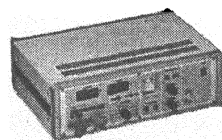
### *Мультиметр цифровой Fluke 87v*

- ♦ постоянное и переменное (20 кГц, TrueRMS) напряжение до 1000 В с базовой погрешностью от  $\pm 0,05\%$  и разрешением от 10 мкВ;
- ♦ постоянный и переменный ток до 10 А (20 А кратковременно);
- ♦ измерение сопротивления, емкости, частоты, температуры с внешней термопарой.



### *Нагрузка электронная Ch. ВЕНА gmbh*

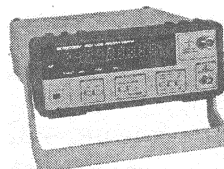
- ♦ ток до 100 А;
- ♦ напряжение до 30 В;
- ♦ мощность до 1 кВт;
- ♦ трехразрядная индикация (разрешение 100 мВ/ 1 А);
- ♦ плавная установка параметров;
- ♦ режим динамической нагрузки;



- ♦ нестабильность тока не более 0,25 %;
- ♦ защита от перегрузки и перегрева;
- ♦ выход на регистратор;
- ♦ аналоговый управляющий вход;
- ♦ масса 14 кг.

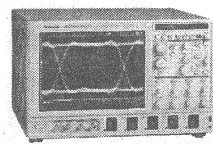
### *Частотомер 3,5 ГГц, 1856D фирмы BK Precision*

- ♦ интерфейс RS-232;
- ♦ широкий диапазон измерений до 3,5 ГГц;
- ♦ яркий 9-разрядный светодиодный индикатор;
- ♦ режим измерения периода для точных низкочастотных измерений;
- ♦ точная временная база с термокомпенсированным генератором.



### *DSA-70404 цифровой осциллограф*

- ♦ анализатор телекоммуникационных сигналов на 4 ГГц;
- ♦ 4 канала (50 Ом, TekConnect), скорость нарастания 66 пс (20—80 %), дискрет. в реальном времени до 25 ГГц на всех каналах, память 20 Мб/канал (опц. до 100 Мб/канал);
- ♦ джиттер запуска 1 пс (RMS);
- ♦ мин. шумовой джиттер 425 фс (RMS);
- ♦ DPO/DPX-захват до 250000 осц/с;
- ♦ цветной сенсорный XGA-дисплей 30 см, развертка 10 мВ — 1 В/дел. и 20 пс/дел — 1000 с/дел.;
- ♦ Pinpoint-синхронизация (более 1400 режимов);
- ♦ запуск по паттерну и телекоммуникационным сигналам (стандартно);
- ♦ аппаратное восстановление тактовой частоты (стандартно);
- ♦ БПФ, 53 а/измерений, пользовательские фильтры, глазковые диаграммы, статистика и гистограммы.





## 2.8. Сайты по электроизмерительным приборам

<a href="http://www.electric-shop.ru">http://www.electric-shop.ru</a>	Интернет-магазин по продаже электроизмерительной техники
<a href="http://www.priborm.ru">http://www.priborm.ru</a>	Компания «Прибор-М» — широкий спектр измерительных приборов
<a href="http://www.sonel.ru">http://www.sonel.ru</a>	Компания СОНЭЛ, представитель польской фирмы измерительных приборов
<a href="http://www.bris.ru">http://www.bris.ru</a>	Компания БРИС — разработка, производство и поставка измерительных приборов
<a href="http://www.cooltester.ru">http://www.cooltester.ru</a>	Компания Профтэк — продажа измерительных приборов
<a href="http://www.megometr.ru">http://www.megometr.ru</a>	Измерительные приборы компании БРИС
<a href="http://www.centeramper.ru">http://www.centeramper.ru</a>	Компания Центр-Ампер — продажа электроизмерительных приборов
<a href="http://www.mzep.ru">http://www.mzep.ru</a>	Московский завод электроизмерительных приборов
<a href="http://www.kipo.ru">http://www.kipo.ru</a>	Продажа контрольно-измерительных приборов и оборудования
<a href="http://www.pribo.ru">http://www.pribo.ru</a>	ООО «Приборсервис» (г. Москва) — продажа и ремонт измерительных приборов
<a href="http://pspribor.ru">http://pspribor.ru</a>	ООО «Промспецеэлектр» (г. Королев) — поставка измерительных приборов
<a href="http://www.rakurs-spb.ru">www.rakurs-spb.ru</a>	ООО «Ракурс» (Санкт-Петербург) — комплектация и продажа контрольно-измерительных приборов.
<a href="http://www.tek-know.ru">http://www.tek-know.ru</a>	Интернет-магазин измерительной техники
<a href="http://energosila.ru">http://energosila.ru</a>	ООО «Энергосила» — производитель электроизмерительного оборудования
<a href="http://www.amper-com.ru">http://www.amper-com.ru</a>	ЗАО «Ампер-Ком» — поставки радиоизмерительных и электроизмерительных приборов

<a href="http://www.kipinfo.ru">http://www.kipinfo.ru</a>	Журнал «Кипинфо» по измерительным приборам
<a href="http://www.elecab.ru">http://www.elecab.ru</a>	Справочный сайт электрика и энергетика
<a href="http://www.vzep.vitebsk.by">http://www.vzep.vitebsk.by</a>	Витебский завод электроизмерительных приборов
<a href="http://belenergo.narod.ru">http://belenergo.narod.ru</a>	«Белэнергоприбор» — производитель электрооборудования
<a href="http://www.pribor-service.ru">http://www.pribor-service.ru</a>	Компания «Прибор-Сервис» (г. Королев) — продажа и техническое обслуживание электроизмерительных приборов
<a href="http://www.doka.lviv.ua">http://www.doka.lviv.ua</a>	НПФ «Дока» (г. Львов) — поставка электроизмерительного и другого оборудования
<a href="http://megom.nm.ru">http://megom.nm.ru</a>	Группа компаний «Электроизмерительные приборы», подбор и поставка приборов по заказу
<a href="http://www.enbaza.ru">http://www.enbaza.ru</a>	ЗАО «Энергобаза» — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://tirs-spb.ru">http://tirs-spb.ru</a>	ЗАО НПФ «Тирс» — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.eliz.com.ua">http://www.eliz.com.ua</a>	Житомирский завод «Электроизмеритель»
<a href="http://www.ruspribor.com">www.ruspribor.com</a>	ООО «Русприбор» (г. Рязань) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.etaloros.ru">http://www.etaloros.ru</a>	ООО «Эталорос» (г. Ростов-на-Дону) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.rdtrade.ru/">http://www.rdtrade.ru/</a>	ООО «РД Трейд» (г. Нижний Новгород) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.elektrosarg.ru">www.elektrosarg.ru</a>	ЗАО «Электросарг» (г. Москва) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.energokip.ru/">http://www.energokip.ru/</a>	НПК «Энергокип» (г. Москва) — поставка электроизмерительных приборов

<a href="http://www.mirmsk.ru">http://www.mirmsk.ru</a>	ООО «Мир Энерго» (Москва) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.radiomir.org">http://www.radiomir.org</a>	Компания Radiomir.org (г. Луганск) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.prometer.ru">http://www.prometer.ru</a>	ООО «Орбит-Меррит» — продажа чешских электроизмерительных приборов
<a href="http://www.kipkr.ru/">http://www.kipkr.ru/</a>	ООО «Крайсибстрой» (г. Красноярск) — продажа электроизмерительных приборов
<a href="http://ukrmashpribor.narod.ru/">http://ukrmashpribor.narod.ru/</a>	Компания «Укрмашприбор» (г. Харьков) — поставка контрольно-измерительных приборов
<a href="http://www.sea.com.ua">http://www.sea.com.ua</a>	Фирма «СЭА Электроникс» (г. Киев) — продажа импортных измерительных приборов
<a href="http://zapadpribor.com">http://zapadpribor.com</a>	ЧП «Западприбор» (г. Львов) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://metrokip.com">http://metrokip.com</a>	Фирма «Метрополис Групп» (г. Харьков) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.terra-nsk.ru">http://www.terra-nsk.ru</a>	Компания «Терра-Импекс» — продажа электроизмерительных приборов
<a href="http://nemz.narod.ru">http://nemz.narod.ru</a>	ЗАО «Новочебоксарский электромеханический завод» — производство электроизмерительных приборов
<a href="http://www.kipia.com.ua">http://www.kipia.com.ua</a>	ЧФ «Гранум» — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.electrometr.ru">http://www.electrometr.ru</a>	Компания «Профтэк» (г. Санкт-Петербург) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.tdpribor.ru">http://www.tdpribor.ru</a>	ООО «Прибор» (г. Смоленск) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.kipia-pribor.ru">http://www.kipia-pribor.ru</a>	ООО «Энергопромавтоматика» (г. Москва) — поставка электроизмерительных приборов
<a href="http://www.diagnost.ru">http://www.diagnost.ru</a>	Компания «Диагност» (г. Москва) — поставка электроизмерительных приборов

## РЕМОНТ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

*Описанные в этой главе источники питания постоянного тока представляют собой электронные схемы, преобразующие переменный ток в постоянный. Рассмотрены как линейные, так и импульсные источники питания. Завершается глава описанием устройства и ремонта бесперебойных источников питания.*

### 3.1. Понятия и определения



#### **Определение.**

*Линейная стабилизация напряжения — это создание постоянного напряжения с заранее заданным уровнем, непрерывно управляемым переменным сопротивлением, включенным последовательно или параллельно нагрузке (под переменным сопротивлением подразумевают электронный элемент или устройство).*

Обычно для поддержания выходного напряжения на желаемом уровне вне зависимости от изменений нагрузки или входного напряжения определяют значение выходного напряжения и соответствующим образом изменяют значение переменного сопротивления.

### 3.2. Нестабилизированные источники питания

Выпрямитель преобразует переменный ток в пульсирующий постоянный ток. На рис. 3.1, а показан однополупериодный выпрямитель. Когда на вход подается сигнал переменного тока, диод пропускает только положительные полупериоды. В это время через диод

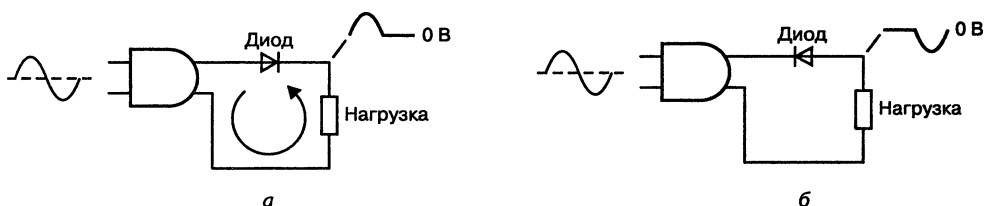


Рис. 3.1. Однополупериодный выпрямитель:

а — выпрямитель положительного полупериода; б — выпрямитель отрицательного полупериода

течет ток, который создает на сопротивлении нагрузки пульсирующее положительное напряжение. Для получения отрицательного напряжения нужно изменить полярность включения диода (рис. 3.1, б).

Среднее значение переменного напряжения на входе выпрямителя, показанного на рис. 3.1, равно нулю, поскольку положительный полупериод компенсирует отрицательный.

Другой характеристикой напряжения является его среднеквадратичное (или эффективное) значение.



#### Определение.

**Среднеквадратичное (эффективное) значение** — это переменное напряжение, при котором в резисторе выделяется такое же количество тепла, как и при известном постоянном напряжении.

Как оказалось, среднеквадратичное значение переменного напряжения 120 В эквивалентно 120 В постоянного напряжения. Так как измерительные приборы градуируются в среднеквадратичных значениях напряжения, амплитудные значения можно найти по формуле (рис. 3.2):

$$E_{\text{МАКС}} = E_{\text{ср.кв}} \times 1,414 = 120 \times 1,414 = 169,7 \text{ В.}$$

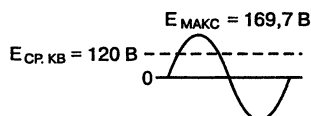


Рис. 3.2. Нахождение максимального значения напряжения



#### Примечание.

**Среднее значение полуволны выходного напряжения можно определить, умножая амплитудное значение на коэффициент 0,318 (рис. 3.3).**

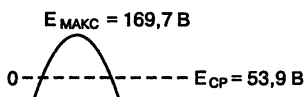


Рис. 3.3. Нахождение среднего значения напряжения

Если амплитудное значение равно 169,7 В, тогда среднее значение напряжения будет

$$E_{\text{СР}} = E_{\text{МАКС}} \times 0,318 = 169,7 \times 0,318 = 53,9 \text{ В.}$$

### 3.3. Двухполупериодный выпрямитель

Двухполупериодное выпрямление получают при использовании схемы:

- ♦ с двумя диодами и выводом от средней точки вторичной обмотки трансформатора (рис. 3.4);
- ♦ мостовой схемы (рис. 3.5).

При двухполупериодном выпрямлении:

- ♦ диод VD1 пропускает положительный полупериод поступающего напряжения (рис. 3.4, а);
- ♦ диод VD2 пропускает отрицательный (рис. 3.4, б).

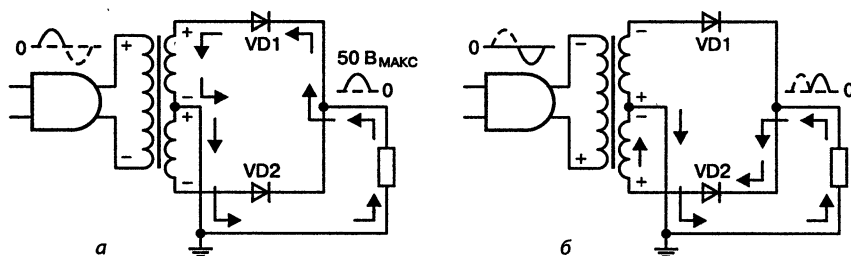


Рис. 3.4. Двухполупериодный выпрямитель: а — первый полупериод; б — второй полупериод

В результате на нагрузке оказывается пульсирующее постоянное напряжение, частота пульсаций которого в два раза выше, чем в случае однополупериодного выпрямителя. При этом на нагрузке выделяется большая мощность, чем при однополупериодном выпрямлении.

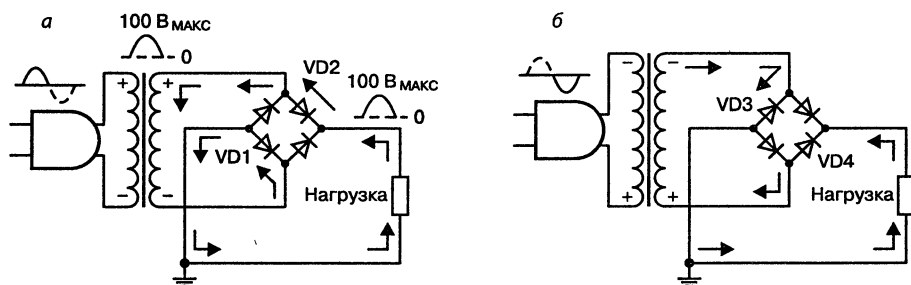


Рис. 3.5. Мостовой выпрямитель:  
а — первый полупериод; б — второй полупериод



#### Примечание.

*Недостатком такого выпрямления является то, что максимальное выпрямленное напряжение не может превышать половину максимального напряжения на вторичной обмотке трансформатора.*

Поскольку используется трансформатор с выводом средней точки, в каждый момент времени эффективно используется только половина напряжения вторичной обмотки трансформатора.

Измерив среднеквадратичное значение напряжения на нагрузке, можно рассчитать амплитудное значение напряжения:

$$E_{\text{макс}} = 1,414E_{\text{ср.кв.}}$$

Среднее напряжение в два раза больше, чем в случае однополупериодного выпрямления; его находят по формуле

$$E_{\text{ср}} = 0,636E_{\text{макс}}$$

### 3.4. Мостовой выпрямитель

Мостовой выпрямитель создает на нагрузке максимальное напряжение, равное по значению напряжению на вторичной обмотке трансформатора. Как показано на рис. 3.5, а:

- ♦ диоды VD1 и VD2 пропускают первый полупериод;
- ♦ диоды VD3 и VD4 пропускают второй полупериод.

Мостовая схема обеспечивает двухполупериодное выпрямление, при котором среднее значение напряжения снова можно найти по формуле

$$E_{\text{ср}} = 0,636E_{\text{макс}}$$

## 3.5. Схемы фильтров

### Назначение

Для получения постоянного напряжения с низким уровнем пульсаций, необходимого для большинства электронных схем, между выходом выпрямителя и нагрузкой включают сглаживающие фильтры.

### Емкостные фильтры

Простейшим фильтром может быть конденсатор, включенный на выходе одно- или двухполупериодного выпрямителя (рис. 3.6, а). При возрастании входного напряжения конденсатор заряжается. В промежутках времени, когда напряжение пульсаций снижается относительно максимального значения, он поддерживает на нагрузке рабочее напряжение (рис. 3.6, б).

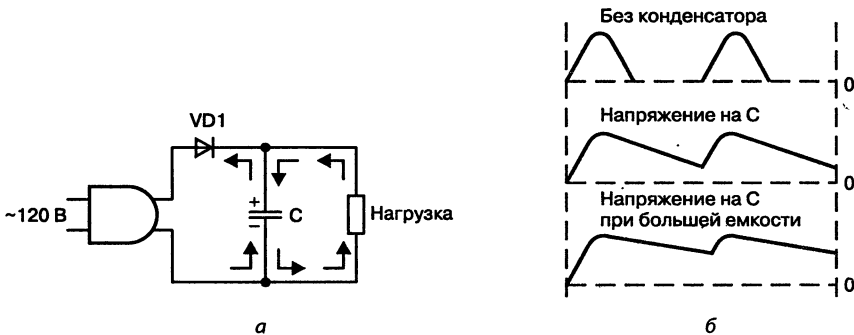


Рис. 3.6. Емкостной фильтр:  
а — схема емкостного фильтра; б — действие фильтра

С приходом каждого положительного импульса конденсатор заряжается, а затем разряжается. Насколько конденсатор разрядится, зависит от нагрузки, включенной в схему, от емкости конденсатора С и от тока, который способен обеспечить трансформатор.

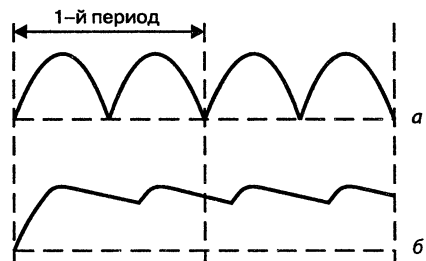


Рис. 3.7. Фильтрация в двухполупериодном выпрямителе. График выходного напряжения:  
а — без конденсатора; б — с конденсатором



На рис. 3.7 показан емкостный фильтр, включенный на выходе двухполупериодного источника питания.



#### Примечание.

*Любой фильтр, в котором конденсатор непосредственно следует за выпрямителем, является для выпрямителя дополнительной нагрузкой.*

В момент первого включения конденсатор полностью разряжен. И пока конденсатор не зарядится, он накоротко замыкает выпрямитель.

В результате ток через трансформатор и выпрямитель в это время очень велик. После того, как конденсатор зарядился, и напряжение вторичной обмотке приближается к максимальному во время отрицательного полупериода, напряжение на диоде в два раза превышает напряжение на конденсаторе.

Это происходит и в однополупериодных и в двухполупериодных выпрямителях.



#### Совет.

*Следовательно, следует выбирать диоды, которые могут выдержать такое повышенное напряжение.*

В случае мостовых выпрямителей эти трудности не возникают. В них диоды никогда не подвергаются воздействию напряжения, превышающего максимальное напряжение на вторичной обмотке.

## RC-фильтры

RC-фильтр обеспечивает такую же фильтрацию, как и конденсатор очень большой емкости (и стоимости), но в нем применяются два конденсатора меньшей емкости и один резистор (рис. 3.8).

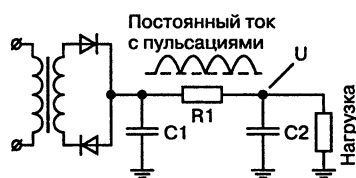


Рис. 3.8. RC-фильтр

Конденсатор  $C1$  выполняет ту же функцию, что и в емкостном фильтре. Однако для проходящего к нагрузке постоянного тока сопротивление конденсатора  $C2$  очень велико. Для любых пульсаций переменного тока, прошедших через цепь  $R1$  и  $C1$ , сопротивление конденсатора  $C2$  оказывается очень низ-

ким. Пульсации снижаются, сглаживая постоянный ток. Если необходимо, можно добавить к фильтру вторую RC-цепь.

### LC-фильтры

LC-фильтр (рис. 3.9) подобен RC-фильтру, показанному на рис. 3.8, с той разницей, что в нем вместо резистора R1 включена индуктивность (дроссель). Для проходящего через него постоянного тока дроссель имеет низкое сопротивление. В этом смысле он более эффективен, чем резистор. Однако дроссели более дороги, чем резисторы, и более громоздки.

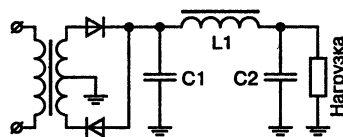


Рис. 3.9. LC-фильтр



#### Примечание.

*Фильтры индуктивного типа хорошо работают потому, что они реагируют на изменения тока, в то время как конденсаторы реагируют на изменения напряжения.*



#### Внимание.

*Не отключайте нагрузку от работающего источника питания, в котором применяются LC-фильтры. Это может вызвать броски индуктивного тока, способные разрушить выпрямительные диоды.*

## 3.6. Схемы удвоения напряжения

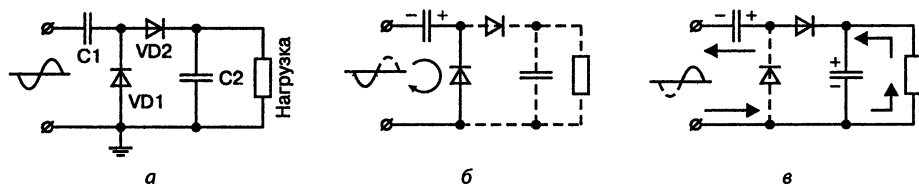
### Назначение

Для создания постоянного напряжения, превышающего максимальное напряжение сети, применяются повышающие трансформаторы или умножители напряжения. Широко известны удвоители напряжения, вдвое увеличивающие входное напряжение.

Умножители напряжения более высоких порядков применяются только в слаботочных схемах, где значение напряжения не критично.

### Однополупериодные схемы удвоения напряжения

На рис. 3.10 показан однополупериодный удвоитель напряжения. Отрицательным полупериодом входного напряжения конденсатор C1



**Рис. 3.10. Однополупериодный удвоитель напряжения:**  
 а — схема однополупериодного удвоителя напряжения; б — первый полупериод;  
 в — второй полупериод

заряжается до максимального значения (рис. 3.10, б). Затем во время положительного полупериода к напряжению на  $C1$  добавляется максимальное входное напряжение.

В результате диод  $VD2$  пропускает ток, а  $C2$  заряжается до максимального напряжения, которое в два раза превышает входной сигнал.

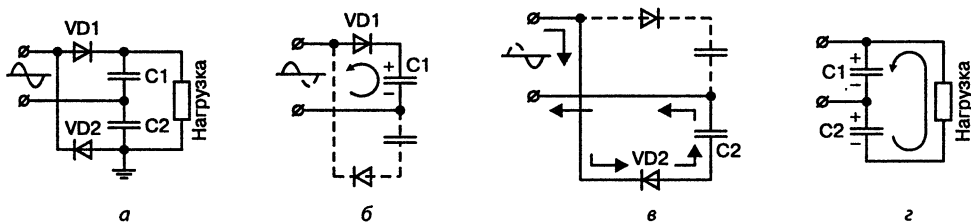


#### Примечание.

Поскольку конденсатор  $C2$  заряжается только в течение одного полупериода входного сигнала, удвоитель напряжения называют однополупериодным.

### Двухполупериодный удвоитель напряжения

На рис. 3.11, а показана схема двухполупериодного удвоителя напряжения. Во время положительного полупериода входного сигнала конденсатор  $C1$  заряжается через диод  $VD1$  (рис. 3.11, б). Затем во время отрицательного полупериода конденсатор  $C2$  заряжается через диод  $VD2$  и напряжения на двух конденсаторах складываются, формируя общее максимальное напряжение, в два раза превышающее максимальное входное напряжение.



**Рис. 3.11. Двухполупериодный удвоитель напряжения:**  
 а — схема двухполупериодного удвоителя напряжения; б — первый полупериод;  
 в — второй полупериод; г — сигнал в нагрузку снимается с разделенных конденсаторов

Общее выходное напряжение распределяется между конденсаторами С1 и С2 так, что ни один из них не попадает под воздействие полного выходного напряжения, как это было в случае однополупериодного удвоителя напряжения.

## 3.7. Источники питания с последовательной стабилизацией

### Назначение

Схемы стабилизации напряжения предназначены для создания на нагрузке постоянного напряжения, не зависящего от колебаний напряжения сети или изменений сопротивления нагрузки. Мерой степени стабилизации напряжения служит коэффициент стабилизации  $K_{ст}$ , который можно определить из следующей формулы:

$$K_{ст} = 100 [ (E_{бн} - E_{пн}) / E_{пн} ],$$

где  $E_{бн}$ ,  $E_{пн}$  соответствуют напряжениям без нагрузки и при полной нагрузке.



#### Примечание.

*Идеальным является нулевой коэффициент стабилизации, но он недостижим. Это означало бы, что выходное напряжение постоянно при любой нагрузке.*

### Простейший стабилизатор напряжения

Простейшим стабилизатором напряжения является сочетание стабилитрона и резистора (рис. 3.12). При определенном напряжении в диоде происходит пробой Зенера (стабилитрона) и на нем поддерживается стабильное постоянное напряжение.

Резистор R, включенный последовательно, ограничивает ток, предохраняя стабилитрон от повреждения избыточным током.

Это наиболее общая схема шунтирующего стабилизатора, поскольку стабилитрон включен параллельно нагрузке.

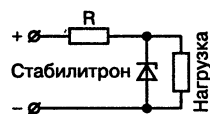


Рис. 3.12. Стабилизатор напряжения на стабилитроне

## Последовательный стабилизатор

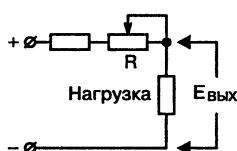


Рис. 3.13. Последовательный стабилизатор

Последовательный стабилизатор представляет собой переменное сопротивление, включенное последовательно с нагрузкой (рис. 3.13). При уменьшении нагрузки уменьшается и  $R$  для поддержания постоянного напряжения на нагрузке. Если же входное напряжение стабилизатора возрастает, увеличивается и  $R$ .

## Стабилизатор на стабилитроне и транзисторе

Как следует из рис. 3.14, простой, но эффективный стабилизатор последовательного типа можно выполнить, используя стабилитрон с транзистором.

Транзистор включен как эмиттерный повторитель. Разность между входным напряжением и напряжением на стабилитроне составляет приблизительно 0,6 В, т. е. оно равно падению напряжения на переходе эмиттер-база. Такое включение позволяет стабилизатору отдавать больший ток в нагрузку.

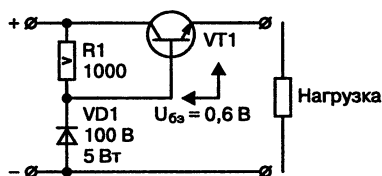


Рис. 3.14. Последовательно включенный регулирующий транзистор

## Транзисторный стабилизатор с парой Дарлингтона

Еще более эффективного управления током можно достигнуть, включив второй транзистор для образования так называемой пары Дарлингтона (рис. 3.15).



### Примечание.

Преимуществом такой схемы является возможность применения резистора и стабилитрона, рассчитанных на меньшую мощность.

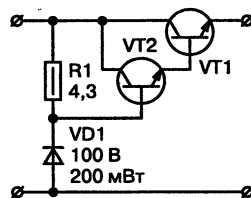


Рис. 3.15. Пара Дарлингтона

### Стабилизатор с обратной связью на транзисторах

Широко используются стабилизаторы с обратной связью, изготовленные как на базе дискретных компонентов, так и на основе интегральных схем. Принцип работы такого стабилизатора поясняется рис. 3.16.

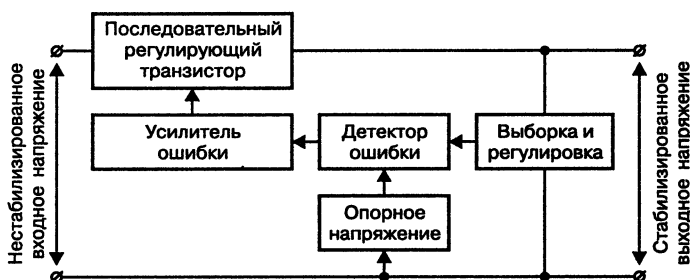


Рис. 3.16. Функциональная схема стабилизатор с обратной связью

Выходное напряжение сравнивается с известным эталонным напряжением. Сигнал ошибки (разность между стабилизируемым и известным напряжениями) усиливается и используется для управления переменным последовательным сопротивлением (последовательно включенным регулирующим транзистором). Основная транзисторная схема показана на рис. 3.17, а схема с использованием операционного усилителя — на рис. 3.18.

В схеме на рис. 3.17 транзистор обнаруживает сигнал рассогласования и усиливает его. Если выходное напряжение растет, увеличивается и  $E_{o.c.}$ .

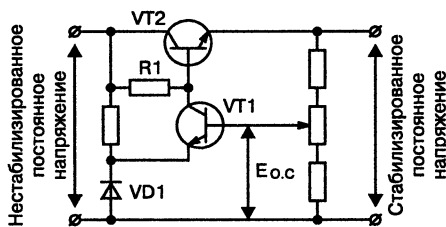


Рис. 3.17. Стабилизатор с обратной связью на транзисторах

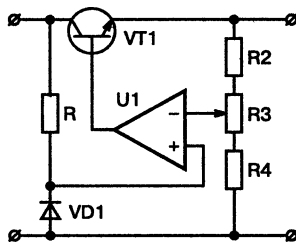


Рис. 3.18. Стабилизатор с обратной связью на операционном усилителе

В результате этого возрастает проводимость транзистора VT1, и через R1 протекает больший ток.

При этом понижается напряжение на базе транзистора VT2, следствием чего будет увеличение сопротивления VT2 и повышение выходного напряжения до исходного значения.

### Стабилизатор с обратной связью на операционном усилителе

Стабилизатор, показанный на рис. 3.18, работает почти так же, как и описанный выше (рис. 3.17), за исключением того, что коэффициент усиления операционного усилителя гораздо выше, чем одиночного транзистора.

Усилитель усиливает разность между опорным напряжением на VD1 и стабилизируемым напряжением на R3 и соответствующим образом управляет транзистором VT1. Если напряжение на R3 растет, VD1 начинает запирают VT1.

Характерной особенностью стабилизаторов с обратной связью является то, что выходным напряжением легко управлять, изменяя R2.



#### Примечание.

*Термочувствительные элементы необходимы для защиты как стабилизатора напряжения, так и нагрузки. Если регулирующий транзистор разогреется слишком сильно, может быть повреждена схема стабилизатора и в результате выйдет из строя нагрузка.*

Стабилизаторы напряжения на интегральных схемах обычно имеют внутреннюю тепловую защиту, которая отключает их в случае перегрева. Это осуществляется с помощью термочувствительного транзистора, который физически располагается рядом с регулирующим транзистором. Его запирающее базовое напряжение составляет приблизительно 0,4 В.

Как только регулирующий транзистор разогревается, напряжение, требуемое для отпириания термочувствительного транзистора, падает. Если избыточно высокая температура отпирает термочувствительный транзистор, он снимает напряжение с базы регулирующего транзистора и отключает стабилизатор напряжения.



### Примечание.

Термочувствительные схемы обычно имеют гистерезис, поэтому стабилизатор не слишком быстро возвращается к исходному состоянию. Это исключает возможность низкочастотных тепловых колебаний.

Другие средства тепловой защиты включают в себя плавкие предохранители и прерыватели цепи. Плавкий предохранитель, как известно, представляет собой тонкую проволоку металла (обычно в стеклянном корпусе), которая плавится при перегреве. Для восстановления работоспособности схемы предохранитель нужно заменить.

Прерыватель цепи представляет собой биметаллическую пластинку. Когда пластинка нагревается, металлы расширяются в различной степени, заставляя ее изгибаться и размыкать электрические контакты. Цепь разрывается, и стабилизатор отключается.

## 3.8. Ограничители тока

Ограничители тока обеспечивают защиту стабилизатора напряжения и схемы нагрузки путем ограничения тока до безопасного значения.

Устройство ограничения тока может быть выполнено на транзисторе и резисторе (рис. 3.19). При нормальной работе напряжение эмиттер-база транзистора VT3, ограничивающего ток, недостаточно для его отпирания.

Однако, когда ток стабилизатора становится слишком большим, падение напряжения на R1 увеличивается и открывает транзистор VT3. При этом уменьшается напряжение на базе VT1, растет сопротивление транзистора. В результате выходной ток удерживается на безопасном уровне.

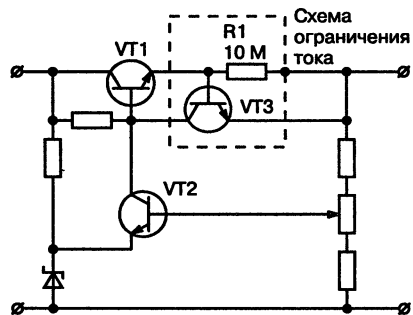


Рис. 3.19. Схема стабилизатора с ограничением тока



### 3.9. Схема защиты нагрузки

#### Принцип действия

Схема, показанная на рис. 3.20, не защищает источник питания, но защищает нагрузку. Она состоит из однооперационного триодного тиристора (ОТТ), непосредственно соединенного с нагрузкой.

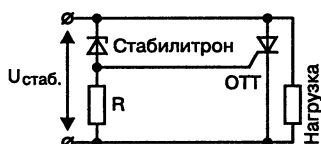


Рис. 3.20. Схема стабилизатор с защитой нагрузки

Если выходное напряжение оказывается слишком высоким, тиристор открывается и выходное напряжение падает до очень низкого значения. В этом случае обычно перегорают предохранители или происходит размыкание цепи, поскольку источник питания оказывается закороченным.

После этого схему нужно отключить и включить снова для возвращения однооперационного триодного тиристора в исходное состояние.

Схема обнаруживает перенапряжение следующим образом. Обычно источник питания имеет на выходе +5 В. Следовательно, рассчитанный на 6,2 В стабилитрон находится в непроводящем состоянии, ток в цепи управляющего электрода тиристора не течет.

Если же выходное напряжение превышает 6,2 В (в результате отказа какого-либо компонента источника питания), однооперационный триодный тиристор включается. В результате выходное напряжение снижается до низкого уровня.

#### Разновидности стабилизаторов напряжения на ИС

Существует много разновидностей стабилизаторов напряжения на интегральных схемах (ИС). Они используются в стабилизаторах фиксированного (положительного, отрицательного, положительного и отрицательного одновременно) или изменяемого напряжения. ИС может также включать в себя ограничитель тока и тепловой прерыватель.

Одним из широко распространенных типов стабилизаторов на ИС являются стабилизаторы серии 7800. Выходной ток этих ИС превышает 1 А при наличии ограничения тока и автоматического теплового отключения. ИС рассчитаны на постоянные напряжения 5, 6, 8, 12, 15, 18 и 24 В. Их легко использовать, поскольку они имеют только три вывода.

## 3.10. Источники питания с параллельной стабилизацией

### Преимущества и недостатки



#### Примечание.

*Параллельные стабилизаторы менее эффективны, чем последовательные, потому что рассеиваемая в них мощность в значительной степени расходуется напрасно.*

Однако у параллельных стабилизаторов есть и преимущества. Если в нагрузке произойдет короткое замыкание, стабилизатор оказывается защищенным, так как через него не будет проходить ток, поскольку он включен параллельно нагрузке.

### Принцип действия

На рис. 3.13 был показан простейший параллельный стабилизатор, состоящий из резистора и стабилитрона. В более сложных параллельных стабилизаторах используют обычно один или несколько транзисторов. На рис. 3.21 приведена схема параллельного стабилизатора. В этой схеме для обнаружения и усиления сигнала рассогласования применен операционный усилитель, а в качестве управляющего устройства использован транзистор VT1.

Вместе R1, R и R2 составляют делитель напряжения. Если на R1 напряжение возрастает, транзистор VT1 открывается и понижает выходное напряжение, пропуская больший ток на землю. Транзистор VT1 управляется операционным усилителем:

- ♦ напряжение на его инвертирующем входе поддерживается постоянным с помощью стабилитрона;
- ♦ напряжение на его неинвертирующем входе отслеживает возрастание напряжения на делителе R1, R и R2.

Если сопротивление нагрузки понижается, с понижением напряжения на ней изменяется напряжение на делителе. Теперь операционный усилитель закрывает транзи-

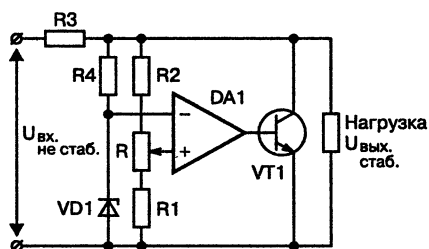


Рис. 3.21. Параллельный стабилизатор

стор VT1, уменьшая общую нагрузку так, что выходное напряжение остается постоянным, Здесь R3 является резистором, ограничивающим ток при отключении нагрузки и препятствующим повреждению транзистора стабилизатора.

### 3.11. Сильноточные стабилизаторы напряжения

Широко распространены стабилизаторы напряжения на ИС, способные работать при токе в несколько ампер.



#### Примечание.

С целью уменьшения стоимости стабилизатора для управления одним или несколькими последовательно включенными регулирующими транзисторами обычно используют слаботочные стабилизаторы напряжения на ИС.

Как показано на структурной схеме (рис. 3.22), источник питания имеет:

- ♦ ограничение тока;
- ♦ защиту от короткого замыкания;
- ♦ термочувствительный элемент;
- ♦ регулировку выходного напряжения.

Эти функции выполняются так же, как и в ранее описанных простых схемах, за исключением того, что в этой схеме использовано больше элементов для расширения возможностей управления током.

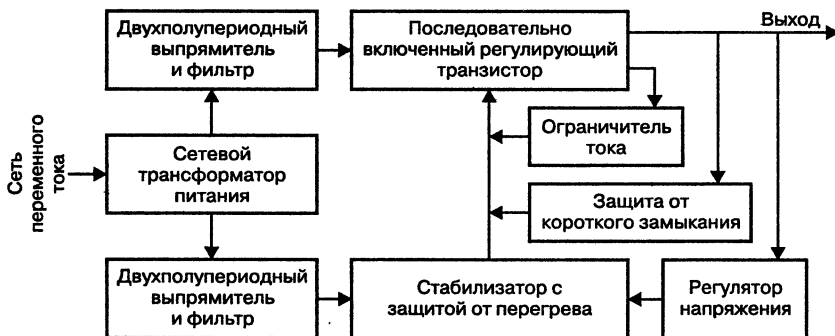


Рис. 3.22. Структурная схема источника питания

## 3.12. Методы поиска неисправностей



### Примечание.

*При поиске неисправностей убедитесь в том, что обнаружена и устранена истинная причина отказа, не ограничивайтесь заменой негодной детали!*



### Совет.

*Помните, что перегоревший предохранитель обычно является признаком того, что поврежден какой-то другой компонент схемы, а сгоревший резистор может говорить о том, что отказал транзистор или конденсатор. Обнаружив следствие, ищите причину.*

### Внешний осмотр

Поиск неисправности начинайте с тщательного внешнего осмотра источника питания. Смените предохранители, установите в исходное положение прерыватель и просмотрите схему с целью обнаружения сгоревших, изменивших цвет, треснувших или разрушенных деталей. Перед продолжением работы замените их.

Если источник питания только что включен, дотроньтесь до регулирующих транзисторов, стабилизатора напряжения или других активных приборов, чтобы проверить, не перегревается ли какой-нибудь из них.



### Внимание.

*Будьте осторожны, чтобы не получить ожог, так как некоторые элементы, пропускающие ток, обычно довольно сильно разогреваются в процессе работы.*

Если возможно, пользуйтесь прибором для измерения температуры.

### Измерение напряжений

Если возможно, отсоедините нагрузку от источника питания и затем измерьте выходное напряжение.



### Примечание.

*Если значение напряжения соответствует норме, неисправность, вероятно, имеет место в схеме нагрузки, а не в источнике питания.*

Следующий метод поиска неисправности мы называем «разделяй и властвуй». Начните с выхода сомнительной цепи и, обнаружив правильное напряжение, перейдите к началу, разделяя схему на логические участки. Возможно, неисправность — на предшествующем участке.

Например, если перегорел первичный предохранитель источника питания, вы можете отсоединить стабилизатор от выпрямителя и затем посмотреть, будет ли теперь перегорать предохранитель. Это подскажет вам, исправлен ли стабилизатор.

В случае, если напряжение источника питания колеблется, очень полезным может оказаться осциллограф.

Этот тип осложнений может быть вызван негодным развязывающим конденсатором перед ИС стабилизатора или неправильно функционирующим усилителем в зависимости от того, какая схема стабилизатора используется.

### Измерение токов

Измерение токов может ответить на вопросы:

- ♦ работает ли схема ограничения тока;
- ♦ все ли регулирующие транзисторы вносят свой вклад в нагрузку должным образом или всю работу взял на себя только один транзистор.

Если под рукой нет подходящего амперметра, вы можете включить в цепь резистор с сопротивлением порядка долей ома (примерно 0,1 Ом при большой мощности), измерить напряжение на нем и затем найти ток по закону Ома:

$$I = E/R,$$

где  $I$  — ток, А;  $E$  — напряжение, В;  $R$  — сопротивление, Ом.

### Общие трудности

Чаще всего встречаются следующие трудности.

**Компоненты.** Пробитые или закороченные выпрямительные диоды, стабилизаторы на ИС, регулирующие транзисторы или конденсаторы фильтров. Замените их, и, перед подачей питания, убедитесь в том, что источник неисправности найден.

**Отсутствие должной стабилизации напряжения.** Проверьте стабилизатор, источник опорного напряжения и усилитель сигнала рас-

согласования. Если после отключения нагрузки выходное напряжение равно нулю, проверьте схему защиты нагрузки.

**Колебания напряжения источника питания.** Если используется стабилизатор на ИС, проверьте развязывающие или стабилизирующие конденсаторы в схеме детектора или усилителя сигнала рассогласования.

**Перегрев последовательно включенного регулирующего транзистора (транзисторов).** Проверьте регулирующий транзистор. Если несколько регулирующих транзисторов включены параллельно, проверьте, хорошо ли они согласованы. Один из транзисторов может пропускать больший ток, чем ему полагается, и перегреваться. Кроме того, перегрев может быть вызван изменением сопротивления резистора в эмиттерной цепи регулирующего транзистора. Через этот транзистор потечет возросший ток, схема ограничения тока не работает и регулирующий транзистор перегреется. Со временем он может отказать. Если регулирующий транзистор управляется стабилизатором на ИС, этот транзистор может перегреться в результате отказа тепловой защиты ИС.

### Замена компонентов

При замене компонентов убедитесь в том, что вы используете компоненты с требуемыми параметрами. Например, конденсаторы должны не только иметь соответствующую емкость, но также отвечать требованиям схемы по рабочему напряжению.

Другими факторами, на которые следует обращать внимание, являются ток, мощность и допуски. К транзисторам, например, предъявляются отдельные требования по току и по напряжению, а также по мощности, которые обычно меньше, чем произведение максимальных значений тока и напряжения, указанных в справочниках.



#### Примечание.

*Во всех случаях компоненты защиты заменяйте только точно такими же исправными компонентами.*

Установка предохранителя, рассчитанного на слишком высокий ток, может представлять опасность для аппаратуры и быть потенциальной причиной пожара. При замене детали на печатной плате не перегревайте ее. Пайка многослойной печатной платы для ПК может

потребовать применения несколько большего, чем обычно, количества тепла для нагрева припоя.



#### Совет.

*Убедитесь в том, что удаляемый компонент полностью отпаян, иначе вы можете нечаянно отделить проводник от платы или повредить печать внутри платы. На всякий случай срежьте негодные компоненты и припаяйте новые к отрезкам выводов, выступающим из платы.*

## 3.13. Импульсные источники питания

### Структурная схема

Импульсные источники питания находят все более широкое применение, они постепенно приходят на смену линейным. Мы рассмотрим принцип действия импульсных источников питания и их достоинства в сравнении с линейными, схемы наиболее часто встречающихся источников питания такого типа и наиболее применяемые схемы их стабилизации.

И, наконец, рассмотрим отправные точки отыскания неисправностей в импульсных источниках питания.

Импульсные источники питания называются также источниками питания, работающими в ключевом режиме. Они отличаются от линейных источников тем, что, как следует из их названия, они работают при включении и выключении устройства регулировки энергии.

Общая структурная схема импульсного источника питания показана на рис. 3.23, а. Она состоит из нестабилизированного источника напряжения  $U_{ист}$ , который может представлять собой любую комбинацию:

- ♦ выпрямитель-фильтр;
- ♦ коммутирующего элемента;
- ♦ фильтра нижних частот для преобразования импульсного сигнала в постоянный ток;
- ♦ стабилизатора для поддержания выходного сигнала постоянным при изменении нагрузки или входного напряжения.

Выходное напряжение изменяется так, чтобы скомпенсировать соответствующую разность напряжений (рис. 3.23, б).

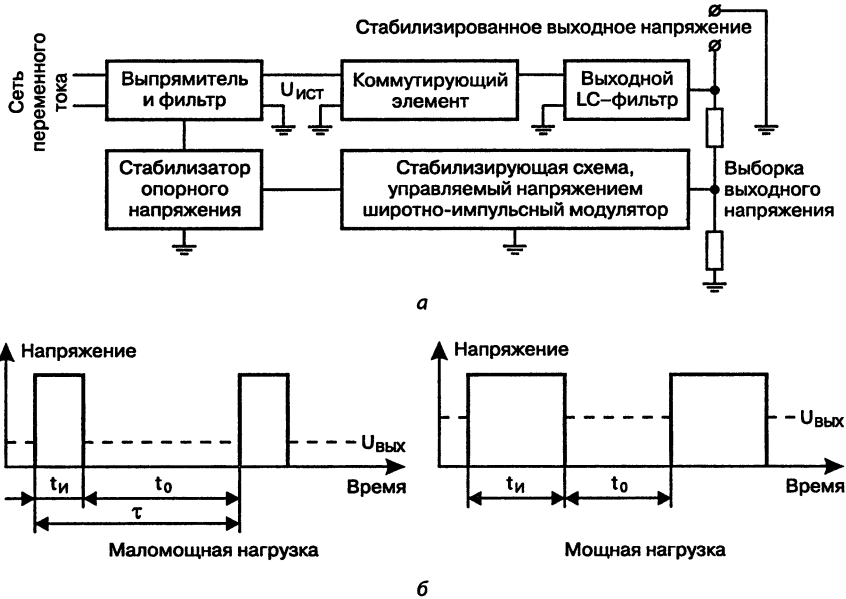


Рис. 3.23. Импульсный источник питания:  
а — структурная схема; б — широтно-импульсная модуляция

## Широтно-импульсная модуляция



**Определение.**

**Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)** — изменение длительности импульсов при постоянной частоте повторения путем изменения модулирующего напряжения.

В источнике питания (рис. 3.23) ШИМ осуществляется следующим образом. Выходное напряжение фильтруется так, чтобы оно было равно среднему напряжению коммутирующего элемента.



**Правило.**

Чем дальше коммутирующий элемент находится в открытом состоянии, тем выше среднее напряжение, и наоборот.

Если нагрузка возрастает, то, как показано на рис. 3.23, б, выходное напряжение снижается, поскольку увеличивается ток нагрузки и, соответственно, падение напряжения на сопротивлении источника, коммутирующем элементе и фильтре.



Падение напряжения фиксируется стабилизатором. Он увеличивает длительность пребывания коммутирующего элемента в открытом состоянии так, чтобы напряжение на выходе оставалось постоянным, несмотря на то, что нагрузка отбирает дополнительную мощность (а следовательно, и ток).

Идеальный импульсный источник питания работал бы как «трансформатор» постоянного напряжения, преобразующий со 100 %-ной эффективностью один уровень постоянного напряжения на входе в другой уровень постоянного напряжения на выходе.



**Примечание.**

*Частота коммутации  $f_{ком}$  обычно в 10 раз превышает угловую частоту выходного фильтра  $f_{вых}$ .*

### Достоинства и недостатки

Преобразователи, работающие в ключевом режиме, имеют ряд достоинств:

- ♦ **во-первых**, эффективность их обычно достигает 60—90 % в отличие от линейных источников питания, для которых она равна 30—60 %;
- ♦ **во-вторых**, при высокой частоте коммутации, порядка 20—200 кГц, габариты индуктивных и емкостных фильтрующих элементов (а также развязывающих трансформаторов, если они используются) малы, что позволяет уменьшить габариты, массу и материалоемкость источников питания.

Есть и ряд недостатков:

- ♦ **во-первых**, источники питания, работающие в ключевом режиме, сложнее линейных;
- ♦ **во-вторых**, время реакции на нестационарные процессы, например, случайные изменения нагрузки, у них больше, чем у линейных (хотя при увеличении  $I_{ком}$  крутизна переходной характеристики возрастает);
- ♦ **в-третьих**, коммутация создает электромагнитные помехи, которые нужно тщательно отфильтровывать.



**Примечание.**

*В большинстве случаев недостатки компенсируются достоинствами.*

## Схемотехника однокоммутаторных преобразователей

Обычно используют одну из четырех схем однокоммутаторных преобразователей:

- ♦ понижающий преобразователь, схему которого с развязкой по постоянному току называют прямым преобразователем;
- ♦ повышающий преобразователь, вариант которого с развязкой по постоянному току называют реверсивным преобразователем (он в настоящее время применяется редко, и его рассматривать не будем);
- ♦ понижающе-повышающий (инвертирующий напряжение) и его вариант, называемый обратным преобразователем;
- ♦ преобразователь Чука и его модификация с развязкой по постоянному току (его иногда называют повышающе-понижающим).

### Понижающий преобразователь

Применяются понижающие преобразователи обычно тогда, когда требуется:

- ♦ большой ток;
- ♦ умеренная мощность (приблизительно до 800 Вт);
- ♦ относительно невысокое напряжение.

Основным недостатком понижающего преобразователя является пульсирующий входной ток, который часто требует включения фильтра на входе.

На рис. 3.24, а показана схема преобразователя понижающего типа, а на рис. 3.24, б — формы входного и выходного сигналов.

Для понижающего преобразователя требуются следующие элементы: дроссель L, конденсатор C, диод VD1 и мощный транзистор.



#### Примечание.

*Понижающий, повышающий и понижающе-повышающий преобразователи являются просто различными компоновками одних и тех же элементов.*

Транзисторный ключ-коммутатор может быть выполнен с использованием биполярного или мощного полевого МОП-транзистора. Малое время переключения МОП-транзисторов позволяет эффективно использовать их при высоких частотах коммутации с одновре-

менным снижением энергетических затрат на переключение и существенным упрощением схем коммутации.



**Примечание.**

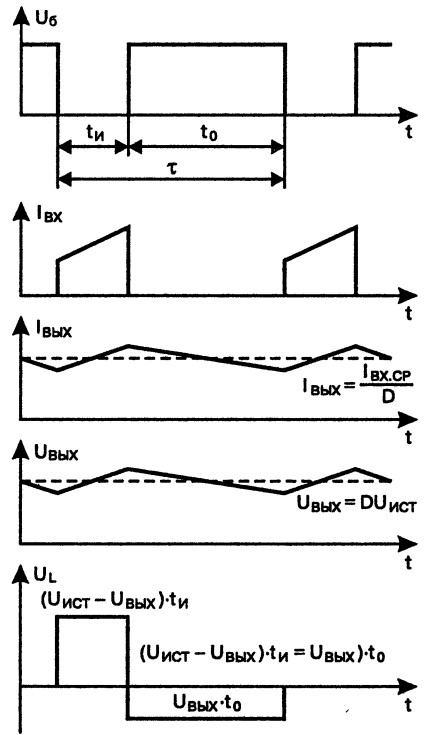
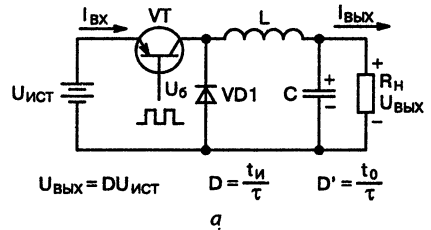
Более низкое сопротивление биполярных транзисторов в открытом состоянии объясняет предпочтительное их использование на низких частотах, где потери коммутации имеют меньшее значение.

Частота, при которой биполярным транзисторам отдается предпочтение перед полевыми с точки зрения потерь, изменяется чуть ли не каждый месяц. Если полевые транзисторы отвечают требованиям по напряжению и току, их в настоящее время обычно используют в мощных коммутаторах на частотах свыше 30 кГц. В качестве мощных коммутаторов чаще применяют р-п-р-транзисторы или р-канальные МОП-транзисторы.

Схема работает следующим образом. Когда транзистор открыт ( $t_{и}$ ), дроссель аккумулирует энергию, конденсатор заряжается и ток нагрузки определяется током через дроссель. Диод смещен в обратном направлении и заперт. Ток в нагрузке течет только тогда, когда транзистор открыт.

Когда транзистор закрыт, поле дросселя меняет полярность, создавая на диоде смещение в прямом направлении. Конденсатор и дроссель поддерживают ток нагрузки в течение  $t_0$ .

Поскольку запасаемая конденсатором энергия должна быть равна расходуемой, то без учета падения напряжения на диоде и транзисторе



б

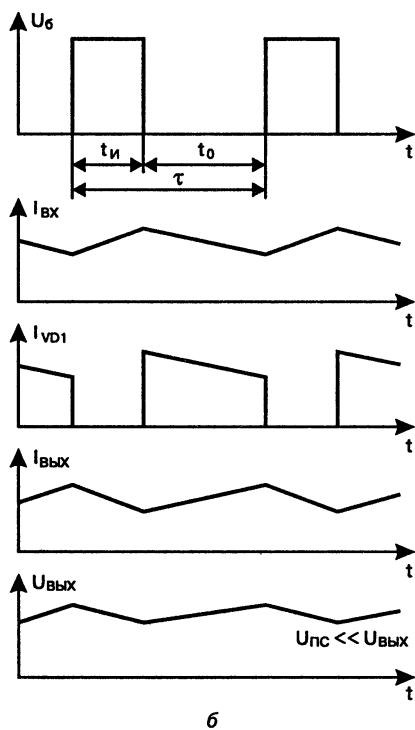
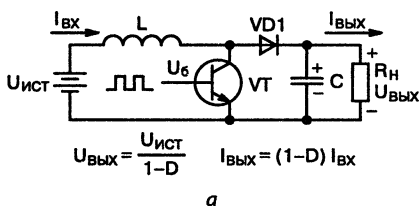
Рис. 3.24. Понижающий преобразователь:  
а — схема преобразователя;  
б — формы сигналов

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{ист}} \cdot t_{\text{и}} / \tau = U_{\text{ист}} D,$$

где  $D = t_{\text{и}} / \tau$  — коэффициент заполнения коммутирующего сигнала.

Поскольку энергия постоянна (пренебрегая потерями)

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{вх.ср}} / D.$$



**Рис. 3.25. Повышающий преобразователь:**  
а — схема преобразователя;  
б — формы сигналов

Из этих двух соотношений видно, что такой преобразователь называют **понижающим**, потому что  $D \leq 1$ . Преобразователь может только понижать напряжение.

### Повышающий преобразователь

Повышающий преобразователь может только **повышать** напряжение. На рис. 3.25, а показана схема мощного повышающего преобразователя, на рис. 3.25, б — формы сигналов.

В преобразователе используется переключающий транзистор n-p-n-типа, подключенный к источнику питания через дроссель. Энергия аккумулируется дросселем при открытом транзисторе ( $t_{\text{и}}$ ). Диод VD1 при этом смещен в обратном направлении, и ток нагрузки протекает за счет разряда конденсатора.

В течение  $t_0$  транзистор закрыт и энергия, аккумулированная дросселем, передается в нагрузку и конденсатор через открытый диод. Напряжение на дросселе имеет ту же полярность, что и  $U_{\text{ист}}$ , оно приложено последовательно с ним. Таким образом, осуществляется повышение напряжения.

Если пренебречь потерями и падением напряжения на коммутирующих элементах, то

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{ист}} / (1-D) = U_{\text{ист}} / D'$$

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{вх}} (1-D) = I_{\text{вх}} \cdot D'$$



**Примечание.**

Отмечу, что  $U_{\text{вых}}$  не может увеличиваться до бесконечности, что формально следует из этого уравнения. Различные резистивные потери в элементах ограничивают выходное напряжение, и коэффициент повышения обычно составляет 5—10.

Повышающий преобразователь, как правило, применяется тогда, когда требуются ограниченные мощность (до 500 Вт) и ток из-за высоких пульсаций выходного сигнала.

Выходной ток подается на  $R_n$  и  $C$  в виде импульсов, что создает проблему шума.

**Понижающе-повышающий преобразователь**



**Примечание.**

Понижающе-повышающий преобразователь используют при средних мощностях (до 500 Вт) при необходимости преобразования входного напряжения.

На рис. 3.26 показана схема понижающе-повышающего преобразователя. Его называют также инвертором напряжения, поскольку полярность выходного напряжения противоположна полярности входного.

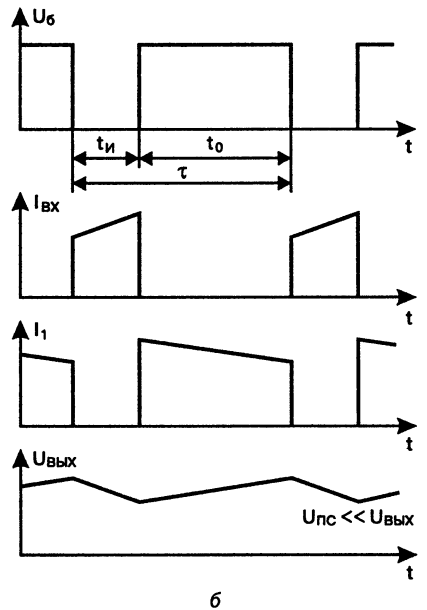
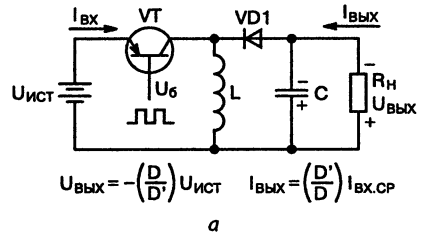


Рис. 3.26. Понижающе-повышающий преобразователь: а — схема; б — формы сигналов

Его можно использовать как для повышения, так и для понижения входного напряжения:

- ♦ если  $D > 0,5$ , то он работает как повышающий преобразователь;
- ♦ если  $D < 0,5$ , то он работает как понижающий преобразователь.

При открытом транзисторе VT ( $t_{и}$ ) сердечник дросселя, включенного параллельно  $U_{ист}$ , намагничивается. Диод заперт, и ток поступает в нагрузку от конденсатора C. При закрытом транзисторе энергия, запасенная дросселем L, передается в C и  $R_{в}$  через VD1, так как уменьшающееся магнитное поле дросселя меняет полярность напряжения.

Эти помехи обусловлены переходными процессами при коммутации, и, в свою очередь, они создают помехи в другой аппаратуре, имеющей общую с преобразователем шину питания.

### Повышающе-понижающий преобразователь Чука

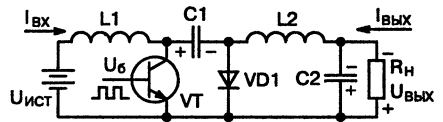
В 1977 г. доктор Слободан Чук предложил схему преобразователя, которая теперь носит его имя. Она представляет собой последовательное соединение повышающего и понижающего преобразователей. Как показано на рис. 3.27, а, и входная, и выходная цепи содержат дроссели.



**Примечание.**

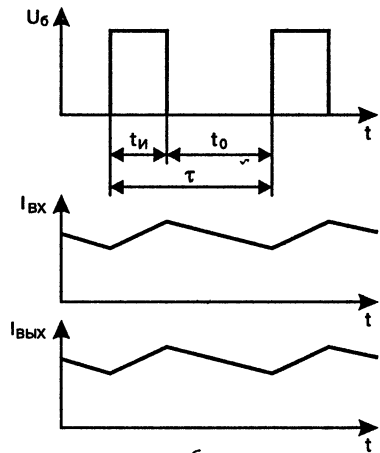
*И в входном, и в выходном токах пульсации отсутствуют. Такое решение значительно снижает помехи по цепи питания, позволяя применять фильтрующие элементы меньших габаритов.*

Схема, показанная на рис. 3.27, а, работает следующим образом. В течение времени, когда транзистор открыт, диод заперт, так как конден-



$$U_{ВЫХ} = -\left(\frac{D}{D'}\right) U_{ИСТ} \quad I_{ВЫХ} = -\left(\frac{D'}{D}\right) I_{ВХ.СР}$$

а



б

**Рис. 3.27.** Повышающе-понижающий преобразователь Чука:

а — схема; б — формы сигналов

сатор С1 заряжен. Дроссель L1 аккумулирует энергию от  $U_{\text{ист}}$  через транзистор VT.

Конденсатор С1 разряжается через дроссель L2, нагрузку и выходной фильтрующий конденсатор С2, передавая в течение этого времени энергию в L2. Когда VT закрыт, полярность напряжения на L2 изменяется и открывается диод. Затем L2 передает свою энергию в С2 и  $R_n$ .

Конденсатор С1 заряжается через VD1 до напряжения  $U_{\text{ист}} + U_l$  в течение периода времени, когда транзистор заперт. Отметим, что С1 является разделительным конденсатором, играющим важную роль в процессе переноса энергии. L1 передает запасенную энергию в С1 в течение  $t_0$ , а С1 — в L2, С2 и  $R_n$  в течение  $t_n$ .

Идеальное соотношение входных и выходных величин для преобразователя Чука такое же, как для понижающе-повышающего преобразователя:

$$U_{\text{вых}} = -U_{\text{ист}} \cdot D/D' \text{ и } I_{\text{вых}} = -I_{\text{вх}} \cdot D/D'.$$



#### Примечание.

*Так что он может функционировать в качестве повышающего преобразователя, когда  $D > 0,5$ , и в качестве понижающего, когда  $D < 0,5$ .*

Схема преобразователя Чука несколько сложнее по сравнению с другими схемами, но улучшенные с точки зрения пульсаций характеристики во многих случаях оправдывают его повышенную стоимость. Этот преобразователь можно применять при мощности порядка киловатт, а возможно, и выше.

## 3.14. Неисправности импульсных источников питания

### Основные неисправности

Как и в большинстве электронных систем, в коммутируемых источниках питания разнообразие неисправностей, которые могут случиться, почти бесконечно. Рассмотрим несколько наиболее общих случаев:

- ♦ исчезновение выходного напряжения;
- ♦ отсутствие стабилизации;

- ♦ отказ транзисторов коммутаторов;
- ♦ избыточные пульсации на выходе или выбросы выходного сигнала при коммутации;
- ♦ внутренние помехи по цепи питания;
- ♦ колебания при ступенчатом изменении входного напряжения или нагрузки;
- ♦  $U_{\text{вых}} = U_{\text{ист}}$  в преобразователях понижающе-повышающего типа.

### Исчезновение выходного напряжения

Исчезновение выходного сигнала в преобразователях постоянного тока может быть вызвано многими причинами.



#### Примечание.

*В первую очередь нужно проверить, не произошло ли отключение в результате перегрузки.*

Уменьшите нагрузку и снова включите источник. Если он не включился, проверьте выпрямитель источника питания.

Причиной отказа может быть неисправный выпрямитель или пробитый конденсатор фильтра. Если стабилизированный источник в порядке, проверьте коммутаторы на наличие короткого замыкания или отсутствие возбуждения базы. Если возбуждение базы отсутствует, то возможно несколько вариантов:

- ♦ слишком высок сигнал обратной связи;
- ♦ мал сигнал мягкого запуска;
- ♦ некачественная ИС стабилизатора;
- ♦ пробит конденсатор выходного фильтра.

Разорвите цепь обратной связи и в место разрыва введите соответствующее напряжение или сигнал с целью выявления неисправности.

В двухтактных преобразователях проверьте, не входит ли трансформатор в насыщение. Если через несколько периодов после включения питания изменится коэффициент заполнения для транзисторов, значит, сердечник трансформатора насыщается. Обычно эту проверку осуществляют после замены негодного транзистора.

Любой разбаланс коэффициентов заполнения должен быть устранен, а заменяемые мощные диоды и коммутаторы должны быть согласованы с элементами, уже стоящими в схеме.



Если на выходе источника питания присутствует сигнал, коммутаторы функционируют, но выходные напряжения меняются при изменении нагрузки или входного напряжения, отсутствует стабилизация. Это может означать:

- ♦ или ИС стабилизатора вышла из строя;
- ♦ или неправильно выбран сигнал обратной связи.

### **Равенство входного и выходного напряжений**

Равенство входного и выходного напряжений является неисправностью, характерной для понижающего, повышающего и понижающе-повышающего преобразователей.

В понижающем и повышающем преобразователях это может быть вызвано блокировкой коммутаторов из-за их отказа или неправильной работы схемы управления коммутацией.

В понижающе-повышающем преобразователе такой режим устанавливается, если отключается управление коммутаторами.

Короткое замыкание между эмиттером и базой, происходящее обычно при избыточном управляющем сигнале, может привести к блокировке биполярного транзистора в закрытом состоянии. Если коммутаторы отказывают периодически, причина обычно в чрезмерных потерях коммутации.

## **3.15. Источники бесперебойного питания и их неисправности**

### **Выбор источника бесперебойного питания**

Существует три класса источников бесперебойного питания (ИБП):

- ♦ off-line;
- ♦ line-interactive;
- ♦ on-line.

**Класс OFF-LINE.** Иногда его еще называют защитой «в режиме standby». Это недорогое решение предназначено для оборудования, которое требует минимальной защиты электропитания. ИБП класса off-line обеспечивает резервирование питания в случае полного про-

падания питания, однако не способен выдать чистый синусоидальный ток на выходе.

**Класс LINE-INTERACTIVE.** ИБП этого класса стоят дороже. Системы класса line-interactive не только обеспечивают базовую защиту питания в случае полного его пропадания, они также сглаживают всплески сигнала. ИБП класса line-interactive лучше всего подходит для защиты нагрузки, не требующей тщательного кондиционирования (для которой чистый синусоидальный ток на выходе не является критически важным условием успешной работы оборудования).

**Класс ON-LINE.** ИБП класса on-line идеально подходят для защиты электропитания критически важных приложений. Эта категория ИБП защищает от всех видов неполадок электропитания и непрерывно следит, чтобы на выходе получался идеально чистый, отрегулированный до заданных параметров переменный ток.

### Планирование защиты электропитания оборудования

При составлении проекта по защите электропитания нужно учесть все имеющееся оборудование. В него входят не только ПК, но также периферийное и сетевое оборудование:

- ♦ концентраторы;
- ♦ маршрутизаторы;
- ♦ внешние блоки памяти хранения данных.



#### Совет.

*В идеале приобретение ИБП нужно включать в смету на стадии подготовки проекта перепланировки помещений для установки ИТ-оборудования, а еще лучше — предусматривать его размещение при постройке здания.*

**Мощность ИБП** должна соответствовать поставленной задаче. В каждом электрическом агрегате есть плата, которая характеризуется двумя основными величинами:

- ♦ напряжение (измеряется в вольтах);
- ♦ сила тока (единица измерения — ампер).

Перемножив эти два показателя, получаем реальную мощность оборудования, которая измеряется в вольт-амперах (В·А). Мощность большинства ИБП выражается в вольт-амперах (В·А, кВ·А) или ваттах (киловаттах).

**Примечание.**

*Мощность выбранного ИБП должна на 20—25 процентов превышать мощность защищаемого оборудования.*

Например, мощность Вашего оборудования 750 В·А, значит, мощность ИБП должна быть не ниже 1000 В·А (1кВ·А).

### Продолжительность жизни ИБП

Так как объем ИТ-оборудования предприятия увеличивается примерно на 5 % в год, наиболее целесообразным представляется планировать инвестиции в ИБП с периодичностью раз в 5 лет. При подборе ИБП его мощность должна на 25 % превышать мощность защищаемого оборудования — в этом случае можно быть спокойным, что в ближайшие несколько лет вложения в защиту питания полностью окупятся.

**Примечание.**

*Такая продолжительность жизни ИБП примерно равна среднему сроку службы стандартной герметизированной батарее. Замена батареи может еще на 5 лет продлить срок жизни ИБП.*

### Параллельные системы

Параллельная система состоит из нескольких модулей ИБП, которые устанавливаются параллельно для резервирования питания критически важной нагрузки.

**Выбор системы** такого типа обусловлен двумя причинами:

- ♦ стремлением увеличить мощность ИБП, который сможет запитать большую, чем позволяет единственный ИБП, нагрузку;
- ♦ стремлением повысить надежность всей системы путем модульного резервирования.

**Время резервирования** в случае полного исчезновения питания. Типичное время резервирования ИБП, имеющихся сегодня на рынке, при максимальной нагрузке составляет от 5 до 30 мин. Время резервирования в каждом отдельном случае зависит от мощности ИБП и защищаемого оборудования. Установка дополнительных батарей, соответственно, увеличивает время резервирования — что чрезвычайно важно для автоматического закрытия очень сложных систем.

Программное обеспечение ИБП. Надежное программное обеспечение по управлению и мониторингу системы необходимо для защиты сетевых серверов. Перед покупкой нужно убедиться, что программное обеспечение, прилагаемое к ИБП, совместимо с Вашей операционной системой.



**Примечание.**

*Важно иметь такое ПО для закрытия работы системы, которое способно при необходимости автоматически переключиться на поддержку любой предусмотренной пакетом ОС. Это позволяет контролировать работу ИБП из любой точки сети, даже если в системе используется несколько ОС.*

Некоторые производители ИБП считают, что покупатель должен уметь работать сразу с несколькими программами по управлению питанием.

**Удаленный мониторинг.** Усовершенствованная программа по управлению питанием обеспечивает удаленный мониторинг ИБП с любой точки в сети. Это стало возможным благодаря наличию:

- ♦ серийного коммуникационного порта;
- ♦ SNMP-протокола (Simple Network Management Protocol);
- ♦ Интернет-связи.

С помощью этих средств ИТ-менеджер может следить за состоянием подключенного к сети ИБП в любой точке земного шара.

**Байпас для сервисных целей.** Ручной переключатель байпаса используется в основном для сервисных целей. Он работает по принципу «make before break» и гарантирует прямое переключение с бесконтактного коммутатора на линию высокого напряжения — и тут же, без паузы, назад.



**Примечание.**

*Такой механизм работы переключателя гарантированно обеспечивает питание для критически важного оборудования даже в ходе выполнения сложного ремонта системы.*

## Характерные неисправности источников бесперебойного питания

Сегодня наличие такого устройства, как UPS или APC просто необходимо, так как повышенная нестабильность сети и частые отключения сети ~ 220 В заставляют иметь дома такие устройства. На основе источников бесперебойного питания BACK-UPS Pro 650/420/280 попробуем рассмотреть все характерные неисправности. Данные неисправности выявлены в процессе ремонта данного типа источников бесперебойного питания.

Эти модели источников бесперебойного питания (ИБП) отличаются лишь мощностью, отдаваемой в нагрузку (410, 260 и 180 Вт соответственно), и очень близки по исполнению. Также отличие в том, что полевые транзисторы в блоке преобразователя постоянного тока в переменный (DC/AC) этих ИБП присутствуют в количестве 8, 4 или 2 шт. Внешний вид передней панели ИБП приведен на рис. 3.28.

В случае отказа ИБП индикация работает следующим образом:

- ♦ мигает зеленый индикатор, а затем загорается желтый индикатор;
- ♦ мигает зеленый индикатор, а затем мигают два красных индикатора.

Основные неисправности этих моделей ИБП можно сгруппировать следующим образом:

- ♦ разрядка аккумулятора BP7—12 (12 В, 7 А/ч);
- ♦ отказ мощных полевых транзисторов Q3—Q10 типа IRFZ24 или WC5003 (см. рис. 3.28);
- ♦ перегорание предохранителей F1—F4 (см. рис. 3.29);
- ♦ отказ транзисторов и микросхем на основной плате электроники (см. рис. 3.30).

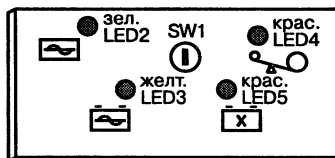


Рис. 3.28. Передняя панель ИБП

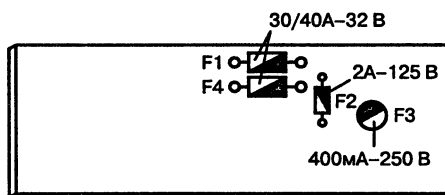


Рис. 3.29. Предохранители ИБП

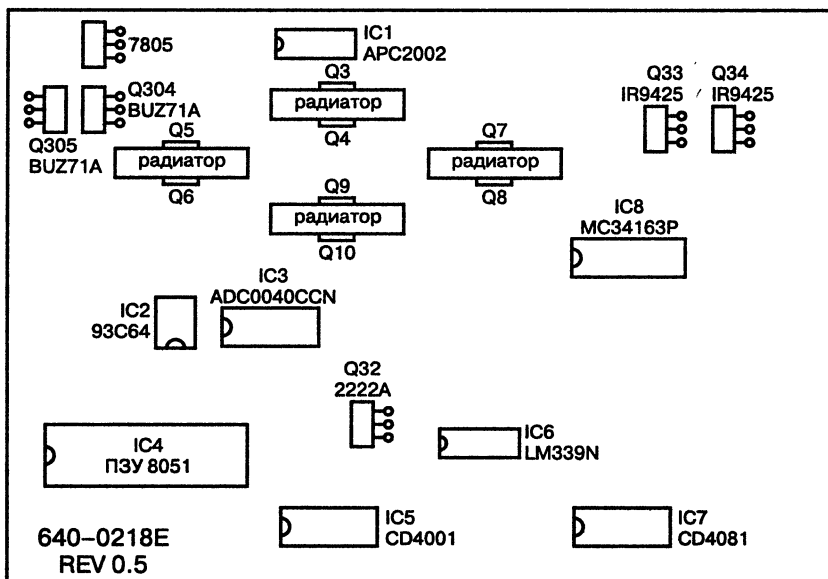


Рис. 3.30. Основная плата электроники

### Решение проблем с аккумулятором

Максимальный срок работы аккумуляторной батареи (АКБ) составляет 4—5 лет, после чего его лучше заменить. Это вызвано тем, что с течением времени, так или иначе падает емкость аккумулятора и вследствие этого его дальнейшая эксплуатация нецелесообразна. Если же корпус аккумулятора деформирован или на нем появляются вздутия? АКБ подлежит обязательной замене.

Возможны случаи, когда ИБП долгое время не используется после его включения включается индикация неисправности АКБ. Подобную проблему можно решить, если зарядить аккумулятор с помощью внешнего зарядного устройства.

### Типовые неисправности

**Неисправность 1. Отказ мощных полевых транзисторов Q3—Q10.**

Мощные транзисторы ( $I_c = 17A$ ,  $P = 45 \text{ Вт}$ ) выходят из строя довольно часто, в основном они пробиваются попарно. Их замена не представляет труда.

### Неисправность 2. Перегорание предохранителей F1—F4.

Наиболее часто выходят из строя маломощные предохранители F3 и F2, а мощные F1 и F4 (30/40А), стоящие в цепи «+В» аккумулятора, выходят из строя довольно редко, так как при выходе из строя полевых транзисторов блокируется работа преобразователя DC/AC.

### Неисправность 3. Отказ транзисторов и микросхем на основной плате электроники.

При ремонте более десяти ИБП этих моделей были установлены неисправности следующих электронных компонентов (в разных сочетаниях):

- ♦ мощные транзисторы Q304 и Q305 (BUZ 71A);
- ♦ стабилизатор напряжения +5В Q303 (7805);
- ♦ мощные транзисторы Q33 и Q34 (IR9425);
- ♦ микросхема IC6 (LM339N) — сдвоенный операционный усилитель;
- ♦ микросхема IC1 (APC2002) — транзисторная сборка;
- ♦ маломощный транзистор Q32 (2N2222A).

Их замена не трудоемка, в продаже всегда имеется большой выбор данных компонентов и их аналогов.

## 3.16. Сайты по источникам электропитания

<a href="http://www.mmp-irbis.ru/">http://www.mmp-irbis.ru/</a>	ММП «Ирбис» (г. Москва), источники питания
<a href="http://www.vinsit.ru/">http://www.vinsit.ru/</a>	Группа компаний «Винсит» (г. Москва), инженерные системы зданий, источники электропитания
<a href="http://www.aeip.ru/">http://www.aeip.ru/</a>	ООО «Александр Электрик» (г. Москва), производитель модулей и блоков вторичного электропитания
<a href="http://www.rus-telcom.ru/">http://www.rus-telcom.ru/</a>	Предприятие «Русская телефонная компания» (г. Москва), источники питания ИПС
<a href="http://vashdom.od.ua/">http://vashdom.od.ua/</a>	Журнал «Строительный учет» (Одесса, Украина), строительные материалы
<a href="http://electro.heavycars.ru/">http://electro.heavycars.ru/</a>	Информационный портал «HeavyCars.ru»

- <http://www.parc-centre.spb.ru/> НПП «Парк-Центр» (г. Санкт-Петербург), список фирм, торгующих электронными компонентами
- <http://eldoska.ru/>  
<http://www.rts.ua/> Электротехническая доска объявлений «rtesyn Technologies» (Украина), сетевые ИВЭП средней мощности
- <http://www.nbmos.ru/> Фирма «Сатурн» (г. Москва), продажа и ремонт ноутбуков
- <http://www.ups.ru/> Инжиниринговая компания «Копитан» (г. Москва), проектирование резервного электроснабжения
- <http://www.alpha-group.ru/> Компания Alpha Technologies (г. Москва), оборудование бесперебойного питания
- <http://www.sfera-smd.ru/> ООО ПФ «Сфера СМД» (г. Москва), производство и продажа модулей электропитания (блоков электропитания)
- <http://www.trivitech.ru/> «Trivitech Electronix», (г. Москва), разработка, изготовление и поставка блоков питания
- <http://trinity-plus.com.ua/> ООО «Тринити-Плюс» (г. Киев), поставка оборудования для систем безопасности
- <http://www.mean-well.ru/> ООО «Микрочип» (г. Москва), продажа блоков питания фирмы «Mean Well»
- <http://www.mastech.ru/>  
<http://arc.com.ru/> Источники питания фирмы «Mastech»  
Фирма «АРК Энергосервис» (г. Санкт-Петербург), контрольно-измерительные приборы и автоматика
- <http://www.kipia.com.ua/> Фирма «Гранум» (г. Черкассы, Украина), контрольно-измерительные приборы и оборудование
- <http://www.ibep.ru/> ООО «Источник» (г. Казань), производство источников питания



## РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ДОМЕ

*Глава знакомит читателя с методами ремонта электропроводки, электроустановочных изделий. Особое внимание уделено мерам безопасности при проведении ремонтных работ электрооборудования в доме. Кроме того, даются рекомендации по расчету и выбору проводов и кабелей, приборов защиты.*

### 4.1. Неисправности электропроводки

#### Меры предосторожности при проведении работ в доме



##### **Внимание.**

*Инструкции по технике безопасности и нормативные документы по электрике строго запрещают лицам, не имеющим специального допуска, производить работы на устройствах, находящихся под напряжением.*

*Любые самостоятельные ремонтные работы на электрооборудовании (ремонт выключателя, штепсельной розетки, ремонт электропроводки, замена предохранителя и проч.) должны производиться при полном снятии напряжения, то есть при полном отключении электроустановки от сети.*

Помните, что обычный выключатель не дает полного отключения от сети. Он разрывает цепь только в одном проводе (хорошо, если в фазовом), в то время как другой провод остается соединенным с сетью. Поэтому при замене предохранителя или выключателя для полного снятия напряжения требуется полное отключение всей электросети квартиры.

Для выполнения более сложных электротехнических работ (подключение электроплитки, стиральной машины и проч.) правильнее будет пригласить мастера-электрика, имеющего документ о допуске к таким работам.



#### **Внимание.**

*При ремонте электропроводки необходимо помнить, что пайка или соединение проводов разрешается лишь в распаечных коробках.*

Например, нельзя при разрыве провода под слоем штукатурки просто соединить концы провода и снова заштукатурить это место. Следует либо полностью заменить участок поврежденного провода между ближайшими коробками, либо на месте разрыва (если есть возможность) поставить дополнительную распаечную коробку.

### **Характерные неисправности электропроводки**

Неисправности электропроводки, в подавляющем большинстве случаев, сводятся к типовым случаям:

- ♦ к короткому замыканию между фазовым и нулевым проводами;
- ♦ к замыканию фазового провода на «землю»;
- ♦ к плохим контактам в соединениях;
- ♦ к обрыву проводов.

#### **Короткое замыкание**

**Короткое замыкание** возникает в том случае, когда два провода электрической цепи соединяются между собой непосредственно (накоротко), минуя источники потребления электроэнергии (осветительные лампы, электроприборы и так далее). В результате возникает разрушительной силы ток, называемый током короткого замыкания.

Наиболее распространенные причины, по которым может произойти короткое замыкание в квартире, таковы:

- ♦ **во-первых**, замыкание металлическими предметами контактов штепсельных гнезд, внутренних частей электрических патронов;
- ♦ **во-вторых**, нарушение изоляции в местах, где провода перегибаются — у входа в штепсельную вилку, патрон, настольную лампу или утюг;

- ♦ **в-третьих**, перегрев и разрушение изоляции при использовании электроприборов, потребляющих большой ток, при плохом состоянии электропроводки;
- ♦ **в-четвертых**, повреждение изоляции проводов при ремонте помещения, повреждение скрытой проводки при пробивании в стене отверстий или забивании гвоздей;
- ♦ **в-пятых**, в момент подключения какого-либо неисправного электрического прибора к сети. В этом случае причину неисправности следует искать в самом приборе.

**Внимание.**

*В результате короткого замыкания может выйти из строя электропроводка в квартире или даже возникнуть пожар.*

Для предотвращения опасных последствий короткого замыкания применяются электрические предохранители, при возрастании тока до опасной величины они размыкают цепь. До недавнего времени использовались в основном плавкие предохранители («пробки»), их можно до сих пор встретить в домах. От избыточного тока в таких предохранителях расплавляется тонкая проволочная вставка. В домах современной постройки применяются автоматические предохранители, в которых при увеличении тока срабатывает выключатель.

### Устройства защитного отключения

Кроме того, согласно нормативным документам, все новостройки должны оснащаться так называемыми устройствами защитного отключения — УЗО. Такое устройство будет совсем не лишним и жильцам старых квартир. Оно сопоставляет ток, ушедший в квартиру, с током, который вернулся из квартиры. Если эти токи оказываются разными (происходит «утечка тока»), УЗО отключает напряжение. Это может спасти жизнь в случаях повреждения изоляции проводов в электроприборах, повреждении электропроводки при ремонте, при неправильном обращении с электроприборами и так далее.

## 4.2. Ремонт электропроводки

### Зачем менять проводку?

Замена электропроводки необходима в следующих случаях:

- ♦ если вы переехали в старый дом, где электропроводка, скорее всего, алюминиевая (ее надо заменить на медную);
- ♦ если мощность электропроводки не соответствует количеству электроприборов, размещенных в квартире;
- ♦ если в помещении существуют проблемы с электричеством, например, стены «бьют током» или периодически вышибает пробки.

Лучше всего менять проводку на первом этапе капитального ремонта, поскольку для работ по ее прокладке нужно штробить стены.

### Виды электропроводки



#### Определение.

*Электропроводка — это совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, которые поддерживаются защитными конструкциями и деталями. Электропроводки бывают различных видов.*

**Открытая электропроводка.** Проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам (несущие конструкции кровли) и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т. п. Такая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной. При открытой электропроводке применяются следующие способы прокладки проводов и кабелей:

- непосредственно по поверхности стен и потолков;
- на струнах, тросах, роликах, изоляторах;
- в трубах, коробах, гибких металлических рукавах;
- в электрических плинтусах;
- свободной подвеской.

**Скрытая электропроводка.** Проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях), а также по перекрытиям при подготовке пола, непосредственно под съемным полом. При скрытой электропроводке применяются следующие способы прокладки проводов и кабелей:

- ♦ в трубах, гибких металлических рукавах, коробах;
- ♦ в замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций;
- ♦ в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой;
- ♦ замоноличиванием (покрытие бетоном) в строительные конструкции при их изготовлении.

**Наружная электропроводка.** Проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами, между зданиями на опорах (не более 4-х пролетов, длиной до 25 м каждый) вне улиц и дорог. Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой.



**Примечание.**

*В городских квартирах и офисах, как правило, используется скрытая внутренняя проводка.*

### Как рассчитать мощность проводки

Прежде чем приступить к работам по прокладке проводки, необходимо определиться с количеством устанавливаемых в дальнейшем электроприборов с учетом потребляемой ими мощности. Причем рассчитывать следует и на будущее — возможно, вы приобретете посудомоечную или стиральную машину, новый холодильник, микроволновку и т. п., то есть мощность нужно рассчитывать «с запасом».

Подготавливая план проводки, необходимо составить чертеж квартиры с предполагаемой расстановкой в ней мебели и бытовых приборов. При этом нужно учесть, чтобы при возможном переустройстве интерьера, оставался свободным доступ к установленному светотехническому оборудованию.

Основные токовые нагрузки обычно потребляет оборудование кухни, ванной комнаты, электрические теплые полы и водонагреватели при возможной их установке. Стиральные и посудомоечные машины, электрический духовой шкаф газовой плиты, электрические плиты, теплые полы, проточные и накопительные водонагреватели, а также газовые котлы отопления с электроподжигом необходимо разделять на отдельные группы электропитания, идущие от основного электрического щита с установленными в нем аппаратами защиты на эти группы. Остальное оборудование в кухне, такое как микроволновая печь, электрический чайник, измельчитель мусора и др. можно распределить еще на две группы.

Все прочие розеточные и световые группы потребляют значительно меньше электрической энергии, поэтому возможно, к примеру, объединение двух комнат на одну световую и одну розеточные линии.

### Принципы монтажа проводки

Кабели и провода удобно прокладывать по горизонтальным (150 мм от потолка) и вертикальным линиям.

Слаботочные сети можно разнести относительно электрических по вертикальным стенам, а в плитах перекрытий — по отдельным каналам. Производя прокладку проводов в пустотах плит перекрытий, можно избавиться от прохождения проводок над оконными проемами и рядом с трубами отопления.

Выполнение проводки включает в себя следующие основные операции:

- ♦ разметку мест установки токоприемников, штепсельных розеток и выключателей;
- ♦ разметку мест прокладки проводов по стенам и потолку;
- ♦ разметку мест проходов проводов через стены и междуэтажные перекрытия;
- ♦ разметку мест ответвлений проводов и установки коробок;
- ♦ прокладку проводов со всеми соединениями;
- ♦ крепление проводов к изолирующим опорам или закрепление их скобами;
- ♦ оконцевание проводов и присоединение их к токоприемникам.

Электропроводка должна обеспечивать возможность легкого распознавания по всей длине проводников по цветам:

- ♦ голубого цвета — для обозначения нулевого рабочего проводника;
- ♦ двухцветная комбинация зелено-желтого цвета — для обозначения нулевого защитного проводника;
- ♦ других цветов: черного, коричневого, красного, оранжевого, серого, белого цветов — для обозначения фазного проводника.

### Как выбрать марку и сечение провода и кабеля



#### Совет.

*Залог успеха при выборе — приобретать товар только у известных производителей.*

Так же следует уделять внимание тому, из какого металла сделан провод или кабель:

- ♦ **алюминиевый кабель** дешевле, но он быстро окисляется при соприкосновении с воздухом, имеет ограниченную гибкость и меньшую проводимость по сравнению с медным кабелем;
- ♦ **медный кабель** дороже алюминиевого, но лишен его недостатков.

Так же при выборе надо определиться с сечением провода и кабеля (точнее площадь поперечного сечения).



### Советы.

1. *Сечение провода и кабеля следует выбирать с расчетом на будущую нагрузку на сеть.*
2. *Для алюминиевых проводов следует выбирать сечение на ступень выше, так как их проводимость составляет порядка 60 % от проводимости медного кабеля.*

Единица измерения сечения — квадратный миллиметр ( $\text{мм}^2$ ). Основные виды сечения: 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10  $\text{мм}^2$ .

Для жилого помещения подойдут бытовой провод ПВС, кабели ВВГ, ВВГнг, NYM. Последний вид кабеля содержит дополнительный слой мело-резиновой изоляции, которая предотвращает образование трещин при эксплуатации в неблагоприятных условиях. В качестве внешней изоляции здесь используется более эластичный пластикат, что также повышает безопасность, вследствие чего этот кабель приобретает все большую популярность.

Кабель NYM предназначен для промышленного и бытового стационарного монтажа (открытого или скрытого) цепей электрических сетей внутри помещений и на открытом воздухе.



### Примечание.

*Применение вне помещений возможно только вне прямого воздействия солнечного света.*

Возможно применение кабеля поверх штукатурки, в ней и под ней, в сухих, влажных и мокрых помещениях, а так же в кирпичной кладке и в бетоне, за исключением прямой запрессовки в виброзасыпной и штамповочный бетон. В этом случае прокладка должна осуществляться в трубах, в закрытых установочных каналах.

## Конструкция популярных проводов и кабелей

Рассмотрим кабель NYM. Жила: однопроволочный медный проводник

Изоляция: поливинилхлоридный (ПВХ) пластикат с отличительной окраской:

- ♦ 2-жильные: черная и голубая;
- ♦ 3-жильные: черная, голубая, желто-зеленая;
- ♦ 4-жильные: черная, голубая, желто-зеленая, коричневая;
- ♦ 3-жильные: черная, голубая, желто-зеленая, коричневая и черная с отличительной маркировкой.

Промежуточная оболочка: мелонаполненная резина.

Наружная оболочка: не поддерживающий горение поливинилхлоридный пластикат светло-серого цвета.

В кабеле NYM используется промежуточная оболочка из мелонаполненной резины, что:

- ♦ позволяет легко и удобно «разделять» кабель при монтаже;
- ♦ повышает пожаробезопасность кабеля;
- ♦ увеличивает гибкость кабеля.

Провод ПВС — это гибкий, медный провод со скрученными жилами и круглым сечением. Он предназначен для подключения бытовых электроприборов и электроинструмента, средств малой механизации для садоводства, приборов микроклимата к источникам питания, а так же для изготовления удлинителей.

Монтаж производится при температуре окружающей среды от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Изоляция и оболочка выполнены из ПВХ-пластиката. Токосоводящая жила — медная отожженная проволока повышенной гибкости.

Кабель ВВГ — силовой кабель, предназначенный для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на напряжение 0,66 и 1 кВ при температуре окружающей среды от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности до 98 % (при  $t$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ ). Кабели ВВГ предназначены для прокладки в сухих и влажных производственных помещениях, на специальных кабельных эстакадах, в блоках.



### Примечание.

*Прокладка (монтаж) данной группы силовых кабелей допускается (без предварительного прогрева) при температуре не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ .*



**Совет.**

*Кабели данного вида должны прокладываться с радиусом изгиба не менее 6 диаметров кабеля.*

Токопроводящая жила: медная, одно- или многопроволочная. Изоляция — ПВХ-пластикат. Оболочка — ПВХ-пластикат (для кабелей с индексом «НГ» — ПВХ-пластикат пониженной горючести).

Кабель ВВГ с индексом «НГ» отличается от стандартного только тем, что его оболочка содержит негорючие материалы, поэтому он с успехом применяется для повышения уровня электрической безопасности объекта.

Жила кабеля ВВГнг — круглая из мягкой медной проволоки. При сечении от 16 мм<sup>2</sup> выполняется многопроволочной. Кабель ВВГнг используется для прокладки в сухих и влажных производственных помещениях, на специальных кабельных эстакадах, в блоках, а также для прокладки на открытом воздухе. Кабели не рекомендуются для прокладки в земле (траншеях).

Кабель ВВГнг-LS имеет медную токопроводящую жилу, однопроволочную или многопроволочную, круглой или секторной формы, 1 или 2 класса по ГОСТ. Изоляция кабеля ВВГнг-LS выполняется из поливинилхлоридной композиции пониженной пожароопасности.

**Примечание.**

*Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку.*

Изоляция нулевых жил голубого цвета. Изоляция жил заземления двухцветной (зелено-желтой расцветки). Скрутка — изолированные жилы двух-, трех-, четырехжильных кабелей скрученные. Двух- и трехжильные кабели имеют жилы одинакового сечения, четырехжильные имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения (жилу заземления или нулевую).

Кабель ВВГнг-LS не распространяет горение, с низким дымо- и газовыделением, предназначен для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках на номинальное переменное напряжение 660 В и 1000 В частоты 50 Гц. Кабели изготавливаются для общепромышленного применения и атомных станций при поставках на внутренний рынок и на экспорт.

Основные виды проводов и кабелей представлены в табл. 4.1—4.4.

## Круглые установочные провода

Таблица 4.1

АРТ и АВТ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Наружная прокладка вводов в жилые дома и хозяйственные постройки</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В.</li> <li>Провода имеют алюминиевые жилы и несущий трос.</li> <li>Различаются материалом изоляции: АРТ — резиновая изоляция, АВТ — изоляция ПВХ.</li> <li>Минимальное сечение жил 2,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>Число жил 2...4 (АРТ) и 2 или 3 (АВТ).</li> </ul>
ПРД и ПРВД	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Монтаж в квартирах на роликах</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В.</li> <li>Свиты из двух гибких проводов. Медная жила каждого из них состоит из многих медных проволочек, изолирована резиной и в проводах ПРД защищена оплеткой из хлопчатобумажной пряжи.</li> <li>Провода ПРВД вместо оплетки имеют ПВХ-оболочку.</li> <li>Минимальное сечение жил проводов ПРД 0,75 мм<sup>2</sup>, ПРВД 1,0 мм<sup>2</sup></li> </ul>
ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3 и ПВ-4	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка в пустотных каналах негорюемых строительных конструкций.</li> <li>Монтаж силовых и осветительных сетей</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В. Одножильные.</li> <li>Провода различаются степенью гибкости: ПВ-1 (стандартной гибкости), ПВ-2 (гибкий), ПВ-3 (повышенной гибкости), ПВ-4 (особо гибкий).</li> <li>Медная жила имеет ПВХ-изоляцию.</li> <li>Минимальное сечение жил проводов ПВ-1, ПВ-3 и ПВ-4 0,5 мм<sup>2</sup>; ПВ-2 2,0 мм<sup>2</sup>.</li> <li>Два или три провода сечением 0,75 или 1,5 мм<sup>2</sup> могут быть свиты для монтажа на роликах</li> </ul>
ПРИ и АПРИ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка в сухих и сырых помещениях</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>Провода марки ПРИ имеют медную жилу, а марки АПРИ — алюминиевую.</li> <li>Жила имеет резиновую изоляцию, которая обладает защитными свойствами, т.е. допускает воздействие на провод химически активной окружающей среды, дезинфицирующих веществ и аэрозолей. Минимальное сечение жил проводов ПРИ — 0,75 мм<sup>2</sup>, АПРИ — 2,5 мм<sup>2</sup></li> </ul>
АПВ и АМПВ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка в трубах, пустотных каналах негорюемых строительных конструкций.</li> <li>Монтаж силовых и осветительных сетей</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В.</li> <li>Провода марки АПВ имеют алюминиевую жилу, а марки АМПВ — алюмомедную.</li> <li>Жила имеет двухслойную ПВХ-изоляцию.</li> <li>Минимальные сечения жил проводов АПВ — 2,0 мм<sup>2</sup>, АМПВ — 1,5 мм<sup>2</sup></li> </ul>

ПРН и АПРН		
<p><b>Назначение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Прокладка в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и на открытом воздухе</li> </ul>		
<p><b>Конструкция и особенности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>• Провода марки ПРН имеют медную жилу, а марки АПРН — алюминиевую.</li> <li>• Жила имеет резиновую изоляцию и негорючую резиновую оболочку.</li> <li>• Минимальное сечение жил проводов ПРН — 1,5 мм<sup>2</sup>, АПРН — 2,5 мм<sup>2</sup></li> </ul>		
ПРФ (ПРФЛ) и АПРФ		
<p><b>Назначение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Открытая прокладка в сухих помещениях непосредственно по несгораемым и трудно-сгораемым конструкциям</li> </ul>		
<p><b>Конструкция и особенности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>• Трубочатые провода марки ПРФ (ПРФЛ) имеют медную жилу, а АПРФ — алюминиевую жилу.</li> <li>• Выпускаются одно-, двух- и трехжильными.</li> <li>• Жила изолирована резиной. Поверх жил наложена пленка или прорезиненная тканевая лента. Металлическая фальцованная (т.е. со швом) оболочка предохраняет жилы от небольших механических повреждений.</li> <li>• Оболочка проводов ПРФ и АПРФ выполнена из сплава АМЦ, а проводов ПРФЛ из латуни.</li> <li>• Минимальное сечение жил проводов ПРФ и ПРФЛ — 1,0 мм<sup>2</sup>, а провода АПРФ — 2,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>• Шов металлической оболочки при вертикальной прокладке должен быть обращен в сторону опорной поверхности; при горизонтальной прокладке — направлен вверх.</li> <li>• Изгибают трубчатые провода с помощью специальных клещей</li> </ul>		
ПРТО и АПРТО		
<p><b>Назначение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Прокладка в несгораемых трубах. На участках проводки, где требуется гибкость, применяют вместо труб гибкие металлические рукава</li> </ul>		
<p><b>Конструкция и особенности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>• Провода марок ПРТО (с медными жилами) и АПРТО (с алюминиевыми жилами) имеют резиновую изоляцию и общую оплетку, пропитанную противогнильным составом.</li> <li>• Число жил 1, 2, 3 и 7.</li> <li>• Минимальное сечение жилы одножильного провода марки ПРТО — 0,75 мм<sup>2</sup>, двух- и трехжильного — 1,0 мм<sup>2</sup>, семижильного — 1,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>• Минимальное сечение жил провода марки АПРТО — 2,5 мм<sup>2</sup></li> </ul>		
ПРКА		
<p><b>Назначение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Фиксированный монтаж внутри осветительной арматуры;</li> <li>• Для питания электроплит, жарочных шкафов и других электронагревательных приборов</li> </ul>		
<p><b>Конструкция и особенности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитан на номинальное напряжение 380 или 660 В.</li> <li>• Провод является нагревостойким.</li> <li>• Минимальное сечение медной жилы 0,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>• Эксплуатация при окружающей температуре от 50°С до +180°С</li> </ul>		

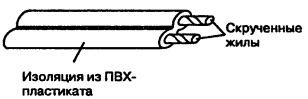
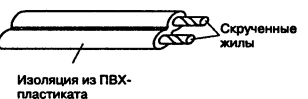
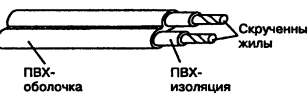
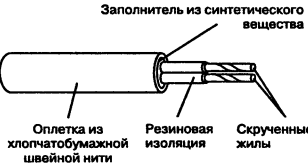
## Плоские установочные провода

Таблица 4.2

ППВ и ППВС, АППВ и АППВС	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Монтаж силовых и осветительных сетей в машинах и станках.</li> <li>• Неподвижная прокладка по стенам, перегородкам и перекрытиям (но не на чердаках!), покрытым сухой, гипсовой или мокрой штукатуркой, а также по несгораемым стенам и перегородкам непосредственно поверх обоев или под ними.</li> <li>• Скрытая прокладка под штукатуркой.</li> <li>• Прокладка в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В.</li> <li>• Жилы изолированы поливинилхлоридным пластиком ПВХ. Провода выпускаются либо с разделительным основанием (его иногда называют пленкой или перемычкой), либо без разделительного основания.</li> <li>• Провода с разделительным основанием при открытой (но не скрытой!) прокладке прибивают гвоздями с малой шляпкой.</li> <li>• На одном из проводов могут быть продольные метки, чтобы при монтаже легко различить жилы.</li> <li>• Число жил две или три.</li> <li>• Сечение медных жил (ППВ, ППВС) — 0,75...4 мм<sup>2</sup>, алюминиевых (АППВ, АППВС) — 2,0...6 мм<sup>2</sup>.</li> <li>• Провода марок ППВС и АППВС в настоящее время не выпускаются, так как их изоляция на свету портится.</li> <li>• Открытая прокладка плоских проводов непосредственно по деревянным стенам, перегородкам и потолкам, как правило, не допускается (исключение провода марки АППР). В случае необходимости провода прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм. Асбест должен выступать из-под провода не менее чем на 10 мм с каждой стороны</li> </ul>
ППП и АПП	
Аналогичны проводам марок ППВ и АППВ, но имеют полиэтиленовую изоляцию	
АППР	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прокладка по деревянным основаниям и конструкциям жилых или производственных помещений</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>• Выпускаются двух-, трех- и четырехжильными.</li> <li>• Сечения алюминиевых жил 2,5...10 мм<sup>2</sup>.</li> <li>• Изоляция резиновая, не распространяющая горение, с разделительным основанием</li> </ul>
АППР (2...4 жилы)	

## Соединительные шнуры

Таблица 4.3

ШПВ-1		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур редко подвергается механическим деформациям</li> </ul>	 <p>Скрученные жилы</p> <p>Изоляция из ПВХ-пластиката</p> <p>ШПВ-1</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для радиоприемников, телевизоров, электрических паяльников</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 380/380 В.</li> <li>Гибкий, двухжильный.</li> <li>Параллельно уложенные жилы изолированы ПВХ-пластикатом.</li> <li>Сечения: 2x0,35...2x0,75 мм<sup>2</sup></li> </ul>	
ШПВ-2		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям</li> </ul>	 <p>Скрученные жилы</p> <p>Изоляция из ПВХ-пластиката</p> <p>ШПВ-2 эластичный</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей-разветвителей</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В.</li> <li>Шнур эластичный марки ШПВ-2.</li> <li>Жилы изолированы ПВХ-пластикатом.</li> <li>Сечения: 2x0,35...2x0,75 мм<sup>2</sup>.</li> <li>В приборах, имеющих в зоне соединения шнура или провода с прибором температуру, превышающую 70°С, должна быть вставка из нагревостойкого шнура или провода</li> </ul>	
ШВВП		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям</li> </ul>	 <p>Скрученные жилы</p> <p>ПВХ-оболочка</p> <p>ПВХ-изоляция</p> <p>ШВВП повышенной гибкости (двух- и трехжильный)</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей-разветвителей</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В.</li> <li>Шнур повышенной гибкости, плоский.</li> <li>Две или три жилы в ПВХ-изоляции покрыты ПВХ-оболочкой.</li> <li>Сечения жил: 2x0,35...2x1,0 или 3x0,5 или 3x0,75 мм<sup>2</sup></li> </ul>	
ШРО		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям, но требуется его повышенная температурная устойчивость</li> </ul>	 <p>Заполнитель из синтетического вещества</p> <p>Оплетка из хлопчатобумажной швейной нити</p> <p>Резиновая изоляция</p> <p>Скрученные жилы</p> <p>ШРО</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для утюгов домашнего обихода, кофеварок, чайников, кастрюль, грелок и других подобных приборов</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В.</li> <li>Шнур повышенной гибкости, двухжильный и трехжильный.</li> <li>Имеет скрученные жилы, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной швейной нитки или синтетической нити с заполнением синтетическим волокном.</li> <li>Сечения: 2x0,35...2x1,0 мм<sup>2</sup> или 3x0,5...3x1,0 мм<sup>2</sup></li> </ul>	

ШПС		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур должен выдерживать вес подвешенного на него электроприбора</li> </ul>	<p>Заполнитель из синтетического вещества</p> <p>ПВХ-оболочка</p> <p>ПВХ-изоляция</p> <p>Скрученные жилы</p> <p>ШПС, гибкий</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для светильников, подвешиваемых на электрическом шнуре</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В.</li> <li>Шнур гибкий.</li> <li>Построен с двумя или тремя скрученными жилами, подвесной, грузонесущий.</li> <li>Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке.</li> <li>Сечения: 2x0,5 мм<sup>2</sup> или 3x0,5 мм<sup>2</sup> или 3x0,75 мм<sup>2</sup></li> </ul>	
ПВС		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий</li> </ul>	<p>Заполнитель из синтетического вещества</p> <p>Скрученные жилы</p> <p>ПВХ-оболочка</p> <p>ПВХ-изоляция</p> <p>Жила в желто-зеленой изоляции для заземления</p> <p>ПВС, особогибкий</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, удлинителей и разветвителей</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 380/660 В.</li> <li>Провод повышенной гибкости.</li> <li>Построен со скрученными тремя или четырьмя жилами.</li> <li>Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке. Заполнение синтетическим волокном.</li> <li>Сечения: 2x0,5...2x2,5 мм<sup>2</sup>, или 3x0,5 мм<sup>2</sup>, или 3x2,5 мм<sup>2</sup>, или 4x0,75...4x2,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>Четвертая (третья) жила желто-зеленого цвета служит для заземления (заземления)</li> </ul>	
ПРС		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий</li> </ul>	<p>Заполнитель из синтетического вещества</p> <p>Скрученные жилы</p> <p>Резиновая оболочка</p> <p>Резиновая изоляция</p> <p>Жила в желто-зеленой изоляции для заземления</p> <p>ПРС</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, удлинителей и разветвителей</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 380/660 В.</li> <li>Провод повышенной гибкости.</li> <li>Построен со скрученными двумя, тремя или четырьмя жилами.</li> <li>Жилы с ПВХ-изоляцией в резиновой оболочке. Заполнение синтетическим волокном.</li> <li>Сечения: 2x0,5...2x2,5 мм<sup>2</sup>, или 3x0,5 мм<sup>2</sup>, или 3x2,5 мм<sup>2</sup>, или 4x0,75...4x2,5 мм<sup>2</sup>. Кроме того, есть сечения 2x4,0 мм<sup>2</sup>; 3x4,0 мм<sup>2</sup>; 4x4,0 мм<sup>2</sup></li> </ul>	
ШТР		
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для случаев, когда шнур подвергается легким механическим деформациям и сильному нагреву</li> </ul>	<p>Заполнитель из синтетического вещества</p> <p>Изоляция и оболочка из кремнийорганической резины</p> <p>Скрученные жилы</p> <p>ШТР, особогибкий, термостойкий</p>
Применение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Для электрических утюгов домашнего обихода и промышленного применения, электроплиток и других подобных приборов</li> </ul>	
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В.</li> <li>Шнур повышенной гибкости, нагревостойкий.</li> <li>Построен со скрученными жилами, с изоляцией, заполнением синтетическим волокном, в оболочке.</li> <li>Изоляция и оболочка из кремнийорганической резины.</li> <li>Сечения двухжильных шнуров 2x0,5...2x1,5 мм<sup>2</sup>; трехжильных — 3x0,5...3x1,5 мм<sup>2</sup></li> </ul>	

## Разновидности кабелей

Таблица 4.4

НРГ и АНРГ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>Кабели марки НРГ имеют медные жилы, а марки АНРГ — алюминиевые.</li> <li>Число жил 1...4.</li> <li>Минимальное сечение одножильных — 1,0 мм<sup>2</sup> (НРГ), 4,0 мм<sup>2</sup> (АНРГ) и двух-, трех- и четырехжильных — 2,5 мм<sup>2</sup>.</li> <li>Жилы изолированы резиной и защищены резиновой оболочкой, маслостойкой и не распространяющей горение</li> </ul>
СРГ и АСРГ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка внутри помещений, не подверженных вибрации, в среде, нейтральной по отношению к свинцу</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.</li> <li>Кабели марки СРГ имеют медные жилы, а марки АСРГ — алюминиевые.</li> <li>Число жил 1...4.</li> <li>Минимальное сечение трех- и четырехжильных — 1,0 мм<sup>2</sup> (СРГ), 2,5 мм<sup>2</sup> и одно-, двух- и трехжильных кабелей АСРГ — 4 мм<sup>2</sup>.</li> <li>Жилы изолированы резиной, оболочка свинцовая</li> </ul>
ВВГ и АВВГ	
Назначение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прокладка на открытом воздухе, по защищенным от прямых солнечных лучей трассам</li> </ul>
Конструкция и особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>Кабели марки ВВГ имеют медные жилы, а марки АВВГ алюминиевые.</li> <li>Изоляция и оболочка изготовлены из пластика ПВХ.</li> <li>Число жил 1...4.</li> <li>Минимальное сечение 1,5 мм<sup>2</sup> (ВВГ) и 2,5 мм<sup>2</sup> (АВВГ).</li> <li>Эксплуатация допускается при температуре от 50 до +50°С, при относительной влажности до 98 %</li> </ul>

## 4.3. Ремонт розеток

### Маркировка розеток

Маркировка состоит из букв IP и цифр. Первая цифра показывает защиту от проникновения твердых частиц внутрь конструкции розетки:

- 0 — защиты нет;
- 1 — частицы размером от 50 мм;
- 2 — размером от 12 мм;
- 3 — размером от 2,5 мм;
- 4 — размером от 1 мм;
- 5 — защита от пыли;
- 6 — полная защита от пыли.

Вторая цифра показывает защищенность от влаги:

- 0 — защиты нет;
- 1 — защита от вертикально падающих капель;
- 2 — от капель воды, падающих под углом 15 градусов;
- 3 — от наклонно падающих брызг, угол наклона до 60 градусов;
- 4 — от брызг;
- 5 — от водяных струй;
- 6 — от мощных водяных струй;
- 7 — от временного погружения в воду;
- 8 — от продолжительного погружения в воду.



#### Пример.

*Если в инструкции указан показатель IP44, это означает, что электророзетка защищена от частиц пыли размером более 1 мм и брызг воды.*

Показателя IP44 достаточно для установки розетки в ванной комнате или других местах с повышенной влажностью. Внутри у них стоят дополнительные резиновые прокладки. Поэтому, установив в ванной розетку с повышенной защитой, можно после принятия ванны просушить волосы феном. Но что касается мощных электроприборов, то для их подключения лучше всего использовать розетки с УЗО (устройством защитного отключения).



## Как устранить неисправности в розетках

При нагревании определенных частей вилки или розетки следует совершить несколько операций, имеющих целью устранение столь опасных неполадок. Последовательность действий такова. Сначала следует вынуть вилку из розетки, прекратив подачу тока к ней. Потом обесточить сеть.

После этих действий следует проверить: действительно ли в квартирную электросеть ток не поступает. Это можно сделать просто, подключив к электросети какой-либо электроприбор или включив лампочку, светильник, бра. Отверткой отвернуть центральный винт и снять крышку розетки. При этом желательно подставить ладонь (или лист бумаги) под розетку, чтобы детали, которые выпадут из розетки с подобными «симптомами болезни», не покатались в разные стороны по полу, и вы не затрачивали драгоценное время на их поиски. Устройство розетки показано на рис. 4.1.

**Случай 1.** При потемнении головки винта и прилегающих частей клеммы причиной этого обычно является слабый контакт между деталями. В этом случае следует завернуть винт до самого конца, до упора. Если это не удастся, то его отворачивают и проверяют состояние части провода, которую винт зажимает. Многожильный медный проводник от перегрева сереет, становясь ломким. Оконечность алюминиевой жилы в этом случае теряет упругость. При такой ситуации следует откусить испорченную жилу. Если испорчена резьба клеммы, то надо подобрать гайку к винту. Гайку застопорить узкогубцами, а затем вкрутить винт, пропущенный через отверстие в клемме. Под головкой винта будут находиться шайбы и проводник.

**Случай 2.** При неисправной клемме можно позаимствовать ее в исправной или сломанной розетке. Замена клеммы довольно трудоемкое занятие, поэтому, если нет подходящей розетки, следует подумать о полной замене розетки. Если розетка с неисправной клеммой — один из узлов скрытой проводки, то ее вынимают, винт скобы несколько выворачивают, чтобы ослабить цепкость распорных лапок.

Затем выкручивают винт клеммы. В розетке для открытой проводки при замене клеммы выворачивают шурупы. В любом случае необходимо иметь оборот-

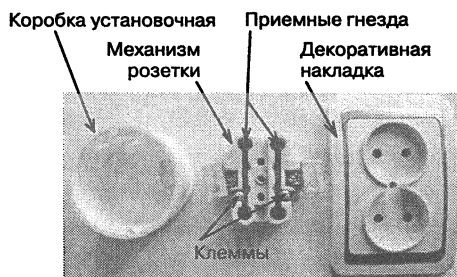


Рис. 4.1. Устройство розетки

ную сторону розетки для того, чтобы подтолкнуть винт «сзади». Вместо прежней резьбы следует нарезать новую резьбу метчиком или стальным винтом. Так как металл клеммы мягок, то сталь — подходящий материал для подобного действия. Конечно, под новую резьбу нужно подобрать и новый винт.

**Случай 3.** Потемнение клеммы вокруг резьбового торца винта свидетельствует о слабом контакте клеммы или отсутствии пластины. В этом случае винт нужно довернуть до конца. Упавшую или запасную пластину ставят на место с помощью отвертки с широкой лопатки не более ширины пластины. Лопатку вводят на место пластины, потом нажимают на пружину и в образовавшуюся щель вводят пластину. Если пластина потерялась, нужно вырезать новую пластину из жести. Ширину пластины определяют направляющей клеммой, длину — углублением в основании. Загиб пластины определяет диаметр пружины. В качестве образца может послужить пластина из соседнего гнезда. Это довольно сложная деталь, и заводы делают ее по-разному.

**Случай 4.** Еще один способ возвращения пластины на прежнее место. Шилом или отверткой вынимают пружину, вставляют в пластину загибом к пружине и заводят пружину. Пинцетом или узкогубцами после проведенных манипуляций пробуют на прочность.

**Случай 5.** Потемнение клеммы может означать, что ослаб контакт между деталями, смежными с клеммой, или выпали пластина и пружина. Методы восстановления пластины и пружины описаны в первом и втором вариантах возможных неполадок. Перегрев клеммы сказывается на основании розетки. Фарфоровое основание затягивается копотью, а пластмассовое крошится от долгого нагрева, что может привести к повреждению корпуса розетки. В этом случае лучше заменить пластмассовый корпус или всю розетку.

**Случай 6.** В розетке отсутствует электроток. Причиной, скорее всего, является выпадение из розетки пластины и пружины из гнезда. Порядок действий таков. Сначала проверяют наличие тока в других розетках. Если в соседних розетках ток не обнаружен, то проводится ремонт, описанный ранее. Если у вас под рукой нет ни новой пластины, ни пружины, то направляют в основание розетки старые отверткой или шилом. Таким образом, устанавливается временная клемма. При ее использовании следует следить за ее нагревом и не допускать перегрева. Поэтому не стоит использовать ее более одного-двух часов.

## 4.4. Как заменить вилку

Замена вилки на шнуре или установка вилки производится следующим образом.

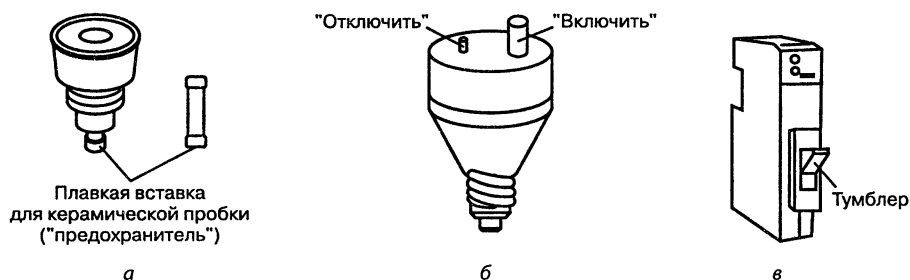
1. Сначала зачищают ножом концы провода, идущего к вилке, пропаявают и делают колечки.
2. Откручивают винты на контактных ножках вилки.
3. Прикручивают винтами концы провода, заделанные колечком, к контактным ножкам вилки.
4. Откручивают один винт скобы, прикрепленной к одной половинке корпуса, и отводят скобу в сторону.
5. Вставляют во впадины половинки корпуса со скобой, а концы провода с контактными ножками, поворачивают скобой и прижимают ею провод. Закручивают в отверстие скобы винт.
6. Закрывают собранную часть вилки другой половинкой корпуса, вставляют в отверстие корпуса винт и скручивают его с другой стороны корпуса гайкой.

Замена неразборной вилки. Неразборные штепсели представляют собой электрический шнур из резины или пластмассы, который отлит заодно с вилкой. При выходе из строя неразборной вилки поступают так. Негодную вилку отрезают, а присоединительные концы шнура после заделки петелькой присоединяют к разборному штепселю согласно вышеизложенной методике.

## 4.5. Электрические предохранители

Плавкий предохранитель (рис. 4.2, а) («пробка керамическая») является простейшим устройством для защиты электроустановок от перегрузок и коротких замыканий. Пробки перегорают при коротком замыкании в электрической цепи или при длительной перегрузке.

Принцип действия предохранителя — внутри фарфоровой трубки плавкой вставки («предохранителя») есть проволочка, которая при протекании по ней тока нагревается. Во время перегрузки или короткого замыкания она перегорает. Цепь тока при этом разрывается. При коротком замыкании предохранитель срабатывает практически мгновенно, а при перегрузках — через некоторое время.



**Рис. 4.2. Виды предохранителей:**

*а* — резьбовой предохранитель («пробка керамическая»); *б* — автоматическая пробка (ПАР);  
*в* — бытовой автомат (автоматический выключатель)

Все вставки имеют одну длину, но разные диаметры:

- ♦ на 6 А — 6 мм;
- ♦ 10 А — 8 мм;
- ♦ 15 А — 10 мм;
- ♦ 20 А — 12 мм.

Для защиты от ошибочной установки завышенной по току сменной плавкой вставки («защита от дурака») на дне гнезда, над центральным контактом имеется фарфоровая гильза с отверстием на 6, 8, 10 или 12 мм.

Пробочные автоматы резьбовые (автоматическая пробка) (рис. 4.2, б) ввертываются, как и пробки. При перегрузке и коротких замыканиях в линии — автомат отключает ее. Цепь восстанавливается нажатием на кнопку. Кнопка-выключатель служит для отключения цепи.

Бытовой автомат (автоматический выключатель, рис. 4.2, в) совмещает функции предохранителя и выключателя. После его срабатывания сначала нужно перевести тумблер в положение ОТКЛЮЧЕНО, а затем — включить.

Из перечисленных устройств, обычная керамическая пробка (рис. 4.2, а) с плавким предохранителем — самая надежная защита от перегрузки и короткого замыкания в электрической цепи. Интересно, что при этом и недорогая. Электромеханические предохранители (рис. 4.2, б, в) имеют слишком большой «разброс» по току срабатывания.

## 4.6. Удлинители и переходники

Удлинители созданы для расширения возможностей пространственного размещения и подключения бытовых электрических приборов. Условия безопасного применения требуют, чтобы их шнуровая часть не создавала неудобств при перемещении в квартире, а гнезда розеточной части были защищены от доступа детей.

Удлинитель (рис. 4.3, а) представляет собой шнур, который на одном конце имеет обычную вилку, а на другом — розетку с глубоко утопленными гнездами. Корпус розетки приспособлен для включения в него обычной вилки. Гнезда удлинителя на рис. 4.3, в имеют шторки для предохранения от прикосновения к токоведущим частям. Удлинитель (рис. 4.3, г) имеет несколько розеток и выполнен как рулетка: шнур находится в корпусе и извлекается из него только на необходимую длину.

Удлинители, показанные на рис. 4.3, в, г, могут лежать на полу, а удлинитель рис. 4.3, в можно еще и повесить за ушки. Чтобы провод во время работы удлинителей (рис. 4.3, б—г) не перегревался, его нужно «растянуть».

Распространение в последнее время штепсельных розеток с плоскими штифтами вынудило создать переходные устройства: розетки для перехода с цилиндрических на плоские контакты (рис. 4.3, д) и с плоских — на цилиндрические (рис. 4.3, е). Разветвитель на рис. 4.3, ж не имеет шнура. Его включают непосредственно в розетку.

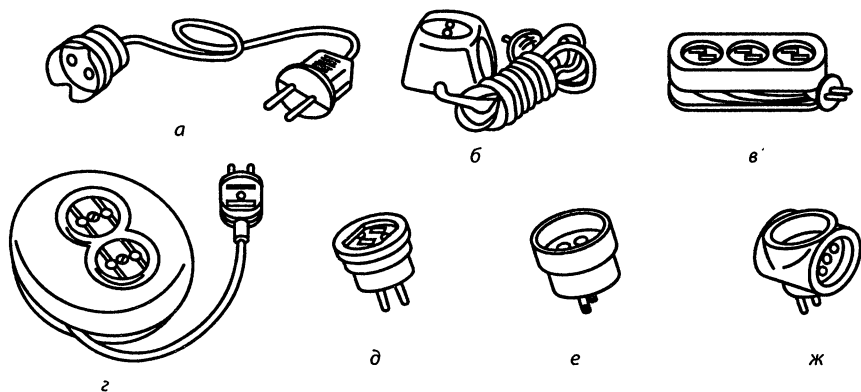


Рис. 4.3. Удлинители, переходники, тройники

## 4.7. Сайты по ремонту электрооборудования в доме

<a href="http://www.stroeved.ru/">http://www.stroeved.ru/</a>	Книга «Ремонт сантехники и электрооборудования в доме»
<a href="http://remont220.ru/">http://remont220.ru/</a>	Практическое руководство по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://avancar.ucoz.ua/">http://avancar.ucoz.ua/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://www.cat.bigbentula.ru/">http://www.cat.bigbentula.ru/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://stroidelo.net.ru/">http://stroidelo.net.ru/</a>	Статья по замене электропроводки в доме
<a href="http://www.kvartirusdam.ru/">http://www.kvartirusdam.ru/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://www.project-plus.ru/">http://www.project-plus.ru/</a>	Статьи по монтажу электрооборудования
<a href="http://electrik.org/">http://electrik.org/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://free-war.ru/">http://free-war.ru/</a>	Полный комплект журналов «Я – электрик» со статьями по электрооборудованию дома
<a href="http://4remonta.ru/">http://4remonta.ru/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://www.eltexnika.su/">http://www.eltexnika.su/</a>	Статьи по электрооборудованию
<a href="http://www.ws9.ru/">http://www.ws9.ru/</a>	Статьи по ремонту электрооборудования в доме
<a href="http://www.izhstroy.ru/">http://www.izhstroy.ru/</a>	Ремонтные и электромонтажные работы
<a href="http://www.masterwire.ru/">http://www.masterwire.ru/</a>	Электрооборудование жилых домов
<a href="http://electro.narod.ru/">http://electro.narod.ru/</a>	Практическое руководство для домашних мастеров
<a href="http://eksstroy.com/">http://eksstroy.com/</a>	Статьи по электрооборудованию домов
<a href="http://huvemi.ru/">http://huvemi.ru/</a>	Электрооборудование дома
<a href="http://www.energame.su/">http://www.energame.su/</a>	Статьи по электрооборудованию дома

## РЕМОНТ ОСВЕЩЕНИЯ

*Освещение — неотъемлемая часть любого дома, квартиры, дачи. Оптимальное освещение является залогом хорошего настроения и качественно проделанной работы. В главе рассмотрены основные типы осветительных приборов, а также установка и ремонт светильников. Полезны и советы по их правильному использованию.*

### 5.1. Светильники и их типы

#### Определение и назначение

Электрические лампы устанавливаются в арматуре для распределения светового потока в нужном направлении и защиты от слепящего действия.



#### **Определение.**

*Лампа вместе с арматурой называется светильником.*

Арматура перераспределяет световой поток в нужном направлении, защищает источник света от пыли, влаги и др. Светильники располагают по возможности в местах, удобных и безопасных для обслуживания. Типы светильников выбираются в зависимости от характера окружающей среды, высоты подвеса, светотехнических требований и интерьера помещения.

Светильники предназначены для рассеивания света ламп накаливания (устранения слепящего эффекта) и придания эстетичных форм осветительной системе. Защита от слепящего действия ламп в светильниках достигается применением светорассеивающих оболочек (рассеивателей), экранирующих решеток и колец, а также соответствующим

заглублением ламп в арматуре. Этими мерами создается защитный угол, под которым не видны нить накала или светящаяся поверхность лампы. Светильники также предохраняют лампы накаливания от прикосновений к ним, в ряде случаев от попадания влаги, пыли.

### Разновидности светильников

Правильно собранный светильник делает осветительную систему с лампами накаливания безопасной и эффективной в работе. По типу систем освещения, в которых применяют светильники, они делятся на следующие разновидности, приведенные в табл. 5.1.

*Классификация светильников по назначению*

*Таблица 5.1*

Разновидности светильников	Назначение
Светильники общего освещения (подвесные, потолочные, настенные, напольные, настольные)	Для общего освещения помещений
Светильники местного освещения (настольные, напольные, настенные, подвесные, пристраиваемые, встраиваемые в мебель)	Для обеспечения освещения рабочей поверхности в соответствии с выполняемой зрительной работой
Светильники комбинированного освещения (подвесные, настенные, напольные, настольные)	Выполняют функции как светильника общего, так и местного освещения или одновременно обе функции
Декоративные светильники (настольные, настенные)	Выполняют функцию элемента убранства интерьера
Светильники для ориентации — ночники (настольные, настенные)	Для создания освещения, необходимого для ориентации в жилых помещениях в темное время суток
Экспозиционные светильники (настольные, настенные, пристраиваемые, встраиваемые, потолочные, подвесные, напольные)	Для освещения отдельных объектов

Искусственный свет, конечно, полностью не может заменить свет природный, но без него было бы невозможно развитие цивилизации. Источником искусственного света является электрическая энергия, которую, по последним данным энергетиков, используют около 20 % от всей выработанной в России электроэнергии на искусственное освещение.

С другой стороны, мало преобразовать электрическую энергию в световую. Необходимо обеспечить производство качественных бытовых и промышленных светильников, способствующих выполнению человеком разнообразных функциональных процессов, и обеспечение комфорта в его жизнедеятельности.



Кроме того, чрезвычайно важно обеспечить полную безопасность пользователей бытовых светильников, в большинстве своем мало знакомых с правилами обращения с электроприборами, выделяющими достаточно большое количество тепла, и защитить человека от возможных поражений электрическим током и от возгораний при их эксплуатации.

В России в настоящее время действуют две системы стандартов на бытовые светильники:

- ♦ ГОСТ издания 1972 года;
- ♦ ГОСТ издания 1997—1999 г.

Естественно, что первые из упомянутых стандартов морально устарели и не отвечают многим законам и мировым стандартам. Вторая же система основана на передовых достижениях науки и техники и, по существу, является аутентичным переводом стандартов, разработанных Международной Электротехнической Комиссией (МЭК). Поэтому приведенные технические нормы, правила и требования к бытовым светильникам основаны преимущественно на стандартах МЭК, но в необходимых случаях даны также и ссылки на требования отечественной системы стандартов.

Российские стандарты предусматривают следующие типы светильников:

- А — светильники стационарные общего назначения.
- Б — светильники встраиваемые.
- В — светильники для освещения улиц и дорог.
- Г — светильники переносные общего назначения.
- Д — прожекторы заливающего света.
- Е — светильники с встроенными трансформаторами для ламп накаливания.
- Ж — светильники переносные для использования в саду.
- З — светильники ручные сетевые.
- И — светильники для фото- и киносъемки (непрофессиональные).
- К — светильники переносные детские игровые.
- Л — светильники для освещения сцен теле- и киностудий (внутри и снаружи).
- М — светильники для плавательных бассейнов и аналогичного применения.
- Н — светильники вентилируемые (требования безопасности).
- О — гирлянды световые.

## 5.2. Ремонт светильников с лампами накаливания

### Определение ламп накаливания



#### Определение.

*Лампа накаливания — источник света, преобразующий энергию проходящего по спирали лампы электрического тока в тепловую и световую энергию.*

По физической природе различают два вида излучения: тепловое и люминесцентное. Тепловым называют световое излучение, возникающее при нагревании тел. На использовании теплового излучения основано свечение электрических ламп накаливания.

### Достоинства и недостатки ламп накаливания

#### Достоинства ламп накаливания:

- ♦ при включении они зажигаются практически мгновенно;
- ♦ имеют незначительные размеры;
- ♦ стоимость их невысока.

#### Недостатки ламп накаливания:

- ♦ лампы обладают слепящей яркостью, отрицательно отражающейся на зрении человека, поэтому требуют применения соответствующей арматуры, ограничивающей ослепление;
- ♦ обладают незначительным сроком службы (порядка 1000 ч);
- ♦ срок службы ламп существенно снижается при повышении напряжения питающей электросети.



#### Примечание.

*Световой коэффициент полезного действия ламп накаливания, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности, потребляемой от электрической сети, весьма мал и не превышает 4 %.*

Таким образом, основной недостаток ламп накаливания — низкая светоотдача. Ведь лишь незначительная часть потребляемой ими электрической энергии превращается в энергию видимых излучений, остальная часть энергии переходит в тепло, излучаемое лампой.

## Устройство и работа ламп накаливания

Лампа накаливания (рис. 5.1) светится потому, что нить из тугоплавкой вольфрамовой проволоки раскаляется проходящим через нее током. Чтобы спираль быстро не перегорела, из стеклянного баллона выкачан воздух либо баллон заполнен инертным газом. Спираль укреплена на электродах.

Один из них припаян к металлической гильзе цоколя, другой — к металлической контактной пластине. Их разделяет изоляция. Один из проводов присоединен к гильзе цоколя, а другой — к контактной пластине, как показано на рис. 5.1. Тогда ток, преодолевая электрическое сопротивление нити, раскаляет ее.

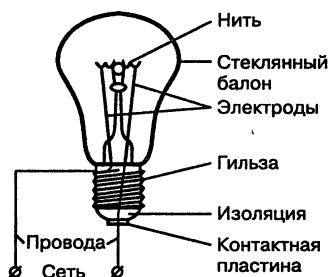


Рис. 5.1. Устройство и включение ламп накаливания

## Обозначения ламп накаливания

В обозначении ламп накаливания буквы означают:

- ♦ В — вакуумная;
- ♦ Г — газонаполненная;
- ♦ Б — биспиральная;
- ♦ БК — биспиральная криптоновая (имеет повышенную светоотдачу и меньшие размеры по сравнению с лампами В, Б и Г, но стоит дороже);
- ♦ ДБ — диффузная (с матовым отражательным слоем внутри колбы);
- ♦ МО — местного освещения.

За буквами следуют две группы цифр. Они указывают диапазон напряжений и мощность лампы.

## Устройство светильников с лампами накаливания

На рис. 5.2, а к корпусу настенного светильника привинчен патрон. Колпак из матового или молочного стекла навинчен на резьбу в корпусе. Такие светильники распространены в ваннных комнатах и других сырых помещениях.

Корпус потолочного светильника с шарообразным абажуром привинчен к деревянной розетке (рис. 5.2, б). Розетка прикреплена к потолку шурупами или дюбелями. Провода вводятся через отверстие.

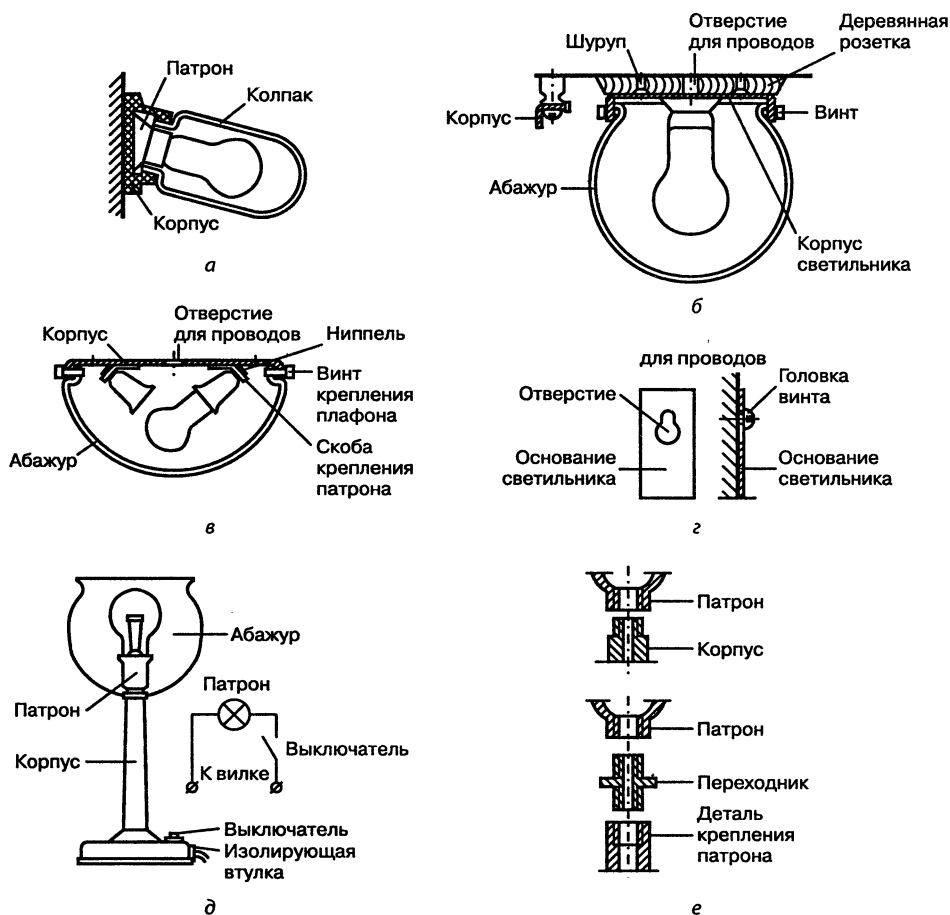


Рис. 5.2. Светильники с лампами накаливания

Потолочный патрон привинчен к корпусу. Абажур закрепляют тремя винтами (двух винтов мало). Винты расположены под углами  $120^\circ$  и ввинчиваются в борт корпуса. Ввинчивать винты нужно равномерно и осторожно, чтобы не раздавить абажур. Иногда потолочные светильники укрепляют не на деревянной розетке, а на трех роликах, как показано на рис. 5.2, б слева.

Плафон (рис. 5.2, в) имеет два патрона. Патроны привинчены к скобам с помощью ниппелей, а скобы приварены к корпусу. Провода вводят через отверстие. Абажур привинчивают тремя винтами. Для крепления к стенам в основании светильника (рис. 5.2, г) в отверстие вводят головку винта, предварительно ввинченного в стену (головка винта не доходит до стены на толщину основания светильника),

а затем светильник оттягивают вниз. Светильник повисает на винте и не падает, так как верхняя часть отверстия уже головки винта.

Патрон навинчен на корпус настольной лампы (рис. 5.2, д). Выключатель вмонтирован в основание светильника. Обратите внимание: шнур из светильника выводится через изолирующую втулку со скругленными краями и перед выходом из светильника закрепляется, например, подмоткой изоляционной ленты, чтобы его нельзя было выдернуть.

Патрон на корпус настольной лампы (рис. 5.2, д) непосредственно навинчен: наружная резьба верхней части корпуса соответствует внутренней резьбе в ниппельной головке патрона (рис. 5.2, е сверху). Но если и у патрона, и у детали, к которой он должен быть прикреплен, резьбы внутренние, то приходится устанавливать переходную деталь. Переходные детали применяются во всех случаях, когда непосредственное соединение невозможно.

Относительно легкий светильник можно подвесить на шнуре (рис. 5.2, ж). Абажур (если он имеет соответствующую форму и размеры отверстия) можно закрепить непосредственно на патроне.

Крепление деталей и соединения в люстре иллюстрирует рис. 5.3, а. Схема внутренних соединений показана на рис. 5.3, б. Люстра подвешивается на изолированном крюке — изоляция крюка или ушка обязательна. Ушко держится отбортовкой полого стержня. Внутри стержня проходят провода. Они заканчиваются колодкой с зажимами

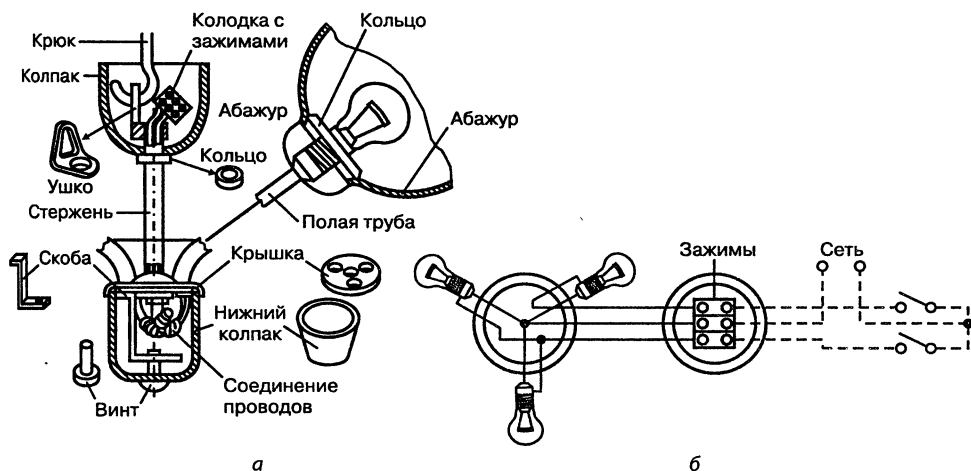


Рис. 5.3. Крепление деталей (а) и соединения в люстре (б)

для присоединения проводов от сети. Крюк, ушко, колодка закрыты колпаком. Он не соскальзывает вниз по стержню, так как закреплен кольцом. Кольцо металлическое (тогда оно имеет прижимной винт) либо из какого-нибудь упругого материала.

Если винт вывинтить из скобы, то снимется нижний колпак, и будут видны крепления полых трубок к крышке и соединения проводов. Провода скручены, пропаяны и изолированы изоляционной лентой либо упругими пластмассовыми колпачками. Деталь надета на трубку, а затем навинчен патрон.

### Установка светильников

Светильники соединяют с проводами сети при помощи штепсельных разъемов или люстрового зажима. Заряжают светильники медными гибкими проводами с сечением жил:

- ♦ не менее 0,5 мм<sup>2</sup> внутри зданий;
- ♦ 1 мм<sup>2</sup> — для наружной установки.

Для декоративного оформления места подвески светильника иногда используется потолочная розетка светильника, внутри которой имеется люстровый зажим. Допускается подвешивать светильник непосредственно на питающих его проводах только при условии, что эти провода специально предназначены для этой цели.

Подвесы подвешивают на крюках. Крюк в потолке должен быть изолирован от светильника с помощью поливинилхлоридной трубки.

В случае крепления крюков к деревянным перекрытиям изолирование крюка не требуется. Для установки крюка в пустотелой плите перекрытия проделывают отверстие, а затем фиксируют крюк. В сплошных железобетонных перекрытиях светильник подвешивают к шпильке, пропускаемой насквозь через все перекрытие. Все приспособления для подвеса светильников испытывают на прочность пятикратной массой светильника. Детали крепления подвеса при этом не должны иметь повреждений и остаточных деформаций.

### Монтаж и подключение люстр

Люстру также подвешивают на заранее заготовленный крюк, предварительно испытанный на прочность. Крюк изолируют внахлестку двумя слоями изоляционной ленты. Провода проложены в трубах

люстры заводом-изготовителем и выведены на клеммную колодку. Через нее люстра присоединяется к электропроводке. Выключатели установлены на стене. Зарядку светильников выполняют гибкими проводами с медными жилами.

Для подключения люстры необходима индикаторная отвертка. Индикатор перед работой обязательно проверяется на работоспособность. На потолке висят три конца, один «ноль» и два фазных. Провода «фаза» идут на выключатель, а «ноль» сразу идет в монтажную коробку.

**Шаг 1.** Выключаем автоматический выключатель на лестничной площадке и индикатором проверяем отсутствие напряжения. Снимаем с трех потолочных концов изоляцию, затем разводим эти концы в сторону друг от друга так, чтобы они не замыкались. Включаем напряжение.

**Шаг 2.** Индикатором по очереди дотрагиваемся до каждого из концов. При этом выключатель должен быть включен.

При касании провода индикатор загорается, значит это «фаза», не горит — «ноль». Запомните или пометьте изоляцией «ноль».

**Шаг 3.** Из люстры выходят три провода, нам надо найти из них «ноль». Для этого по очереди включаем в розетку два любых провода, при этом не дотрагивайтесь до третьего. Должна загореться одна половина ламп, запоминаем провода, а затем один провод оставляем в розетке, а другой меняем местами с неподключенным. Должна загореться другая половина ламп. Если этого не произошло, меняем провода. Нужно, чтобы один провод всегда был в розетке, когда мы вставляем по очереди другие два провода, должен загореться сначала один ряд ламп, а потом другой. Тот провод, который не вынимался из розетки, и будет нулевым.

**Шаг 4.** Соединяем нулевой провод люстры с нулевым проводом на потолке. Два фазных провода — с любым из двух на потолке.

Если вас не устраивает, что выключатель включает сначала большой свет, а затем маленький, то надо просто поменять местами фазные концы на люстре или на выключателе.

Схема подключения люстры к электропроводке показана на рис. 5.4.

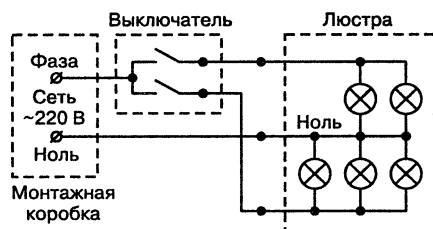


Рис. 5.4. Схема включения люстры

## Неисправности светильников с лампами накаливания

**Неисправность 1.** *Срабатывает автомат защиты при включении освещения:*

- ♦ если неисправен автомат, то произвести ремонт или заменить автомата;
- ♦ если замыкание в сети освещения или светильнике, то найти и устранить причину замыкания;
- ♦ если лампа замкнула контакты в патроне своим цоколем, то отогнуть контакты;
- ♦ если произошло замыкание проводов в месте их присоединения к патрону или в коробке, то заменить светильник.

**Неисправность 2.** *Обрыв цепи в автомате:*

- ♦ заменить автомат.

**Неисправность 3.** *Неисправен выключатель, включающий одну или несколько ламп:*

- ♦ заменить выключатель.

**Неисправность 4.** *Лампа не касается контактов в патроне:*

- ♦ если контакты отогнулись, то подогнуть контакты;
- ♦ если контакты обгорели или отломались, то заменить патрон.

**Неисправность 5.** *Частое перегорание электрической лампочки:*

- ♦ заменить электрическую лампочку.
- ♦ если замена лампы накаливания не дает положительного результата, причину следует искать в патроне:
- ♦ необходимо проверить, есть ли касание цоколя с центральным контактом;
- ♦ при необходимости центральный контакт необходимо немного отогнуть;
- ♦ при плохом контакте возможны приваривание цоколя лампы к патрону, недопустимый перегрев лампы, патрона, светильника и подводящих проводов;
- ♦ при наличии механических поломок контактных стоек, обгорании пластмассовых корпусов, наличии трещин и сколов патрон необходимо заменить на исправный.



**Неисправность 6.** *Лампы накаливания не выворачиваются из патрона, заржавел цоколь или приварился центральный контакт.*

Применение большого усилия приводит к отрыву цоколя. Для устранения неисправности необходимо:

- ♦ обесточить электросеть, вывернув предохранительные пробки или отключив автоматические выключатели;
- ♦ обмотать колбу в несколько слоев толстой тряпкой, чтобы не порезать руку, колба лопнет, и попытаться вывернуть лампу;
- ♦ в итоге лампа или выворачивается, или у нее срывается баллон, а цоколь остается в патроне.

**Неисправность 7.** *Баллон лампы лопнул, а цоколь остался в патроне:*

- ♦ для выворачивания цоколя из патрона прибегнуть к помощи плоскогубцев;
- ♦ край цоколя, выступающий из патрона, захватить плоскогубцами и, придерживая патрон рукой, вывернуть цоколь, вращая его плоскогубцами против часовой стрелки;
- ♦ если не удастся вывинтить цоколь плоскогубцами, патрон придется разобрать.

### Присоединение шнура к патрону

Прежде чем приступить к непосредственному присоединению шнура к патрону, надо соответственно заделать концы проводов:

- ♦ на расстоянии 25 мм от конца каждого провода острым ножом обрезать хлопчатобумажную оплетку и снять ее;
- ♦ на расстоянии 20 мм от конца провода обрезать и снять резиновую изоляцию. При этой операции нельзя сильно нажимать ножом на провод, иначе можно перерезать его металлические жилы;
- ♦ оголенный пучок жил нужно хорошенько зачистить ножом или шкуркой (стеклянной бумагой), скрутить и согнуть в кольцо диаметром 6 мм;
- ♦ оставшуюся часть оголенного конца провода при помощи плоскогубцев согнуть вокруг основания кольца;
- ♦ отрезать полосу изоляционной ленты длиной 56—60 мм и шириной 5—6 мм и обмотать ею провод, начиная от оплетки и до кольца;

- ♦ обмотку уложить в два слоя: один слой — слева направо, второй — справа налево;
- ♦ на этом заделка заканчивается.

Затем оба провода нужно пропустить поодиночке в верхнее отверстие патрона и зажать между шайбами контактных винтов. Контактные винты патрона находятся на фарфоровом основании. Для освобождения патрона надо, придерживая левой рукой корпус, отвернуть, вращая против часовой стрелки, верхнюю его часть.

### **Безопасность использования светильников**

Лампы нагреваются, а от чрезмерного нагрева может лопнуть (особенно пластмассовый) и даже загореться (бумажный, матерчатый) абажур. Значит, ни в коем случае нельзя ставить более мощные лампы, чем те, на которые светильники рассчитаны. Особенно важно об этом предупредить теперь. Дело в том, что размеры абажуров таковы, что лампы накаливания повышенной мощности в них просто не помещаются.

### **Замена или восстановление перегоревшей лампы**

Перегоревшая лампа накаливания обнаруживается легко — видна ее спираль. Сменить лампу накаливания просто.

А что же делать с перегоревшей лампой накаливания? Если кусок спирали отвалился совсем, то ее можно просто выбросить.

Но если спираль лишь лопнула, то такую лампу можно попытаться восстановить. Для этого необходимо оценить состояние нити накала лампы. При выявлении обрыва нити только в одном месте лампу следует вставить в настольный светильник со снятым рассеивателем. Наклонами, поворотами светильника, постукиванием пальцем по баллону добиваются соединения концов спирали нити накаливания как можно с меньшей накладкой друг на друга.

После чего, не изменяя положения лампы, включают светильник в сеть. При включении концы нити накала свариваются между собой, и такая лампа может еще послужить, особенно в щадящем режиме. Можно попытаться соединить концы нити накала лампы, не вкручивая ее в светильник, а затем осторожно, чтобы не нарушить соединения, вкрутить ее и, проверив визуально целостность нити, включить светильник. Подобным образом удается восстановить половину перегоревших ламп.

### Продление срока службы ламп накаливания

Срок службы лампы накаливания колеблется в широких пределах, потому что зависит:

- ♦ от качества соединений в электропроводке и светильнике;
- ♦ от стабильности номинального напряжения;
- ♦ от наличия или отсутствия механических воздействий на лампу, толчков, сотрясений, вибраций;
- ♦ от температуры окружающей среды;
- ♦ от типа примененного выключателя и скорости нарастания величины тока при подаче питания на лампу.

При продолжительной работе лампы накаливания ее нить накала под воздействием высокой температуры нагрева постепенно испаряется, уменьшаясь в диаметре, рвется (перегорает).

Чем выше температура нагрева нити накала, тем больше света излучает лампа. При этом интенсивнее протекает процесс испарения нити, и сокращается срок службы лампы. Поэтому для ламп накаливания устанавливается такая температура накала нити, при которой обеспечивается необходимая светоотдача лампы и определенная продолжительность ее службы.

Средняя продолжительность горения лампы накаливания при расчетном напряжении не превышает 1000 ч. После 750 ч горения световой поток снижается в среднем на 15 %.

## 5.3. Ремонт светильников с галогенными лампами накаливания

### Особенности галогенных ламп

Галогенные лампы накаливания по структуре и принципу действия аналогичны лампам накаливания. Но они содержат в газонаполнителе незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их комбинации. С помощью этих добавок возможно в определенном температурном интервале практически полностью устранить потемнение колбы (вызванное испарением атомов вольфрама) и обусловленное этим уменьшение светового потока.

Поэтому размер колбы в галогенных лампах накаливания может быть сильно уменьшен, вследствие чего с одной стороны можно

повысить давление в наполнителе, и с другой стороны становится возможным применение дорогих инертных газов (криптон и ксенон) в качестве газов-наполнителей.

Современные галогенные лампы имеют ряд существенных преимуществ:

- ♦ неизменно яркий свет в течение всего срока службы;
- ♦ красивый, сочный свет, обеспечивающий великолепную цветопередачу и возможность создания привлекательных световых эффектов;
- ♦ больше света при такой же мощности, благодаря более высокой световой отдаче, а следовательно, и повышенная экономичность;
- ♦ увеличенный вдвое срок службы, по сравнению с лампами накаливания;
- ♦ уменьшенные размеры.

### Конструктивные особенности

По конструктивным признакам галогенные лампы накаливания делятся на две группы:

- ♦ с длинным спиральным телом накала при соотношении длины ламп к диаметру более 10 — линейные или трубчатые лампы;
- ♦ с компактным телом накала при отношении длины тела накала к диаметру не менее 8 — эти галогенные лампы накаливания подразделяются в свою очередь на мощные и малогабаритные, в которых электроды размещены обычно с одной стороны.

Лампы для светильников общего освещения и прожекторов выпускаются преимущественно на напряжение 220 В мощностью от 1 до 20 кВт, световая отдача — 22—26 лм/Вт, срок службы — 2000 ч, лампы трубчатые, положение горения — горизонтальное.

Лампы инфракрасного облучения выпускаются на напряжения 127, 220 и 380 В мощностью от 0,5 до 5 кВт, срок службы повышенный (2500—5000 ч), так как тела накала этих ламп работают при низких температурах (2400—2700 К); лампы трубчатые, положение горения — горизонтальное.

Малогабаритные галогенные лампы накаливания разного назначения выпускаются на напряжение до 30 В (преимущественно 6, 12 и 24 В), мощностью 15—650 Вт, лампы имеют компактную форму тела накала. Поскольку от большинства этих ламп требуется высо-

кая яркость, они имеют температуру тела накала 3000—3200 К и срок службы несколько десятков или сотен часов, положение горения — любое.

### Устройство галогенных ламп накаливания

Колба лампы — длинная узкая кварцевая трубка, а тело накала — прямолинейная вольфрамовая спираль, закрепленная на вольфрамовых держателях по оси колбы.

Расположенные по обоим концам трубки вольфрамовые вводы соединены с выводами, впаянной в кварц молибденовой фольгой. Диаметр трубки-колбы и расположение тела накала в ней выбираются так, чтобы при горении галогенных ламп накаливания температура стенки была 500—600 °С (не менее 250 °С и не более 1200 °С).

### Подключение галогенных светильников

Галогенные светильники по типу используемых в них ламп делятся на три категории. Низковольтные галогенные светильники рассчитаны на низковольтные галогенные лампы, имеют встроенный трансформатор и готовы к подключению к бытовой сети напряжения.

Светильники сетевого напряжения работают с галогенными лампами сетевого напряжения, для которых не требуется использование трансформатора. В светильниках универсального подключения могут использоваться лампы как на 220 В, так и на 12 В с трансформатором. Таким образом, универсальные светильники могут подключаться двумя способами: без трансформатора и с трансформатором.

**Подключение без трансформатора.** Светильник подключается напрямую к сети 220 В. Покупаете лампы мощностью, не превышающей мощность, указанную в инструкции к светильнику. Данный способ имеет следующий недостаток: галогенные лампы типа MRU, MR16 и пальчиковые лампы с цоколем G4 или GY6.35 не выпускаются ведущими мировыми производителями ламп (OSRAM, PHILIPS, GE). Срок службы таких ламп от китайских производителей крайне мал, и поэтому рекомендуется второй способ подключения галогенных светильников.

**Подключение с трансформатором.** Мощность используемого трансформатора должна быть не меньше суммы мощностей подключаемых к нему ламп.

## Особенности эксплуатации

Высокий срок службы галогенных ламп реализуется не сам собой. Для этого нужно точно соблюдать условия эксплуатации. Важным параметром является температура лампы. При повышенной температуре ресурс сокращается очень ощутимо. Вообще галогенные лампы во время горения нагревают колбу намного больше, чем обычные лампы. Это объясняется как физическими процессами, так и небольшими размерами ламп.

Если обычная лампа при мощности 100 Вт имеет размер небольшой груши, то галогенная такой же мощности не крупнее ягоды крыжовника. Такой напряженный температурный режим предъявляет высокие требования ко всем элементам лампы. При обращении с ней необходимо выполнять определенные правила.



### Правило 1.

*При установке или замене галогенных ламп нельзя касаться колбы руками.*

Надо пользоваться перчатками или просто упаковочной пленкой, в которую лампа была завернута. Если все-таки пришлось коснуться рукой, следует непременно протереть колбу тряпочкой, смоченной спиртом или ацетоном, а потом дать просохнуть. Если этого не сделать, частицы жира с рук при высокой температуре запекутся на стекле колбы. Это место будет иметь иной коэффициент расширения, и при нагреве возможны появление трещины и выход лампы из строя.



### Правило 2.

*Регулярно, примерно раз в полгода (особенно это касается низковольтных ламп), необходимо вынимать и протирать лампочки, а если потребуется, то и чистить ножки от нагара.*

Также необходимо чистить отверстия в патронах. Это вызвано тем, что площадь контакта ножки с клеммой патрона крайне мала, в десятки раз меньше, чем у обычной лампы с винтовым цоколем, а токи при равной мощности такие же для ламп 220 В и в 20 раз выше у ламп 12 В. Высокая нагруженность контактов повышает температуру лампы, вызывает искрение и выгорание патрона.

**Правило 3.**

*Если у светильника разбилось защитное стекло, вам не удастся заменить его кусочком обычного оконного.*

Обычное стекло не выдержит исходящего от галогенной лампы теплового потока. В большинстве галогенных светильников лампа расположена очень близко к защитному стеклу. Таким способом достигаются миниатюрность светильника и высокие декоративные свойства. Например, у домашних люстр с обычными лампами их количество редко превышает 12 штук, а галогенные люстры могут иметь около 50 лампочек.

У галогенных ламп нет однообразия в питающем напряжении, в бытовых светильниках чаще всего используются лампы на напряжение 220 и 12 В, встречаются на 6 и 24 В. При использовании ламп с напряжением, отличным от сетевого, необходим трансформатор. Трансформаторы имеют немалые вес, объем и цену. Наличие трансформатора — главный недостаток светильников с галогенными лампами.

**Внимание.**

*Существуют люстры, имеющие от 18 до 24 двенадцативольтовых галогенных ламп, но не имеющие трансформатора. Лампы там включены последовательно, как в новогодней гирлянде, при сгорании одной лампы гаснут все!*

Определить сгоревшую лампу можно, только проверив все лампы. Поэтому от покупки такого светильника надо отказываться сразу.

## 5.4. Ремонт светильников с люминесцентными лампами

### Что такое люминесцентная лампа

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную герметически закрытую трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем люминофора (рис. 5.5). Из трубки удален воздух. В нее введены небольшое количество газа (аргона) и дозированная капля ртути.

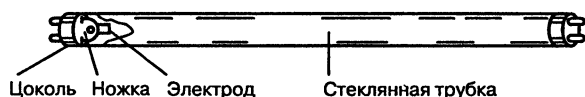


Рис. 5.5. Устройство люминесцентной лампы

Внутри трубки на ее концах, в стеклянных ножках, укреплены биспиральные электроды из вольфрама, соединенные с двухштырьковыми цоколями, служащими для присоединения лампы к электрической сети посредством специальных патронов.

При подаче напряжения к лампе между электродами возникает электрический разряд в парах ртути, в результате электролюминесценции паров лампа излучает свет.

### Достоинства люминесцентных ламп

Основным преимуществом люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания являются:

- ♦ более высокий коэффициент полезного действия (15—20 %), высокая световая отдача и в несколько раз больший срок службы. Таким образом, при затрате той же мощности достигается значительно большая освещенность по сравнению с лампами накаливания;
- ♦ правильный выбор ламп по цветности может создать освещение, близкое к естественному;
- ♦ благоприятные спектры излучения, обеспечивающие высокое качество цветопередачи;
- ♦ люминесцентные лампы значительно менее чувствительны к повышению напряжения, поэтому их экономично применять на лестничных клетках и в помещениях, освещаемых ночью, когда в сети напряжение повышено. Лампы накаливания (очень чувствительные к повышению напряжения) быстро перегорают;
- ♦ малая себестоимость;
- ♦ низкая яркость поверхности и ее низкая температура (не выше 50 °С).

### Недостатки люминесцентных ламп

Основными недостатками люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания являются:



- ♦ сложность схемы включения;
- ♦ ограниченная единичная мощность (до 150 Вт);
- ♦ зависимость от температуры окружающей среды (при снижении температуры лампы могут гаснуть или не зажигаться);
- ♦ значительное снижение светового потока к концу срока службы;
- ♦ вредные для зрения пульсации светового потока;
- ♦ акустические помехи и повышенная шумность работы;
- ♦ при снижении напряжения сети более чем на 10 % от номинального значения лампа не зажигается;
- ♦ дополнительные потери энергии в пускорегулирующей аппаратуре, достигающие 25—35 % мощности ламп;
- ♦ наличие радиопомех;
- ♦ лампы содержат вредные для здоровья вещества, поэтому вышедшие из строя газоразрядные лампы требуют тщательной утилизации.

### Принцип действия

Принцип действия люминесцентной лампы низкого давления основан на дуговом разряде в парах ртути низкого давления. Получающееся при этом ультрафиолетовое излучение преобразуется в видимое в слое люминофора, покрывающего внутренние стенки лампы. Лампы представляют собой длинные стеклянные трубки, в торцы которых впаяны ножки, несущие по два электрода, между которыми находится катод в виде спирали.

В трубку лампы введены пары ртути и инертный газ, главным образом аргон. Назначением инертных газов является обеспечение надежного загорания лампы и уменьшение распыления катодов. На внутреннюю поверхность трубки нанесен слой люминофора.

Если к электродам, вставленным в концы стеклянной трубки, которая заполнена разряженным инертным газом или парами металла, приложить напряжение из расчета не менее 500—2000 В на 1 м длины трубки, то свободные электроны в полости трубки начинают лететь в сторону электрода с положительным зарядом. Когда к электродам приложено переменное напряжение, направление движения электронов изменяется с частотой приложенного напряжения.

В своем движении электроны встречаются с нейтральными атомами газа — заполнителя полости трубки — и ионизируют их, выби-

вая электроны с верхней орбиты в пространство. Возбужденные таким образом атомы, вновь сталкиваясь с электронами, снова превращаются в нейтральные атомы. Это обратное превращение сопровождается излучением кванта световой энергии.

Каждому инертному газу и парам металла соответствует свой спектральный состав излучаемого света:

- ♦ трубки с гелием светятся светло-желтым или бледно-розовым светом;
- ♦ трубки с неоном — красным светом;
- ♦ трубки с аргоном — голубым светом.



**Примечание.**

*Смешивая инертные газы или нанося люминофоры на поверхность разрядной трубки, получают различные оттенки свечения.*

Люминесцентные лампы дневного и белого цвета выполняют в виде прямой или дугообразной трубки из обычного стекла, не пропускающего короткие ультрафиолетовые лучи. Электроды изготавливают из вольфрамовой проволоки. Трубку заполняют смесью аргона и паров ртути. Внутри поверхность трубки покрыта люминофором.



**Определение.**

*Люминофор — это специальный состав, который светится под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в парах ртути.*

Аргон способствует надежному горению разряда в трубке.

### Характеристики обычных люминесцентных ламп

В табл. 5.2 приведены характеристики наиболее распространенных ЛЛ дневного света, а на рис. 5.6 — их внешний вид.

Обозначения:

P — мощность;

U — напряжение на лампе;

I — ток лампы;

R — световой поток;

S — световая отдача.

Характеристики наиболее распространенных ЛЛ дневного света

Таблица 5.2

Тип	Р, Вт	U, В	I, А	R, лм	S, лм/Вт	Размеры, мм		
						L1	L2	D
ЛДЦ	15	58	0,3	450	30	437,4	452,4	25
ЛД	15	58	0,3	525	35	437,4	452,4	25
ЛХБ	15	58	0,3	600	40	437,4	452,4	25
ЛБ	15	58	0,3	630	42	437,4	452,4	25
ЛТБ	15	58	0,3	600	40	437,4	452,4	25
ЛДЦ	20	60	0,35	620	31	589,8	604,8	38
ЛД	20	60	0,35	760	39	589,8	604,8	38
ЛХБ	20	60	0,35	900	45	589,8	604,8	38
ЛБ	20	60	0,35	980	49	589,8	604,8	38
ЛТБ	20	60	0,35	900	45	589,8	604,8	38
ЛДЦ	30	108	0,34	1110	37	894,6	909,6	25
ЛД	30	108	0,34	1380	46	894,6	909,6	25
ЛХБ	30	108	0,34	1500	50	894,6	909,6	25
ЛБ	30	108	0,34	1740	58	894,6	909,6	25
ЛТБ	30	108	0,34	1500	50	894,6	909,6	25
ЛДЦ	40	108	0,41	1520	38	1199,4	1214,4	38
ЛД	40	108	0,41	1960	49	1199,4	1214,4	38
ЛХБ	40	108	0,41	2200	55	1199,4	1214,4	38
ЛБ	40	108	0,41	2480	62	1199,4	1214,4	38
ЛТБ	40	108	0,41	2200	55	1199,4	1214,4	38
ЛДЦ	80	108	0,82	2720	34	1500	1515	38
ЛД	80	108	0,82	3440	43	1500	1515	38
ЛХБ	80	108	0,82	3840	48	1500	1515	38
ЛБ	80	108	0,82	4320	54	1500	1515	38
ЛТБ	80	108	0,82	3840	48	1500	1515	38

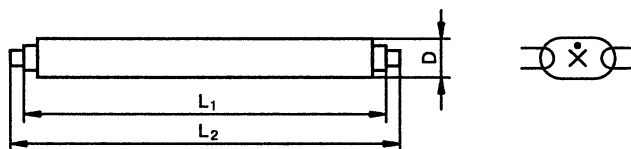


Рис. 5.6. Наиболее распространенные ЛЛ дневного света

### Энергоэкономичные люминесцентные лампы (ЭЛЛ)

ЭЛЛ предназначены для общего освещения и полностью взаимозаменяемы со стандартными ЛЛ мощностью 20, 40 и 65 Вт в существующих осветительных установках без замены светильников и пускорегулирующей аппаратуры.

Они имеют стандартную длину, стандартные значения рабочих токов и напряжений на лампах и те же или близкие значения световых

потоков, что и у стандартных ламп соответствующей цветности при пониженной на 10 % мощности (18, 36 и 58 Вт). Внешне ЭЛЛ отличаются от стандартных ламп только меньшим диаметром (26 мм вместо 38 мм). За счет уменьшения диаметра снижается расход основных материалов (стекло, люминофор, газы, ртуть и др.).

Для обеспечения того же падения напряжения на лампах при уменьшении их диаметра пришлось применить для наполнения смесь аргона с криптоном и снизить давление до 200—330 Па (вместо обычных 400 Па в стандартных лампах). В ЭЛЛ возрастает температура трубки до 50 °С, но создавать специальные условия для охлаждения не требуется. Люминофорный слой в ЭЛЛ находится в более тяжелых рабочих условиях, поэтому наиболее подходящими для этих ламп являются редкоземельные люминофоры. Однако такие люминофоры примерно в 40 раз дороже стандартного галофосфата кальция (ГФК), поэтому и лампы с такими люминофорами в несколько раз дороже обычных. Для снижения стоимости ламп применяют двухслойное покрытие. Сначала на стекло наносят ГФК, а поверх него редкоземельный люминофор небольшой толщины.

Промышленность выпускает ЭЛЛ мощностью 18, 36 и 58 Вт цветностей ЛБ, ЛДЦ и ЛЕЦ со световыми параметрами, совпадающими с параметрами обычных ЛЛ тех же цветностей мощностью 20, 40 и 65 Вт. Под маркой ЛБЦТ выпускаются ЭЛЛ с трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров со сроком службы 15000 ч.

Зарубежные фирмы выпускают ЭЛЛ трех-, четырех стандартизованных цветовых тонов и с двух-, трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров. В табл. 5.3 приведены параметры некоторых типов ЭЛЛ в колбах диаметром 26 мм фирмы OSRAM (Германия).

Параметры некоторых типов ЭЛЛ фирмы OSRAM (Германия)

Таблица 5.3

Марка лампы	Тип лампы Люмилюкс	Световой поток, лм, для лампы мощностью, Вт		
		18	36	58
L...W/11	Дневного цвета	1300	3250	5200
L...W/21	Белого цвета	1450	3450	5400
L...W/31	Тепло-белого цвета	1450	3450	5400
L...W/41	«Интерна» Люмилюкс делюкс	1300	5200	3250
L...W/22	Белого цвета	1000	2350	3750
L...W/32	Тепло-белого цвета Стандартные	1000	2350	3750
L...W/25	Универсально-белый	1050	2500	4000
L...W/20	Ярко-белого цвета	1150	3000	4800
L...W/30	Тепло-белого цвета	1150	3000	4800

## Компактные люминесцентные лампы

В начале 80-х годов стали появляться многочисленные типы компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) мощностью от 5 до 25 Вт со световыми отдачами от 30 до 60 лм/Вт и сроками службы от 5000 до 10000 ч. Часть типов КЛЛ предназначена для непосредственной замены ламп накаливания. Они имеют встроенную пускорегулирующую аппаратуру и снабжены стандартным резьбовым цоколем E27.

Разработка КЛЛ стала возможной только в результате создания высокостабильных узкополосных люминофоров, активированных редкоземельными элементами, которые могут работать при более высоких поверхностных плотностях облучения, чем в стандартных ЛЛ.

За счет этого удалось значительно уменьшить диаметр разрядной трубки. Что касается сокращения габаритов ламп в длину, то эта задача была решена путем разделения трубок на несколько более коротких участков, расположенных параллельно и соединенных между собой либо изогнутыми участками трубки, либо вваренными стеклянными патрубками.

Основные экономические преимущества КЛЛ — значительная экономия электроэнергии и уменьшение необходимого количества ламп для выработки одинакового количества люмен-часов по сравнению с лампами накаливания.

Современные КЛЛ сложны в производстве. Поэтому ведутся теоретические и экспериментальные исследования, направленные на усовершенствование таких ламп.

## Пускорегулирующая аппаратура (ПРА)

Обычная люминесцентная лампа не может быть зажжена без дополнительных приспособлений. Для зажигания лампы необходимо повышенное напряжение, примерно вдвое превышающее напряжение между электродами лампы. После зажигания лампы, в момент, когда процесс ионизации в ней резко возрастает, в цепь лампы должно автоматически включиться токоограничивающее сопротивление или дроссель.

Современные ПРА делятся на классические и электронные. Последние обладают рядом преимуществ и поэтому их выпуск нарастает.

В классических схемах зажигание лампы производится импульсом напряжения. Схема такого включения со стартером тлеющего разряда показана на рис. 5.7, а, сам стартер на рис. 5.7, в.

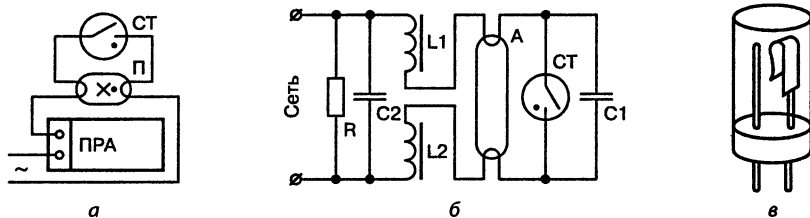


Рис. 5.7. Схема включения люминесцентной лампы

При подаче напряжения сети в инертном газе, наполняющем баллон стартера, зажигается разряд, в результате прогреваются биметаллические контакты стартера и они замыкают цепь. Этим обеспечивается подогрев электродов люминесцентной лампы током. Тлеющий разряд при этом прекращается.

После остывания контакты стартера размыкаются. За счет энергии, запасенной в магнитном поле дросселя, возникает импульс напряжения, обеспечивающий пробой межэлектродного промежутка лампы и ее зажигание. Конденсатор в стартере увеличивает длительность импульса напряжения и содействует более надежному зажиганию. Одна из применяемых на практике схем включения показана на рис. 5.7, б.

В электронных ПРА применяется работа люминесцентных ламп на повышенной частоте. С ростом частоты питающего напряжения значения токов, напряжений и коэффициентов мощности ламп с различными типами балластов ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ) сближаются между собой, а начиная с частот 800—1000 Гц, практически перестают зависеть от типа балласта. Уменьшение влияния типа балласта на электрические характеристики ламп при повышении частоты объясняется тем, что с ростом частоты динамические характеристики разряда приближаются к равновесию.

С ростом частоты коэффициент пульсаций светового потока монотонно падает (50 Гц — 60 %, 1000 Гц — 25 %, 5000 Гц — 10 %). Падение происходит за счет инерционности свечения люминофора и появления постоянной составляющей в излучении разряда, начиная с 400 Гц.

С ростом частоты наблюдается неравномерный рост световой отдачи, продолжающийся примерно до 20000 Гц. При дальнейшем повышении частоты отдача растет незначительно. Параметры энергоэкономичной лампы мощностью 58 Вт при работе на частотах 50 Гц и 35 кГц приведены в табл. 5.4.

Параметры энергоэкономичной лампы мощностью 58 Вт  
при работе на частотах 50 Гц и 35 кГц

Таблица 5.4

Параметр	Рабочая частота	
	50 Гц	35 кГц
Ток, А	0,67	0,55
Мощность лампы, Вт	58	53
Потери в ПРА, Вт	17	7
Мощность лампы и ПРА, Вт	75	60
Светоотдача комплекта, %	100	120

При переходе на повышенную частоту светоотдача комплекта «лампа+ПРА» повышается на 20 %. Срок службы ламп на частоте 1 кГц примерно на 15 % выше, чем на промышленной частоте. Но при дальнейшем повышении частоты продолжительность горения быстро падает, на частоте 15 кГц она уже на 15 % меньше, чем на промышленной частоте.

На рис. 5.8 показана структурная схема осветительной установки с питанием ламп на повышенной частоте. Переменный ток промышленной частоты следует сначала преобразовать в постоянный ток с помощью выпрямителя. Далее постоянный ток инвертируется в переменный ток повышенной частоты и по распределительной сети подводится к ПРА и лампам.



Рис. 5.8. Структурная схема осветительной установки с питанием ламп на повышенной частоте

## Ремонт светильников с люминесцентными лампами и электромагнитными ПРА

Люминесцентные светильники представляют собой сложное устройство со многими конструктивными элементами и большим количеством контактов.



### Внимание.

Люминесцентные лампы следует вынимать из патронов с большой осторожностью, чтобы не повредить цоколь и не разбить стекло лампы, так как в лампе находятся пары ртути, которые являются очень токсичными.

Еще одной особенностью эксплуатации люминесцентных ламп является наличие в схеме включения вспомогательной аппаратуры — стартера и дросселя. Если в данной схеме лампа не зажигается, необходимо проверить исправность электросети, а также отдельных элементов схемы включения лампы.

Нормальная эксплуатация лампы существенно зависит от внешних условий:

- ♦ от напряжения питающей сети;
- ♦ от температуры окружающего воздуха.

При эксплуатации люминесцентных ламп необходимо знать, что характер газового разряда в значительной степени определяется величиной давления газа или паров, в которых происходит разряд. При понижении температуры давление паров в лампе падает, и процесс зажигания и горения лампы ухудшается.

Оптимальной температурой эксплуатации люминесцентных ламп является температура 20—25 °С. При исправности электросети и всех элементов схемы включенная лампа все же может не зажигаться, если температура окружающей среды меньше +10 °С и если колебание напряжения питающей сети превосходит 6—7 %.

Зажигание лампы происходит обычно не сразу, а после нескольких срабатываний стартера. Полная длительность зажигания не должна превосходить 15 с. Если в течение этого времени лампа не загорится, то возможны неисправности, которые могут быть как в самой лампе, так и в отдельных элементах схемы включения. Неисправности в светильниках люминесцентных ламп приведены в табл. 5.5.

Неисправности в светильниках с люминесцентными лампами

Таблица 5.5

Причина	Способ устранения
<b>Срабатывает защита при включении светильника</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Пробой компенсирующего конденсатора на входе светильника, параллельно питающей сети.</li> <li>♦ Замыкание в цепях установки: проверить цепи за автоматом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Заменить конденсатор.</li> <li>♦ Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера.</li> <li>♦ Заменить лампу. Если новая лампа зажигается, то замененная лампа была неисправной.</li> <li>♦ Проверить целостность спиралей лампы, взглянув на ее торец через стекло баллона. Черный налет по концам говорит о расходовании активного слоя катодов</li> </ul>
<b>Свечение на концах лампы имеется и сохраняется длительное время, но лампа не зажигается</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Неисправности стартера.</li> <li>♦ Неисправности патрона.</li> <li>♦ Неисправности проводки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Если после вынимания стартера свечение исчезнет, значит данный стартер подлежит замене.</li> <li>♦ Если и при отсутствии стартера на концах лампы будет свечение, необходимо проверить проводку, патрон стартера и устранить имеющиеся в них замыкания</li> </ul>



Таблица 5.5 (продолжение)

Причина	Способ устранения
<b>Лампа не зажигается</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Неисправности в электросети — наличие обрыва или плохого контакта</li> <li>♦ Неисправности стартера — не замыкает цепь накала электродов лампы.</li> <li>♦ Неисправности дросселя — обрыв в обмотке дросселя.</li> <li>♦ Неисправности патронов — отсутствие контактов.</li> <li>♦ Неисправности лампы — обрыв электродов лампы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера.</li> <li>♦ Заменить лампу. Если новая лампа зажигается, то замененная лампа была неисправной.</li> <li>♦ Проверить целостность спиралей лампы, взглянув на нее торец через стекло баллона. Черный налет по концам говорит о расхождении активного слоя катодов</li> </ul>
<b>При включении лампы свечение люминофора, обуславливаемое возникновением вспомогательного разряда, имеется только в одном конце лампы. Лампа мигает, но не зажигается</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Замыкания в проводке.</li> <li>♦ Замыкания в патроне.</li> <li>♦ Замыкания в выходах лампы, где свечение люминофора отсутствует</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Лампу переставить так, чтобы неисправный и нормально светящиеся концы ее поменялись местами. Если при такой перестановке свечение будет отсутствовать, данная лампа является дефектной и должна быть заменена новой.</li> <li>♦ Если при замене лампы нет свечения, необходимо проверить схему включения и патрон лампы, устранить их замыкания, в случае необходимости патрон сменить</li> </ul>
<b>На концах включенной лампы появляется и исчезает тусклое оранжевое свечение, лампа не зажигается и через некоторое время свечение вообще исчезает</b>	
В лампу попал воздух	Заменить лампу на новую
<b>Лампа зажигается нормально, но уже в первые часы горения наблюдается сильное потемнение ее концов и через некоторое время она перестает зажигаться</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Преждевременное потемнение концов лампы может быть вызвано плохим качеством ее катодов.</li> <li>♦ Неисправен дроссель — пусковой и рабочий токи имеют значения, не соответствующие вольт-амперной характеристике</li> </ul>	Проверить значение пускового и рабочего токов
<b>Лампа зажигается нормально, но при горении разряд не заполняет равномерно все пространство между электродами, на отдельных участках извивается в виде змейки</b>	
Неисправен дроссель. Ток лампы слишком велик	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Проверить значение пускового и рабочего токов лампы, и, если они выходят за пределы, указанные в вольт-амперной характеристике, дроссель должен быть заменен новым.</li> <li>♦ Если значение токов не выходит за пределы, то может быть неисправна сама лампа — ее катоды обработаны недостаточно хорошо. Лампу следует несколько раз погасить и зажечь, повернуть ее в патронах по собственной оси на 120° и еще раз зажечь и погасить. Если и после этого разряд не заполнит все пространство между электродами, лампу нужно заменить.</li> </ul>
<b>Лампа периодически зажигается и гаснет</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Неисправна лампа.</li> <li>♦ Неисправен стартер</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Проверить падение напряжения в лампе. Если оно превышает значения, указанные в таблице, то данная лампа должна быть заменена новой.</li> <li>♦ Если напряжение зажигания разряда в стартере ниже минимально допустимого значения, то должен быть заменен стартер</li> </ul>

Таблица 5.5 (продолжение)

Причина	Способ устранения
<b>Лампа зажигается нормально, но горит очень тускло, световой поток, излучаемый лампой, недостаточен</b>	
Дроссель не обеспечивает надлежащего режима работы лампы. В лампе мало ртути и ток лампы не выходит за нижний предел	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Если рабочий ток лампы меньше, чем минимально допустимое значение, указанное в таблице, то следует сменить дроссель.</li> <li>♦ Если ток лампы мал, но не выходит за нижний предел, значит лампа должна быть заменена, поскольку в ней мало ртути</li> </ul>
<b>Лампа не зажигается или работает с перерывами</b>	
Слабы или окислились зажимы в цепях до светильника, у дросселя, колодок лампы, у стартера, контакты ножек лампы и электродов стартера в гнездах	Проверить зажимы и контакты в проводке до светильника и в светильнике
<b>Изменение цвета свечения лампы</b>	
Изменение состава люминофора при большом сроке службы лампы	Заменить лампу
<b>При включении светильника перегорают спирали лампы</b>	
Неисправен дроссель, т.к. в его обмотке частично или полностью пробита изоляция	Заменить дроссель
<b>Нагрев поверхностей, на которых укрепляется светильник</b>	
Нагрев дросселя светильника	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Поставить асбестовые прокладки под светильник.</li> <li>♦ Оставлять воздушный зазор под светильником</li> </ul>
<b>Обрыв в дросселе или в конденсаторе балластного сопротивления</b>	
Обрыв в дросселе или в конденсаторе балластного сопротивления	Заменить на новые дроссель или конденсатор балластного сопротивления
<b>При работе светильника слышится гудение</b>	
Колебание пластин магнитопровода дросселя	Заменить дроссель

## 5.5. Ремонт светильников с газоразрядными лампами

### Принцип действия

Принцип действия современных газоразрядных ламп высокого давления абсолютно иной, чем у ламп накаливания: электрические разряды между электродами вызывают свечение наполнителя в разрядной трубке. Излучаемый лампой свет — это следствие проходящих в ней дуговых разрядов.

Для ограничения тока и для зажигания всем газоразрядным лампам необходимы специальные устройства. В отличие от типовых газоразрядных ламп (например, ксеноновых ламп) паросветным лам-

пам после зажигания необходимо определенное время (примерно 2—15 мин.), чтобы установилась их максимальная световая отдача. Это время, которое нужно веществам-наполнителям для полного испарения.

Все многообразие газоразрядных ламп рассмотрим на примере продукции немецкой фирмы OSRAM. Фирма входит в тройку крупнейших производителей ламп в мире. Высочайшие требования к качеству, предъявляемые фирмой OSRAM, нашли отражение и в ее философии «Total Quality Management» (TQM — Тотальное управление качеством).

Рабочее положение — понятие, определяющее допустимую и недопустимую области для работы лампы в светильнике. В обозначении, например, ИЗО, буква обозначает положение лампы, а цифра — половина угла допустимого диапазона.

Различаются следующие положения лампы:

- ♦ h — вертикальное, цоколь направлен вверх;
- ♦ s — вертикальное, цоколь направлен вниз;
- ♦ p — горизонтальное.

Примеры представлены на рис. 5.9.

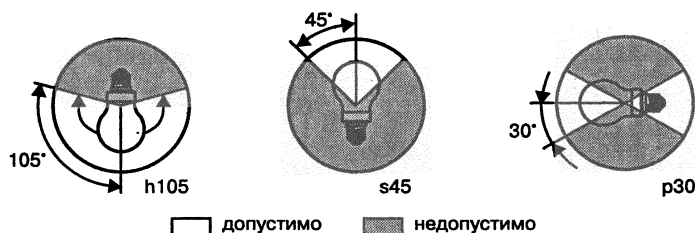


Рис. 5.9. Схематическое изображение рабочего положения

### Особенности эксплуатации газоразрядных ламп

Эксплуатация газоразрядных ламп имеет свои особенности. Этим эта группа ламп отличается от привычных в быту обыкновенных ламп накаливания. Причем для всех газоразрядных ламп нельзя вывести типовые правила правильной эксплуатации. Они для каждой лампы индивидуальны.

Поэтому для примера рассмотрим особенности эксплуатации продукции фирмы OSRAM, одного из мировых лидеров производства ламп.

**Питающее напряжение.** Подключение ламп должно производиться через соответствующий пускорегулирующий аппарат. Для

работы ламп обычно требуется переменное напряжение 230 В/50 Гц. Лампы OSRAM HQI® 2000W рассчитаны на напряжение 400 В/50 Гц (исключение: лампа OSRAM HQI®-T 2000/N/230V). При подключении ламп к сети с нестабильным напряжением питания необходимо использовать специальные устройства и компоненты.



#### Примечание.

*Следует помнить, что длительное отклонение питающего напряжения от номинального (230 или 400 В) может привести к изменению цветности и светового потока газоразрядных ламп высокого давления.*

Кроме этого, такое отклонение может привести к сокращению срока службы ламп. Допустимое отклонение сетевого напряжения от номинального должно составлять  $\pm 3\%$ , а для ламп OSRAM HQL®  $\pm 10\%$ . Резкие колебания сетевого напряжения свыше  $\pm 10\%$  могут привести к выключению ламп.

**Безопасность эксплуатации.** Лампы высокого давления фирмы OSRAM соответствуют критериям безопасности, определенным в МЭК 62035. Но в связи с ультрафиолетовым излучением и повышенным рабочим давлением эксплуатация следующих ламп разрешается только в специальных полностью закрытых светильниках:

- ♦ все лампы OSRAM HCI®-T и HQI-T мощностью до 150 Вт;
- ♦ все лампы OSRAM HCI®-TS мощностью до 150 Вт;
- ♦ лампы OSRAM HQI®-R 150 W/NDL;
- ♦ все лампы OSRAM HQI®-TS мощностью до 2000 Вт.

Полностью исключить возможность растрескивания колб выше-названных ламп не представляется возможным. Поэтому светильники для этих ламп должны быть оборудованы плотно прилегающим, устойчивым к перепадам температуры, прочным предохранительным стеклом. Эксплуатация ламп с поврежденными наружными колбами (исключение: лампы OSRAM HQI®-TS— без наружных колб) опасна и поэтому недопустима.

В конце срока службы у натриевых ламп высокого давления может наблюдаться так называемый эффект выпрямителя, не являющийся специфическим технологическим эффектом. Слишком высокие постоянные составляющие пульсирующего тока могут привести к перегреву ПРА или устройств зажигания.

**Примечание.**

*Поэтому эксплуатация натриевых ламп высокого давления разрешается только с оборудованными тепловыми реле ПРА. Данное положение действительно в одинаковой мере и для ПРА с возможностью понижения мощности.*

Необходимые для работы газоразрядных ламп дроссели и компенсационные конденсаторы в ряде случаев могут стать причиной образования колебательных контуров, вызывающих появление недопустимых высоких токов и напряжений, которые приводят к выходу из строя ламп, пускорегулирующих аппаратов и конденсаторов. Такие случаи можно исключить с помощью соответствующих схем и предохранителей.

### Эксплуатация ламп

Частое кратковременное включение ламп высокого давления сокращает их срок службы. Это относится как к запуску ламп из холодного, так и из горячего состояния. Так, например, лампы OSRAM HQI<sup>®</sup> мощностью от 1000 Вт и выше должны оставаться включенными не менее 3 часов и выключенными не менее полчаса.

Для работы при низких температурах до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  подходят лишь лампы OSRAM HCI<sup>®</sup>, HQI<sup>®</sup> и NAV<sup>®</sup> с внешним специальным (подогреваемым) устройством зажигания, например, устройством MZN 400 SU-LT фирмы BAG Turgi (для ламп от 100 до 400 Вт).

Лампы OSRAM CityLight<sup>®</sup> DS<sup>®</sup> можно зажигать без каких-либо проблем с помощью ЭПРА POWERTRONIC<sup>®</sup> PT-DS<sup>®</sup> при температурах до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для эксплуатации в открытых светильниках подходят все лампы OSRAM HQI<sup>®</sup>-E мощностью от 70 до 1000 Вт и лампы OSRAM HQI<sup>®</sup>-T мощностью от 250 до 2000 Вт. В отдельных же случаях в целях обеспечения безопасности следует рассматривать возможность установки защитных стекол.

При работе над конструкцией светильников (определении тепловых нагрузок и тепловой защиты) следует руководствоваться положениями стандарта EN 60598-1. Лампы OSRAM HQI<sup>®</sup> мощностью от 1000 до 3500 Вт крепятся без натяжения за часть колбы, расположенной недалеко от ее вершины или с помощью специальной подставки.

## Включение

Для различных типов газоразрядных ламп имеются особенности нарастания светового потока после включения. Для выхода на номинальный режим свечения требуется от нескольких секунд до 15 мин. Особенности для конкретных типов ламп приведены в табл. 5.6.

Особенности включения и эксплуатации

Таблица 5.6

Тип	Особенности включения и эксплуатации
HWL*	Полный световой поток сразу после включения. Повышенный примерно на 30 % пусковой ток
HQL*	Полный световой поток устанавливается примерно через 5 мин после включения. Повышенный примерно на 40 % пусковой ток
HCI*	Полный световой поток устанавливается примерно через 2—4 мин после включения. Повышенный примерно на 40—90 % пусковой ток — в зависимости от лампы и ПРА
HQI*	Полный световой поток устанавливается примерно через 2—4 мин после включения. Повышенный примерно на 40—90 % пусковой ток — в зависимости от типа лампы и ПРА
DS*	Полный световой поток устанавливается примерно через 50 с после включения
NAV*	В зависимости от типа лампы и ПРА полный световой поток устанавливается примерно через 6—10 мин после включения. Повышенный примерно на 25 % пусковой ток
SOX, SOX-E	Полный световой поток устанавливается примерно через 12—15 мин после включения. Пусковой ток не возрастает

## Повторное зажигание



### Внимание.

*Следует помнить, что для каждого типа ламп существует определенное время, ранее которого нельзя производить повторное зажигание лампы.*

Лишь некоторые типы ламп предусматривают включение сразу же после выключения. Рассмотрим примеры.

Лампы OSRAM HCI\*, HQI\*, HQL\*, HWL\*, NAV\* и SOX: повторное зажигание этих погасших ламп производится только по истечении времени охлаждения, составляющего от 2 до 15 мин, так как необходимое для зажигания напряжение сначала выше напряжения, а в лампах OSRAM HCI\*, HQI\* и NAV\* — выше импульса напряжения устройства зажигания.

При использовании соответствующих устройств зажигания можно производить мгновенное повторное зажигание ламп OSRAM POWERSTAR\* HQI\*-TS < 1000 Вт, HQI-TS 2000/D/S и ламп OSRAM VIALOX NAV\*-TS. Необходимый для этого импульс напряжения должен составлять от 25 до 60 мс.

Лампы OSRAM DS<sup>®</sup>: повторное зажигание этих ламп производится по прохождении около 80 с после выключения.

Лампы OSRAM SOX, SOX-E: повторное зажигание ламп OSRAM SOX 18 может быть произведено сразу же после выключения. Повторное зажигание всех остальных ламп OSRAM SOX происходит лишь по истечении нескольких минут после выключения.

Срок службы газоразрядных ламп высокого давления считается истекшим, если:

- ♦ сильно изменилась цветность света лампы;
- ♦ заметно понизилась яркость лампы;
- ♦ лампа больше не зажигается;
- ♦ лампа периодически гаснет и зажигается.

### Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM

В сетях с нулевым проводом дроссель следует подключать к фазному питающему проводу. В целях надежного и качественного зажигания ламп необходимо использовать предусмотренное для соответствующего типа ламп устройство зажигания. Для ламп HQI-TS 70 разработан специальный ППА POWERTRONIC.

Дроссели, патроны, конденсаторы, трансформаторы с полем рассеяния и устройства зажигания поставляются предприятиями электротехнической промышленности. Безупречная работа ламп OSRAM CityLight DS-E или T возможна только с ППА POWERTRONIC PT-DS. Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM представлены на рис. 5.10.

В схемах приняты следующие обозначения:

- ♦ D — дроссель;
- ♦ D<sub>1</sub> — дроссель с отводом;
- ♦ H — гибридный ППА;
- ♦ K — конденсатор компенсации;
- ♦ K+S — быстродействующий выключатель и контактор;
- ♦ K1 — конденсатор компенсации и зажигания 5 мкФ;
- ♦ L — лампа;
- ♦ LH — вывод для высокого напряжения;
- ♦ M<sub>p</sub> — нулевой провод;
- ♦ R, S, T.— фазные провода;
- ♦ Sch — переключатель;
- ♦ St — трансформатор с полем рассеяния;

- $U_N$  — сетевое напряжение 230 В (при 2000 Вт) и 400 В (при 3500 Вт);
- Z — устройство зажигания, устанавливается вблизи лампы;
- ZL — провод ВЧ зажигания, к заземленному контакту лампы;
- B — предохранитель 6 А, инерционный.

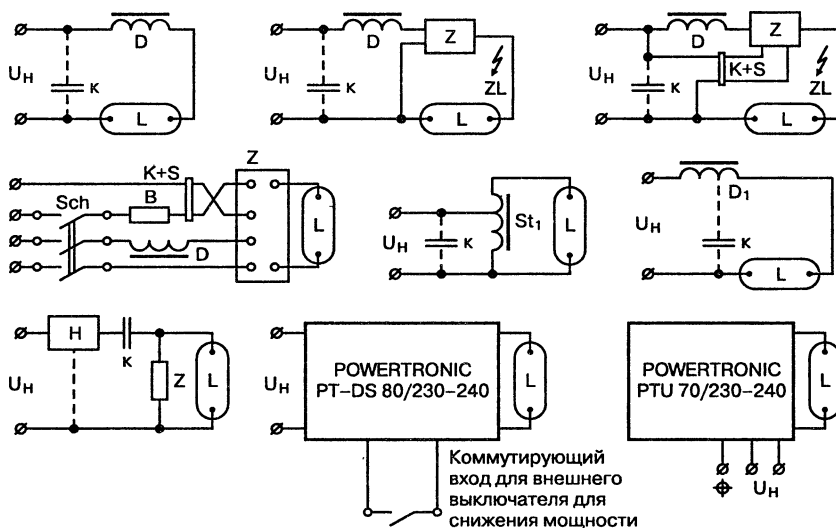


Рис. 5.10. Схемы подключения газоразрядных ламп OSRAM

## 5.6. Светильники на светодиодах

### Устройство светодиода

Светодиод (light emission diode — LED) является полупроводниковым прибором, его активная часть, называемая «кристалл» или «чип», как и у обычных диодов состоит из двух типов полупроводника — с электронной (n-типа) и с дырочной (p-типа) проводимостью.

В отличие же от обычного диода в светодиоде на границе полупроводников разного типа существует определенный энергетический барьер, препятствующий рекомбинации электронно-дырочных пар. Электрическое поле, приложенное к кристаллу, позволяет преодолеть этот барьер и происходит рекомбинация (аннигиляция) пары с излучением кванта света.

Длина волны излучаемого света определяется величиной энергетического барьера, который, в свою очередь, зависит от материала и



структуры полупроводника, а также наличия примесей. Основные современные материалы, используемые в светодиодах:

- ♦ InGaN — синие, зеленые и ультрафиолетовые светодиоды высокой яркости;
- ♦ AlGaInP — желтые, оранжевые и красные светодиоды высокой яркости;
- ♦ AlGaAs — красные и инфракрасные светодиоды;
- ♦ GaP — желтые и зеленые светодиоды.

Устройство светодиода упрощенно представлено на рис. 5.11.



Рис. 5.11. Устройство светодиода

### Принцип действия

Свет, излучаемый полупроводниковым кристаллом, попадает в миниатюрную оптическую систему, образованную сферическим рефлектором и самим прозрачным корпусом диода, имеющим форму линзы. Изменяя конфигурацию рефлектора и линзы, добиваются необходимой направленности излучения.

Характерная для светодиода диаграмма направленности имеет максимум светового потока вдоль оси излучения, интенсивность которого спадает по мере отклонения от оси. Обычно в характеристиках светодиодов указывают диапазон углов излучения, на краях которого световой поток уменьшается наполовину от максимального значения.

Для разных применений используются светодиоды с разной диаграммой направленности, так, например, для светофоров диапазон углов излучения может составлять 10—15°, а для уличных экранов применяют, так называемые, «овальные» светодиоды с диапазоном углов излучения в горизонтальной плоскости до 120° и 40° — в вертикальной.

Кроме светодиодов лампового типа, их форма действительно напоминает миниатюрную лампочку с двумя выводами, в последнее время все большее распространение получают светодиоды совершенно иной конструкции, отвечающей требованиям технологии монтажа на поверхность печатной платы (**surface mounted devices** — SMD).

Такие диоды имеют более компактные размеры и допускают автоматическую расстановку и пайку на поверхность платы без предварительного ее сверления. Некоторые производители светодиодов

выпускают специальные SMD-диоды, содержащие в одном корпусе три кристалла, излучающие свет трех основных цветов — красный, синий и зеленый. Эти светодиоды предназначены для изготовления матричных модулей полноцветных дисплеев.

### Характеристики светодиодов

К основным характеристикам светодиодов относят силу излучаемого света, измеряемую в канделах. По силе света светодиоды делятся на три основные группы:

- ♦ светодиоды ультравысокой яркости (Ultra-high brightness LEDs) — десятки кандел;
- ♦ светодиоды высокой яркости (High brightness LEDs) — сотни милликандел;
- ♦ светодиоды стандартной яркости (Standard brightness LEDs) — десятки милликандел.

### Светодиодные светильники — новые решения

Последние достижения в области развития технологий производства светодиодов (LED) сделали возможным появления принципиально новых концепций освещения, базирующихся на тенденциях миниатюризации светильников, увеличения срока службы и эффективности оборудования.

До настоящего времени светильники на светодиодах (LED-светильники) использовались преимущественно в декоративном освещении или для указания направления. Успехи, достигнутые в разработке нового поколения высокоэффективных светодиодов, сделали возможным появление принципиально новых светильников.

**Преимущества светодиодных светильников:**

- ♦ малый размер источника света;
- ♦ возможность создания различных цветовых эффектов;
- ♦ долгий срок службы;
- ♦ глубокие, интенсивные цвета;
- ♦ возможность создания динамических эффектов с помощью специально разработанных систем управления;
- ♦ выбор источников света при освещении офисных помещений.

Соответствие светодиодных и люминесцентных ламп Европейским нормам освещенности показано в табл. 5.7.

Соответствие светодиодных и люминесцентных ламп  
Европейским нормам освещенности

Таблица 5.7

Параметр	Светодиодные лампы	Люминесцентные лампы
Освещенность непосредственно в зоне выполнения зрительной задачи, т. е. на рабочем месте	Соответствует нормам при правильном расположении ламп	Соответствует нормам при правильном расположении ламп
Освещенность в зоне непосредственного окружения	Соответствует нормам при правильном расположении ламп	Соответствует нормам при правильном расположении ламп
Общий индекс цветопередачи Ra (должен быть не ниже 80)	Индекс цветопередачи равен 80—85	Стандартные линейные люминесцентные лампы имеют Ra не выше 70, компактные — от 80 до 85. Лампы с улучшенной цветопередачей стоят значительно дороже стандартных.
Пульсации светового потока (освещенности). По Европейским нормам пульсации освещенности на рабочих местах с длительным пребыванием людей не допускаются	Пульсации отсутствуют полностью	Применение люминесцентных ламп со стандартными электромагнитными ПРА не соответствует нормам, кроме вариантов включения ламп по схеме «с расщепленной фазой» или включения соседних светильников в разные фазы сетевого напряжения.

Как видно из таблицы, светодиодные лампы полностью соответствуют Европейским нормам освещенности.

На сегодня светодиодные лампы представляют единственную альтернативу для замены, как люминесцентных ламп, так и ламп накаливания.

### Рабочие режимы

Как видно из рис. 5.12, в рабочих режимах ток экспоненциально зависит от напряжения, а незначительные изменения напряжения приводят к большим изменениям тока. Поскольку световой выход прямо пропорционален току, то и яркость светодиода оказывается нестабильной. Поэтому ток необходимо стабилизировать. Кроме того, если ток превысит допустимый предел, то перегрев светодиода может привести к его ускоренному старению.

Конвертер (в англоязычной терминологии driver) для светодиода — то же, что балласт для лампы. Он стабилизирует ток, протекающий через светодиод.

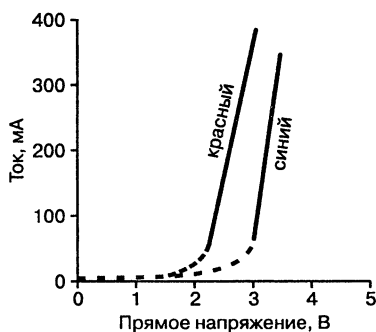


Рис. 5.12. Типичная вольт-амперная характеристика светодиода

Яркость светодиодов очень хорошо поддается регулированию. Но не за счет снижения напряжения питания, ведь этого-то как раз делать нельзя. Применяется так называемый метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ), для этого необходим специальный управляющий блок (реально он может быть совмещен с блоком питания и конвертером, а также с контроллером управления цветом RGB-матрицы).

Метод ШИМ заключается в том, что на светодиод подается не постоянный, а импульсно-модулированный ток, причем частота сигнала должна составлять сотни или тысячи герц, а ширина импульсов и пауз между ними может изменяться. Средняя яркость светодиода становится управляемой, в то же время светодиод не гаснет.

Небольшое изменение цветовой температуры светодиода при диммировании несравнимо с аналогичным смещением для ламп накаливания. Считается, что светодиоды исключительно долговечны. Но это не совсем так.



**Примечание.**

*Чем больший ток пропускается через светодиод в процессе его службы, тем выше его температура и тем быстрее наступает старение.*

Поэтому срок службы у мощных светодиодов короче, чем у мало-мощных сигнальных, и составляет в настоящее время 20—100 тыс ч. Старение выражается в первую очередь в уменьшении яркости. Когда яркость снижается на 30 % или наполовину, светодиод надо менять.

Старение светодиода связано не только со снижением его яркости, но и с изменением цвета. В настоящее время нет стандартов, которые позволили бы выразить количественно изменение цвета светодиодов в процессе старения и сравнить с другими источниками.



**Примечание.**

*Спектр излучения светодиода близок к монохроматическому, в чем его кардинальное отличие от спектра солнца или лампы накаливания.*

## Светодиодные лампы

Мощные светодиодные лампы построены на основе полупроводниковых кристаллов из карбида кремния (SiC) и обладают рядом преимуществ по сравнению с аналогичными кремниевыми изделиями:

- ♦ максимальное время наработки на отказ;
- ♦ низкое напряжение питания;
- ♦ мгновенное зажигание;
- ♦ полное гашение;
- ♦ отсутствие свинца и ртути;
- ♦ устойчивость к электростатическим воздействиям более 2 кВ;
- ♦ встроенная в корпус линза, позволяющая легко сопрягать кристалл с любой оптической системой, малая площадь основания корпуса.

**Преимущества мощных светодиодных ламп по сравнению с традиционными лампами накаливания:**

- ♦ рекордная эффективность за счет максимального числа люменов светового потока на 1 Вт потребляемой мощности; что позволяет работать от аккумулятора несколько часов непрерывно с полным ощущением включенной лампы накаливания;
- ♦ используется безопасное напряжение питания постоянного тока 12—25 В;
- ♦ создается ровный, мерцающий свет, успокаивающий глаза, при этом яркость можно плавно регулировать резистором от нуля до максимума;
- ♦ беспрецедентный срок эксплуатации до 10 лет непрерывной работы.

### Светильник на светодиодах

Электрическая схема светильника показана на рис. 5.13.

На таймере 555 собран генератор меняющейся скважности импульсов с частотой 200 Гц. С его помощью изменяют яркость свечения светодиодной лампы. Таймер формирует ШИМ-сигнал.

На микросхеме LM3404 построен источник постоянного тока для светодиодной лампы, с помощью резистора в цепи обратной связи задается ток:

$$I = U_{ref}^* / R,$$

где  $U_{ref}$  — это образцовое напряжение внутри микросхемы, с которым компаратор микросхемы сравнивает напряжение на этом резисторе. У этой микросхемы имеется также вход диммирования, на который с микросхемы-таймера 555 подается ШИМ-сигнал для возможности регулирования тока светодиодной лампы.

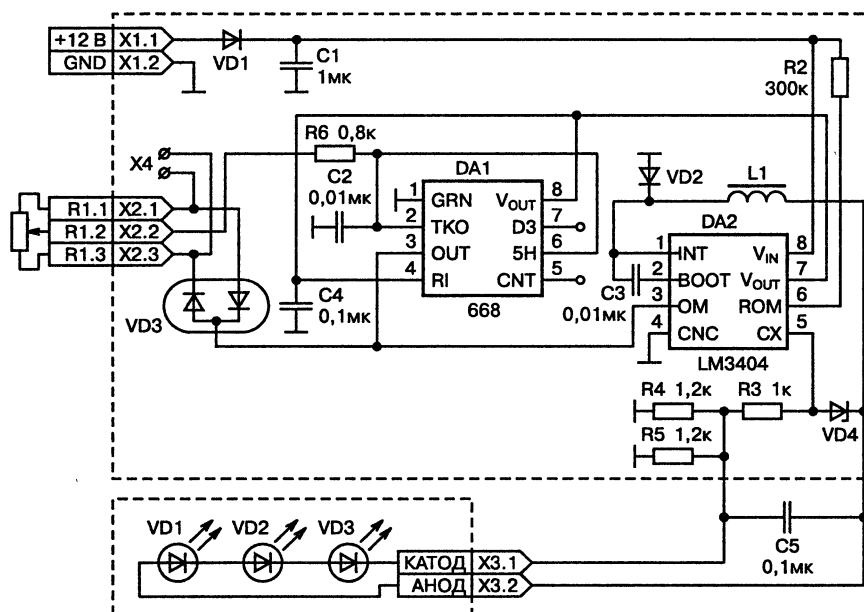


Рис. 5.13. Электрическая схема светильника

В крайнем левом положении потенциометра получается нулевое значение, когда надо совсем потушить светодиодную лампу, в другом крайнем положении потенциометра выдается «единица», при этом светодиодная лампа светит на полную мощность.

В промежуточных положениях выдается ШИМ-сигнал с постоянной частотой, но меняющейся скважностью (от нуля до максимума), обеспечивая плавную регулировку освещения светодиодного светильника.

В качестве VD1 и VD2 используются диоды 10MQ100N, VD3 — BAV99/ T1, VD4 — BZX84-C12Д. Дроссель L1 — CDRH6D28NP-101NC индуктивностью 100 мкГн, конденсатор C1 — 1 мкФ х 50 В.

### Органические светодиоды в качестве светильников

Органические светодиоды (Organic Light Emitting Device) представляют собой тонкие пленки органического материала, играющего роль полупроводника, которые под воздействием электрического тока испускают свет.

При этом материал светится по всей толщине, и более 60 % производимого света не попадает наружу.

Для увеличения процента выхода ученые использовали специальную двухслойную конструкцию. Первый слой представляет собой решетку с нанометровыми ячейками, выполненную из органического материала. Второй слой состоит из нанолинз, каждая из которых накрывает ровно одну ячейку. Линзы улавливают свет, который иначе отправился бы внутрь материала, и отправляют его наружу.

Представленная конструкция производит около 70 лм света (люмен — единица измерения светового потока) на один потраченный ватт электричества. Для сравнения, этот показатель для обычных ламп накаливания составляет около 15 лм, а для ламп дневного света 90 лм.

К достоинствам изобретения следует отнести доступность материалов, из которых оно изготавливается. Так, например, первый слой можно изготавливать из натуральных красителей. Кроме этого они не содержат токсичных веществ (например, лампы дневного света содержат ртуть) и изготавливаются в виде панелей, которым при желании можно придавать любую форму.

## 5.7. Сайты по электроосвещению

<a href="http://www.electrik.org/">http://www.electrik.org/</a>	Различные вопросы по электроосвещению
<a href="http://metall-market.ru/">http://metall-market.ru/</a>	Компания «Энергоконцепт» (г. Москва), электроосвещение и его надежность
<a href="http://eom.com.ua/">http://eom.com.ua/</a>	Форум о проектировании инженерных сетей и по электроосвещению
<a href="http://syla.com.ua/">http://syla.com.ua/</a>	ООО «Сила струму» (г.Киев), проектирование электроснабжения и электро-монтажные работы
<a href="http://vetermira.ru/">http://vetermira.ru/</a>	Сайт по проектированию электроосвещения
<a href="http://electrotechnic-remont.ru/">http://electrotechnic-remont.ru/</a>	Справочник по установке и ремонту электроосвещения
<a href="http://svetorad.ru/">http://svetorad.ru/</a>	Анализ режимов работы электроосвещения

- <http://www.status-electro.ru/> ООО «Статус» (г. Рязань), проектирование и монтаж сетей внутреннего и внешнего электроосвещения
- <http://www.svetgorodov.ru/> ООО «Промэлектрокомплект» (г. Москва), устройства освещения городов
- <http://www.marka.net.ua/> Компания «Марка» (г. Запорожье), системы электропитания и электроосвещения
- <http://el-line.ru/> Статьи по электроосвещению
- <http://house-projects.ru/> Строительная компания «Домашние проекты» (г. Москва), проектирование освещения домов и коттеджей
- <http://www.mir-dokumentov.ru/> Информационная система Госстроя России (нормативы по электроосвещению зданий)
- <http://www.online-electric.ru/> Статьи по расчету электроосвещения
- <http://minsk.olx.by/> устройство систем электроснабжения и электроосвещения (г. Минск)
- <http://karmas.kiev.ua/> ТОВ НВП «Кармас» (г. Киев), электро-монтаж, электроосвещение, охранная сигнализация
- <http://www.tallom.ru/> Статьи по электроосвещению
- <http://www.spbisk.ru/> Инженерно-строительная компания «СПб ИСК» (г. Санкт-Петербург), монтаж систем освещения
- <http://www.alteaza.ru/> ООО «АльтЭза» (г. Москва), электроосвещение в домах, зданиях и коттеджах
- <http://mixail.venzdesign.com/> Ремонт электроосвещения, статьи
- <http://el-line.ru/> Монтаж и подключение люстр



## ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

*Комфорт в доме и квартире в холодное время года часто определяется оптимальной температурой воздуха в жилище. В этой главе рассматривается устройство и ремонт электронагревательных (отопительных) приборов различных типов. Особое внимание уделено мерам безопасности при их использовании и ремонте.*

### 6.1. Нагревательные элементы открытого типа

#### Достоинства и недостатки

В зависимости от назначения нагревательные элементы выполняют:

- ♦ открытыми;
- ♦ закрытыми герметичными;
- ♦ закрытыми негерметичными.

Нагревательные элементы открытого типа представляют собой спирали, открыто размещенные в канавках электроизоляционного материала соответственной формы или свободно подвешенные на кронштейнах из электроизоляционного материала. Передача тепла в них осуществляется путем конвекции и излучения.

#### Достоинства:

- ♦ простота конструкции; быстрота нагрева; легкость ремонта;
- ♦ относительно низкая стоимость.

#### Недостатки:

- ♦ возможность замыкания витков спирали внешними предметами;
- ♦ механическое повреждение спирали;
- ♦ недостаточная электробезопасность.

## Электрокамины с нагревателями открытого типа

Электрокамины различаются:

- ♦ по виду нагревательного элемента (открытый, закрытый);
- ♦ по форме отражателя (сферический, параболический, цилиндрический);
- ♦ по исполнению (напольный — ЭКП, настенный — ЭКС, универсальный — ЭКУ);
- ♦ по наличию дополнительных устройств (имитация огня, бар).

Электрокамины изготавливаются следующих мощностей, кВт: 0,6; 1; 1,25; 1,5; 2.

Максимальная температура нагревателя 900 °С.

В электрокаминах со сферическим отражателем обычно применяются сосредоточенные нагреватели, в каминах с цилиндрическим отражателем — линейные.

В качестве нагревателя в электрокаминах используются:

- ♦ ТЭНы;
- ♦ спирали в кварцевых трубках;
- ♦ биспиральи на керамических основаниях;
- ♦ проволока с большим омическим сопротивлением, намотанная на керамические стержни.

Электрокамин «Эра-М» (рис. 6.1) состоит из отражателя с кронштейном и патроном. В патрон ввертывается нагревательный элемент, прикрытый декоративной защитной решеткой. Отражатель с патроном установлен на подставке. Соединительный шнур с вилкой при выходе из патрона армирован пружиной, предохраняющей шнур от излома.

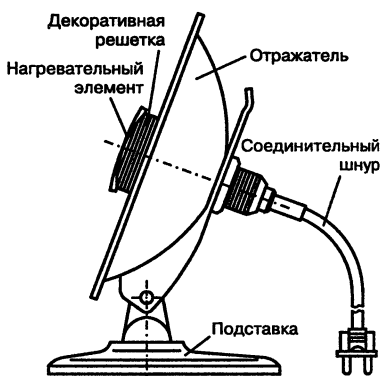


Рис. 6.1. Конструкция электрокамина «Эра-М»

## Ремонт электрических нагревателей с открытой спиралью

Главная часть электронагревательных приборов — спираль. Она бывает закрытой, как в утюгах или плитках, или открытой, снабженной надежным ограждением, как в электрокаминах или рефлекторах.

Еще не так давно с открытой спиралью выпускались и электроплитки. Их спираль укладывалась в канавку керамического диска.

При нагревании она передавала свое тепло, в основном, воздуху. КПД таких плиток был низок. Горячий воздух, обтекая поверхность кастрюли, не успевал передать ей свое тепло. Спираль на открытом воздухе быстро окислялась и перегорала.

Однако важнее всего то, что открытая и ничем не огражденная спираль таких плиток опасна. При малейшем короблении она может коснуться металлического дна сосуда, и в результате он окажется под напряжением. Поэтому выпуск таких электроплиток прекращен. Открытую спираль сегодня применяют только в электрокаминах и рефлекторах.



### Внимание.

*Работу надо вести при полном отключении прибора от сети.*

Представим себе путь тока: розетка, вилка, шнур, спираль. Сначала проверим с помощью любого заведомо исправного электроприбора, лучше всего настольной лампы, в порядке ли розетка. Если лампа горит, осматриваем вилку и шнур. Ищем изломы, механические повреждения, особенно тщательно осматриваем места входа шнура в вилку и в корпус прибора. На корпусе должно быть резиновое кольцо, предохраняющее шнур от истирания и излома.

Если внешний осмотр ничего не дает, разбираем аппарат и проверяем омметром наличие проводимости в жилах шнура от выключателя до вилки. Омметром же проверяем выключатель. Неисправные выключатели и шнуры заменяем.



### Примечание.

*Если перегорела спираль: соедините ее перегоревшие концы и обожмите их скобочкой из алюминия или жести. Такое соединение весьма долговечно.*

Есть и более надежный способ, приведенный на сайте <http://www.elremont.ru> и показанный на рис. 6.2.

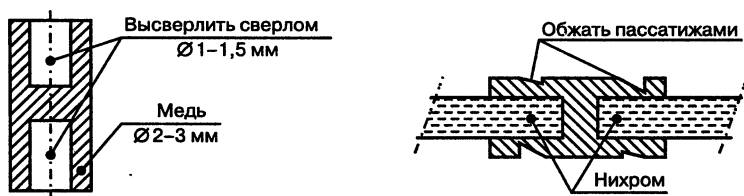


Рис. 6.2. Надежный способ крепления перегоревшей спирали

Если спираль и перегорит вновь, то на новом месте. В таком случае нагревательный элемент лучше заменить покупным или навить новую спираль. Мощность ее не должна превышать мощности прежней. Определяется мощность по формуле

$$W = U \times I = U^2/R,$$

где  $I$  — ток,  $U$  — напряжение,  $R$  — сопротивление.

Для изготовления спиралей применяются жаропрочные материалы с высоким удельным сопротивлением — нихром, фехраль. Причем их удельное сопротивление при повышении температуры уменьшается.

В электрокаmine КОБ-0,8/2-2, например, сопротивление спирали составляет:

- ♦ в холодном состоянии 113 Ом;
- ♦ в рабочем состоянии (при температуре 750 °С) до 60 Ом.



#### **Совет.**

*Поэтому при изготовлении спирали, работающей при высоких температурах, такие данные, как длина развернутой спирали (то есть заготовки, из которой вы будете ее навивать), ее диаметр и сопротивление в холодном состоянии лучше выбирать по паспортным данным.*

Делать это удобно на стержне соответствующего диаметра ручной дрелью, зажатой в тиски. Сопротивление навитой спирали нужно сразу проверить омметром. Сразу после навивки ставить спираль на керамику нельзя: при нагревании она может сильно покоробиться, что приведет к короткому замыканию. Чтобы избежать этого, надо предварительно отжечь спираль на газовой горелке.

## **6.2. Нагревательные элементы закрытого типа**

### **Нагревательные элементы закрытого типа негерметичные**

Нагревательные элементы закрытого типа негерметичные (рис. 6.3, а, б) выполняют из спирали или ленты, помещенной в защитную оболочку из электроизоляционного материала, которая предохраняет ее от механических повреждений, но не препятствует доступу воздуха.

В качестве защитной оболочки иногда служат чешуйчатые керамические бусы, которые надеваются на спираль, навитую из нихромовой или фехралевой проволоки. Элементы подобного типа ранее находили применение в чайниках и утюгах.



**Примечание.**

*Они просты по устройству, но обладают небольшой механической прочностью. При поломке же их может произойти замыкание спирали на корпус.*

Нагревательные элементы закрытого типа в виде спирали из нихромовой или фехралевой проволоки помещают также в металлический кожух, состоящий из двух кольцевых чашек, запрессованных одна в другой. Внутренняя часть кожуха заполнена порошкообразной электроизоляционной массой. Такие элементы применялись в электрических плитках и утюгах.



**Примечание.**

*Они надежны в эксплуатации, но нагревают прибор сравнительно долго.*

### **Трубчатые нагревательные элементы закрытого типа герметичные**

Трубчатые нагревательные элементы закрытого типа герметичные являются более совершенными. В них используются трубчатые нагреватели (ТЭНы), которые работают по принципу передачи тепла излучением, конвекцией и теплопроводностью (рис. 6.3, в).

ТЭНы изготавливаются на номинальные напряжения, В: 6, 12, 24, 36, 42, 110, 127 и 220 переменного и постоянного тока.

Номинальные диаметры, мм: 5; 6,5; 7,4; 8; 8,5; 10.

Развернутая длина, мм: 250, 280, 300, 320, 350, 380, 420, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 800, 850, 900, 1000, 1200, 1400, 1700, 2000.

Трубчатые электронагреватели представляют собой металлическую трубку, внутри которой находится нагревательная спираль, запрессованная в специальном наполнителе, — периклазе.

Наполнитель обеспечивает надежную электроизоляцию и имеет большую теплопроводность. Поэтому используется также для умень-

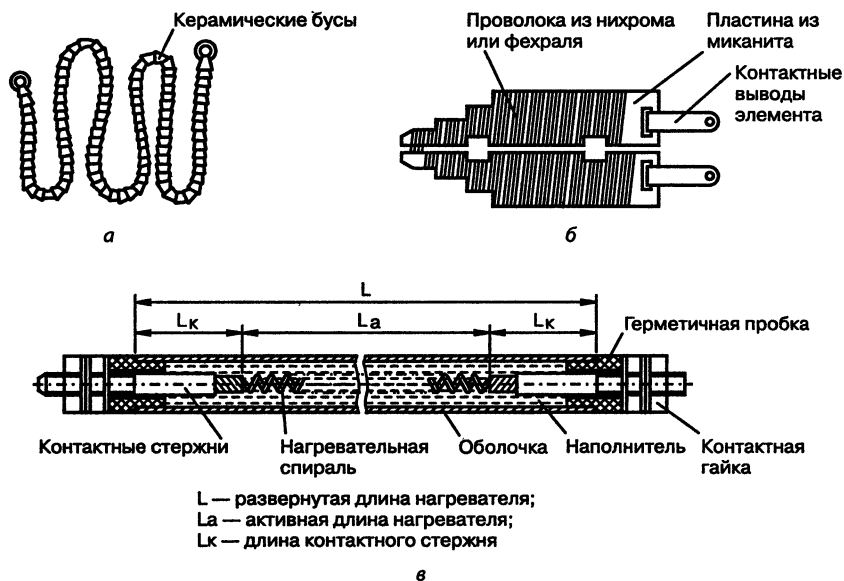


Рис. 6.3. Нагревательные элементы закрытого типа:  
 а — в защитной оболочке из керамических бус; б — пластинчатый; в — трубчатый

шения перепада температур между внешней трубкой и нагревательной спиралью.

Оболочку в зависимости от условий эксплуатации изготавливают из нержавеющей жаростойкой стали, алюминиевых сплавов или углеродистой стали. Торцы ТЭНа герметизируют для предотвращения проникновения атмосферной влаги в наполнитель.

Принципиальные преимущества ТЭНов перед другими видами нагревателей заключаются в следующем:

- ♦ поверхность нагревателя не находится под электрическим напряжением, т. е. электронагреватель электробезопасен (при заземлении внешней трубки и правильно выбранных предохранителях), его можно помещать в воду, жидкий металл;
- ♦ нагревательная спираль, запрессованная в наполнителе (при достаточной герметизации торцов нагревателя), имеет малый диаметр проволоки и значительный срок службы;
- ♦ нагреватели надежно работают при вибрациях и значительных ударных нагрузках (благодаря плотности набивки наполнителя);
- ♦ нагреватели могут иметь любую форму;
- ♦ конструкция нагревателя проста.

Нагревательная спираль ТЭНа выполняется, как правило, из проволоки диаметром 0,2—1,6 мм (сплавы Х20Н80 и Х15Н60).



**Примечание.**

*ТЭН можно согнуть в любую форму в холодном состоянии после отжига трубки при условии, что радиус изгиба будет не меньше 2,5 диаметра внешней трубки (при этом спираль внутри трубки расположена строго по ее оси).*



**Пример.**

*Трубчатый электронагреватель ТЭН-80-58/1 ОП 220. Это условное обозначение ТЭНа развернутой длиной 800 мм, номинальной длиной контактного стержня в заделке 50 мм, диаметром 8 мм, мощностью 1 кВт, изготовленного из стали марки 12Х18Н10Т, предназначенного для нагрева слабых растворов пищевых кислот на номинальное напряжение 220 В.*

### 6.3. Инфракрасные нагреватели

Все имеющиеся в природе тела с температурой выше абсолютного нуля обладают инфракрасным излучением. Инфракрасным является нагрев от электронагревателей, в которых используются проводники с высоким удельным сопротивлением.



**Определение.**

*В практике под инфракрасными нагревателями понимают такие, у которых максимум излучения приходится на инфракрасную область спектра с длинами волн от 0,76 до 3 мкм.*

Инфракрасные электронагреватели подразделяют на:

- ♦ светлые, излучающие, помимо инфракрасных, видимые лучи;
- ♦ темные, излучающие преимущественно инфракрасные лучи.

К светлым излучателям относятся лампы накаливания типа ИКЗ (инфракрасная зеркальная) с внутренней зеркальной поверхностью для получения направленного лучевого потока.

К темным излучателям инфракрасных волн — открытые спирали и ТЭНы с температурой на поверхности 700—750 °С.

## 6.4. Регулируемые электронагревательные приборы

### Классификация и основные определения

По типу электронагревательные приборы подразделяются на четыре группы:

- ♦ без регулировки;
- ♦ с регулировкой температуры нагрева;
- ♦ с регулировкой мощности;
- ♦ автоматические нагреватели с программным управлением.

Для регулировки температуры в приборах устанавливают: терморегуляторы, термоограничители, термовыключатели.



#### Определение.

**Терморегулятор** — устройство, чувствительное к температуре (с регулировкой температуры или без нее), которое при нормальной эксплуатации служит для поддержания температуры прибора или его частей в определенных пределах путем автоматического включения и отключения цепи.



#### Определение.

**Термоограничитель** — устройство, чувствительное к температуре, с регулировкой температуры или без нее, которое при нормальной эксплуатации служит для включения или отключения цепи, когда температура прибора или его частей достигает заранее определенного значения.

Термоограничитель может быть:

- ♦ с ручными возвратом;
- ♦ без ручного возврата.



#### Определение.

**Термовыключатель** — устройство, которое ограничивает температуру прибора или его частей при ненормальной работе путем автоматического размыкания цепи или уменьшения величины тока.



Термовыключатель может быть:

- ♦ с самовозвратом;
- ♦ с ручным возвратом.

### Принцип действия

Регулировка мощности прибора может быть:

- ♦ ступенчатой;
- ♦ плавной с помощью реостата.



#### Примечание.

*Термоограничители, терморегуляторы и термовыключатели работают по принципу использования различных физических явлений.*

Так, в одном из наиболее распространенных терморегуляторов — биметаллическом — используется явление изгибания термобиметаллической пластинки при изменении температуры.

В манометрическом терморегуляторе используется явление изменения объема (при изменении давления) жидкости или газа, заполняющих замкнутую термосистему.

Биметаллическая система состоит из двух или нескольких слоев металлов или сплавов с различными коэффициентами теплового расширения, сваренных между собой по всей плоскости соприкосновения.



#### Определение.

*Слой металла или сплава с большим коэффициентом теплового расширения называется активным слоем, с меньшим — пассивным.*

Пассивный слой изготавливают обычно из инвара (сплав железа с никелем). Никель составляет 35—37 %, остальное — железо и примеси. Никель при температуре от  $-60$  до  $+100$  °С практически не изменяет своих размеров.

Активный слой изготавливают из латуни, легированной стали и др.

Регуляторы температуры и мощности по скорости замыкания и размыкания контактов подразделяют на две группы:

- ♦ быстродействующие;
- ♦ медленнодействующие.



### Примечание.

*Быстродействующие регуляторы сложнее по конструкции, обеспечивают мгновенное замыкание и размыкание контактов, что исключает их подгорание и обеспечивает большой срок службы.*

Размыкание и замыкание контактов медленнодействующих регуляторов происходит в зависимости от скорости изгибания термометалла. Такие регуляторы проще по конструкции, но из-за искрения контактов менее долговечны и создают помехи радиоприему.

## 6.5. Электроконвекторы

### Типы и номинальные мощности электроконвекторов

Электроконвекторы — это отопительные электроприборы с теплоотдачей — преимущественно с естественной конвекцией (табл. 6.1).

Типы и номинальные мощности электроконвекторов

Таблица 6.1

Тип	Наименование	Номинальная мощность, кВт
ЭВПА; ЭВУА	Электроконвектор с терморегулятором для автоматического регулирования температуры воздуха в помещении	0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭВПБ; ЭВУБ	Электроконвектор с бесступенчатым регулированием мощности	0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭВПС; ЭВУС	Электроконвектор со ступенчатым регулированием мощности	0,8; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭВПТ; ЭВУТ	Электроконвектор с термовыключателем	0,5; 0,8

### Условные обозначения

В условном обозначении электроконвекторов буквы и цифры означают:

- ♦ ЭВ — электроконвектор;
- ♦ П — напольный;
- ♦ У — универсальный;
- ♦ А — с терморегулятором для автоматического регулирования температуры воздуха в помещении;
- ♦ Б — с бесступенчатым регулированием мощности;
- ♦ С — со ступенчатым регулированием мощности;
- ♦ Т — с термовыключателем;

- ♦ цифры в числителе — номинальная мощность;
- ♦ цифры в знаменателе — номинальное напряжение.

Электроконвекторы с целью защиты корпуса от перегрева в случае неправильной эксплуатации оснащаются термоограничителями (обычно биметаллическими). Последние модели конвекторов оснащены автоматическими регуляторами температуры и электронными термовыключателями.

### Электроконвектор «Оникс ЭВУА-1,25/220»

Электроконвектор «Оникс ЭВУА-1,25/220» (рис. 6.4) оснащен:

- ♦ автоматическим регулятором температуры (АРТ);
- ♦ электронным термовыключателем (ТВ).

Наличие автоматического регулятора температуры поддерживает автоматически выбранный режим работы конвектора.

Термовыключатель обеспечивает пожаробезопасность прибора.



#### Примечание.

При температуре внутри корпуса 130 °С питание нагревателей автоматически отключается.

Основные технические характеристики

Таблица 6.2

Напряжение сети, В	220
Регулирование мощности (ступенчатое), кВт	0,4; 0,85; 1,25
Габаритные размеры, мм	560×395×120
Масса, кг	7,2

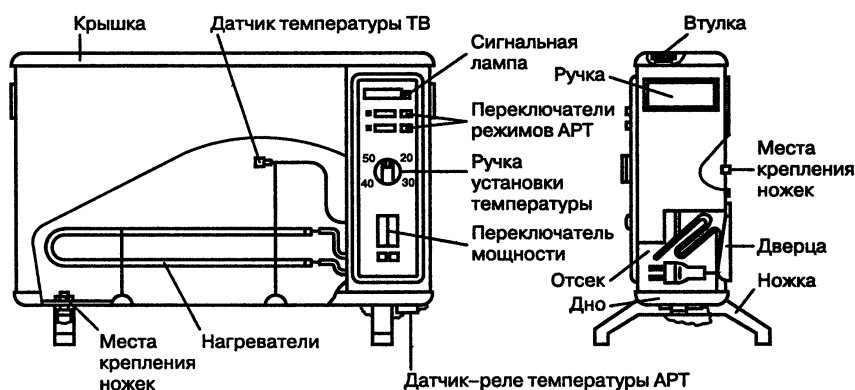


Рис. 6.4. Конструкция электроконвектора «Оникс ЭВУА-1,25/220»

## 6.6. Электрорадиаторы

### Типы и номинальные мощности электрорадиаторов



**Определение.**

*Электрорадиаторы — отопительные приборы с теплоотдачей излучением и конвекцией от внешней рабочей поверхности.*

Электрорадиаторы применяются как источник основного и дополнительного отопления (табл. 6.3).

Типы и номинальные мощности электрорадиаторов

Таблица 6.3

Тип	Наименование	Номинальная мощность, кВт
ЭРМА	Электрорадиатор маслonaполненный с терморегулятором для автоматического регулирования температуры воздуха в помещении	0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМБ	Электрорадиатор маслonaполненный с бесступенчатым регулированием мощности	0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМС	Электрорадиатор маслonaполненный со ступенчатым регулированием мощности	0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМТ	Электрорадиатор маслonaполненный с термовыключателем	0,5; 0,75

### Условные обозначения

В обозначении моделей электрорадиаторов буквы означают:

ЭР — электрорадиатор;

М — маслonaполненный;

А — с автоматическим поддержанием температуры воздуха в помещении;

Б — с регулятором мощности;

С — с переключателем мощности;

Т — с термоограничителем.

### Классификация

Конструктивно электрорадиаторы подразделяются на четыре группы:

- ♦ сухие, т. е. не имеющие промежуточного теплоносителя;
- ♦ с промежуточным теплоносителем;
- ♦ секционные;
- ♦ панельные.

Электрорадиаторы с промежуточным теплоносителем представляют собой вертикальную панель, имеющую внизу резервуар для масла с расположенными в нем ТЭНами и штампованную из двух стальных сваренных листов. В панели имеются полости, заполненные теплоносителем, который, циркулируя, создает равномерное поле на поверхности радиатора.

### Сухой электрорадиатор «Ровно ЭРСБ-0,75/220»

Электрорадиатор «Ровно ЭРСБ-0,75/220» относится к сухим радиаторам. Принцип действия основан на естественной циркуляции теплоносителя, в качестве которого используется воздух.

Электрорадиатор состоит из корпуса, блока нагревателей, бесступенчатого регулятора мощности со встроенным термовыключателем, ручки для переноски электрорадиатора, основания, накладки и соединительного шнура с вилкой.

В корпус электрорадиатора вмонтированы: блок нагревателей, состоящий из двух трубчатых электронагревателей; бесступенчатый регулятор мощности со встроенным термовыключателем.

На боковой крышке электрорадиатора расположены: сигнальная лампа; клавишный выключатель; ручка регулятора мощности.

Сигнальная лампа загорается после включения клавишного выключателя. В зависимости от положения ручки бесступенчатого регулятора мощности сигнальная лампа периодически загорается и гаснет, что указывает на нормальную работу термовыключателя.

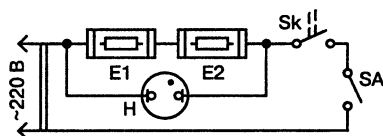
В правом крайнем положении ручки бесступенчатого регулятора мощности сигнальная лампа горит постоянно, что указывает на полное потребление мощности, при которой температура рабочей поверхности корпуса составляет 85—105 °С.

Основные технические характеристики

Таблица 6.4

Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	750
Время разогрева рабочей поверхности; до температуры 70 °С, мин, не более	15
Габаритные размеры, мм	570×230×740
Масса, кг	7,5

Электрическая схема электрорадиатора показана на рис. 6.5.



**Рис. 6.5.** Электрическая схема электрорадиатора «Ровно ЭРСБ—0,75/220»: E1 — электронагреватель ЭНЭТИ-1; E2 — электронагреватель ЭНЭТИ-2; H — индикатор тлеющего разряда ИИ-36; SA — выключатель; SK — бесступенчатый регулятор мощности

### Электрорадиаторы с промежуточным теплоносителем

Электрорадиаторы с промежуточным теплоносителем представляют собой вертикальную штампованную панель из двух стальных сваренных листов. Панель имеет:

- ♦ резервуар для масла с расположенными в нем ТЭНами;
- ♦ полости, заполненные теплоносителем, который, циркулируя, создает равномерное поле по поверхности радиатора.



#### Примечание.

Основным недостатком радиаторов с промежуточным теплоносителем является их большая масса — до 20 кг на 1 кВт мощности.

Все большее распространение получают секционные электрорадиаторы. Корпус этих приборов состоит из отдельных секций. Стыки этих секций в верхней и нижней частях сварены так, чтобы в корпусе были образованы полости. Полости соединены между собой двумя-тремя вертикальными каналами. В нижней части полости расположен ТЭН. В качестве теплоносителя обычно применяется минеральное масло.

Панельные радиаторы при температуре корпуса 85—105 °С отдают окружающему пространству тепло (примерно в равных долях) излучением и конвекцией. При секционной конструкции преобладает конвекторная теплоотдача.

### Масляный секционный электрорадиатор «Florida Maya»

Масляный секционный электрорадиатор «Florida Maya» производства фирмы LAMINOX выпускается четырех моделей: 1507; V1807; 2009; V2309.

**Примечание.**

*Удобные в использовании «батареи на колесах» быстро нагревают помещение, не сжигая при этом воздух.*

В зависимости от площади комнаты можно подобрать модель с соответствующей мощностью и количеством секций. Во всех моделях используется регулировка мощности для экономии электроэнергии и термостат для поддержания заданной температуры.

В моделях с маркировкой V дополнительно установлен вентилятор с дополнительным нагревательным элементом мощностью 300 Вт для быстрого и более интенсивного прогрева воздуха.

Основные технические характеристики

Таблица 6.5

Номинальное напряжение, В	220
Мощность, Вт	1500—2300
Количество секций, шт.	7 или 9
Габаритные размеры, мм	170×660×420 (570)
Масса, кг	13,9 или 17,5
Объем обогреваемого помещения, м <sup>3</sup>	43 или 54

## 6.7. Сушильные электроприборы

Сушильный электроприбор «Лето» (рис. 6.6) предназначен для сушки белья и предметов легкой верхней одежды из различных тканей, но может быть использован и для обогрева помещения, сушки грибов, ягод и т. п.

Электроприбор состоит из прямоугольного корпуса (см. рис. 6.6, а) с размещенным в нем калорифером, штыревой гребенки и объединяющего их опорного кронштейна. Механизм электрокалорифера, установленного с помощью винтов в днище корпуса, состоит из осевого вентилятора и спирального электронагревателя.

Штыревая гребенка представляет собой металлическую трубчатую конструкцию, 10 штырей которой укреплены на общей трубе, поворачивающейся в опорах кронштейна.

Концы штырей закрыты пластмассовыми заглушками. Гребенка имеет два коротких штифта, которыми она фиксируется в горизонтальном положении, опираясь на выступы кронштейна.

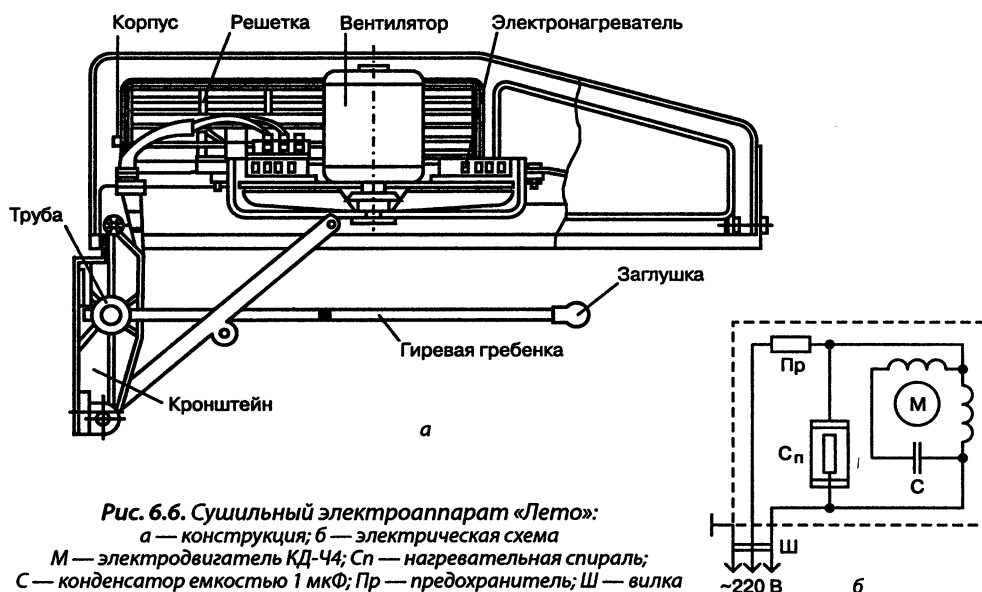


Рис. 6.6. Сушильный электроаппарат «Лето»:

а — конструкция; б — электрическая схема

М — электродвигатель КД-44; Сп — нагревательная спираль;

С — конденсатор емкостью 1 мкФ; Пр — предохранитель; Ш — вилка

Опорный кронштейн состоит из двух металлических профилей и двух пластмассовых боковин, с которыми шарнирно связаны корпус и гребенка. В кронштейне имеется четыре крепежные отверстия, через которые электросушилка с помощью шурупов крепится к стене.

Корпус электросушилки металлический, окрашен эмалью светлых тонов. Отверстия для входящего воздуха закрыты декоративными решетками.

К электросушилке прилагаются съемная штора для образования сушильной камеры и поддон для стока капель воды, стекающих с белья. Со стороны стены навешивается задняя (несъемная) штора из полиэтиленовой пленки.

#### Основные технические характеристики

Таблица 6.6

Полезная вместимость (в пересчете на сухое белье), кг	4
Номинальная потребляемая мощность, Вт:	
♦ общая	1850
♦ электродвигателя	50
♦ электронагревателя	1800
Номинальное напряжение, В	220
Производительность вентилятора, м <sup>3</sup> /мин	4,5
Температура воздушного потока, °С	60



Время сушки до остаточной влажности 15 %, ч ♦ хлопчатобумажной ткани с начальной влажностью 60 % ♦ хлопчатобумажной ткани с начальной влажностью 100 %	1,5 3
Уровень звука, дБ·А	55
Габаритные размеры, мм	625×630×200
Масса, кг	15

## 6.8. Полезные схемы электронагревательных приборов из сети Интернет

### Схема №1.

#### Регулятор мощности для электроплитки

Схема позволяет регулировать мощность в нагрузке, рассчитанной на включение в сеть напряжением 220 В, от 5—10 до 97—99 % номинальной мощности. Может применяться, когда отсутствует или вышел из строя собственный регулятор мощности электроплитки. Коэффициент полезного действия регулятора не менее 98 %.

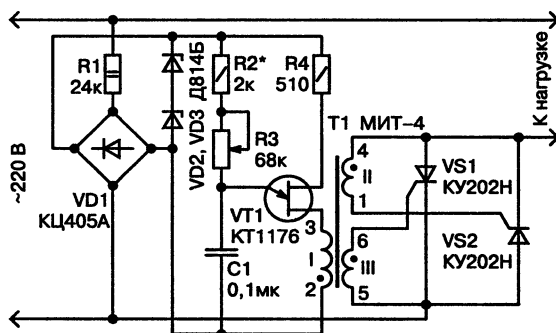


Рис. 6.7. Схема регулятора мощности для электроплитки

### Схема №2. Простой универсальный регулятор мощности

Предлагаемая ниже схема позволит снизить мощность любого нагревательного электроприбора. Схема достаточно проста и доступна даже начинающему радиолюбителю. Для управления более мощной нагрузкой тиристоры необходимо поставить на радиатор (150 см<sup>2</sup> и более). Для устранения помех, создаваемых регулятором, желательно на входе поставить дроссель.

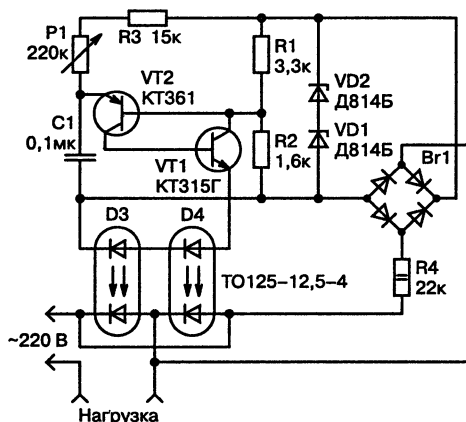


Рис. 6.8. Схема простого регулятора мощности

### Схема №3. Инфракрасный нагреватель ПИКСАН

Инфракрасные нагреватели (панели) ПИКСАН являются базовыми элементами инфракрасных сушильных установок. Они предназначены для монтажа в сушильные камеры и другие установки сушки и нагрева, а также для индивидуального использования. Используя различные инфракрасные нагреватели, можно создать сушильную установку необходимых размеров, производительности и конфигурации.

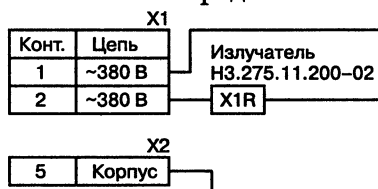


Рис. 6.9. Схема инфракрасного нагревателя модели ПИКС-1,6-574116-38

### Схема №4. Схема электроконвектора с терморегулятором

Электроконвектор ЭВНАТ-0,75/220 предназначен для обогрева бытовых, жилых и административных помещений в условиях умеренного и холодного климата. Они являются приборами «сухого» электроотопления, безвредны, не выжигают кислород из окружающей среды. На базе обогревателей ЭВНАТ-0,75/220 возможно создание простого и экономичного отопления зданий и помещений. Схемы представлены на рис. 6.10 и рис. 6.11.

### Схема №5. Тепловентилляторы

В зависимости от мощности тепловентилляторы можно использовать для обогрева помещений различной площади, а также сушки

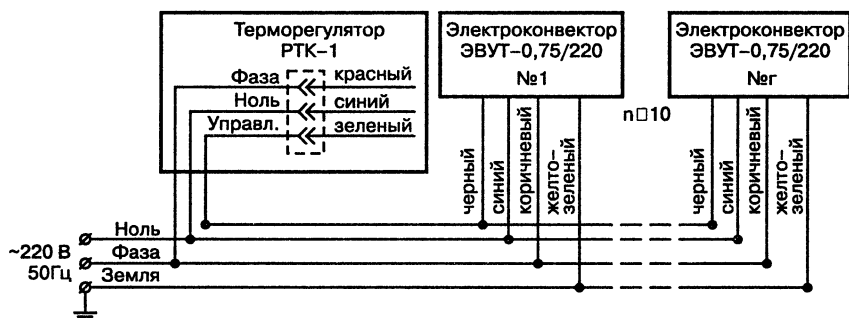


Рис. 6.10. Схема подключения электроконвектора и терморегулятора к сети

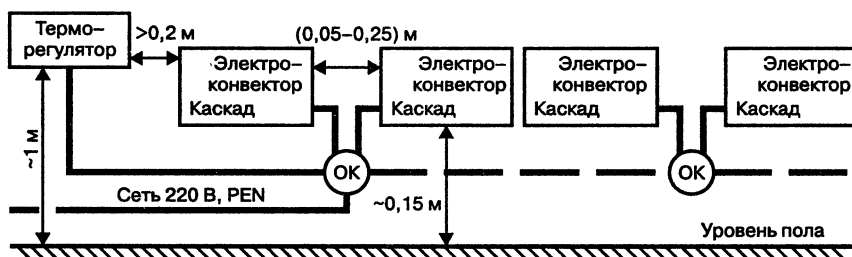


Рис. 6.11. Рекомендованная схема монтажа

локальных зон помещения или осушения воздуха. По сравнению с другим тепловым оборудованием это самые практичные и недорогие средства с наименьшей стоимостью единицы мощности.

Большим преимуществом является возможность совмещения вентиляции и обогрева. Прочная и компактная конструкция не требует осторожности обращения, позволяет легко переносить и устанавливать изделия.

Простой, недорогой, надежный тепловентилятор предназначен для постоянного и эффективного использования с целью обогрева помещений или сушки.

Благодаря прочной компактной конструкции легко вписывается в любую обстановку, переносится и устанавливается в любом месте. Имеет возможность регулирования направления воздушного потока. Для достижения лучших характеристик имеет цилиндрическую форму.

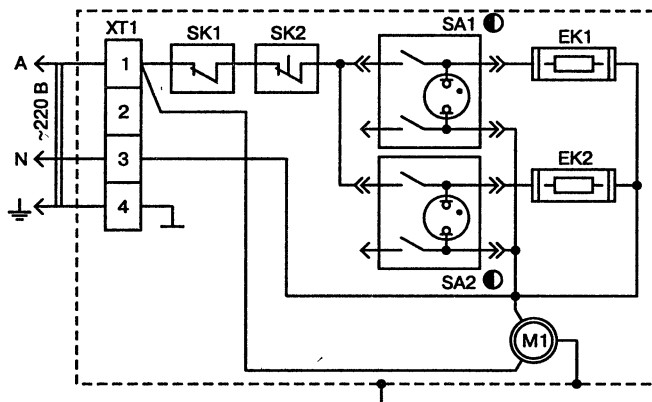


Рис. 6.12. Тепловентилятор ТВ3/5

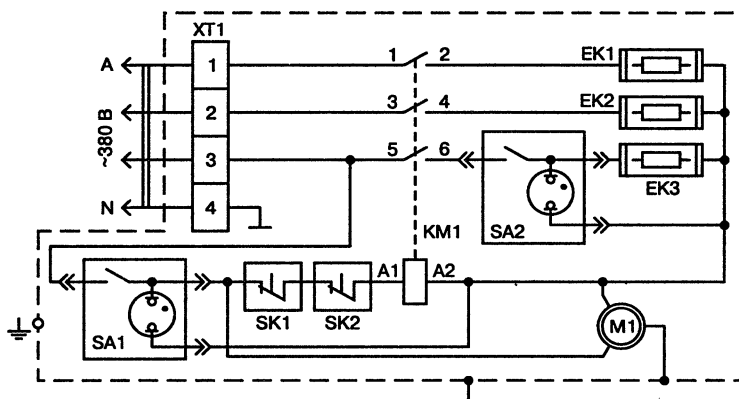


Рис. 6.13. Тепловентиляторы ТВ4 — ТВ9, 380 В

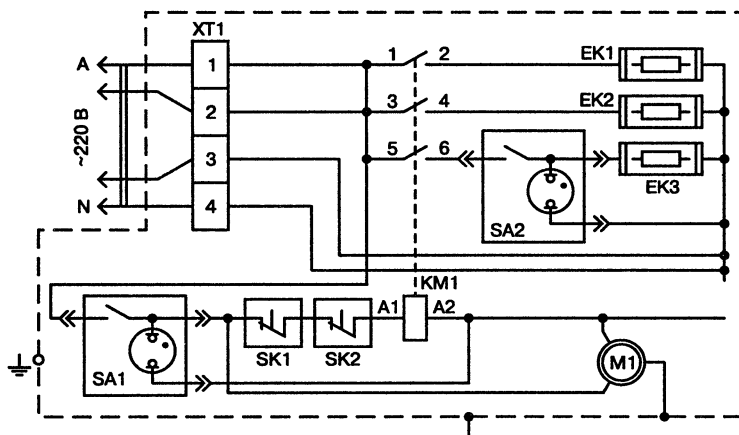


Рис. 6.14. Тепловентиляторы ТВ4 — ТВ6, 220 В

### Схема №6. Электрокалориферы КЭВ

Калориферы электрические (электрокалориферы) типа КЭВ предназначены для обогрева и вентилирования потоком воздуха служебных, производственных, складских помещений и просушки помещений при проведении отделочных работ в строительстве в условиях умеренно-холодного климата категории размещения 3.1 (УХЛ 3.1) по ГОСТ 15150-69.

Калорифер состоит из корпуса, внутри которого находятся:

- ♦ оребренные трубчатые электронагреватели ТЭН;
- ♦ электродвигатель обдува с осевым вентилятором.

Выводы ТЭН-ов размещены в отсеках, которые закрыты крышками. Выводы ТЭНов соединены в группы и выведены на клеммную колодку.

Во время работы воздушный поток от вентилятора, проходя через калорифер, огибает оребренные ТЭНы и нагревается до определенной температуры.

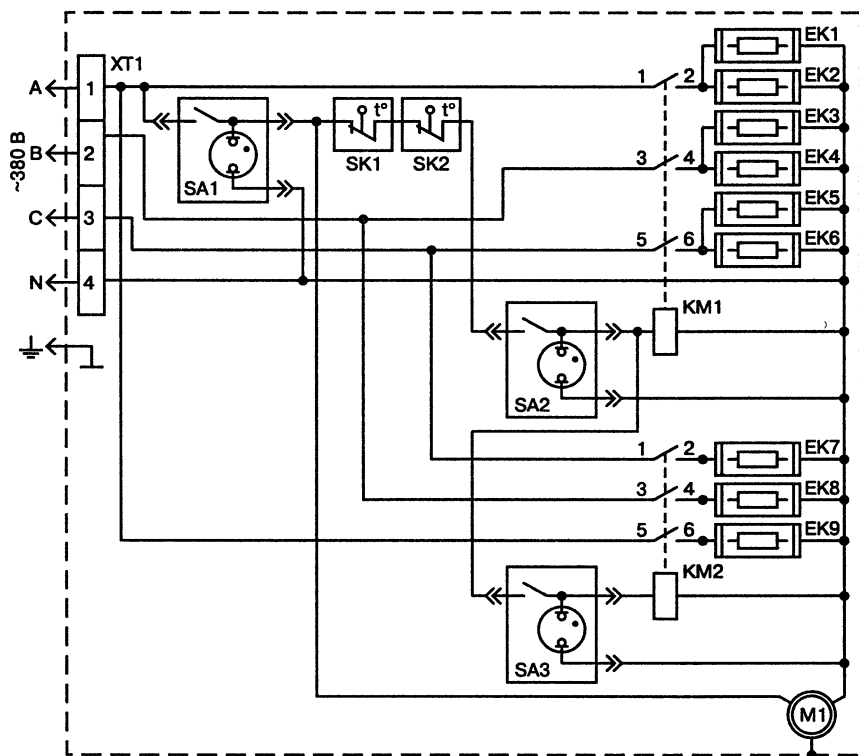


Рис. 6.15. Схема калорифера КЭВ12-16

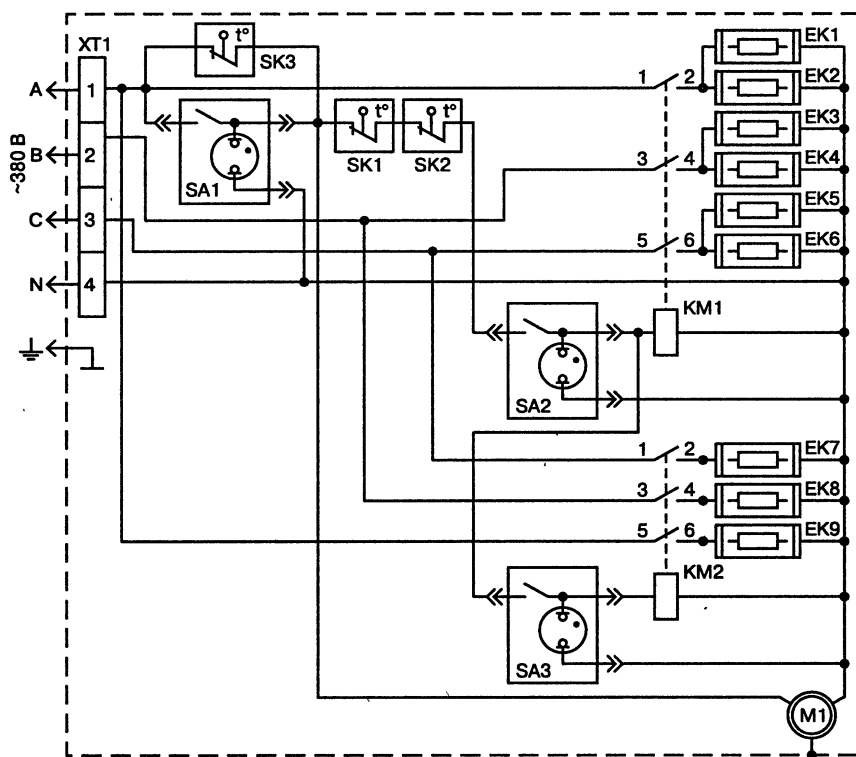


Рис. 6.16. Схема calorифера КЭВ20

### Схема №7. Электрокалориферная установка СФО-40

Электрокалориферные установки предназначены для обогрева жилых и производственных помещений, а также для сушки овощей, фруктов, белья, лакокрасочных покрытий и обеспечения воздушно-тепловых завес в условиях умеренно-холодного климата категории размещения 3.1 (УХЛ 3.1) по ГОСТ 15150-69.

Электрокалориферные установки предназначены для работы под надзором.

СФО-40 представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого находятся трубчатые нагреватели (ТЭН). Цилиндрический корпус крепится на подставке и может иметь несколько фиксированных углов наклона.

Выводы ТЭНов размещены на основании внутри корпуса. Во время работы воздушный поток от вентилятора, проходя через СФО-40, огибает ТЭНы и нагревается до определенной температуры. Выводы ТЭНов соединены в группы и выведены на клеммную колодку.

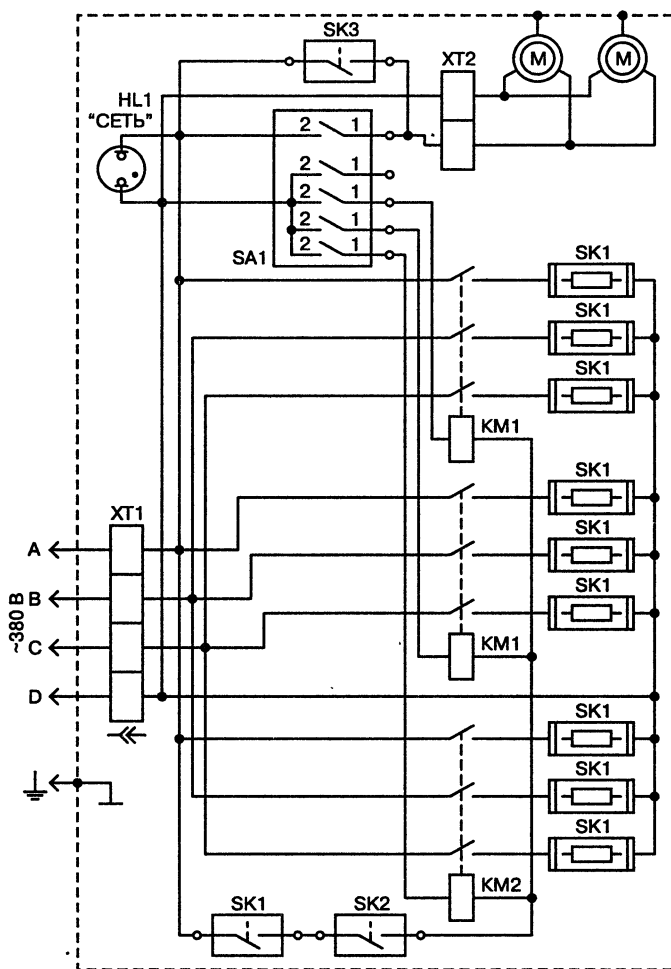


Рис. 6.17. Схема калорифера КЭВ42

Электрическая схема СФО-40 выполнена с использованием магнитного пускателя, позволяющего обеспечить эффективную термозащиту и защиту электродвигателя от перегрузки. Для этих целей применен импортный термостат для защиты СФО-40 от перегрева и тепловое реле для защиты электродвигателя вентилятора от перегрузки. При срабатывании любого из этих элементов происходит выключение магнитного пускателя и, соответственно всего СФО-40. Снижение воздушного потока на 40—50 % приводит к срабатыванию защиты за 2—3 мин.

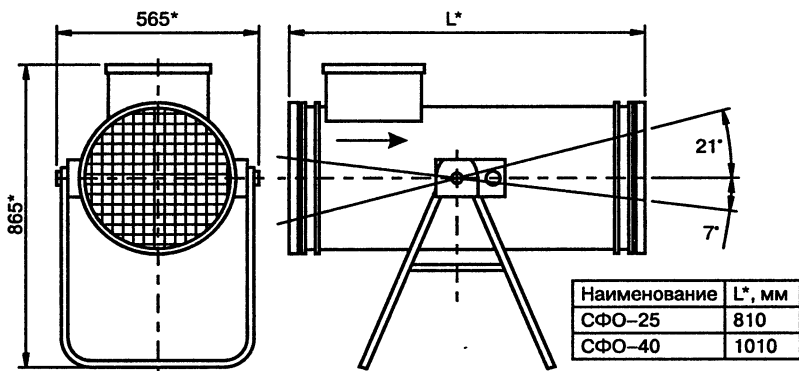


Рис. 6.18. Конструкция теплоустановки

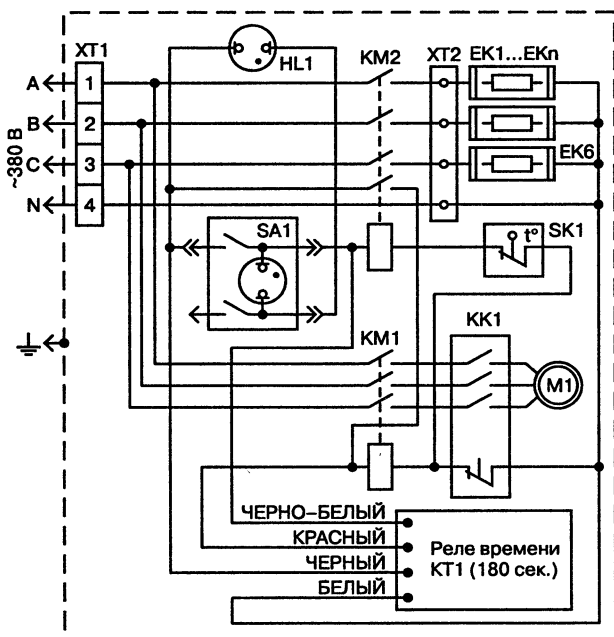


Рис. 6.19. Принципиальная схема теплоустановки СФО-40

### Схема №8. Электрод печь ЭП40

Печь предназначена для прокалики и просушки сварочных электродов при заданной температуре в стационарных условиях с относительной влажностью окружающего воздуха 80 %.

Технические характеристики: мощность — 2,4 кВт, напряжение — 220 В, температура в рабочем пространстве — 400 °С, единовременная загрузка — 40 кг.



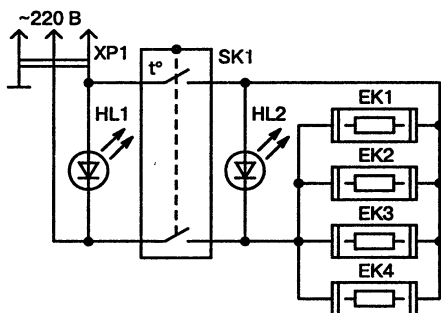


Рис. 6.20. Принципиальная схема электропечи ЭП40/400

### Схема №9. Электроводонагреватель ЭВБОТ

Водонагреватель представляет собой емкость из оцинкованной стали со съемной крышкой и пультом управления. Пульт включает в себя регулятор мощности, обеспечивающий ручное регулирование мощности для поддержания необходимой температуры воды, аварийный термовыключатель без самовозврата, отключающий изделие от сети в аварийном режиме (безнадзорное включение водонагревателя, отсутствие воды в баке), шнур питания и светосигнальную арматуру. На дне водонагревателя смонтирован трубчатый электронагреватель (ТЭН), изготовленный из нержавеющей стали. Шнур питания водонагревателя оснащен вилкой с боковым заземляющим контактом.

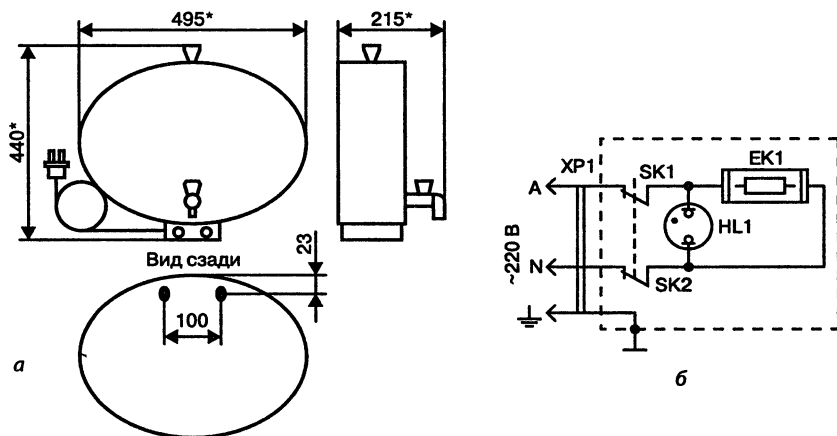


Рис. 6.21. Электроводонагреватель ЭВБОТ:  
а — габаритные размеры; б — принципиальная схема

### Схема №10. Регулятор мощности нагревательного прибора

Схема регулятора мощности нагревательного прибора оригинальной конструкции приведена на рис. 6.22. Получить высокие электри-

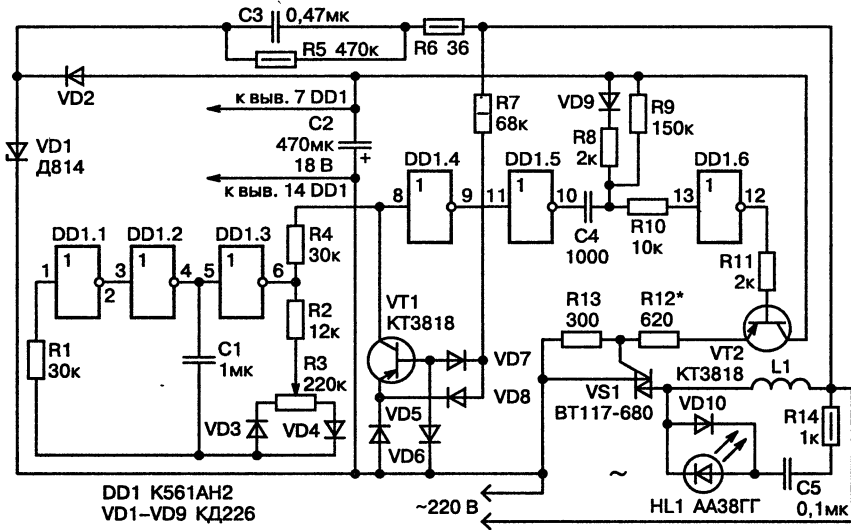


Рис. 6.22. Принципиальная схема регулятора

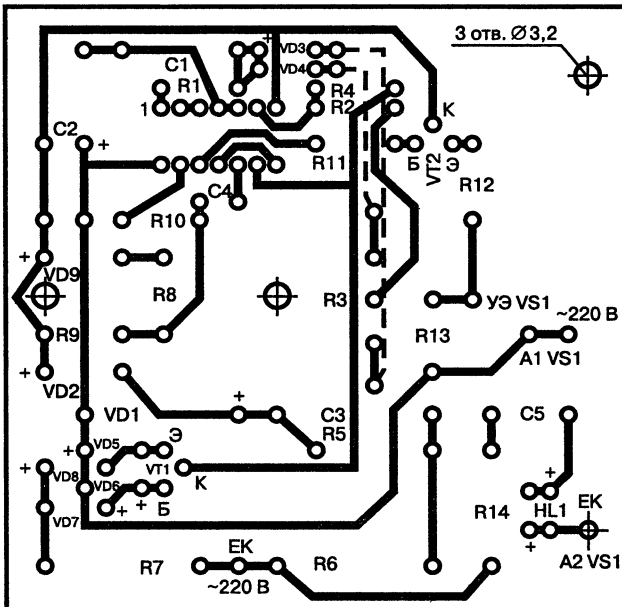


Рис. 6.23. Рисунок печатной платы с размещением элементов

ческие параметры удалось, только применив триак BT-137-600 фирмы PHILIPS Semiconductor.

Регулятор смонтирован на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, размерами 80×80 мм. Рисунок печатной платы и размещение на ней элементов показаны на рис. 6.23. Симистор установлен на ребристом радиаторе из алюминиевого сплава размерами 70×40×25 мм.

Собранная схема установлена в корпусе от регулятора температуры типа РТ-3. Подробности на <http://schem.net/house/1-109.php>.

## 6.9. Сайты по ремонту электронагревательных приборов

<a href="http://www.service-galaktika.ru/">http://www.service-galaktika.ru/</a>	Статьи по электронагревательным приборам
<a href="http://www.santekhnic.com.ua/">http://www.santekhnic.com.ua/</a>	Статьи по электронагревательным приборам
<a href="http://www.rza.org.ua/">http://www.rza.org.ua/</a>	Правила эксплуатации электроприборов
<a href="http://stroika-domov.ru/">http://stroika-domov.ru/</a>	Ремонт электронагревательных приборов для воды
<a href="http://expert.urc.ac.ru/">http://expert.urc.ac.ru/</a>	Ремонт бытовых нагревательных электроприборов

# РЕМОНТ КУХОННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

*Глава посвящена устройству и ремонту большого количества электрических и электронных помощников на кухне: от миксеров и блендеров до электроплиток и СВЧ печей. Ремонт большинства из них доступен домашнему мастеру. При этом он должен четко помнить о мерах безопасности при таком ремонте.*

## 7.1. Ремонт миксеров и блендеров

### Состав и разновидности миксеров

Миксер является незаменимым кухонным прибором для замешивания небольшого количества легкого и крутого теста, перемешивания супа, соусов, приготовления коктейлей и т. д.

В верхней части корпуса миксера находится электропривод, к которому снизу присоединяются мешалки. Разновидностью миксера является блендер. В блендере электропривод расположен в основании корпуса, а мешалки насаживаются сверху на ось двигателя.

Отечественные электромиксеры и электровзбивалки в своей маркировке содержат 2—3 буквы, которые отражают тип исполнения прибора (табл. 7.1).

*Расшифровка букв в маркировке  
отечественных электромиксеров и электровзбивалок*

Таблица 7.1

Прибор	Обозначение	Исполнение		
		Ручное	Настольное	Настольно-ручное
Электромиксер	М	МР	МН	МНР
Электровзбивалка	В	ВР	ВН	ВНР
Электромиксер с совмещенными функциями	МВ	МВР	МВН	МВНР

В комплект электровзбивалки, как правило, входят:

- ♦ электропривод;
- ♦ комплект насадок (кофемолка, соковыжималка, овощерезка);
- ♦ угольные щетки для электродвигателя.

В некоторых случаях электровзбивалки оснащаются:

- ♦ дополнительными насадками и устройствами термозащиты;
- ♦ полуавтоматической намоткой шнура;
- ♦ блокировкой включения привода, реле времени.

### Ремонт электромиксера «Армавир» МН-202

Электромиксер «Армавир» МН-202 состоит из электропривода, насадки-миксера и насадки-кофемолки (рис. 7.1). Электропривод миксера включает в себя:

- ♦ электродвигатель с фильтром радиопомех;
- ♦ совмещенный выключатель с переключателем скоростей.

В приборе используется электродвигатель коллекторного типа, который закреплен внутри пластмассового корпуса. На верхнем конце вала двигателя, выходящего из корпуса, закреплена полумуфта.



Рис. 7.1. Общий вид электромиксера (блендера) «Армавир» МН-202

**Неисправность 1.** Плохое вращение или полное заклинивание вала двигателя.

Это обычно связано с просачиванием жидкости через подшипниковый узел. В этом случае следует разобрать подшипниковый узел и вынуть вал. Если возникают трудности с вытаскиванием вала, то готовят специальный водный раствор. Его заливают в стакан насадки миксера и выдерживают в течение 30—40 мин.

Для приготовления раствора необходимо взять 200 мл воды при температуре 50 °С и растворить в нем 1/2 чайной ложки соды и 1/2 чайной ложки соли. После выдержки соединения в теплом растворе пытаются повернуть вал двигателя рукой. Если этого сделать нельзя, то раствор заливают повторно.

Как только вал двигателя повернулся, приступают к разборке подшипникового узла. Детали разобранного узла, вал и подшипник скольжения протирают сухой тканью. Подшипник скольжения смазывается смазкой «Литол-24» (продается в любом автомагазине) и разобранный узел собирается.



#### Совет.

*Смазку желательно производить не реже раза в полгода.*

#### Неисправность 2. Сильное искрение щеток коллекторного двигателя.

Подробно диагностика и устранение неисправностей описана в главе, посвященной пылесосам. Коллекторные двигатели электромиксера и пылесоса отличаются только по мощности, соответственно и по размерам. Все конструктивные узлы у них одинаковые.

### Электромиксер «Армавир» МН-304

Аналогично производится техническое обслуживание и электромиксера «Армавир» МН-304, который состоит из электропривода, приставки-миксера и приставки-кофемолки ударного действия (рис. 7.2). Внутри корпуса миксера с помощью резиновых прокладок амортизаторов закреплен коллекторный двигатель. Вращение вала электродвигателя через полумуфту передается на насадки.

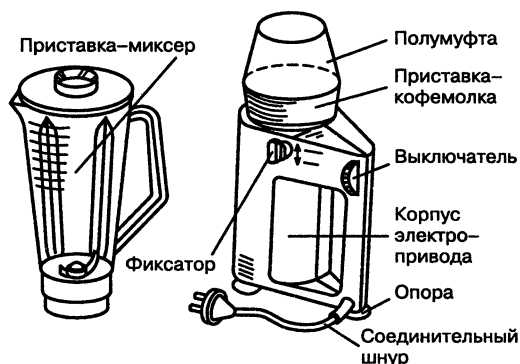


Рис. 7.2. Внешний вид электромиксера «Армавир» МН-304

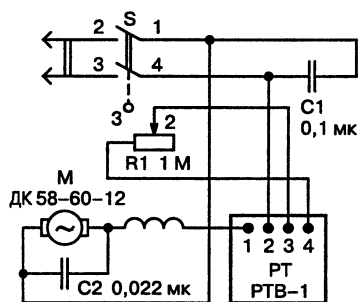


Рис. 7.3. Принципиальная электрическая схема электромиксера «Армавир» МН-304

На рис. 7.3 показана принципиальная электрическая схема электромиксера «Армавир» М-304. На схеме обозначены: С1 — конденсатор 0,1 мкФ; С2 — конденсатор 0,022 мкФ; М — электродвигатель ДК 58—60—12; R1 — резистор 1 МОм; РТ — регулятор скорости РТВ-1; S — выключатель.

## 7.2. Ремонт электрической кофемолки

### Состав и разновидности электрокофемолок

Не так давно зерна кофе размалывались в основном ручными мельницами, и только с появлением кофемолок с электродвигателями этот процесс был механизирован. Электрокофемолки бывают ударного и жернового действия. В табл. 7.2 приведены основные параметры электрокофемолок разного типа.

Основные параметры электрокофемолок ударного (ЭКМУ) и жернового действия (ЭКМЖ)

Таблица 7.2

Тип электрокофемолки	Номинальная вместимость зерен кофе, г	Время размола, с, не более	Номинальная потребляемая мощность, Вт, не более
ЭКМУ	30	40	135
	50	80	140
ЭКМЖ	60		140
	125		140

### Электрокофемолка ударного действия ЭКМУ-50

В электрокофемолке ЭКМУ-50 ударного действия кофейные зерна разбиваются двухлопастным ножом, вращающимся с большой скоростью (рис. 7.4).

В пластмассовом корпусе кофемолки установлен электродвигатель с помехоподавляющим устройством. Двигатель укреплен на резиновых амортизаторах для уменьшения шума двигателя во время размола зерен кофе.

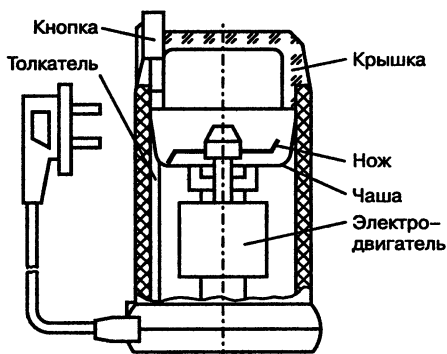


Рис. 7.4. Устройство электрокофемолки ЭКУ-50

Кофемолка снабжена блокирующим устройством, которое отключает двигатель при открывании крышки.



**Примечание.**

*В процессе эксплуатации прибора возможны отключения двигателя из-за ослабления контактов в блокирующем устройстве или кнопке выключателя.*

Разборку кофемолки производят следующим образом.

- ♦ **Шаг 1.** Отвинчивают якорь двигателя двухлопастного ножа. Для этого в отверстие дна корпуса вставляется отвертка, где находится шлиц на нижнем конце якоря двигателя. Придерживая вал отверткой, поворачивают двухлопастный нож в сторону его вращения при работе кофемолки и отвинчивают.



**Примечание.**

*Под ножом в чашке для зерен находится шестигранная пластмассовая головка сальника, которая защищает кофемолку от попадания в нее молотого кофе.*

- ♦ **Шаг 2.** Освобождают двигатель. Для этого берут торцевой ключ нужного размера и откручивают головку против часовой стрелки. Снимают находящуюся под чашей прессшпоновую прокладку и получают доступ к креплению двигателя. Надавливают на скобу, прижимающую двигатель через резиновые амортизаторы в направлении дна корпуса кофемолки, и, слегка повернув эту скобу в любую сторону, освобождают двигатель.
- ♦ **Шаг 3.** Извлекается из корпуса двигатель вместе с блокирующим устройством.



**Примечание.**

*Если коллекторный двигатель неисправен (например, сильное искрение щеток), то подробно диагностика и устранение неис-*



правностей описана в главе 8. Коллекторные двигатели электрокофемолки и пылесоса отличаются только по мощности, соответственно и по размерам. Все конструктивные узлы у них одинаковые.

- ♦ Шаг 4. В обратной последовательности проводят сборку кофемолки.

### Электрокофемолка жернового действия ЭКМЖ-125

Электрокофемолка ЭКМЖ-125 относится к приборам жернового действия (рис. 7.5). Помол зерен кофе осуществляется между двумя жерновами: подвижным и неподвижным.

Подвижный жернов приводится во вращение электродвигателем. Включение кофемолки производится нажатием кнопки микровыключателя. Степень помола зерен регулируется поворотом ручки регулятора, расположенной под корпусом кофемолки.

На рис. 7.6 показана принципиальная электрическая схема электрокофемолки ЭКМЖ-125. На схеме обозначены: С1 — конденсатор 0,25 мкФ; С2 — конденсатор 0,01 мкФ; С3 — конденсатор 0,01 мкФ; М — электродвигатель ДК 65-60-10; L1, L2 — дроссели; S1 — блокировочное устройство; S2 — микровыключатель.

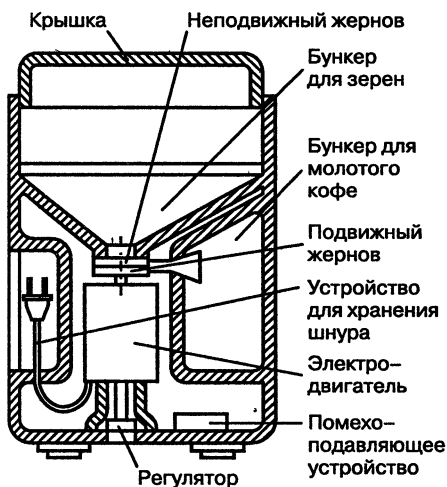


Рис. 7.5. Общий вид электрокофемолки ЭКМЖ-125

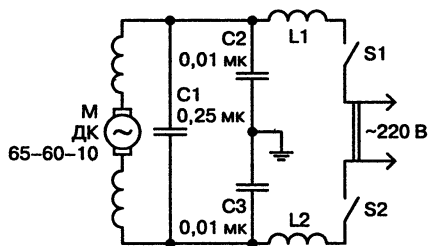


Рис. 7.6. Принципиальная электрическая схема электрокофемолки ЭКМЖ-125

В табл. 7.3 представлены основные неисправности кофемолок и способы их устранения.

Неисправности кофемолок и способы их устранения

Таблица 7.3

Вид неисправности кофемолки	Способ устранения
Обрыв или плохой контакт шнура	С помощью пробника или омметра проверяют исправность шнура. Место обрыва или плохого контакта соединяют и заматывают изолентой.
Сломан выключатель	Неисправный выключатель заменяют новым или, в крайнем случае, провода соединяют напрямую.
Перебои в работе, временами снижается скорость вращения электродвигателя и случается его остановка. Характерно для ЭКМУ	В коллекторном двигателе протирают пластины коллектора тряпочкой, смоченной в спирте или одеколоне. При необходимости заменяют изношенные угольные щетки

## 7.3. Ремонт электросоковыжималки

### Состав и разновидности соковыжималок

Электросоковыжималки, как известно, предназначены для получения сока из фруктов и овощей путем их измельчения и центрифугования. Эти приборы также используют для шинковки и резки фруктов и овощей на ломтики.

Электросоковыжималки в зависимости от дополнительных функций и конструктивных элементов делят на четыре категории:

- ♦ высшая;
- ♦ первая;
- ♦ вторая;
- ♦ третья.

Дополнительными элементами, расширяющими возможности электросоковыжималок, являются:

- ♦ устройства для терки сырых овощей, шинкования и резки овощей, перемешивания жидкостей, измельчения овощей и фруктов;
- ♦ электротормоз;
- ♦ устройство для хранения соединительного шнура;
- ♦ регулятор частоты вращения;
- ♦ дополнительный фильтр для лучшей очистки сока.

В табл. 7.4 дана классификация отечественных соковыжималок.

Классификация отечественных соковыжималок

Таблица 7.4

Производительность	Код	Обозначение исполнений при способе удаления из центрифуги отжатых остатков		
		Ручной	Полуавтоматический	Автоматический
Малая	М	СВМР		
Средняя	С		СВСП	СВСА
Повышенная	П		СВПП	СВПА

### Электросоковыжималка «Сок»

Этот прибор относится к типу СВМР. Основным его элементом является корпус электродвигателя, в котором четырьмя винтами закреплен асинхронный электродвигатель.

На валу электродвигателя на штифтах закреплена платформа. К поверхности платформы пластмассовой гайкой прикручены сетчатая корзина и терочный диск (рис. 7.7). По стенкам сетчатой корзины уложена пластмассовая перфорированная лента.

На корпус с двигателем устанавливается и фиксируется корпус электросоковыжималки, в котором имеется окно для загрузки продуктов. На корпусе электропривода находится выключатель электродвигателя, приводящего во вращение сетчатую корзину и терочный диск.

Работает электросоковыжималка следующим образом. Продукты закладываются через загрузочное окно и подаются толкателем к ножам терочного диска. Включается прибор и начинается измельчение продуктов.

Под действием центробежной силы измельченные продукты отбрасываются на стенки корзины и через отверстия в перфорированной ленте попадают в лоток и стекают в приготовленную посуду.

В табл. 7.5 представлены основные неисправности электросоковыжималок и способы их устранения.



Рис. 7.7. Устройство электросоковыжималки «Сок»

Вид неисправности электросоковыжималки	Способ устранения
Прибор не включается	Проверить исправность шнура, выключателя, обмоток электродвигателя.
Электродвигатель гудит, вал не вращается	Ослабить стяжки пакета статора и после их закрепить. Проверить состояние подшипников и при необходимости добавить смазку.
Сильная вибрация прибора	Проверить качество сборки всех деталей, надежность закрепления терочного диска и корзины на валу платформы

## 7.4. Электрорисоварка

### Устройство

Прибор (рис. 7.8) состоит из двух сосудов:

- ♦ внутреннего;
- ♦ наружного.

Внутри сосуда, представляющего собой кастрюлю, вставляется перфорированная подставка для варки на пару и разогрева риса.

Между сосудами и имеется воздушная прослойка, выполняющая роль теплоизоляции. Для переноса кастрюли к наружному кожуху прикреплены пластмассовые ручки. Подставка и ручка крышки внутреннего сосуда пластмассовые. Нагрев осуществляется электронагревателем, залитым в дно внутреннего сосуда.



Рис. 7.8. Конструкция электрорисоварки

### Принцип действия

Включение и выключение электрорисоварки осуществляется с помощью клавишного устройства. При включении загорается сигнальная лампа. Автоматическое отключение прибора осуществляется термоограничителем, датчик которого заключен под пружинный металлический стакан, прижимаемый ко дну внутреннего сосуда. Термодатчик механически связан: с клавишным переключателем; с контактным устройством.

## 7.5. Электрокофеварка

### Классификация и принцип действия

Эти приборы изготавливают следующих типов:

- ♦ ЭКВ — вакуумные;
- ♦ ЭКК — компрессионные;
- ♦ ЭКП — перколяционные;
- ♦ ЭКФ — фильтрационные.

В вакуумной электрокофеварке приготовление кофе происходит путем однократного прохождения горячей воды и пара под давлением через слой молотого кофе и возврата (за счет образовавшегося вакуума) готового кофе в сосуд для воды.

В компрессионной электрокофеварке приготовление кофе происходит под установленным давлением при однократном прохождении воды или пара через слой молотого кофе.

В фильтрационной электрокофеварке приготовление происходит путем однократного прохождения горячей воды или пара через слой молотого кофе, находящегося в фильтре (сетке) дозатора.

В перколяционной электрокофеварке приготовление происходит при многократном прохождении горячей воды или пара через слой молотого кофе.

### Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8-220

Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8-220 служит для приготовления кофе в домашних условиях. Корпус (рис. 7.9, а) электрокофеварки выполнен из нержавеющей полированной стали, крышка, ручка и основание — из пластмассы. Нагрев осуществляется ТЭНом, закрепленным на дне корпуса.

На рис. 7.9, б приведена принципиальная схема электрокофеварки, на которой обозначены: Е — трубчатый электронагреватель; Н — сигнальная лампа; R — резистор; S — термовыключатель.

Электрокофеварка снабжена:

- ♦ термовыключателем, который предохраняет трубчатый электронагреватель Е от выхода из строя при выкипании воды или случайном включении электрокофеварки без воды в электросеть;
- ♦ световой сигнализацией с цветным светофильтром, информирующей о работе прибора;

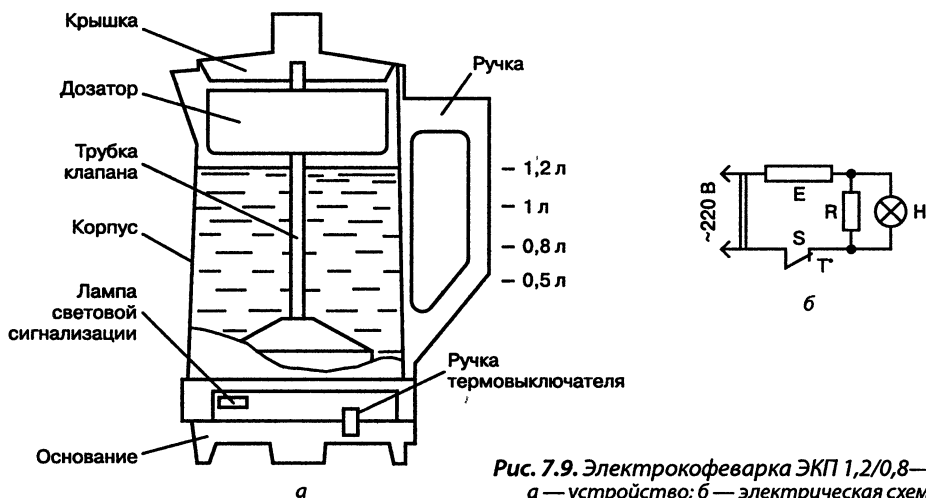


Рис. 7.9. Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8—220:  
а — устройство; б — электрическая схема

- ♦ устройством для поддержания приготовленного кофе в горячем состоянии;
- ♦ меркой для молотого кофе.

Основные технические характеристики электрокофеварки ЭКП 1,2/0,8—220

Таблица 7.6

Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, кВт	0,8
Вместимость, л	1,2
Время приготовления кофе при температуре заливаемой воды 20 °С, мин	10
Расход электроэнергии за один цикл приготовления кофе, кВт·ч	0,13
Масса, кг	1,2

**Принцип действия.** Для приготовления кофе следует налить воду в электрокофеварку до требуемого объема (0,5; 0,8; 1; 1,2 л), насыпать в дозатор молотый кофе из расчета не менее 5 г на 100 мл воды и равномерно распределить его. Закрывать дозатор (см. рис. 7.9, а) крышкой. Установить его на трубку клапана и, поместив внутрь корпуса, закрыть кофеварку крышкой.

После включения соединительного шнура в электросеть ручку термовыключателя перевести в положение «Кипение». Загорание сигнальной лампы световой сигнализации говорит о работе прибора. При готовности кофе он фонтанирует из трубки клапана.

Для поддержания кофе в горячем состоянии ручку термовыключателя перевести в положение «Подогрев». Температура кофе будет 65 °С.

## 7.6. Электровафельницы и электрожаровни

### Классификация и принцип действия

Приборы выпускаются трех размеров с различной потребляемой мощностью. Номинальные мощности и размеры рабочей поверхности электровафельниц ЭВ и электрожаровен ЭЖ должны быть следующими:

- ♦ 8 Вт (175×135 мм);
- ♦ 1 Вт (210×145 мм);
- ♦ 1,25 Вт (245×175 мм).

Электровафельницы имеют встроенный термоограничитель для поддержания температуры на рабочих поверхностях в пределах 170—190 °С.

Электрожаровни имеют терморегулятор, предназначенный для регулирования температуры рабочих поверхностей в диапазоне 180—250 °С.

Электровафельницы и электрожаровни снабжены соединительным шнуром длиной 1,5 м. Время нагрева рабочих поверхностей:

- ♦ электровафельниц до температуры 170 °С — 8 мин;
- ♦ электрожаровен до температуры 240 °С — 12 мин.

### Электровафельница ВЭД-1

Электровафельница ВЭД-1 (рис. 7.10) состоит из следующих основных элементов:

- ♦ верхней и нижней рабочих плит, которые изготовлены из пищевого алюминия и имеют насечку;
- ♦ верхнего и нижнего кожухов;
- ♦ пластмассовых ручек, служащих для прижима плит и переноски вафельницы.

Электровафельница снабжена съемным соединительным шнуром и имеет устройство для фиксации верхней рабочей плиты в вертикальном положении.

Нагревательные элементы вафельницы ВЭД-1 соединены:

- ♦ последовательно при напряжении 220 В;
- ♦ параллельно при напряжении 127 В.

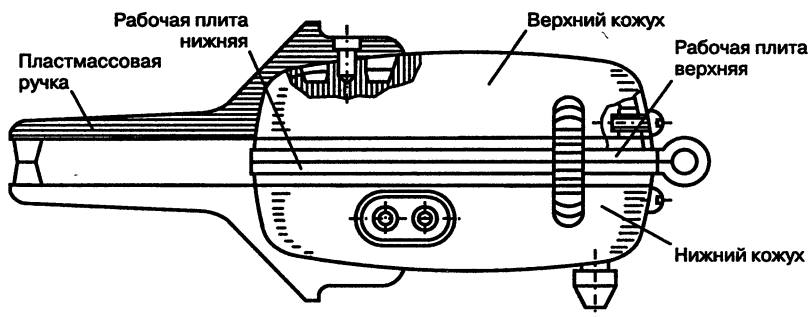


Рис. 7.10. Конструкция электровафельницы ВЭД-1

### Электровафельница «Сластена» ЭВ-1,25/220

Нагрев двух рабочих поверхностей осуществляется ТЭНами, установленными в специальные углубления жаровочных поверхностей. Температура рабочих поверхностей в диапазоне 170—200 °С регулируется биметаллическим терморегулятором, размещенным под нижней нагревательной плитой. По достижении температуры 210 °С терморегулятор отключает прибор.

В качестве защитного устройства встроена плавкая вставка (предохранитель), обеспечивающая отключение прибора в случае выхода из строя терморегулятора или превышения температуры жарочных поверхностей выше допустимой.

Основные технические характеристики электровафельниц приведены в табл. 7.7.

Основные технические характеристики электровафельниц  
ВЭД-1, «Сластена» ЭВ-1,25/220

Таблица 7.7

Номинальное напряжение, В	127/220	220
Потребляемая мощность, Вт		
♦ при напряжении 127 В	730	—
♦ при напряжении 220 В	530	1250
Время выпечки одной вафли, мин	1,5—3	1,5—3
Габаритные размеры, мм	285×226×115	340×349×105
Масса, кг	2,8	4,2



## 7.7. Электрофритюрницы

### Назначение

Электрофритюрницы предназначены для обжаривания продуктов в разогретом масле, а также для приготовления жидких (первых) блюд с технологическим диапазоном температур до 200 °С.

### Электрофритюрница ЭФ-1/1,25

Электрофритюрница ЭФ-1/1,25 (рис. 7.11) состоит корпуса, защитно-декоративного кожуха с ручками для переноса и крышки. В нижней части корпуса установлен трубчатый нагревательный элемент. У основания размещена ручка терморегулятора, на шкале которой имеются символические обозначения различных продуктов.

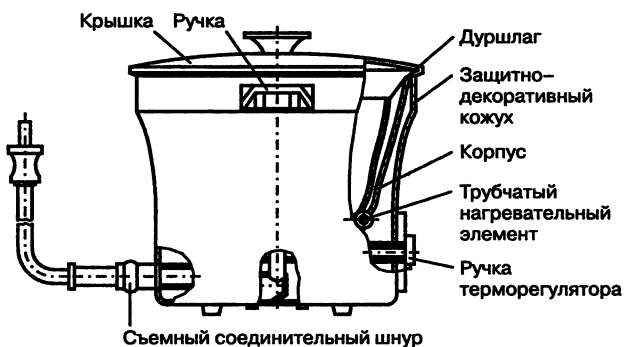


Рис. 7.11. Устройство электрофритюрницы ЭФ-1/1,25



#### Примечание.

Установка ручки терморегулятора против соответствующего символа гарантирует оптимальную температуру для приготовления данного вида продуктов.

Электрофритюрница снабжена специальным дуршлагом, который исключает возможность соприкосновения продукта непосредственно с нагревающейся поверхностью корпуса.

Подключается электрофритюрница к электрической сети с помощью съемного соединительного шнура с вилкой.

Основные технические характеристики

Таблица 7.8

Номинальное напряжение, В	220
Вместимость, л	1
Потребляемая мощность, Вт	1250
Габаритные размеры, мм	340×270×210
Масса, кг	4

Электрическая схема фритюрницы включает трубчатый электронагревательный элемент, терморегулятор, сигнальную лампу и резистор.

## 7.8. Электрогрили

### Назначение и классификация

Электрогрили — это комбинированные бытовые нагревательные электроприборы для приготовления пищи с использованием инфракрасного нагрева.



#### Примечание.

*При обработке инфракрасным излучением продукт не соприкасается с греющими элементами, поэтому необходимость в использовании жиров отпадает.*

Выпускаются также контактные электрогрили для приготовления пищи контактным способом. Электрогрили оснащены терморегуляторами, обеспечивающими плавное регулирование температуры рабочих поверхностей в пределах 190—250 °С. Потребляемая мощность контактных грилей составляет 0,8—1,25 кВт.

Электрогрили открытого типа не имеют рабочей камеры. Инфракрасные излучатели крепят на стойках и располагают в крышке. На вертел надевают жарочную решетку.

Электрогрили закрытого типа состоят из камеры прямоугольной формы, разделенной на приборный и рабочий отсеки. В рабочем отсеке, закрываемом дверцей, вверху расположены инфракрасные излучатели и отражатель, а ниже вертел, приводимый во вращение электродвигателем. В приборном отсеке находятся электродвигатель, регулятор мощности или температуры, таймер или программатор, выключатели, сигнальная лампа.

## Устройство

Электрогрили представляют собой жарочные шкафы с инфракрасным нагревом. **Инфракрасный излучатель** (ТЭН или вольфрамовая спираль в трубке из кварцевого стекла) находится под сводом. Через боковые стенки пропускают приспособления для крепленияготавливаемых продуктов: вертела для птицы и сосисок; шампуры для шашлыков; сетки для котлет и т. п.

Привод для вращения приспособления может быть: пружинный; электрический.



### Примечание.

*Отдельные модели грилей имеют регуляторы нагрева, передние застекленные дверки, лампы подсвечивания, контактные часы для установки времени жаренья, верхнюю откидную стенку, под которой размещают поддон для разогрева пищи.*

В комплект принадлежностей электрогриля входят:

- ♦ вертел с зажимами для мяса или птицы;
- ♦ жарочные решетки (одинарная или двойная);
- ♦ жиросборник с приспособлением для его выемки;
- ♦ поворотное колесо.

## Электрогриль закрытого типа ЭГЗ-1,2/220

Электрогриль ЭГЗ-1,2/220 (рис. 7.12) закрытого типа состоит из рабочей камеры и приборного отсека, в котором расположены приборы управления и электродвигатель типа РД-09.

Основные технические характеристики

Таблица 7.9

Номинальное напряжение, В	220
Сила тока, А	6
Общая номинальная мощность, кВт	1,2
Потребляемая мощность одной спирали, кВт	0,575
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	0,05
Полезный объем рабочей камеры, м <sup>3</sup>	0,023
Частота вращения вертела, рад/с	0,2—0,25
Габаритные размеры, мм	500×340×295
Масса, кг	17
Уровень звука на расстоянии 1 м, дБ-А	45

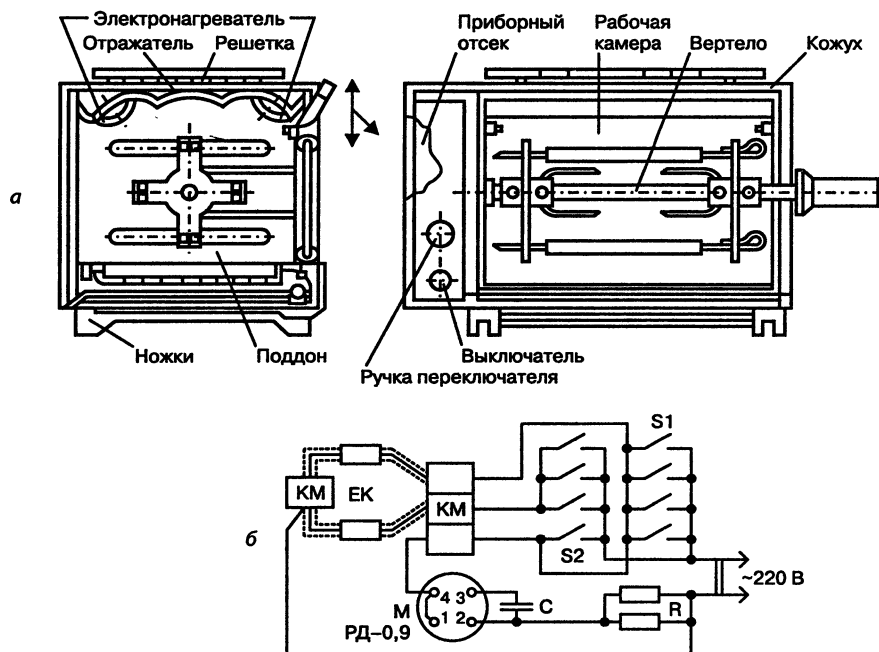


Рис. 7.12. Электрогриль ЭГЗ-1,2/220:

а — конструкция; б — электрическая схема (S1 — выключатель, S2 — переключатель, ЕК — электронагреватели, С — конденсатор, КМ — колодка зажимов, М — электродвигатель типа РД-0,9, R — резисторы)

Рабочая камера и приборный отсек закрыты общим съемным кожухом. Рабочая камера состоит из двух боковин, задней стенки и откидной дверки из термостойкого стекла. Дверка фиксируется на боковых осях.

В верхней части рабочей камеры укреплены съемный отражатель и два электронагревателя. Электронагреватель представляет собой нихромовую спираль, заключенную в трубку из кварцевого стекла и закрытую с торцов специальными керамическими изоляторами.

Для компенсации тепловых расширений изоляторы трубок подвешены на бронзовых пластинчатых пружинах, что обеспечивает сохранность электронагревателей во время работы. С левой стороны в боковине рабочей камеры имеется отверстие, через которое выходит муфта электродвигателя с четырехгранным внутренним отверстием.

В отверстие вставляют конец вертела. Другой его конец вставлен в продолговатое отверстие правой боковины и опирается на скобу, ограничивающую вертел от выпадания. На дно рабочей камеры уста-

навливают эмалированный поддон, который служит для сбора капающего жира или сока.

Решетку можно закладывать на выдавки в боковых стенках рабочей камеры на разном уровне, а также устанавливать на корпус гриля. Гриль имеет две пластмассовые ножки, которые одновременно являются направляющими для задвигания дверки под дно.

Вращающийся через редуктор от реверсивного электродвигателя вертел снабжен двумя раздвижными держателями, между которыми закрепляется птица или мясо. Вертел имеет набор приспособлений, служащих для приготовления шашлыков: восемь шпажек и два держателя.

Рассмотрю принцип действия. Поворотом ручки переключателя включаются:

- ♦ в положение III — две спирали электронагревателя (максимальный нагрев);
- ♦ в положение II — одна спираль (средний нагрев);
- ♦ в положение I — спирали включаются последовательно (слабый нагрев);
- ♦ в положение 0 — прибор отключается.

Электронагреватель гриля включается выключателем. Электрическая схема прибора представлена на рис. 7.12, б.

Рассмотрю поиск неисправностей.

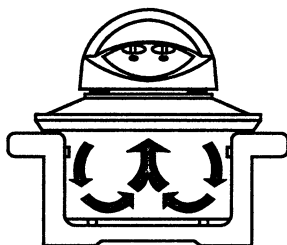
Если не работают электронагреватели, заменяют спирали нагревателя или электронагреватель в сборе.

Если не работает двигатель, проверяют электрическую цепь включения электродвигателя, заменяют электродвигатель, резистор R или конденсатор С.

При замене электродвигателя или других элементов электросхемы необходимо перевернуть гриль, ослабить два винта, расположенные сверху и внизу с правой стороны кожуха, вывернуть три винта, расположенные сверху и внизу с левой стороны кожуха, и один винт, находящийся в середине правой стороны кожуха, и провести необходимые работы.

### Аэрогриль «Convection Oven ST 1140»

На рис. 7.13 показана схема прохождения горячего воздуха в аэрогриле «Convection Oven ST 1140» фирмы SATURN (США). Гриль позволяет приготовить экологически чистый продукт посредством



подачи мощного потока горячего воздуха. Приготовление блюда происходит в температурном режиме от 65 °С до 250 °С.

*Рис. 7.13. Схема прохождения горячего воздуха в аэрогриле «Convection Oven ST 1140»*

## 7.9. Электротостеры и электроростеры

### Назначение

Электротостеры предназначены для поджаривания ломтиков хлеба с использованием нагрева инфракрасным излучением.

Электроростеры — электрогрили для поджаривания мяса, бутербродов.



### Примечание.

*И те, и другие приборы обеспечивают равномерное обжаривание хлеба и бутербродов. В приборах с автоматическим включением нагревателя от сети отключение происходит по достижении желаемой степени обжаривания хлеба.*

### Классификация

Электротостеры и электроростеры классифицируются в зависимости от оснащения регулируемыми устройствами:

- ♦ ЭТР — электротостер с ручным отключением нагревателя от сети;
- ♦ ЭТЦ — электротостер с автоматическим отключением нагревателя от сети;
- ♦ ЭРР — электроростер с ручным отключением нагревателя от сети;
- ♦ ЭРЦ — электроростер с автоматическим отключением электронагревателя от сети.

В тостерах с ручным управлением ломтики хлеба помещают в ниши и извлекают их вручную. Время поджаривания устанавливается произвольно. Поджаривание может быть как с одной, так и с двух сторон.

В автоматических тостерах автоматизировано не только время поджаривания, но и выемка поджаренных ломтиков хлеба с помощью пружинных толкателей.

В качестве электронагревателей в тостерах используют открытые спирали или кварцевые трубки.

Эксплуатационные параметры тостеров следующие:

- ♦ количество и размер камер или поджаривающих поверхностей;
- ♦ количество стандартных кусков хлеба, которые могут поджариваться одновременно;
- ♦ время поджаривания (2—3 мин);
- ♦ равномерность и диапазон поджаривания;
- ♦ усилие, необходимое для приведения в действие каретки у автоматических тостеров;
- ♦ возможность удаления крошек;
- ♦ степень автоматизации и др. Потребляемая тостером мощность 500—1200 Вт.

### Автоматический тостер

Автоматический тостер (рис. 7.14) — это прибор прямоугольной формы, состоящий из основания, к которому с двух сторон крепятся две пластмассовые боковые крышки. С двух других сторон прибор закрыт двумя металлическими никелированными декоративными панелями, снизу к основанию прикреплена нижняя крышка. Внутри находятся два нагревательных элемента, защищенных решетками,

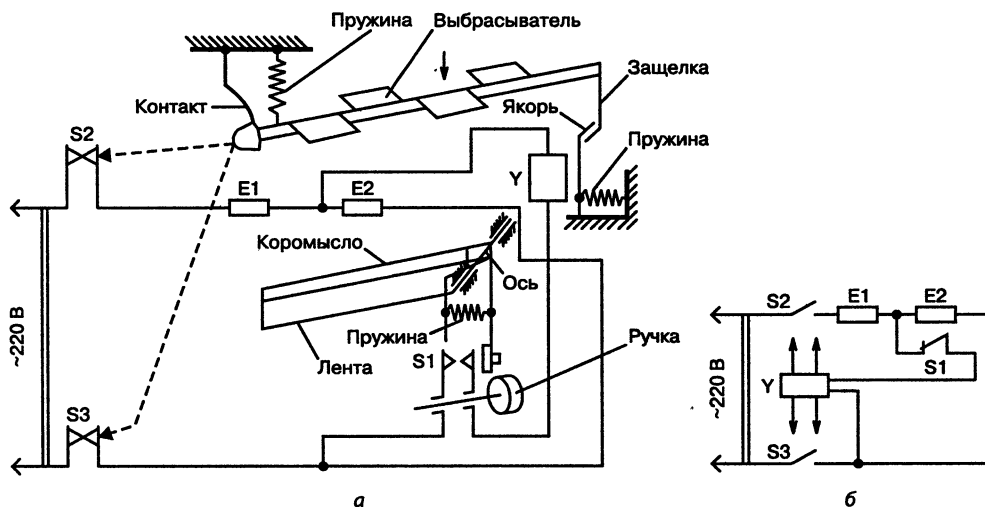


Рис. 7.14. Автоматический тостер:

а — кинематическая схема; б — электрическая схема (Y — электромагнитное устройство; E1, E2 — нагревательные элементы; S1 — регулятор поджаривания; S2, S3 — контакты)

которые препятствуют попаданию хлеба непосредственно на нагревательные элементы.

Включение прибора и регулировка температуры поджаривания хлеба осуществляется двумя ручками, расположенными на крышке.

Принцип работы прибора заключается в следующем. Нарезанный ломтиками хлеб (толщиной не более 12 мм) опускают в камеру поджаривания на выбрасыватель, который движется под действием пружинного рычага выбрасывателя вниз, и хлеб перемещается в рабочую камеру прибора. Одновременно выбрасыватель замыкает контакты микропереключателя.

В нижнем положении выбрасыватель фиксируется защелкой. При замыкании контактов на нагревательные элементы подается сетевое напряжение.



**Примечание.**

*Заданная рабочая температура задается ручкой.*

При достижении на поверхности поджариваемого хлеба заданной температуры контакты регулятора поджаривания замыкаются. Образуется цепь питания электромагнита Y, который притягивает якорь, освобождая выбрасыватель.

Под действием пружины выбрасыватель поднимает гренки из рабочей камеры. При движении выбрасывателя вверх контакты S2 и S3 микропереключателя размыкаются. Прибор отключается от сети. Под действием пружины якорь возвращается в исходное положение.

Контроль температуры поверхности поджариваемого хлеба осуществляется с помощью регулятора поджаривания. Он состоит из коромысла, свободно поворачивающегося вокруг оси с помощью пружины.

В исходном положении коромысло удерживается лентой, которая касается поверхности хлеба, от этого нагревается и, удлиняясь, позволяет коромыслу повернуться на определенный угол.

При этом коромысло своим плечом замыкает контакты. Поворотом ручки изменяется положение контактов регулятора поджаривания относительно плеча коромысла.



## 7.10. Электромясорубки

### Характеристики

Что же такое электрическая мясорубка? По сути, это два устройства — электрический двигатель в корпусе и непосредственно сама мясорубка.

Механическая часть представляет собой тот же цилиндр с продольными внутренними направляющими, шнек, называемый еще архимедовым винтом, ножами и решеткой, как и классическая «чугунная» мясорубка. Отличие только в приводе — он электрический. Соответственно, основными спорными моментами будут как раз силовая и передаточная составляющие мясорубки.

Основной определяющей характеристикой электрической мясорубки является мощность ее двигателя. Относительно этого типа устройств, различают две мощности — номинальную и пиковую.

Номинальная мощность, как правило, намного ниже заявленной максимальной, с этой мощностью мясорубка может работать длительное время с остановками для охлаждения.

Максимальная мощность — это значение мощности двигателя при заблокированном ведущем валу. Другими словами, это мощность, позволяющая провернуть застрявший шнек или ножи.



#### Примечание.

*Естественно, развивать такую длительное время двигатель не сможет — он просто сгорит, поэтому добросовестный производитель всегда указывает допустимое время работы при максимальной нагрузке. Чаще всего это несколько секунд.*

Тем не менее, максимальная мощность в основном определяет количество продуктов, которое можно переработать за один прием.

Есть еще ряд характеристик, важных для электрической мясорубки, — это надежность, размеры и цена.

Уровень шума мясорубки — величина достаточно субъективная, хоть и может быть инструментально измерена. Очевидно, что для разного уха и помещения прибор будет шуметь по-разному, измеренный же уровень генерируемого шума чаще всего в характеристиках не указывается.

Надежность мясорубки измерить и описать еще сложнее. Потребуется длительное и дорогостоящее исследование наработки на отказ, для того, чтобы определить показатель надежности в цифрах. Если подойти к проблеме с другой стороны — существует гарантийный срок, в течение которого прибор теоретически должен работать без проблем.



### Примечание.

*Производитель, как правило, указывает минимальный срок правильной эксплуатации своего изделия; соответственно, если не бросать в мясорубку шарикоподшипники (шутка) и вообще пользоваться прибором аккуратно, то он прослужит долго.*

## Стандартная конфигурация электромясорубки

Стандартная конфигурация электромясорубки — это корпус с двигателем и шнековая часть. Имеются и дополнительные элементы:

- ♦ лоток определяет количество размещенных для перемола продуктов. Обычно размер лотка соответствует производительности прибора;
- ♦ толкатель, в свою очередь является единственным предметом, который можно помещать в мясорубку, проталкивая продукты вилкой, ножом или пальцем категорически не следует.

В качестве рабочего органа мясорубки обычно выступают: шнек, ножи, решетка.

Конфигурация и острота ножей влияет на работу всего прибора самым непосредственным образом — ножи с саблевидными (изогнутыми) лезвиями предотвращают намотку на вал всевозможных волокон и жил, усложняющую жизнь кулинару и вынуждающую часто разбирать все устройство для очистки ножей.

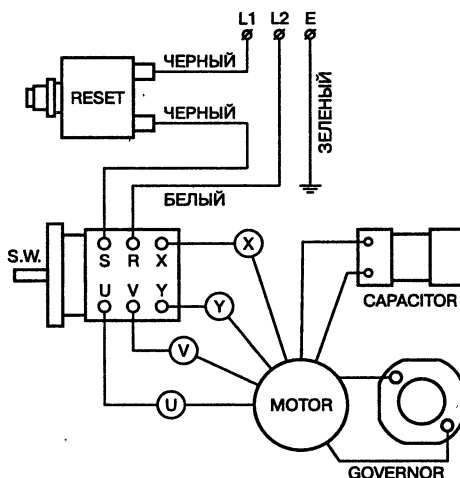


Рис. 7.15. Электрическая схема электромясорубки AE-G12NA фирмы Kuenchenbach

Главное в решетке — отверстия, от их диаметра зависит консистенция переработанной массы, проще говоря — мягкость и пышность будущих котлет. Многие производители комплектуют свои изделия несколькими сменными решетками, что, безусловно, удобно.

Braun дополняет большинство своих изделий температурным датчиком, блокирующим двигатель при перегреве (Braun Power Plus G 1300W/ G 1500W).

На рис. 7.15 показаны электрическая и кинематическая схемы одного из видов электромясорубки.

## 7.11. Ремонт электрического чайника

### Устройство электрочайника

Ввод в него происходит через керамический изолятор, завальцованный в штуцер, который служит для крепления нагревательного прибора к корпусу. Тонкая спираль изолирована от стенок металлической трубки плотным слоем окиси магния (см. рис. 7.16).



#### Примечание.

*Кислород не проникает в такую трубку, и благодаря этому срок службы спирали достигает нескольких лет.*

### Замена неисправного нагревателя

Когда выходят из строя ТЭНы, ремонтировать их нельзя. Надо заменять новыми. Замена неисправного нагревателя производится так.

Отверните контактные штифты, снимите шайбы и фарфоровую колодку, затем отверните торцевым ключом гайку.

После установки нового ТЭНа проделайте все операции в обратном порядке.

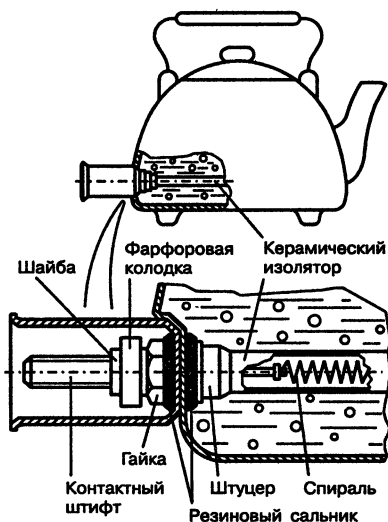


Рис. 7.16. Устройство старого электрочайника

**Совет.**

*Особое внимание обратите на надежное прилегание резиновых сальников к корпусу чайника.*

Электронагреватель должен располагаться на расстоянии 3—10 мм от дна чайника параллельно ему.

**Внимание.**

*У собранного электрочайника обязательно проверьте тестером сопротивление изоляции — оно должно быть не менее 500 кОм.*

### Конструкция и особенности современного импортного чайника

Теперь рассмотрим конструкцию современного импортного чайника, представленную на рис. 7.17.

При нажатии кнопки выключателя, на ТЭН подается напряжение. Вода начинает нагреваться. После вскипания воды, пар через ручку корпуса поступает к автоматическому выключателю. На автоматическом выключателе располагается биметаллическая пластина, которая при нагревании паром изгибается, воздействует на кнопку и чайник выключается. Поэтому очень важно, чтобы верхняя крышка чайника всегда была плотно закрытой.

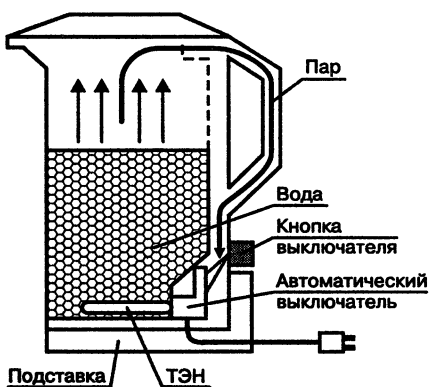


Рис. 7.17. Конструкция современного импортного чайника

**Внимание.**

*Если крышка не будет плотно закрыта, пар будет выходить наружу, минуя ручку. Значит количества тепла, поступающего через ручку к выключателю, будет недостаточно для изгиба биметаллической пластины, чайник не выключится, что чревато прогаром прокладок и повреждением ТЭНа.*

Также хочется обратить внимание на то, чтобы количество воды было всегда на уровне между верхней и нижней отметкой.

**Внимание.**

*Если воды будет слишком много, то вода при кипении выплеснется через ручку и может попасть на электрические контакты выключателя, что выведет чайник из строя.*

При ее недостаточном уровне вода не будет покрывать всю поверхность ТЭНа, поэтому пара будет мало, а путь пара при этом будет наиболее длинный и по дороге он частично конденсируется. Все это приведет к тому, что выключатель может не выключиться, а ТЭН будет перегреваться, что приведет к срабатыванию аварийной защиты, и есть большая вероятность того, что он больше не включится.

Если взглянуть на вопрос эксплуатации чайника шире, то надежная эксплуатация чайника начинается с его покупки.

**Примечание.**

*От конструктивных особенностей надежность зависит напрямую.*

## Советы по выбору электрочайника

### *Шаг 1. Выбор фирмы-производителя и вида нагревательного элемента.*

Основным понятием, по которому можно классифицировать все электрочайники, можно считать **нагревательный элемент**. Т. е. чайники бывают с нагревательным элементом:

- ♦ в виде диска;
- ♦ в виде спирали.

**Примечание.**

*Обычно чайники с диском стоят дороже чайников со спиралью. Также негласно считается, что чайники с диском лучше.*

При включении происходит нагрев всей воды, находящейся над диском и с ним соприкасающейся. Когда нижний слой нагрет, он поднимается вверх, уступая место более холодному слою. Спираль же нагревает воду только около себя, а так как площадь ее меньше, то вода может нагреваться в таких чайниках несколько дольше, чем в чайниках без спирали.

Практически все известные производители чайников выпускают модели с нагревательным элементом и в виде диска, и в виде спирали. Обратите также внимание на покрытие нагревательного элемента. Спираль может со временем облезть и покрыться накипью.



#### **Совет.**

*Рекомендую выбирать электрочайники с нагревательным элементом из нержавеющей стали. Чаще всего это бывает диск.*

Компания «TEFAL» выпускает модель GOLD с «позолоченной» спиралью. Это предохраняет спираль от накипи, что продлевает срок службы чайника.

Хотим Вас сразу предупредить, что, сэкономяв 5—10 долларов и купив на базаре китайский чайник неизвестной фирмы (TIFAL (!), FULIPS (!) и т.п.) вы рискуете своим здоровьем.

Обычно, дешевые нефирменные чайники (подделки) внешне очень похожи на модели известных производителей, но на изготовление таких чайников обычно идет некачественная пластмасса, которая при соприкосновении с горячей водой выделяет различные вещества, в том числе и токсичные.

Такие чайники отличает резкий искусственный запах пластмассы. К тому же через несколько месяцев придется покупать новый чайник. Нефирменные чайники имеют обыкновение быстро портиться (протекать, перегорать и т. п.).

#### **Шаг 2. Выбор объема чайника.**

Определите количество человек, для которых будет кипятиться вода, и, следовательно, соответствующий объем.

#### **Шаг 3. Выбор мощности.**

Определите необходимую мощность. Если у вас немного времени, то необходим чайник мощностью 2400—3000 Вт.

#### **Шаг 4. Выбор размещения контактов на подставке.**

Рекомендуются для покупки чайники с центральными цилиндрическими контактами на подставке.

**Примечание.**

*Эти контакты существенно надежнее контактов, расположенных на подставке сбоку. К тому же это просто удобно — не нужно целиться чайником на подставку — он ставится в любом положении.*

Подставки с боковым расположением контактов плохи тем, что прижимные латунные пластины сделаны в них из латуни чуть толще фольги. А ток через них идет достаточно большой — порядка 10 А.

**Примечание.**

*Давление на контакт мало, он естественно начинает греться. В лучшем случае эти контакты отгорают. В худшем — вместе с ними сгорает и автоматический выключатель.*

И еще одна маленькая деталь. Термостойкость пластмассы, в которую вставлены эти контакты, мала, она плавится при самом незначительном нагреве. Да и серебра на самих контактах очень мало.

**Совет.**

*Для замены боковых контактов можно сделать следующее. Возьмите любое электрическое промежуточное реле с подходящей длиной контактов и снимите парочку. Латунь у них «мясистая» и серебра достаточно. По ширине они обычно немного шире, чем надо. Но напильником за 5 минут можно это исправить. Припаиваем вместо старых контактов и загибаем, как надо. Проблема будет решена практически навсегда!*

**Шаг 5. Выбор дизайна, стиля, цвета.**

Посмотрите внимательно на кухню (офис) и выберите чайник соответствующего стиля и цвета.

**Конструкция автоматического выключателя**

Теперь рассмотрим конструкцию автоматического выключателя для чайника, представленную на рис. 7.18.

**Примечание.**

*Немногие знают, что на выключателе есть три вида защиты.*

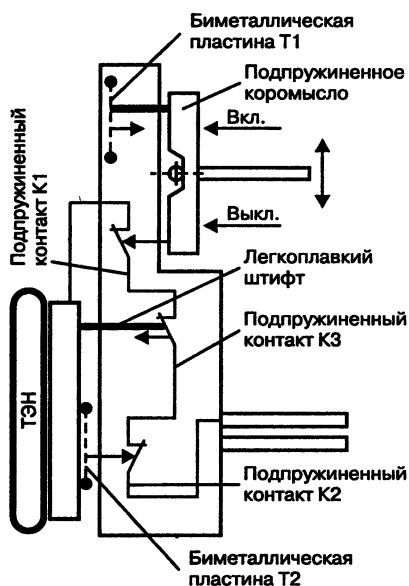


Рис. 7.18. Конструкция автоматического выключателя для чайника

Рассмотрим их подробнее. Когда мы нажимаем кнопку включения чайника, коромысло переходит в верхнее положение и прижимается к биметаллической пластине Т1.

Под коромыслом с нижней стороны находится пластмассовый штифт, который освобождается и частично выходит из корпуса под воздействием подпружиненного контакта К1. При этом контакт К1 замыкается, чайник включается, вода начинает нагреваться.

**Защита 1.** После вскипания пар воздействует на биметаллическую пластину Т1, она изгибается, двигает подпружиненное коромысло. Оно переходит с щелчком в положение «Выкл.», нажимает на штифт, и контакт К1 размыкается. Чайник выключается. Это первая и основная защита.

**Защита 2.** Теперь допустим, что воды в чайнике нет или очень мало или по каким-либо причинам первая защита не сработала. Тогда начинает нагреваться корпус ТЭНа и начинает нагреваться биметаллическая пластина Т2. После того, как температура превысит критическую отметку, пластина Т2 изгибается. Через пластмассовый штифт воздействует на контакт К2 и размыкает его. Чайник выключается.



#### Совет.

Здесь следует отметить, что для лучшего контакта с корпусом ТЭНа биметаллическую пластину Т2 покрывают термопастой. Поэтому при замене выключателя нужно также покрывать ее термопастой.

Продается она в любом компьютерном магазине, стоит недорого. От этого зависит безопасная эксплуатация чайника. Стоимости пожара и термопасты несопоставимы.

**Защита 3.** Если ТЭН продолжает нагреваться, а ни первая, ни вторая защита не сработали, тогда начинает плавиться легкоплавкий штифт, который одним концом упирается в корпус ТЭНа. Длина его



уменьшается, и он размыкает контакт КЗ. После срабатывания этой защиты чайник уже включаться не будет.

## Ремонт электрочайника

### Неисправность 1. Чайник не включается.

Алгоритм действий по ее устранению такой.

- ♦ **Шаг 1** — снимаем чайник с подставки, выливаем воду. Переворачиваем чайник, включаем его и замеряем сопротивление между крайними контактами.



#### Примечание.

*Если сопротивление порядка 60 Ом, значит, чайник исправен.*

- ♦ **Шаг 2** — осматриваем контакты на предмет оплавления. Иногда бывает, что из-за повышенного нагрева контакты в автоматическом выключателе выплавляются и поднимаются вверх. Тогда контакта с колодкой не будет.
- ♦ **Шаг 3** — если на чайнике сопротивление есть, а он не работает, значит, неисправна или клеммная колодка, или шнур. Осматриваем подставку с клеммной колодкой. Если на ней подгорели контакты, меняем ее или заменяем контакты. Сразу прозваниваем шнур. При его неисправности меняем или переразделяем.
- ♦ **Шаг 4** — если на чайнике сопротивления нет, разбираем чайник, снимаем автоматический выключатель. Прозваниваем ТЭН.



#### Примечание.

*Если сопротивление есть — меняем автоматический выключатель, если нет — меняем ТЭН.*

Если чайник работал без воды, приходится менять и ТЭН, и выключатель.

- ♦ **Шаг 5** — сборка. При сборке не забываем наносить термопасту на биметаллическую пластину Т2 под ТЭНом.



#### Совет.

*При сборке желательно осмотреть уплотнительное кольцо между ТЭНом и выключателем. На нем не должно быть разрывов и трещин.*

Контакты выключателя снизу зачищаем наждачной бумагой до металлического блеска.

### Неисправность 2. Утечка воды из чайника.

**Шаг 1.** Если утечка происходит из-под уплотнительного кольца между ТЭНом и выключателем, то тут все относительно просто — меняем кольцо.

**Шаг 2.** Если утечка происходит из-под водомерного стекла, то не рекомендуется такие чайники ремонтировать совсем.



#### Примечание.

*Еще нет водостойкого клея, который может контактировать с пищевыми продуктами, особенно при высокой температуре. При нагревании они неизбежно будут выделять вредные вещества в воду. Здоровье все-таки стоит дороже чайника.*

### Неисправность 3. Чайник с автоматическим отключением, но он выключается раньше времени, и вода не вскипает.



#### Совет.

*Для устранения такой неисправности не надо лезть в выключатель!*

Неисправность устраняется простым удалением накипи в месте соприкосновения ТЭНа с пяткой крепления. Это место должно быть совершенно без накипи (можно удалить механическим способом). После этой процедуры нужно залить 0,5 л воды, засыпать в него пакетик лимонной кислоты и, не закрывая чайник, довести его до кипения (кипятить 5—10 мин.).



#### Совет.

*Если накипи было много, то эту процедуру желательно повторить несколько раз.*

После такой чистки чайник выглядит как новый и работает прекрасно.

## 7.12. Ремонт посудомоечных машин

Простейшая посудомоечная машина состоит из следующих основных частей: моечной камеры, среднего корпуса, технического отсека, корзины, насоса, фильтра, электронагревателя, шлангов наполнения и слива.

Принципиальная электрическая схема простейшей посудомоечной машины приведена на рис. 7.19. На схеме обозначены такие элементы: X1, X2 — колодки зажимов; SO1—SO4 — микропереключатели; SL — реле уровня РУ-3СМ; EV — клапан односекционный КЭН-1; EK — нагреватель НСМА; Н1, Н3 — индикаторы ИМС-31; Н2, Н4 — индикаторы ИМС-34; МТ — электродвигатель ДСМ-2-П; М — электродвигатель ДАВ 71-2; С1, С2 — конденсаторы емкостью 4 мкФ; КЛ1 — зажим заземления; FV — держатель предохранителя; SK — датчик-реле ДРТ-Б-60.

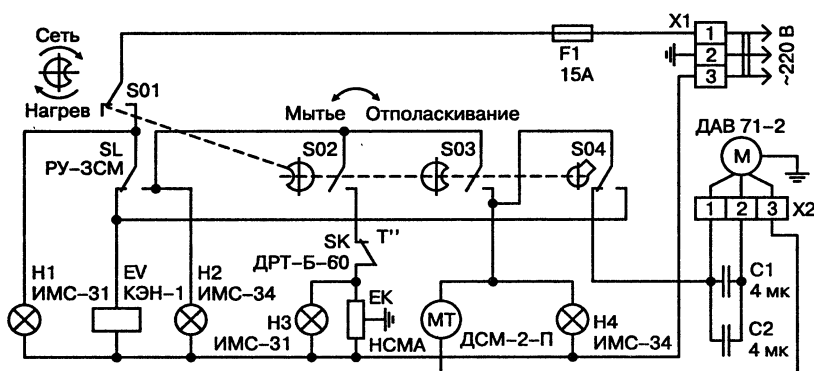


Рис. 7.19. Принципиальная электрическая схема простейшей посудомоечной машины

## 7.13. Ремонт микроволновых печей

### Назначение

Микроволновая печь предназначена для быстрого приготовления разнообразных горячих блюд и напитков, а также для размораживания или разогрева продуктов. Микроволновая печь позволяет сохранять питательную ценность продуктов, их аромат и умеренно расходовать электроэнергию, что выгодно отличает ее от традиционных газовых и электрических плит.

Микроволновая печь позволяет приготавливать в керамической, фарфоровой или стеклянной посуде. Пригорание продуктов при этом исключено. Рекомендуется для приготовления диетического питания.



**Примечание.**

*Приготовление пищи в микроволновой печи позволяет хорошо сохранить все витамины и минеральные вещества, полезные для здоровья, которые не выдерживают сильного нагрева при наличии воды. Эти вещества легко разрушаются при использовании обычных видов нагрева.*

В микроволновой печи они сохраняются практически полностью. С одной стороны, благодаря короткому времени приготовления, с другой стороны — благодаря отсутствию разрушающих их жиров или воды.

К достоинствам следует отнести простоту чистки камеры в отличие от духовок в крупногабаритных электрических и газовых плитах.

### Характеристики

**Потребляемая мощность:** (максимальная, в 100 %-ном режиме СВЧ излучения). Указывается в ваттах (Вт) или киловаттах (кВт). Показывает, какое количество электроэнергии потребляет данная микроволновая печь. Предъявляет определенные требования к качеству электропроводки, с которой будет эксплуатироваться данная микроволновая печь. Типовое значение от 1,2 кВт до 1,5 кВт.



**Примечание.**

*Не следует путать параметры: потребляемая мощность и полезная мощность в камере, выделяемая в виде тепла.*

### Камера

Конструктивно микроволновая печь выполнена в виде камеры с несущим основанием, к которому крепятся электронные узлы, дверь камеры и защитные крышки.

Микроволновые печи выпускаются с объемом камеры: от 8 до 34 л. Типовые размеры: 17, 20, 23, 24, 27 л. При этом следует учитывать, что

эффективность загрузки камеры обусловлена только диаметром поддона. Оптимально использовать поддон с диаметром 32 см и малой высотой камеры (обычно 24—27 л).

Доступ в камеру для загрузки продуктов осуществляется через открывающуюся дверь. Продукты устанавливаются на поднос, изготовленный из специального материала. Набор режима и продолжительности работы микроволновой печи осуществляется с помощью панели управления, выведенной на лицевую панель.

Стальные камеры могут быть изготовлены тремя основными способами:

- ♦ с оцинкованием и покрытием специальной краской;
- ♦ с покрытием керамической эмалью;
- ♦ с покрытием из биокерамической эмали.

Эмалированная камера имеет более качественное покрытие, чем краска. К ее недостаткам относится то, что, как правило, она имеет более темный цвет, и на ней не видно загрязнений. В местах зажиривания может образовываться искрение и повреждение эмали. На практике такое возможно только при очень плохом уходе. Используется рядом производителей.

### **Камера из нержавеющей стали**

Нержавеющая камера более долговечна в эксплуатации, не теряет эксплуатационного вида с течением времени, является более дорогой.

Оцинкованная камера является самой недорогой. К ее недостаткам относится то, что нанесенная сверху краска может отпариваться при выплескивании на нее воды и последующем нагреве.

Данные камеры следует особенно аккуратно использовать, если в печи установлен гриль. Качество используемой краски сильно отличается у различных производителей.

### **Дизайн и функциональные возможности**

Дизайн микроволновых печей определяют, в первую очередь, применяемые панели управления. Панели с электронным управлением более наглядны, позволяют выполнять дополнительные функции. На дизайн также влияют форма и цвет передней панели и двери, торговая марка производителя.

Большинство печей выпускается в корпусе белого цвета, что позволяет их легко вписать в интерьер кухни, но выпускаются и других цветов. Существуют модели, выпускаемые фирмами, специализирующимися на встроенной бытовой технике и входящие в комплекс кухонной мебели.



#### **Примечание.**

*Следует обратить внимание на то, чтобы при их эксплуатации обеспечивалось их эффективное охлаждение во избежание пожара и чистота. Наличие жира на задних и нижних стенках, особенно для печей с грилем, может способствовать миграции паразитирующих насекомых. Эксплуатация встраиваемых СВЧ печей недопустима по требованиям пожарной и электробезопасности. Данные модели не представляют лучший модельный ряд, не включают функций гриля и конвектора.*

Несмотря на кажущееся многообразие микроволновых печей, их внутреннее строение практически одинаково. В некоторые печи введены дополнительные элементы (гриль, конвектор и т. д.), однако, это никак не отображается на тех элементах, которые обеспечивают микроволновый нагрев.

Приготовление пищи происходит в металлической камере, снабженной дверцей для защиты от излучения. Для обеспечения равномерного нагрева пищи служит вращающийся столик, который приводится в движение микродвигателем, находящимся под камерой.

Иногда вместо вращающегося столика с той же целью используется диссектор — металлическая деталь, по внешнему виду напоминающая пропеллер, который располагается в верхней части камеры и прикрывается диэлектрическим окном из радиопрозрачного материала. Для охлаждения магнетрона во время работы предназначен вентилятор.

### **Основные неисправности, связанные с работой дверцы**

В некоторых печах, особенно старых типов конструкций, наблюдается повышенное фоновое излучение. В большинстве случаев это вызвано увеличением зазора между дверцей и лицевой плоскостью камеры. Нормальный зазор соизмерим с толщиной листа машинописной бумаги.

**Примечание.**

*Если между дверцей и камерой лист входит с усилием или не проходит вообще, значит все в порядке. Если же лист входит свободно, значит нужно уменьшить зазор.*

Измерение зазора нужно производить по всему периметру дверцы с помощью приборов. Имеются лишь две точки, где есть возможность регулировки зазора.

Например, в месте крепления дверцы к камере. Если повышенный фон наблюдается со стороны крепления, нужно ослабить винты, крепящие дверцу, придвинуть ее к камере, чтобы устранить зазор, и зажать винты.

**Примечание.**

*Все операции нужно производить при закрытой дверце, иначе можно переусердствовать и, устранив зазор со стороны дверцы, создать еще больший с противоположной стороны.*

Наибольшая часть неисправностей дверцы связана с работой запоров, механизма фиксации и механизма открывания дверцы.

Иногда между дверцей и стенками камеры возникает искрение. Причина этого кроется в повреждении эмали на внутренней поверхности дверцы. Устранить это довольно просто, необходимо лишь закрасить поврежденный участок тонким слоем лака или эмали.

## Магнетрон

Излучение микроволновой энергии осуществляется от антенны, представляющей собой трубку, на которую плотно посажен металлический колпачок. Антенна изолирована от корпуса по переменному току керамическим цилиндром. Внешний кожух магнетрона совместно с фланцем составляют магнитопровод, формирующий необходимое распределение магнитного поля, источником которого служат кольцевые магниты. Фланец используется также для крепления магнетрона к микроволновой печи. Радиатор служит для более интенсивного охлаждения магнетрона во время работы. Коробка фильтра содержит внутри себя индуктивные выводы, которые совместно с конденсаторами образуют высокочастотный фильтр, снижающий проникновение СВЧ-излучения по выводам питания.

Неисправности магнетронов условно можно разбить на две группы.

Группа 1. Неисправности, подлежащие восстановлению;

Группа 2. Неисправности, не подлежащие восстановлению:

- ♦ обрыв или перегорание накала;
- ♦ нарушение вакуума;
- ♦ полное отсутствие генерации при наличии необходимых напряжений и исправном накале;
- ♦ короткое замыкание между анодом и катодом.

Рассмотрим неисправности, подлежащие восстановлению. Наиболее часто встречающаяся ситуация — пробой проходных конденсаторов. Наличие такого пробоя легко обнаружить тестером, проверив сопротивление между выводами магнетрона и корпусом при отключенной внешней цепи. Если оно отлично от бесконечности, нужно снять крышку с коробки фильтра и откусить провода, соединяющие конденсаторы с катушками фильтра. После этого повторить измерения:

- ♦ если после этой операции показания прибора не изменятся, значит, конденсатор пробит;
- ♦ если же отключенные конденсаторы окажутся в порядке, то прежде, чем менять магнетрон, убедитесь, что замыкание происходит внутри магнетрона, а не на его поверхности.

Причиной пробоя конденсаторов служат кратковременные броски напряжения в моменты включения или выключения источника питания, которые могут превышать рабочее напряжение конденсатора.

Блок питания магнетрона должен обеспечивать подачу постоянного анодного напряжения на магнетрон  $U_a = 4,0$  кВ и переменное напряжение накала 3,15 В.

При этом величина анодного тока составляет примерно 300 мА, а тока накала 10 А. Конструктивно блок питания состоит из трансформатора, диода и конденсатора и собран по схеме удвоения напряжения (рис. 7.20).

Имеются пять основных причин, приводящие к поломке блока питания микроволновой печи:

- ♦ причина 1 — длительная работа печи на максимальной мощности;
- ♦ причина 2 — включение микроволновой печи при отсутствии продукта в камере;

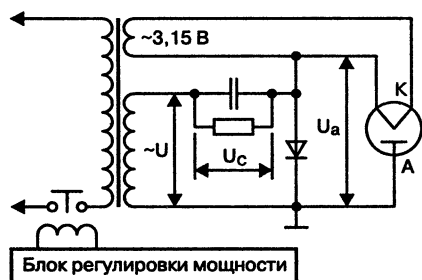


Рис. 7.20. Высоковольтный блок питания магнетрона



- ♦ **причина 3** — длительная работа при загрузке меньше, чем минимально допустимая (стандартная минимальная загрузка составляет 200 мл воды);
- ♦ **причина 4** — работа при повышенном напряжении электрической сети. Такое бывает часто, особенно в условиях сельской местности. Люди, берущие микроволновую печь на дачу, вместо облегчения жизни, ее усложняют;
- ♦ **причина 5** — детали имеют заводской брак или механические повреждения.

### Неисправности, связанные с трансформатором

Наиболее неприятная вещь — выход из строя трансформатора.

**Неисправность 1.** *Сгорела вторичная обмотка в результате межвиткового замыкания.*

При изготовлении высоковольтных обмоток обычно между слоями проводов прокладывают изоляционную бумагу.



#### Примечание.

*В трансформаторах для микроволновых печей этого, как правило, не делают, поскольку производители печей считают, что лучше потратиться на дополнительное сервисное обслуживание, чем выпускать на рынок трансформатор-монстр.*

Поэтому упор делается на качественную укладку провода и хорошую лаковую изоляцию проводов. Сгоревший трансформатор можно заменить. Естественно, он должен быть той же мощности, что и прежний.

**Неисправность 2.** *Перегревается и дымит первичная обмотка трансформатора.*

Причина этого не в трансформаторе, а в управляющих элементах. Если одно из плеч диодного моста не работает, то через первичную обмотку начинает протекать также и постоянный ток. Поскольку сопротивление трансформатора по постоянному току близко к нулю, то этот ток ничем не ограничен и будет нагревать первичную обмотку.

### Неисправность 3. Пробой накальной обмотки.

Хотя напряжение на выводах накальной обмотки чуть больше 3 В, но сама она находится под потенциалом 4 кВ по отношению к корпусу. А напряжение между вторичной обмоткой и накальной, в зависимости от фазы сетевого напряжения, может колебаться от 2 до 6 кВ. При нарушении изоляции обмотки возможен пробой как на корпус, так и на вторичную обмотку.

## Блоки управления

Блоки управления для микроволновых печей встречаются двух типов:

- ♦ электромеханические;
- ♦ электронные.

Две основные функции, выполняемые блоком управления:

- ♦ поддержание заданной мощности;
- ♦ выключение печи по истечении установленного времени работы.

Структурная схема блока управления показана на рис. 7.21.

Электромеханический блок управления состоит из двух частей:

- ♦ таймера;
- ♦ механизма ступенчатой регулировки мощности, связанного с таймером.

Обычно таймер включает в себя:

- ♦ микродвигатель;
- ♦ редуктор;
- ♦ механический звонок;
- ♦ систему контактов и микропереключателей, обеспечивающих включение блока питания.

Поломки таймера могут быть связаны как с механическими, так и с электронными узлами. В первом случае это, как правило, выход из строя редуктора.

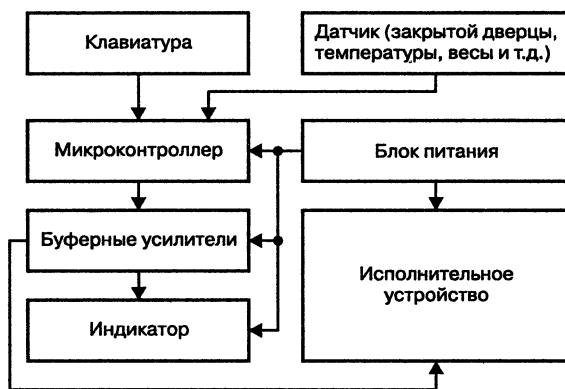


Рис. 7.21. Структурная схема блока управления

### Неисправность 1. Поломка зубьев в пластмассовых шестернях.

В этом случае двигатель таймера работает, но отсчет времени не производится и поэтому отключения микроволновой печи по истечении заданного времени не происходит.

### Неисправность 2. Поломки электрической части проявляются как отсутствие замыкания или размыкания внутренних контактов.

Возможен также выход из строя микродвигателя, хотя это случается редко.

Обычно в таймере имеются две пары контактов:

- ♦ одна (основная) замыкает цепь питания вентилятора магнетрона, лампы освещения камеры и микродвигатели столика и таймера;
- ♦ дополнительные контакты (обычно микропереключатель) обеспечивают включение и выключение блока питания магнетрона. Из-за большого тока (порядка 6 А) обе пары контактов могут подгорать.



#### Примечание.

*Чем сильнее подгорел контакт, тем больше мощность на нем будет выделяться.*

Сломанный микропереключатель нужно заменить, а подгоревшие основные контакты — зачистить. Чтобы добраться до контактов, таймер нужно разобрать. Делать это нужно с осторожностью, чтобы не потерять мелкие детали и пружины.

## Микроконтроллер

Основным элементом электронного блока управления является микроконтроллер, в котором запрограммированы последовательность и значения выходных сигналов в зависимости от информации, поступающей на его входы.

Главным источником входной информации является клавиатура, на которой пользователь задает время и режимы приготовления пищи.

Кроме этого на вход микроконтроллера поступает сигнал о закрытии дверцы микроволновой печи, а также с различных датчиков.

На индикаторе отображается информация:

- ♦ о выбранном режиме работы;
- ♦ о времени, остающемся до конца выбранной программы.

Для ремонта блока управления его необходимо отсоединить от микроволновой печи, подать на него напряжение от независимого источника и поставить короткозамыкающую перемычку на блокирующий вход.

Сомнения в исправности клавиатуры возникают в том случае, когда эффект при нажатии на изображения кнопок либо вообще отсутствует, либо не соответствует ожидаемому.

Убедиться в том, что неисправности блока управления вызваны клавиатурой, можно, вынув клавиатуру из разъема и замкнув на короткое время отрезком провода те выводы блока управления, которые должны замыкаться кнопкой, подозреваемой в «саботаже».

Типичными неисправностями, связанными с работой клавиатуры, являются:

- ♦ пропадание контакта в соединительном разъеме;
- ♦ обрыв проводящих дорожек;
- ♦ залипания.

Первый случай наиболее простой, часто бывает достаточно поправить контакт в разъеме, чтобы устранить возникшие проблемы. Поэтому нужно начинать с первого случая.

Обрыв проводящих дорожек чаще всего происходит в выводах клавиатуры. Это обусловлено тем, что данное место наиболее подвержено деформации и кроме того проводники здесь являются открытыми. Обнаружить дефектные дорожки можно, рассматривая их на просвет.

Восстановить поврежденные участки проще всего проводящим клеем (ни в коем случае не пользуйтесь паяльником!).

Теоретически считается, что клавиатура (впрочем, и большинство деталей микроволновой печи) ремонту не подлежит. Но если сильно хочется исправить самому, то нужно проявить крайнюю осторожность при вскрытии.

Индикаторы микроволновых печей могут быть полупроводниковыми (светодиодными) или жидкокристаллическими. Как правило, индикаторы микроволновых печей ремонту не подлежат, их нужно просто заменить аналогичными.

## Термореле

Термореле предназначены для отключения микроволновой печи при ее перегреве.

Термореле устанавливаются:

- ♦ на магнетрон;
- ♦ на внешнюю поверхность камеры;
- ♦ на вентилятор и воздуховод.

Изготавливаются на разную температуру отключения.



### Примечание.

*Отключенное термореле автоматически восстанавливает соединение после того, как его температура снизится до температуры включения.*

У нормально работающей микроволновой печи магнетрон нагревается до 80—100 °С, поэтому с учетом некоторого запаса на него устанавливается термореле с температурой отключения 120—160 °С.

Микропереключатели используются для блокировки дверцы и в некоторых случаях в качестве компонентов кнопки запуска и регулятора мощности в таймере.

Вентиляторы служат для охлаждения магнетрона. При мощности последнего 750—850 Вт они должны обеспечивать плотность воздушного потока 1 м<sup>3</sup>/мин. В наиболее дорогих моделях микроволновых печей встречается конвектор.

Специальный вентилятор осуществляет конвекцию воздуха внутри камеры с одновременным его подогревом. Печи с конвектором обычно имеют датчик температуры. Когда воздух в камере нагреется до заданной температуры, нагревательный элемент отключается, а вентилятор продолжает работать. При остывании воздуха вентилятор включается вновь.

Конструкция микроволновой печи со встроенным конвектором показана схематично на рис. 7.22.

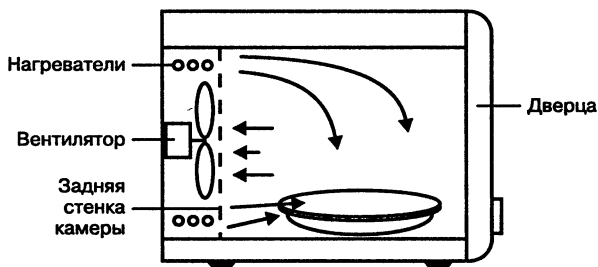


Рис. 7.22. Конструкция микроволновой печи со встроенным конвектором

## Разборка микроволновой печи

Чтобы добраться до внутренностей микроволновой печи, нужно, прежде всего, снять кожух. Для этого нужно отвернуть крепящие его винты, расположенные с тыльной его стороны, а иногда снизу (рис. 7.23).

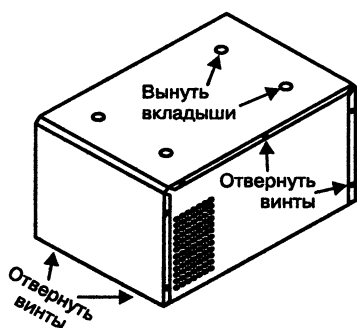


Рис. 7.23. Снятие кожуха микроволновой печи

Некоторые печи предусматривают их крепление в подвесном состоянии. Для этого в кожухе сверху имеются специальные отверстия. Чтобы эти отверстия не портили внешний вид печи, их затыкают пластмассовыми вкладышами. При снятии кожуха вкладыши предварительно нужно вынуть.

Детали микроволновой печи соединены с помощью разъемов, некоторые из которых имеют защелку, повышающую надежность контакта. Чтобы разъединить такой разъем, нужно отжать защелку.

## Замена микродвигателя вращения поддона

Чтобы заменить микродвигатель вращения поддона, снятие кожуха не требуется. Для этого нужно предварительно снять крышку с нижней стороны печи. Очень часто такая крышка изготавливается методом штамповки совместно с днищем. Для ее снятия требуется перекусить перемычки, соединяющие указанные детали. После завершения ремонта крышка переворачивается и крепится имеющимся в днище винтом.

При снятии магнетрона предварительно требуется снять воздуховод. В некоторых моделях для этого нужно снять также и трансформатор.

Для снятия блока управления необходимо отсоединить все разъемы и отвернуть крепежные винты.

## Электрические схемы микроволновых печей

Микроволновые печи с электромеханическим управлением обычно имеют стандартную электрическую схему. Отличия между моделями незначительны.

Силовая часть печей с электронными блоками управления практически не отличается от печей с электромеханическим управлением.

**Примечание.**

На принципиальной схеме эти отличия проявляются лишь в том, что вместо контактов таймера присутствуют контакты реле.

Иногда вместо реле ставится симистор, однако, режим его работы фактически тот же, что и у таймера. Такая взаимозаменяемость блоков управления позволяет, в частности, вдохнуть новую жизнь в печи со сторевающей электроникой путем замены электронного блока управления на электромеханический или на электронный, но от другой модели.

**Примечание.**

Ограничения на подобную замену связаны габаритными размерами, особенностями крепежа и конструкцией механизма открытия дверцы.

В качестве примера рассмотрим схему микроволновой печи «Samsung RE290D» (рис. 7.24).

Чтобы включить СВЧ нагрев, требуется подать напряжение 220 В на первичную обмотку высоковольтного трансформатора. Это будет происходить, если контакты микропереключателя «Monitor Switch» (MS) разомкнуты, а контакты всех остальных элементов замкнуты. Рассмотрим условия, при которых устанавливается требуемое состояние контактов.

Термореле «cavity TCO» и «magnetron TCO» замкнуты, если температура камеры и магнетрона не превышает допустимой температуры.

Микропереключатели «primary switch» (PS) и «secondary switch» (SS) осуществляют блокировку включения магнетрона при открытой

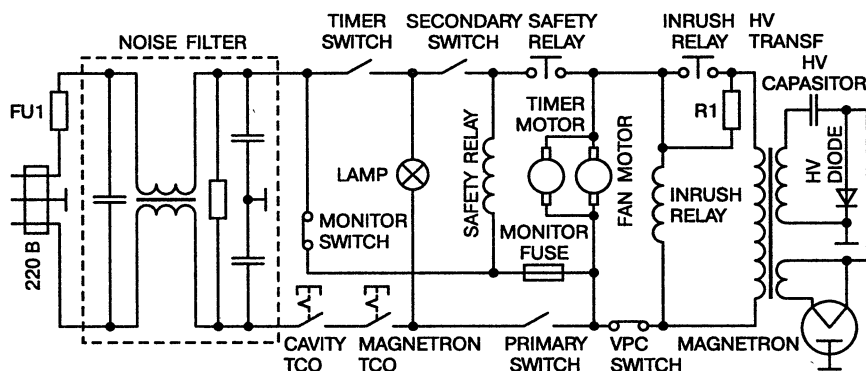


Рис. 7.24. Схема микроволновой печи «Samsung RE290D»

дверце и замыкаются при ее закрытии. На рис. 7.24 состояние микропереключателей соответствует открытой дверце.

Включение микроволновой печи происходит при установке ручки таймера на заданное время. При этом замыкаются контакты «timer switch» (TS), находящиеся внутри таймера. На обмотку страхующего реле «safety relay» начинает поступать напряжение, и его контакты замыкаются. В результате включаются электродвигатели таймера и вентилятора, а на трансформатор через сопротивление «resistor» подается напряжение.

Микропереключатель «monitor switch» контролирует исправную работу элементов блокировки дверцы. Если по какой-нибудь причине микропереключатели PS и SS перестанут размыкаться, то попытка включить печь с открытой дверцей приведет к перегоранию предохранителя «monitor fuse». Вследствие этого включение реле SR станет невозможным и генерации СВЧ мощности не произойдет.

Резистор R1 служит для снижения пускового тока и работает лишь несколько миллисекунд в процессе каждого включения до тех пор, пока не сработает реле «inrush relay», напряжение на которое подается одновременно с подачей тока на резистор.



#### **Примечание.**

*Необходимость наличия сопротивления связана с тем, что в начальный момент высоковольтный конденсатор разряжен и его прямое включение приведет к броску тока.*

Микропереключатель «VPS switch», установленный на таймере, служит для установки мощности. При задании уровня мощности меньше максимального он осуществляет периодическое отключение печи.

Фильтр «noise filter» служит для снижения радиопомех, проникающим по цепям питания во внешнюю цепь.

Схема содержит также лампу накаливания «lamp», двигатели таймера «timer motors» и двигатель вентилятора «fan motor», назначение которых не требует комментариев.

### **Неисправности микроволновых печей с электромеханическим управлением**

Неисправности микроволновых печей с электромеханическим управлением представлены в табл. 7.10.



## Неисправности микроволновых печей с электромеханическим управлением

Таблица 7.10

Проявление дефекта	Возможная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Печь не включается	В одну розетку включено несколько вилок с мощными приборами, что вызывает перегрузку бытовой сети	Отключить другие приборы из розетки, в которую включена печь
	Нет контакта в штепсельном разьеме. Поврежден сетевой шнур	Обеспечить плотный контакт между вилкой и розеткой. Проверить сопротивление всех жил сетевого шнура. Если оно отлично от нуля или меняется при изгибе шнура, его необходимо заменить
	Неплотно закрыта дверца камеры	Закреть дверцу
	Сломан один из микровыключателей в системе блокировки дверцы	Для проверки микровыключателя необходимо отсоединить его выводы. Проверку производить при отключенном напряжении сети. Неисправный микровыключатель нужно заменить
Печь не включается	Плохо отрегулированы защелки в системе блокировки дверцы	При закрытии дверцы расположенные на ней защелки должны нажимать кнопки микровыключателей до появления характерного щелчка. Для их регулировки требуется отпустить винты, крепящие кронштейн с микропереключателями, и установить их в такое положение, при котором все микропереключатели срабатывают при закрытии дверцы. Поскольку после такой регулировки может измениться зазор между дверцей и камерой, по ее окончании нужно проверить уровень наружного излучения
	Вышло из строя термореле	Заменить термореле
	Сгорел сетевой предохранитель	Заменить предохранитель
	При установке времени на таймере его контакты не замыкаются	Заменить таймер Разобрать таймер и устранить неисправность. Вероятно, потребуется зачистить контакты и подогнуть одну из ламелей для получения пружинящего контакта
	Ручка таймера прокручивается на его оси	Заменить ручку Закрепить ручку с помощью эпоксидного клея или иным способом
При закрытии или открытии дверцы перегорает сетевой предохранитель	Не синхронизирована работа основного и страхующего переключателей	Необходимо отрегулировать работу микропереключателей таким образом, чтобы при закрытии двери сначала замыкался страхующий переключатель, а затем замыкался основной. При открытии дверцы все должно происходить в обратном порядке
Печь самопроизвольно отключается и повторное ее включение возможно только по истечении некоторого времени	В результате перегрева отключилось термореле	Если печь самопроизвольно отключилась во время работы, попробовать включить ее через 15—20 мин после отключения. В случае удачной попытки выяснить, отчего произошел перегрев. Это может быть длительная работа на максимальной мощности, высокая температура окружающей среды, отсутствие вентиляции воздуха и т. п.

Таблица 7.10 (продолжение)

Проявление дефекта	Возможная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Не освещается камера	Перегорела лампа накаливания	Заменить лампу накаливания
Не открывается дверца камеры	Сломана нижняя защелка дверцы	Снять кожух и отжать верхнюю защелку. Новую защелку можно изготовить самому, например, из органического стекла. Чтобы снять сломанную защелку, нужно предварительно вынуть пластмассовый вкладыш с внутренней стороны дверцы
Не открывается дверца камеры	Сломан механизм отпирания дверцы	Починить сломанный механизм
При работе печи чувствуется запах гари, не связанный с продуктом	Из-за включения печи при пониженной нагрузке произошел пробой диэлектрика, отделяющего камеру от волновода	Заменить пробитую деталь. Для изготовления новой детали необходимо использовать материалы с низким коэффициентом диэлектрических потерь Снять пробитую деталь и зачистить обгоревшие места
При работе печи чувствуется запах гари, не связанный с продуктом	Произошел пробой проходного конденсатора в магнетроне	Заменить проходные конденсаторы. Возможно включение магнетрона без проходных конденсаторов, если уровень наружного излучения не превышает допустимых пределов. Для этого нужно снять крышку с фильтра магнетрона, удалить пробитые конденсаторы и подпаять накальные выводы трансформатора к катушкам индуктивности фильтра. Провода должны быть хорошо изолированы от корпуса магнетрона
	Витковое замыкание в корпусе трансформатора	Заменить трансформатор. Можно использовать любой трансформатор для микроволновой печи, рассчитанный на ту же мощность Заменить вторичную обмотку трансформатора
Нет нагрева	Перегорел высоковольтный предохранитель	Некоторые печи имеют дополнительный предохранитель в высоковольтной цепи
	Плохой контакт в накальной цепи магнетрона	Разъемы накальной обмотки должны быть плотно посажены на клеммы магнетрона и сниматься с усилием. Слабый разъем нужно укрепить, обжав его пассатижами
	Напряжение питания в сети меньше 200 В	Включать печь только при номинальном напряжении $220 \text{ В} \pm 10\%$
Нет нагрева	Вышел из строя магнетрон	Заменить магнетрон. Новый магнетрон должен соответствовать старому по выходной мощности, длине антенны, крепежным отверстиям и их ориентации относительно радиатора
	Сломан микропереключатель в таймере, управляющий режимом нагрева	Заменить микропереключатель
	Не включается промежуточное реле	Проверить напряжение на катушке реле. Если оно в пределах нормы, заменить реле
Печь работает только в режиме максимальной мощности	Сломан микропереключатель таймера, управляющий режимом нагрева	Заменить микропереключатель
	Не работает таймер	Заменить таймер Возможно «залипание» соответствующих контактов таймера. Для устранения неисправности необходимо разобрать таймер и зачистить контакты

Таблица 7.10 (продолжение)

Проявление дефекта	Возможная причина неисправности	Методы устранения неисправности
При включении нагрева перегорает сетевой предохранитель	Повышенное напряжение питания в сети	Заменить предохранитель. Включать печь только при номинальном напряжении $220 \pm 10\%$
	Печь была включена без необходимой нагрузки	Заменить предохранитель. Следить за тем, чтобы нагрузка печи содержала не менее 200 г влагосодержащих продуктов
	Перегорел фьюз-диод	Заменить фьюз-диод
		Удалить фьюз-диод
	Пробит высоковольтный диод	Заменить диод
	Пробит высоковольтный конденсатор	Заменить конденсатор
	Межвитковый пробой в трансформаторе	Заменить трансформатор. Можно использовать любой трансформатор для микроволновой печи, рассчитанный на ту же мощность
		Заменить вторичную обмотку трансформатора
	Дребезг контакта в цепи питания трансформатора. Наиболее вероятными местами, где возможен нестабильный контакт, являются: реле, разъемы, таймер и микропереключатели	Найти и обезвредить
Пробит проходной конденсатор на магнетроне	См. выше	
Внутреннее замыкание магнетрона	Заменить магнетрон. Новый магнетрон должен соответствовать старому по выходной мощности, длине антенны, крепежным отверстиям и их ориентации относительно радиатора	
Работа печи сопровождается сильным гулом	Витковое замыкание в высоковольтном трансформаторе	См. выше
	Вторичная обмотка высоковольтного трансформатора неплотно сидит на сердечнике	Обычно такое встречается в старых печах российского производства. Устранить или уменьшить гул можно, вбив деревянный клинышек между катушкой высоковольтной обмотки и магнитопроводом, чтобы устранить имеющийся люфт
Перегревается корпус микроволновой печи	Не работает или плохо вращается двигатель вентилятора	Заменить двигатель
		В большинстве случаев поломки вентилятора происходят из-за механических причин (перекос между ротором и статором, попадание грязи в зазор между ними, поломка подшипников и т. д.). Иногда достаточно разобрать и снова собрать вентилятор, чтобы он стал работать как новый
Печь не выключается после отработки установленного времени	Сломана одна из шестерней в редукторе таймера	Закрепить лопасти с помощью клея или иным способом
		Заменить таймер
		Можно попробовать починить шестерню

Таблица 7.10 (продолжение)

Проявление дефекта	Возможная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Очень неравномерный нагрев продукта	Не вращается диссектор	Обрыв пассика, соединяющего диссектор с двигателем вентилятора Не работает вентилятор (см. выше)
	Не вращается поддон	См. следующий пункт
Не вращается поддон	Обрыв обмотки двигателя	Заменить двигатель Перемотать обмотку
	Сломана шестерня в редукторе двигателя	Заменить двигатель Попробовать починить шестерню
	Прокручивается муфта на валу двигателя	Заменить муфту
Слабый нагрев продукта	Не работает двигатель таймера	Если на двигатель таймера поступает напряжение 220 В, а он не вращается, таймер необходимо заменить
	Слишком велика нагрузка камеры	Увеличить время рабочего цикла
	Начальная температура продукта слишком низка	–
	Мала эмиссия катода в магнетроне	Заменить магнетрон Добавить полвитка на накальной обмотке трансформатора. Иногда это на несколько лет продлевает срок службы магнетрона
	Напряжение питания в сети меньше 200 В	Включать печь только при номинальном напряжении 220 В ± 10 %
Поддон вращается с трудом и с шумом	Велик вес продукта или он неравномерно распределен на поддоне	Правильно установить продукт
	Продукт или посуда, в которой он находится, выступает своими краями за площадь вращающегося поддона	
Искрение в камере	Используется посуда с металлизацией	Не использовать металлическую посуду или посуду с нанесенным металлическим покрытием
	Пробой диэлектрического окна	См. выше
	Разрушение эмали на дверце камеры в месте контакта с лицевой поверхностью	Закрасить поврежденные места тонким слоем лака, краски или эмали
	Загрязнение или пробой керамических держателей, фиксирующих инфракрасный излучатель гриля	Очистить керамический держатель от грязи и копоти

## Неисправности микроволновых печей с электронным блоком управления

Неисправности микроволновых печей с электронным блоком управления рассмотрены в табл. 7.11.



### Примечание.

*Все, что было рассмотрено для печей с электромеханическим блоком управления, справедливо и для печей с электронным блоком управления (за исключением таймера).*

Существует ряд специфических неисправностей, присущих только печам с электронным блоком.

Неисправности микроволновых печей с электронным блоком управления

Таблица 7.11

Проявление дефекта	Возможная причина неисправности	Методы устранения неисправности
Перегорает сетевой предохранитель	Пробит варистор на плате управления	Удалить варистор. Зачистить обугленные места
	Неисправен трансформатор на плате управления	Заменить трансформатор
Не работает клавиатура	«Залипание» одной из кнопок клавиатуры	См. раздел в тексте, посвященный клавиатуре
	Нет стабилизированного напряжения, питающего микроконтроллер	Проверить стабилизатор и схему контроля напряжения
Не работает кнопка «Пуск»	Нет сигнала микропереключателя о закрытии дверцы	Проверить соответствующий микропереключатель и поступление сигнала на микроконтроллер
	Неисправен генератор синхронизирующих импульсов 50 Гц	Проверить формирователь импульсов
	Нет стабилизирующего напряжения, питающего микроконтроллер	Проверить стабилизатор и схему контроля напряжения
Нет индикации	Неисправен трансформатор на плате управления	Заменить трансформатор
	Перегорел предохранитель на плате управления	Проверить схему на короткое замыкание. Заменить предохранитель
	Вышел из строя кварцевый резонатор	Заменить кварцевый резонатор
	Неисправен микроконтроллер	Заменить микроконтроллер
	Нет стабилизированного напряжения, питающего микроконтроллер	Проверить стабилизатор и схему контроля напряжения
Нет нагрева	Неисправно реле на плате управления	Заменить реле
	Неисправен буферный усилитель между микроконтроллером и реле	Проверить буферный усилитель

## Меры безопасности при работе с микроволновой печью

Имеются два фактора, представляющих опасность при ремонте микроволновой печи:

- ♦ микроволновое излучение;
- ♦ высокое напряжение.

В исправной микроволновой печи уровень излучения не может представлять опасность для здоровья человека, поскольку оно сосредоточено внутри закрытого объема камеры и конструкция печи не позволяет включить нагрев при открытой дверце.

Но при ремонте нужно выполнять следующие меры предосторожности:

1. Нельзя включать печь при неисправной блокировке дверцы. При выходе из строя одного из блокирующих микропереключателей его необходимо заменить, но ни в коем случае не убирать блокировку, «закорачивая» выводы.
2. Нельзя включать печь со сломанной дверцей или поврежденной сеткой на смотровом окне.
3. Нельзя делать отверстия в корпусе микроволновой печи, какими бы целями это не мотивировалось.
4. В отверстия камеры, служащие для циркуляции воздуха, нельзя вводить какие бы ни было токопроводящие предметы (провода, гвозди, ртутные термометры).



### Внимание.

*Особую осторожность нужно соблюдать при работе с высоким напряжением. На катоде магнетрона присутствует постоянное напряжение — 4 кВ, вдвое меньшее на высоковольтном конденсаторе — 2,1 кВ и на трансформаторе переменное 2,1 кВ. Причем мощность высоковольтного источника очень велика (до 1 кВт).*

В этом состоит принципиальное отличие микроволновой печи от, например, телевизора, где при высоких напряжениях ток ограничен. Чтобы избежать неприятностей, в том числе и с летальным исходом, нужно придерживаться двух основных правил:

**Правило 1.** Не прикасаться к внутренним деталям печи во время ее работы. Для проведения измерений на щупы измерительных приборов надеть зажимы типа «крокодил», которыми подключать их к измеряемым участкам цепи перед включением печи.

**Правило 2.** Прежде, чем дотронуться до высоковольтных частей руками, даже если печь выключена из сети, желательно замкнуть выводы магнетрона на корпус.



**Внимание.**

*Эта предосторожность позволит вам избежать разряда конденсатора через свое тело. Несмотря на то, что в схеме установлен специальный резистор для разряда конденсатора, всегда существует опасность, что резистор сгорел или его забыли поставить.*

Сетевой шнур должен иметь заземляющий вывод. При его отсутствии возможны неисправности, при которых корпус будет находиться под напряжением. Например, в случае пробоя трансформатора анодное напряжение замкнется на сетевое, и корпус окажется под напряжением 4 кВ. Случай этот маловероятен, но он может случиться.

## 7.14. Электроплитки

### Определение, обозначение, работа



**Определение.**

*Электроплитки — это переносные бытовые электронагревательные приборы с одной или несколькими конфорками.*

Электроплитки изготовляют на следующие номинальные мощности, кВт:

- ♦ одноконфорочные — 0,8; 1; 1,2; 1,5;
- ♦ двухконфорочные — 1,6; 2; 2,2.

Электроплитки обозначаются буквами и цифрами, означающими:

- ♦ ЭП — электроплитка;
- ♦ третья буква — тип конфорки (Ч — чугунная, Т — конфорка из трубчатого нагревателя, Ш — штампованная, П — пирокерамическая);
- ♦ далее через дефис указывается число конфорок, затем номинальная потребляемая мощность, а через косую черту — номинальное напряжение.

**Пример.**

*ЭПЧ1-1,2/220* — условное обозначение электроплитки с одной чугунной электроконфоркой, номинальной потребляемой мощностью 1,2 кВт, на номинальное напряжение 220 В.

Корпус электроплиток покрыт силикатными эмалями или другими покрытиями, обеспечивающими эксплуатационную стойкость.

Некоторые плитки имеют световую сигнализацию, срабатывающую при включении их в сеть. Длина соединительного шнура 1,7 м.

**Примечание.**

*Электрические соединители и вилки должны быть выбраны в зависимости от одновременно потребляемой электроприбором суммарной мощности.*

### Разновидности конфорок

**Определение.**

*Электроконфорка* — сборочная единица бытового нагревательного прибора, основным элементом которой является электронагреватель.

Электроконфорки выпускаются таких разновидностей:

- ♦ чугунные, диаметром 145, 180 и 220 мм со временем разогрева от 5 до 15 мин в зависимости от диаметра конфорок и мощности электронагревателя;
- ♦ трубчатые ТЭН-конфорки, диаметром 145 и 180 мм со временем разогрева 4 мин.;
- ♦ пирокерамические, диаметром 145 и 180 мм со временем разогрева 5 мин.;
- ♦ штампованные, диаметром 180 мм со временем разогрева 15 мин.

### Электроплитка «Мечта»

Электроплита «Мечта» (рис. 7.25) со ступенчатым нагревателем имеет две одинаковые конфорки. Корпус выполнен из листовой стали и покрыт силикатной эмалью. Нагреватель конфорок — трубчатый спиральный элемент. Его легко можно поставить вертикально



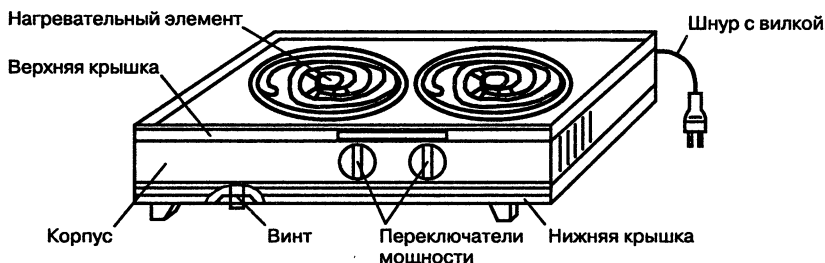


Рис. 7.25. Внешний вид электроплитки «Мечта»

и почистить поддон. Четырехступенчатые переключатели поворотом ручек позволяют регулировать мощность конфорок, Вт:

- ♦ левой — 800, 500, и 190;
- ♦ правой — 1000, 500, и 250.

Верхняя крышка шарнирно соединена с корпусом, что позволяет удерживать ее откинутой или снять. Корпус конфорки и нижняя крышка соединены при помощи стержня с резьбой и гайки.

## 7.15. Электродуховки

### Классификация

По количеству нагревательных устройств электродуховки подразделяются на две группы:

- ♦ простые (классические);
- ♦ многофункциональные.

В «классике» используются четыре типа нагрева:

- ♦ верхний и нижний;
- ♦ только нижний;
- ♦ только верхний;
- ♦ гриль.

В многофункциональных духовках возможно до 15 разнообразных комбинаций включения нагревательных устройств: верхний и нижний нагрев, несколько типов гриля (различаются по площади нагревательных элементов и интенсивности их действия), конвекция, устройство для размораживания продуктов.

Также большинство многофункциональных электродуховок оснащаются электрическим вертелом.

А вот встраиваемый СВЧ-нагреватель встречается далеко не во всех моделях — он есть, например, в HBC 86Q650 от BOSCH, HB 884570 от SIEMENS, H 4060 BM от MIELE, AKG 250 IX от WHIRLPOOL.

### Основные технические характеристики

В табл. 7.12 приведены основные технические характеристики электродуховок.

Таблица основных технических характеристик электродуховок

Таблица 7.12

Характеристика	Whirlpool AKP 234	Ariston FD 52.2 GC	Electrolux EOB32000 X	Siemens HE 230522	Bosch HBN43W350
Размер (см)	59,5×59,5×56,4	59,5×59,5×54,5	59,6×59,2×56,7	60×60×55	59,5×59,5×51,5
Объем камеры, л	52	56	51	58	53
Тип	Независимая	Независимая	Независимая	Зависимая	Независимая
Цвет	Бежевый Золотистый Черный	Графит	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь
Конвекция	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Электрогриль	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Вертел	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Подсветка камеры	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Вентилятор	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Дисплей	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть
Таймер	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Переключатели	Поворотные	Поворотные	Утапливаемые	Утапливаемые	Утапливаемые
Количество режимов нагрева	5	5	7	6	7
Дверца	Откидная	Откидная	Откидная	Откидная	Откидная
Количество стекол	2	2	2	2	1
Максимальная температура	240	240	275	270	270
Очистка	Традиционная	Традиционная	Традиционная	Традиционная	Традиционная EcoClean
Принадлежности	2 решетки 2 противня	1 решетка 1 противень	1 термощуп 1 решетка 3 противня	1 решетка 1 противень	1 решетка 2 противня

## 7.16. Сайты по ремонту кухонной электротехники

<a href="http://www.samoylovich.ru/">http://www.samoylovich.ru/</a>	Устройство и ремонт миксеров
<a href="http://ukrelectrolux.ru">http://ukrelectrolux.ru</a>	Ремонт миксеров и блендеров
<a href="http://www.ladogda.ru/">http://www.ladogda.ru/</a>	Ремонт миксеров и блендеров в г. Санкт-Петербурге
<a href="http://tehpoisk.ru/">http://tehpoisk.ru/</a>	Ремонт советской электрокофемолки
<a href="http://www.elremont.ru/">http://www.elremont.ru/</a>	Статьи по ремонту электрической кофемолки и электросоковыжималки
<a href="http://www.xramcovch.ru/">http://www.xramcovch.ru/</a>	Статья по ремонту электросоковыжималки
<a href="http://tehnoguru.ru/">http://tehnoguru.ru/</a>	Отечественные электросоковыжималки: устройство и ремонт
<a href="http://board.tropic.od.ua/">http://board.tropic.od.ua/</a>	Ремонт электромясорубок
<a href="http://tehnoguru.ru/">http://tehnoguru.ru/</a>	Ремонт электрочайника
<a href="http://www.btsevis.ru/">http://www.btsevis.ru/</a>	Ремонт посудомоечной машины
<a href="http://megavolt1.ru/">http://megavolt1.ru/</a>	Статьи по ремонту посудомоечных машин
<a href="http://posudomoechka.narod.ru/">http://posudomoechka.narod.ru/</a>	Статьи по ремонту посудомоечных машин Indesit
<a href="http://magnetronic.ru/">http://magnetronic.ru/</a>	Ремонт микроволновых печей в Москве
<a href="http://www.microvolna.ru/">http://www.microvolna.ru/</a>	Сервис-центры по ремонту микроволновых печей
<a href="http://vesremont.ru/">http://vesremont.ru/</a>	Фирма «Весь ремонт» (г. Москва), ремонт микроволновых печей
<a href="http://www.007spb.ru/">http://www.007spb.ru/</a>	Ремонт микроволновых печей в г. Санкт-Петербурге
<a href="http://riden.com.ua/">http://riden.com.ua/</a>	Ремонт микроволновых печей в Киеве
<a href="http://www.phpm.ru/articles/">http://www.phpm.ru/articles/</a>	Статьи по ремонту микроволновых печей
<a href="http://www.electronics-home.ru/">http://www.electronics-home.ru/</a>	Статьи по ремонту микроволновых печей
<a href="http://re-decor.ru/">http://re-decor.ru/</a>	Воздействие электромагнитных полей на кухне
<a href="http://www.nashmaster.ru/">http://www.nashmaster.ru/</a>	Ремонт мелкой кухонной техники
<a href="http://megabt.ru/">http://megabt.ru/</a>	Ремонт миксеров
<a href="http://www.ukrshops.com.ua/">http://www.ukrshops.com.ua/</a>	Статьи по ремонту кухонной техники
<a href="http://patlah.ru/">http://patlah.ru/</a>	Ремонт миксеров
<a href="http://bt.saleone.ru/">http://bt.saleone.ru/</a>	Статьи по ремонту миксеров

# РЕМОНТ ДОМАШНЕЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

*Глава посвящена устройству и ремонту домашней электротехники: пылесосов, гладильных машин, фенов, машинок для срижки волос, массажеров и других помощников.*

## 8.1. Ремонт пылесосов

### Классификация

В хороших руках пылесос способен работать без капитального ремонта десятки лет, но для этого нужно представлять его устройство и возможности.

Современные бытовые пылесосы подразделяются на две группы:

- ♦ передвижные;
- ♦ портативные ручные.

### Электрощетка-пылесос «Ветерок-4»

Рассмотрим устройство малогабаритного ручного пылесоса (рис. 8.1).

Главная его часть — центробежный воздуховсасывающий агрегат, создающий разрежение воздуха. Он состоит из электродвигателя и ротора. Воздух завихряется лопатками ротора и под влиянием центробежной силы стекает к краям диска. В центре же возникает разрежение, благодаря чему через шланг засасываются воздух и пыль. Чтобы в агрегат не попали твердые предметы, способные повредить лопатки ротора, на входе устанавливают защитную решетку.

Воздух омывает корпус двигателя, попутно охлаждая его, и попадает в пылесборник. По такому принципу действуют такие пылесосы, как «Ветерок», «Шмель», «Спутник».

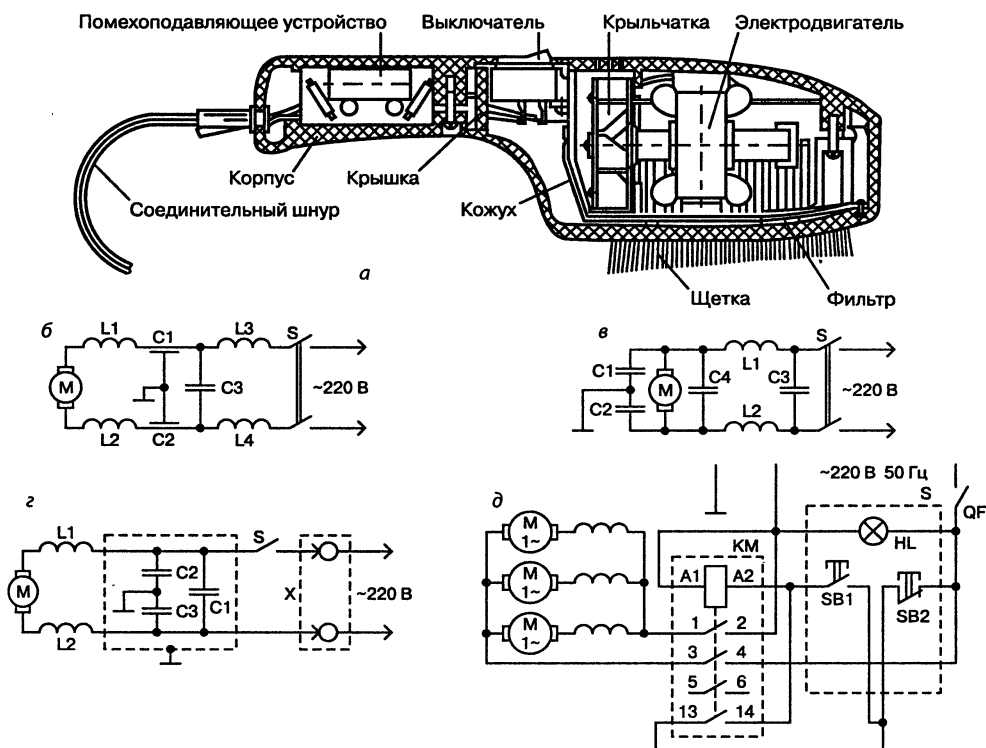


Рис. 8.1. Устройство и схемотехника пылесосов:

- а — устройство электрощетки-пылесоса «Ветерок-4»; б — схема щетки-пылесоса;  
 в — схема ручного пылесоса; г — схема напольного пылесоса с механизмом наматки шнура;  
 д — схема трехфазного пылесоса

Недостаток этой схемы — плохое охлаждение двигателя, так как для защиты от пыли его приходится помещать в специальный корпус.

Ее достоинство — небольшие размеры.

### Защита двигателя передвижного пылесоса

Может возникнуть вопрос: почему так много внимания уделяется охлаждению двигателя пылесоса? Дело в том, что двигатель пылесоса в 2—3 раза легче аналогичного по мощности двигателя станка или вентилятора.



#### Примечание.

Достигается это за счет значительного увеличения плотности тока в обмотках, а это означает резкое увеличение выделяемого тепла.

Поэтому необходимо строго придерживаться режима работы, указанного в инструкции по эксплуатации.



### Внимание.

*Двигатель пылесоса без охлаждения может проработать лишь 10—15 мин, а с охлаждением 1—2 ч. И после этого, если его не выключить, он выйдет из строя от перегрева.*

На нагревание двигателя влияет также и степень запыленности фильтра. Можно сделать вывод: двигатель следует чаще выключать, а фильтр очищать.

## Типовые неисправности

Неисправности пылесоса можно приблизительно разделить на две группы: электрические; механические.

В табл. 8.1 показаны типовые неисправности в пылесосах и способы их устранения.

Типовые неисправности в пылесосах и способы их устранения

Таблица 8.1

Вид неисправности пылесоса	Способ устранения
Пылесос не работает или работает с перебоями	Проверить штепсельную розетку, включив в нее настольную лампу
	Проверить соединительный шнур и штепсельную вилку. Для проверки используют контрольную лампу, пробник или омметр. Место обрыва соединить и тщательно заизолировать
	Проверить выключатель пылесоса. При необходимости разобрать пылесос и осмотреть выключатель. Зачистить и подогнуть контакты или установить новый выключатель
	Осмотреть внимательно контактные соединения электрической схемы, особенно места паяк и наличие контактов в местах соединения проводов
	Проверить угольные щетки и коллектор двигателя. При необходимости — заменить щетки
	Вынуть угольные щетки, растянуть их пружины и установить на старое место
	Вынуть угольные щетки, намотать на стержень ватку, смоченную в спирте или одеколоне, и почистить внутреннюю поверхность щеткодержателей. После этого установить щетки на место. Если длина угольных щеток менее 3 мм, их следует заменить
Пылесос работает, но слабо всасывает пыль. От двигателя исходит звук более высокого тона, чем обычно	Почистить коллектор двигателя тряпкой, смоченной в спирте или одеколоне. Спичкой удалить угольную пыль между пластинами коллектора
	Посмотреть, не попал ли в шланг посторонний предмет. Присоединить шланг к выходному отверстию и включить пылесос. Если это не помогает, прочистить шланг длинной палкой с закругленным концом

## Ремонт пылесосов: неисправности электрооборудования

**Неисправность 1.** *Пылесос включен в сеть, щелкнул выключатель, но он не работает. Очевидно, ток в двигатель не поступает.*

Представим себе путь тока: розетка, вилка, шнур, наконец, обмотки двигателя. Начнем поиск от простого к сложному.

**Шаг 1.** Проверим с помощью любого заведомо исправного электроприбора, лучше всего настольной лампы, в порядке ли розетка. Если лампа горит, осматриваем вилку и шнур. Ищем изломы, механические повреждения, особенно тщательно осматриваем места входа шнура в вилку и в корпус пылесоса. На корпусе должно быть резиновое кольцо, предохраняющее шнур от истирания и излома.

**Шаг 2.** Если внешний осмотр ничего не дает, разбираем пылесос и проверяем омметром наличие проводимости в жилах шнура от выключателя до вилки. Омметром же проверяем выключатель. Неисправные выключатели и шнуры заменяем.

**Неисправность 2.** *Пылесос включен в сеть, щелкнул выключатель, но происходят перебои в работе, искрение коллектора, которое можно видеть через нагнетательное отверстие.*

**Шаг 1.** В первую очередь нужно проверить угольные щетки. При износе графитовых щеток и уменьшении усилия пружин, прижимающих их к коллектору, увеличивается искрение щеток, износ и перегрев коллектора.



### Примечание.

*Допускается искрение на кромке щетки не больше, чем нитевидная слабосветящаяся линия. Чаще всего бывает так, что они снашиваются до пружин и уже стальные пружины контактируют с коллектором.*

**Шаг 2.** Изношенные щетки необходимо заменить. Заменяют щетки так:

- ♦ снимают уплотнительное кольцо;
- ♦ отворачивают винты;
- ♦ вынимают щетки, отвертывая колпачки;
- ♦ ставят новые щетки *скосами против вращения коллектора.*

**Примечание.**

*Новую щетку требуется притереть к коллектору так тщательно, чтобы коллектора касалась вся торцевая площадь щетки.*

Это делается протягиванием мелкозернистой шкурки между щеткой и коллектором абразивной стороной шкурки к щетке (рис. 8.2). Чтобы не стачивалась кромка, шкурка должна облегать коллектор по половине его окружности (рис. 8.2, а).

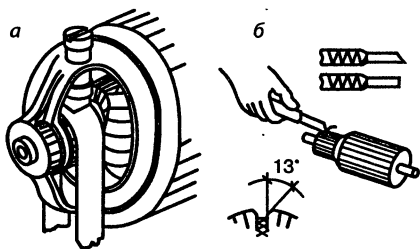


Рис. 8.2. Притирка новой щетки к коллектору

Шаг 3. Зазоры между ламелями (пластинами) коллектора необходимо очистить от графитовой и медной пыли острозаточенной спичкой, а коллектор протереть ватой, смоченной бензином.

**Примечание.**

*Если коллектор в результате многолетней работы истерся так, что изоляция между ламелями начинает выступать над контактной поверхностью этих ламелей, коллектор нужно продорожить.*

**Продорожить** — означает срезать выступающую межламельную изоляцию на глубину 0,5—1 мм (рис. 8.2, б).

Резец для продороживания можно изготовить из старого ножовочного полотна, заточив его торец под углом 30—40°.

**Совет.**

*После продороживания коллектор нужно зачистить от заусенцев самой мелкой шкуркой с маслом при вращающемся электродвигателе на малых оборотах (при пониженном напряжении питания).*

**Неисправность 3.** При длительном пользовании пылесосом коллектор двигателя «засаливается».

Для лучшего контакта щеток полезно протереть его растворителем или спиртом.



**Внимание.**

*Не рекомендуется шлифовать коллектор шкуркой без особой нужды (в частности продороживания), так как при шлифовке частицы корунда остаются в коллекторе, что резко ускоряет износ щеток.*

При работе двигателя на поверхности коллектора образуется так называемая **политура** — смесь угольных щеток и меди коллектора. При создавшейся политуре щетки изнашиваются медленнее всего. Шлифовка коллектора уничтожает политуру и до образования новой политуры щетки будут быстро изнашиваться.

**Внимание.**

*При этом нельзя допускать ни малейшей царапины на витках статора или якоря — это выведет двигатель из строя!*

**Совет.**

*Если не удалось найти родных щеток, смело берите щетки, большие по размеру, но обязательно той же марки, что и родные (для пылесосов хорошо подходят щетки марки ЭГ-8).*

Меньший размер легко сделать на мелкозернистом напильнике. Однако следует помнить, что щетки должны ходить в щеткодержателе легко, без малейших заеданий. Небольшой люфт даже полезен — при работе щетки нагреваются и люфт уйдет.

**Неисправность 4. Происходит искрение и при нормальных щетках.**

Вызвано это может быть следующими причинами:

- ♦ межвитковое замыкание в обмотке якоря или статора;
- ♦ повышенная нагрузка на двигатель.

В первую очередь нужно проверить, нет ли повышенной нагрузки на двигатель. Вызвано это может быть засором в воздушной системе пылесоса или заеданием двигателя.

**Неисправность 5. У старых пылесосов с большим сроком службы почти всегда сильно изношен подшипник на якоре со стороны вентилятора.**

Иногда он изношен так сильно, что якорь начинает цеплять за статор, или ротор вентилятора цепляет за корпус.



**Примечание.**

*Даже если ротор не цепляет, то при сильном износе подшипника постоянно изменяется воздушный зазор между якорем и статором, что вызывает броски тока и, соответственно, искрение.*

**Неисправность 6. Произошло засорение подшипников.**

Воздушный фильтр, отделяющий пыль от воздуха, не фильтрует воздух от пыли на 100 %. И со временем микрочастички пыли прилипают к смазке подшипников и резко ухудшают ее свойства, даже несмотря на то, что там установлены закрытые подшипники.

Поэтому значительно увеличивается усилие для проворачивания подшипников, увеличивается ток и искрение. Проверить это легко — нужно взять якорь за подшипник и покрутить его. У подшипника с пылью вместо смазки будет слышен характерный «хруст».

Для смены смазки необходимо:

- ♦ воздуховсасывающий агрегат вынуть из корпуса пылесоса;
- ♦ снять кожух с вентилятора;
- ♦ отвернуть гайку на оси двигателя (гайка может иметь левую резьбу);
- ♦ снять с оси набор чередующихся алюминиевых дисков вентилятора (с лопастями и без лопастей);
- ♦ снять втулки, отделяющие диски один от другого;



**Внимание.**

*Нужно запомнить очередность расположения дисков и втулок, чтобы при сборке установить их строго в том же порядке.*

- ♦ вывернуть винты, крепящие прижим подшипников двигателя;
- ♦ снять крышки;
- ♦ удалить старую смазку;
- ♦ промыть подшипники бензином, следя, чтобы бензин не попал на обмотку;
- ♦ заполнить подшипники смазкой ЦИАТИМ-202 (имеется в магазинах автодеталей).

**Примечание.**

*В крайнем случае, можно обновить смазку без промывки. Для этого после заполнения подшипников новой смазкой несколько минут поворачивать якорь двигателя от руки, чтобы остатки старой смазки в подшипниках перемешались с новой, затем удалить эту смазку и вновь заполнить новой смазкой.*

Сборку воздуховсасывающего агрегата провести в обратной последовательности. Вращением якоря от руки убедиться, что вентилятор вращается свободно.

**Примечание.**

*Если покрутить якорь с хорошими подшипниками, он должен сделать как минимум 10—15 оборотов без хрустов. Шум подшипников должен быть ровный, люфтов быть не должно.*

**Неисправность 7.** *Наблюдается сильное круговое искрение, слышен запах горелой изоляции.*

Межвитковое замыкание в обмотке якоря или статора, как правило, характеризуется очень сильным, как правило, круговым, искрением, чаще всего вместе с запахом изоляции. Это наиболее неприятный случай в ремонте пылесосов.

**Шаг 1.** Попробуйте определить, где произошло межвитковое замыкание. В первую очередь осмотрите якорь. На обмотках не должно быть вспучиваний изоляции и почернений.

Понюхайте его, не должно быть запаха паленой изоляции. Осмотрите коллектор.

**Примечание.**

*Иногда бывают замыкания между пластинами, это видно невооруженным глазом. Если вышеуказанные признаки имеют место, то дело плохо. Якоря на пылесосы достаточно трудно найти. А перемотка якорей — дело сложное и под силу только очень квалифицированным обмотчикам. Поэтому чаще всего срок службы перемотанных якорей недолог.*

**Шаг 2.** Замыкание в обмотке статора определить достаточно просто — нужно вынуть щетки и измерить сопротивление обмотки ста-

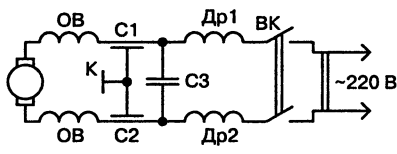


Рис. 8.3. Электрическая схема пылесоса

значительная ( $>10\%$ ), ту, которая с меньшим сопротивлением, меняем. Ее несложно намотать и самому.

### Неисправность 8. Наблюдается повышенное искрение.

У некоторых пылесосов повышенное искрение может быть вызвано тем, что траверса (рис. 8.4) сместилась относительно корпуса по или против часовой стрелки. Обычно такое наблюдается после ремонта.



#### Совет.

При разборке пылесоса обязательно отмечайте взаимное положение траверсы щеткодержателя и корпуса.

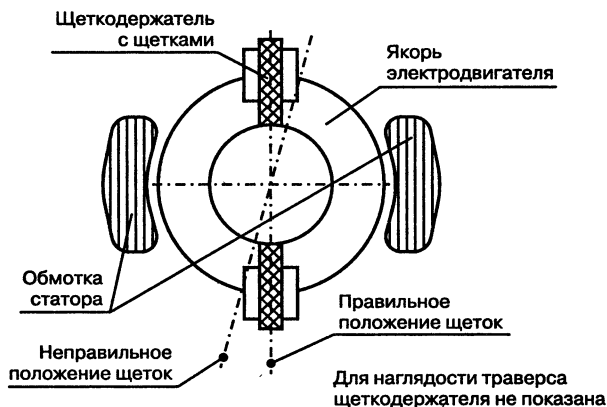


Рис. 8.4. Положение щеток

**Шаг 1.** Если не поместили, можно пойти другим путем. Ослабляем траверсу и потихоньку поворачиваем ее, закрепляем, добиваясь наименьшего искрения.

**Шаг 2.** Если есть амперметр, поворачиваем траверсу, добиваясь наименьшего тока холостого хода.



#### Примечание.

Категорически не рекомендуется делать это на ходу — при пуске двигатель выпрыгнет из рук и траверса сместится сама. Также нельзя включать двигатель без присоединенного вентилятора. Особенность двигателей пылесоса такова, что они всегда должны работать под нагрузкой. Иначе он может сломаться от ремонта.

При сборке пылесоса проверьте, не оставили ли в нем гайку, винт или другой предмет: попав в вентилятор, они могут полностью его разрушить. Ведь диски вентилятора сделаны из дюралюминия толщиной около 0,8 мм.

Иногда при разборке диски вентилятора гнутся и потом цепляют за корпус. В этом случае при сборке нужно подложить шайбу под один из дисков. При этом разрежение на всасывании падает.



**Примечание.**

*Поэтому надо разбирать пылесос очень аккуратно и ничего не гнуть.*

### Ремонт пылесосов: механические неисправности

*Пылесос работает, но создаваемое разрежение уменьшилось, он всасывает пыль очень слабо. Двигатель издает звук более высокого тона, чем обычно.*

Это означает, что на пути засасываемого воздуха появилась помеха. Может быть, в шланг попал посторонний предмет. Его можно удалить, присоединив шланг к выходному отверстию. Если это не помогает или конструкция пылесоса не позволяет этого сделать, шланг прочищают длинной деревянной рейкой с закругленным концом или куском толстой проволоки с крючком.

### Рекомендации по уходу за пылесосами

Пылесосы по сравнению с другими бытовыми приборами более часто выходят из строя в связи с использованием коллекторных двигателей с большой частотой вращения.



**Внимание.**

*Двигатель охлаждается потоком выходящего воздуха, и поэтому пылесос без охлаждения может проработать лишь 10—15 мин, а с охлаждением — до 2 ч.*

После этого, если не выключить пылесос, он может выйти из строя. В связи с этим при использовании пылесоса следует придерживаться определенного режима работы. На нагрев двигателя влияет также степень запыленности фильтра.

**Совет.**

*Для хорошей работы прибора нужно регулярно чистить фильтр и хранить пылесос в сухом месте. Не рекомендуется стирать и мочить фильтр, так как при этом пропускная способность агрегата уменьшается, что может быть причиной его перегрева.*

Пылесос требует постоянного ухода: необходимо не реже одного раза в 2 года менять смазку подшипников двигателя и ежегодно проверять состояние графитовых щеток двигателя.

Импортные пылесосы отличаются от отечественных только эргономикой и дизайном. Железо внутри абсолютно такое же. Так что все вышесказанное касается и их.

Пылесос — надежный и долговечный прибор. Известны безотказно работающие экземпляры, выпущенные еще до Великой Отечественной войны.

## 8.2. Электрические гладильные машины

### Характеристики

Гладильные машины (табл. 8.2) предназначены для глажения белья, скатертей, занавесок и других видов прямого белья.

Основные технические характеристики электрических гладильных машин

Таблица 8.2

Параметр	«Заря»	«Калинка»
Номинальное напряжение, В	220	220
Потребляемая мощность электронагревателя, Вт	2000	1200
Потребляемая мощность электродвигателя, Вт	100	50
Уровень звука, дБ-А	63	63
Терморегулятор	Мгновенного действия	
Вид нагревательного элемента	Спираль	
Тип проволоки нагревательного элемента	X20H80	X15H60-H
Количество нагревательных элементов	4	2
Удельное давление гладильного башмака, Па	5000	1600—1900
Площадь подошвы башмака, см <sup>2</sup>	700	918
Толщина подошвы башмака, мм	2	2,5
Нагрев подошвы, °С	минимальный	70
	максимальный	225
Время разогрева башмака до температуры 200 °С, мин	10	15
Скорость глаженья, м/мин	2,5	2,2—2,6

Таблица 8.2 (продолжение)

Параметр	«Заря»	«Калинка»
Габаритные размеры, мм	800×350×330	780×300×240
Длина валика, мм	550	615
Диаметр валика, мм	130	140
Масса, кг	25	18

### Конструкция и принципиальная схема

Электрическая гладильная машина «Калинка» (рис. 8.5, а) имеет следующие сборочные единицы и органы управления:

- ♦ ограждение, предохраняющее пальцы рук от ожогов при работе на машине;
- ♦ башмак (утюг) с подошвой, на которой расположены электронагревательные элементы и терморегулятор, обеспечивающий нагрев в заданном интервале температур;
- ♦ валик с мягкой обмоткой, на котором происходит глажение. Внутри валика расположен электродвигатель и редуктор, которые осуществляют вращение валика;
- ♦ основание, внутри которого находится рычажная система прижима башмака и включения электродвигателя;
- ♦ бабка, к которой прикреплен редуктор с электродвигателем и панель управления;

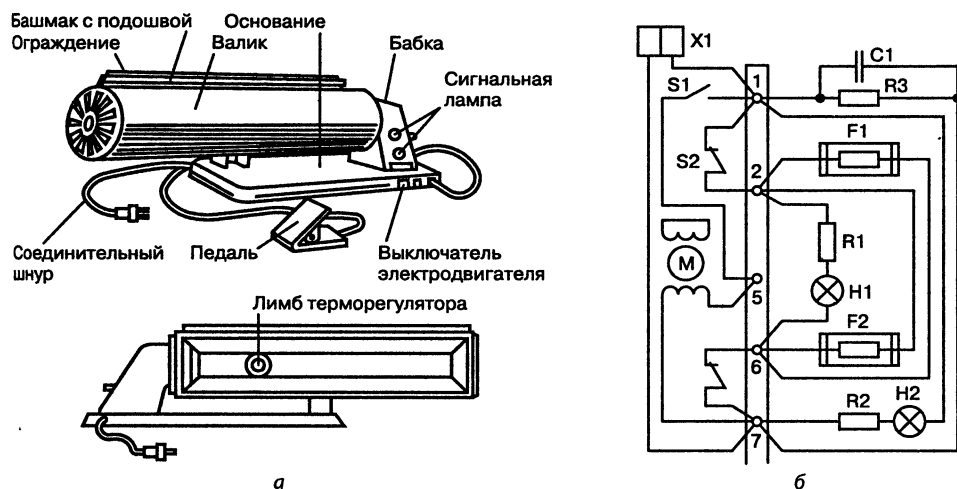


Рис. 8.5. Электрическая гладильная машина «Калинка»: а — конструкция; б — электрическая схема

- ♦ сигнальная лампа, сигнализирующая о подключении машины к электросети;
- ♦ сигнальная лампа, которая сигнализирует о достижении заданной температуры и готовности башмака к работе;
- ♦ соединительный шнур, армированный вилкой и предназначенный для подключения машины в электросеть;
- ♦ педаль управления с тросом для прижима башмака к валику с необходимым усилием и для включения электродвигателя;
- ♦ лимб терморегулятора, на котором нанесено пять наименований ткани, каждому из которых соответствует наиболее подходящая температура нагрева подошвы башмака;
- ♦ выключатель электродвигателя (включено — кнопка утоплена, выключено — кнопка выдвинута из основания). Электрическая схема машины показана на рис. 8.5, б.

### Техническое обслуживание

Для смазки подшипников необходимо:

- ♦ с левой стороны валика (см. рис. 8.5, а) развязать шнуры верхней наволочки, снять заградительную решетку и вывернуть винт, находящийся внутри валика;
- ♦ снять валик, сдвигая его в левую сторону от бабки, обеспечив свободный доступ к электродвигателю;
- ♦ через отверстия, имеющиеся в верхней части опор, с помощью масленки пропитать сальники подшипников индустриальным маслом марки И-8А или маслом МП-704 (5—10 капель);
- ♦ излишки масла, попавшие на двигатель, протереть салфеткой.

Собрать машину в обратной последовательности.

**Регулировка механизма прижима.** В процессе эксплуатации машины происходит прикатка мягкой обмотки валика, что ведет к уменьшению усилия прижатия башмака. Для сохранения усилия необходимо установить машину на столе на бок, подложив под лимб мягкий предмет, педаль опустить на пол.

Через окно дна машины с помощью гаечных ключей 8×10 или 10×12 мм, придерживая винт ключом, ослабить затяжку двух гаек регулировочного узла. Ввертывая регулировочный винт, произвести регулировку, обеспечив зазор между валиком и башмаком (при нажатии педали) в 1,5—2,5 мм. Проверяют зазор щупов через отверстие в дне машины. После регулировки гайки необходимо законтрить.



## 8.3. Электромашинки для стрижки и подравнивания волос

### Электромашинка ИП-35

Электромашинка ИП-35 состоит из корпуса (рис. 8.6), соединительного шнура с вилкой, электрического вибратора и стригущего блока, состоящего из неподвижной и подвижной гребенок, каретки, колпачка, регулятора высоты стрижки, силового винта для регулирования амплитуды движения якоря вибратора, встроенного выключателя. В комплект также входит масленка.

Вибратор состоит из статора и якоря, являющегося одновременно приводным устройством стригущего блока. Вибратор не создает помех радиоприему и обеспечивает минимальный уровень шума, не превышающий 53 дБ·А.

Стригущий блок обеспечивает высокую производительность и с помощью регулятора высоты позволяет выполнять все виды стрижки и филирования волос.



#### Примечание.

*Выпускавшиеся ранее машинки для стрижки волос Б-55 и ИП-5 имеют коллекторный электродвигатель, требующий ухода и периодической замены угольных щеток. Вибрационные электромашинки более долговечны.*

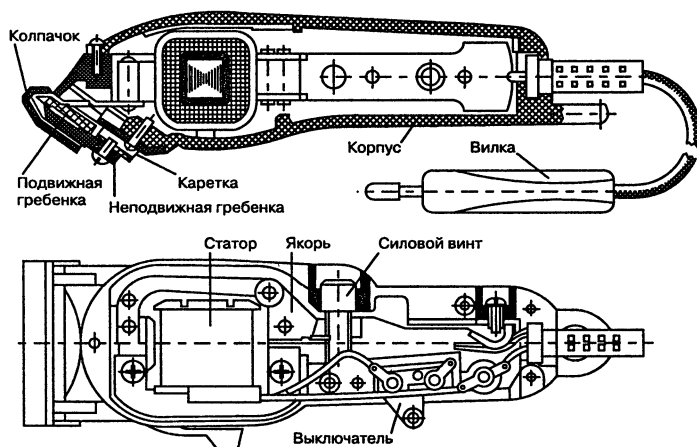


Рис. 8.6. Электромашинка типа ИП-35 для стрижки волос

На корпусе электромашинок имеются встроенный выключатель и устройство для подвески. Несъемный соединительный шнур со штепсельной вилкой имеет длину 2 м. Средний уровень громкости звука, создаваемый электромашинкой с двигателем коллекторного типа при работе, не должен превышать 63 дБ·А.

Электромашинки изготавливаются со съёмными ножами толщиной 0,5; 1,5 и 3 мм или с несъёмными ножами, обеспечивающими регулировку высоты стрижки без отключения электромашинки.

Электромашинка должна производить срезание волос без заеданий, пропусков и смятий при скорости движения до 500 мм/мин, а ширина срезания волос должна быть 35 мм.

Основные технические характеристики электромашинок приведены в табл. 8.3.

Основные технические характеристики электромашинок

Таблица 8.3

Тип	Б-55	ИП-5	ИП-35
Номинальное напряжение, В	127 или 220		220
Число ходов подвижного ножа в секунду	10	10	50
Длина, мм	215	200	200
Масса, г	850	850	550

## 8.4. Электрофены

### Назначение и характеристики

Электрофены предназначены для сушки и укладки волос. Их основные технические характеристики приведены в табл. 8.4.

Основные технические характеристики электрофенов

Таблица 8.4

Параметр	ФР, ФРН	ФП, ФПН	ФС, ФСН, ФСБ
Номинальная производительность, м <sup>3</sup> /мин	Не менее 0,16	0,4—1	Не менее 1
Число режимов нагрева	1	1; 2, 3	2; 3 или бесступенчатое регулирование
Масса, кг, не более	0,5	2	—

В обозначении типов фенов буквы означают:

- ♦ Ф — фен;
- ♦ Р — ручной;
- ♦ П — переносной;

- ♦ С — стационарный;
- ♦ Б — с бесступенчатым регулированием;
- ♦ Н — с насадками.

Фены рассчитаны на следующий цикл работы:

- ♦ длительность рабочего периода 1 ч;
- ♦ длительность отключенного состояния после 1 ч работы — 0,5 ч.

Температура воздуха, выходящего из фена, зависит от режимов нагрева, °С:

- ♦ слабый нагрев — +40;
- ♦ умеренный нагрев — +50;
- ♦ сильный нагрев — +60.



#### Примечание.

При бесступенчатом регулировании нагрева температура выходящего воздуха должна регулироваться от температуры окружающего воздуха до +60 °С.

Фены снабжены сетевым шнуром длиной 2,1 м. Уровень звука, измеренный на расстоянии 1 м от электроприбора, не должен быть более, дБ·А: 60 — для фенов с асинхронным электродвигателем, 63 — для фенов с электродвигателем коллекторного типа.

### Фен «Микма-400»

Фен «Микма-400» предназначен для сушки и укладки волос. Основные технические характеристики прибора «Микма-400» представлены ниже.

Основные технические характеристики

Таблица 8.5

Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт, не более	300
Длина прибора без насадки, мм	197
Длина прибора с насадкой, мм	318
Диаметр корпуса прибора, мм	49
Длина сетевого шнура, мм	2500
Время работы, мин, не более	30

Прибор работает следующим образом. При подключении к сети и нажмем на кнопку выключателя (рис. 8.7, а) который воздей-

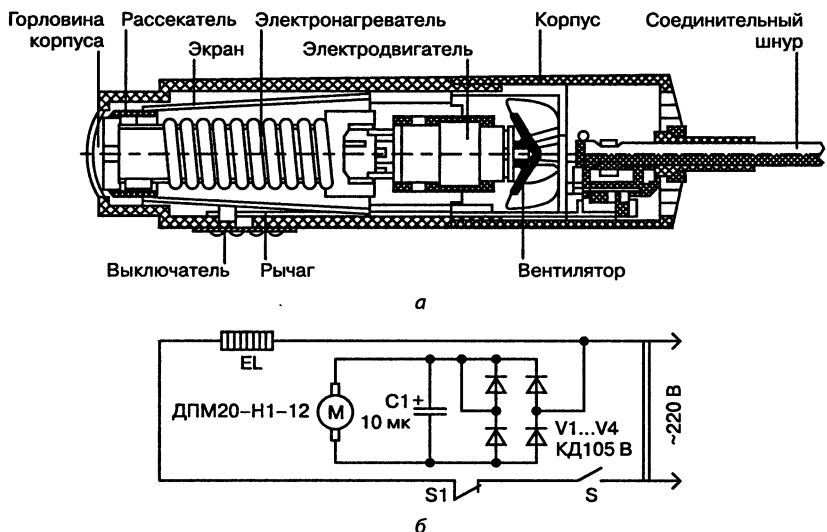


Рис. 8.7. Прибор «Микма-400»:  
а — конструкция; б — электрическая схема

ствуется на рычаг, включаются электродвигатель и электронагреватель. Вентилятор засасывает воздух через прорези в задней крышке и гонит его в корпус прибора.

Проходя через электронагреватель, воздух нагревается и через рассекатель поступает в насадку. Насадки навинчиваются на корпус.

Электрическая схема прибора представлена на рис. 8.7, б. На схеме обозначены: М — электродвигатель ДПМ20-Н1-12; EL — электронагреватель; С — конденсатор емкостью 10 мкФ; V — диоды типа КД105 В; S — выключатель; S1 — термоконт.



#### Примечание.

При перегреве (например, при перекрытии воздушных каналов) прибор с помощью термодатчика автоматически отключается и включается снова после кратковременного охлаждения.

## 8.5. Вибромассажные электроприборы

### Назначение и характеристики

Вибромассажные электроприборы предназначены для спортивного, лечебного и косметического массажа мышц, кожи тела, лица

и головы. Их основные технические характеристики приведены в табл. 8.6.

Основные технические характеристики  
вибрационных массажных электроприборов

Таблица 8.6

Характеристики	ВМП-1	ЭМА-2М	Тонус
Номинальное напряжение, В	127/220	220	220
Потребляемая мощность, Вт	7,5	14	60
Габаритные размеры, мм	175×125×63	153×54×81	770×390×950
Масса, кг	0,65	0,7	14 (с подставкой)

### Вибромассажный прибор ВМП-1

Вибромассажный прибор ВМП-1 (рис. 8.8) состоит из разъемного пластмассового корпуса, внутри которого вмонтирован электромагнитный вибратор. На ручке прибора установлены выключатель и переключатель напряжения сети. Соленоидная катушка вибратора с подвижным сердечником сообщает вибрацию рабочим насадкам.

Частота колебаний сердечника равна частоте переменного тока электросети (50 Гц), амплитуда вибраций меняется с помощью пружины

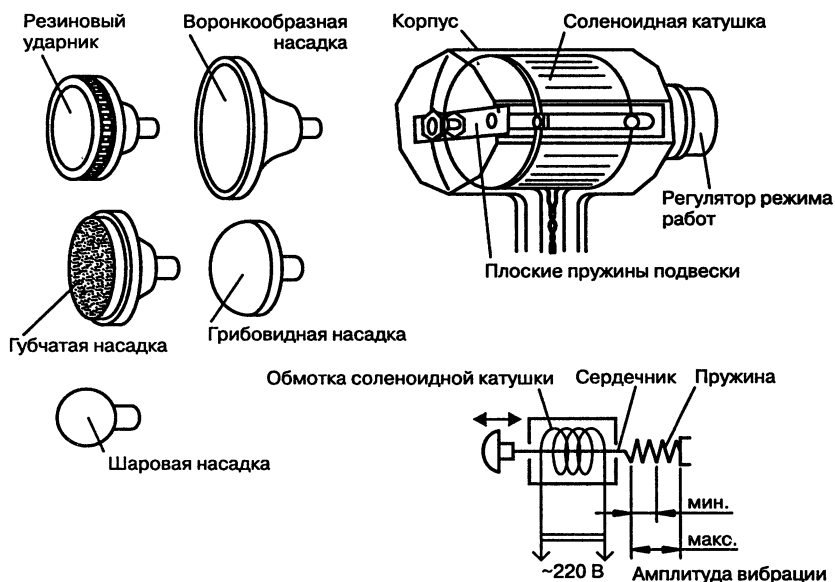


Рис. 8.8. Конструкция вибромассажного прибора ВМП-1

жинного регулятора режима работы под воздействием обмотки соленоидной катушки.

Прибор снабжен комплектом сменных насадок. Губчатая, воронкообразная, шаровая насадки, резиновый ударник служат для косметического массажа. Грибовидная пластмассовая насадка — для более энергичного массажа мышц, связок и сухожилий.

Сменные насадки навинчены на ось прибора с левой стороны. С правой стороны прибора расположен регулятор режима работы. Интенсивность вибрации регулируется вращением головки регулятора по часовой стрелке. Пружина регулятора режима работы воздействует на сердечник, находящийся внутри соленоидной катушки. Ход сердечника ограничивается плоскими пружинами-подвесками.

### Вибромассажный прибор ЭМА-2М

Вибромассажный прибор ЭМА-2М (рис. 8.9) предназначен для различных видов массажа. Он состоит из корпуса, внутри которого

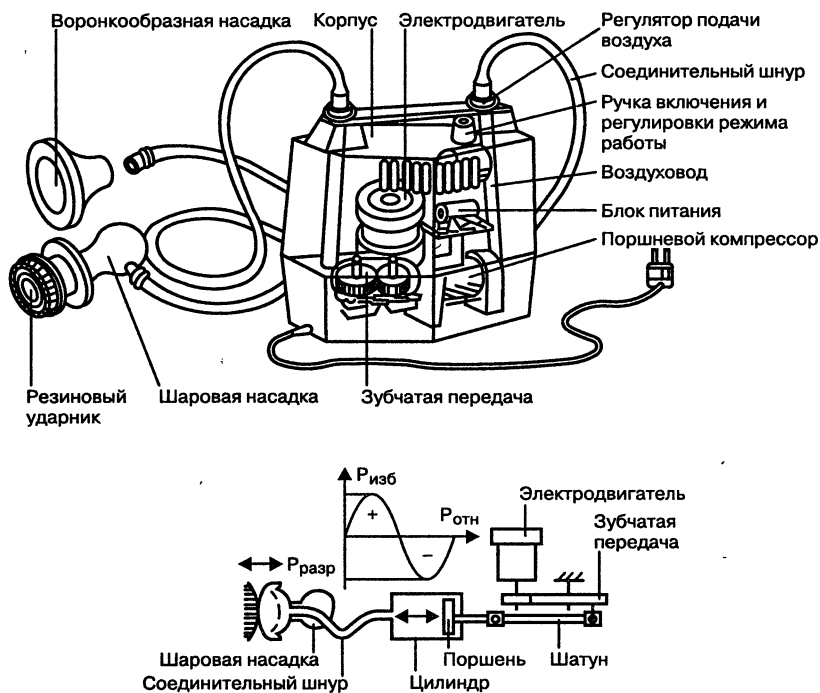


Рис. 8.9. Конструкция вибромассажера ЭМА-2М

расположены электродвигатель, компрессор, соединенный с валом электродвигателя зубчатой передачей, блок питания, воздухопровод с регулятором подачи воздуха. По соединительному шлангу воздух подается в насадки. Прибор включают и регулируют режим работы ручкой.

Массаж ведется пневмовакuumным и механическим способами. Пульсирующее давление воздуха в рабочих насадках создается с помощью поршневого компрессора, приводимого в действие электродвигателем. В зависимости от положения поршня в цилиндре компрессора в насадках возникает избыточное давление или разрежение. Частота воздушного потока регулируется от 10 до 25 Гц. Предусмотрена также регулировка амплитуды вибраций.

Для пневмовакuumного массажа служат насадки двух видов:

- ♦ шаровая насадка для энергичного массажа отдельных мышц, сухожилий и связок, поверхности всего тела;
- ♦ воронкообразная резиновая насадка, смягчающая вибрацию и применяемая для более щадящего массажа.

Энергичный механический ударный вибромассаж осуществляется с помощью резинового ударника.

## 8.6. Ремонт электробритв

### Общие сведения об электробритвах

Электробритвы подразделяются на следующие типы:

БЭВ — электробритва с вращательным движением ножей и работой непосредственно от сети питания;

- ♦ БЭВ (У) — электробритва с вращательным движением ножей и работой от универсального источника питания или от автономного источника;
- ♦ БЭВТ — электробритва с вращательным движением ножей и работой от бортовых систем питания транспортных средств;
- ♦ БЭП — электробритва с возвратно-поступательным движением ножей и работой непосредственно от сети переменного тока;
- ♦ БЭП (У) — электробритва с возвратно-поступательным движением ножей и работой от универсального источника питания и от автономных источников.

## Основные параметры электробритв

Потребляемая мощность составляет, как правило, 10 Вт.

Масса (без учета шнура питания и защитного колпачка) должна быть не более 0,3 кг.

Электродвигатели в бритвах применяют следующих типов:

- ♦ электромагнитные вибраторы;
- ♦ коллекторные электродвигатели;
- ♦ импульсные двигатели с кулисным механизмом;
- ♦ микродвигатели с автономным питанием от аккумулятора или выпрямительного устройства.

Корпуса электрических бритв изготавливают из фенопласта, аминопласта, пластика СНП, сополимера, этрола, полистирола, пластика АБС и др.

Сетчатые неподвижные ножи бритв изготавливают из никеля и сплава никель-кобальт. Они имеют более 2000 прорезей. Толщина сетки 0,06 мм.

Круглые неподвижные ножи бритв изготавливают из стали 30X13 или 40X13. Количество прорезей в зависимости от модели бритвы 54—80. Толщина ножа 0,05—0,11 мм.

Круглые подвижные ножи — изготавливают из стали У10А, У7А, У9А, 30X13, 60X13 и др. Частота вращения ножей 3000—4000 мин<sup>-1</sup>.

Гребенчатые ножи изготавливают из стали У7А или У10А. Толщина ножей 0,1—0,2 мм. Количество прорезей 180—352.

При работе бритвы ножи совершают 6000—10000 двойных ходов в минуту.

Соединительные шнуры применяют прямые и спиральные, съемные и несъемные. Шнуры армированы вилками.

Автомобильные бритвы имеют специальный разъем и вилку-переходник или разъемный штекер для подключения к бортовой сети автомобиля. Длина шнура 1,7—2 м.

Футляры электробритв изготавливают из кожзаменителя, пластмассы, ударопрочного полистирола, дерева. Металлические футляры обтянуты искусственной кожей или галантерейной пленкой.

Существующие модели электробритв по конструкции ножевого блока можно разделить на два основных типа:

- ♦ бритвы с возвратно-поступательным движением подвижных ножей (с гребенчатыми, сетчатыми и комбинированными ножами);
- ♦ бритвы с вращательным движением подвижного ножа (с круглыми и тарельчатыми ножами).



## Электробритвы с импульсным двигателем

К этим бритвам относятся модели «Нева», «Нева-3», «Нева-3к» и «Нева-302».

Электробритва «Нева-3» (рис. 8.10, а) состоит из разъемного пластмассового корпуса ножевого блока, волосоулавливателя, защитного колпачка и электродвигателя.

Съемный соединительный шнур армирован штепсельной вилкой и колодкой для включения в электробритву и переключения ее на напряжение 127 или 220 В. Если двигатель после включения шнура в розетку не начнет работать, то его следует запустить пускателем, который упирается в диск ротора. Двигатель электробритвы останавливается только при вынимании вилки шнура из розетки электросети.

Движение ножевому блоку передается через эксцентрик, насаженный на вал ротора, и кулисный механизм.

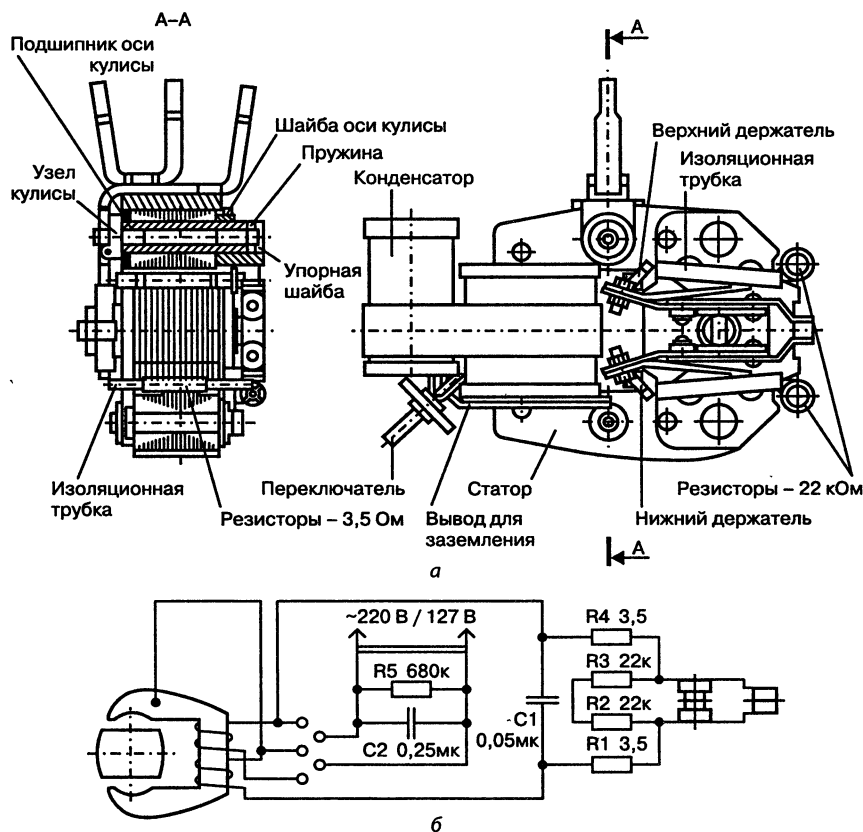


Рис. 8.10. Электробритва «Нева-3»: а — электродвигатель; б — электрическая схема

Электрическая схема бритвы показана на рис. 8.10, б. На схеме обозначены: R1, R4 — резисторы сопротивлением по 3,5 Ом; R2, R3 — резисторы сопротивлением по 22 кОм; R5 — резистор сопротивлением 680 кОм; C1 — конденсатор емкостью 0,05 мкФ; C2 — конденсатор емкостью 0,25 мкФ.

Данные обмоток электродвигателя бритв «Нева-3» и «Нева-302»:

- ♦ марка провода ..... ПЭВ-1;
- ♦ диаметр провода, мм ..... 0,12;
- ♦ число витков в каждой катушке, шт. .... 1760 ± 10;
- ♦ частота вращения ротора двигателя, мин.<sup>-1</sup> ..... 6000—8000.

Для разборки бритвы «Нева-3» снимают с волосоулавливателя защитный колпачок. Снимают волосоулавливатель с корпуса бритвы легким сжатием его выступов. Отжимают вниз с двух сторон пружинные зажимы ножевого блока и снимают ножевой блок. Отворачивают четыре винта, снимают крышку и вынимают из корпуса пускатель, пружину пускателя и электродвигатель.

Для чистки ножевого блока бритвы снимают защитный колпачок, волосоулавливатель, отжимают вниз зажимы (держатели) ножевого блока и снимают ножевой блок. Петлеобразным концом ершика осторожно выворачивают подвижной нож примерно на треть длины, а затем вынимают его из ножевого блока, подвижные и неподвижные ножи промывают в спирте или бензине и прочищают ершиком.



#### Совет.

*Чтобы ножи не перепутать, их следует чистить поочередно.*

После чистки смазывают маслом нижнюю часть подвижных ножей в местах соприкосновения с шариками и вставляют их в неподвижные ножи так, чтобы вырез подвижного ножа совпал с поперечной риской на колодке неподвижного ножа.



#### Примечание.

*При установке ножевого блока на бритву необходимо следить за тем, чтобы рожки кулисы свободно проходили через окна подвижных ножей и выступали из них.*

Для обеспечения нормальной работы бритвы и для уменьшения перегрева электродвигателя его рекомендуется раз в три месяца смазывать и регулировать. Для этого снимают защитный колпачок, воло-

соулавливатель и ножевой блок, отворачивают четыре винта, соединяющие корпус бритвы, вскрывают корпус и вынимают пускатель, а затем электродвигатель. В снятом двигателе зачищают контакты блока-прерывателя в местах их соприкосновения. Для этого поворачивают ротор двигателя с таким расчетом, чтобы контакты сомкнулись, и мелкозернистой наждачной бумагой, сложенной так, чтобы ее рабочая поверхность была с двух сторон, очищают от нагара места соприкосновения контактов. После этого проверяют щупом (калибром) зазор между контактами, который должен быть 0,3—0,5 мм.

Регулировать зазор, давление и параллельность контактов следует, подгибая держатели контактов. После регулировки смазывают подшипники вала двигателя. Для этого аккуратно закапывают по две капли масла в верхний и нижний подшипники.



#### Совет.

*Чтобы масло прошло внутрь, несколько раз проворачивают рукой ротор двигателя.*

Однако подшипники лучше шприцевать смазкой ЦИАТИМ-201 или ей подобной. Для этого торцовым ключом освобождают винт на оси ротора двигателя, вынимают ее и в отверстия на оси ротора набивают смазку.

Для разборки электродвигателя снимают упорную шайбу, пружину, шайбу оси кулисы и вынимают узел кулисы из подшипника оси кулисы. Снимают изоляционную ленту, отпаивают конденсатор, переключатель, резисторы. Отворачивают два винта крепления панелей, стопорный винт, которым закреплен ротор. Вынимают и снимают со статора нижнюю и верхнюю панели.

Для замены статорных катушек разбирают бритву, снимают упорную шайбу, снимают с оси кулисы пружину и капроновую шайбу. Вынимают узел кулисы из подшипника, снимают с кулисы резиновую прокладку и кулису, снимают изоляционную ленту, крепящую конденсатор, и отворачивают два винта крепления панелей. Отпаивают конденсатор, переключатель, два резистора и вынимают статор. Устанавливают новый статор с катушками и прикрепляют его к панелям винтами. Центруют ротор в статоре. Припаивают к катушкам выводы конденсатора, резисторов и переключателя. Места пайки закрашивают лаком и накладывают изоляционную ленту. Устанавливают узел кулисы и собирают бритву.

Схемотехника некоторых отечественных электробритв показана на рис. 8.11.

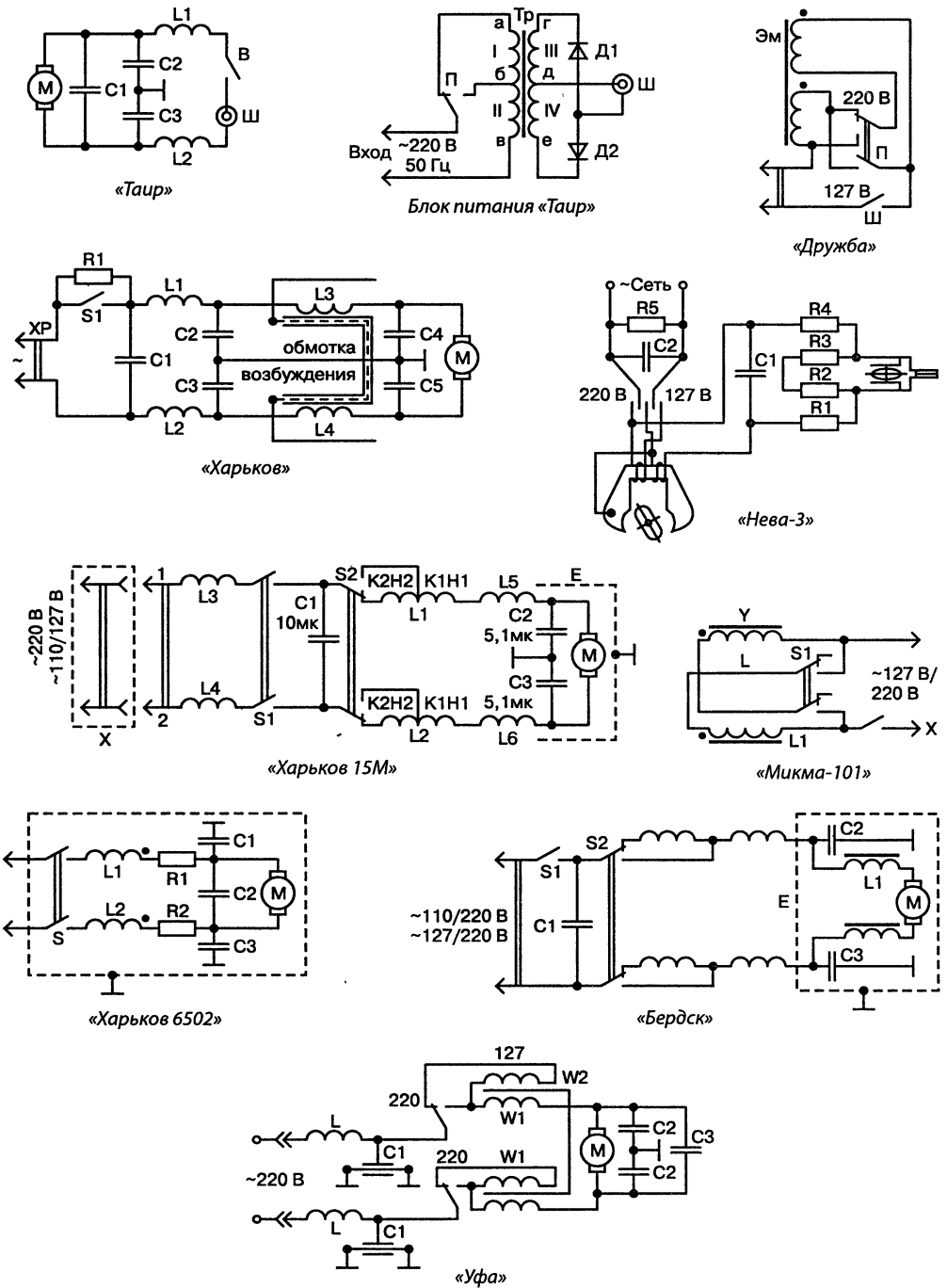


Рис. 8.11. Схематехника некоторых отечественных электробритв

### Приборы и станции для определения дефектов электробритв

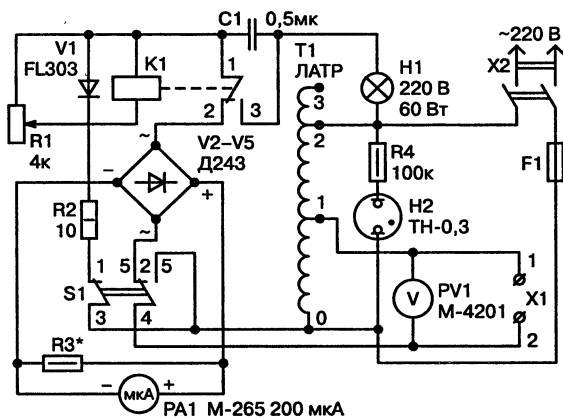
Электрическая схема прибора включает автотрансформатор Т1 (рис. 8.12) типа ЛАТР, выпрямительный мост V2—V5 с измерительным прибором PA1, защитное устройство с реле K1. Лампа H2 служит для контроля включения прибора, а H1 сигнализирует о коротком замыкании. Конденсатор C1 предотвращает искрение на контактах 1 и 3 реле K1. Разъем X1 служит для подключения электробритвы, а X2 — для подключения прибора к сети.

На схеме обозначены: Т1 — автотрансформатор типа ЛАТР; С1 — конденсатор емкостью 0,5 мкФ; R1 — проволочный резистор сопротивлением 4000 Ом; R2 — резистор сопротивлением 10 Ом; R3 — резистор (сопротивление подбирается при настройке); R4 — резистор сопротивлением 100 кОм; K1 — реле РКН; 14500 витков, 1000 Ом; V1 — диод FL303; V2—V5 — диоды Д243; PA1 — миллиамперметр М-265 200 мкА; PV1 — вольтметр М-4201; H1 — лампа 220 В, 60 Вт; H2 — лампа ТН-0,3; F1 — предохранитель; X1, X2 — разъемы.

В прибор включают для проверки электробритвы:

- ♦ с коротким замыканием в ее цепи;
- ♦ с потребляемым током, большим, чем ток срабатывания реле K1.

При этом контакты 1 и 3 реле замыкаются. При этом загорается лампа H1, сигнализируя о неисправности. При замыкании контактов 4 и 5 тумблера измерительный прибор PA1 отключается.



K1 — реле РКН/п, 14500 витков, 1000 Ом;

Рис. 8.12. Электрическая схема прибора для определения дефектов электробритв и их проверки после ремонта

При отыскании места обрыва электрической цепи бритвы используется обычный пинцет, который необходимо изолировать лентой ПВХ. С помощью измерительного прибора РА1 определяется место обрыва.

Кроме того, прибором можно пользоваться как омметром, изготовив присоединительные проводники со щупами. При этом ручку ЛАТР устанавливают на «0», выход прибора (разъем Х1) закорачивают проводником и перемещением ручки трансформатора добиваются полного отключения стрелки измерительного прибора. Далее прибором пользуются, как обычным омметром.

Миллиамперметр М-265 можно заменить любым другим стоком полного отклонения 150—200мкА (при этом необходимо подобрать номинал шунтирующего резистора R3).

Испытательная станция ИП-29 обеспечивает полный комплекс контрольных испытаний электрических бритв. В комплект испытательной станции входят: измерительный стенд, обкаточный стенд с ложементом для укладки электробритв, универсальная пробойная установка УПУ-1-М (или ей подобная) со специальной испытательной камерой, комбинированный прибор Ц4312 (авометр) и мегомметр М503М. Основные параметры станции приведены в табл. 8.7.

Основные параметры станции ИП-29

Таблица 8.7

Параметр	Измерительный стенд	Обкаточный стенд
Номинальное напряжение питания, В	127 или 220	127 или 220
Потребляемая мощность, Вт	60	300
Масса, кг	25	20
Габаритные размеры, мм	300×400×700	300×300×800
Измеряемое напряжение питания электробритв, В	0—250 (плавно), переменный ток	—
	0—15, постоянный ток	—

Измерительный, обкаточный стенды и пробойная установка имеют индикаторные лампы, показывающие наличие напряжения.

В обкаточный стенд вмонтировано реле времени на установленное время 10 мин, позволяющее производить обкатку и автоматическое отключение десяти электробритв напряжением 220 В переменного тока и двух электробритв напряжением 127 В постоянного тока.

Испытательная камера с универсальной пробойной установкой обеспечивает проверку качества изоляции напряжением до 10 кВ в течение 1 мин. При открывании крышки камеры происходит автоматическое отключение установки.

## 8.7. Сайты по ремонту домашней электротехники

<a href="http://www.my-vacuumcleaner.ru/">http://www.my-vacuumcleaner.ru/</a>	Ремонт пылесосов в Москве
<a href="http://www.exremont.ru/">http://www.exremont.ru/</a>	Ремонт пылесосов в Москве
<a href="http://www.777-0-777.ru/">http://www.777-0-777.ru/</a>	Ремонт бытовой техники в Санкт-Петербурге
<a href="http://emarket.ua/">http://emarket.ua/</a>	Сервисный центр Rainbow в Киеве, ремонт пылесосов
<a href="http://www.sovinservice.ru/">http://www.sovinservice.ru/</a>	ООО РТЦ «Совинсервис» — сеть по ремонту бытовой техники в России
<a href="http://www.krilasovrv.ru/">http://www.krilasovrv.ru/</a>	Статьи по ремонту пылесосов
<a href="http://ralkouv.ru/">http://ralkouv.ru/</a>	Статьи по ремонту пылесосов
<a href="http://www.mastera.in.ua/">http://www.mastera.in.ua/</a>	Статьи по ремонту бытовой техники
<a href="http://pylesosim.ru/">http://pylesosim.ru/</a>	Ремонт и неисправности пылесосов
<a href="http://www.techno-in-build.ru/">http://www.techno-in-build.ru/</a>	Ремонт пылесоса Samsung
<a href="http://www.lobiv.ru/">http://www.lobiv.ru/</a>	Статьи по ремонту пылесосов
<a href="http://www.exremont.ru/">http://www.exremont.ru/</a>	Статьи по ремонту пылесосов
<a href="http://www.service-galaktika.ru/">http://www.service-galaktika.ru/</a>	Технология и организация ремонта пылесосов
<a href="http://pylesosim.ru/">http://pylesosim.ru/</a>	Статьи по ремонту пылесосов
<a href="http://www.dom-prosto.ru/">http://www.dom-prosto.ru/</a>	Ремонт пылесосов
<a href="http://electromaster.ru/">http://electromaster.ru/</a>	Ремонт электрических гладильных машин
<a href="http://sko4.ru/">http://sko4.ru/</a>	Ремонт электрических гладильных машин
<a href="http://bodybest.ru/">http://bodybest.ru/</a>	Электромашинка для стрижки волос
<a href="http://www.goodproducts.ru/">http://www.goodproducts.ru/</a>	Сайты по стрижке волос
<a href="http://www.magnetov.ru/">http://www.magnetov.ru/</a>	Электромашинка для стрижки волос
<a href="http://www.machnevaa.ru/">http://www.machnevaa.ru/</a>	Ремонт электробритв
<a href="http://www.smikam.ru/">http://www.smikam.ru/</a>	Ремонт электробритв
<a href="http://electroscheme.org/">http://electroscheme.org/</a>	Ремонт электробритвы «Харьков»
<a href="http://torg.mail.ru/">http://torg.mail.ru/</a>	Как выбрать электробритву

## РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

*Современный быт не представляется без холодильников и морозильников. Они обеспечивают сохранность, как продуктов, так и блюд, уже приготовленных. В главе рассмотрены вопросы устройства, эксплуатации и ремонта бытовых холодильников.*

### 9.1. Электрическое оборудование холодильников

#### Основные группы электрооборудования холодильников

К электрическому оборудованию бытовых холодильников относятся следующие приборы:

- ♦ **во-первых**, электрические нагреватели:
  - для обогрева генератора в абсорбционных холодильных агрегатах;
  - для предохранения дверного проема низкотемпературной (морозильной) камеры от выпадения конденсата (запотевания) на стенках;
  - для обогрева испарителя при полуавтоматическом и автоматическом удалении снежного покрова;
- ♦ **во-вторых**, электродвигатель компрессора (это относится к компрессионным холодильникам);
- ♦ **в-третьих**, проходные герметичные контакты для соединения обмоток электродвигателя с внешней электропроводкой холодильника через стенку кожуха мотор-компрессора;
- ♦ **в-четвертых**, осветительная аппаратура, предназначенная для освещения холодильной камеры;
- ♦ **в-пятых**, вентиляторы;



- для обдува конденсатора холодильного агрегата воздухом (при использовании в холодильниках конденсаторов с принудительным охлаждением);
- для принудительной циркуляции воздуха в камерах холодильников.

К приборам автоматики бытовых холодильников относятся:

- ♦ датчики-реле температуры (терморегуляторы) для поддержания заданной температуры в холодильной или низкотемпературной камере бытовых холодильников;
- ♦ пусковое реле для автоматического включения пусковой обмотки электродвигателя при запуске;
- ♦ защитное реле для предохранения обмоток электродвигателя от токов перегрузки;
- ♦ приборы автоматики для удаления снежного покрова со стенок испарителя.

### Электродвигатели

Для привода герметичных компрессоров и работы в среде хладагента и масла применяются однофазные асинхронные встраиваемые электродвигатели с короткозамкнутым ротором, без подшипниковых щитов и вала.

Они выпускаются на номинальное напряжение 127 или 220 В (допустимое отклонение напряжения от  $-15$  до  $+10$  %) мощностью 60, 90, 120 Вт. Частота вращения 1500 и 3000 об/мин.

Электродвигатели предназначены для работы в среде хладагента — хладона (фреона)-12 или хладона (фреона)-22 — и рефрижераторного масла.

В бытовых холодильниках применяются следующие электродвигатели:

- ♦ ЭД, ЭД-21, ЭД-23, ЭДП-24, ЭДП-125, ДМХ-2-120, ДХМ-5 и др. \$
- ♦ а также электродвигатели, работающие в среде озонобезопасного хладагента.

Для пуска электродвигателей и защиты их в аварийных режимах предусматривается применение пускозащитной аппаратуры.



#### Примечание.

*Направление вращения ротора однофазного асинхронного электродвигателя, если смотреть со стороны выводных концов статора, левое.*

Электродвигатель холодильника в нормальных условиях работает циклично, т. е. через определенные промежутки времени включается и выключается.



**Определение.**

*Отношение части цикла, в продолжение которой электродвигатель работает, к общей продолжительности цикла называют коэффициентом рабочего времени.*

Чем он больше (при постоянной температуре в помещении), тем ниже температура в холодильной камере и тем больше будет среднечасовой расход электроэнергии.

Определенную цикличность в работе холодильника (коэффициент рабочего времени) обеспечивает датчик-реле температуры — прибор, с помощью которого регулируется температура в шкафу холодильника.

Работает электродвигатель следующим образом. На статоре расположены две обмотки:

- ♦ рабочая;
- ♦ пусковая.

Переменный ток, протекая по рабочей обмотке, создает переменное магнитное поле, наводящее токи в короткозамкнутом роторе двигателя. Электромагнитная сила, возникающая в результате взаимодействия магнитного поля с токами ротора, взаимно уравновешивается, благодаря чему ротор не двигается.

Для образования вращающего магнитного поля применяют дополнительную пусковую обмотку. При включении обеих обмоток образуется вращающееся магнитное поле, которое увлекает за собой ротор.



**Примечание.**

*Когда частота вращения ротора достигает 75—80 % скорости вращающегося магнитного поля в рабочей обмотке, пусковая обмотка отключается. Для отключения обмотки используется пусковое реле.*

Статор электродвигателя состоит из таких элементов:

- ♦ пакета, собранного из отдельных стальных пластин;
- ♦ рабочей и пусковой обмоток, расположенных секциями в пазах пакета.

Ротор электродвигателя состоит из сердечника, собранного из отдельных стальных пластин, пазы которого залиты алюминиевым сплавом, образующим с обеих сторон проводники, накоротко замкнутые кольцами.

### Проходные герметичные контакты

Электродвигатель мотор-компрессора холодильного агрегата питается через проходные герметичные контакты, установленные в крышке кожуха мотор-компрессора.

Контакты представляют собой три токопроводящих стержня (рис. 9.1), залитых специальным стеклом в общий стальной корпус, приваренный к крышке кожуха.



#### Примечание.

*Стекло хорошо сцепляется с металлом и обеспечивает герметичность кожуха. Кроме того, стекло — хороший электроизолятор.*

Расположение контактов бывает различным. Выходные концы обмоток электродвигателя присоединены к контактам внутри кожуха мотор-компрессора. Проходные контакты при изготовлении испытывают на электрическую прочность напряжением 1000 В, а также на прочность и плотность в воде давлением воздуха 1470 МПа в бронебанне. Там же проверяют прочность кожуха мотор-компрессора после приварки крышек.

С внешней стороны кожуха на проходные контакты для соединения с электропроводкой агрегата надевают специальные съемные зажимы или колодки.

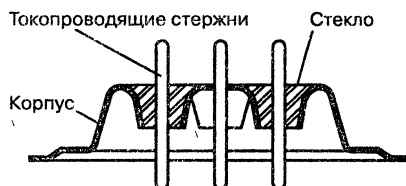


Рис. 9.1. Проходные контакты

### Осветительная аппаратура

Осветительная аппаратура холодильника состоит из таких элементов:

- ♦ электрического патрона с лампой накаливания;
- ♦ выключателя.

**Примечание.**

*Проводка с аппаратурой включена в электрическую цепь холодильника параллельно проводке, питающей электродвигатель компрессора (или нагреватель генератора в абсорбционном холодильнике), и действует независимо от работы электродвигателя или генератора.*

В бытовых холодильниках применяются электропатроны специальной конструкции, которые при возможном увлажнении предотвращают замыкание цепи.

Электролампы применяют мощностью 15—25 Вт (в зависимости от объема камеры) с латунным или алюминиевым цоколем типа Р-14 или Р-27.

Во многих холодильниках электролампа закрыта плафоном или ограждена защитным устройством, предохраняющим ее от повреждений.

Лампа включается автоматически при открывании двери холодильника и выключается при закрывании.

Выключатель электролампы обычно расположен в простенке между корпусом шкафа и камерой и закреплен на облицовочной накладке. Кнопка выключателя выступает наружу и при закрытой двери шкафа упирается во внутреннюю панель. Контакты выключателя нормально замкнуты.

## Вентиляторы

Во многих зарубежных холодильниках большого объема, двухкамерных холодильниках, морозильниках установлены вентиляторы, предназначенные для принудительного охлаждения конденсатора. Вентилятор работает одновременно с мотор-компрессором, автоматически включаясь и выключаясь при помощи терморегулятора. Мощность вентилятора 10—15 Вт.

Во многих холодильниках (особенно в морозильниках и двухкамерных холодильниках) также применяют вентиляторы для принудительной циркуляции воздуха в камерах.

В одних случаях вентилятор устанавливают в двухкамерных холодильниках возле испарителя в низкотемпературной камере, и он через воздушные каналы, соединяющие обе камеры, подает холодный воздух в холодильную камеру.

В других случаях вентиляторы (один или два) устанавливаются в воздушных каналах. Вентиляторы автоматически выключаются и включаются при открывании и закрывании двери камеры (независимо от работы мотор-компрессора) при помощи кнопочных выключателей, действующих аналогично выключателям освещения камеры. Вентилятор герметичен, бесшумен и надежен в работе.



#### Примечание.

*В противоположность дверному выключателю выключатель вентилятора имеет контакты, разомкнутые в свободном состоянии, поэтому при открывании двери вентилятор выключается, а при закрывании включается.*

## Приборы автоматики

Манометрические датчики-реле температуры (терморегуляторы) предназначены для поддержания заданной температуры в холодильной или низкотемпературной камере бытового холодильника.

Применяются датчики-реле различных типов и модификаций: АРТ-2, АРТ-24, Т-110, Т-11, Т-130, Т-132, Т-144, Т-145 и др.

Унифицированный ряд приборов типа АРТ дан в табл. 9.1.

Температурные параметры прибора типа АРТ

Таблица 9.1

Прибор	Холодный режим, °С		Средний режим, °С		Теплый режим, °С	
	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов
АРТ-2-1	Не выше -16	-	-13,5...-11	-6,5...-4	-9,5	0
АРТ-2-2	-14,5...-12	-6,5...-4	-	-	-7,5	2,5
АРТ-2-3	-16...-13,5	-8...-5,5	-	-	-8,5	1
АРТ-2-4	-17,5...-15	-9,5...-7	-	-	-10	0,5
АРТ-2-5	-18,5...-16	-10,5...-8	-	-	-11,5	0,5
АРТ-2А-1	-11...-13,5	-7,5...-10	-	-	-	1
АРТ-2А-2	-9...-11,5	-5,5...-9	-	-	-	1

Датчики-реле температуры АРТ-2 имеют большое распространение. Их выпускают пяти модификаций. Они предназначены для компрессионных бытовых холодильников.

Приборы АРТ-2А предназначены для абсорбционных бытовых холодильников. Их выпускают двух модификаций. Масса прибора 0,25 кг. Длина соединительного капилляра в приборе АРТ-2 равна

0,6 м, в приборе АРТ-2А — 1 м. Длина капилляра, контактируемого с испарителем, должна быть не менее 60 мм от места холодного спая.

При повышении температуры в капиллярной трубке (рис. 9.2), прижатой к стенке испарителя, давление хладона-12, находящегося в трубке сильфона, увеличивается и сильфон растягивается. Дно сильфона сжимает пружину, а выступ на дне поворачивает рычаг вместе с тягой. Тяга, нажимая на винт, будет поворачивать рычаг вокруг оси против часовой стрелки.

Сила  $P$ , возникающая под действием перекидной пружины, имеет одну из составляющих  $P'$ , которая в положении А направлена вверх. При переходе точки  $O_3$  в положение  $O_3$  эта составляющая будет равна нулю, а при дальнейшем движении рычага составляющая  $P'$  изменит направление на обратное и контакты резко опустятся и замкнут электрическую цепь (положение Б).

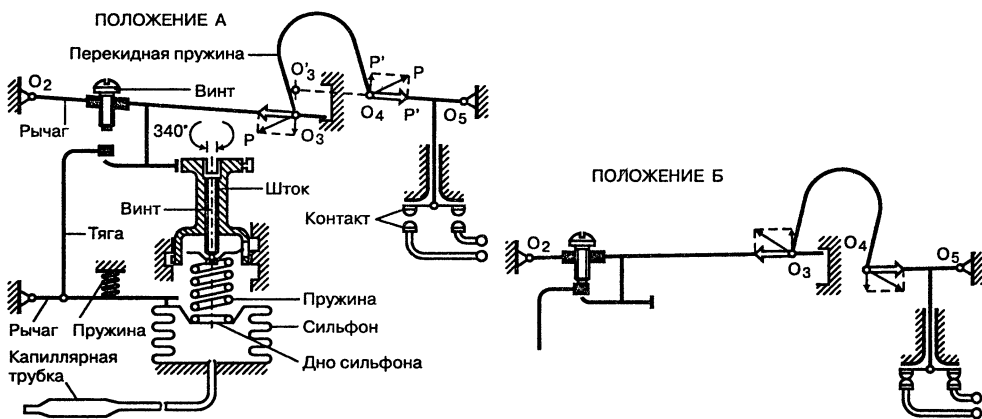


Рис. 9.2. Схема работы датчика-реле температуры АРТ-2

При понижении температуры в капиллярной трубке взаимодействие частей прибора происходит в обратном порядке под действием сильфона и пружины. Температура включения и отключения регулируется натяжением пружины с помощью штока, винта и гайки.

Аналогично датчику-реле АРТ-2 имеются приборы типа Т-110 четырех модификаций на номинальное напряжение 220 В и номинальный ток 6 А. Унифицированный ряд бесшкальных приборов состоит из трех типов и восьми модификаций (табл. 9.2).

Температурный режим бесшкальных приборов

Таблица 9.2

Условное обозначение и модификация приборов	Верхняя уставка (наименьший холод), °С		Средняя уставка, °С		Нижняя уставка (наибольший холод), °С		Температура контактов сигнализации на верхней уставке, °С
	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	
T110-1	Не выше 0	-	-6±1,3	-14±1,3	-	Не выше -18	-
T110-2	Не выше 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не выше -15	-
T110-3	Не выше -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не выше -24,5	-
T110-4	Не выше -1	-	+5±1,3	+1±1,3	-	Не выше -4	-
T110-5	+1,5-4	-	-	-	-	Не выше -12	-
T130	+4±1,3	+10±1,5	-	-	+4±1,3	Не выше -15	-
T144-1	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	Не выше -28	-15±2
T144-2	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	-	-15±2
T111-1	Не выше 0	-	-7±1,3	-14±1,3	-	Не выше -18	-
T111-2	Не выше 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не выше -15	-
T111-3	Не выше -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не выше -24,5	-
T111-5	+2,7±1,3	+1,3±1,5	-	-	-	Не выше -12	-
132-1	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	-22,5±2	-
132-1B	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	-22,5±2	-
132-2	+5±1,5	-11±2	-	-	+5±1,5	-21±1,5	-
145H	-	-20±2	-	-	-20±1,5	-27±1,5	-16±1,5
145B	-	-20±2	-	-	-20±1,5	-27±1,5	-16±1,5

К первому типу, имеющему пять модификаций, относятся датчики-реле температуры Т-110, предназначенные для бытовых холодильников обычного исполнения.

Датчики-реле температуры Т-130 второго типа устанавливают в двухкамерных бытовых холодильниках. Отличительной особенностью этого прибора является замыкание контактов на обеих установках при температуре  $4 \pm 1,3$  °С.



#### Примечание.

*Температура размыкания контактов зависит от зоны нечувствительности, определяемой потребителем (прибор с регулируемой зоной нечувствительности).*

С помощью прибора Т-130 можно в каждом цикле работы компрессора (без дополнительных приборов управления оттаиванием) автоматически оттаивать иней с поверхности испарителя, установленного в отделении для хранения охлажденных пищевых продуктов. В настоящее время взамен прибора Т-130 выпускается прибор 132-1 В.

Датчики-реле температуры Т-144 третьего типа используют для управления температурным режимом и сигнализации аварийного режима бытовых низкотемпературных холодильников (морозильников).



**Примечание.**

*Существенное отличие этого прибора заключается в наличии дополнительной контактной группы, которая обеспечивает сигнализацию аварийного режима при повышении температуры контролируемой среды выше допустимого значения.*

В настоящее время вместо прибора Т-144 выпускаются приборы Т-145. В электрической сети приборы подключаются с помощью штепсельных гнезд. Коммутируемая мощность контактного устройства приборов этого ряда 500 В·А. Масса прибора не более 0,1 кг.

Датчик-реле температуры Т-110. Наиболее распространенным является датчик-реле температуры Т-110 (ТРХ).

Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе (рис. 9.3) и состоит из следующих основных частей:

- ♦ термочувствительной системы;
- ♦ узла настройки температуры замыкания контактов;
- ♦ механизма переключения контактов;
- ♦ колодки с контактной группой, выводными клеммами и винтом настройки дифференциала.

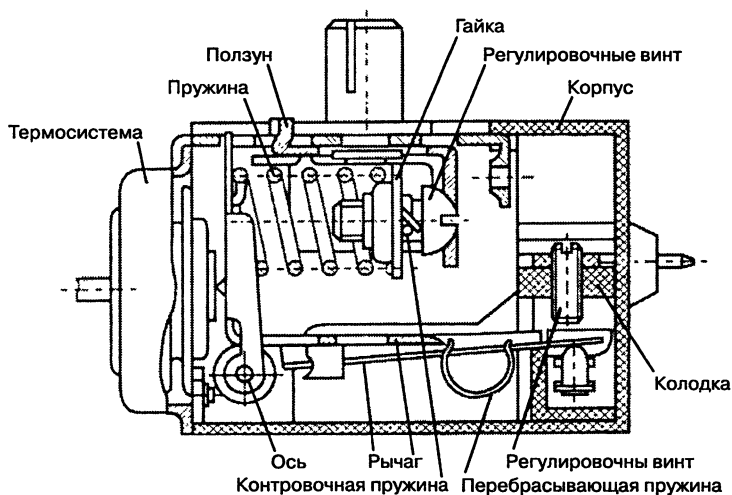


Рис. 9.3. Датчик-реле температуры Т-110



**Определение.**

*Дифференциалом терморегулятора называют разность между температурой размыкания и замыкания контактов (при определенном натяжении основной пружины).*

Чем меньше дифференциал прибора, тем в более узких пределах будет поддерживаться заданная температура. В терморегуляторах бытовых холодильников этот узел используют только для заводской регулировки прибора. Во многих конструкциях терморегуляторов он отсутствует. Дифференциал изменяют при помощи винта. Этот винт является ограничителем для перемещения силового рычага. Он приближает или удаляет момент перебрасывания перекидной пружины рычага с подвижным контактом.

Упругим элементом термочувствительной системы является **сильфон**. Узел настройки температуры включения контактов состоит из пружины, ползуна, гайки, регулировочного винта и контровочной пружины.

Зону нечувствительности настраивают регулировочным винтом, установленным в колодке.

Механизм переключения контактов состоит из рычага, оси, рычага и перебрасывающейся пружины.

Прибор работает следующим образом. Сильфон термочувствительной системы воздействует на двуплечий рычаг, шарнирно закрепленный на оси. В режиме термостатирования рычаг, вращаясь под действием усилий термосистемы и пружины, через пружину и рычаг замыкает или размыкает контакты.

При повышении температуры контролируемой среды контакты замыкаются, при понижении температуры на величину зоны нечувствительности — размыкаются.

Ручка прибора повернута:

- ♦ при наиболее холодном режиме по часовой стрелке до упора;
- ♦ при среднем режиме по часовой стрелке на 125°;
- ♦ при наиболее теплом режиме на 250° против часовой стрелки.

Средний режим и режим «Тепло» устанавливают по рискам на корпусе прибора.

**Примечание.**

*При повороте ручки против часовой стрелки до упора на 320° от наиболее холодного режима происходит **принудительное размыкание контактов**.*

Прибор можно устанавливать как в камере холодильника, так и снаружи в местах, исключающих попадание воды внутрь прибора при эксплуатации.

Длина контакта капиллярной трубки со стенкой испарителя должна быть не менее 120 мм.

Датчик-реле температуры Т-130 предназначен для поддержания заданной температуры испарителя холодильной камеры двухкамерного холодильника путем замыкания и размыкания электрической цепи холодильного агрегата. Конструкция прибора аналогична датчику-реле температуры Т-110.

Датчик-реле температуры Т-144 предназначен для управления заданной температурой испарителя бытового морозильника и сигнализации при повышении температуры испарителя выше допустимого значения.

Существуют две модификации этого прибора:

- ♦ Т-144-2 — бесшкальный;
- ♦ Т-144-2 — бесшкальный с фиксированным режимом.

Прибор имеет две пары электрических контактов:

- ♦ контакты управления для коммутации электрической цепи холодильного агрегата;
- ♦ контакты сигнализации для коммутации электрической цепи средств сигнализации.

Режим наибольшего холода соответствует такому положению кулачка прибора, когда он повернут по часовой стрелке до упора.

Режим наименьшего холода соответствует положению кулачка, когда он повернут на 250° против часовой стрелки.



#### Примечание.

*При повороте кулачка против часовой стрелки до упора на 320° от режима наибольшего холода происходит принудительное размыкание контактов управления. Прибор модификации Т-144-2 кулачка не имеет.*

Датчик-реле температуры Т-144 представлен на рис. 9.4. Упругим элементом термочувствительной системы является сильфон.

Узел настройки температуры включения контактов состоит из пружины, ползуна, гайки, регулировочного винта и контрольной пружины.

Зону нечувствительности настраивают регулировочным винтом, установленным в колодке.

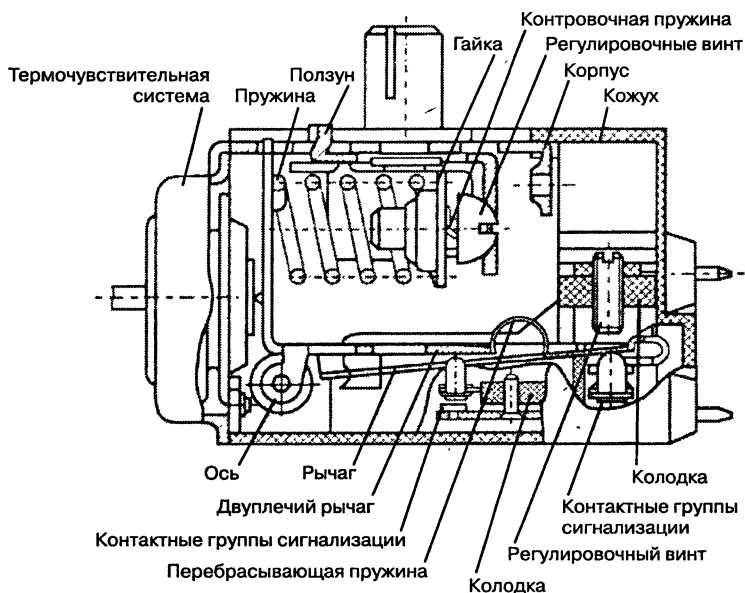


Рис. 9.4. Датчик-реле температуры Т-144

Механизм переключения контактов состоит из рычага, оси, рычага, перебрасывающейся пружины.

Прибор работает следующим образом. Термочувствительная система воздействует на двулучий рычаг, шарнирно закрепленный на оси. В режиме термостатирования рычаг, вращаясь под действием усилий термочувствительной системы и пружины, через пружину и рычаг замыкает и размыкает контакты управления и контакты сигнализации.

При повышении температуры контролируемой среды выше заданной замыкаются контакты управления и сигнализации.

При понижении температуры контролируемой среды на величину зоны нечувствительности происходит размыкание контактов управления.

### Прибор полуавтоматического управления оттаиванием

Предназначен для бытовых компрессионных холодильников. Основные температурные параметры прибора следующие:

- ♦ срабатывание прибора на включение режима оттаивания — контакты 1-3 (рис. 9.5) размыкаются, 2-3 замыкаются — принудительное (кнопкой) при температуре термочувствительной

части термосистемы не выше минус 3 °С;

- ♦ срабатывание прибора на отключение режима оттаивания — контакты 1-3 замыкаются, 2-3 размыкаются — автоматическое при температуре термочувствительной части термосистемы от 4 до 8 °С.

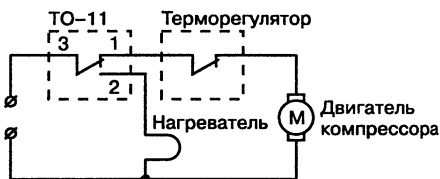


Рис. 9.5. Схема включения прибора ТО-11



### Внимание.

*Сопротивление изоляции электрических цепей прибора относительно корпуса и между собой должно быть не менее 40 МОм.*

Прибор работает следующим образом. При нажатии на кнопку (рис. 9.6) рычаг с помощью пружины приводит в действие рычаг резкого размыкания контактов и происходит:

- ♦ резкое размыкание контактов 1-3 (см. рис. 9.5);
- ♦ замыкание контактов 2-3, которые замыкают электрическую цепь подогрева испарителя.

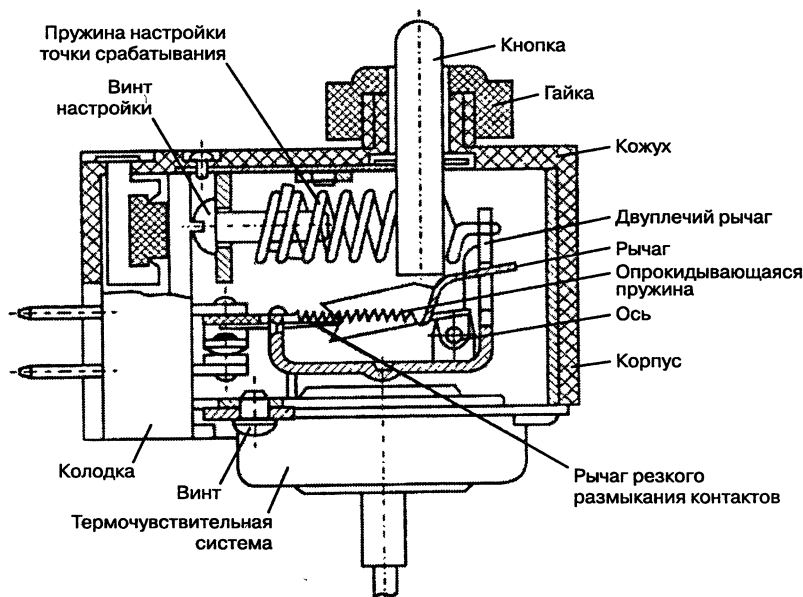


Рис. 9.6. Прибор полуавтоматического управления оттаиванием ТО-11

Включение режима оттаивания происходит при температуре конца капиллярной трубки термочувствительного элемента не выше минус 3 °С.

По мере удаления снеговой «шубы» с поверхности испарителя, а, следовательно, и повышения температуры до 4—8 °С давление внутри термочувствительной системы (см. рис. 9.6) возрастает, рычаг поворачивается против часовой стрелки, преодолевая усилие пружины до тех пор, пока не произойдет резкого замыкания контактов 1-3 (см. рис. 9.5) и размыкания контактов 2-3.

### Прибор управления процессом оттаивания испарителя

Выпускается прибор управления процессом оттаивания испарителя бытового холодильника. Прибор работает при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности 80 %.

В комплект входят:

- ♦ прибор полуавтоматического управления процессом оттаивания ТО-II (датчик);
- ♦ клапан оттаивания КО-1 (исполнительный прибор).



#### Примечание.

*Датчик ТО-II может применяться также для управления работой электрических нагревателей испарителя.*

Технические характеристики клапана КО-1 приведены в табл. 9.3.

Технические характеристики клапана КО-1

Таблица 9.3

Потребляемая мощность, Вт, не более	15
Средний ресурс, количество переключений, не менее	6000
Средний срок службы, число лет	15
Вероятность безотказной работы за 2000 ч	0,99
Масса, кг, не более	0,08

#### Процесс оттаивания:

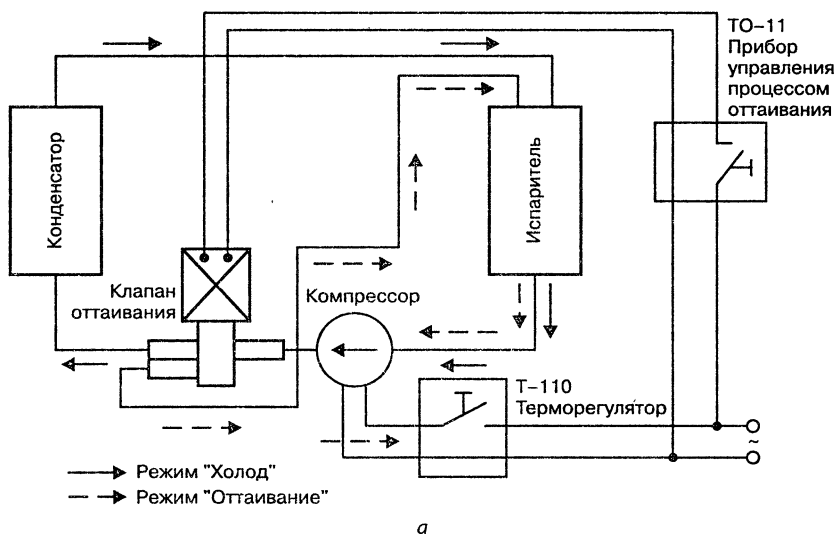
- ♦ **начинается** после нажатия на кнопку датчика;
- ♦ **заканчивается** автоматически после того, как поверхность испарителя в месте крепления термочувствительного элемента датчика достигнет температуры 4 °С (допустимая погрешность +2 °С).

Сигнал на начало срабатывания поступает от датчика на клапан оттаивания или на нагревательные элементы.

В первом случае (рис. 9.7, а) оттаивание осуществляется горячими парами хладагента при включенном компрессоре. Клапан закрывает линию компрессор — конденсатор — испаритель и открывает линию компрессор — испаритель.

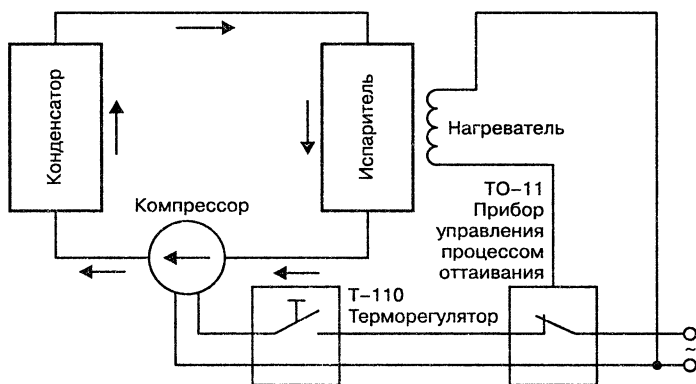
Во втором случае (рис. 9.7, б) оттаивание происходит путем электрообогрева испарителя при включенном компрессоре.

В электрическую цепь холодильника приборы подключаются с помощью пластинчатых зажимов.



—→ Режим "Холод"  
 - - -> Режим "Оттаивание"

а



б

Рис. 9.7. Схемы устройства оттаивания испарителя:  
 а — горячими парами хладагента; б — электронагревателем

## Прибор автоматического управления оттаиванием

Прибор предназначен для автоматического управления оттаиванием испарителя бытового электрохолодильника.

Основные температурные параметры прибора следующие:

- ♦ срабатывание прибора на включение режима «Оттаивание» — контакты 1-3 (рис. 9.8) размыкаются, а 2-3 замыкаются — автоматическое при температуре термочувствительной части термосистемы не выше минус 3 °С;
- ♦ срабатывание прибора на отключение режима «Оттаивание» — контакты 1-3 замыкаются, 2-3 размыкаются — автоматическое при температуре термочувствительной части термосистемы от 4 до 8 °С. Упругим элементом термочувствительной системы является сильфон.

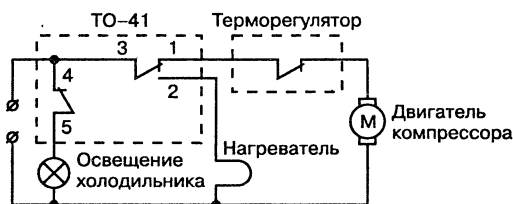


Рис. 9.8. Схема включения прибора ТО-41



### Примечание.

*Сопротивление изоляции электрических цепей прибора относительно корпуса и между собой должно быть не менее 40 МОм.*

Прибор работает следующим образом. Шток (рис. 9.9) при нажатии воздействует на пружину, которая поворачивает храповое колесо по часовой стрелке. Рессора, состоящая из трех плоских пружин, подходит к упору. По мере поворота храпового колеса в ней накапливается энергия, а затем, резко перебрасывая рычаг, рессора проходит за выступ.

В это же время посредством пружины рычаг резко размыкает контакты 3-1 (см. рис. 9.8) и замыкает контакты 3-2. Начинается оттаивание испарителя. Контакты 3-2 замыкают цепь активного подогрева испарителя.

Переключение осуществляется, если температура конца капилляра, закрепленного на испарителе, не выше минус 3 °С.

По мере удаления снеговой «шубы» с поверхности испарителя его температура повышается до 4—8 °С. Давление внутри термочувствительной системы (см. рис. 9.9) возрастает, рычаг поворачивается против часовой стрелки до тех пор, пока конец рычага, на котором закреплен конец пружины, не перейдет силовую нейтраль.

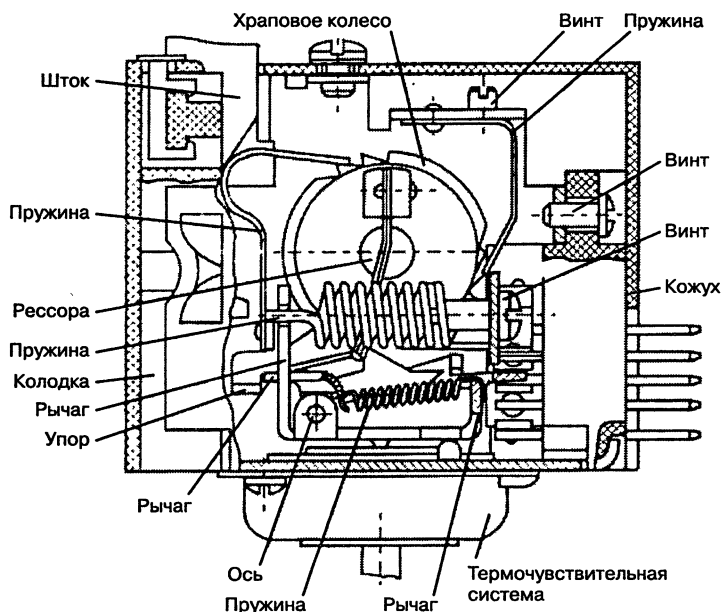


Рис. 9.9. Прибор автоматического управления оттаиванием ТО-41

Рычаг резко повернется по часовой стрелке до упора, а рычаг повернется против часовой стрелки, разомкнет контакты 3-2 (см. рис. 9.8) и замкнет контакты 3-1. При этом электрическая цепь подогрева испарителя разомкнется и замкнется электрическая цепь двигателя компрессора. Температуру размыкания контактов 3-2 (конец цикла оттаивания) регулируют натяжением противодействующей пружины (см. рис. 9.9) посредством винта.

При нажатии на шток посредством рычага контакты 4-5 (см. рис. 9.8) электрической цепи лампы внутреннего освещения холодильной камеры размыкаются. Для возвращения штока в исходное положение имеется пружина.

### Устройство для испарения талой воды

Бытовые холодильники с одним испарителем, работающим на низкотемпературное отделение и холодильную камеру, очень распространены. В них на поверхность испарителя, открытую для доступа влаги от хранимых продуктов, интенсивно намораживается иней. Слой инея толщиной более 5 мм препятствует теплообмену, ухудшая температурно-энергетические показатели и условия эксплуатации холодильника.



**Примечание.**

*Отсутствие инееобразования или периодическое оттаивание испарителя и удаление талой воды является одним из показателей комфортности бытового холодильника.*

Имеется два направления усовершенствования оттаивания испарителей в бытовых холодильниках с одним испарителем:

- ♦ во-первых, создаются устройства активного нагрева испарителя, включаемые через реле времени полуавтоматически или автоматически;
- ♦ во-вторых, создание более совершенных конструкций холодильников, в которых испаритель морозильного отделения огражден от попадания влаги, а испаритель холодильной камеры освобождается от выпадающей влаги в течение каждого цикла работы холодильника.

**Примечание.**

*Во всех вариантах конструкции холодильников воду, собираемую от испарителя, необходимо удалять (например, методом испарения).*

Существует несколько устройств с использованием нагретых частей холодильного агрегата. Так, в холодильнике «Ярна-3» под испарителем размещен поддон с отверстием для стока воды через специальную воронку и трубку в сосуды, каскадно-расположенные на конденсаторе. Между двумя циклами оттаивания талая вода удаляется из испарителя.

В некоторых моделях холодильников талую воду отводят по трубопроводу в поддон, расположенный под холодильником возле мотора-компрессора.

В последних моделях холодильников вода из испарителя поступает по трубопроводу на верхнюю крышку кожуха кулисного компрессора, жестко установленного на раме. На крышке имеется открытый резервуар, где вода испаряется под действием тепла работающего мотора-компрессора.

**Примечание.**

*Это наиболее эффективный способ, так как кроме испарения талой воды происходит охлаждение кожуха компрессора и увлажнение воздуха в помещении.*

Испарение талой воды происходит со скоростью:

- ♦ на конденсаторе — 0,2 кг в сутки;
- ♦ на компрессоре — 0,4 кг в сутки.

Следовательно, устройство для испарения воды на компрессоре более эффективно.

### Пускозащитные реле

Для запуска электродвигателя и защиты его обмоток от перегрузок в бытовых холодильниках применяют комбинированные пускозащитные реле типа ДХР, РТП, РТК-Х, РПЗ и др. (табл. 9.4).

Пускозащитное реле типа ДХР устанавливают на специальной площадке, приваренной к раме мотора-компрессора, и закрепляют скобой. Контакты пускового реле находятся в разомкнутом состоянии под действием упругой пластинки, к которой прикреплен якорь с подвижным контактом.



#### Примечание.

*Резкое размыкание контактов защитного реле (чтобы предотвратить их подгорание) обеспечивается небольшим постоянным магнитом, закрепленным на корпусе реле под биметаллической пластинкой.*

Техническая характеристика пускозащитных реле

Таблица 9.4

Тип	Модификация	Напряжение, В	Ток, А		Тип двигателя или мотора компрессора	Место установки реле
			срабатывания	отпускания		
ДХР	ДХР	127	5,7	4,3	ДХМ	На раме
	ДХР-3	127	4,8	3,4	ДХМ-3	
	ДХР-5	220	3	2,1	ДХМ-5	
РТП	РТП-1	127	4,7	3,7	ДХМ-3	На проходных контактах или раме
	РТП-1	220	2,7	2,1	ДХМ-5	
РТК-Х	РТК-Х	127	4,5	3,8	ДХМ-3	На проходных контактах
	РТК-Х	220	2,7	2,2	ДХМ-5	
РПЗ	РПЗ-23	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	На раме
	РПЗ-24	220	3,5	3,1	ФГ-0,125	
	РПЗ-25	220	4,1	3,7	ФГ-0,150	
LS-08B	LS-08B	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	На раме

Наличие магнита способствует также увеличению времени выдержки контактов в разомкнутом положении (для лучшего

охлаждения обмоток выключенного двигателя).

Винтовые зажимы для присоединения проводов расположены на задней стенке реле и обозначены цифрами:

- ♦ к зажимам 1, 2 и 3 (рис. 9.10) присоединяют провод от проходных контактов кожуха мотора-компрессора (от обмоток электродвигателя);
- ♦ к зажимам 4 и 5 — соединительный шнур с вилкой для включения холодильника в сеть, а также провода от электропатрона и выключателя лампы освещения холодильной камеры;
- ♦ к зажиму 4 присоединяют провод от терморегулятора.

Реле РТП-1 в зависимости от модификации устанавливают:

- ♦ в нижней части рамы агрегата;
- ♦ непосредственно на проходных контактах на крышке кожуха компрессора.

Реле закрепляют специальной скобой. Электропровода надежно соединяют с зажимами реле и терморегулятора при помощи съёмных наконечников.

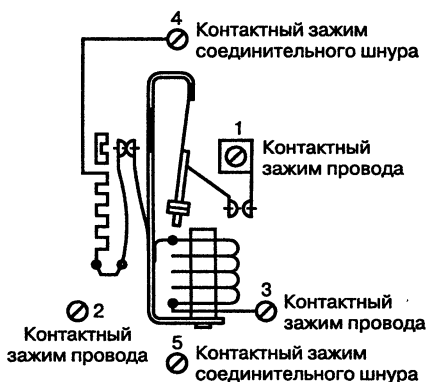


Рис. 9.10. Схема пускозащитного реле типа ДХР

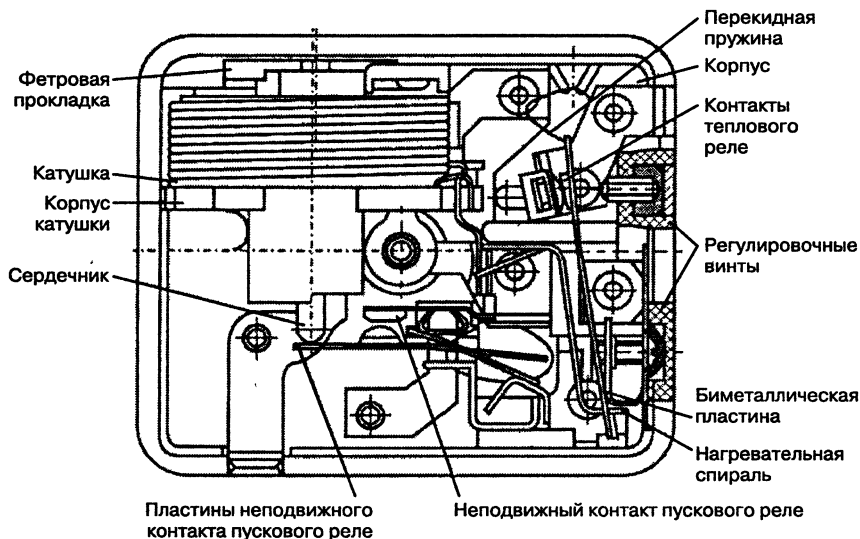


Рис. 9.11. Устройство реле РТП-1

Тепловое реле состоит из нагревательной стирали (рис. 9.11), соединенной с биметаллической пластиной, контактов, последовательно включенных в цепь электродвигателя.

Пусковое реле электромагнитного типа состоит из катушки с сердечником, который своей массой, нажимая на пластину неподвижного контакта, удерживает контакты в разомкнутом положении. Неподвижный контакт закреплен на корпусе реле. Обмотка катушки пускового реле включена последовательно в цепь рабочей обмотки электродвигателя. При правильно отрегулированном реле запуск электродвигателя происходит в течение 1—2 с.

Пусковое реле работает следующим образом. При включении электродвигателя, когда ротор неподвижен, по катушке реле проходит ток (большой силы) короткого замыкания.

Образующийся при этом магнитный поток втягивает сердечник, в результате чего контакты реле замыкаются и включают пусковую обмотку.



**Примечание.**

*Обычно контакты пускового реле разомкнуты.*

По мере того, как ротор электродвигателя увеличивает частоту вращения, пусковой ток падает, и сердечник, возвращаясь в первоначальное положение, размыкает контакты, отключая пусковую обмотку.

Принцип работы пускозащитного реле заключается в следующем. Нагревательная спираль, последовательно соединенная с биметаллической пластиной и с размыкающими контактами, включена в цепь рабочей обмотки электродвигателя.



**Примечание.**

*Реле включено с таким расчетом, чтобы при включении пусковой обмотки через нагревательную спираль проходил суммарный ток обеих обмоток.*

При рабочем токе контакты реле остаются замкнутыми. При повышении силы тока нагревательная спираль воздействует на биметаллическую пластину, заставляя ее изгибаться, при этом контакты размыкаются и электродвигатель останавливается. При остывании биметаллическая пластина приобретает нормальное положение, контакты реле замыкаются и включается электродвигатель агрегата.

Реле РТК-Х — токовое, комбинированное (пусковое и защитное), смонтировано в корпусе (рис. 9.12). Пусковое реле электромагнитного (соленоидного) типа с двойным разрывом контактов. В корпусе катушки находится свободно перемещающийся на стержне сердечник.

На верхнем конце стержня имеется планка с контактами, поджимаемая пружиной. При включении электродвигателя сердечник поднимается вместе со стержнем, подтягивая планку, которая замыкает неподвижные контакты. После того, как ротор увеличит частоту вращения, вследствие чего уменьшится магнитное поле в катушке, сердечник падает, увлекая за собой планку, и контакты размыкаются. Защитные реле на напряжения 127 и 220 В несколько отличаются друг от друга.

В реле на напряжение 127 В биметаллическая пластина соединена:

- ♦ одним концом с проводом катушки пускового реле;
- ♦ другим концом через упор с контактодержателем. На противоположном конце держателя закреплен подвижный контакт с неподвижным контактом.

Возле биметаллической пластины расположена нихромовая спираль нагревателя, включенная последовательно в цепь пусковой обмотки. Одним концом спираль соединена с контактом пускового реле, а другим — с биметаллической пластиной.

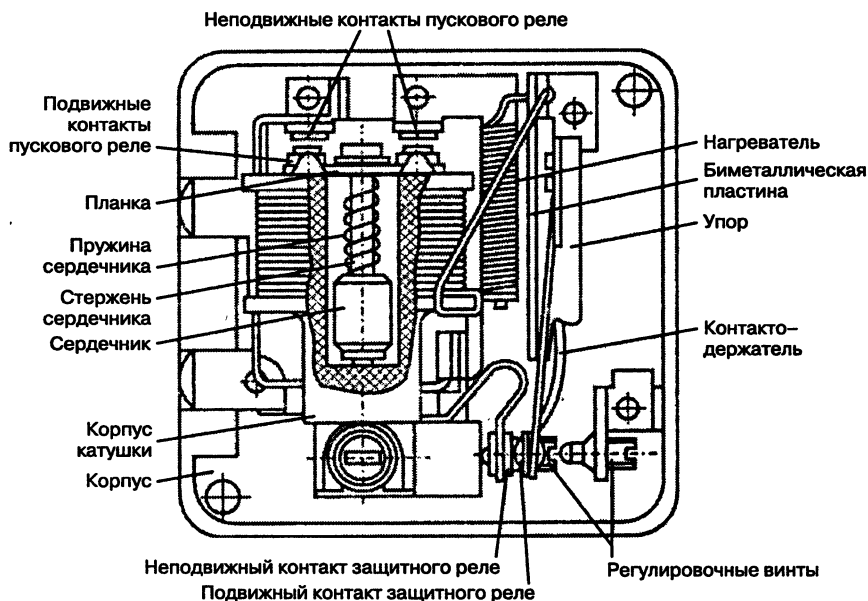


Рис. 9.12. Устройство реле РТК-Х



### Примечание.

При повышении силы тока в цепи рабочей обмотки электродвигателя биметаллическая пластина деформируется от тепла, выделяемого проходящим через нее током.

При повышении силы тока в цепи пусковой обмотки биметаллическая пластина деформируется под действием тепла от нагревателя. При этом контакты размыкаются. После остывания пластина принимает прежнее положение, и контакты вновь замыкаются. Параметры защитного реле регулируются с помощью винтов.

В реле на напряжение 220 В имеется дополнительный нагреватель, расположенный возле биметаллической пластины и включенный последовательно с ней в цепь рабочей обмотки (рис. 9.13). Этот нагреватель (при малом рабочем токе электродвигателя) повышает чувствительность биметаллической пластины.

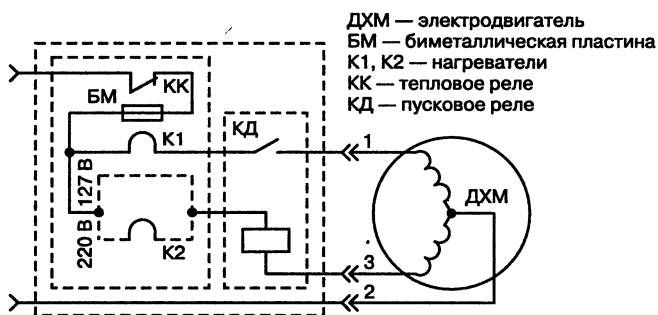


Рис. 9.13. Электрическая схема реле РТК-Х



### Примечание.

Реле РТК-Х и РТП-1 взаимозаменяемы, так как имеют аналогичные параметры.

Пускозащитные реле LS-08В и РПЗ одностипны. Реле РПЗ может быть трех модификаций:

- ♦ РПЗ-23;
- ♦ РПЗ-24;
- ♦ РПЗ-25.

Они отличаются своими токовыми характеристиками (см. табл. 9.4) и предназначены для электродвигателей разной мощности.

**Примечание.**

При этом реле РПЗ-23 полностью взаимозаменяемо с реле LS-08B.

Устройство пускового реле аналогично устройству реле РТК-Х. Защитное реле схожее реле РТП, но отличается конструктивным оформлением отдельных элементов. Монтируется реле на раме мотор-компрессора. Провода присоединяют к реле винтовыми клеммами, которые расположены на задней стенке корпуса реле. Реле РПЗ и LS-08B устанавливают в мотор-компрессорах с внутренней подвеской в кожухе и электродвигателями с частотой вращения 3000 мин<sup>-1</sup>.

Реле LS-08B и РПЗ (рис. 9.14) имеют три вывода:

- 1 — к проводу проходного контакта выводного конца пусковой обмотки;
- 2 — к проводу проходного контакта выводного конца рабочей обмотки;
- 3 — к проводу с вилкой.

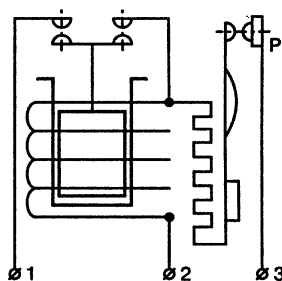


Рис. 9.14. Схема пускозащитных реле РПЗ и LS-08B

## 9.2. Механическое оборудование холодильников

### Корпус

Является несущей конструкцией, поэтому должен быть достаточно жестким. Его изготавливают из листовой стали толщиной 0,6—0,1 мм.

Герметичность наружного шкафа обеспечивается пастой ПВ-3 на основе хлорвиниловой смолы. Поверхность шкафа фосфатируют, затем грунтуют и дважды покрывают белой эмалью МЛ-12—01, ЭП-148, МЛ-242, МП-283 или др. Выполняют это с помощью краскопультов или в электростатическом поле. Поверхность сервировочного столика, если таковой имеется, покрывают полиэфирным лаком.

В холодильниках «Снайге-2», «Ладога-40», «Садко» (бар) и других шкаф изготовлен из древесностружечной плиты, покрытой шпоном твердолиственных пород, полиэфирным лаком или декоративной пленкой. В термоэлектрических холодильниках ХАТЭ-12 наружный корпус выполнен из листового полистирола методом вакуумформирования.

В последнее время для изготовления корпуса холодильника все чаще применяют ударопрочные пластики. Благодаря этому сокращается расход металла и уменьшается масса холодильного прибора.

### Внутренние шкафы холодильников

Металлические внутренние шкафы из стального листа толщиной 0,7—0,9 мм изготавливают методом штамповки и сварки и эмалируют горячим способом силикатно-титановой эмалью.

Пластмассовые камеры изготавливают из АБС-пластика или из ударопрочного полистирола методом вакуум-формирования. АБС (акрилбутадиеновый стирол) обладает высокими механическими свойствами и стойкостью по отношению к хладону (фреону).

Детали из АБС-пластика, покрытые хромом и никелем, широко применяются в декоративных целях. АБС-пластики отечественного производства по физико-механическим свойствам делятся на четыре группы:

- ♦ АБС-0903 средней ударной вязкости;
- ♦ АБС-1106Э, АБС-1308, АБС-1530, АБС-2020 повышенной ударной вязкости;
- ♦ АБС-2501К, АБС-2512Э, АБС-2802Э высокой ударной вязкости;
- ♦ АБС-0809Т, АБС-0804Т, АБС-1002Т повышенной теплостойкости.

АБС-пластики выпускаются в виде гранул диаметром не более 3 мм и длиной 4—5 мм или в виде порошка. Они перерабатываются литьем под давлением, выдуванием, термоформованием.

Камеры у морозильников и камеры низкотемпературных отделений холодильников металлические — из алюминия или нержавеющей стали.



#### Примечание.

*Стальные камеры более долговечны, гигиеничны, но они увеличивают массу холодильника и требуют особых способов крепления к наружному корпусу для наиболее эффективной теплоизоляции от окружающей среды.*

#### Преимущества пластмассовых камер:

- ♦ технологичность изготовления;
- ♦ малый коэффициент теплопроводности;
- ♦ меньшая масса.



### Недостатки пластмассовых камер:

- ♦ быстрее стареют;
- ♦ со временем теряют товарный вид;
- ♦ менее долговечны по сравнению с металлическими;
- ♦ менее прочны по сравнению с металлическими.



#### Примечание.

*В холодильниках с пластмассовыми камерами по периметру дверного проема не устанавливают накладки, закрывающие теплоизоляцию, так как роль накладок выполняют отбортованные края камеры.*

## Двери

Изготавливают из стального листа толщиной 0,8 мм методом штамповки и сварки. В некоторых моделях холодильников двери изготовлены из древесностружечной плиты или ударопрочного полистирола.

Дверь холодильника состоит из таких элементов:

- ♦ наружной и внутренней панелей;
- ♦ теплоизоляции между панелями;
- ♦ уплотнителя.

Толщина листа 2—3 мм. У большинства холодильников двери открываются слева направо.



#### Примечание.

*Перенавеска двери, т. е. возможность открывания двери справа налево, предусмотрена в холодильниках повышенной комфортности. У настенных холодильников дверь двухстворчатая.*

Дверь холодильника должна плотно прилегать к дверному проему, иначе теплый воздух будет проникать в камеру. Для обеспечения герметичности внутреннюю сторону двери по всему периметру окантовывают магнитным уплотнителем разного профиля. В холодильниках старых конструкций применялись резиновые уплотнители баллонного типа.

Двери в закрытом положении удерживаются с помощью механических (чаще куркового типа) или магнитных затворов. Последние наиболее распространены. При их наличии ручку двери можно расположить на разной высоте, исходя из требований технической эстетики.

Замена дверных петель специальными навесками, укрепляемыми сверху и снизу двери, уменьшает общие габариты холодильника при открывании двери, что важно при установке холодильников в углу помещений.

### Теплоизоляция

Теплоизоляцию применяют для защиты холодильной камеры от проникновения тепла окружающей среды и прокладывают по стенкам, верху и дну холодильного шкафа и холодильной камеры, а также под внутренней панелью двери.

От теплоизоляционных материалов требуется, чтобы они обладали:

- ♦ низким коэффициентом теплопроводности;
- ♦ небольшой объемной массой;
- ♦ малой гигроскопичностью;
- ♦ влагостойкостью.

Они должны быть огнестойкими, долговечными, дешевыми, биостойкими, не издавать запаха, а также быть механически прочными.

Для теплоизоляции шкафа и двери холодильников применяют:

- ♦ штапельное стекловолокно МТ-35, МТХ-5, МТХ-8;
- ♦ минеральный войлок;
- ♦ пенополистирол ПСВ и ПСВ-С;
- ♦ пенополиуретан ППУ-309М.

Минеральный войлок изготовляют из минеральной ваты путем обработки ее растворами синтетических смол. Исходным сырьем для получения минеральной ваты служат минеральные породы (доломит, доломитоглинистый мергель), а также металлургические шлаки.

Стекланный войлок — разновидность искусственного минерального войлока. Он состоит из тонких (толщина 10—12 мк) коротких стеклянных нитей, связанных синтетическими смолами. Теплоизоляция из стекланный войлока и супертонкого волокна биостойка, не имеет запаха, обладает водоотталкивающим свойством, удобно укладывается и поэтому часто применяется.

Пенополистирол — синтетический теплоизоляционный материал. Он представляет собой легкую твердую пористую газонаполненную пластмассу с равномерно распределенными замкнутыми порами. Теплоизоляцию из пенополистирола получают вспениванием жид-

кого полистирола непосредственно в простенках холодильной камеры и корпуса шкафа холодильника.

**Пенополиуретан** — пенопласты жесткой мелкопористой структуры, полученные путем вспучивания полиуретановых смол с применением соответствующих катализаторов и эмульгаторов. Для повышения теплозащитных свойств в качестве вспучивающего газа применяют хладон-11 и др. Процесс ценообразования и затвердевания пены происходит в течение 10—15 мин. при температуре до 5 °С.

Пенополиуретан обладает малой объемной массой, низким коэффициентом теплопроводности, он влагостоек. Его можно вспенивать непосредственно в холодильном шкафу. При этом он равномерно и без воздушных полостей заполняет все пространство в простенках, хорошо склеивается со стенками, повышая прочность шкафа.

В зависимости от качества теплоизоляционных материалов толщина изоляции может быть:

- ♦ в стенках шкафа холодильника от 30 до 70 мм;
- ♦ в двери — от 35 до 50 мм.



#### Примечание.

*Замена теплоизоляции из стекловолокна изоляцией из пенополиуретана позволяет при одних и тех же габаритах корпуса увеличить объем холодильника на 25 %.*

### Курковый затвор двери

В курковых затворах запорной частью служит ролик (рис. 9.15) на оси, закрепленной на рычаге спуска. Перемещение рычага спуска с роликом при открывании и закрывании двери происходит под действием перекидной пружины, закрепленной на рычаге.

Один конец рычага шарнирно соединен с рычагом спуска, а другой — с корпусом затвора. Угловое перемещение рычага спуска происходит при нажатии на упорную площадку.

Открывают дверь ручкой, которая связана с рычагом спу-

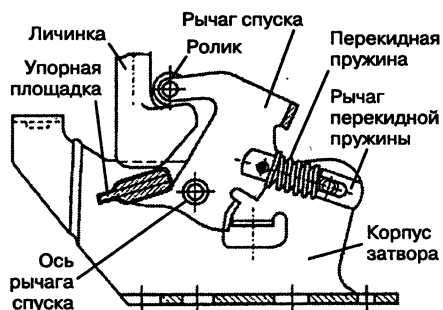


Рис. 9.15. Устройство куркового затвора

ска. При оттягивании ручки на себя рычаг спуска занимает открытое положение, выводя ролик затвора из зацепления с личинкой, закрепленной в шкафу.

При этом рычаг спуска оказывается во взведенном (как курок) состоянии и готов к закрытию при малейшем нажатии на его упорную площадку.

При закрывании двери, когда площадка рычага спуска коснется выступа личинки, рычаг спуска под действием пружины займет закрытое положение, а ролик затвора зайдет за личинку.



#### Внимание.

*Курковый затвор надежен в работе, но дверь с курковым затвором нельзя открыть изнутри, что противоречит требованиям стандартов. Это приводило к смертельным случаям с детьми, залезшими в пустой холодильник.*

### Секторный затвор двери



#### Примечание.

*Секторный затвор отличается от куркового затвора тем, что его запорная часть, имеющая вид сектора, перебрасывается пружиной в открытое и закрытое положения, не будучи связанной с ручкой двери.*

Запорный сектор (рис. 9.16) затвора закреплен на оси и связан с пружиной, надетой на рычаг.

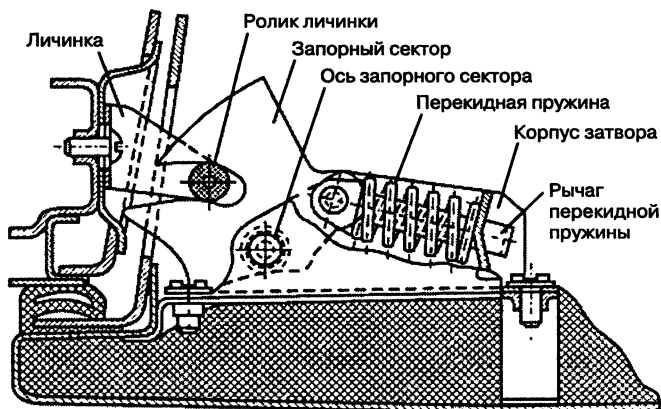


Рис. 9.16. Устройство секторного затвора

В закрытом положении паз запорного сектора входит в зацепление с роликом, надетым на ось в личинке, закрепленной в шкафу.



**Примечание.**

*Положение личинки можно регулировать для того, чтобы при закрытии двери было обеспечено надежное зацепление.*

Перекидная пружина перебрасывает через рычаг запорный сектор при открывании и закрытии двери.

Секторный затвор позволяет открывать дверь снаружи и изнутри без нажима на ручку, которая жестко закреплена на двери.

### Магнитный затвор двери

Магнитные затворы представляют собой эластичную магнитную вставку, помещенную в уплотнительный профиль на внутренней панели двери. При закрытии двери она плотно притягивается к металлическому корпусу.

Исходным сырьем для получения магнитных материалов служит феррит бария BaO в смеси с каучуками или поливиниловыми и другими смолами, придающими ему гибкость.

Изготовленные ленты эластичного магнита намагничивают в магнитном поле. Намагниченные ленты обладают остаточной магнитной индукцией 0,11—0,12 Т.

Притягивая уплотнитель к шкафу по всему периметру, магнитный затвор обеспечивает хорошее уплотнение и в то же время не требует усилий для открывания двери, которое необходимо проверять динамометром с погрешностью +1 Н. Динамометр прикрепляют к ручке на расстоянии, наиболее отдаленном от шарниров. Усилие при этом должно быть направлено перпендикулярно плоскости двери.

### Уплотнители дверей

Для дверных уплотнителей применяют:

- ♦ в холодильниках с курковыми и секторными затворами — пищевую резину;
- ♦ в холодильниках с магнитными затворами — поливинилхлоридные и полихлорвиниловые уплотнители с магнитной вставкой, а также магнитные уплотнители с дополнительными удерживателями.

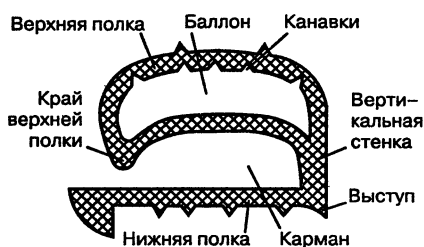


Рис. 9.17. Резиновый баллонный уплотнитель

Для хорошего прилегания уплотнителя к двери (чтобы препятствовать поступлению теплого воздуха из помещения в теплоизоляцию двери) на нижней полке делают рифление и выступ, который при креплении уплотнителя плотно прижимается к двери.

Для укрытия головок шурупов, которыми крепят уплотнитель, предусмотрен карман, закрываемый краем верхней полки. Таким образом, в холодильниках с механическим затвором плотное закрывание двери достигается благодаря сжатию профиля резинового уплотнителя.

В холодильниках с магнитным затвором уплотнитель притягивается к шкафу силой притяжения магнита, при этом профиль уплотнителя растягивается. Уплотнитель имеет два баллона. Баллон (рис. 9.18) прямоугольного сечения, в котором находится магнитная вставка, прижимается передней плоскостью к шкафу.

Толщина стенки баллона существенно влияет на силу притяжения уплотнителя и не превышает 0,45 мм. Баллон «гармошка» служит для компенсации небольшого свободного хода двери. В свободном состоянии уплотнителя «гармошка» несколько сжата и при отходе двери растягивается, препятствуя отрыву уплотнителя от шкафа.

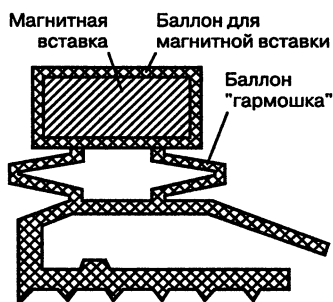


Рис. 9.18. Уплотнитель с магнитной вставкой

Для эффективной работы уплотнителя верхняя полка (рис. 9.17) должна под действием перпендикулярно приложенной к ней силы прогибаться без бокового заваливания.

Такое положение создается благодаря таким факторам:

- ♦ правильному соотношению толщин всех стенок, особенно вертикальной стенки и верхней полки;
- ♦ канавкам внутри баллона.

Для эффективной работы профиль баллона «гармошка» имеет небольшое сопротивление растяжению, что обеспечивается тонкими стенками баллона, а также соответствующей конфигурацией его.

Магнитные вставки узлов уплотнения делают прямоугольного сечения. Их изготавливают из эластичных многокомпонентных ферритонаполненных композиций.

**Примечание.**

*Улучшить магнитные, физико-химические и термомеханические свойства, а также технико-экономические показатели магнитных эластичных вставок стало возможным благодаря использованию новых полимерных композиций на основе сополимеров ЭВА.*

Уплотнение двери следует проверять, не включая холодильник в сеть. Бумажная полоска шириной 50 мм и толщиной 0,08 мм, заложенная между уплотнителем двери и закрываемой поверхностью шкафа, ни в одном месте не должна свободно перемещаться.

### 9.3. Холодильные агрегаты отечественных холодильников

#### Состав и размещение холодильного агрегата

Холодильный агрегат бытового холодильника включает в себя:

- ♦ мотор-компрессор;
- ♦ испаритель;
- ♦ конденсатор;
- ♦ систему трубопроводов;
- ♦ фильтр-осушитель.

**Примечание.**

*В наиболее распространенных бытовых холодильниках компрессор установлен внизу, под шкафом, конденсатор — на задней стенке, а испаритель образует небольшое морозильное отделение в верхней части камеры.*

Иногда применяется иная компоновка:

- ♦ компрессор устанавливают на шкафу;
- ♦ горизонтальный и частично наклонный конденсатор — над компрессором;
- ♦ испаритель, как и в предыдущем случае, — в верхней части камеры, т. е. под компрессором.

В напольных холодильниках различают три типа агрегатов:

- ♦ агрегаты с испарителем, который устанавливают через люк задней стенки шкафа;

- ♦ агрегаты с испарителем, который монтируют через дверной проем;
- ♦ несъемные холодильные агрегаты, установленные в шкаф и залитые пенополиуретаном.



**Примечание.**

*В бытовых холодильниках отечественного производства применяют одноцилиндровые поршневые непрямоточные компрессоры трех типов: ДХ, ФГ и ХКВ, работающие на хладоне-12 и озонобезопасных хладагентах.*

## Компрессоры

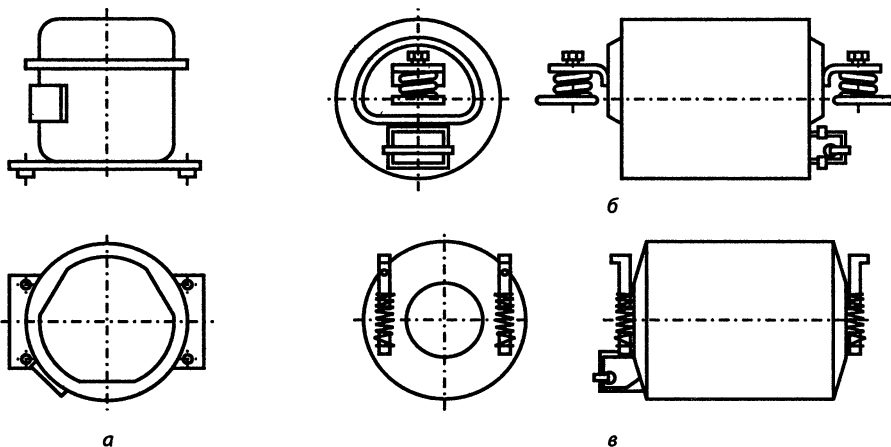
Компрессор ДХ имеет кривошипно-шатунный механизм, горизонтальный вал с частотой вращения 1500 об/мин и наружную подвеску.

Компрессоры ФГ и ХКВ имеют кривошипно-кулисный механизм с вертикальным валом с частотой вращения 3000 об/мин и внутреннюю подвеску.



**Примечание.**

*Мотор-компрессоры типов ДХ и ФГ можно внешне отличить друг от друга по подвеске (рис. 9.19).*



**Рис. 9.19. Мотор-компрессоры:**  
 а — с внутренней подвеской в кожухе; б — с наружной подвеской кожуха на двух пружинах;  
 в — с наружной подвеской кожуха на четырех пружинах



В мотор-компрессоре ДХ компрессор и двигатель закреплены жестко в кожухе, подвешенном (или опирающемся) на раме и пружинах.

Компрессор и двигатель мотор-компрессора ФГ подвешены на пружинах внутри кожуха, а кожух жестко закреплен на раме. Кроме внешнего различия (по подвеске) эти компрессоры и двигатели отличаются также своей конструкцией.

### Пускозащитные реле

Пуск и защиту электродвигателя компрессора осуществляют с помощью пускозащитного реле. Технические характеристики компрессоров бытовых холодильников приведены в табл. 9.5.

Технические характеристики компрессоров бытовых холодильников

Таблица 9.5

Параметр	ДХ-1010	ДХ2-1010	ФГ-0,100	ФГ-0,225
Холодопроизводительность, Вт	165	140	116	145
Потребляемая мощность, Вт	180	160	135	150
Частота вращения вала, об/мин	1450	1450	3000	3000
Диаметр цилиндра, мм	27	27	21	23
Ход поршня, мм	16	14	14,2	14,2
Масса компрессора, кг	14	14	9	9,5
Масса масла, г	430	430	350	350

### Устройство компрессора

Компрессор и электродвигатель агрегата соединены общим валом и заключены в герметичный кожух.



#### Примечание.

*Компрессор обеспечивает циркуляцию холодильного агента в системе агрегата. Он определяет работоспособность холодильника, его экономичность и производительность.*

В бытовых холодильниках установлен одноцилиндровый компрессор поршневого типа, который приводится в движение электродвигателем.

Компрессор с кривошипно-шатунным механизмом имеет чугунный корпус (рис. 9.20). В верхней части корпуса находится цилиндр, по обе стороны которого внизу расположены подшипники коленчатого вала.

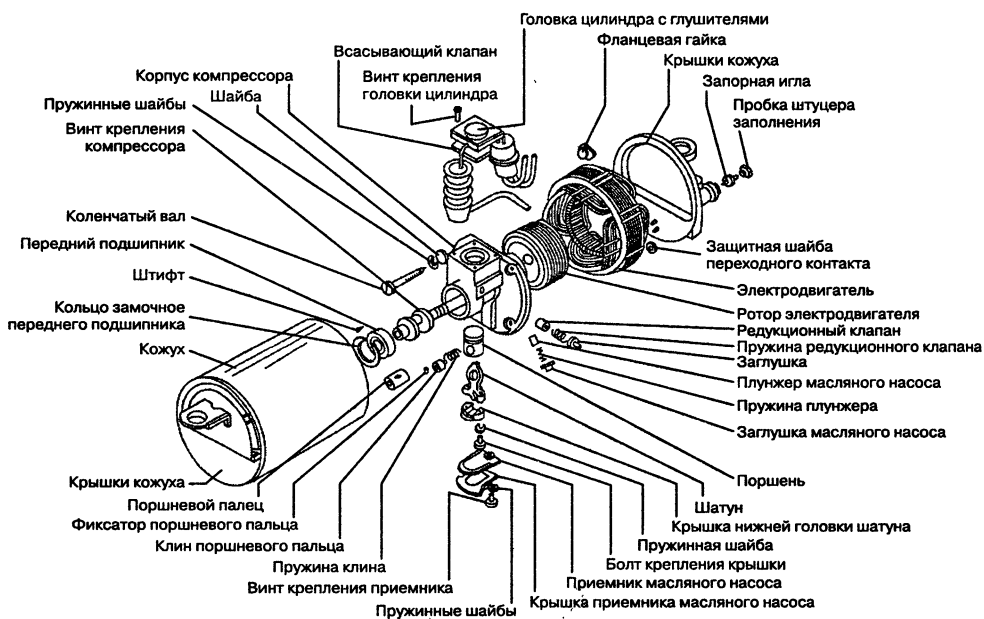


Рис. 9.20. Устройство компрессора с электродвигателем

Внутри цилиндра расположен стальной поршень, который с помощью чугунного шатуна соединен с шейкой коленчатого вала. Крышка нижней головки шатуна съемная, без вкладышей.

В шатуне закреплен поршневой палец. Фиксатор поршневого пальца обеспечивает надежное соединение пальца с верхней головкой шатуна и бесшумность в работе.

В верхней части поршня имеются две канавки, заполняющиеся при работе маслом и обеспечивающие компрессию в цилиндре. К верхнему торцу цилиндра четырьмя винтами привернута головка, собранная с клапанным устройством и глушителями.

Головка цилиндра в сборе с глушителями состоит из нагнетательного клапана, седла клапана и глушителя нагнетания и всасывания. Корпус головки стальной, он состоит из двух камер.

Верхняя камера всасывания с двумя всасывающими трубками и глушителем может соединяться с цилиндром через отверстия, расположенные по окружности в дне камеры, закрытые снизу всасывающим клапаном.

Нижняя камера нагнетания с нагнетательной трубкой и глушителем может соединяться с цилиндром через отверстия, расположенные по окружности в седле и закрытые нагнетательным клапаном. Седло

запрессовано в корпус головки и вместе с нагнетательным клапаном склепано в центре с корпусом. Оба клапана пластинчатые, стальные.

### Работа клапанов компрессора

При движении поршня вниз всасывающий клапан, прижатый по окружности к кромке седла, отходит от нее вследствие образующегося в цилиндре разрежения. Пары хладона из кожуха компрессора через всасывающие трубки и глушитель попадают в камеру всасывания, откуда через отверстия в корпусе головки поступают в цилиндр.

При обратном движении поршня всасывающий клапан препятствует выходу хладона в камеру нагнетания. Сжатые пары хладона через отверстия в седле, приподняв по всей окружности нагнетательный клапан, поступают в камеру нагнетания, а оттуда через нагнетательный патрубок и глушитель в нагнетательную трубку.

Смазка трущихся деталей компрессора осуществляется рефрижераторным маслом, залитым в кожух компрессора при помощи ротационного насоса, расположенного в корпусе компрессора. Кожух представляет собой цилиндр, закрытый с обеих сторон наглухо приваренными крышками. Внутри кожуха имеется кольцевой выступ, по одну сторону которого запрессован компрессор, по другую — статор электродвигателя.

Корпус компрессора и статор электродвигателя скреплены между собой четырьмя стяжными болтами. В одну из крышек (со стороны статора) впаяны проходные контакты, через которые подается напряжение на электродвигатель, а также штуцер (или трубка) для заполнения агрегата маслом и хладоном. Для уменьшения шума во время работы холодильника кожух мотор-компрессора подвешен на пружинах к раме холодильного агрегата.

### Компрессор кривошипно-кулисного типа с внутренней подвеской



#### Примечание.

*Кривошипно-шатунный компрессор морально устарел и заменяется высокооборотным (частота вращения 3000 об/мин) компрессором кривошипно-кулисного типа с внутренней подвеской.*

К достоинствам этих компрессоров следует отнести меньшую массу и габариты, лучшие показатели по теплоэнергетическим характеристикам, низкий уровень звука и вибраций.

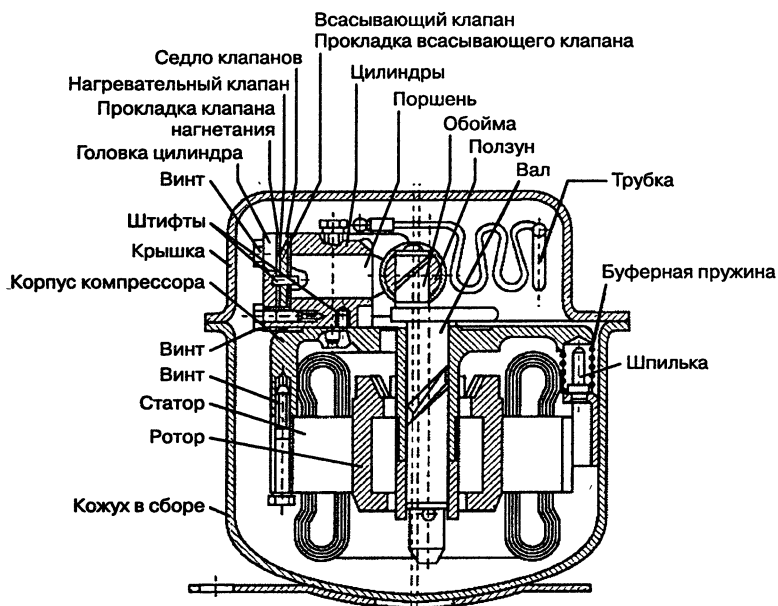


Рис. 9.21. Устройство кулисного мотор-компрессора

Кривошипно-кулисный мотор-компрессор с вертикальным расположением вала подвешен на пружинах (рис. 9.21) внутри герметичного кожуха. В зависимости от конструкции подвески пружины работают на сжатие или растяжение и служат для гашения колебаний, возникающих при работе компрессора.

Пружины крепятся на кронштейнах, находящихся в верхней части кожуха, и ввинчиваются в отверстия специальных приливов на корпусе. Корпус компрессора, в свою очередь, приливами опирается на пружины.

Электродвигатель — однофазный, асинхронный, с пусковой обмоткой. Для пуска двигателя и защиты от перегрузок применяют пускозащитное реле, соединенное с двигателем при помощи колодки зажимов, закрепленной на проходных контактах пластинчатой скобой. Реле установлено на раме.

Ротор электродвигателя помещен непосредственно на валу компрессора. Статор прикреплен к корпусу компрессора четырьмя винтами.

Статор набран из штампованных листов электротехнической стали. Обмотка статора двухполюсная, четырехкатушечная.

Корпус компрессора чугунный, одновременно служащий опорой вала. Цилиндр отлит вместе с глушителями. Он устанавливается на

корпусе мотор-компрессора по четырем штифтам и крепится двумя винтами.

**Противовес** отлит вместе с кривошипным валом. Для уменьшения инерционных масс поршень 18 изготовлен полым из листовой стали. Обойма свернута из листовой стали. Поршень соединен с ней пайкой медистыми припоями.

**Ползун кулисы** чугунный. На торце цилиндра установлена прокладка всасывающего клапана и сам клапан по двум установочным цилиндрическим штифтам.

**Нагнетательный клапан** вместе с ограничителем крепится к седлу заклепками. Клапаны — пружинные пластинки из стальной высокоуглеродистой, термически обработанной ленты — установлены на штифты. На тех же штифтах установлены скобы, которые ограничивают подъем клапана.

Высота подъема клапанов такова:

- ♦ всасывающего  $0,5 \pm 0,08$  мм;
- ♦ нагнетательного — 1,18 мм.

Диаметр всасывающего отверстия 5 мм, нагнетательного — 3,4 мм.

Седло клапанов и головка цилиндра отлиты из чугуна.

Вал ротора вращается в подшипнике в корпусе компрессора. Кожух мотор-компрессора изготовлен из листовой стали.

Трущиеся части компрессора смазываются маслом под действием центробежной силы через косое отверстие в нижнем торце коренной шейки вала. При вращении вала масло, попадая в наклонный канал, поднимается вверх и попадает к трущейся паре вал — корпус компрессора.

Дальше по винтовой канавке масло поступает к паре вал — ползун. Пара поршень-цилиндр смазывается разбрызгиванием.

В табл. 9.6 приведена классификация компрессоров в зависимости от описанного объема.

Таблица 9.6

Типоразмер	Описанный объем, не более		
	см <sup>3</sup> ·с <sup>-1</sup> * (м <sup>3</sup> ·ч <sup>-1</sup> )		м <sup>3</sup> /1 ход (см <sup>-1</sup> ход)
	при напряжении сети 220 В и частоте 50 Гц	при напряжении сети 115 В и частоте 60 Гц	при напряжении сети 220 В и частоте 50 Гц
5	250 (0,9)	—	5·10 <sup>-4</sup> (5)
6	315 (1,134)	378 (1,36)	6,3·10 <sup>-4</sup> (6,3)
8	400 (1,44)	—	8·10 <sup>-4</sup> (8)

*Примечание.* Описанный объем — объем, который вытесняется поршнем за единицу времени или за один ход при номинальном числе оборотов.

Пары хладона всасываются из кожуха в цилиндр через глушитель всасывания и нагнетаются через глушитель нагнетания в трубку. Змеевик нагнетательной трубки способствует гашению колебаний мотор-компрессора, корпус которого опирается на три пружины. Пружина предохраняет от выпадения шпилька.

Кожух закрыт сверху крышкой, приваренной по фланцу и ограничивающей перемещение мотор-компрессора вверх.

### Хладоновый герметичный компрессор с кривошипно-кулисным механизмом и вертикальной осью вращения (ХКВ)



#### Примечание.

*Эти компрессоры предназначены для холодильных агрегатов с капиллярной трубкой и применяются в бытовых холодильниках и морозильниках, работающих на хладоне-12 и рассчитанных на температуру кипения в испарителе от минус 10 до минус 30 °С.*

Налажен выпуск хладоновых герметичных компрессоров с кривошипно-кулисным механизмом, вертикальной осью вращения (ХКВ) и описанным объемом (табл. 9.6) до  $400 \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$  ( $1,44 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1}$ ), встроенным двухполюсным однофазным асинхронным электродвигателем и пускозащитным реле. Компрессоры в зависимости от исполнения подразделяют на следующие.

В зависимости от номинального напряжения и частоты тока:

- ♦ 1 — при напряжении сети 220 В и частоте 50 Гц;
- ♦ 2 — при напряжении сети 115 В и частоте 60 Гц.

В зависимости от электродвигателя и пускозащитного реле:

- ♦ Д — двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель холодильной машины (ДХМ), пускозащитное, токовое, комбинированное реле (РТК);
- ♦ Л — двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель (ЭД) и двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель с повышенным пусковым моментом (ЭДП), пускозащитное комбинированное реле (Р).

В зависимости от наличия устройств охлаждения:

- ♦ Б — без устройства для дополнительного охлаждения;
- ♦ М — с устройством для дополнительного охлаждения.

В зависимости от условий эксплуатации:

- ♦ УХЛ — для условий эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом;
- ♦ Т — для условий эксплуатации в районах с тропическим климатом.



**Пример.**

**ХКВ5 — 1 ЛБ УХЛ (ГОСТ 17008).** Это условное обозначение компрессора типоразмера 5, для сети напряжением 220 В и частотой тока 50 Гц, с электродвигателем ЭД и пускозащитным реле типа Р, без дополнительного охлаждения, климатического исполнения УХЛ.

Основные параметры компрессоров даны в табл. 9.7.

Основные параметры компрессоров

Таблица 9.7

Компрессор	Работа на хладоне-12				Работа на воздухе		Масса, кг, не более	Удельная масса, кг/(Вт·год), не более	Удельная энергоёмкость, Вт/Вт, не более
	Номинальная холодопроизводительность, Вт (ккал/ч), предельные отклонения ±7 %	Потребляемая мощность, Вт, не более	Удельная холодопроизводительность, Вт/Вт, но не менее		Объёмная производительность, не более	Потребляемая мощность, Вт, не более			
			до 01.01.90	с 01.01.90					
ХКВ5-1ЛБ УХЛ	115 (100)	140	0,83	0,85	12×10 <sup>-5</sup> (7,3)	155	9,2	0,0053	1,2
ХКВ6-1ДБ УХЛ	145 (125)	170	0,91	0,95	15,3×10 <sup>-5</sup> (9,2)	175	9,7	0,0046	1,1
ХКВ6-1ЛБ УХЛ	145 (125)	165	0,91	0,95	15,3×10 <sup>-5</sup> (9,2)	175	9,7	0,0046	1,1
ХКВ6-1ДМ УХЛ	150 (130)	170	0,93	0,97	15,3×10 <sup>-5</sup> (9,2)	175	10,2	0,0046	1,08
ХКВ6-1ЛМ УХЛ	150 (130)	170	0,93	0,97	15,3×10 <sup>-5</sup> (9,2)	175	10,2	0,0046	1,08
ХКВ6-1ЛМ Т	125 (108)	170	0,83	0,86	15,3×10 <sup>-5</sup> (9,2)	175	10,2	0,0053	1,2
ХКВ6-2ДМ УХЛ	165 (142)	190	0,86	0,9	18×10 <sup>-5</sup> (11)	190	10,2	0,004	1,16
ХКВ6-2ДМ Т	145 (125)	190	0,82	0,85	18×10 <sup>-5</sup> (11)	190	10,2	0,0046	1,2
ХКВ8-1ЛМ УХЛ	185 (160)	190	0,99	1,01	21×10 <sup>-5</sup> (12,6)	190	10,2	0,004	1,01
ХКВ8-1ЛМ Т	160 (138)	190	0,87	0,9	21×10 <sup>-5</sup> (12,6)	190	10,2	0,0045	1,15

**Примечания.**

1. *Масса компрессора* включает массу заправленного маслом компрессора без учета массы пускозащитного реле и монтажных изделий.
2. *Удельная холодопроизводительность* — отношение значений холодопроизводительности к потребляемой мощности.
3. *Удельная масса* — отношение значений массы к холодопроизводительности, умноженной на установленный срок службы.
4. *Удельная энергоёмкость* — отношение потребляемой мощности к холодопроизводительности.

Объёмную производительность по воздуху и потребляемую мощность определяют на стенде при следующих условиях:

- ♦ температура обмотки электродвигателя компрессора  $85 \pm 10$  °С;
- ♦ напряжение номинальное  $\pm 2$  %;

- ♦ давление всасывания избыточное  $1,96 \times 10^3$  Па;
- ♦ давление нагнетания избыточное  $78,5 \times 10^4$  Па.

**Корректируемый уровень звуковой мощности** (уровня звука) компрессоров в установившемся режиме не должен превышать:

- ♦ 44 дБ·А — для типоразмеров 5 и 6;
- ♦ 46 дБ·А — для типоразмеров 8.

**Сопротивление электрической изоляции** компрессора между токоведущими частями и кожухом должно быть не менее 10 МОм при климатических условиях производственного помещения.

**Электрическая изоляция** между токоведущими частями и кожухом компрессора в холодном состоянии должна выдерживать испытательное напряжение 1250 В.

### Электродвигатель

Холодильные агрегаты выпускаются на одно напряжение — 127 или 220 В. Электродвигатель холодильника в нормальных условиях работает циклично, т. е. периодически включается и выключается через определенные промежутки времени.



#### **Определение.**

***Коэффициент рабочего времени** — отношение части цикла, в продолжение которой электродвигатель работает, к общей продолжительности цикла.*



#### **Правило.**

*Чем больше коэффициент рабочего времени (при постоянной температуре в помещении, тем ниже температура в холодильной камере и тем больше среднечасовой расход электроэнергии).*

Определенную цикличность в работе холодильника (коэффициент рабочего времени) обеспечивает датчик-реле температуры — прибор, регулирующий температуру в шкафу холодильника.

Для привода герметичных компрессоров и работы в среде хладона и рефрижераторного масла предназначаются однофазные короткозамкнутые асинхронные электродвигатели. Они выпускаются на номинальное напряжение 127 или 220 В с номинальной мощностью 60, 90, 120 Вт. Частота вращения 1500 и 3000 об/мин.



Электродвигатели работают при отклонениях напряжений от номинального значения в пределах  $-15—+10\%$ .

На статоре двигателя расположены две обмотки — рабочая и пусковая. Переменный ток, проходя по рабочей обмотке, создает переменное магнитное поле, наводящее токи в короткозамкнутом роторе двигателя. Электромагнитная сила, возникающая в результате взаимодействия магнитного поля с токами ротора, взаимно уравновешивается, благодаря чему ротор стоит на месте относительно магнитного поля статора.

Для образования вращающегося магнитного поля и сдвига ротора с места применяют дополнительную пусковую обмотку. При включении обеих обмоток образуется вращающееся магнитное поле, которое увлекает за собой ротор. Когда частота вращения ротора достигает  $75—80\%$  частоты вращающегося магнитного поля в рабочей обмотке, пусковая обмотка отключается пусковым реле.

В холодильных агрегатах применяются электродвигатели типа ДХМ, ЭД, ЭДП и др.

### Конденсатор холодильного агрегата

Конденсатор холодильного агрегата является теплообменным аппаратом, в котором хладагент отдает тепло окружающей его среде.

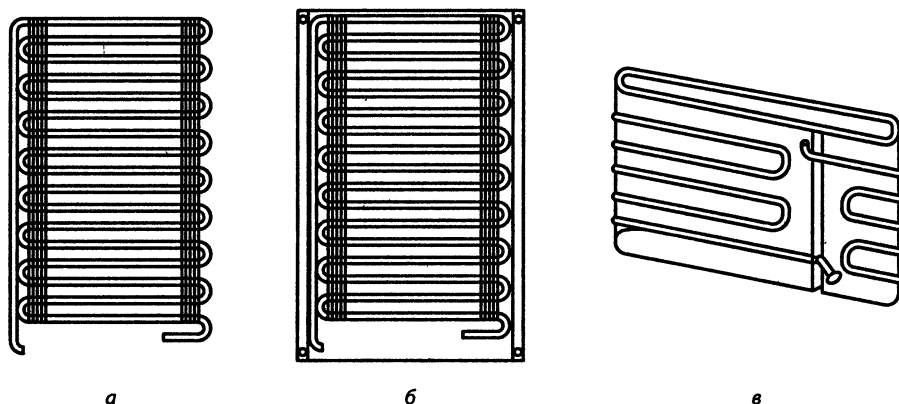
Пары хладагента, охлаждаясь до температуры конденсации, переходят в жидкое состояние. Конденсатор представляет собой трубопровод, изогнутый в виде змеевика, внутрь которого поступают пары хладона.

Змеевик охлаждается снаружи окружающим воздухом. Наружная поверхность змеевика обычно недостаточна для отвода тепла воздухом. Поэтому поверхность змеевика увеличивают за счет большого количества ребер, креплением змеевика к металлическому листу и другими способами.

Широкое распространение получили конденсаторы конвективного охлаждения с проволочным оребрением (рис. 9.22, а).

Конденсатор представляет собой змеевик из медной трубки с приваренными к ней с обеих сторон (друг против друга) ребрами из стальной проволоки диаметром  $1,2—2$  мм.

Ребра из проволоки приваривают к трубке точечной электросваркой или припаивают медью. Применяются также конденсаторы щитовые с завальцованной трубкой (холодильники «ЗИЛ-63», «ЗИЛ-64»).



**Рис. 9.22.** Конденсатор холодильного агрегата:  
 а — с проволочным оребрением; б — листотрубчатый; в — прокатно-сварной

В холодильниках старых моделей применялись листотрубчатые конденсаторы. Листотрубчатый щитовой конденсатор (рис. 9.22, б) состоит из змеевика, который приварен, припаян или плотно прижат к металлическому листу, выполняющему роль сплошного ребра. В листе иногда делают прорезы с отбортовкой по типу жалюзи. Это увеличивает теплопередающие поверхности за счет торцов отогнутых металлических язычков и циркуляции воздуха. Диаметр труб 4,75—8 мм, шаг 35—60 мм, толщина листа 0,5—1 мм.

Трубы змеевика на листе обычно располагают горизонтально. В некоторых листотрубчатых конденсаторах их располагают вертикально, чтобы последние витки трубопровода не нагревались от кожуха компрессора. Длина трубопровода конденсатора составляет 6500—14000 мм.

Листотрубчатый прокатно-сварной конденсатор (рис. 9.22, б, в) изготовлен из алюминиевого листа толщиной 1,5 мм с раздутыми в нем каналами змеевика. Конденсатор имеет форму сплюснутой трубы и закреплен на задней стенке шкафа холодильника. При сравнительно небольших размерах конденсатор работает эффективно благодаря высокой теплопроводности алюминия и теплопередаче через однородную среду.

Для более эффективной циркуляции воздуха в щите сделаны сквозные просечки. Конденсатор с одной стороны соединен трубопроводами с нагнетательной линией компрессора, а с другой через фильтр и капиллярную трубку — с испарителем.

Для защиты от коррозии конденсатор окрашивают черной эмалью.

**Примечание.**

*Существенным недостатком конденсатора этого типа является его выход из строя при засорении капиллярной трубки. Происходит вздутие листа алюминия и его разрыв.*

В испарителе происходит передача тепла от охлаждаемого объекта к испаряющемуся (кипящему) вследствие этого холодильному агенту.

По принципу действия испарители аналогичны конденсаторам, но отличаются тем, что в конденсаторе холодильный агент отдает тепло окружающей среде, а в испарителях поглощает его из охлаждаемой среды.

В однокамерных холодильниках испаритель предназначен для хранения замороженных продуктов, поэтому его делают в виде полки. Для поддержания низкой температуры испаритель закрывают спереди дверцей, а сзади стенкой. Такой испаритель является низкотемпературным (морозильным) отделением.

В настоящее время применяются алюминиевые испарители, изготовленные прокатно-сварным методом. Исходным материалом для их изготовления служат листы алюминия марки АД, АД-1. Алюминиевые испарители менее долговечны, чем стальные, они рассчитаны на срок службы 6—8 лет.

Испарители имеют каналы различной конфигурации и отличаются способом крепления в холодильной камере. В некоторых холодильных агрегатах испарители отличаются тем, что система каналов у них имеет вместо двух выходных отверстий для присоединения капиллярной и всасывающей трубки лишь одно.

У таких агрегатов капиллярная трубка проходит внутри всасывающей. Конец всасывающей трубки приваривают в торце выходного канала испарителя, а капиллярная трубка проходит через выходной канал во входной, где ее обжимают, чтобы не было перетекания хладона из входного канала в выходной.

Для защиты алюминиевых испарителей от коррозии их анодируют в сернокислых или хромовкислых ваннах, получая защитную пленку толщиной 10—12 мкм. Для сохранения анодной пленки испаритель дополнительно покрывают лаком УВЛ-3 или эпоксидной смолой. Особое внимание уделяют внутрикоррозийной защите стыков медно-алюминиевых трубок, соединяющих алюминиевый испаритель с медными трубопроводами.

Испарители выпускают различных конструкций. Широкое распространение в холодильниках ранних выпусков имели испарители, изготовленные в виде перевернутой буквы П (рис. 9.23, а), часто вытянутой во всю ширину камеры, с полкой для продуктов.

В современных холодильниках с морозильными отделениями во всю ширину камеры испарители делают в виде вытянутой буквы О (рис. 9.23, б) или повернутой вверх буквы С. Испаритель крепят к потолку или боковым стенкам камеры.

В настоящее время в некоторых моделях двухкамерных холодильников применяют листотрубчатые (рис. 9.23, в) секционные испарители, плоские, расположенные на задней стенке камеры холодильника или устанавливаемые горизонтально (в этом случае испаритель одновременно является полкой).

Трубопровод испарителя диаметром 8 мм прикреплен к металлическому листу с внутренней стороны. Для крепления трубопровода и циркуляции воздуха на листе сделаны просечки.

В холодильниках ранних выпусков («ЗИП-Москва», «Саратов-2» и др.) применялись стальные испарители из двух сваренных листов нержавеющей стали. Стальные испарители отличаются относительно небольшими размерами и большой прочностью.

Капиллярная трубка в сборе с отсасывающей служит регулирующим устройством для подачи жидкого хладагента в испаритель. Она представляет собой трубопровод из меди марки ДКРХТ с внутренним диаметром 0,5—0,8 и длиной 2800—6000 мм (в зависимости от

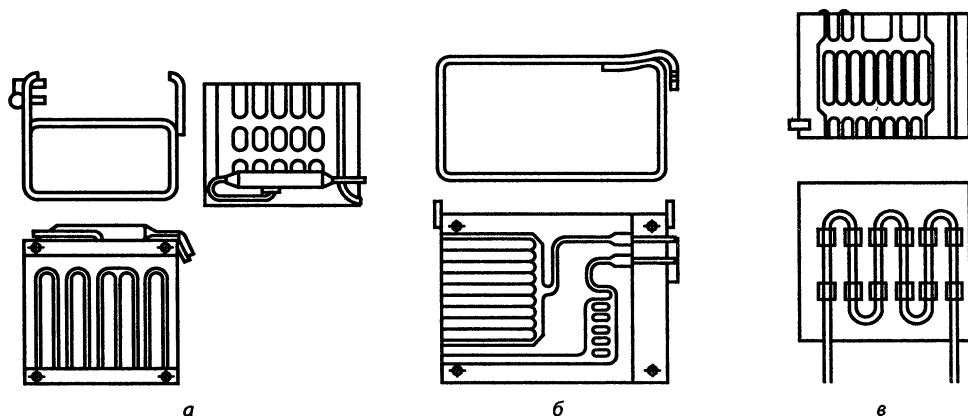


Рис. 9.23. Испарители:

а — в виде перевернутой буквы П; б — О-образной формы; в — листотрубчатый (вид снизу)

модели холодильника), соединяющий стороны высокого и низкого давления в системе холодильного агрегата.



### Примечание.

*Имея небольшую проходимость (5,6—8,5 л/мин), капиллярная трубка является дросселем и создает перепад давления между конденсатором и испарителем, а также подает в испаритель определенное количество жидкого хладагента.*

К преимуществам капиллярных трубок по сравнению с другими дросселирующими устройствами (например, с терморегулирующими вентилями) следует отнести простоту конструкции, отсутствие движущихся частей и надежность в работе.

Кроме того, капиллярная трубка, соединяя между собой стороны нагнетания и всасывания, уравнивает давление в системе агрегата при его остановках (рис. 9.24). Это снижает противодействие на поршень компрессора в момент запуска и позволяет применять электродвигатель компрессора с относительно небольшим пусковым моментом.

Недостатком капиллярной трубки является невозможность необходимого регулирования подачи хладагента в испаритель при разных температурных условиях эксплуатации холодильника.

Учитывая это, проходимость капиллярной трубки устанавливают исходя из нормальных эксплуатационных условий холодильника.

Для улучшения теплообмена между отсасывающими холодными парами и теплым жидким хладагентом, которые движутся противоток, капиллярную и отсасывающую трубки спаивают между собой на большом участке. В некоторых холодильных агрегатах капиллярную трубку наматывают на отсасывающую или помещают внутри нее.

Фильтр устанавливают у входа в капиллярную трубку для предохранения ее от засорения твердыми частицами.

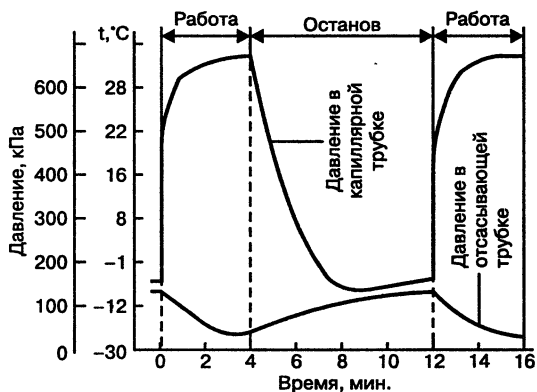


Рис. 9.24. Кривые изменения давления в холодильном агрегате за цикл работы

Фильтры изготавливают из мелких латунных сеток или металлокерамики. Металлокерамический фильтр состоит из бронзовых шариков диаметром 0,3 мм, сплавленных в столбик конусообразной формы, заключенный в металлический корпус. Капиллярную трубку припаивают к металлокерамическому фильтру под углом 30°.

В большинстве холодильников фильтр смонтирован в одном корпусе с осушительным патроном. По краям корпуса расположены сетки, а между сетками — адсорбент. Попадание влаги в систему, заполненную хладоном и смазочным маслом, при воздействии высоких температур в компрессоре приводит к образованию минеральных и органических кислот

Эти кислоты разрушающе действуют на детали компрессора, в первую очередь на электрическую изоляцию встроенного электродвигателя. Капли свободной влаги замерзают в капиллярной трубке и нарушают работу агрегата. Поэтому при изготовлении, монтаже и ремонте холодильные агрегаты (или отдельно узлы) тщательно очищают и осушают.

### Адсорбенты

Для очистки рабочей среды хладоновых холодильных машин от влаги и кислот применяют адсорбенты различных марок. Ими заполняют фильтры-осушители.

Эффективными поглотителями влаги являются синтетические цеолиты МаА-2МШ и NaА-2КТ. Их выпускают в виде таблеток или шариков размером 1,5—3,5 мм.



#### Примечание.

*По сравнению с минеральными адсорбентами (силикагелем, алюмогелем и др.) цеолиты хорошо поглощают воду из холодильного агента.*

Преимущества цеолита по сравнению с силикагелем становятся еще значительнее при наличии масла в холодильном агенте.

Синтетический цеолит МаА-2МШ предназначен для заполнения осушительных патронов бытовых холодильников, работающих на хладоне-12. Он активно адсорбирует следы воды и почти поглощает холодильные агенты и смазочные масла.

## Осушительный патрон

Осушительный патрон служит для поглощения влаги из хладагента и предохранения регулирующего устройства (капиллярной трубки) от замерзания в нем воды.

Корпус (рис. 9.25, а) осушительного патрона состоит из металлической трубки длиной 105—135 мм и диаметром 12—18 мм с вытянутыми концами, в отверстия которых впаивают соответствующие трубопроводы холодильного агрегата.

Внутри корпуса патрона помещают 10—18 г адсорбента (синтетического цеолита). Адсорбенты имеют простую кристаллическую структуру. Мельчайшие поры соединены узкими каналами.



### Примечание.

*Благодаря такой структуре возникает избирательная адсорбция, т. е. свойство молекулярного сита, когда в полости пор проникают лишь те молекулы, размер которых меньше диаметра каналов.*

Поэтому вся активная поверхность и объем пор используются для удержания молекул воды и не засоряются прочими веществами с более крупными молекулами (в частности, хладоном и маслом).

Корпус осушительного патрона в зависимости от места установок его в агрегате изготавливают из стальных, медных или алюминиевых трубок. Адсорбент помещают в корпус патрона между сетками с обоями, которые установлены на входе и выходе патрона.

Если осушительный патрон помещен в штампованном испарителе, корпусом осушителя служит коллектор испарителя, куда кладут адсорбент в сетчатом чехле.



### Примечание.

*Осушительные патроны с силикагелем обычно ставят в холодильной зоне агрегата — испарителе.*

Осушительные патроны с цеолитом устанавливают на стороне нагнетания перед входом в капиллярную трубку, т. е. там же, где находится фильтр. В этом случае осушительный патрон совмещают с фильтром (фильтр-осушитель).

Наряду с медной сеткой используют металлокерамику. Фильтр (рис. 9.25, б) состоит из большого количества бронзовых шариков

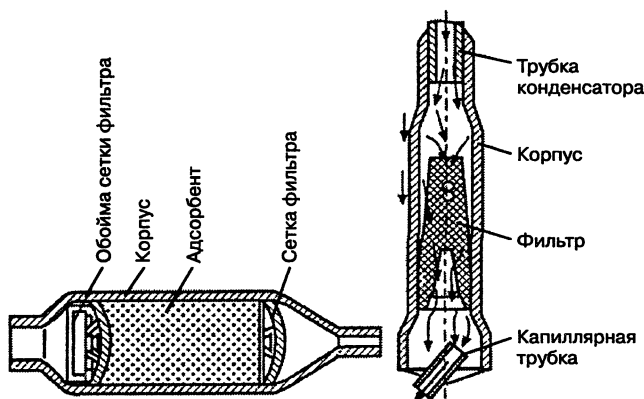


Рис. 9.25. Фильтр-осушительный патрон:  
а — без металлокерамики; б — с металлокерамикой

диаметром 0,25 мм, которые в результате спекания образуют столбик конической формы.

Между прилегающими друг к другу поверхностями шариков имеются мельчайшие зазоры, образующие многочисленные лабиринты. Но они не препятствуют проходу жидкого хладагента. Для увеличения поверхности фильтра в торце большого основания конуса имеется глухое отверстие.

Во входное отверстие корпуса фильтра запаивают трубку конденсатора, а в выходное — капиллярную трубку.



#### Примечание.

*В холодильных агрегатах со стальным испарителем и конденсатором из медной трубки для предотвращения или устранения замерзания влаги в капиллярной трубке вместо осушительного патрона применяют метиловый спирт. Обычно в систему агрегата вводят 1—2 % (количества хладагента) химически чистого метилового спирта.*

В этом случае вода не устраняется от системы агрегата, понижается лишь температура ее замерзания.



#### Внимание.

*Использование спирта в агрегатах с алюминиевым испарителем или конденсатором недопустимо, так как взаимодействие спирта с алюминием приводит к разрушению и выходу хладагента из системы агрегата.*



Все имеющиеся в холодильном агрегате соединения выполнены сваркой и пайкой твердыми припоями. Алюминиевые части соединяют аргонодуговой сваркой, медные — пайкой. Соединения алюминиевых частей с медными трубопроводами осуществляют через переходные медно-алюминиевые трубки, предварительно сваренные встык на специальной электросварочной машине.

### Индикатор влажности

Перед тем, как в холодильный агрегат залить хладон, проверяют его влажность. Для этого служит индикатор влажности, установленный на трубопроводе, подающем хладон к агрегату. Индикатор влажности ИВ-7 состоит из латунного корпуса (рис. 9.26) со смотровым стеклом, накидной гайкой и чувствительного элемента на капроновом стержне.

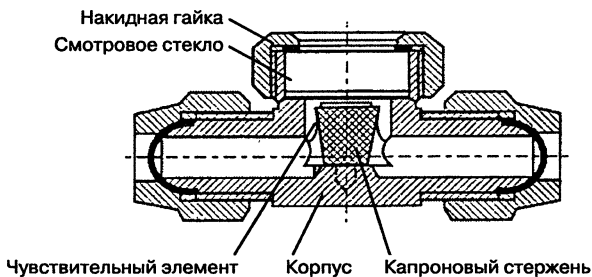


Рис. 9.26. Устройство индикатора влажности

Чувствительным элементом служит фильтровальная бумага, пропитанная 4 %-ным раствором бромистого кобальта. Цвет бумаги зависит от содержания воды в хладоне и от температуры, с повышением которой растворимость воды в хладоне увеличивается (табл. 9.8).

Определение влажности хладона, мг/кг

Таблица 9.8

Температура, °С	Цвет бумаги			
	Зеленый	Синий	Голубой	Розовый
<b>Хладон-12</b>				
-20	<5	5—15	—	>15
-40	<10	15—30	—	>30
-55	20	30—50	—	>50
<b>Хладон-22</b>				
-20	—	<15	15—60	>60
-40	—	<30	30—200	>200



### Примечание.

*Растворимость воды в хладоне-22 значительно выше, чем в хладоне-12, поэтому в хладоне-22 допускается более высокое ее содержание.*

## Установки для осушки масла

В холодильный агрегат вводится предварительно осушенное масло. Для осушки масла имеются различные установки.

Принцип их работы следующий. Из бака (рис. 9.27) масло шестеренчатым насосом подается в нагреватель, где его температура повышается до  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и соответственно снижается вязкость. После этого насос перекачивает масло через адсорберы, заполненные цеолитом, в бак, до тех пор, пока не будет достигнута необходимая сухость. После этого масло подается в бак. Производительность установки  $60\text{ кг/ч}$ . Масса цеолита в одной адсорбционной колонке  $5\text{ кг}$ , габаритные размеры установки  $850\times 560\times 1050\text{ мм}$ .

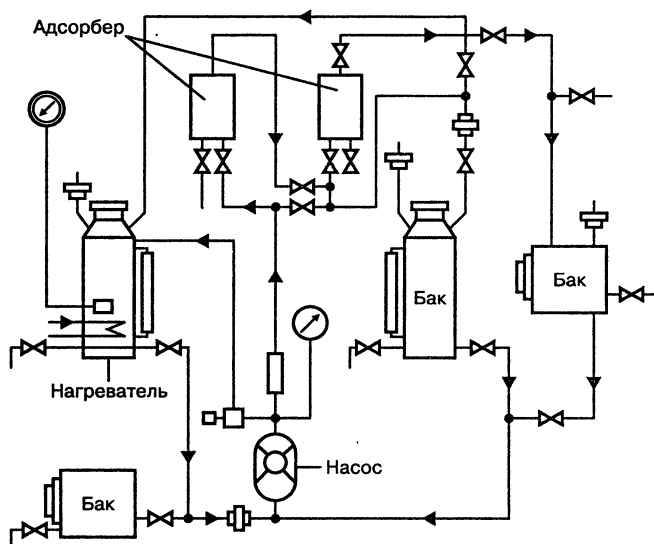


Рис. 9.27. Схема установки для осушки масла

## Работа холодильного агрегата

Холодильная камера бытового холодильника охлаждается вследствие изменения агрегатного состояния хладагента в системе герме-

точного холодильного агрегата, принцип действия которого заключается в следующем.

Пары хладона-12 отсасываются из испарителя (рис. 9.28) компрессором и проходят внутри кожуха, охлаждая обмотку электродвигателя. Сжатые в компрессоре пары хладагента по нагнетательной трубке поступают в охлаждаемый окружающим воздухом конденсатор.

Давление паров хладона в конденсаторе равно 600—1050 кПа. В конденсаторе пары хладона переходят в жидкое состояние, отдавая тепло окружающей среде.

Жидкий хладон из конденсатора поступает через фильтр в капиллярную трубку (где происходит его дросселирование) и затем в испаритель.

Капиллярная трубка создает необходимый для работы перепад давления между конденсатором и испарителем. Давление хладагента в испарителе понижается до 98 кПа. Жидкий хладон при низком давлении кипит, отнимая тепло от стенок испарителя и воздуха холодильной камеры.

Из испарителя пары хладагента по всасывающей трубке поступают в кожух компрессора, и цикл повторяется. Холодные пары хладагента, проходя из испарителя в компрессор по всасывающей трубке, охлаж-

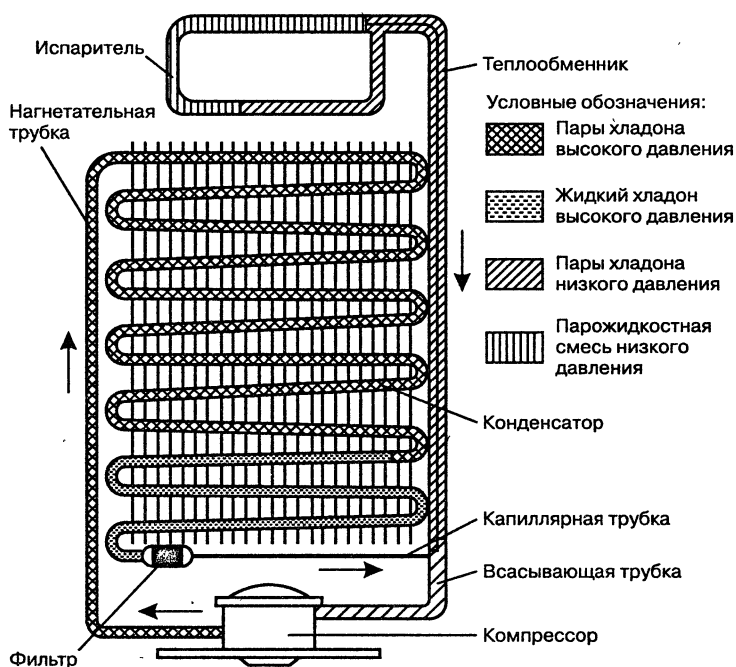


Рис. 9.28. Схема компрессионного холодильного агрегата

дают жидкий хладон, который поступает по капиллярной трубке из конденсатора в испаритель.

Теплообменником служит участок всасывающей и капиллярных трубок, спаянных между собой. В ряде холодильников капиллярная трубка пропущена внутри всасывающей.

Компрессор приводится в движение встроенным однофазным электродвигателем переменного тока, имеющим рабочую и пусковую обмотки.

Для запуска электродвигателя и защиты его от токовых перегрузок применяется пускозащитное реле. Заданная температура в холодильной камере поддерживается автоматически датчиком-реле температуры.

Электрическая лампа накаливания для освещения камеры шкафа включена в сеть:

- ♦ параллельно цепи двигателя;
- ♦ последовательно с дверным выключателем.

При открывании двери холодильника контакты выключателя замыкаются, включая лампу, независимо от электродвигателя.

## 9.4. Хладагенты

Международный стандарт (МС) ИСО 817 «Органические хладагенты» предусматривает цифровые обозначения хладагентов в технической документации на холодильное оборудование, хладагенты, масла, тару для транспортирования хладагентов и масел, приборы автоматики, контроля и сигнализации холодильного оборудования и терминологию холода.

Стандарт допускает несколько обозначений хладагентов:

- ♦ условное (символическое) обозначение;
- ♦ торговое название (марка);
- ♦ химическое название;
- ♦ химическая формула.

При этом условное обозначение хладагентов является предпочтительным и состоит из символа R и определяющего числа.



**Пример.**

*Хладон-12 имеет обозначение R12, хладон-22 — R22.*

Приведем список некоторых органических и неорганических хладагентов (табл. 9.9):

Органические и неорганические хладагенты

Таблица 9.9

Условное обозначение	Химическое название	Химическая формула
<b>Органические хладагенты</b>		
R10	Тетрахлорметан	$\text{CCl}_4$
R11	Фтортрихлорметан	$\text{CFCl}_3$
R12	Дифтордихлорметан	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$
R22	Дифторхлорметан	$\text{CHF}_2\text{Cl}$
R50	Метан	$\text{CH}_4$
R290	Пропан	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
R1150	Этилен	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
R1270	Пропилен	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
<b>Неорганические хладагенты</b>		
R717	Аммиак	$\text{NH}_3$
R718	Вода	$\text{H}_2\text{O}$
R729	Воздух	-
R744	Двуокись углерода	$\text{CO}_2$

**Требования.** К хладагентам предъявляются термодинамические, физико-химические, физиологические и экономические требования.

К термодинамическим требованиям относят:

- ♦ минусовую температуру кипения при атмосферном давлении;
- ♦ низкое давление конденсации;
- ♦ высокую объемную холодопроизводительность;
- ♦ высокий коэффициент теплопроводности и теплопередачи.

**Физико-химическими требованиями к хладагентам являются:**

- ♦ малая плотность и вязкость, обеспечивающие незначительное сопротивление хладагента при циркуляции в агрегате;
- ♦ химическая пассивность к металлам, материалам изоляции обмоточных проводов электродвигателя;
- ♦ химическая стойкость;
- ♦ негорючесть;
- ♦ малая способность проникать через неплотности;
- ♦ способность растворять воду и т. д.

Холодильные агенты должны быть безвредными для здоровья человека (физиологическое требование) и низкой стоимости (экономическое требование).

Помимо перечисленных рабочее вещества абсорбционных холодильников должны отвечать дополнительным требованиям:

- ♦ образовывать между собой растворы;
- ♦ обладать разными температурами кипения.



**Примечание.**

*Вещество с более низкой температурой кипения является хладагентом, с более высокой — абсорбентом.*

В компрессионных холодильниках хладагентом служит хладон-12 (дифтордихлорметан).

В абсорбционных холодильниках используют два рабочих вещества: хладагент R717 — аммиак и абсорбент R718 — воду.

Аммиак (R717) — газ с резким удушливым запахом, вредный для здоровья человека. Газ без цвета, допустимая концентрация в воздухе 0,02 мг/дм<sup>3</sup> (0,0028 % по объему).



**Внимание.**

*В соединении с воздухом при концентрации 16:26,8 % (по объему) и наличии открытого пламени аммиак взрывоопасен.*

Пары аммиака легче воздуха, он хорошо растворяется в воде. Один объем воды может растворить 700 объемов аммиака, что исключает замерзание влаги в системе.

На черные металлы аммиак практически не действует, но вступает в реакции с медью и ее сплавами. Поэтому холодильные агрегаты абсорбционного типа изготавливают только из стали. Приведем некоторые температурные параметры хладагентов (табл. 9.10)

Температурные параметры хладагентов

Таблица 9.10

Хладагент	Хладон-12	Хладон-22	Аммиак
Температура кипения при нормальном атмосферном давлении, °С	-29,8	-40,8	-33,35
Температура затвердевания, °С	-155	-160	-77,7

Хладон-12 (химическое наименование дифтордихлорметан, символическое обозначение R12) — бесцветный газ со слабым запахом четыреххлористого углерода, сжиженный под давлением.

Молекулярная масса (по международным атомным массам 1969 г.) — 120,93. В бытовых холодильниках хладон-12 предназначен в качестве хладагента. По физико-химическим показателям хладон-12 должен соответствовать следующим требованиям и нормам (табл. 9.11).

Характеристики хладона-12

Таблица 9.11

Характеристика	Величина
Содержание нелетучего остатка, %, не более	0,005
Кислотность	окраска индикатора не должна изменяться
Содержание дифтордихлорметана, %, по объему, не менее	99,5
Содержание примесей, определяемых хроматографическим методом, %, по объему, не более	0,5
В том числе содержание неконденсирующихся примесей (воздуха или азота), %, по объему, не более	0,3
Содержание воды, %, не более	0,0004



### Внимание.

*Хладон взрывобезопасен, негорюч и неядовит. При накоплении паров хладона в закрытом помещении может наступить удушье вследствие вытеснения им кислорода воздуха.*

Хладон-12 хорошо растворяет смазочные масла, понижая их вязкость. Поэтому в агрегатах применяют вязкое, абсолютно безвредное фреоновое нефтяное масло марки ХФ-12-16.

Растворение фреонового масла имеет как положительную, так и отрицательную сторону. Вследствие большой текучести хладона масло хорошо проникает во все трущиеся детали, смазывая их, но, в то же время, при заносе в теплообменные части агрегата ухудшает теплопередачу.

Хладон-22 хуже растворяет масла, а при низких температурах может образовывать двухфазные смеси. Поэтому в кондиционерах применяют масла с более низкой температурой застывания. Например, к ним относится масло ХФ-22-24. Хладон воду практически не растворяет. Это является одним из его отрицательных свойств.

**Растворимость воды в жидком хладоне составляет:**

- ♦ при температуре 0 °С — 25 мг/кг;
- ♦ при минус 35 °С — всего 2 мг/кг.

**Примечание.**

*В холодильном агрегате имеется капиллярная трубка. При наличии влаги в агрегате в ней могут образовываться ледяные пробки, приводящие к потере работоспособности агрегата. Поэтому содержание воды в хладоне-12 допускается не более 0,0004 %.*

Другим отрицательным свойством хладона является большая текучесть, т. е. способность его проникать через даже самые мельчайшие поры и щели. А следует помнить, что при значительной утечке хладона агрегат не функционирует.

В холодильные агрегаты однокамерных компрессионных холодильников обычно вводят от 90 до 220 г хладона и 280—340 г масла.

Утечка хладона при эксплуатации холодильников не должна превышать 2—5 г в год. Поэтому при ремонте холодильников особое внимание уделяют герметичности агрегатов. Для проверки герметичности применяют электронные галоидные течеискатели, позволяющие обнаруживать утечку хладона в количестве 0,2—0,5 г в год.

### Озонобезопасные хладагенты

На Международном совещании в Копенгагене (ноябрь 1992 г.) было принято решение о прекращении производства озонопасных хладагентов R11, R12 и R502 с 1 января 1996 года.

В переходный период, наряду с заменой хладагентов CFC (R12, R502, R22, R115) озонопасными HFC, FC (R134a, R404A), допускается замена их хладагентами HCFC (R22, R401A).

Для бытовой холодильной техники альтернативным является R134a (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>). Он не воспламеняется во всем диапазоне температур эксплуатации. Однако при сжатии воздуха могут образовываться горючие смеси.

**Совет.**

*Не следует смешивать R134a с R12, так как образуются газы высокого давления.*

Насыщенный пар хладагента R134a имеет давление несколько выше, чем у R12. Пар R134a разлагается под влиянием пламени с образованием отравляющих и разряжающих соединений таких, как фтороводород.



Хладагент R134a имеет эксплуатационные характеристики, близкие к R12. Его рекомендуется применять в бытовых холодильниках и он может быть использован при переводе холодильных систем бытовых холодильников с R12 на R134a.

## 9.5. Ремонт и эксплуатация отечественного холодильника

### Советы по эксплуатации холодильника

Многие неисправности, приводящие впоследствии к дорогостоящему ремонту холодильника, возникают в результате его неправильной эксплуатации. Вот некоторые простые советы.

- ♦ Если холодильник по каким-либо причинам был выключен, подождите пять минут, прежде чем снова его включать. Этот процесс можно автоматизировать
- ♦ Если холодильник был разморожен, не загружайте его продуктами, прежде чем он не отработает пустым один цикл и не отключится.
- ♦ Не устанавливайте указатель терморегулятора дальше середины шкалы, значительного выигрыша по температуре это не даст, а двигатель будет работать в напряженном режиме.
- ♦ На некоторых холодильниках в глубине холодильной камеры на задней стенке расположен «плачущий испаритель». Не прислоняйте к нему продукты и не забывайте прочищать расположенный под ним сток для воды.
- ♦ При размораживании холодильника недопустимо отковыривать лед, используя твердые предметы, размораживайте только теплой водой.
- ♦ На некоторых холодильниках есть кнопка «быстрой заморозки» (обычно желтого цвета). Эта кнопка замыкает контакты терморегулятора, и двигатель работает не отключаясь. Не забывайте эту кнопку в нажатом состоянии.
- ♦ Не храните в холодильнике растительное масло, маслу это не требуется, а резина уплотнителя дверцы холодильника теряет эластичность.
- ♦ Не ставьте холодильник около отопительных приборов.

## Устройство холодильника

Холодильник представляет собой довольно надежный агрегат. Если холодильник не имел производственных дефектов, или вы сумели выявить их и устранить в течение гарантийного срока, он будет работать без ремонта не менее пяти — семи лет, а отдельные экземпляры при надлежащем уходе могут продержаться и значительно дольше. Для того чтобы отремонтировать холодильник самому, нужно представлять его устройство.

Классический холодильник работает следующим образом (рис. 9.29).

**Мотор-компрессор** засасывает газообразный фреон из испарителя, сжимает его и через фильтр выталкивает в конденсатор.

В конденсаторе нагретый в результате сжатия фреон остывает до комнатной температуры и окончательно переходит в жидкое состояние.

**Жидкий фреон**, находящийся под давлением, через отверстие капилляра попадает во внутреннюю полость испарителя, переходит в газообразное состояние, в результате чего отнимает тепло от стенок испарителя, а испаритель, в свою очередь, охлаждает внутреннее пространство холодильника.

Этот процесс повторяется до достижения заданной терморегулятором температуры стенок испарителя.

При достижении необходимой температуры терморегулятор размыкает электрическую цепь и компрессор останавливается.

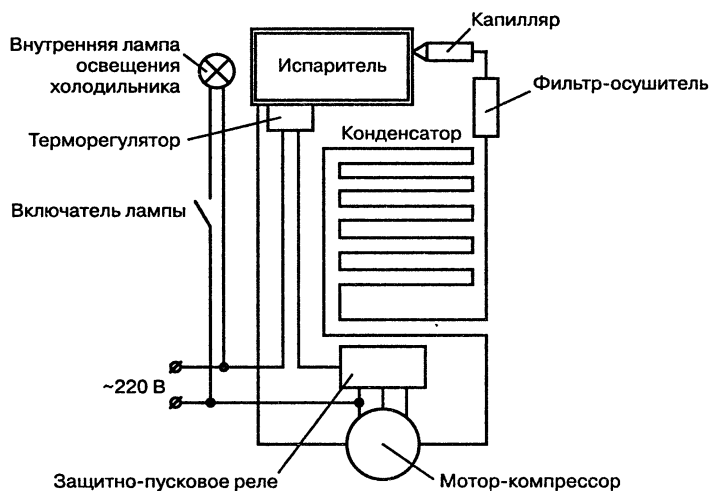


Рис. 9.29. Устройство холодильника

Через некоторое время температура в холодильнике (за счет воздействия внешних факторов) начинает повышаться, контакты терморегулятора замыкаются, с помощью защитно-пускового реле запускается электродвигатель мотор-компрессора, и весь цикл повторяется сначала.

### Поиск неисправностей компрессорных холодильников без системы «No Frost»

Попытаться определить неисправность, в подавляющем большинстве случаев, несложно, следуя инструкции по диагностике неисправностей. Человек, знакомый устройством холодильника и обладающий минимальным набором инструментов, в состоянии устранить большинство неисправностей, не связанных с разгерметизацией системы.

Если самостоятельный ремонт невозможен, остается выбрать фирму, определиться со стоимостью ремонта и вызвать мастера. По окончании ремонта придерживаться рекомендаций по эксплуатации холодильника.

#### Неисправность 1. Холодильник не включается.

- ♦ Проверьте, горит ли лампочка внутри холодильника, если раньше горела, а теперь не горит — неисправность в сетевом шнуре или электрической сети.
- ♦ Если лампочка загорается, проверьте терморегулятор: найдите два провода подходящих к терморегулятору, снимите с клемм и соедините между собой. Если холодильник после этого заработает — поменяйте терморегулятор и ремонт закончен.
- ♦ Если терморегулятор исправен: аналогичным образом проверьте кнопку размораживания холодильника.
- ♦ Проверьте пусковое и защитное реле. Для этого отсоедините и позвоните омметром пусковое и защитное реле (они могут быть собраны в одном корпусе). Если находим обрыв — замените дефектную деталь.
- ♦ Проверьте электродвигатель мотор-компрессора. Дефектов у этого агрегата может быть три:
  - обрыв обмотки;
  - межвитковое замыкание обмотки;
  - замыкание на корпус мотор-компрессора.



### Примечание.

Все три контакта электродвигателя должны звониться между собой и не звониться с корпусом. Если сопротивление между любыми двумя контактами меньше 20 Ом это может говорить о межвитковом замыкании.

- ♦ Проверьте факт возможного окисления контактов в одном из соединений электрической схемы холодильника. Внимательно осмотрите и зачистите все контактные группы, восстановите схему холодильника в обратном порядке — холодильник должен заработать.

**Неисправность 2.** Холодильник запускается, но через несколько секунд выключается.

- ♦ Дефект биметаллической пластины защитного реле: определите неисправность и замените деталь (рис. 9.30).
- ♦ Дефект катушки (или иного датчика силы тока) пускового реле: определите неисправность и замените деталь.
- ♦ Обрыв пусковой обмотки электродвигателя: определите неисправность и вызовите мастера по ремонту холодильников для замены мотор-компрессора.

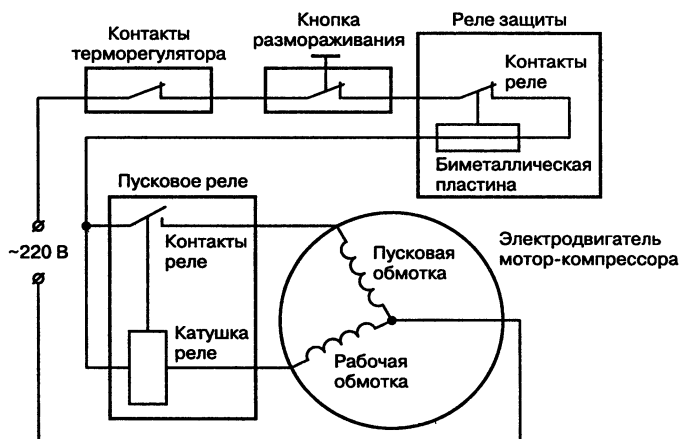


Рис. 9.30. Электрическая схема холодильника

**Неисправность 3.** Холодильник работает, но не морозит.

- ♦ Утечка фреона. Определите следующим образом — если компрессор работает и количество фреона в норме, конденсатор

должен нагреваться, потрогайте его рукой (осторожно, он может нагреваться до 70 градусов), если после продолжительной работы двигателя он остается холодным, значит имеет место разгерметизация системы. Отключите холодильник от сети и вызовите мастера.

- ♦ **Нарушение регулировки терморегулятора.** Прибор можно временно заменить на заведомо исправный, если холодильник работает в нормальном режиме — отдайте неисправный терморегулятор на регулировку.
- ♦ **Снижение производительности мотор-компрессора.** Это трудно диагностируемая неисправность, вызовите мастера.

#### **Неисправность 4. Холодильник слабо морозит**

- ♦ **Нарушение регулировки терморегулятора.** Прибор можно временно заменить на заведомо исправный, если холодильник работает в нормальном режиме — отдайте неисправный терморегулятор на регулировку.
- ♦ **Потеряла форму и эластичность резина уплотнителя дверцы холодильника.** Если дверца закрывается негерметично, то:
  - в холодильник будет попадать теплый воздух;
  - температурный режим выдерживаться не будет;
  - мотор-компрессор будет работать с повышенной нагрузкой.Внимательно осмотрите уплотнитель, дефектный — замените.
- ♦ **Дверцу холодильника повело.** Регулировку геометрии дверцы осуществите изменением натяжения двух диагональных тяг, находящихся под панелью дверцы.
- ♦ **Снижение производительности мотор-компрессора.** Это трудно диагностируемая неисправность, вызовите мастера.

#### **Неисправность 5. Холодильник сильно морозит**

- ♦ Если холодильник время от времени отключается, но температура в нем слишком низкая — немного поверните ручку терморегулятора против часовой стрелки, если это не помогает.
- ♦ Забыта в нажатом положении кнопка быстрой заморозки — выключите ее.

## 9.6. Ремонт импортного холодильника

### Что такое система «No Frost»

Для многих моделей современных холодильных аппаратов характерно наличие систем принудительной циркуляции воздуха, предназначенных для следующих целей:

- ♦ прокачка воздуха через испаритель, вынесенный за пределы холодильной или морозильной камеры для исключения образования инея в самой камере (система «No Frost» и ее модификации);
- ♦ обеспечение равномерной циркуляции воздуха в объеме холодильной или морозильной камеры для создания равномерного поля температур.

Система принудительной прокачки воздуха через испаритель, вынесенный за пределы морозильной камеры, была разработана и запатентована специалистами заводов Zerowatt, входящих в промышленную группу Candy.



#### Примечание.

*Под названием «Frost Free» эту систему можно встретить в холодильниках торговых марок указанной группы: Candy, Hoover, IBERNA. Под «Frost Free» специалисты Candy подразумевают систему принудительной вентиляции только в морозильном отделении.*

В последнее время наряду с «Frost Free» разными производителями все чаще употребляется более общепринятое название No Frost.

Система «No Frost» («Без инея») показана на примере вертикального морозильника AEG на рис. 9.31.

Холодный воздух с помощью вентилятора равномерно распределяется по объему отделения и выносит влагу (которая и служит причиной образования инея) к испарителю, находящемуся за пределами морозильной камеры, где и происходит намерзание влаги.

Автоматика холодильника периодически производит оттаивание испарителя (работа вентилятора на это время прекращается), талая вода стекает в поддон и испаряется. Таким образом, в морозильном отделении не образуется лед, и отпадает необходимость в размораживании.

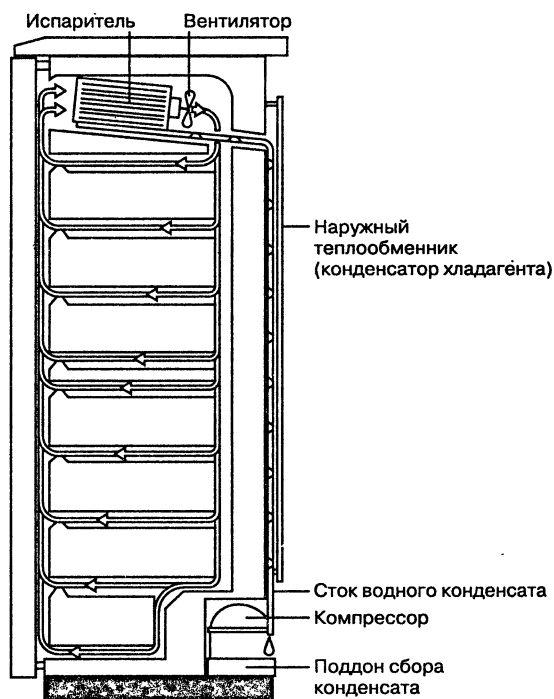


Рис. 9.31. Система «No Frost» вертикального морозильника

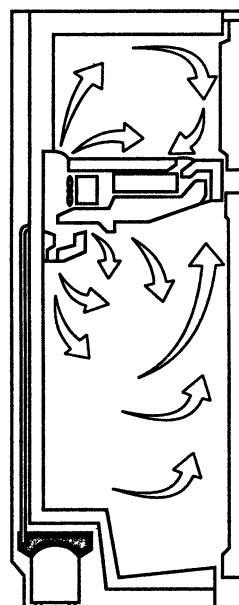


Рис. 9.32. Система «No Frost» двухкамерного холодильника

В ряде моделей имеется система каналов для подачи воздуха не только в морозильное, но и в холодильное отделение (рис. 9.32). Для обозначения такой схемы употребляют термины Total No Frost, Full No Frost.



#### Примечание.

Наличие системы «No Frost» приводит к повышению энергопотребления холодильника по сравнению со статической системой охлаждения.

В табл. 9.12 приведены параметры моделей, близких по объему камеры, но отличающихся системой охлаждения. Видно, что появление системы «No Frost» понижает класс энергопотребления модели на 1—3 ступени. Заметно некоторое снижение объема морозильной камеры за счет установки в ней системы «No Frost».

Параметры энергопотребления холодильников  
со статической системой охлаждения и системой «No Frost»

Таблица 9.12

Марка	Модель	Объем холодильной/ морозильной камеры, л	Система охлаждения	Энерго- потребление, кВт·ч/год	Класс энерго- потребления
<b>Холодильники</b>					
Indesit	RG 2330 W	265/75	Статическая	441	B
Indesit	RG 2330 NF	265/60	No Frost	620	E
Siemens	KG 36 E 04	237/90	Статическая	350	A
Siemens	KK 33 U 01	237/74	No Frost	412	B
<b>Морозильники</b>					
AEG	OKO-Arctis Super 2772 GS	262	Статическая	329	B
AEG	OKO-Arctis Super 2794 GA	261	No Frost	460	C



### Примечание.

*Недостатком системы «No Frost» является также то, что картина воздушных течений в камере и, следовательно, эффективность смывания различных ее зон холодным потоком зависит от степени и характера загрузки холодильника продуктами.*

Система «No Frost» предъявляет определенные требования к упаковке продуктов, так как при отсутствии упаковки принудительная циркуляция воздуха приводит к обезвоживанию продуктов.

Некоторые фирмы-производители устанавливают независимые системы «No Frost» в морозильном и в холодильном отделениях. На рис. 9.33 и 9.34 приведены схемы Twin Cooling System фирмы Samsung для вариантов независимого охлаждения холодильника и морозильника в компоновках side-by-side (рис. 9.33, а) с верхним (рис. 9.33, б) и нижним расположением морозильника (рис. 9.34).

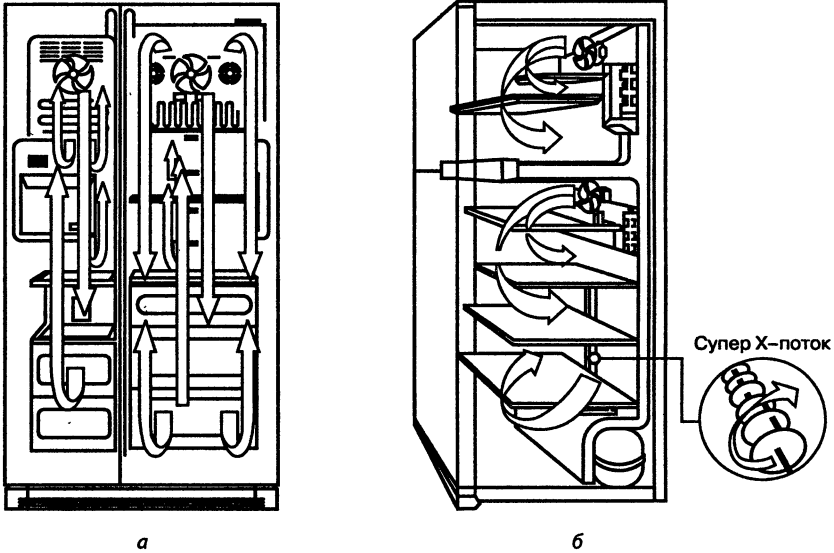
Системы циркуляции воздуха в отделениях.

Для решения проблемы создания равномерного поля температуры в холодильном или морозильном отделениях фирмы-производители совершенствуют организацию воздушных потоков.

На рис. 9.35 показана система «Super-X-Flow» фирмы Samsung, представляющая собой вертикальный шнековый вентилятор, установленный на задней стенке холодильного отделения и создающий вихревые потоки воздуха, ось которых направлена вертикально.

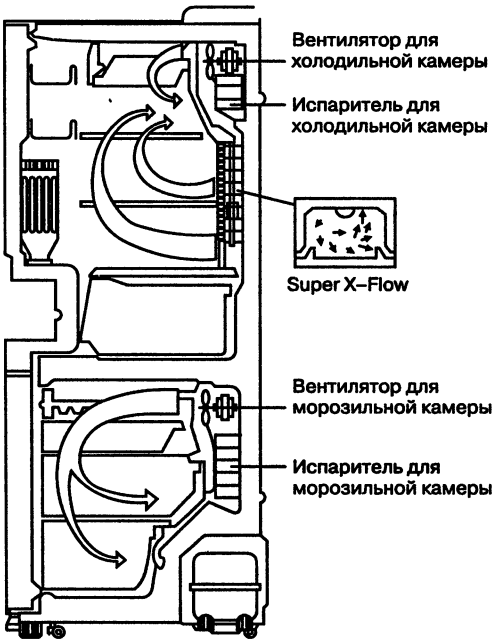
На рис. 9.36 показана система «Air Shower» той же фирмы, создающая в морозильной камере «воздушный душ». По информации фирмы Samsung, благодаря воздушному душу скорость заморозки



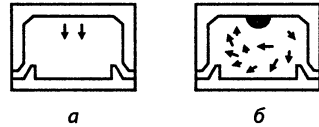


**Рис. 9.33. Система «Twin Cooling System» фирмы Samsung:**

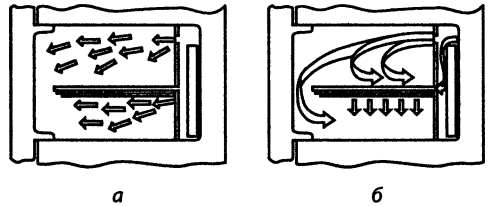
*a* — в холодильнике side-by-side; *б* — в аппарате с верхним расположением морозильной камеры



**Рис. 9.34. Система «Twin Cooling System» фирмы Samsung в аппарате с нижним расположением морозильной камеры**



**Рис. 9.35. Система «Super-X-Flow» фирмы Samsung**  
*a* — обычная холодильная камера;  
*б* — система Super-X-Flow



**Рис. 9.36. Система «Air Shower» фирмы Samsung**  
*a* — обычная холодильная камера;  
*б* — система Air Shower

продуктов в камере увеличивается в два раза: время заморозки в обычной камере составляет 166,3 мин, а в камере с «воздушным душем» — 86,5 мин.

Ряд фирм-производителей разрабатывает системы организации многоуровневых потоков в холодильном отделении. У фирмы Samsung это система «Multi-Flow» (рис. 9.38), которой комплектуются холодильники с двойной системой охлаждения.

Многие фирмы-изготовители холодильников применяют свои оригинальные системы организации потоков.

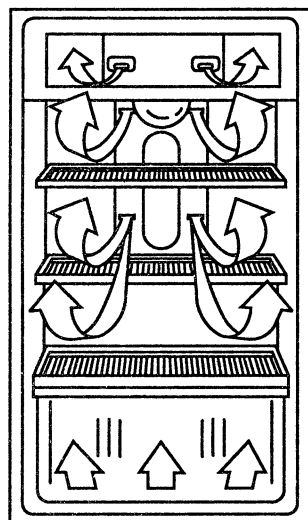


Рис. 9.37. Система «Multi-Flow» фирмы Samsung

### Поиск и устранение утечек хладагента в современных холодильниках

**Порядок заправки хладагента.** Утечка хладагента в современных холодильниках является достаточно частым явлением. Она происходит из-за нарушения герметичности элементов контура циркуляции хладагента.



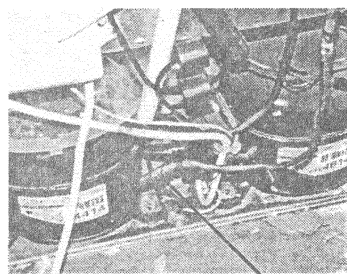
#### Примечание.

*До 95 % от общего числа утечек возникает на стыках патрубков контура циркуляции (стыки капиллярной трубки и испарителя), а также в переходнике трубок 6/8 мм.*

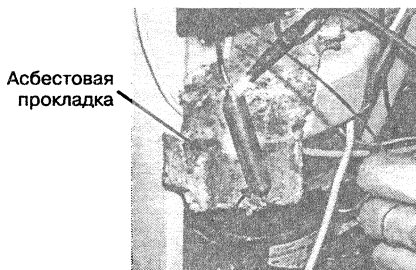
В результате утечки хладагента повышается температура в холодильной или морозильной камерах холодильника, а зачастую становится равной температуре окружающей среды. Для доступа к возможным местам утечки вскрывают запененную (сзади, вверху) часть холодильника и очищают патрубки от пены. Для проверки утечек хладагента лучше всего использовать специализированные приборы — течеискатели.

Перед тем, как приступить к поиску мест утечек хладагента, выполняют следующие операции:

- ♦ выключают холодильник из сети;
- ♦ в операционный патрубок компрессора (показан стрелкой на рис. 9.38) с помощью газовой горелки впаивают клапан Шредера на удлинительной трубке;
- ♦ подключают компрессор к клапану и закачивают в контур циркуляции азот. Фреон в азот, как правило, не добавляют, так как в контуре циркуляции его остатки уже есть;
- ♦ давление воздуха в системе доводят до 15 (если трубки испарителя выполнены из алюминия) или 25 атмосфер (если трубки выполнены из меди или стали), испаритель холодильной камеры находится на задней стенке холодильника, в ее запененной части. В морозильной камере трубки испарителя открыты;
- ♦ с помощью течеискателя локализируют места утечек хладагента и запаивают их с помощью газовой горелки. Для пайки используют специальный припой на основе серебра, а в качестве флюса — паяльную пасту;
- ♦ после устранения утечек заменяют фильтр-осушитель (рис. 9.39).
- ♦ при работе с газовой горелкой, во избежание повреждения узлов и элементов холодильника (вследствие высокой температуры горелки) изолируют их асбестовой прокладкой;
- ♦ с помощью компрессора и течеискателя повторно проверяют качество пайки соединений контура циркуляции.



Операционный  
патрубок компрессора  
Рис. 9.38.



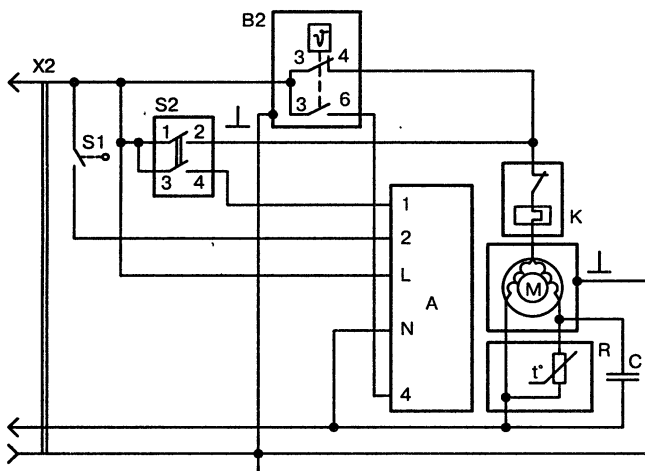
Асбестовая  
прокладка  
Фильтр-осушитель  
Рис. 9.39.



### Внимание.

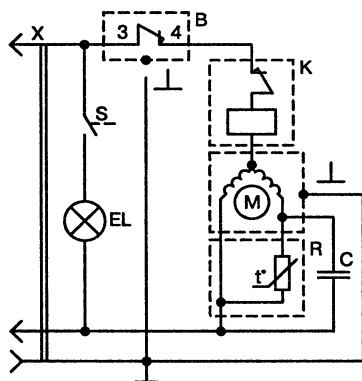
Заправка хладагента может быть выполнена только специалистом.

## 9.7. Блокнот схемотехники

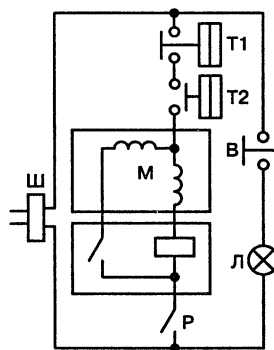


Обозначение	Наименование
A	Блок индикации ВЗ-07
B2	Датчик-реле температуры 145-2М-1-1,0-6,3-9-А
C	Конденсатор
K	Реле РКТ 6
M	Электродвигатель компрессора
R	Реле РТ
S1	Выключатель «ВМ»
S2	Выключатель ВК33Н-10.2010-00УХЛ4
X2	Шнур ПВС-ВП 3x0 75-250-81-10-2.2

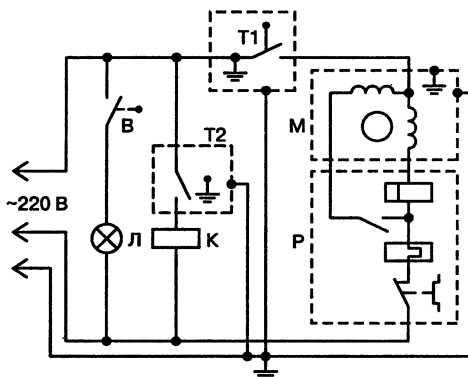
*Atlant MM183, MM184*



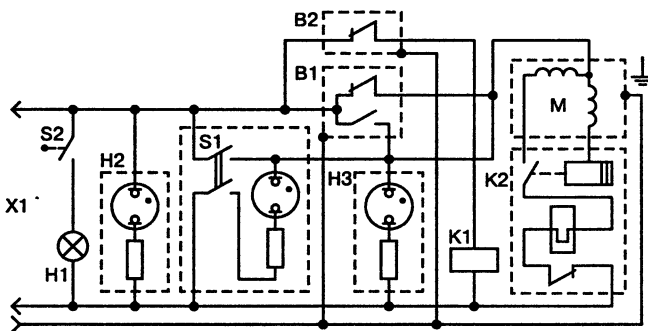
*Atlant MX5810-MX5811*



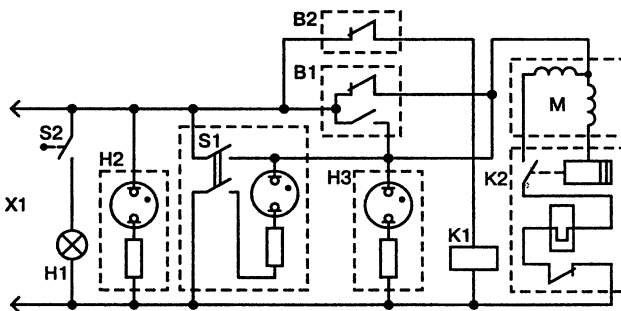
*Аншерон 2Е*



*Вега 2М КШ-140*



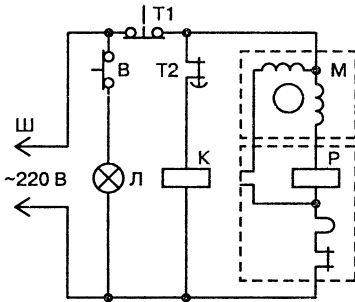
*Вариант с трехпроводным подключением к электросети*



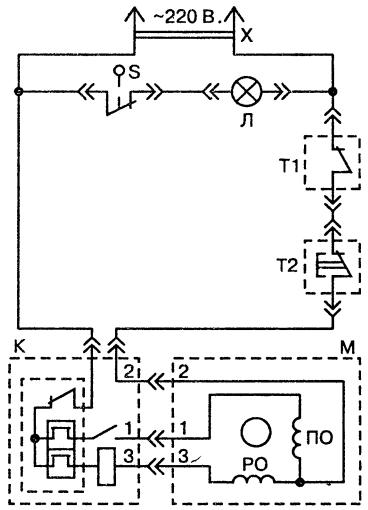
*Вариант с двухпроводным подключением к электросети*



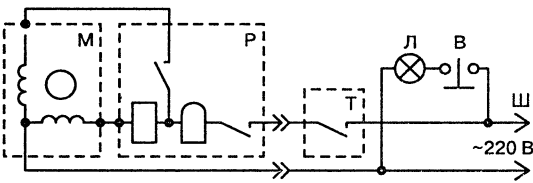
*Минск 128-2*



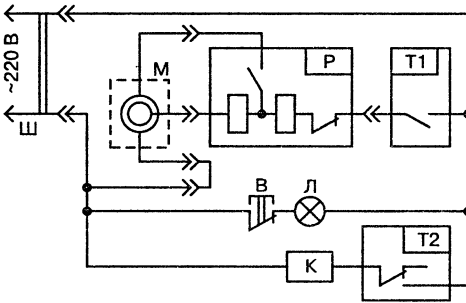
Памир 7 КШ-240



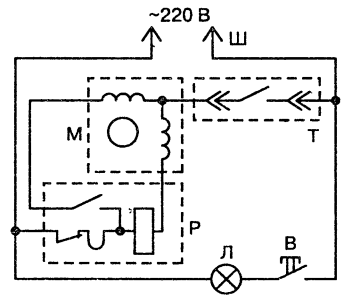
Полюс 10



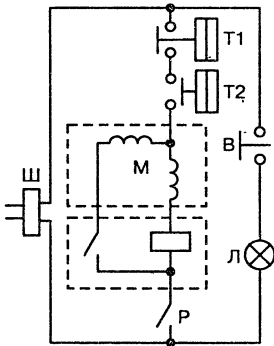
Снайге 2



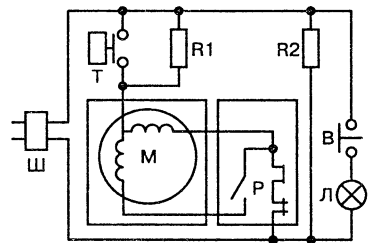
Снайге 15



Снежинка КШ-240



Чинар КШ240



Чинар 7

## 9.8. Сайты по ремонту холодильников

<a href="http://101.su/">http://101.su/</a>	Ремонт холодильников
<a href="http://www.holodservice.ru/">http://www.holodservice.ru/</a>	Ремонт и обслуживание холодильников в Москве
<a href="http://www.iceberg.ru/">http://www.iceberg.ru/</a>	Фирма «А-Айсберг» (г. Москва), ремонт холодильников и стиральных машин
<a href="http://www.masterholod.ru/">http://www.masterholod.ru/</a>	Ремонт холодильников в Москве и области
<a href="http://www.v3v.ru/">http://www.v3v.ru/</a>	Сеть мастерских «Трив», ремонт бытовой техники
<a href="http://www.domashniy-holod.ru/">http://www.domashniy-holod.ru/</a>	Самостоятельный ремонт холодильников
<a href="http://24master.ru/">http://24master.ru/</a>	Сервисный центр «24 мастер» (г. Москва)
<a href="http://www.docice.ru/">http://www.docice.ru/</a>	Компания «Доктор Айс», ремонт холодильников в Москве
<a href="http://garantremont.spb.ru/">http://garantremont.spb.ru/</a>	Компания «Гарант-Ремонт», ремонт холодильников в Санкт-Петербурге, статьи по ремонту холодильников
<a href="http://www.tot-techshop.ru/">http://www.tot-techshop.ru/</a>	Ремонт бытовой техники в Санкт-Петербурге
<a href="http://www.bestcoldness.com.ua/">http://www.bestcoldness.com.ua/</a>	Ремонт холодильников в Киеве
<a href="http://remontholod-kh.narod.ru/">http://remontholod-kh.narod.ru/</a>	Ремонт холодильников в Харькове
<a href="http://dom-bt.ru/">http://dom-bt.ru/</a>	Самостоятельный ремонт холодильников, описание различных марок
<a href="http://www.elremont.ru/holod/">http://www.elremont.ru/holod/</a>	Самостоятельный ремонт холодильников
<a href="http://holomarket.ru/">http://holomarket.ru/</a>	Самостоятельный ремонт холодильников
<a href="http://remontbt.ru/">http://remontbt.ru/</a>	ООО «Адмирал» (г. Москва), ремонт холодильников
<a href="http://wilan.com.ru/">http://wilan.com.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильника
<a href="http://www.remont-holodilnik.ru/">http://www.remont-holodilnik.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильника
<a href="http://remont-stinol.ru/">http://remont-stinol.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильника «СТИНОЛ»
<a href="http://www.vestfrost-electrolux.ru/">http://www.vestfrost-electrolux.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильников «Вестфрост» и «Электролюкс»
<a href="http://www.holodit.ru/">http://www.holodit.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильников

---

<a href="http://www.holodilnik.info/articles/">http://www.holodilnik.info/articles/</a>	Статьи по ремонту холодильников
<a href="http://www.admtech.ru/">http://www.admtech.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильников
<a href="http://www.strojmir.by/">http://www.strojmir.by/</a>	Статьи по ремонту холодильников
<a href="http://www.lobiv.ru/articles">http://www.lobiv.ru/articles</a>	Статьи по ремонту холодильников
<a href="http://www.losevvl.ru/articles">http://www.losevvl.ru/articles</a>	Статьи по ремонту холодильников
<a href="http://kitchenz.ru/">http://kitchenz.ru/</a>	Статья по ремонту холодильников
<a href="http://www.vholode.ru/">http://www.vholode.ru/</a>	Статьи по ремонту холодильников



## РЕМОНТ СТИРАЛЬНЫХ МАШИН

*Глава знакомит читателя с конструкциями отечественных и импортных стиральных машин, их установкой, подключением. Рассмотрена их схемотехника, диагностика и ремонт.*

### 10.1. Назначение, классификация, режимы работы

#### Для чего предназначены стиральные машины?

Стиральные машины предназначены для механизации и автоматизации одной из наиболее трудоемких операций ручного труда в домашнем хозяйстве — стирки белья. Сущность процесса стирки заключается в физико-химическом и механическом воздействии на белье моющего раствора, который состоит из двух компонентов: воды и моющего средства (детергента).

В чем сущность процесса стирки? Основой моющих средств являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые на границе раздела «загрязнение — моющий раствор» образуют адсорбционные слои.

Различают две группы моющих средств:

- ♦ жировые мыла;
- ♦ синтетические средства.

Наиболее распространены синтетические средства, которые, кроме ПАВ, содержат отбеливающие вещества, добавки щелочных аппаратов для смягчения воды и др.

В упрощенном виде процесс стирки сводится к следующим этапам:

- ♦ этап 1 — адсорбция (накопление) моющих веществ на границе раздела «загрязнение — моющий раствор»;

- ♦ этап 2 — смачивание загрязненной ткани, отделение и дисперсирование загрязнений;
- ♦ этап 3 — создание защитных пленок вокруг отмытых загрязнений.

Адсорбция моющих веществ на границе раздела способствует:

- ♦ снижению поверхностного натяжения;
- ♦ смачиванию поверхности белья;
- ♦ проникновению моющего раствора между бельем и загрязнением и отделению загрязнения.

При механическом воздействии на белье загрязнение дробится. Образовавшиеся частицы окружаются защитным слоем. Это препятствует осаждению загрязнений на чистое белье.

Механическое воздействие на белье осуществляется активацией моющего раствора, которая заключается в сообщении раствору определенной энергии. Активация способствует:

- ♦ смачиванию белья;
- ♦ проникновению моющего раствора между бельем и загрязнением;
- ♦ равномерному распределению моющих веществ в воде;
- ♦ диспергированию загрязнений.



#### **Примечание.**

*Процесс стирки белья завершается образованием равновесной системы, состоящей из загрязненного раствора и отстиранного белья.*

### **Основные программы стирки**

**ЗАМАЧИВАНИЕ** — после загрузки моющего средства белье оставляется в воде на 2 ч и более.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СТИРКА** используется, когда белье сильно загрязнено и просто замачивания недостаточно. Моющее средство для предварительной стирки загружается в специальный отсек.

**БЫСТРАЯ СТИРКА** используется для слабо загрязненного белья, а также при отстирывании застарелых пятен.

**ИНТЕНСИВНАЯ СТИРКА** используется для сильно загрязненного белья, а также при отстирывании застарелых пятен.

**ДЕЛИКАТНАЯ СТИРКА** используется для белья из тонких деликатных тканей.

**ОЧЕНЬ ДЕЛИКАТНАЯ СТИРКА** (ручная, CaressPlus, SweetWave) применяется для стирки очень тонкого белья или шерсти. При этой программе машина производит оптимальную дозировку воды, устанавливает минимальную температуру, барабан вращается в специальном режиме.

**КАШЕМИР** — программа, основанная на плавном разгоне барабана до высокой скорости вращения и постоянном контроле баланса загрузки.

**БИО-ЭНЗИМНАЯ ФАЗА** — режим интенсивной стирки при температуре 40°C с использованием порошков с биодобавками. Подобные порошки содержат биологические добавки в виде микроорганизмов, которые «поедают» загрязнения, в том числе белкового происхождения, не поддающиеся стирке другими средствами.



**Примечание.**

*Микроорганизмы-энзимы не переносят температуру выше 60°C.*

**ПОЛОСКАНИЕ** — программа удаления моющего раствора из белья. Во все программы стирки обычно включена фаза полоскания, но эту программу можно устанавливать и отдельно, загрузив постиранное белье вручную белье в барабан.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПОЛОСКАНИЕ** — дополнительный цикл полоскания, предназначенный для максимального удаления моющего раствора из белья.



**Примечание.**

*Эта программа особенно полезна для людей, страдающих аллергией на моющие средства.*

**Накрахмаливание** — программа, используемая в некоторых моделях машин. При поступлении воды в специальный отсек заливается раствор крахмала. Программа выполняется непродолжительное время при бережном вращении барабана.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ:**

- ♦ 75 °C вместо 90 °C — позволяет сэкономить до 15 % электроэнергии;
- ♦ 60 °C вместо 90 °C — позволяет сэкономить до 30 % электроэнергии;
- ♦ 40 °C вместо 90 °C — позволяет сэкономить до 35 % электроэнергии.

## Как классифицируются бытовые стиральные машины?

Стиральные машины можно классифицировать по следующим признакам:

- ♦ способу активации моющего раствора;
- ♦ возможности нагрева моющего раствора;
- ♦ числу баков;
- ♦ степени механизации и автоматизации операции стирки;
- ♦ номинальной загрузке обрабатываемого белья.

### Варианты активации моющего раствора

По способу активации моющего раствора стиральные машины делят на машины:

- ♦ с вращающимися рабочими органами;
- ♦ вибрационные;
- ♦ с направленным потоком жидкости или воздуха.



#### Примечание.

*Перечисленные способы активации можно использовать самостоятельно или в сочетании друг с другом.*

К машинам с вращающимися рабочими органами относят:

- ♦ с дисковыми активаторами (боковыми или донными);
- ♦ с лопастными мешалками;
- ♦ барабанные.

В стиральных машинах с дисковыми активаторами моющий раствор активируется вращающимся диском, на одном из плоскостей которого имеются специальные ребра, усиливающие степень активации. Активатор может быть расположен в баке сбоку или на дне.

В стиральной машине лопастная мешалка совершает возвратно-поворотные движения относительно вертикальной оси на угол примерно  $210^\circ$  с частотой 50—60 об/мин.



#### Примечание.

*В некоторых случаях мешалка совершает более сложные движения, состоящие из возвратно-поворотного и возвратно-поступательного движений.*

В стиральных барабанных машинах стирка производится в перфорированном барабане с ребрами на внутренней поверхности для усиления перемешивания белья. Барабан, установленный горизонтально в баке машины, наполняют бельем, после чего в бак наливают воду.

**Примечание.**

*Уровень воды должен быть таким, чтобы заполненный бельем барабан был частично погружен в нее.*

При вращении барабана белье под воздействием центробежных сил прижимается к внутренней поверхности барабана и поднимается вверх. Подъем происходит до тех пор, пока момент трения белья о внутреннюю поверхность барабана относительно его оси вращения превосходит момент массы относительно этой оси. Когда момент, создаваемый массой белья, становится больше момента трения, белье падает в моющий раствор, а затем увлекается барабаном вверх. Процесс этот периодически повторяется.

**Примечание.**

*Частоту вращения барабана выбирают так, чтобы белье при стирке поднималось до самой верхней точки барабана и только затем падало в моющий раствор. При этих условиях достигается наибольшая эффективность стирки.*

В зависимости от вида обрабатываемого материала оптимальная частота вращения барабана при стирке равна 45—60 об/мин.

Для предотвращения скручивания белья барабану придается прерывисто-реверсивное вращательное движение по следующей схеме: вращение по часовой стрелке — пауза — вращение против часовой стрелки. Продолжительность этих периодов задают, исходя из вида обрабатываемого материала, степени его загрязненности и других факторов.

Наиболее часто применяют следующие схемы вращения (в секундах):

- ♦ 11-4-11;
- ♦ 4-11-4;
- ♦ 12-3-12;
- ♦ 3-12-3.

**Правило.**

*Чем больше время вращения барабана, тем интенсивнее процесс стирки.*

Поэтому схемы 11-4-11 и 12-3-12 применяют для стирки сильно загрязненных хлопчатобумажных тканей, а схемы 4-11-4 и 3-12-3 — для стирки тканей из синтетических материалов.

### Способы нагрева моющих растворов

По возможности нагрева моющих растворов стиральные машины делят на машины:

- ♦ без нагрева;
- ♦ с полным нагревом;
- ♦ с дополнительным нагревом

Стиральные машины без нагрева предназначены для работы от магистрали с горячей и холодной водой. Необходимую температуру моющего раствора получают, смешивая в соответствующих пропорциях горячую и холодную воду. Максимально возможная температура моющего раствора определяется температурой горячей воды, поступающей из водопроводной магистрали.

Стиральные машины с полным нагревом имеют встроенные нагревательные элементы, мощности которых достаточно для нагревания холодной воды до необходимой температуры. Такие машины могут работать как от магистрали с горячей и холодной водой, так и от магистрали только с холодной водой.

Стиральные машины с дополнительным нагревом предназначены для работы от магистрали с горячей и холодной водой. От машин без нагрева они отличаются тем, что имеют небольшой по мощности нагревательный элемент, который служит для подогрева моющего раствора, если температура горячей воды, поступающей из магистрали, меньше требуемой, а также для поддержания температуры моющего раствора в процессе стирки на заданном уровне.

### Число баков

По числу баков, в которых происходит стирка и отжим белья, стиральные машины делят на двухбаковые и однобаковые.

Двухбаковые имеют два отдельных бака, расположенных в общем корпусе, один из которых предназначен для стирки белья, другой — для отжима. Белье из одного бака в другой перекадывают вручную. В однобаковых машинах стирка и отжим белья происходит в одном баке.

Разновидности механизации и автоматизации стирки следующие.

**По степени механизации и автоматизации процессов обработки белья стиральные машины делят на пять групп:**

- ♦ группа 1 — малогабаритные (СМ), которые не имеют устройства для отжима белья, в них механизированы только операции стирки и полоскания;
- ♦ группа 2 — с устройством ручного отжима (СМР), имели устройство для отжима с ручным приводом, не выпускаются в настоящее время;
- ♦ группа 3 — полуавтоматические (СМП), имеют устройство для отжима, приводимое в действие электродвигателем;
- ♦ группа 4 — автоматические (СМА), в которых все операции по обработке белья механизированы и автоматизированы, последовательность выполнения машиной операции по обработке белья задается программным устройством (командоаппаратом);
- ♦ группа 5 — автоматические стирально-сушильные, аналогичны группе 4, но дополнительно снабжены возможностью сушки белья.

### **Отличия автоматических и полуавтоматических стиральных машин**

В автоматической машине:

- ♦ процесс стирки полностью автоматический;
- ♦ участие человека необходимо только для загрузки белья и стирального средства, установки программы стирки и выгрузки белья;
- ♦ заполнение машины водой, стирка, полоскание, отжим выполняются автоматически в соответствии с выбранной программой.

В полуавтоматической машине:

- ♦ в процессе стирки требуется участие человека;
- ♦ заполнение водой и слив грязной воды выполняется вручную.

## Способы загрузки белья

**Машины с фронтальной загрузкой.** Загрузка белья осуществляется через люк, расположенный горизонтально на фронтальной стороне машины.

Преимущества:

- ♦ вместительный барабан;
- ♦ наличие моделей с небольшой глубиной и шириной;
- ♦ возможность встраивания под столешницу на кухне;
- ♦ возможность поставить что-то сверху.

**Машины с вертикальной загрузкой.** Загрузка белья осуществляется через люк, расположенный сверху машины.

Преимущества:

- ♦ большая компактность, не требуется место сбоку для открывания люка;
- ♦ возможность открыть люк в процессе стирки, чтобы доложить или вынуть белье;
- ♦ возможность закладывать и вынимать белье стоя (не надо нагибаться);
- ♦ люк и панель управления находятся сверху, что более недоступно для детей.

Какие стиральные машины лучше, с фронтальной или вертикальной загрузкой?

В стиральных машинах с вертикальной загрузкой белье загружается сверху, в стиральных машинах с фронтальной загрузкой — спереди (см. рис. 10.1).

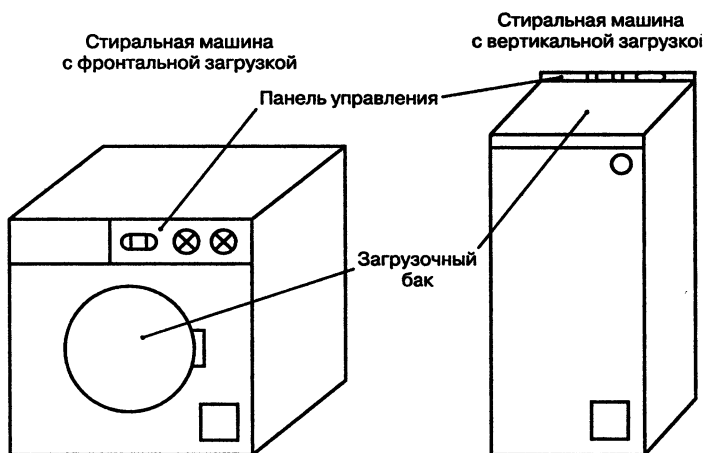


Рис. 10.1. Стиральные машины с фронтальной и вертикальной загрузкой



Какой вид стиральной машины лучше, однозначно сказать нельзя, можно лишь попробовать их сравнить.

Стиральные машины с вертикальной загрузкой, как правило, покупают для установки в ванной комнате, а с фронтальной загрузкой — на кухне. Вертикальные стиральные машины, при такой же загрузке белья, как и у фронтальных машин, имеют меньшие внешние габариты. В стиральные машины с вертикальной загрузкой удобнее класть и вынимать из нее белье, но зато на них ничего нельзя ставить. Кроме того, вертикальные стиральные машины, как правило, имеют выдвигаемые ролики для незначительных маневров.

### На какие классы делятся стиральные машины?

По классу стирки (качество отстирывания):

- ♦ Классы А, В — лучшие показатели отстирывания.
- ♦ Классы С, D, Е — средние показатели отстирывания.
- ♦ Классы F, G — низшие показатели отстирывания.

По классу отжима (степень остаточной влажности белья):

- ♦ Классы А, В — лучшие показатели отжима.
- ♦ Классы С, D, Е — средние показатели отжима.
- ♦ Классы F, G — низшие показатели отжима.

По классу энергоэкономичности:

- ♦ Класс А — минимальный расход энергии.
- ♦ Классы В, С — экономичный расход энергии.
- ♦ Класс D — средний расход энергии.
- ♦ Класс Е — высокий расход энергии.
- ♦ Классы F, G — очень высокий расход энергии.

## 10.2. Подключение автоматической стиральной машины

### Демонтаж транспортировочных деталей

После распаковки стиральной машины необходимо удалить транспортировочные детали, обеспечивающие жесткое крепление бака и вращающихся элементов стиральной машины. Ведь при перевозке с незакрепленными элементами возможно повреждение стиральной машины.

Транспортировочными деталями являются болты (в большинстве случаев их три), скобы, бруски. Включение машины с неудаленными транспортировочными деталями приведет к выходу машины из строя.

Болты являются основными транспортировочными деталями. Ими фиксируется бак. После их выкручивания бак должен висеть на пружинах, что является его рабочим положением. Отверстия, из которых выкручены болты, заглушают прилагаемыми пластмассовыми вставками. Удаление транспортировочных деталей показано на рис. 10.2.

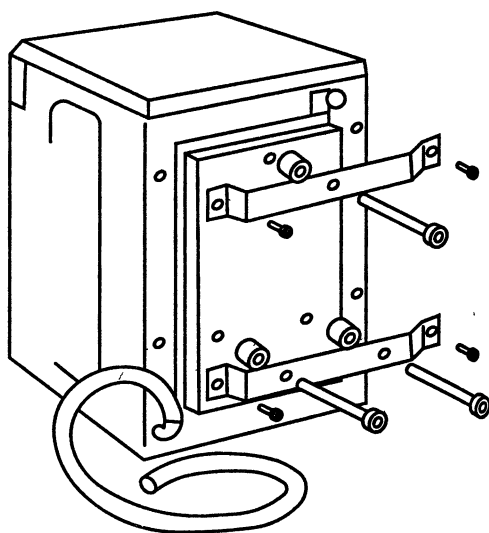


Рис. 10.2. Удаление транспортировочных деталей

Скобы придают дополнительную жесткость при транспортировке, фиксируют шнур питания, сливной шланг.

В ряде случаев между корпусом и баком прокладывают дополнительные фиксирующие транспортировочные бруски. Для их удаления необходимо машину наклонить вперед и вытащить эти бруски.

Удаленные транспортировочные детали рекомендуется сохранить. Возможен вариант перевозки машины на новую квартиру, дачу, ремонт. Бак перед такими перевозками должен закрепляться.

Методика демонтажа транспортировочных деталей приводится в Инструкции по эксплуатации стиральной машины.

### Подключение к коммуникациям

В конструкциях большинства моделей стиральных машин ограничивается максимальная и минимальная высота размещения выпускного патрубка. Для соединения с канализационной системой квартиры может быть установлен дополнительный сифон или конец выпускного патрубка может быть закреплен на борту раковины или ванной (рис. 10.3).

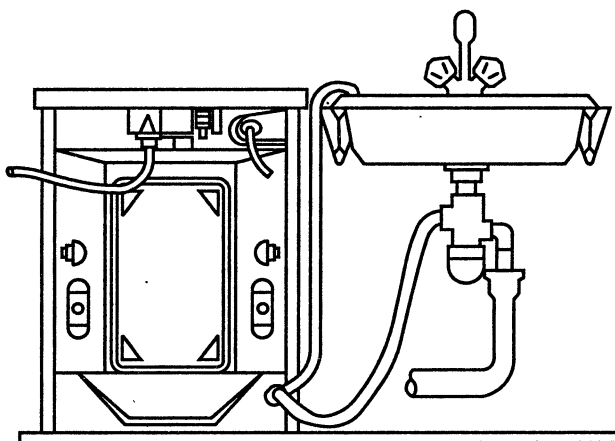


Рис. 10.3. Вариант подключения стиральной машины к канализации



#### Внимание.

*Закрепление должно быть достаточно надежным, чтобы исключить затопление квартиры при падении сливного шланга на пол.*

Наиболее оптимальным считается стационарное подключение системы слива к канализации. В необходимых случаях шланги можно наращивать, но длина сливного шланга ограничивается мощностью сливного насоса. Максимальная длина сливного шланга указывается в документации, прилагаемой к стиральной машине.

Сливной шланг закрепляют на задней стенке машины на высоте около 80 см. Второй конец сливного шланга соединяется с канализацией. Чтобы избежать попадания в машину неприятного запаха из канализации, следует поставить специальный сифон или изогнуть конец шланга так, чтобы создавался водяной затвор.

В некоторых книгах рекомендуется неплотное соединение сливного шланга с канализацией (рис. 10.4).

Наличие воздушного зазора в месте слива (рис. 10.5) предлагается для избегания засасывания воды из машины в канализацию и возможного «зависания» машины при выполнении некоторых программ.



#### Примечание.

*Но у такого соединения есть одно условие: высота расположения воздушного зазора должна на несколько сантиметров превышать высоту подъема воды в ванной и раковине при возможном засорении*

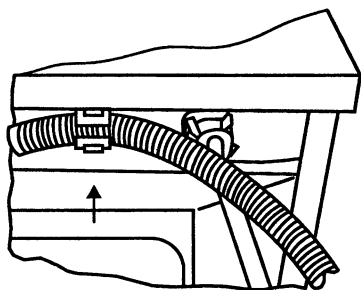


Рис. 10.4. Крепление сливного шланга

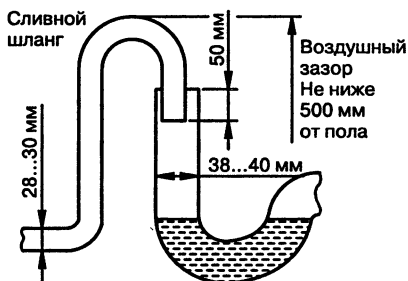


Рис. 10.5. Вариант соединения сливного шланга с канализацией

канализации. В противном случае вероятно затопление квартиры через низко расположенный воздушный зазор.

Стационарное подключение к водопроводной сети производится специально прилагаемым гибким шлангом с диаметром соединений 3/4 дюйма (рис. 10.6). Шланг может быть удлинен до необходимой величины. Соединения уплотняются резиновой прокладкой.



#### Внимание.

Необходимо обеспечить перекрытие воды по завершении пользования стиральной машиной, чтобы без необходимости не держать машину под давлением водопроводной сети.

Для этого ставят дополнительный вентиль, который перекрывают по окончании стирки. Последовательно в эту сборку рекомендуется после вентилей поставить механический защитный фильтр (сеточку). Она защитит машину от механических частиц, которых особенно много в холодной воде после профилактических ремонтов систем водоснабжения. Периодически фильтр следует снимать и очищать.

В ряде случаев вариант, представленный на рис. 10.6, может потребовать вызова сантехника и отключе-

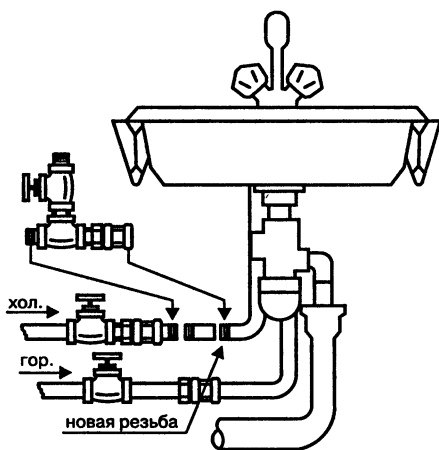


Рис. 10.6. Вариант подключения стиральной машины к водопроводной сети

чения воды на стояке. Если у вас имеется ванна, то резьба сливного крана как раз подходит под сливной шланг.

Для подключения в таком варианте потребуется достаточно длинный подводящий шланг. При этом перед каждой стиркой придется откручивать гусак и прикручивать наливной шланг. Однако можно

сказать, что это занимает не больше одной минуты. Зато стиральная машина будет гарантированно защищена от протечек при простое, так как наливной шланг не будет присоединен.

Ряд моделей снабжены системой АКВА-СТОП. Система представляет собой наливной шланг с расположенным на его конце блоком электромагнитных клапанов (рис. 10.7).

От стиральной машины к блоку проходят провода управления. Провода и наливной шланг заключены в гибкий кожух. Когда стиральная машина выключена, электромагнитный клапан перекрывает подачу воды.

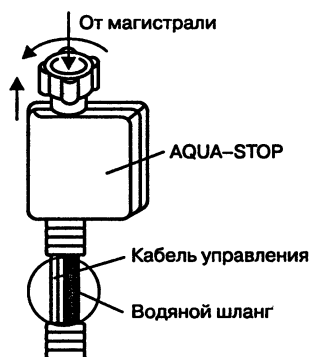


Рис. 10.7. Система AQUA-STOP

### Регулировка ножек стиральной машины

Машина должна стоять устойчиво, без перекосов. Пол под машиной не должен быть скользким. Машина, не предназначенная для встроенной в мебель установки, не может располагаться внутри мебели, иначе вибрация при отжиге эту мебель разрушит.

Горизонтальное расположение верхней крышки является необходимым условием для правильной работы стиральной машины. Величина отклонения не должна превышать 2°. Кроме того, машина не должна качаться. Для правильной установки в машине предусмотрены регулируемые по высоте передние ножки. Для регулировки ослабляют крепящую гайку.

Далее вращают ножку в нужном направлении, добиваясь ее устойчивой опоры на полу. Затем это положение фиксируется гайкой, затягиваемой против часовой стрелки до упора.

В общем случае жесткое крепление ножек машины к полу не предусматривается. Но в ряде случаев (например, при установке на цоколе, на наклонном скользком полу, на неустойчивом деревянном полу и пр.) такое крепление может быть произведено. Для этого в ряде моделей имеются специальные скобы для крепления передних ножек.

## Подключение к электросети



### Внимание.

Безопасность при эксплуатации стиральной машины является первостепенным условием. Для ее обеспечения необходимо организовать подведение от распределительного щита нулевой или заземляющей шины сечением не менее 3 мм.

При этом розетку следует заменить на трехпроводную. Схема подключения приведена на рис. 10.8.

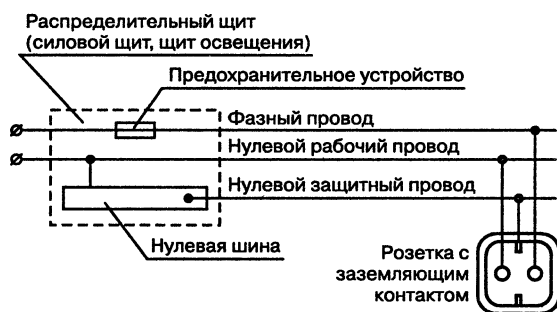


Рис.10.8. Подключение стиральной машины к электрической сети



### Внимание.

Заземляющий провод должен быть изолированным, его строго запрещено подсоединять к батареям отопления, системам водопровода, газоснабжения.

Наиболее правильным решением вопроса надежного электропитания стиральной машины и других, расположенных рядом мощных потребителей электроэнергии (посудомоечная машина, электроплита, кондиционер и пр.), является протяжка отдельного трехпроводного кабеля от счетчика. Электросчетчик должен быть рассчитан на номинальный ток 15—30 А. На этот кабель можно поставить отдельный автомат. Кабель при наружной протяжке рекомендуется провести в имеющихся в продаже пластмассовых коробах. Это надежно и эстетично.

## 10.3. Ремонт отечественных стиральных машин

### Методы ремонта

Основным методом организации ремонта стиральных машин является узловой, по которому в соответствии с маршрутной схемой технологического процесса (схема рис. 10.9) производятся определенные операции по комплектации, ремонту, замене отдельных узлов машины, последующей сборке и испытанию. В большинстве случаев ремонт связан с неисправностями в отдельных узлах машины: активатор, центрифуга, насос, электросхема, приборы автоматики управления, электродвигатель и др.

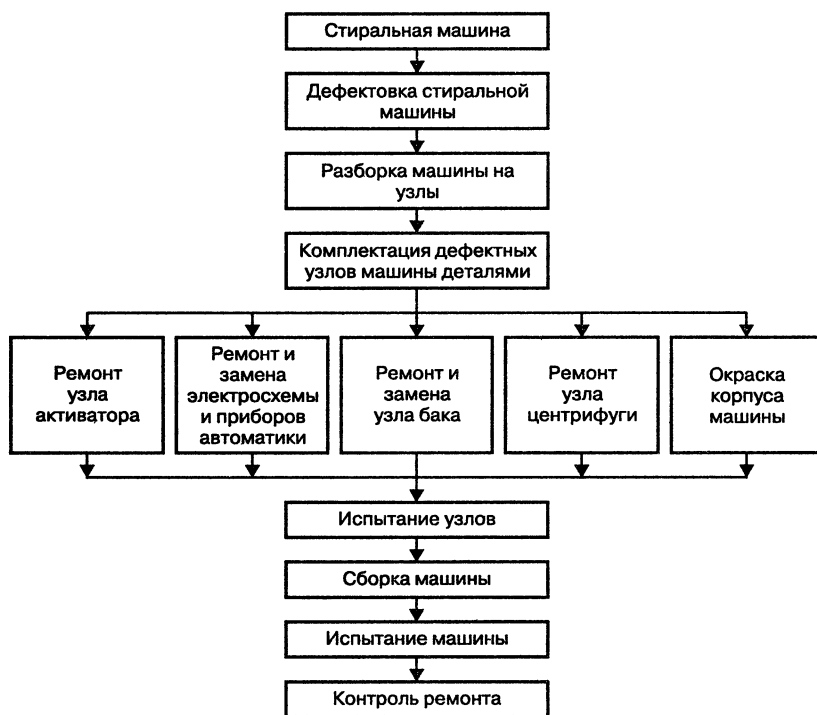


Рис. 10.9. Маршрутная схема технологического процесса при ремонте стиральных машин

## Ремонт стиральные машины типа СМР

*Дефектовка стиральной машины.* Проверить машину на работоспособность. Перевернуть баком вниз и снять со шкивов приводной ремень, а со сливного патрубка шланг. Установить машину баком вверх и вынуть бак из корпуса. Отвернуть винт шкива у зла активатора, снять шкив с оси, подвинуть активатор внутрь бака и вынуть его из гнезда. Отсоединить шланг от патрубка бака и корпуса насоса. Отвернуть винты и отделить корпус насоса от дна бака. Снять уплотнительное кольцо, крыльчатку насоса, уплотнение оси активатора. Отвернув винты крепления, снять решетку бака и резиновую обкладку.

*Замена стирального бака в сборе.* Снять резиновую обкладку бака. Перевернуть машину и снять приводной ремень. Установить машину и демонтировать винты крепления бака к корпусу, элементы крепления патрубков к корпусу насоса и бака. Смонтировать их на новый бак в сборе и закрепить. Установить в обратной последовательности.

*Замена электродвигателя.* Перевернуть машину вверх дном, снять со шкивов приводной ремень, отвернуть крепление двигателя (к подмоторной раме) и снять его, отсоединив провода электросхемы. Установить двигатель.

*Замена реле времени.* Снять изоляционную ленту и развернуть полиэтиленовый кожух, закрывающий реле. Отвернуть винт крепления ручки указателя реле времени и, приподнимая за край, снять диск. Придерживая реле времени за корпус, демонтировать винты крепления его к корпусу машины и снять. Отсоединить провода электросхемы от зажимов реле. Установить новое реле в обратной последовательности.

*Замена узла активатора.* Снять приводной ремень, демонтировать стопорный винт шкива и шкив активатора. Выдвинуть активатор внутрь бака и вынуть. Снять корпус насоса, крыльчатку и шайбы с сальником. При сборке активатора бронзографитовую опору смазать 0,5—0,7 г смазки типа ЦИАТИМ-201. Сборку узла активатора выполнить в обратном порядке. Зазор между краем диска активатора и дном стирального бака отрегулировать текстолитовыми шайбами в 0,5—1,5 мм.



## Ремонт стиральных машин СМП активаторного типа

*Дефектовка стиральной машины на узлы.* Проверить машину на работоспособность. Перевернуть ее вверх дном, снять ручки с реле времени и панель управления. Отвернуть винты крепления штуцера слива и демонтировать крепление корпуса машины к раме или шасси (тяги, винты).

Отсоединить корпус машины, отвернуть от корпуса электродвигателя привода активатора винты крепления насоса и пружины. Отсоединить провода электросхемы от блока управления и демонтировать клапанное устройство вместе с насосом и шлангами, отсоединив резиновую муфту, соединяющую насос с валом двигателя. Ослабив крепление, отпаять провода и снять конденсатор.

Демонтировать теплозащитное реле, снять приводной ремень, вынуть шплинты с оси крепления двигателя к кронштейнам оси, демонтировать электродвигатель привода активатора вместе со шкивом, закрепленным на шпонке. Перевернуть машину, отвернуть гайку крепления ротора центрифуги (резьба левая) и снять ротор. Снять с вала привода центрифуги диафрагму, а также электродвигатель ДАО-Ц.

*Замена насоса.* Демонтировать болты крепления корпуса насоса к флянцу и электродвигателю привода центрифуги. Разобрать насос, отвернуть крепление крышки к корпусу. Вынуть ось насоса вместе с крыльчаткой. Негодные детали заменить новыми и установить в обратной последовательности.

*Замена конденсаторного блока.* Отвернуть крепление конденсаторного блока к кронштейну и снять его с шасси, вынуть конденсаторы из коробки. Отвернуть их крепление от стенок. Отпаять перемычки и провода. Негодные детали заменить новыми и установить собранный конденсатор в обратной последовательности.

*Замена электродвигателя активатора.*

Положить машину набок или вверх дном. Снять приводной ремень со шкива двигателя и активатора. Отсоединить провода, идущие от электродвигателя и распределительной коробки, или отсоединить конденсатор. Демонтировать крепление электродвигателя к кронштейнам. Выдвинув на себя электродвигатель, снять его. Заменить новым и установить в обратной последовательности.

*Замена двигателя центрифуги.* Отвинтив гайку, вынуть ротор. Отвернуть шланги от центробежного насоса и снять привод центрифуги и насос. Отсоединить провода, идущие к электродвигателю,

и, заменив негодные узлы, установить новый привод центрифуги в обратной последовательности.

*Замена баков в стиральной машине.* Стиральный бак и бак центрифуги в основном цельнометаллические. Снять верхнюю панель корпуса или боковые крышки. Перевернуть машину вверх дном. Отсоединить от корпуса шланги. Отвернуть крепление и вынуть корпус. Отсоединить баки (бак) от гидросистемы машины. Снять при необходимости электродвигатели привода центрифуги и активатора, демонтировав их узел. Заменить бак (баки), установить электродвигатель, узел активатора, собрать гидросистему, закрепить корпус.

*Замена клапана слива (крана).* Снять резиновые патрубки со штуцеров клапана слива и демонтировать его крепление. Отделить крышку клапана от корпуса, вынуть рабочие узлы и отремонтировать или заменить новыми. Собрать в обратной последовательности.

*Смазка машины.* Смазка подшипников привода активатора и центрифуги производится не реже одного раза в два года смазками марки АМС-3, ЦИАТИМ-201, УТ-1, УС-3. Для смазки подшипника активатора отвернуть стопорный винт на шкиве активатора, выдвинуть активатор внутрь бака и заполнить смазкой внутренние части опорного подшипника. Для смазки узла подшипника центрифуги снять ротор, ослабив крепление резиновой диафрагмы, отвернуть ее. Смазать узел подшипника центрифуги через отверстие на алюминиевом стакане. Ротор собрать в обратной последовательности.

## 10.4. Автоматические стирально-сушильные машины

### Устройство и принцип действия

Бытовые автоматические стиральные машины в некоторых случаях снабжены режимом сушки белья. Они предназначены для стирки (и сушки) белья без участия человека, действуя по заданной им программе. Программа выбирается пользователем в соответствии с типом белья и степенью его загрязнения.

Процесс этот происходит во вращающемся перфорированном барабане, который помещен в бак со стиральным раствором. При любой программе присутствуют режимы замачивания, стирки, поло-

скания и отжима. Машина по программе производит залив, подогревание и слив воды, в нужный момент смывает в бак засыпанный перед стиркой стиральный порошок.

### Функциональная схема

Автоматические стиральные машины производятся двух типов: с фронтальной и верхней загрузкой. Каждая из этих разновидностей имеет свои преимущества и недостатки, свои конструктивные особенности и области применения. Но они имеют в своем составе одинаковые функциональные цепи. Рассмотрим функциональную схему автоматической стиральной машины. Следует иметь в виду, что работа машины во всех режимах возможна только при закрытой дверце, поэтому во все цепи введен микровыключатель блокировки дверцы (люка).

**Система налива воды.** От водопровода через открываемый вручную вентиль или систему AQUA-STOP, через фильтр грубой очистки вода подается на клапан налива. Этим клапаном управляет непосредственно реле уровня. Команды на срабатывание этого реле подает командоаппарат (рис. 10.10). Пройдя открытый клапан налива, вода смывает в бак стиральный порошок из соответствующего отдела бункера моющих средств. По заполнению бака моющим раствором до нужного объема, срабатывает реле уровня. Клапан налива перекрывает воду.

**Система нагрева воды.** В машину заливается, как правило, холодная вода. Поэтому воду для эффективной стирки необходимо подогреть до нужной температуры. Ее значение определяется заданным режимом стирки и лежит в пределах 40—90 градусов.

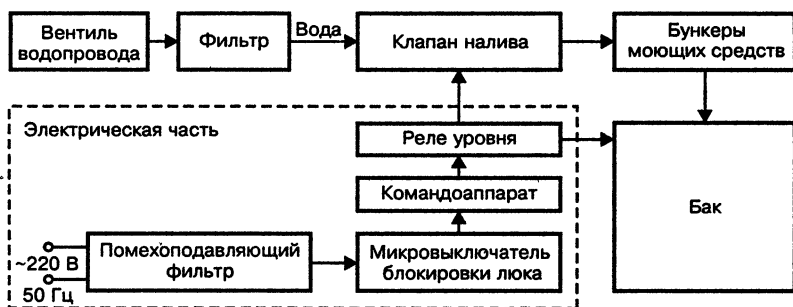


Рис. 10.10. Структурная схема системы налива воды

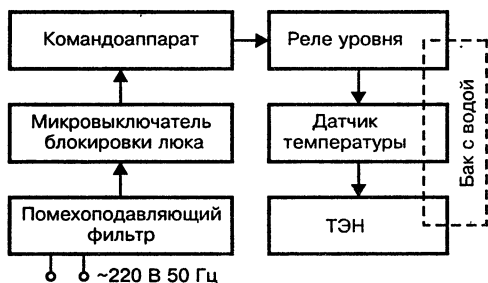


Рис. 10.11. Структурная схема системы нагрева воды

Исполнительным устройством служит ТЭН (термоэлектро-нагреватель). Командоаппарат дает команду на включение нагрева после заполнения бака, а на выключение — по срабатыванию датчика температуры (рис. 10.11).

Система стирки. Задача данной системы — обеспечивать вращение барабана по заданной

программе (сначала в прямом, затем после паузы в обратном направлении) в течение определенного времени (рис. 10.12). Барабан вращается в частично заполненном водой со стиральным порошком баке. Белье подхватывается ребрами, поднимается вверх, затем падает в воду. Процесс напоминает отбивание белья о воду. Кроме того, перфорированные ребра зачерпывают воду, проворачиваются в верхнее положение и выливают ее сверху на белье, имитируя дождь. При этом могут применяться дополнительные подрежимы, обеспечивающие повышение качества стирки. Например, в дорогих моделях система вспыска, при которой за счет специального насоса вода бьет сильной струей в белье, распластанное на стенках барабана. Вода принудительно прокачивается через ткань. Систему вспыска производители называют по-разному: Актива, Джет, Душ, Гейзер.

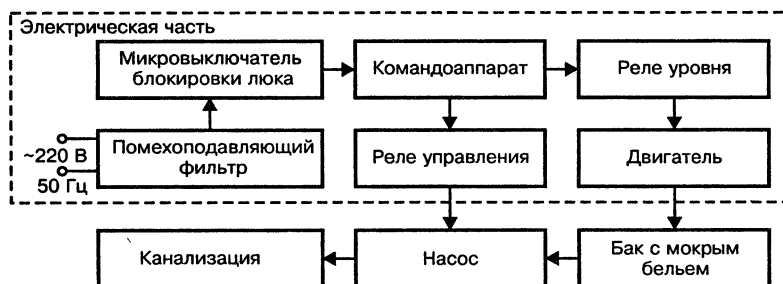


Рис. 10.12. Структурная схема системы стирки

Система слива грязной воды. Система очень проста (рис. 10.13). Ее исполнительной частью является насос, который включается по сигналу командоаппарата. При этом происходит перекачка воды из бака в канализацию. Режим слива включается как при окончании цикла

стирки, так и в ходе отжима белья. Следует отметить, что длина сливного шланга должна быть минимально возможной и не превышать 2 метра. Для откачки воды в более удаленную канализацию двигатель должен постоянно работать в состоянии перегрузки.

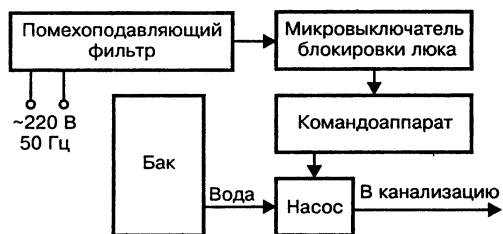


Рис. 10.13. Структурная схема системы слива

**Система отжима.** Исполнительным элементом этой системы является двигатель, вращающий с большой скоростью барабан с мокрым бельем. Чем выше эта скорость, тем суше белью выходит после отжима. У большинства автоматических стиральных машин число оборотов при отжиме лежит в пределах 400—1600 об/мин. У ряда машин число оборотов отжима может быть установлено пользователем, исходя из типа стираемого белья. Ступенчатая регулировка скорости вращения характерна для машин с асинхронным двигателем, а плавная — для машин с коллекторным двигателем. Команду на двигатель формирует командоаппарат и через реле уровня подает ее на двигатель. Последний начинает вращать барабан, разгоняя его до номинальной (или заданной пользователем) скорости. При накоплении в баке отжатой воды определенного объема срабатывает реле управления насосом отлива. Насос начинает перекачку отжатой воды в канализацию. По истечении заданного программой времени отжима командоаппарат отключает двигатель вращения бака и насос.

**Система сушки.** Представлена лишь в некоторых машинах, называемых стирально-сушильными (рис. 10.14, 10.15). Сушка происходит горячим воздухом. Нагрев воздуха производится специальным нагревательным элементом. Вентилятор гонит мощный

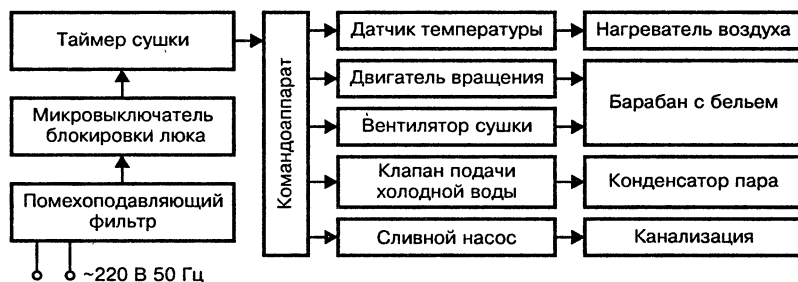


Рис. 10.14. Структурная схема системы сушки

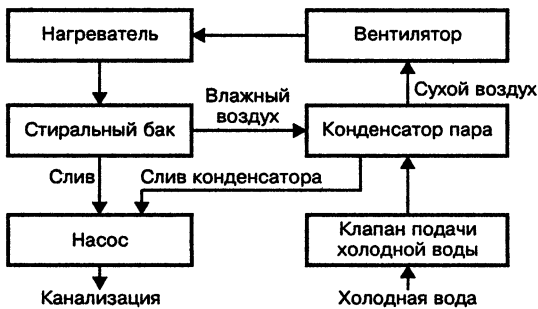


Рис. 10.15. Принцип осуществления сушки белья

поток горячего воздуха в бак и барабан стирально-сушильной машины. Белье нагревается. Исходящий от горячего белья пар потоком воздуха увлекается в конденсатор пара. Для лучшей конденсации влаги через конденсатор пара прокачивается холодная вода. Пар конденсируется, а обра-

зовавшийся конденсат откачивается насосом в канализацию. Осушенный горячий воздух вновь поступает в барабан с бельем, и процесс повторяется. Температуру воздуха при сушке можно выбирать в зависимости от вида ткани. В течении всего цикла сушки барабан вращается с переменной скоростью и направлением, чтобы белье сохло равномерно, без заминов. Степень остаточной влажности можно регулировать: от слегка влажного для немедленной глажки до полностью сухого, если белье не предусматривается гладить. Система сушки предусматривает сушку половинного объема от максимальной загрузки барабана. Полная сушка длится до трех часов.

**Система управления.** Все рассмотренные системы включаются и выключаются системой управления. Ее основным звеном является командоаппарат. Элементарные операции стирки называются шагами. Последовательность шагов стирки называют программой стирки. Их может быть от 3 до 55 и более. Но реально при стирке пользователь использует до 5 программ, соответствующих основным типам стираемого белья, например: стирка хлопчатобумажного белья, стирка синтетики, «бережная» стирка изделий из шерсти, шелка, тюля. Остальные режимы пользователь просто не помнит.

### Основные механические узлы СМА

**Корпус.** Изготавливается из стального листа, проходит антикоррозийную обработку и покрывается двумя слоями эмали, стойкой к щелочной среде растворов моющих средств. Изнутри корпус в большинстве случаев обклеивается звукоизолирующим материалом.

**Бак.** Изготавливается традиционно из стального листа. Баки могут быть как хромированными (нержавеющие баки), так и эмалированными. В настоящее время баки стали также изготавливать из пластмассы. Они дешевле и технологичнее металлических, стойки к коррозии, менее теплопроводны и звукопроводны. Но пластмассовые баки более хрупкие (обламываются крепежные ушки, образуются трещины при сильных ударах при перевозке. Чаще всего бак имеет форму правильного цилиндра. В ряде случаев для дополнительной экономии воды при стирке баку придают форму овального цилиндра (рис. 10.16).

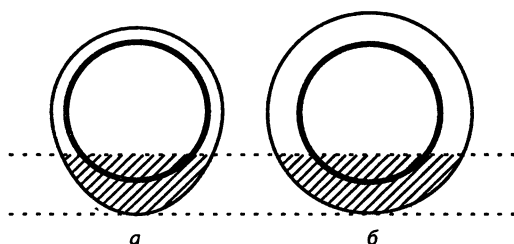


Рис. 10.16. Бак стиральной машины: а — овальной формы; б — цилиндрической формы

Механизм подвески бака и противовесы. Механизм включает в себя пружины, которыми бак крепится к верхней части корпуса, и амортизаторы, соединяющие бак с нижней рамой корпуса. Противовесы, изготовленные из чугуна или бетона, достигают массы 20 кг. Они крепятся к баку. Механизм подвески и противовесы снижает амплитуду колебаний бака при быстром вращении в нем барабана, неравномерно заполненного бельем. Без них машина бы подпрыгивала при отжиме белья (рис. 10.17).

**Механизм подвески бака и противовесы.** Механизм включает в себя пружины, которыми бак крепится к верхней части корпуса, и амортизаторы, соединяющие бак с нижней рамой корпуса. Противовесы, изготовленные из чугуна или бетона, достигают массы 20 кг. Они крепятся к баку. Механизм подвески и противовесы снижает амплитуду колебаний бака при быстром вращении в нем барабана, неравномерно заполненного бельем. Без них машина бы подпрыгивала при отжиме белья (рис. 10.17).

**Барабан.** Он всегда выполняется из нержавеющей стали. Представляет собой перфорированный цилиндр. В машинах с верхней загрузкой укреплены оба конца оси барабана, барабан имеет закрываемый люк для загрузки белья. В машинах с фронтальной загрузкой барабан крепится только на одном конце оси вращения. На внутренних стенках барабана имеются трехгранные выступы, зацепляющие белье при вращении (рис. 10.17).

**Фронтальный загрузочный люк.** Предназначен для загрузки белья. Имеет прозрачное окно, выполненное из стекла или пластмасс. В ряде случаев применяются оба материала: внутреннее окно изготавли-

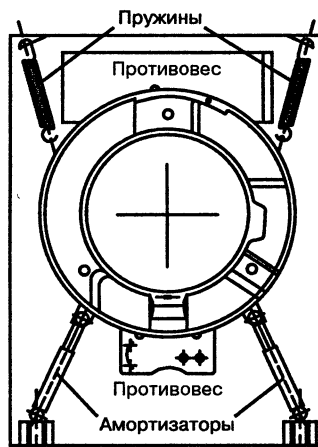


Рис. 10.17. Схема подвески бака машины

ваются из стекла, а наружное — из пластмассы. Между ними имеется небольшой воздушный зазор. Поэтому внешнее стекло, даже во время стирки при 90 градусов, остается практически холодным. Во всех автоматических стиральных машинах предусмотрена блокировка дверцы люка во время работы. Блокировка отключается через несколько

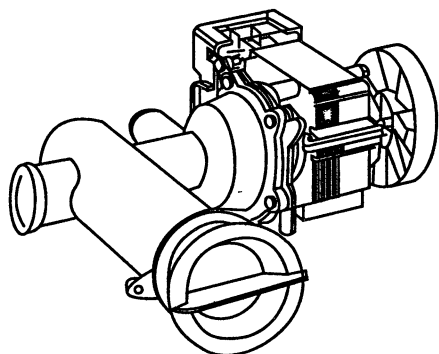


Рис. 10.18. Внешний вид сливного насоса

минут после полного завершения процесса стирки. В большинстве случаев люк открывается специальной кнопкой.

Гидравлическая система включает в себя электромагнитные клапаны, распределитель моющих средств, сливной насос (рис. 10.18), а также набор патрубков, соединяющих эти элементы. С внешней стороны к системе подходят шланги подачи и слива воды.

**Фильтр слива.** В ряде случаев к сливному насосу устанавливают фильтр, который улавливает выпавшие из стираемого белья мелкие предметы (пуговицы, монеты). Для очистки фильтра в корпусе машины предусмотрена крышка.

### Электрооборудование СМА

Схема электрических соединений СМА приведена на рис. 10.19.

**Термоэлектронагреватель (ТЭН).** Представляет собой трубчатое активное сопротивление, заключенное в изолятор из силикатного материала (рис. 10.20). Служит для нагрева воды в баке. Мощность ТЭНа составляет 2 кВт. Это наибольший потребитель электроэнергии в стиральной машине. В сборе с ТЭНом предусмотрен термopредохранитель, который прерывает цепь питания ТЭНа, если последний включится в бак без воды.

**Помехоподавляющий фильтр.** Служит для снижения уровня радиочастотных помех, возникающих при работе электрооборудования стиральной машины (командоаппарата, реле уровня, термостата, двигателя). Помехи возникают при резком изменении силы тока при коммутации контактов этих приборов. Наиболее интенсивны помехи при реверсе двигателя привода барабана в режимах стирки и сушки. Устранить причины образования помех невозможно, поэтому их



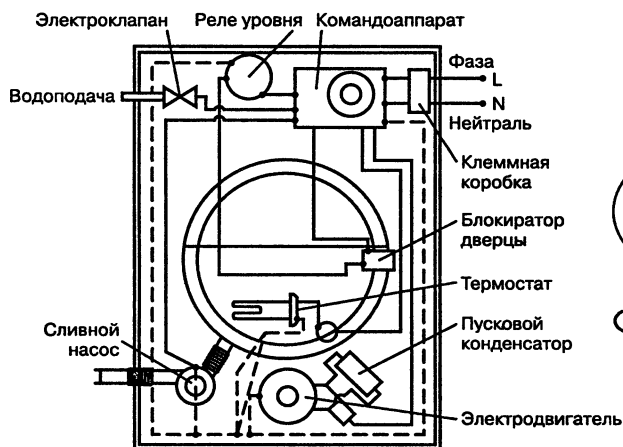


Рис. 10.19. Схема электрических соединений СМА

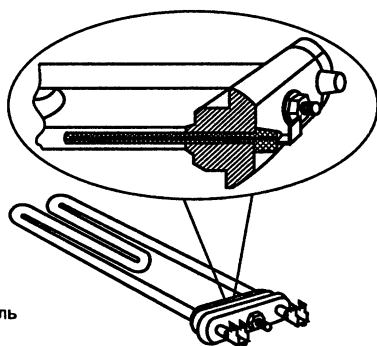


Рис. 10.20. Внешний вид и устройство ТЭНа

фильтруют на сетевых зажимах машины. Осуществляется подавление симметричных и асимметричных помех. Поясняющий графический материал представлен на рис. 10.21.

**Электродвигатель.** Могут применяться как коллекторные, так и асинхронные электродвигатели. Основная задача двигателя — обеспечить вращение барабана в основных режимах работы СМА (при

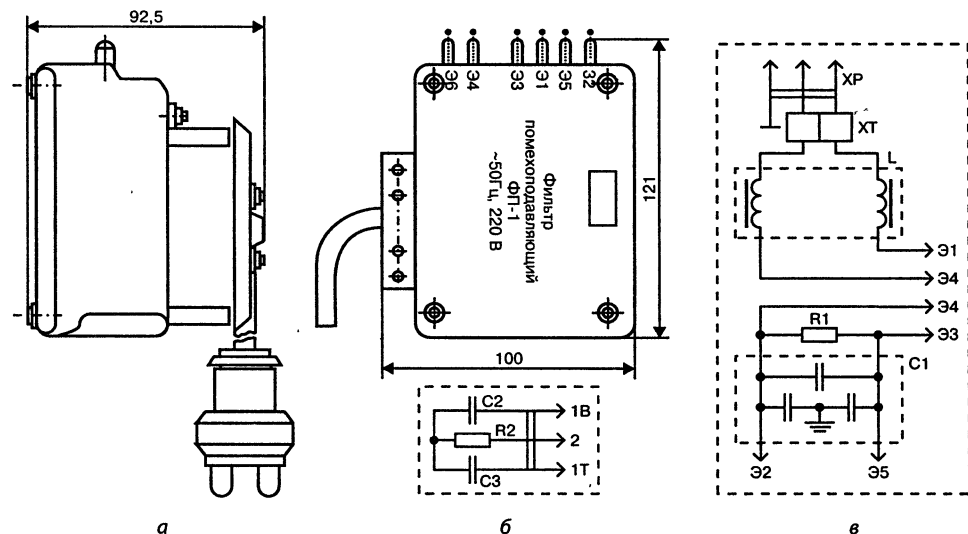


Рис. 10.21. Внешний вид и схемные решения помехоподавляющих фильтров: а — внешний вид; б — искрогасящий контур; в — фильтр питания комбинированный

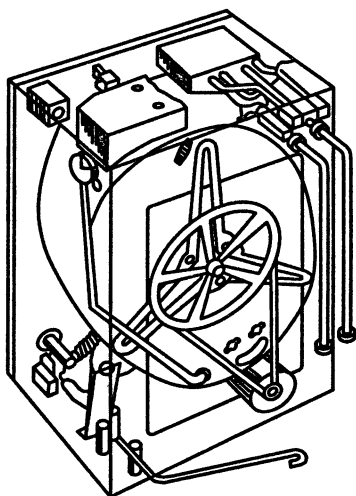


Рис. 10.22. Пример применения электродвигателя в СМА

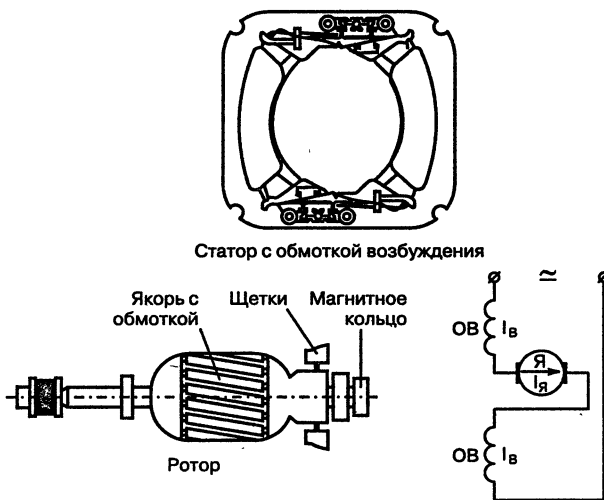


Рис. 10.23. Устройство и принципиальная схема коллекторного двигателя

стирке, отжиге, сушке). Вращение от двигателя на шкив оси барабана передается с помощью ременной передачи (рис. 10.22).

Коллекторные двигатели, которые обеспечивают плавное регулирование скорости вращения и высокую скорость вращения барабана при отжиге, использовать предпочтительнее. Принципиальная схема коллекторного двигателя и его устройство приведены на рис. 10.23. Обмотка возбуждения на полюсах статора включается последовательно с обмоткой якоря. Поэтому сила тока в обмотках одинакова. Для снижения уровня радиопомех обмотку возбуждения в некоторых двигателях разделяют на две части. Реверсивность работы двигателя достигается переключением концов обмотки возбуждения или обмотки якоря.

В ряде сложных моделей стиральных машин применяется электронная система управления коллекторным двигателем. Она представляет собой цифровой электронный модуль. Пример схемотехники такого модуля приведен на рис. 10.24. Регулирование и поддержание заданной скорости вращения электродвигателя производится автоматически. Реверс двигателя осуществляется специальным реле реверса с электронным управлением и двумя переключателями. Контроль скорости вращения осуществляет тахометр. Для этого он производит сравнение фактического числа оборотов двигателя с запрограммированным эталонным значением. Сигнал ошибки с тахометра подается

на плату управления, которая корректирует фактическую скорость вращения двигателя. Для защиты электродвигателя от перегрузки в системе управления имеется защитное реле.

**Асинхронные двигатели** простые по конструкции, поэтому они дешевы и надежны. Двигатель состоит из неподвижного статора и вращающегося ротора. Для запуска может быть использована или пусковая обмотка повышенного сопротивления, или пусковой конденсатор с пусковой обмоткой.

Изменение направления вращения двигателя, необходимое на этапах стирки и сушки, осуществляется за счет переключения обмоток двигателя.

**Электродвигатели постоянного тока** используются значительно реже. Возбуждение происходит от постоянных магнитов из специального сплава. Они обеспечивают самые широкие возможности. Например, высокий пусковой момент позволяет начинать отжим при наличии в баке стирального раствора. Это снижает уровень вибрации и исключает скручивание и сминание ткани. Хорошие тормозные характеристики двигателя позволяют осуществить плавную остановку барабана в течение 4 с после завершения этапа отжима. Изменение скорости вращения осуществляется с помощью тиристорного регулятора. Изменение направления движения осуществляется переключением полярности.

**Реле уровня (прессостат)** служит для контроля заданного уровня залива воды в бак стиральной машины. Принцип его действия основан на преобразовании давления воды, действующего на мембрану, в перемещение подвижных контактов и переключение контактных устройств. Устройство реле уровня и принцип его действия приведены на рис. 10.25.

При отсутствии в баке воды оба контакта реле разомкнуты. При повышении давления и заполнении бака водой до заданного уровня

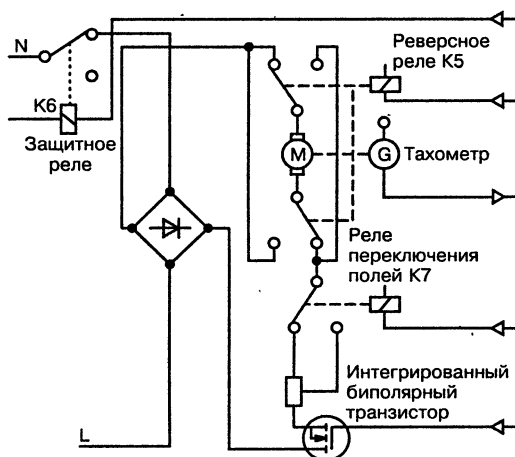


Рис. 10.24. Принципиальная схема электронной системы управления коллекторным двигателем

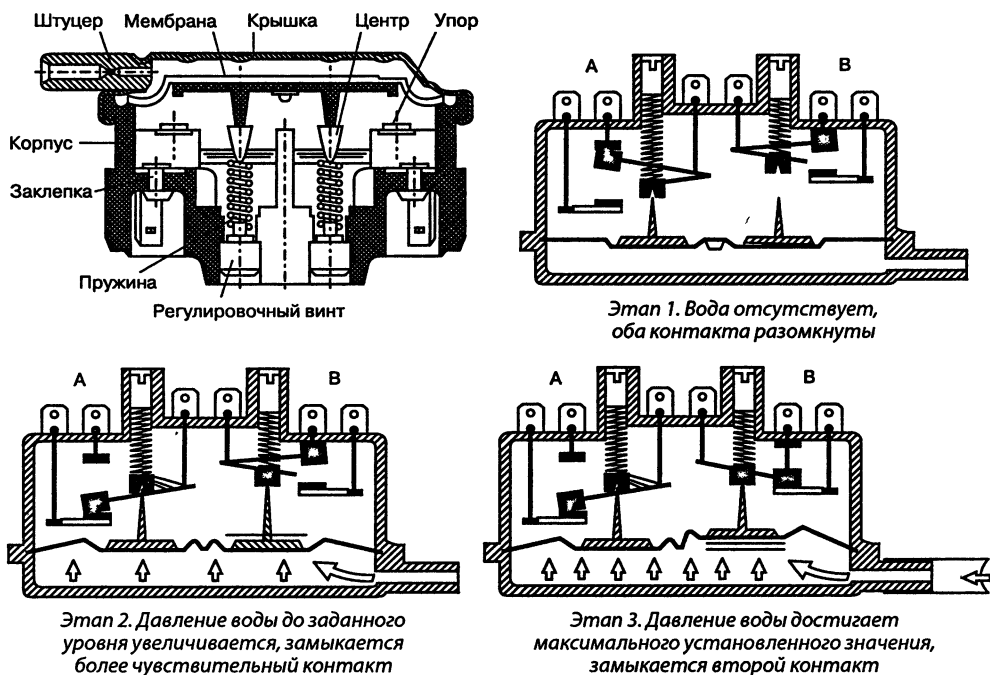


Рис. 10.25. Устройство и принцип действия реле уровня РУ-3СМ

мембрана прогибается. Через толкатели она переключает контакты. Реле может быть настроено на несколько уровней срабатывания (на рис. 10.25 приведено двухуровневое реле). При понижении давления ниже настроенного уровня происходит обратное переключение контактов. Их мгновенный переброс происходит за счет переключающих плоских пружин.

Реле температуры (термостат) служит для контроля заданной температуры воды в баке. Принцип действия термостата основан на температурной деформации металлов. Используется пара скрепленных пластин, выполненных из металлов с различными коэффициентами теплового расширения (сталь и медь). Они образуют биметаллическую пластинку, скрепленную по всей длине. Такая пластинка при нагреве прогибается в сторону металла с меньшим коэффициентом теплового расширения. За счет этого воздействия происходит замыкание контактов. Такой термостат называется «нормально-разомкнутым». Если при нагреве цепь термостатом разрывается, то он называется «нормально-замкнутым». Последние применяются в качестве датчиков защитного или ограничительного назначения. Поясняющий графический материал представлен на рис. 10.26.

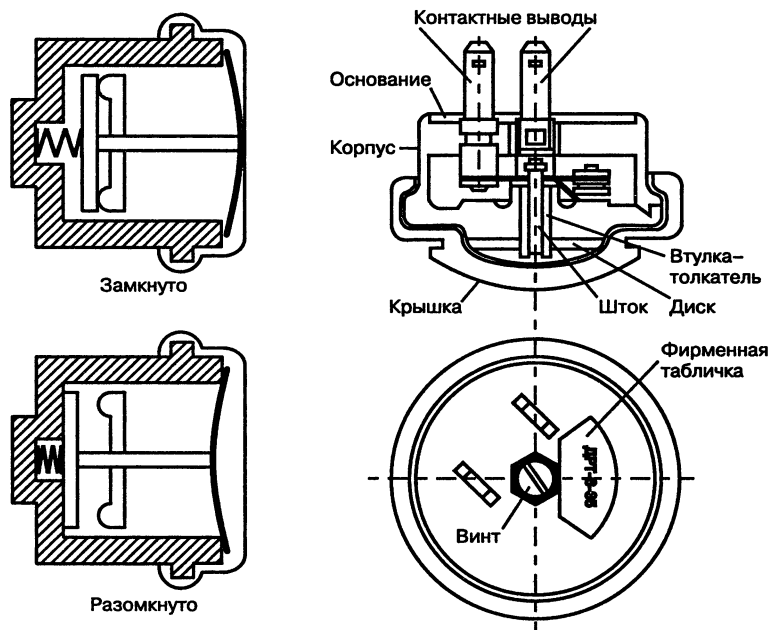


Рис. 10.26. Принцип действия и устройство датчика-реле температуры

Электромагнитный клапан служит для управления процессом подачи воды в бак. В выключенном положении клапан закрыт. При включении клапана под действием магнитного поля катушки электромагнита в нее втягивается сердечник. При этом открывается проходное отверстие клапана, через которое вода подается в бак. Для завершения подачи воды с клапана снимается питание, сердечник электромагнита под действием силы пружины опускается, перекрывая доступ воды. Поясняющий графический материал представлен на рис. 10.27.

Командоаппарат служит для координации всех исполнительных устройств автоматической стиральной машины. С помощью командоаппарата задается набор необходимых операций, их длительность, последовательность проведения. Управление происходит путем замыкания и размыкания контактов цепи питания каждого исполнительного устройства через заданные промежутки времени.

Наиболее распространен электромеханический командоаппарат дискового типа. Он состоит из набора программных дисков (кулачков) и контактов, которые размыкаются или замыкаются при повороте дисков. Вращение насаженных на ось дисков осуществляет

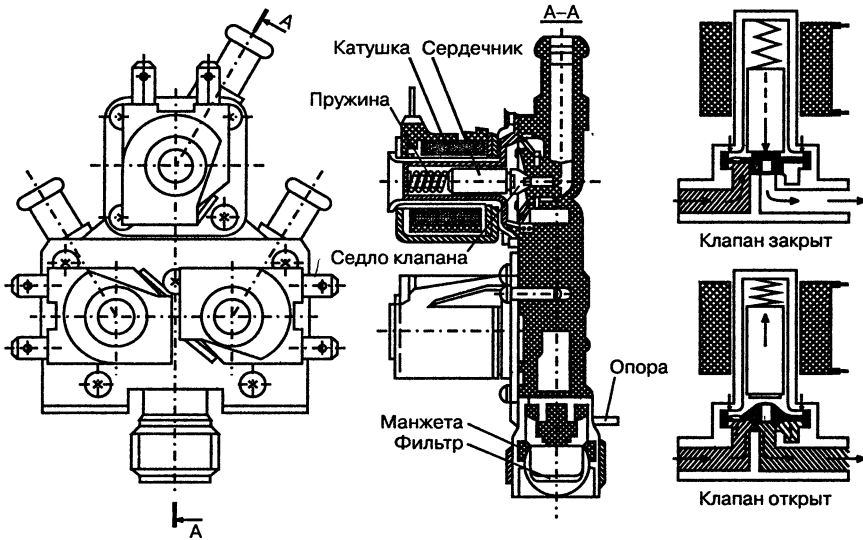


Рис. 10.27. Устройство и принцип действия электромагнитного клапана

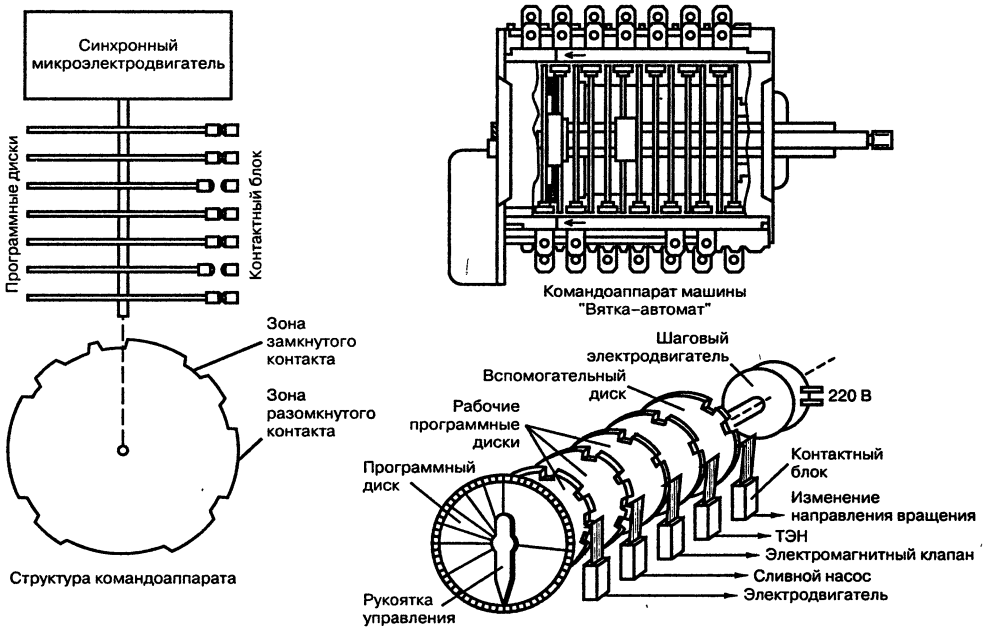


Рис. 10.28. Устройство и принцип действия командоаппарата

шаговый электродвигатель, питающийся от сети 220 В. Выступы программных дисков поднимают подвижный контакт, замыкая цепь питания соответствующего исполнительного устройства.

Установка программных дисков в заданное пользователем положение осуществляется с помощью рукоятки, выведенной на панель управления. Этим устанавливается заданная программа стирки. Количество программных дисков определяется заложенным разработчиком количеством программ стирки.

Программные диски по своему назначению делятся на две группы — рабочие (основные) и вспомогательные (скоростные, реверсивные). Рабочие диски управляют электромагнитным клапаном, двигателем, нагревателем, сливным насосом. Вспомогательные диски управляют изменением направления вращения барабана во время стирки и сушки, а также специальными программами стирки и отжима. Программные диски совершают дискретные повороты (шаги). Полный оборот диска обычно составляет 60 шагов. В зависимости от конструкции командоаппарата время полного оборота составляет 90—300 мин.

Время нахождения контактов в замкнутом положении определяется профилем программного диска. Для наглядного отображения положения контактов на каждом шаге выполнения программы строится циклограмма командоаппарата.

В ряде случаев конструктивно предусматривается система остановки работы командоаппарата. Например, устройство «Термостоп» применяется для блокировки рабочих дисков командоаппарата на время нагрева воды в баке до нужной температуры. Вспомогательные программные диски при этом остаются в работе. Другой пример — остановка после полоскания или перед отжимом («Гидростоп»). Применяется для остановки машины с бельем и частично заполненным водой баком после бережного полоскания при стирке деликатных тканей. Для этого автоматически снимается питание с электродвигателя командоаппарата. Для продолжения работы машины пользователь вручную должен повернуть ручку командоаппарата на один шаг.

В некоторых случаях в командоаппарат встраивают выключатель сетевого питания стиральной машины. Включение и выключение таких машин происходит утапливанием или вытягиванием рукоятки с последующим ее поворотом в нужное положение. Воздействие на контакты главной цепи питания происходит с помощью диска, совмещенного с рукояткой.

Командоаппараты можно считать наиболее надежными узлами стиральных машин. Большинство из них не подлежат разборке. Но самая распространенная неисправность — подгорание контактов подачи напряжения на ТЭН или входных сетевых контактов — не требует разборки. Достаточно промыть и почистить подгоревший контакт. Чаще всего неисправность кроется в исполнительных устройствах. Измерив тестером напряжение на неработающем исполнительном устройстве, можно определить неисправность. Причем командоаппарат неисправен лишь в том случае, если на его входе напряжение есть, а на управляемом в данном положении устройстве — нет.

### **Система управления автоматических стиральных машин**

Наиболее распространенной системой управления автоматических стиральных машин является электромеханическая (с командоаппаратом, рассмотренным выше). Кроме нее существуют смешанные и электронные системы управления. Управление происходит как основными операциями (две стирки, полоскание, отжим, сушка), так и операциями по обеспечению заданных уровня и температуры воды. Продолжительность основных операций задается конструктором при создании программ стирки. А продолжительность, например, нагрева воды определяется напряжением питающей сети, температурой поступающей в бак воды. Продолжительность заполнения бака водой определяется давлением воды в питающей магистрали, степенью засоренности фильтра. Поэтому конец каждой из этих операций определяется срабатыванием реле уровня и температуры, рассмотренных выше.

Главным в этой системе является командоаппарат, взаимодействующий с датчиками температуры и уровня, управляющий всеми исполнительными устройствами стиральной машины.

Электронная система управления приходит на смену рассмотренной выше в более дорогих моделях стиральных машин. Главной в этой системе является электронная плата управления, содержащая систему питания, микропроцессор, задающие каскады, реле. Система осуществляет полное автоматическое управление работой стиральной машины по заданной пользователем программе. Кроме того, она производит контроль работы систем безопасности стиральной машины. Предусмотренные тестовые программы осуществляют диагностику работоспособности машины.



Для примера рассмотрим электронное устройство управления (рис. 10.29), предназначенное для управления бытовыми автоматическими стиральными машинами типа СМА-4ФБЭ с асинхронным двигателем в соответствии с хранимыми в памяти программами технологических процессов обработки текстильных изделий.

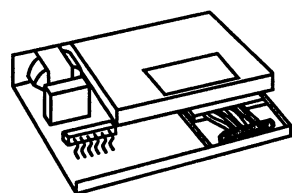


Рис. 10.29. Внешний вид электронного устройства управления

Согласно программе, выбираемой устройством наименования данных, вводимых хозяйкой с клавиатуры, устройство формирует команды управлений исполнительными механизмами стиральной машины (двигатель привода барабана, насос, клапаны заполнения, нагреватель), контролируя состояние датчиков уровня и температуры моющего раствора.

Устройство состоит из двух частей: блок программного управления (БПУ), блок силовой (БС). Они встраиваются в автоматическую стиральную машину и эксплуатируются в ее составе.

Функцию программозадающего узла выполняет БПУ, построенный на базе микроконтроллера (МК) K145IK1807. В постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) хранится набор программ, в соответствии с которыми производятся: ввод данных, выбор соответствующей технологической программы и ее выполнение. Связь МК с ПЗУ осуществляется 12-разрядной шиной адреса (ША) и 8-разрядной шиной данных (ШД). Восемь разрядов ША используются также для опроса внешних устройств (клавиатуры, датчиков), состояние которых считывается с 4-разрядной шины датчиков (ШДт). Пуск МК производится через вход K2, сброс — блокировкой Ф2 генератора фаз (ГФ) K165KF2, тактирующего работу МК и ПЗУ.

Для аппаратного маскирования разрядов ШДт и увеличения количества каналов опроса внешних устройств служит интерфейс ввода, построенный на базе кодового ключа K501KH2П. Кроме того, интерфейс ввода содержит схему, обеспечивающую пуск МК при включении сетевого питания.

Для управления исполнительными механизмами СМА МК имеет 8-разрядную шину управления (ШУ). Интерфейс вывода служит для увеличения количества каналов управления. Он построен по принципу общей шины: четыре разряда ШУ используются для передачи информации, остальные — для адресации через дешифратор K501ИД1П в регистры K186IP1, в которые она заносится. Для уси-

ления сигналов с регистров используются коммутаторы К190КТ2П. ФВК служит для формирования меандра сетевой частоты синхронизирующего МК. Блок силовой содержит источник питания всего устройства и элементы для коммутации силовых цепей.

## 10.5. Условные обозначения на электрических и монтажных схемах зарубежных автоматических стиральных машин

Всем работающим с электрическими и монтажными схемами стиральных машин пришлось столкнуться с большим разнообразием условных обозначений на этих схемах. В данной книге предпринята попытка привести все обозначения к единому виду. Мы понимаем, что при этом может потеряться часть информации, связанной с содержанием некоторых узлов схем. Однако на практике работа всегда ведется с агрегатным изделием, где эти элементы заменяются целиком и достаточно только название и марка такого изделия для его замены.

Обозначение	Расшифровка
1/2	Половинная загрузка
A	Разрыхление белья
ACJ	Распределительный клапан системы Jet System
AE	Уровень включения ТЭН
AP	Система парковки барабана
AQS	Электромагнитный клапан системы AquaStop
AS	Устройство замыкания контактов сетевого питания
B	Зуммер
BSP	Плата управления командоаппарата
BF	Контакты клеммной колодки, вентилятор и ТЭН сушки
BL	Устройство блокировки дверки люка
BM	Электродвигатель привода барабана
C	Обмотка статора
CC	Конденсатор (режим отжима)
CD	Охлаждение
CK	Клеммная колодка

Обозначение	Расшифровка
CL	Конденсатор (режим стирки)
CM	Электродвигатель или обмотка отжима
COM	Регулятор
CU	Электронный модуль
CUC	Главная плата управления
CUIO	Плата панели управления
CUM	Модуль управления электродвигателем
CV	Плата дисплея
CWS	Стирка в холодной воде
D/F	Деликатный/интенсивный
DOM	Блок питания
DU	Система Drum Up (в машинах с верхней загрузкой)
DV	Двухпозиционный переключатель
E	Кнопка «Экономная стирка»
EF/CL	Клапан холодной воды/отбеливания
EF/L	Клапан холодной воды/стирки
EF/P	Клапан холодной воды/предварительной стирки
EM	Термостоп
ER	Дополнительное полоскание
ET	Термостат отключен
EV	Электромагнитный клапан
EVA	Электромагнитный клапан сушки
EVC	Электромагнитный клапан теплой воды
EVF	Электромагнитный клапан залива холодной воды
EVL	Электромагнитный клапан стирки
EVP	Электромагнитный клапан предварительной стирки
F	Залив
FA	Подавитель радиопомех
FD	Терморегулятор цикла деликатной сушки
FE	Терморегулятор цикла интенсивной сушки
FL	Противопомеховый фильтр
FRT	Нагревательный элемент ТЭН с предохранителем
GPL	Световой индикатор
H	Индикатор ИМС
I	Переключательное устройство (инвертор)
I1...2...3...	Переключатели/переключатели на два направления
IA	Переключатель ВКЛ/ВЫКЛ
IC	Нормально-замкнутый переключатель 1/2 загрузки
ID	Переключатель «Без отжима»
IE	Экономичный режим или нормально-замкнутый переключатель
IF	Переключатель снижения оборотов отжима

Обозначение	Расшифровка
INT	Интенсивная стирка
IP	Дверной выключатель
IS	Гидростоп
K	Предотвращение образования складок
KA	Командоаппарат
KK	Пускозащитное реле
KL	Защитный термостат
KN	Сетевая клеммная колодка
KT	Реле
L	Линия («фаза») или индикатор (лампа)
LB	Низкий уровень
LC	Короткая программа стирки
LN	Нормальный уровень
LS	Индикаторная лампа
M	Электродвигатель
M/A	Старт/Стоп
MC	Кнопка «Регулировка скорости вращения»
MDS	Электродвигатель механизма распределения воды
MI	Асинхронный электродвигатель
MIN	Таймер сушки
MP	Электродвигатель сливного насоса
MR	Микрозамок (устройство блокировки дверцы люка)
MS	Сетевой выключатель
MT	Электродвигатель командоаппарата
MV	Электродвигатель вентилятора
N	Замачивание
NC	Без отжима
NTC	Датчик температуры
P	Слив
PA	Потенциометр высоких оборотов
PB	Потенциометр низких оборотов
PL	Чистая шерсть
PR	Реле уровня
PRH	Реле уровня (верхний уровень)
PRL	Реле уровня (нижний уровень)
PRS	Датчик давления
PS	Сливной насос
PT	Регулятор температуры
PV	Регулятор скорости вращения
QU	Автопрограмма
RA	Воздушный ТЭН (ТЭН сушки)

Обозначение	Расшифровка
RE	Нагревательный элемент (ТЭН)
REED	Реле системы Drum-up
RL	Реле реверса
RSS	Кнопка «Остановка с водой в баке»
RV	Электронный регулятор скорости
S	Индикаторные лампы
SA	Устройство программное электромеханическое
SC	Устройство блокировки крышки
SD	Выключатель блокировки дверки люка
SDE	Кнопка «Отмена отжима»
SDS	Выключатель механизма распределения воды
SEF	Турбинный расходомер
SEL	Селектор программ
SL	Контрольный индикатор электрической цепи (фазы)
SM	Электродвигатель (режим сушка/отжим)
SO	Индикатор блокировки дверки люка
Sp	Полоскание
SQ	Выключатель конечный
SR	Индикатор температуры
SS	Селектор выбора скорости вращения при отжиге
ST	Регулятор температуры или останов с водой
SV	Переключатель скорости отжима
SW	Выключатель
SB	Селектор скорости вращения барабана
T	Контакты командоаппарата
TC	Земля крестовины
TF	Защитный предохранитель
TFL	Земля барабана
TG	Тахогенератор
TH	Защитное термореле
THR	Терморегулятор (Рабочий термостат)
THTL	Термостат стирки
THTS	Термостат сушки
THV	Регулируемый термостат
TK	Тахометр
TM	Шаговый двигатель командоаппарата
TMP	Тепловая защита электродвигателя
TMS	Термоостанов
TP	Реле тепловой защиты
TPS	Земля сливного насоса
TR	Термосопротивление

Обозначение	Расшифровка
TRS	Симисторы электроклапана
TS	Земля
TSR	Земля нагревательного элемента
TSS	Селектор выбора температуры стирки
TT	Земля командоаппарата
TTH	Земля термостата
TV	Датчик регулируемой температуры
TVS	Земля бака
VA	Электродвигатель сушки
VDV	Потенциометр
VHF	Электромагнитный клапан горячей воды
VSS	Регулятор скорости вращения при отжиге
W	Стирка
WM	Электродвигатель или обмотка стирки
WVC	Электромагнитный клапан холодной воды
XP	Соединительный шнур

## 10.6. Сайты по стиральным машинам

<a href="http://apure.ru/">http://apure.ru/</a>	Ремонт стиральных машин в Санкт-Петербурге
<a href="http://audiotexno.bytdom.ru/">http://audiotexno.bytdom.ru/</a>	Ремонт бытовой техники в Санкт-Петербурге
<a href="http://baltica-service.com.ua/">http://baltica-service.com.ua/</a>	фирма «Балтика-Сервис» (г. Киев), ремонт бытовой техники
<a href="http://cinematorium.pp.ua/">http://cinematorium.pp.ua/</a>	Статьи по ремонту стиральных машин
<a href="http://ik-teplo.kiev.ua/">http://ik-teplo.kiev.ua/</a>	Статьи по ремонту стиральных машин
<a href="http://neopc.kiev.ua/">http://neopc.kiev.ua/</a>	Статьи по ремонту стиральных машин
<a href="http://service-home.com.ua">http://service-home.com.ua</a>	Самостоятельный ремонт стиральных машин в Киеве
<a href="http://service-sale.ru/">http://service-sale.ru/</a>	Ремонт стиральных машин Indesit
<a href="http://vashdom.od.ua/">http://vashdom.od.ua/</a>	Ремонт стиральных машин и статьи о них (г. Одесса)
<a href="http://vyzovimastera.ru/">http://vyzovimastera.ru/</a>	Статьи по ремонту стиральных машин
<a href="http://washparts.ru/">http://washparts.ru/</a>	Статьи о ремонте и эксплуатации стиральных машин

- <http://www.bzone-service.ru/> Ремонт стиральных машин (г. Москва)
- <http://www.clearbit.ru/> Статьи по ремонту стиральных машин;
- <http://www.elremont.ru/> Самостоятельный ремонт импортных стиральных машин
- <http://www.ideya-plus.ru/> Ремонт стиральных машин (г. Москва)
- <http://www.mosremslugba.ru/> Статьи о ремонте старых отечественных стиральных машин
- <http://www.oceanservis.ru/> Ремонт холодильников и стиральных машин (г. Москва)
- <http://www.peterburgremont.ru/> Ремонт стиральных машин в Санкт-Петербурге
- <http://www.rsp-energo.ru/> Ремонт стиральных машин, описание частых неисправностей
- <http://www.stirmaster.ru/> Статьи по ремонту стиральных машин
- <http://xlremont.ru/> Статьи по ремонту стиральных машин
- <http://zanussi-about.ru/> Статьи по ремонту стиральных машин Zanussi

# РЕМОНТ СПУТНИКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*В данной главе даны рекомендации и практические советы по диагностике и устранению неисправностей распространенных ресиверов и всей приемной системы в целом.*



## **Внимание.**

*Перед выполнением любых работ по ремонту отключите всю аппаратуру от сети! Вся ответственность за возможные повреждения аппаратуры и создание риска для здоровья при нарушении правил электробезопасности ложится на вас!*

## 11.1. Как организовать ремонт?

### Диагностика неисправностей

Все неисправности спутникового оборудования можно условно разделить на семь групп.

**Группа 1, включающая механические повреждения приемной спутниковой антенны или нарушение ее настройки**: для устранения потребуется проверить правильность установки и настройки спутниковой антенны на необходимый спутник (или спутники, при наличии мультифидов или моторизированного подвеса — «мотора»).

**Группа 2, включающая повреждение приемного конвертера, его держателя и мультифида (при наличии)**: для устранения потребуется замена поврежденных компонент и последующая настройка антенной системы в целом, ведь при замене конвертера или мультифида вы могли изменить их положение.



Группа 3, включающая обрывы или другие повреждения кабеля и соединителей F-типа. Для устранения необходимо убедиться в отсутствии повреждения кабеля по всей его длине, ведь возможно, он пере-терся на остром сгибе, кромке крыши или его повредили грызуны (и такое бывает!).

Группа 4, включающая электрические неисправности конвертера: самым простым и надежным решением проблемы является замена неисправного конвертера на заведомо исправный. Самостоятельный ремонт конвертера без наличия знаний радиоэлектроники и специального оборудования практически нереален. Тем более что конвертер изготовлен как герметично запааянный блок, и его ремонт не предусмотрен изготовителем. Цены на конвертеры и коммутаторы приемлемы, и не превышают 150—250 рублей (\$5—8) за изделие.

Группа 5, включающая электрические неисправности антенных коммутаторов: самым простым и надежным решением проблемы является замена неисправного коммутатора на заведомо исправный. Ремонт антенного коммутатора (DISEqC-коммутатор) в большинстве случаев возможен. Из-за КЗ в конвертере или кабеле чаще выходят из строя транзисторы, подающие питание на соответствующий вывод коммутатора. Но приобретение таких транзисторов — отдельная задача. Если же из-за грозы или воздействия статики в коммутаторе поврежден специализированный микроконтроллер, то ремонт не имеет смысла — специализированные компоненты нельзя приобрести в широкой продаже.

Группа 6, включающая электрические неисправности спутникового ресивера: ремонт ресивера экономически оправдан, ведь стоимость работ по ремонту превышает в несколько раз стоимость самих компонентов и деталей. Как показывает практика, чаще всего неисправен блок питания, а не центральная плата ресивера. Для ремонта блока питания не требуется дорогостоящее монтажное и измерительное оборудование, его ремонт возможен практически в домашних условиях.

Группа 7, включающая сбой программы спутникового ресивера или его неверная настройка: для устранения потребуется как доступ к персональному компьютеру, так и специальные программы для загрузки в память ресивера необходимых файлов — «загрузчики». С их помощью в ресивер загружают различные данные: «прошивки» — программы для ресивера, списки каналов и параметры настройки ресивера. Для ресиверов разных производителей эти программы и

данные будут разными. Найти их можно как на сайтах компаний-производителей, так и на многочисленных сайтах и форумах любителей спутникового приема.

## Необходимые инструменты и приспособления



### Примечание.

*При подготовке материала учитывалось, что читатель владеет основами электроники, имеет минимальный набор инструментов и хотя бы небольшой опыт ремонта цифровых и аналоговых устройств, но не имеет дорогостоящего ремонтного и измерительного оборудования: паяльной станции, широкополосного цифрового осциллографа с возможностью запоминания проводимых измерений. Поэтому будут описаны лишь те неисправности, которые возможно устранить без применения специального оборудования и инструментов.*

Для выполнения ремонта потребуются следующие инструменты и оборудование:

- ♦ паяльник мощностью 25 Вт, желательно с возможностью изменения температуры жала;
- ♦ мультиметр для измерения напряжения, сопротивления и емкости в пределах 0,01—100 мкФ;
- ♦ отсос припоя;
- ♦ пинцет, желательно с изолированной поверхностью;
- ♦ линза большого диаметра (или специальные очки).

## 11.2. Загрузка программного обеспечения

### Основные сведения

Для загрузки программного обеспечения в ресивер необходимо иметь доступ к персональному компьютеру и специальные программы — «загрузчики». С их помощью в ресивер загружают различные данные: «прошивки» — программы для ресивера, списки каналов и параметры настройки ресивера.

Может возникнуть резонный вопрос: а для чего загружать в ресивер программное обеспечение?

С точки зрения ремонта имеются две основные причины:

- ♦ замена микросхемы энергонезависимой памяти (flash), в которой хранится программа для ресивера;
- ♦ сбой программы.

При сбое программы ресивер может включаться, но отображать на индикаторе случайные символы, а вместо показа выбранного канала выводить на ТВ различный «мусор». В некоторых случаях ресивер не включается или не работает часть функций, либо они работают неверно. При этом электронная «начинка» ресивера исправна.

### Способы загрузки «прошивки»

Заменить программу в ресивере самостоятельно возможно так:

- ♦ способ 1: через имеющийся на задней панели ресивера разъем последовательного порта. Чаще всего этот разъем выполнен в стандарте RS-232 (рис. 11.1);
- ♦ способ 2: используя специальное устройство — JTAG, которое подключают к центральному процессору ресивера;
- ♦ способ 3: с использованием специализированного программатора для микросхем flash-памяти.

Первый из указанных способов самый простой и быстрый. Процесс загрузки программы из компьютера в ресивер выглядит следующим образом: на компьютере запускается специальная программа — «загрузчик», которая ждет подключения ресивера к компьютеру. Ресивер подключают к компьютеру, используя «нуль-модемный кабель», и включают в сеть.

При включении питания процессор ресивера начинает выполнять программу, ранее записанную во flash-память. В этой программе имеется так называемый «boot» — загрузчик, который устанавливает связь с компьютером. Его задача — загрузить новые данные в ресивер. Компьютер и ресивер устанавливают соединение, после чего из компьютера в ресивер (или из ресивера в компьютер) передаются необходимые данные. Звучит это весьма мудро и сложно, но на практике этот процесс занимает не более 5—10 мин.

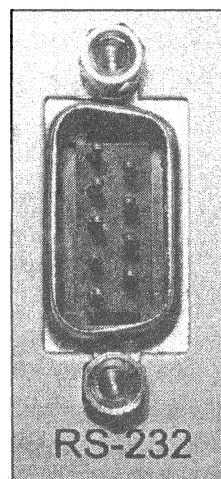


Рис. 11.1. Разъем последовательного порта RS-232 на задней панели ресивера

**Примечание.**

*В большинстве ресиверов распайка разъема RS-232 выполнена по схеме 2—3, 3—2 и 5—5 (как в обычном «нуль-модемном кабеле»). Но в некоторых моделях ресиверов неизвестного происхождения сигналы выведены на иные выводы разъема, из-за этого для загрузки данных нельзя использовать обычный «нуль-модемный кабель». Для работы с такими «нестандартными» ресиверами потребуется изготовить соединительный кабель с соответствующей распайкой.*

*В некоторых моделях ресиверов используются разъемы иного типа, например, «Jack 3,5» или «RJ-45».*

Процесс загрузки программы для ресиверов различных производителей выглядит примерно одинаково:

- ♦ отключенный от сети подключают ресивер к СОМ порту компьютера «нуль-модемным кабелем»;
- ♦ на компьютере запускается «загрузчик», выбирается файл «прошивки» и запускается режим соединения с ресивером.
- ♦ после этого ресивер включают в сеть, и начинается процесс загрузки «прошивки».

Во многих моделях ресиверов на индикаторе, расположенном на передней панели, отображается процесс загрузки данных. По завершению приема данных происходит их сохранение во flash-память ресивера. На это требуется около трех минут.

**Внимание.**

*В момент сохранения данных отключать питание ресивера нельзя: перед сохранением принятых данных flash-память очищается, и только после этого они сохраняются.*

В связи с этим возможна ситуация, когда принятые данные еще не сохранились или сохранились не полностью. Следовательно, та часть программы ресивера, которая управляет процессом связи с компьютером, может также не сохраниться, что лишит возможности загрузить «прошивку» в ресивер через последовательный порт. В таком случае единственный способ произвести загрузку программы в ресивер — использовать специальное устройство: JTAG. Оно будет описано ниже.

**Совет.**

*Перед загрузкой «прошивки» в ресивер рекомендуется подключить компьютер и ресивер к источнику бесперебойного питания! Это уменьшит риск повреждения ресивера при аварийном отключении питающей сети.*

**Самостоятельное изготовление «прошивочного» кабеля****Внимание.**

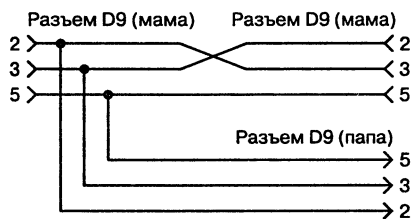
*Длина «нуль-модемного кабеля» не должна превышать двух метров, но желательно сделать его короче — не более одного метра.*

Изготовить «нуль-модемный кабель» несложно. Для изготовления потребуется:

- ♦ два разъема «D9» (мама);
- ♦ один разъем «D9» (папа).

Разъем COM порта персонального компьютера и разъем RS-232 на корпусе ресивера выполнены в стандарте «папа». Но встречаются ресиверы с разъемом в стандарте «мама». Поэтому необходимо иметь два соединительных кабеля: «мама»-«мама» и «папа»-«мама». В первом случае используется кабель с «крестообразной» распайкой: 2-3, 3-2, 5-5. Во втором — с «прямой» распайкой: 2-2, 3-3, 5-5.

Можно изготовить один универсальный «прошивочный кабель» со всеми типами разъемов (рис. 11.2).



*Рис. 11.2. Схема распыки универсального «прошивочного кабеля»*

**Изготовление JTAG-адаптера****Примечание.**

*Если микросхему памяти (flash) заменили, то загрузить «прошивку» в ресивер через разъем RS-232 не получится.*

Для загрузки необходимо воспользоваться специальным устройством — JTAG. Оно переводит процессор и весь ресивер в специальный отладочный режим и загружает «прошивку» во flash-память, минуя программу самого ресивера.

Полное название данного стандарта: «IEEE 1149.1-2001 Test Access Port and Boundary-Scan Architecture» («Стандарт IEEE 1149.1-2001 Порт тестового доступа и Архитектура Граничного сканирования»).



**Примечание.**

*Более подробную техническую информацию о стандарте JTAG можно найти в сети, например, по адресу [http://www.jtag.ru/jtag\\_bst.aspx](http://www.jtag.ru/jtag_bst.aspx).*

Если быть точным, то JTAG — это не устройство, а один из методов управления электронной и программной «начинкой» различных устройств. При его использовании можно переключить процессор и весь ресивер в специальный отладочный режим.

В нашем случае роль этого устройства будет выполнять компьютер с соответствующим программным обеспечением. В ресивере: вся логика основана на технологии CMOS с напряжением 3,3 В, а параллельный порт компьютера по технологии TTL с напряжением 5 В.



**Совет.**

*Для согласования уровней удобно использовать простой адаптер: несколько резисторов и распространенную микросхему SN74HC244N.*

На центральной плате ресивера большинство производителей размещают разъем для подключения JTAG. Но иногда такого разъема нет, и приходится подключаться непосредственно к выводам процессора. Это весьма сложная задача: высокая плотность монтажа элементов печатной платы и микроскопические размеры деталей создают немалые трудности.

Имеется еще способ заменить (или загрузить) «прошивку» в ресивер:

- ♦ выпаять микросхему flash-памяти;
- ♦ загрузить в нее необходимые данные, используя специализированный программатор с соответствующим программным обеспечением;
- ♦ впаять микросхему обратно в ресивер.



**Примечание.**

*Но этот способ имеет один нюанс: чаще всего файл «прошивки» сжат или закодирован, поэтому загружать его в микросхему памяти нельзя.*

Для загрузки требуется так называемый «дамп» — (dump), часто его называют «образ памяти» или просто «образ». Его получают путем считывания данных из flash-памяти исправного ресивера той же модели, серии (иногда даже версии печатной платы и используемых компонентов).

Найти все это можно в Интернете, на специализированных сайтах и форумах, например, на сайте <http://monitor.net.ru/forum/>.

### 11.3. Ремонт встроенного DRE модуля и внешнего декодера (донгла)

Все пакеты каналов, вещаемых компанией «ТриколорТВ», закодированы и их просмотр на нерекондуемом оборудовании невозможен. В рекомендуемых компанией ресиверах имеется встроенный декодирующий модуль, который и дешифрует закодированные каналы по специальному алгоритму. Внешний вид встроенного DRE модуля новой версии ZM-V\_r.1.01 показан на рис. 11.3.

Ремонт декодирующих модулей является технически сложной задачей по нескольким причинам.

Во-первых, отсутствует какая-либо информация от изготовителя и представителя, поэтому приходится использовать тот практический опыт, наработанный другими специалистами при ремонте этих изделий.

Во-вторых, отсутствует принципиальная электрическая схема встроенного декодирующего DRE модуля. Ко всему этому, производитель выпустил несколько версий этого оборудования, хоть отличия и незначительны, но маркировка деталей на плате разная.

В-третьих, модуль представляет собой два микроконтроллера (в новой версии DRE-модуля один микроконтроллер), выполняющих программы, загруженные в их память.

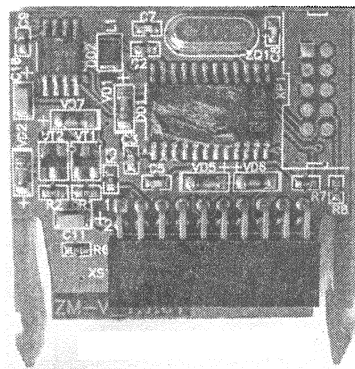


Рис. 11.3. Внешний вид встроенного DRE модуля новой версии



### Примечание.

Эти программы являются собственностью производителя, поэтому в сети их также нет, что и понятно: при наличии этих программ на рынке появятся всевозможные пиратские копии и взломщики, позволяющие просматривать закодированные каналы бесплатно.

На рис. 11.4 показана схема встроенного DRE модуля версии 2.04. Данную схему можно использовать как опорную, позволяющую уви-

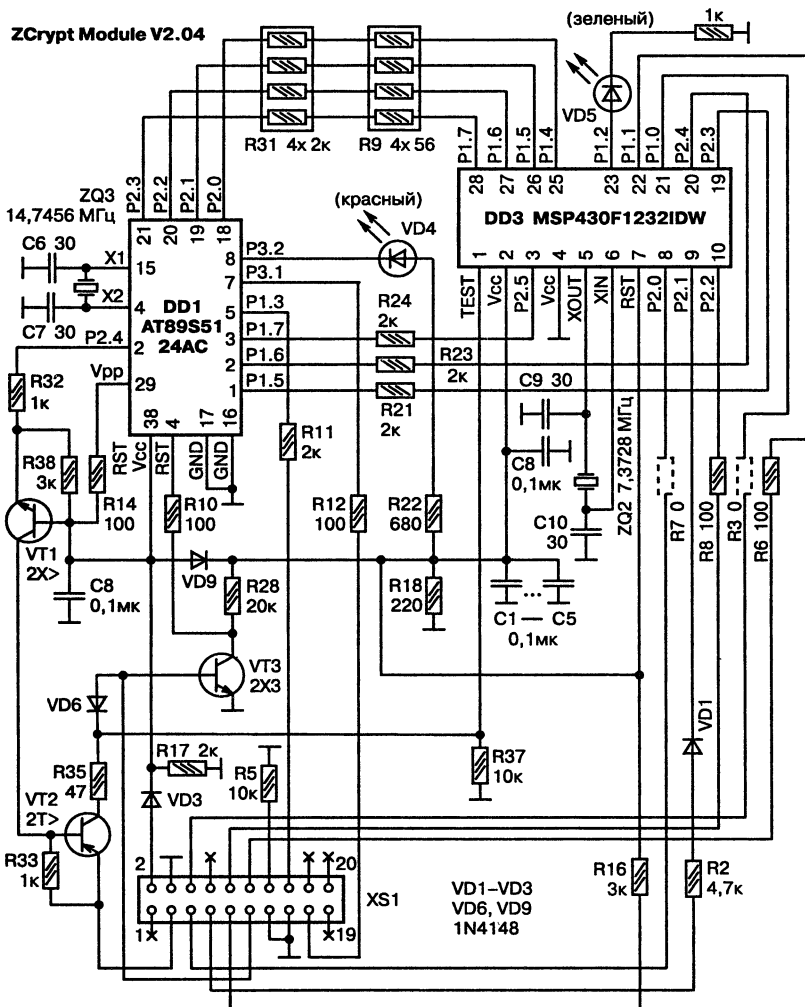


Рис. 11.4. Схема встроенного декодирующего DRE модуля версии 2.04



деть, на какие выводы поступает питание и сигналы управления от центрального процессора ресивера.

Практика ремонта таких модулей определила такие характерные поломки:

- ♦ неисправность кварцевых резонаторов на 14,7456 МГц и 7,3728 МГц (в старых версиях встраиваемых модулей);
- ♦ нарушение контакта в месте пайки выводов этих резонаторов;
- ♦ выход из строя транзисторов и диодов.

В старых версиях встроенных DRE модулей имелись два светодиода: красного и зеленого свечения. Каждый из светодиодов был подключен к микроконтроллеру. При включении устройства светодиоды последовательно мигали, что позволяло убедиться в запуске обоих микроконтроллеров.



#### Примечание.

*В новых версиях встроенного DRE модуля микроконтроллер один и светодиодов на плате нет, что затрудняет диагностику повреждения декодирующего модуля.*

При выполнении ремонта убедитесь в наличии напряжения питания 5 В на выводе 2 и напряжения 12 В на выводе 3. На выводах 7 и 9 в момент включения питания ресивера должен быть отрицательный уровень (сигнал Reset), необходимый для сброса микроконтроллеров. В процессе работы центральный процессор ресивера обменивается данными, которые можно увидеть на выводах 17 и 10 (16). При их отсутствии убедиться в целостности проводников между процессором и DRE модулем.

Также компания «ТриколорТВ» предлагает ресиверы, в которых декодирующий DRE модуль вынесен наружу, в виде так называемого «донгла». Донгл подключают к разъему RS-232 ресивера, в ресивер загружают специальную версию программного обеспечения, в которой реализована поддержка донгла. Внешний вид донгла показан на рис. 11.5.

Технически донгл представляет собой простой преобразователь уровней TTL — RS-232,



Рис. 11.5. Внешний декодирующий DRE модуль — донгл

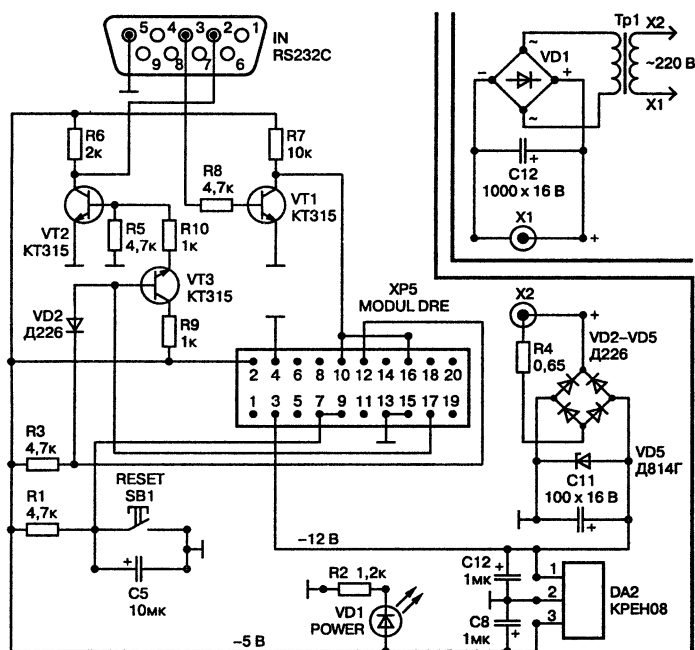


Рис. 11.6. Схема внешнего декодирующего модуля

к которому подключен обычный встраиваемый DRE модуль. Схема донгла показана на рис. 11.6.

При ремонте донгла особое внимание необходимо уделять блоку питания и исправности транзисторов, установленных в цепях преобразователей интерфейса. Каких-либо особенностей в ремонте внешнего декодера нет.



#### Примечание.

Подробно ремонт спутникового оборудования рассмотрен в книгах Корякина-Черняка С.Л. «Энциклопедия спутникового телевидения. Книга + CD» и «Спутниковое телевидение от А до Я», вышедших в издательстве «Наука и Техника» в 2010 году. Подробно об этих и других книгах издательства можно узнать на сайте издательства [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru).

# СПИСОК ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

<http://aircond.kiev.ua/>  
[http://akkumulyatoroff.net/Tablica\\_vozmojnyh\\_neispravnostey.html/](http://akkumulyatoroff.net/Tablica_vozmojnyh_neispravnostey.html/)  
<http://bigbord.net/stati/bitovaya+tehnika/>  
<http://catclaus.ru/tovary-i-uslugi/instrumenty/nepoladki-i-remont-elektroinstrumentov.html/>  
<http://electricalschool.info/main/electroremont/>  
<http://electricalschool.info/main/lighting/>  
<http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/>  
<http://electrolibrary.info/blog/>  
<http://electromaster.ru/modules/myarticles/>  
[http://elektromontazh.com/remont\\_transformatorov.html/](http://elektromontazh.com/remont_transformatorov.html/)  
<http://elremont.nm.ru/svetilnik.htm/>  
<http://energy.dc.ukrtel.net/Sod.lit/Osnneisel.pdf/>  
<http://forca.ru/instrukcii-po-ekspluatácii/podstancii/>  
<http://freebooks.net.ua/>  
[http://gizmod.ru/2008/07/17/organicheskie\\_svetiodiody\\_v\\_kachestve\\_svetilnikov/](http://gizmod.ru/2008/07/17/organicheskie_svetiodiody_v_kachestve_svetilnikov/)  
<http://hometown.ru/articles/>  
<http://itrans.kiev.ua/modules/news/index/>  
<http://library.espec.ws/section6/article48.html/>  
<http://masterkovdor.my1.ru/>  
<http://master-tv.com/article/index.php/>  
<http://midelectro.com.ua/article.php/article/>  
<http://mirdomov.ua/article/>  
<http://moeauto.ru/remont/>  
<http://oldoctober.com/ru/>  
<http://potemkam.net/lumin.htm/>  
<http://qrx.narod.ru/komp/ups650.htm/>  
<http://remontblizko.ru/articles/>  
<http://remontblizko.ru/articles/533/>  
<http://splitdom.ru/remkond.php/>  
<http://tehpoisk.ru/articles/shum/>  
<http://vicgain.sdot.ru/blokpit/sdblokpit.htm/>  
[http://webstory.advision.ru/article\\_info.php?articles\\_id=6/](http://webstory.advision.ru/article_info.php?articles_id=6/)  
<http://www.02kv.ru/articles.php/>  
<http://www.02kv.ru/articles.php/>  
<http://www.agilent.com/>  
<http://www.agrovodcom.ru/info/>  
<http://www.autolook.ru/tehnoremont.php/>  
<http://www.avtobeginner.ru/articles/>  
[http://www.avto-stimul.ru/elektro\\_ob.html/](http://www.avto-stimul.ru/elektro_ob.html/)  
<http://www.bkprecision.ru/>  
<http://www.cemont.com/>  
<http://www.chauvin-arnoux.ru/>  
<http://www.clearbit.ru/texts.htm/>  
<http://www.dvigatel.org/remont/>  
<http://www.eleczon.ru/class.html/>  
<http://www.elitech-tools.ru/2008/11/11/generator-exploitation.html/>  
<http://www.elma.org.ua/materials/>  
<http://www.elmech.org/>  
[http://www.elremont.ru/holod/condition/rem\\_cond3.php/](http://www.elremont.ru/holod/condition/rem_cond3.php/)  
[http://www.elremont.ru/holod/fz\\_rus/](http://www.elremont.ru/holod/fz_rus/)

[http://www.elremont.ru/small\\_rbt/](http://www.elremont.ru/small_rbt/)  
[http://www.elremont.ru/small\\_rbt/pilesos1.php/](http://www.elremont.ru/small_rbt/pilesos1.php/)  
[http://www.elremont.ru/stirm/st\\_eng/](http://www.elremont.ru/stirm/st_eng/)  
<http://www.energoportal.ru/article322.htm/>  
<http://www.energoportal.ru/articles/>  
<http://www.epcos.com/>  
<http://www.esave.ru/>  
<http://www.euroclimat.ru/>  
<http://www.faza-nol.ru/articles/>  
<http://www.fcenter.ru/>  
<http://www.fluke.com/>  
<http://www.fordewind.spb.ru/Inform/Rutland/Rutland503.pdf/>  
[http://www.gazecos.ru/problems\\_gen.html/](http://www.gazecos.ru/problems_gen.html/)  
<http://www.ges.ru/book/>  
<http://www.goodwill.com.tw/>  
[http://www.grandmotors.ru/diesel\\_help.php/](http://www.grandmotors.ru/diesel_help.php/)  
[http://www.hondaworld.ru/honda\\_repair\\_8.htm/](http://www.hondaworld.ru/honda_repair_8.htm/)  
<http://www.illeon.ru/pagesid-50.html/>  
<http://www.instrument.in.ua/sovet.php/>  
[http://www.its2000.ru/neispr\\_dv.html/](http://www.its2000.ru/neispr_dv.html/)  
<http://www.klimats.ru/ventilation/articles/>  
[http://www.ledlight.com.ua/ /](http://www.ledlight.com.ua/)  
<http://www.ledsvet.ru/index.php/>  
<http://www.mir-klimata.com/archive/number14/article/>  
<http://www.mobyplus.ru/IBP.html/>  
[http://www.norrisvent.ru /](http://www.norrisvent.ru/)  
<http://www.nppsaturn.ru/kommutacion.htm/>  
<http://www.officemart.ru/conditioning/articles/>  
<http://www.otk.by/article-117.html/>  
<http://www.parsa.com.ua/articles/>  
<http://www.passat-b5.ru/index.php/>  
[http://www.prisposoba.ru/articles/rubbing\\_mashine\\_howto/](http://www.prisposoba.ru/articles/rubbing_mashine_howto/)  
<http://www.profklimat.com.ua/article/>  
<http://www.protek.com/>  
<http://www.ptechnology.ru/MainPart/Energy/>  
<http://www.r3r.ru/data/repair.htm/>  
<http://www.radioradar.net/radiofan/lighting/>  
[http://www.regional.com.ua/item\\_view/](http://www.regional.com.ua/item_view/)  
<http://www.rmnt.ru/story/climate/>  
<http://www.rmnt.ru/story/electrical/15269.htm/>  
<http://www.rmnt.ru/story/electrical/41001.htm/>  
<http://www.rza.org.ua/down/o-237.html/>  
<http://www.sea.com.ua/sklad/>  
<http://www.service-galaktika.ru/>  
<http://www.sovety.vserinki.ru/>  
[http://www.stroy.net.ru/article\\_id371.htm/](http://www.stroy.net.ru/article_id371.htm/)  
<http://www.superdrel.ru/articles/view14/>  
<http://www.tek.com/>  
<http://www.tron.ru/articles/>  
<http://www.udt.ru/service/recomend/>  
<http://www.utkcomponent.com/>  
<http://www.vashdom.ru/articles/>  
<http://www.v-stroim.ru/articles/>  
<http://www.yeint.ru/documents.php?id=94199/>

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акимова Н. А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. — М.: Мастерство. — 2002. — 296 с.
- Альтгаузен А. Л., Ласточкин С. А. Кондиционеры и климатические системы легковых автомобилей. — СПб.: Алфамер Паблишинг. — 2002. — 128 с.
- Антипов А. В., Дубровин И. А. Диагностика и ремонт бытовых кондиционеров. — М.: Academia. — 2007. — 80 с.
- Баран А. Н., Ворона Г. Ю. Электричество в доме и на даче. — Минск. — Элайда. — 1999. — 224 с.
- Березин О. К., Костилов В. Г., Шахнов В. А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Горячая линия-Телеком. — 2000. — 400 с.
- Бобылев Ю. Устройства плавного пуска и торможения электродвигателей установок. — *urp.pdf*.
- Бородин В., Лихачев С. Бытовые стиральные машины. — СПб.: ВHV. — 1998. — 224 с.
- Варламов Р. Г. Современные источники питания. — М.: ДМК-Пресс. — 2001. — 192 с.
- Гедзберг Ю. М. Блоки питания отечественных и зарубежных телевизоров. — М.: Горячая линия-Телеком. — 2000. — 140 с.
- Гемке Р. Г. Неисправности электрических машин. — Л.: Энергия. — 1975. — 296 с.
- Давидовский И. Секреты ремонта утюгов. — 2005.
- Джейнкоккс Дж. Руководство по поиску неисправностей в электронной аппаратуре. — М.: Мир. — 1989. 176 с.
- Доснат Р. Дж., Хоран Т. Дж. Основы холодильной техники. — М.: Техносфера. — 2008. — 824 с.
- Дренов П. В. Справочник по ремонту электрических машин. — К.: Техника. — 1961. — 356 с.
- Дубровин И. А., Антипов А. В. Диагностика и ремонт бытовых холодильников. — М.: Academia. — 2007. — 80 с.
- Заплатинский В. И., Кортын Г. Д. Пособие по ремонту электробытовой техники. — Л.: Лениздат. — 1989. — 208 с.
- Камразе А. Н., Фитерман М. Я. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. — Л.: Химия. — 1988. — 226 с.
- Киреев М. Видеомагнитофоны фирмы PANASONIC. Ремонт и доработка импульсных источников питания. Ремонт и Сервис. — 2001. — №6.
- Кисаримов Р. А. Ремонт электрооборудования. — М.: Радиософт. — 2006. — 542 с.
- Кисаримов Р. А. Справочник электрика. — М.: Радиософт. — 2007. — 512 с.
- Кокорев А. С. Справочник молодого обмотчика электрических машин. — М.: Высшая школа, 1985. — 208 с.
- Коляда В. Кондиционеры. Принцип работы, монтаж и установка, эксплуатация и ремонт кондиционеров воздуха: General Electric, Samsung, Rolsen, Daikin, Sanyo, LG. Серия «РЕМОНТ», выпуск №65. — Солон-Р. — 2002. — 240 с.
- Коляда В. Современные стиральные машины. — М.: Солон-Р. — 2001. — 192 с.
- Корякин-Черняк С. Л. и др. Электротехнический справочник. — СПб.: Наука и техника. — 2009. — 464 с.
- Корякин-Черняк С. Л. Справочник домашнего электрика. — СПб.: Наука и техника. — 2004. — 478 с.
- Корякин-Черняк С. Л. Стиральные машины от А до Я. — М.: СОЛОН-Пресс и К: HiT. — 2005. — 296 с.
- Корякин-Черняк С. Л. Холодильники. Справочник. — СПб.: Наука и Техника. — 2002. 432 с.
- Корякин-Черняк С. Л., Партала О. Н. Справочник электрика для профи и не только. — СПб.: Наука и техника. — 2008. — 592 с.
- Краснов Ю. С., Борисоглебская А. П., Антипов А. В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. — М.: ТермоКул. — 2004. — 373 с.
- Краснопольский А. Е. и др. Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп. — М.: Энергоатомиздат. — 1988. — 208 с.
- Кучеров Д. П. Источники питания ПК и периферии. — СПб.: Наука и техника. — 2002. — 352 с.
- Лебедев А. И. Анатомия стиральных машин. — М.: Солон-Пресс. — 2008. — 120 с.

- Левадный В. С.* Электрооснащение дома и участка. — М.: Аделант. — 2001. — 192 с.
- Лепавев Д. А.* Справочник слесаря по ремонту бытовых электроприборов и машин. — М.: легкая промышленность. — 1986. — 120 с.
- Лепавев Д. А., Коляда В. В.* Ремонт холодильников. — М.: Солон-Пресс. — 2004. — 432 с.
- Мандыч Н. К.* Ремонт электродвигателей. Пособие электромонтеру. — К.: Техника. — 1989. — 152 с.
- Миловзоров В. П.* Электромагнитная техника. — М.: Высшая школа. — 1966.
- Минскер Е. Г., Дымков А. М., Силич И. В.* Электромонтер-обмотчик по ремонту трансформаторов. — М.: Высшая школа. — 1979. — 112 с.
- Мозузов В. Ф.* Обслуживание силовых трансформаторов. — М.: 1991. — 192 с.
- Назаров В. И., Рыженко В. И.* Бытовые и автомобильные кондиционеры. — М.: Оникс. — 2006. — 96 с.
- Партала О. Н.* Радиокомпоненты и материалы. — К.: Радиоаматор. 1998. — 720 с.
- Пестриков В. М.* Домашний электрик и не только... Книги 1 и 2. СПб. — Наука и техника. — 2002. — 224 с.
- Петросов С. П., Смоляниченко В. А., Левкин В. В.* Ремонт и обслуживание бытовых машин и приборов. — М.: Academia. — 2003. — 320 с.
- Петросов С. П., Алехин С. Н., Кожемяченко А. В.* Диагностика и сервис бытовых машин и приборов. — М.: Academia. — 2003. — 320 с.
- Сапунов Г. С.* Ремонт микроволновых печей. — М.: Солон-Пресс. — 2003. — 272 с.
- Саулов А. Ю.* Современные микроволновые печи. — М.: Солон-Пресс. — 2009. — 188 с.
- Семенов Г. С.* Профессиональный ремонт микроволновых печей. — М. — 2009. — 268 с.
- Сидоров И. Н., Скорняков С. В.* Трансформаторы бытовой электронной аппаратуры. — М.: Радио и связь. — 1994. — 320 с.
- Синякович С. Г.* Выбор и эксплуатация электроинструмента. — М.: Харвест. — 2003. — 160 с.
- Скляр Д.* Ремонт автомобилей для «чайников». — М.: Диалектика. — 2008. — 512 с.
- Скоробогатов Н.А.* Современные стиральные машины и моющие средства. — СПб.: БХВ-Петербург. — Арлит. — 2001. — 240 с.
- Соснин Д. А., Яковлев В. Ф.* Новейшие автомобильные электронные системы. — М.: Солон. — 2005. — 320 с.
- Титаренко Ю.* Лабораторные источники питания. — М.: Компоненты и технологии. — 2004. — №5.
- Тихомиров П. М.* Расчет трансформаторов. Учебное пособие для вузов. — М.: «Энергия». — 1976. — 544 с.
- Томас Р. К.* Коммутационные устройства. Справочник. — М.: Радио и связь. 1989. — 144 с.
- Тюнин Н. А.* Современные холодильники. — М.: Солон-Пресс. — 2008. — 96 с.
- Тюнин Н. А., Родин А. В.* Ремонт бытовой техники. — М.: — 2005. — 119 с.
- Тюнин Н. А., Родин А. В.* Электронные модули стиральных машин. — М.: Солон-пресс. — 2009. — 118 с.
- Фишман Б. Е.* Ремонт, наладка, испытания бытовых электроприборов: Учеб. для техникумов. — М.: Легпромбытиздат. — 1991. — 240 с.
- Фолконберри Л. М.* Справочное пособие по ремонту электрических и электронных систем. — М.: Энергоатомиздат. — 1989. — 416 с.
- Харитонов В. П.* Автономные ветроэнергетические установки. — 2006. — 128 с.
- Чебан В. А.* Самодельные станки и инструменты. — М. — 2001. — 128 с.
- Электрослесарь по ремонту бытовой мини-техники.* — М.: Academia. — 2002. Издание на CD.