

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И
МЕЛИОРАЦИИ**

**Кафедра «Электроснабжение гидромелиоративных систем и
эксплуатации электрооборудования»**

БЫТОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ

Ташкент 2015 г.

Учебник «Бытовые электроприборы» предназначен для следующих направлений бакалавриата: 5520200 – «Электроэнергетика» (в водном хозяйстве); 5630200 – «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»; 5521800 – «Автоматизация и управление» (водного хозяйства).

Составили:	Ш.М.Музафаров, доцент Л.А. Батырова ст.преподаватель
Рецензенты:	М.И.Ибрагимов, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехнология сельского хозяйства» Ташкентского Государственного аграрного университета А.М. Усманов, доцент

© Ташкентский институт ирригации и мелиорации, 2015 год.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Электрические аппараты управления, регулирования и защиты	6
1.1.	1.1. Включатели, переключатели, пускатели, реле температуры и тока, терморегуляторы.....	6
1.2.	Трансформаторы.....	17
1.3.	Упрощенный расчет трансформатора.....	21
2	Электродвигатели, применяемые в приборах и машинах бытового назначения.....	25
2.1	Однофазные универсальные коллекторные электродвигатели.....	25
2.2.	Особенности конструкции и область применения однофазных универсальных коллекторных электродвигателей	32
2.3.	Однофазные асинхронные электродвигатели.....	37
2.4.	Однофазные асинхронные электродвигателя с короткозамкнутыми витками на полюсах.....	43
2.5.	Типы и схемы включения однофазных асинхронных двигателей...	45
2.6.	Однофазные синхронные реактивные электродвигатели.....	55
2.7	Технические требования к электродвигателям, применяемым в приборах и машинах бытового назначения.....	63
3.	Электронагревательные приборы.....	65
3.1.	Классификация способов электрического нагрева.....	65
3.2.	Использование контактного нагрева для нагрева и размораживания водопроводных труб.....	66
3.3.	Электродные водонагреватели и котлы.....	67
3.4.	Электрические нагреватели косвенного нагрева.....	70
3.5.	Электрические плитки.....	77
3.6.	Электрические вафельницы.....	84
3.7.	Электрическая посуда.....	85
3.8.	Электрические утюги.....	89
3.9.	Электрические обогревательные приборы.....	95
3.10.	Основные технические требования, предъявляемые к электронагревательным приборам.....	100
4.	Электрические приборы для создания микроклимата.....	101
4.1.	Вентиляторы.....	101
4.2.	Тепловентиляторы.....	107
4.3.	Увлажнители воздуха УВ-1.....	110
4.4.	Ионизаторы.....	112
4.5.	Озонаторы.....	114
4.6.	Очистители воздуха.....	116
4.7.	Климатизёры.....	120
4.8.	Кондиционеры воздуха.....	122
5.	Бытовые холодильники и морозильники.....	127
5.1.	Особенности хранения пищевых продуктов в охлажденном и замороженном состояниях.....	127
5.2.	Современные бытовые холодильники и морозильники.....	129

5.3.	Основные положения термодинамики.....	136
5.3.1.	Свойства идеальных газов и их смесей.....	136
5.3.2.	Методы анализа состояния и свойств реальных газов.....	137
5.4.	Термодинамические циклы и их анализ.....	138
5.4.1.	Показатели термодинамической активности циклов.....	138
5.4.2.	Особенности анализа холодильных циклов.....	140
5.4.3.	Реальный цикл паровых компрессионных холодильных машин...	142
5.4.4.	Пути совершенствования холодильных циклов.....	146
5.5.	Многокомпонентные хладагенты для бытовых холодильников....	147
5.5.1.	Принципы образования многокомпонентного хладагента.....	147
5.5.2.	Холодильный цикл и хладон К-701 в бытовых холодильниках параметрического ряда.....	149
5.5.3.	Взаимодействие хладона К-701 с маслами, электроизоляционными и конструктивными материалами.....	155
5.6.	Агрегаты компрессионных холодильников.....	157
5.6.1.	Конструкции агрегатов бытовых холодильников.....	157
5.6.2.	Основные узлы агрегатов бытовых компрессионных холодильников.....	160
5.6.3.	Регулирование температур в бытовых холодильниках.....	173
5.7.	Параметрический ряд компрессионных холодильников.....	175
5.8.	Ремонт бытовых компрессионных холодильников.....	182
5.9.	Абсорбционные холодильники.....	184
5.10.	Использование солнечной энергии для получения холода.....	193
5.11.	Методы испытаний бытовых холодильников.....	196
6.	Термоэлектрические холодильники.....	199
6.1.	Основы теории термоэлектрических устройств.....	199
6.2.	Конструкция термоэлектрических устройств.....	204
6.2.1.	Технология изготовления термоэлектрического материала.....	204
6.2.2.	Способы изготовления термоэлектрических батарей.....	208
6.3.	Транспортные воздухоохладители.....	215
6.4.	Ледогенераторы и охладители жидкостей.....	216
6.5.	Особенности конструирования, ремонта и эксплуатации термоэлектрических холодильников.....	218
7.	Стиральные машины.....	221
7.1.	Загрязнение и стирка текстильных материалов.....	221
7.2.	Современные стиральные машины.....	231
7.3.	Гидромеханические процессы в активаторных стиральных машинах.....	236
7.4.	Гидромеханические процессы в барабанных стиральных машинах.....	244
7.5.	Параметрический ряд стиральных машин.....	246
8.	Применение сверхвысокочастотной энергии в быту.....	264
8.1.	Особенности сверхвысокочастотной энергии.....	264
8.2.	Сверхвысокочастотные бытовые приборы.....	268

8.2.1.	СВЧ - печи.....	268
8.2.2.	СВЧ - размораживатели.....	270
8.2.3.	СВЧ - сублиматоры.....	273
8.3.	Испытание сверхвысокочастотных бытовых приборов.....	274
9.	Универсальная кухонная машина.....	278
10.	Вибромассажные приборы.....	284
11.	Электрические машинки для стрижки волос.....	289
12.	Электрические бритвы.....	292
13.	Конструкция современных молочных сепараторов. Сепараторы-сливкоотделители.....	299
14.	Уборочные машины.....	308
14.1	Механическая и пневматическая чистка изделий.....	308
14.2.	Современные бытовые пылесосы.....	310
14.3.	Параметрический ряд пылесосов.....	313
14.4.	Воздуховсасывающие агрегаты бытовых пылесосов.....	326
14.5.	Полотеры и очистители ковров.....	328
15.	Электрические насосы.....	332
16.	Системы управления бытовыми электроприборами.....	340
16.1	Особенности бытовых электроприборов с электронным управлением	340
16.2.	Универсальная система управления бытовыми электроприборами.....	342
16.3.	Запоминающие устройства.....	346
16.4.	Микропроцессоры.....	350
16.5.	Устройство ввода — вывода.....	351
16.5.1.	Устройство ввода.....	351
16.5.2.	Датчики температуры и уровня жидкости.....	354
16.5.3.	Индикаторы бытовых электроприборов.....	357
16.6.	Блоки питания бытовых электроприборов.....	362
16.7.	Ремонт универсальной электронной системы управления.....	365
16.8.	Проверка работоспособности устройства управления.....	367
17.	Посудомоечные бытовые машины.....	371
17.1.	Основные способы мойки посуды.....	371
17.2.	Рекомендации по проектированию посудомоечных машин.....	383
17.3.	Испытание посудомоечных машин.....	386
	Использованная литература.....	

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ УПРАВЛЕНИЯ, РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ

1.1. Включатели, переключатели, пускатели, реле температуры и тока, терморегуляторы

По назначению электрические аппараты подразделяются на следующие группы:

- 1) выключающие — для включения и отключения электрических цепей (микро выключатели, выключатели, пакетные выключатели);
- 2) пускорегулирующие — для пуска и регулирования скорости вращения электродвигателей (пускатели, пусковые кнопки, пусковые реостаты);
- 3) контролирующие — для контроля заданных параметров электрической цепи и подачи сигнала или команды на отключение при отклонении этого параметра (реле времени, тока, тепловые реле);
- 4) регулирующие — для автоматической стабилизации или регулирования заданного параметра электрической цепи или машины (терморегуляторы, реле);
- 5) защитные — для защиты электрических приборов и машин от перегрузок и токов короткого замыкания (плавкие предохранители, реле тока, пускозащитные реле, автоматические выключатели) .

Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам, зависят от назначения, условий применения и эксплуатации аппарата. Все электрические аппараты должны удовлетворять некоторым общим требованиям:

- 1) температура нагрева частей аппаратов при работе не должна превышать определенной величины, установленной для данного аппарата;
- 2) увеличение нагрузки аппаратов по току должно быть не более 20% от номинального значения при использовании их при температуре окружающего воздуха до +35°C; если температура выше, то процент перегрузки уменьшается;

- 3) электрическая изоляция аппаратов должна обеспечивать надежную работу аппаратов при заданных значениях перенапряжений;
- 4) контакты аппаратов должны быть способны включать и отключать все токи рабочих режимов, а некоторые также и токи аварийных, которые могут возникнуть в управляемых и защищаемых сетях;
- 5) все электрические аппараты должны, по возможности, иметь наименьшие габариты, вес и стоимость, быть простыми по устройству и удобными в эксплуатации.

Выключатели (на ток до 10 А). Выключатели находят широкое применение в электрических приборах и машинах бытового назначения и отличаются большим разнообразием типов. Они предназначены для ручного непосредственного или дистанционного включения и отключения электрических приборов и машин. Их можно подразделить на выключатели с контактами мгновенного действия (движущимися под действием пружин со скоростью, практически не зависящей от скорости движения рукоятки) и с контактами не мгновенного действия.

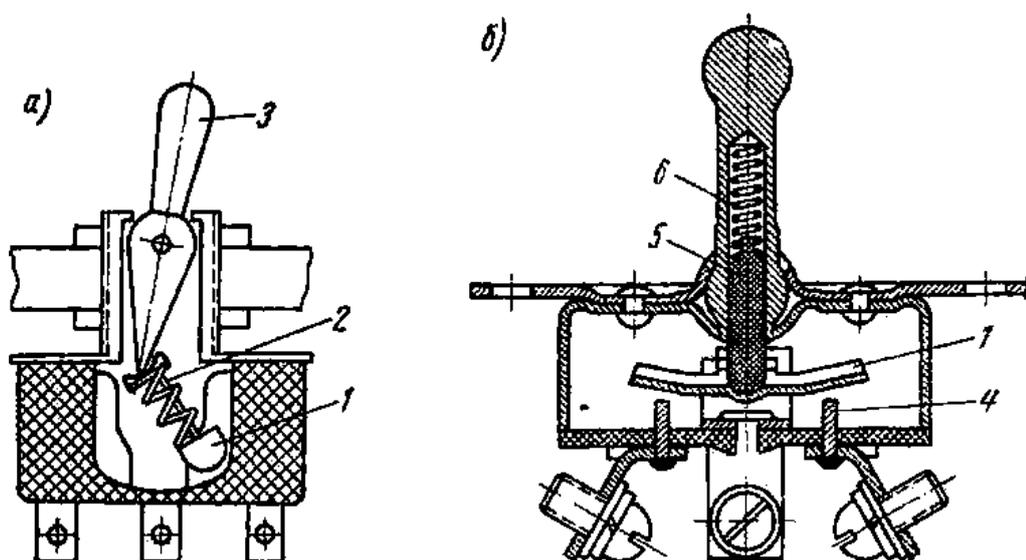


Рис. 1.1. Перекидные выключатели: а - с мгновенным переключением; б – не мгновенного переключения

По кинематике выключатели можно подразделить на поворотные, у которых рукоятка и контакты вращаются вокруг одной оси, перекидные с рычажной рукояткой, поворачивающейся на небольшой угол, и кнопочные,

контакты которых могут совершать возвратно-поступательное или вращательное движение. Выключатели поворотного типа применяются в сложных схемах, а перекидные и кнопочные получили широкое применение в приборах и машинах бытового назначения.

Большинство бытовых выключателей - перекидные с мгновенным переключением (рис. 1.1.а). Подвижный контакт *1* у них поворачивается вокруг точки *2* при переходе через мертвое положение в процессе движения рукоятки *3*. Выключатель, приведенный на рис. 1.1.б, перекидного типа не мгновенного действия со стыковыми контактами *1* и *4*. За счет фиксации, осуществляемой штифтом *5* и пружиной *6*. Скорость передвижения контактов довольно высокая.

В кнопочных выключателях контакты имеют возвратно-поступательное движение. Включение производится нажатием на кнопку, выключение — повторным нажатием. При номинальном напряжении 220 В и токе 2,5 А они выдерживают не менее 10000 отключений.

Микровыключатели (выключатели на малые токи). Микровыключатели имеют контакты мгновенного действия. Включение и отключение производится с помощью ленточных пружин. Микровыключатели срабатывают при малых перемещениях и небольших усилиях и имеют большой срок службы. Они имеют высокую разрывную способность при малом объеме, что достигается быстрым расхождением контактов на малое расстояние.

В бытовых машинах (полотеры, стиральные машины и др.) применяются микро выключатели типа МП-2 и МП-3. Они изготовлены так, что срабатывают точно в определенном положении приводной кнопки. Время срабатывания не более 0,015 сек. Микровыключатели выдерживают до 10000 переключений. Для включения к приводной кнопке надо приложить небольшое усилие (1—2 Н). Контакты микровыключателей для повышения износостойчивости изготавливают из специальных сплавов серебра с медью, никелем, железом и окисью кадмия.

Пакетные выключатели и переключатели. Пакетные выключатели и переключатели находят широкое применение в электрических приборах и машинах бытового назначения для переключений в нескольких электрических цепях (в электронагревательных приборах), а также для пуска микродвигателей (в стиральных машинах и др.). Они состоят из двух основных узлов: контактной системы и переключающего механизма.

Контактная система набирается из отдельных секций (пакетов) и состоит из изолятора (рис. 1.2), в пазах которого находятся неподвижные контакты с винтами для подключения проводов сети и пружинящие подвижные контакты с фибровыми искрогасительными шайбами. Отдельные секции собираются на нижней скобе с помощью стяжных шпилек. Необходимое усилие нажатия контактов обеспечивается за счет пружинящих свойств подвижных контактов. Переключающий механизм расположен над контактной системой в крышке аппарата и служит для мгновенного переключения контактов независимо от скорости вращения ручки. Он состоит из пружины, валика, рукоятки, пружинной шайбы (упора) и фиксирующих выступов, ограничивающих поворот пружинной шайбы и вместе с ней подвижных контактов при переключении. Крышки выключателей и большинства переключателей имеют по четыре фиксирующих выступа, расположенных под углом 90° одни к другому, что определяет число коммутационных положений (равное четырем) и позволяет вращать рукоятку и подвижную систему в обе стороны.

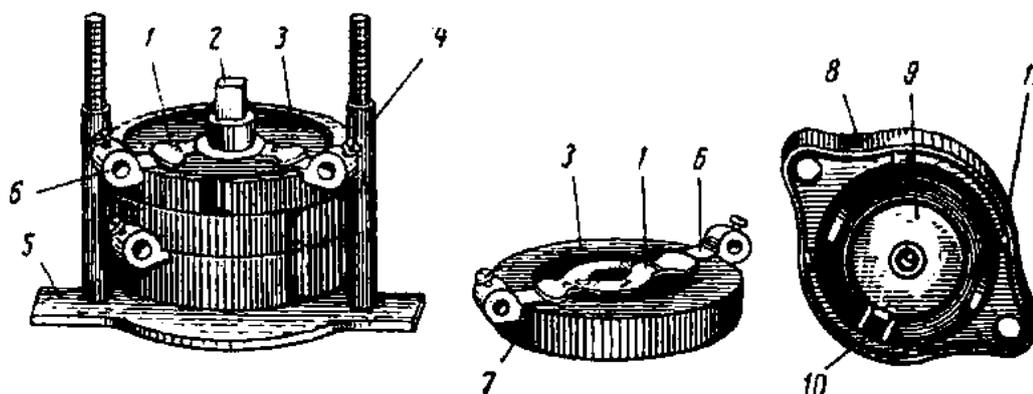


Рис. 1.2. Пакетный выключатель: 1- подвижные контакты; 2 - валик; 3 - искрогасительная шайба; 4 - стяжная шпилька; 5 - скоба; 6 - неподвижные

контакты; 7 - изолятор; 8 - крышка; 9 - пружинная шайба; 10 - упор; 11 - фиксирующий выступ

Конструкция пакетных выключателей и переключателей обеспечивает:

- 1) возможность коммутировать значительные токи в аппаратах сравнительно небольших габаритов, что достигается гашением дуги в закрытой камере, применением фибровых искрогасительных шайб, использованием двойного разрыва дуги в каждом полюсе (фазе) и значительной скорости размыкания контактов;
- 2) возможность создания из стандартных элементов переключателей разнообразных схем с числом коммутационных положений не более четырех;
- 3) возможность встраивания их в различные приборы и машины;
- 4) возможность работы в любом положении и малую чувствительность к толчкам и вибрации.

Пакетные выключатели отличаются от переключателей только количеством контактов. И те и другие выпускаются одно-, двух и трехполюсные с числом колец-пакетов до семи. В приборах и машинах бытового назначения применяются одно- и двухполюсные пакетные выключатели и переключатели.

Пускатели. Малогабаритные нажимные вибростойкие пускатели серии ПНВС первой величины предназначены для включения и отключения однофазных асинхронных электродвигателей, встраиваемых в машины бытового назначения, а также нагревательных и других приборов. Пускатели ПНВС отличаются только степенью защищенности и допускают работу во влажной среде (например, при установке на стиральных машинах).

Пускатели типа ПНВС (рис. 1.3) первой величины состоят из прямоходовой контактной системы и кнопочного привода с защелкой, фиксирующей положение «включено» и «отключено». Подвижные контакты 2 смонтированы на пластмассовой рейке. Неподвижные контакты 1 с жабками для присоединения проводов укреплены на пластмассовом основании. Ход подвижной системы ограничен в отключенном положении

упором пластмассовой рейки в пусковую кнопку, а во включенном — в основании.

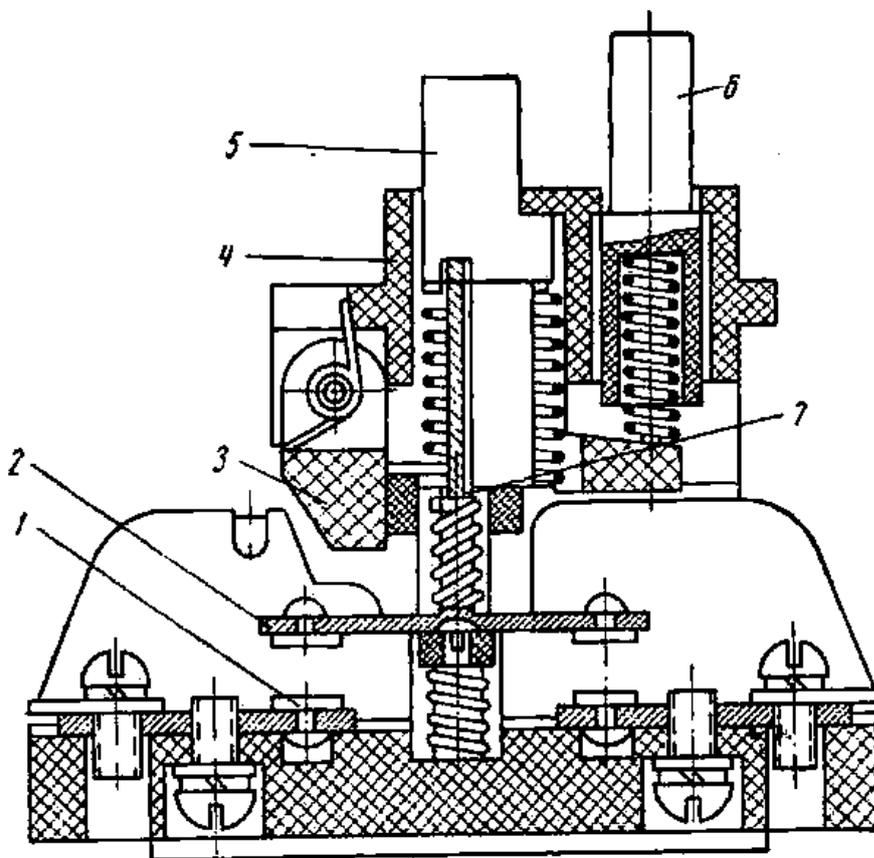


Рис. 1.3. Пускатель ПНВС: 1 - неподвижные контакты; 2 - подвижные мостиковые контакты; 3 - защелка; 4 - корпус; 5 - кнопка «пуск»; 6 - кнопка «стоп»; 7 - пластинка, поднимающая средний мостиковый контакт при прекращении нажима на кнопку «пуск»

При нажатии на кнопку 5 «пуск» рейка с тремя мостиковыми контактами перемещается вдоль направляющих, укрепленных на основании пускателя, до замыкания с неподвижными контактами. При этом защелка 3 под действием пружины поворачивается и запирает рейку во включенном положении. Кнопка «пуск» возвращается в исходное положение. При этом пластинка 7 кнопки «пуск» увлекает за собой средний мостиковый контакт и, размыкая его, отключает пусковую обмотку однофазного электродвигателя. Пусковая обмотка остается включенной до тех пор, пока нажата кнопка «пуск». Отключение производится нажатием на кнопку «стоп». Рейка с

защелкой выводится из зацепления и под действием пружин мгновенно отбрасывается вверх до упора пусковую кнопку, размыкая контакты.

Пускатели устанавливаются в вертикальном положении. По механической изнoсоустoйчивoсти они при хорошем уходе вo время эксплуатации могут выдержать до пяти миллионов циклов «включено-выключено».

Защитные и пусковые реле. Температурно-токовые реле типа РТ-10 (рис. 1.4) предназначены для защиты однофазных асинхронных электродвигателей мощностью до-600 Вт от недопустимых перегревов обмоток при любых перегрузках. Реле реагирует как на ток электродвигателя, так и на температуру в месте установки. Оно устанавливается в подшипниковых щитах или корпусе электродвигателей.

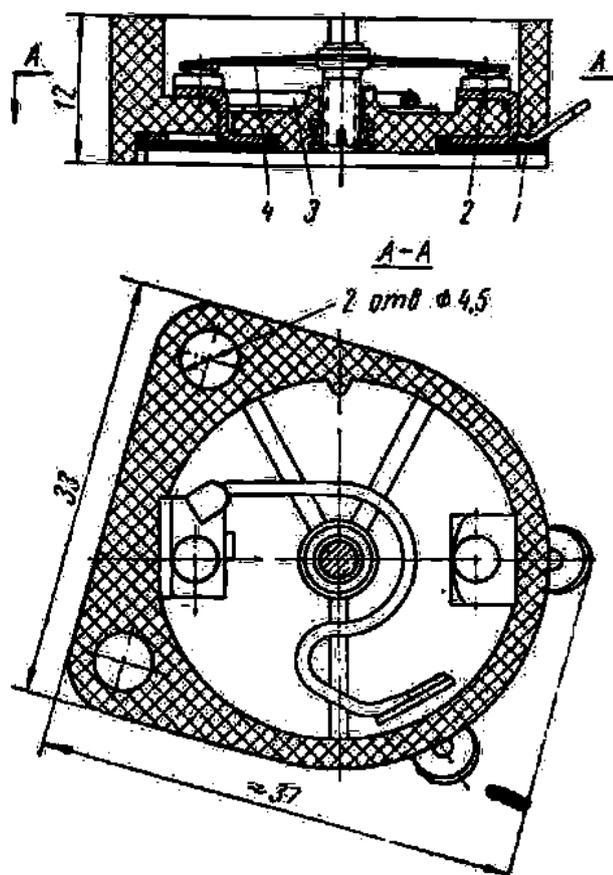


Рис. 1.4. Температурно-токовое реле типа РТ-10: 1- корпус; 2 - пластина контактная; 3 - нагреватель; 4 - термоэлемент

Реагирующим органом реле является язычковый или дисковый биметаллический элемент, в зависимости от габаритов реле. Последовательно с реагирующим элементом включен нагревательный (спиральный или плоский). Оба они соединены последовательно с контактами, включенными в цепь электродвигателя.

При перегрузках под влиянием тепла, выделяемого в электродвигателе (в месте установки реле) и нагревательном и термобиметаллическом элементах реле от протекающего через них тока, термобиметаллический элемент скачкообразно меняет направление своего выгиба. Контакты реле при этом размыкаются и разрывают цепь электродвигателя. При охлаждении до температуры возврата термобиметаллический элемент также скачкообразно возвращается в исходное положение.

В зависимости от мощности защищаемого электродвигателя применяются реле нулевого, первого, второго и третьего габаритов, применение которых, а также температура срабатывания и возврата приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Технические данные реле РТ-10

Габарит реле	Мощность защищаемого электродвигателя типа ЛОЛБ, Вт	Температура срабатывания, °С	Температура возврата, °С
0	От 18 до 50	110	85
1	> 50 > 120	110	85
2	> 120 > 270	110...125	85
3	> 270 > 600	110...130	85

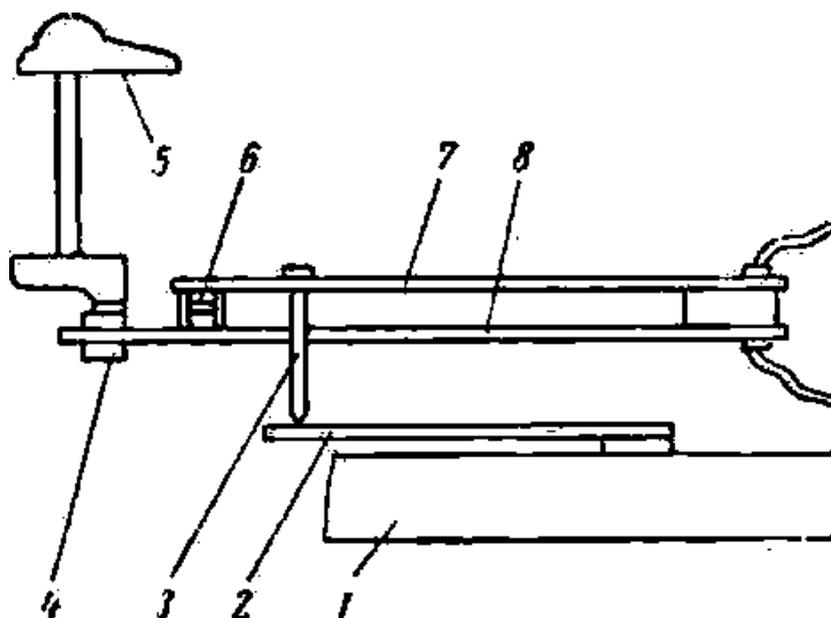


Рис. 1.5. Схема биметаллического терморегулятора: 1- подошва утюга; 2 - биметаллическая пластинка; 3 - штифт; 4 - фарфоровый наконечник; 5 - ручка регулятора; 6 - контакты; 7 - верхняя контактная пружинящая пластинка; 8 - нижняя контактная пружинящая пластинка

Реле допускает 2000 автоматических включений и отключений электродвигателя подряд. При всех температурах среды в пределах от 0° до +40 °С обеспечивается отключение электродвигателя при условии, что температура его обмотки, измеренная методом сопротивления, не превышает 140°С при продолжительной перегрузке и 160 °С при заторможенном электродвигателе в повторно-кратковременном режиме.

В холодильниках и стиральных машинах применяется комбинированное тепловое (защитное) и пусковое реле РТП-1, в котором в одном корпусе вмонтировано два реле: тепловое и пусковое. Тепловое служит для защиты электродвигателя от перегрузок, а пусковое — для отключения пусковой обмотки после пуска электродвигателя. Описание конструкции и принципа действия приведено в разделе «Холодильники».

Терморегуляторы. Терморегуляторы находят широкое применение в приборах и машинах бытового назначения (в утюгах, электропечах, радиаторах, холодильниках и др.) и предназначены для автоматического поддержания температуры в заданных пределах. Принцип действия

терморегуляторов, применяемых в утюгах, электропечах, радиаторах, одинаков и основан на свойстве биметаллической пластинки изгибаться при нагреве в сторону металла, имеющего меньший коэффициент линейного расширения. Терморегуляторы холодильников типа АРТ-2 имеют другой принцип действия, о котором будет сказано в разделе «Холодильники».

Терморегуляторы для утюгов различных типов отличаются друг от друга по конструкции, но все они имеют основную деталь - биметаллическую пластинку. Схема одного из них приведена на рис. 1.5. Биметаллическая пластинка одним концом жестко соединена с подошвой утюга. При нагреве последней пластинка тоже нагревается и изгибается в сторону металла с меньшим коэффициентом линейного расширения (в данном случае вверх). При изгибании биметаллическая пластинка поднимает верхнюю контактную пружинящую пластинку и размыкает контакты.

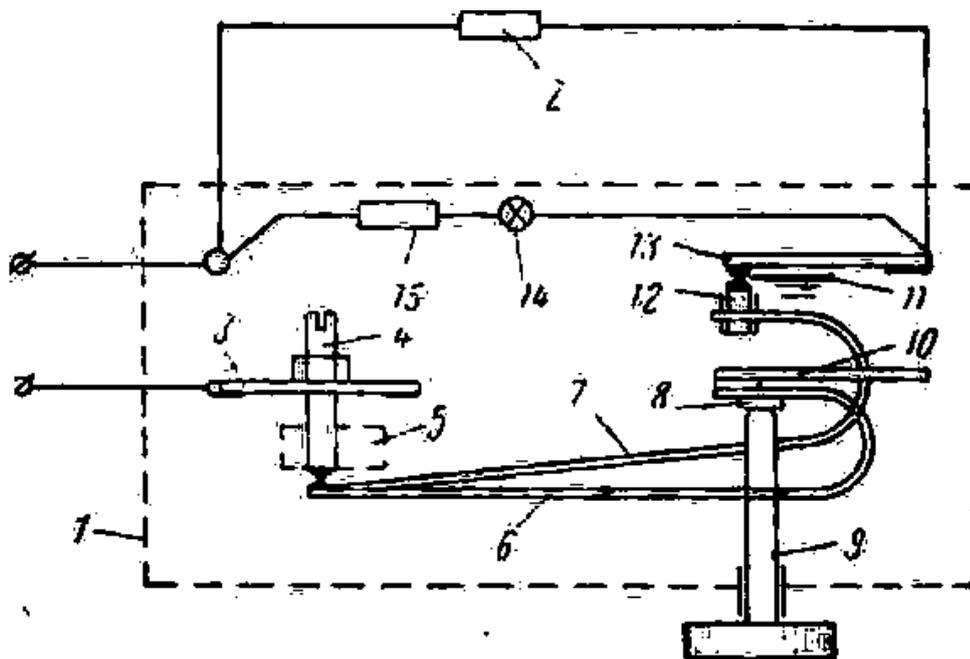


Рис. 1.6. Электрическая схема терморегулятора ТРГ-1: 1 - корпус терморегулятора; 2 - нагревательный элемент; 3 - латунная пластинка, 4 - неподвижный контакт; 5 - постоянный магнит; 6 - биметаллическая пластинка; 7 - гибкая латунная пластинка; 8 - фарфоровый наконечник; 9 - винт управления; 10 - пластинка; 11 - гетинаксовая пластинка; 12 - неподвижный контакт; 13 - пластинка с подвижным контактом; 14 - сигнальная лампочка; 15 - сопротивление

Температура, при которой размыкаются контакты, зависит от положения нижней контактной пружинящей пластинки, обусловливаемого давлением на нее ручки терморегулятора. Давление на нижнюю контактную пружинящую пластинку изменяется при повороте ручки терморегулятора, благодаря наличию на ее оси венчика со скошенным срезом. Чем больше давление на нижнюю контактную пружинящую пластинку, тем меньше сжатие контактов и для разрыва их требуется меньше усилия (т. е. разрыв происходит при меньшей температуре подошвы утюга). Чем меньше давление, тем при большей температуре будет происходить разрыв контактов. При охлаждении утюга биметаллическая пластинка тоже охлаждается. В этом случае она разгибается и освобождает верхнюю контактную пружинящую пластинку, которая, опустившись, замыкает контакты.

Терморегулятор отградуирован на пять степеней нагрева, которые устанавливаются по шкале при помощи ручки.

Терморегуляторы типа ТРГ-1 применяются в электрорадиаторах и предназначаются для автоматического поддержания заданной температуры окружающего воздуха. На рис. 1.6 приведена электрическая схема терморегулятора. Биметаллическая пластинка, изгибаясь в зависимости от температуры окружающего воздуха, включает и выключает нагревательный элемент. Величина срабатывания устанавливается винтом управления, который изменяет силу сжатия контактов. На шкале имеется семь делений и надписи: «Ниже», «Средне» и «Выше». Если ручка установлена в положение «Выше», то отключение нагревательного элемента происходит при температуре 45 ± 5 °С, а включение — при температуре 30 ± 5 °С. При установке ручки в положение «Ниже» отключение происходит при температуре 18 ± 5 °С, а включение — при температуре 9 ± 5 °С.

В терморегуляторе имеется аварийный выключатель, отключающий нагревательный элемент при достижении температуры корпуса радиатора $130—140$ ° С. Принцип действия аварийного выключателя описан в разделе «Электрорадиаторы».

1.2. Трансформаторы

Устройство и принцип действия. Трансформатор представляет собой статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного электрического тока одного напряжения в переменный электрический ток другого напряжения при сохранении той же частоты. Трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника — магнитопровода и двух или нескольких электрически не связанных обмоток.

Принцип работы его основан на законе электромагнитной индукции. На замкнутом магнитопроводе, набранном из листов электротехнической стали, размещены две изолированные друг от друга обмотки 1 и 2 (рис. 1.7). Если обмотку 1 подключить к сети с переменным напряжением U_1 , то по ней потечет ток I_1 , который возбудит переменный магнитный поток Φ , пронизывающий обе обмотки трансформатора. Так как магнитная проницаемость стали меньше проницаемости воздуха, то основная часть магнитного потока замыкается через магнитопровод, а поток рассеяния, замыкающийся по воздуху, незначителен.

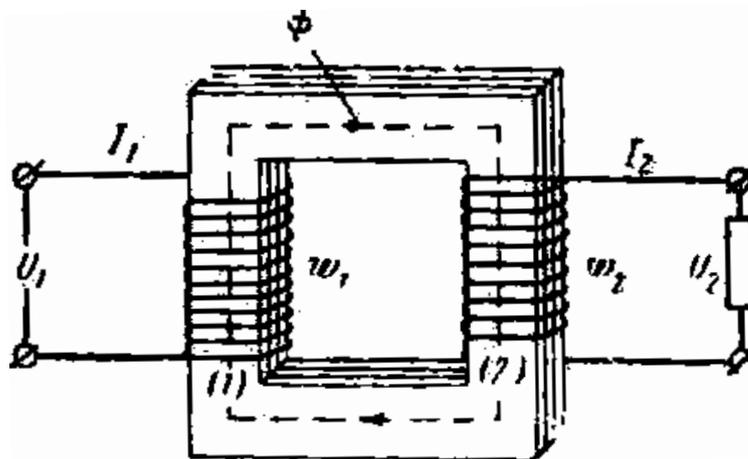


Рис. 1.7. Принципиальная схема трансформатора

По закону электромагнитной индукции изменяющийся во времени магнитный поток наведет в обмотках электродвижущую силу (э. д. с.) самоиндукции в первой (первичной) и э. д. с. взаимной индукции во второй

(вторичной). Э. д. с. E_2 можно измерить вольтметром, подключив его к концам обмотки 2.

Если концы обмотки 2 замкнуть на какую-либо нагрузку, то по ней потечет ток I_2 , который вызовет свой магнитный поток Φ_2 , также, в основном, замыкающийся по сердечнику трансформатора. По правилу Ленца, вторичный магнитный поток Φ_2 направлен навстречу основному - Φ и оказывает на него размагничивающее действие. Таким образом, уменьшение рабочего (результатирующего) магнитного потока Φ вызовет уменьшение э. д. с. E_1 самоиндукции в первичной обмотке трансформатора и нарушит равновесие электрической цепи. Благодаря этому ток I_1 в первичной обмотке увеличится по сравнению с током I_0 холостого хода настолько, чтобы создаваемый им дополнительный магнитный поток полностью компенсировал магнитный поток вторичной обмотки. Результирующий магнитный поток в трансформаторе при работе под нагрузкой практически остается постоянным. Отсюда следует, что величина тока I_1 , потребляемого трансформатором из сети, зависит от величины нагрузки, а следовательно, и от тока I_2 во вторичной цепи трансформатора. Вследствие такой зависимости и осуществляется переход энергии из первичной цепи трансформатора во вторичную электромагнитным путем, т. е. за счет энергии магнитного поля, создаваемого током I_1 .

Если число витков обмотки 1 — ω_1 , а обмотки 2 — ω_2 , то мгновенное значение э. д. с, наводимой потоком Φ в первичной обмотке,

$$e_1 = - \omega_1(d\Phi/dt).$$

Следовательно, отношение мгновенных значений э. д. с. равно отношению витков:

$$e_1/e_2 = \Phi_1/\Phi_2.$$

Можно считать, что в таком же отношении находятся 1 действующие значения э. д. с.:

$$E_1/E_2 = \omega_1/\omega_2 = K$$

Это отношение называют коэффициентом трансформации трансформатора K .

При разомкнутой обмотке 2 (см. рис. 1.7), т. е. на холостом ходу, коэффициент трансформации может быть определен с достаточной для практики точностью как отношение напряжений;

В том случае, когда вторичное напряжение больше первичного и $K < 1$, трансформатор называется повышающим. Если вторичное напряжение меньше первичного и $K > 1$, то — понижающим. Обмотка с более высоким напряжением называется обмоткой высшего напряжения (ВН), с меньшим напряжением — обмоткой низшего напряжения (НН).

Трансформаторы как преобразователи энергии одного напряжения в другое получили самое широкое применение в различных установках и устройствах. Они применяются для преобразования трехфазного и однофазного тока. В соответствии с этим различают трехфазные и однофазные трансформаторы. В зависимости от назначения — разделяются на силовые общего применения и специальные. К специальным относятся сварочные, печные, автотрансформаторы, измерительные трансформаторы и т. п. Для бытовых целей применяются однофазные трансформаторы небольшой мощности.

Особенности конструкции. Однофазные повышающие и понижающие маломощные трансформаторы (от 2 ВА до 500 ВА) находят широкое применение в быту. Они состоят из шихтованного сердечника магнитопровода, обмоток высшего (ВН) и низшего (НН) напряжения, пластмассовых реек с зажимами и кожуха.

Сердечник трансформатора для уменьшения потерь от вихревых токов собирается из листовой электротехнической стали толщиной 0,35—0,5 мм и стягивается шпильками. Листы перед сборкой изолируются друг от друга лаком или оксидной пленкой. Части магнитопровода, на которые надеваются обмотки, называются стержнями. Стержни соединяются между собой внахлест ярмами.

В зависимости от конструкции магнитопровода и расположения обмоток на нем, трансформаторы делятся на стержневые и броневые. В стержневом трансформаторе большая часть обмотки располагается вне магнитной системы, а в броневом - магнитная система закрывает большую часть обмотки, как бы «бронируя» ее.

Обмотки трансформатора изготавливают из изолированного медного провода различного сечения с различным количеством витков, в зависимости от необходимого коэффициента трансформации. Выводные концы обмоток ВН и НН присоединяются к зажимам реек, укрепленных на металлических накладках. Зажимы ВН и НН расположены на противоположных сторонах по отношению к пакету магнитопровода.

Лобовые части катушек закрыты защитными металлическими кожухами, имеющими отверстия для доступа охлаждающего воздуха к обмоткам. Корпус заземляется присоединением заземляющего проводника к одной из стягивающих шпилек магнитопровода.

Нормальная работа трансформаторов обеспечивается в закрытых помещениях с температурой окружающего воздуха от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью не выше 70%.

Промышленностью для бытовых целей выпускаются трансформаторы типа ТП-1, ТП-2, ТП-50, ДКТ-1 и т. п. Трансформатор ТП-50 служит для понижения напряжения сети переменного тока со 127 до 2, 3, 4, 6, 8, 9 и 12 В. Номинальная мощность его 50 ВА. Применяется он для питания низковольтных приборов.

Трансформаторы ТП-1 и ТП-2 понижают напряжение соответственно со 127 и 220 до 4—7 В. Максимальная мощность этих трансформаторов 21 ВА. Они имеют соединительный шнур с вилкой для включения в розетку и три штепсельных гнезда для включения низковольтных приборов. Корпус трансформатора пластмассовый. Трансформатор ДКТ-1 понижает напряжение от 127 до 4,8 и 12В, имеет стальной корпус и соединительный шнур с вилкой.

1.3. Упрощенный расчет трансформатора.

1 Определение мощности трансформатора. Вторичная (полезная) мощность S_2 является исходной величиной при расчете, так как обуславливается нагрузкой, подключаемой к трансформатору. Она равна произведению напряжения вторичной обмотки U_2 на ток I_2 , протекающий в ней при полной нагрузке:

$$S_2 = I_2 U_2.$$

По известной вторичной мощности и коэффициенту полезного действия трансформатора η определяется первичная мощность S_1 потребляемая из сети:

$$S_1 = S_2/\eta.$$

С достаточной для практики точностью можно считать коэффициент полезного действия разным для трансформаторов мощностью до 30 Вт— 0,7, от 30 до 50 Вт— 0,8, от 50 до 100 Вт— 0,85 и от 100 до 500 Вт — 0,9.

Расчет сердечника. Размеры стального сердечника для трансформатора определяются по потребляемой мощности S_1 . Для расчета используются только два размера: a — ширина пластин и b — толщина пакета. Эти размеры составляют площадь поперечного сечения сердечника $F_{жс} = ab$ (рис. 8). При проверочном расчете используются размеры: h — высота сердечника и c —ширина его окна.

Размеры сердечника, пригодного для трансформатора в зависимости от мощности, могут лежать в довольно широких пределах, однако минимальное сечение его не должно быть меньше величины $F_{мин}$, вычисленной по формуле

$$F_{мин} = S_1^{0,5}$$

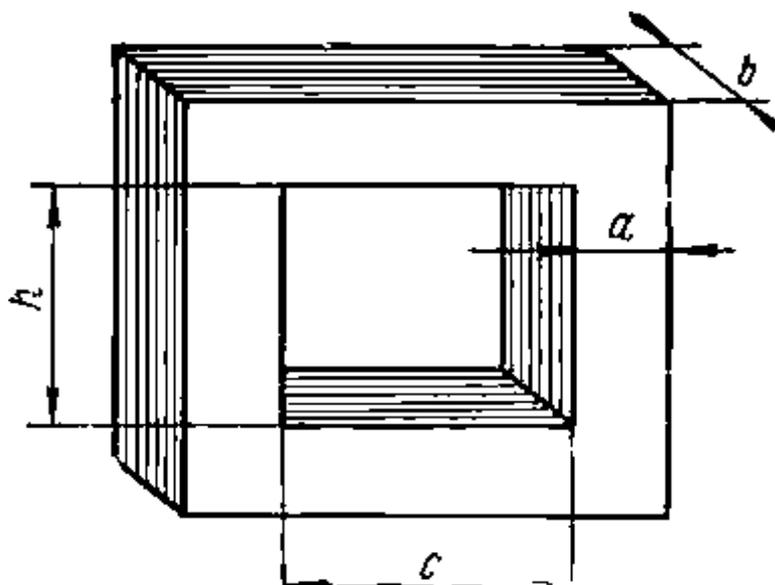


Рис. 1.8. Сердечник трансформатора

При выборе готового сердечника или пластин для сборки фактическое сечение его $F_{жк}$ принимается в 1,2—2,0 раза больше $F_{мин}$. В сердечниках с малым окном ($h \cdot c$) для размещения обмоток выбирается наибольшее сечение, т. е. берется коэффициент 2.

Расчет провода. Диаметр провода для каждой обмотки выбирается в зависимости от допускаемой плотности тока, протекающего в ней. При заданной мощности S_2 вторичный ток

$$I_2 = S_2 / U_2,$$

а первичный ток

$$I_1 = S_1 / U_1.$$

Для трансформаторов мощностью до 40 Вт допустимая плотность тока в обмотках с медными проводами принимается равной 3 А/мм², а для трансформаторов мощностью до 500 Вт — 2 А / мм².

Диаметр провода определяется по формулам:

$$d = 0,80 I^{0,5} \quad (\text{при } 2 \text{ А/мм}^2);$$

$$d = 0,65 I^{0,5} \quad (\text{при } 3 \text{ А/мм}^2)$$

Количество витков в первичной обмотке. Количество витков определяется из известной формулы

$$\omega_1 = U_1 / (4,44f\Phi \cdot 10^{-8})$$

где $\Phi = B_c F_{жс}$ — магнитный поток в сердечнике трансформатора;

B_c — магнитная индукция в сердечнике трансформатора;

$f = 50$ — частота сети.

Тогда

$$\omega_1 = (U_1 10^8) / (2,22f\Phi_{жс}).$$

Величина магнитной индукции в зависимости от марки стали колеблется от 9000 до 14 000 гс.

Количество витков вторичной обмотки определяется из соотношения:

$$\omega_2 = \omega_1 U_2 / U_1.$$

Иногда определение количества витков в обмотках производится с помощью величины n — числа витков, приходящихся на 1В напряжения обмоток:

$$n = 60 / F_{жс}$$

где 60 — постоянная величина, выведенная для трансформаторной стали среднего качества.

Таким образом, число витков первичной обмотки

$$\omega_1 = U_1 n,$$

вторичной при 2 А/мм²

$$\omega_2 = U_2 1,05n$$

а при 3 А/мм²

$$\omega_2 = U_2 1,1n$$

Проверочный расчет. Перед изготовлением рассчитанного трансформатора необходимо проверить размещение обмоток в окне выбранного сердечника. По наружному диаметру применяемого провода и числу витков можно найти площадь каждой обмотки в окне сердечника. Затем складываются площади всех обмоток, и полученная сумма сравнивается с площадью окна сердечника. Если сумма составляет величину

не более 0,7 от площади окна, то обмотки разместятся, в противном случае необходимо выбрать тип сердечника с большим окном или увеличить его сечение и произвести перерасчет.

Площадь, занимаемая каждой обмоткой, приблизительно будет равна

$$F_{об} = d_u^2 \omega,$$

где d_u – диаметр провода с изоляцией, мм.

В расчетах коэффициентом $\pi/4$ пренебрегаем, чтобы учесть просветы между витками обмоток.

Площадь окна сердечника в мм

$$F_{ок} = h c.$$

При правильном выборе площади окна сердечника должно соблюдаться условие

$$F_{ок} > F_{об.1} + F_{об.2}.$$

В случае, когда трансформатор имеет две или более вторичных обмоток:

$$F_{ок} > F_{об.1} + F_{об.2} + \dots + F_{об.n}.$$

2. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРИБОРАХ И МАШИНАХ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Электрические машины малой мощности (до 600 Вт) получили название микромашин, а электрические двигатели до 600 Вт называются микродвигателями. Электрические машины малой мощности широко применяются в установках автоматического управления и регулирования, устройствах проводной и радиосвязи, разнообразных технических приборах и механизмах, а также в приборах и машинах бытового назначения.

подавляющая часть микромашин выпускается в качестве электродвигателей (до 90%). Остальное приходится на специальные микромашины – сельсины, поворотные трансформаторы, преобразователи и др.

Электрические машины малой мощности в быту применяются в качестве универсальных коллекторных, однофазных асинхронных и синхронных реактивных электродвигателей в диапазоне мощности от нескольких долей ватт до нескольких сотен ватт при скоростях вращения от 1500 до 40 000 об/мин.

Универсальные коллекторные электродвигатели находят применение для привода полотеров, пылесосов, центрифуг, стиральных, швейных и универсальных бытовых машин, насосов, кофе-мельниц, электрических бритв и т. и. Однофазные асинхронные электродвигатели используются для привода компрессора холодильников, стиральных машин, вентиляторов, электропроигрывателей и других приборов. Однофазные синхронные реактивные электродвигатели применяются в звукозаписывающей аппаратуре и аппаратах для сушки волос.

2.1. Однофазные универсальные коллекторные электродвигатели

Универсальные коллекторные электродвигатели могут работать как от сети переменного, так и от сети постоянного тока при одинаковой скорости вращения в режиме номинальной нагрузки. По конструкции и принципу

действия они похожи на двигатели постоянного тока последовательного возбуждения. Ротор (якорь) их выполняется так же, как и якорь двигателя постоянного тока с петлевой или волновой обмоткой, соединенной с коллектором, а на статоре размещается обмотка возбуждения, соединенная последовательно с обмоткой якоря. В отличие от двигателей постоянного тока статор универсальных коллекторных двигателей набирается из листовой электротехнической стали для уменьшения потерь на вихревые токи, которые появляются вследствие переменного магнитного поля, возникающего при работе на переменном токе.

Универсальным коллекторным двигателям присущи те же недостатки, что и двигателям постоянного тока. К ним можно отнести: сложность изготовления и относительно высокую стоимость, необходимость тщательного ухода за коллектором и щетками, а также меньшую по сравнению с двигателями постоянного тока надежность в работе. Однако возможность питания этих электродвигателей как от сети постоянного, так и от сети переменного тока, возможность плавного регулирования скорости вращения в широких пределах и получение высоких скоростей вращения (до 40 000 об/мин) обеспечили широкое применение их в различных областях промышленности, приборах и машинах бытового назначения.

Универсальные коллекторные электродвигатели, применяемые в быту, выпускаются мощностью от нескольких единиц до сотен ватт на различные скорости вращения. Они развивают относительно высокий пусковой вращающий моменты и имеют ограниченные размеры и вес.

Устройство и принцип действия. Универсальный коллекторный двигатель УВ (рис. 2.1) состоит из неподвижной (статор с обмоткой возбуждения) и подвижной части (якорь, вращающийся в подшипниках, которые устанавливаются в подшипниковых щитах).

Статор электродвигателя, служащий одновременно и корпусом, набирается из лакированных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. В плоскости геометрической нейтрале статора электродвигателя изготовлены

специальные выемки, через которые заливаются под давлением два алюминиевых стержня, стягивающих пакет статора. С одной стороны торца пакета стержни переходят в консольные вылеты, к которым крепится подшипниковый щит, отливаемый из силумина, с другой стороны они образуют скобу с гнездом для подшипника. В скобе имеется отверстие (обоймы для щеткодержателей) .

Для прочности крепления щеткодержателей на цилиндрической поверхности его обоймы предусмотрена канавка, которая заливается алюминием под давлением. Нажатие на щетки создается за счет пружин, положение которых фиксируется пластмассовыми колпачками, навинчиваемыми на обойму. Электрографитовые щетки марки ЭГ-8 устанавливаются по линии геометрической нейтрали.

Пакет статора собран из фигурной листовой электротехнической стали, образующей два явно выраженных полюса. На них надеваются катушки обмотки возбуждения. Обмотка возбуждения соединяется последовательно с обмоткой якоря.

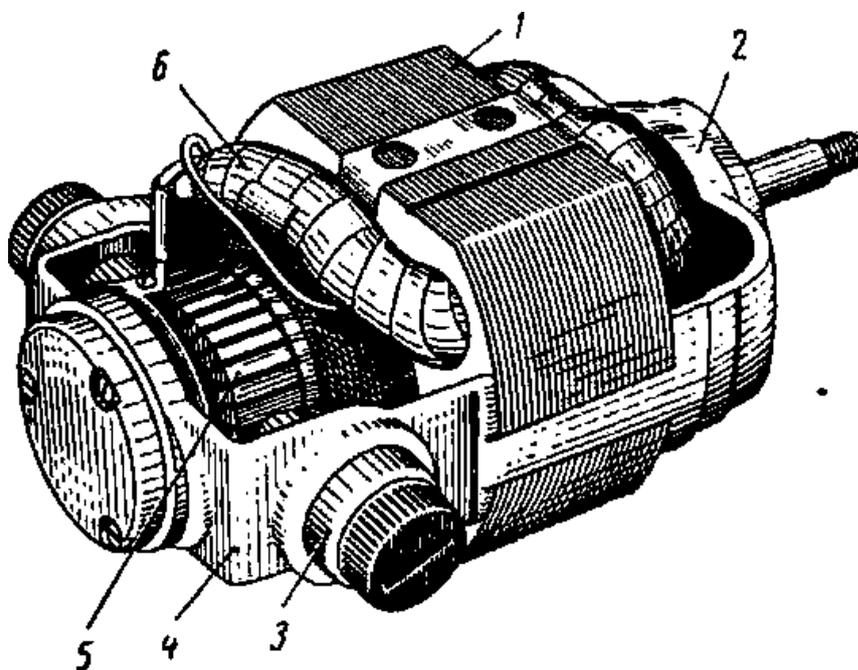


Рис. 2.1. Универсальный коллекторный электродвигатель серии УВ: 1 - статор; 2 - подшипниковый щит; 3 - обойма щеткодержателя; 4 - скоба с гнездом для подшипника; 5 - якорь; 6 - обмотка возбуждения

Якорь электродвигателя состоит из вала, на который напрессовывается сердечник, набранный из лакированной электротехнической стали толщиной 0,5 мм, с пазами для обмотки, и коллектор. Обмотка якоря двухслойная с диаметральной шагом из провода марки ПЭЛШКО. Коллектор набирается из пластин красной меди, изолированных друг от друга миканитовыми прокладками. Армирование коллектора выполняется на пластмассе и осуществляется при помощи стальных колец, укладываемых перед опрессовкой коллектора в выточки, имеющие форму ласточкиного хвоста. Для предотвращения замыкания коллекторных пластин кольца перед укладкой изолируются лентой из стекловолокна. В результате армирования прочность коллектора увеличивается. Присоединение обмотки к коллектору производится так же, как и в двигателях постоянного тока.

По согласованию с заводом изготовителем электродвигатели серии УВ могут выполняться с различными размерами свободного конца вала и с двумя свободными концами последнего. При этом второй конец вала может быть нагружен не более чем на 50% номинальной мощности.

Длина свободного конца вала электродвигателей зависит от приводного механизма и имеет различную величину. Электродвигатели с двумя свободными концами вала применяются в стиральных машинах для привода активатора и центрифуги.

Универсальные коллекторные электродвигатели соединяются с приводными механизмами различными способами; непосредственно с рабочим механизмом (в пылесосах и вентиляторах); фрикционным соединением (в полотерах и стиральных машинах); муфтой сцепления (в насосах и полотерах); ременной передачей (в стиральных машинах и полотерах). Принципиальная схема универсального коллекторного электродвигателя приведена на рис. 2.2. У этого электродвигателя обмотка возбуждения на полюсах статора включается последовательно с обмоткой якоря и токи в них одинаковы. Часто обмотка возбуждения делится на две

части, включаемые с разных сторон якоря. Такое симметрирование позволяет уменьшать радиопомехи.

При подключении электродвигателя к сети переменного тока по обмоткам возбуждения и якоря будет протекать ток, который возбуждает пульсирующий магнитный поток Φ . В результате взаимодействия магнитного потока Φ и токов в обмотке якоря возникает вращающий момент M , и электродвигатель начинает вращаться. Этот момент и при переменном токе имеет все время одно направление, так как одновременно с изменением направления магнитного потока возбуждения изменяется и направление тока в обмотке якоря. Изменение направления вращения якоря осуществляется так же, как и в электродвигателях постоянного тока: переключением концов обмотки возбуждения или обмотки якоря.

Условия коммутации в однофазных коллекторных двигателях, работающих от сети переменного тока, более тяжелые (усиливается искрение), чем в электродвигателях постоянного тока. Это вызывается возникновением в коммутируемой секции (секции, замкнутой щеткой) трансформаторной э. д. с, кроме реактивной и э. д. с. вращения.

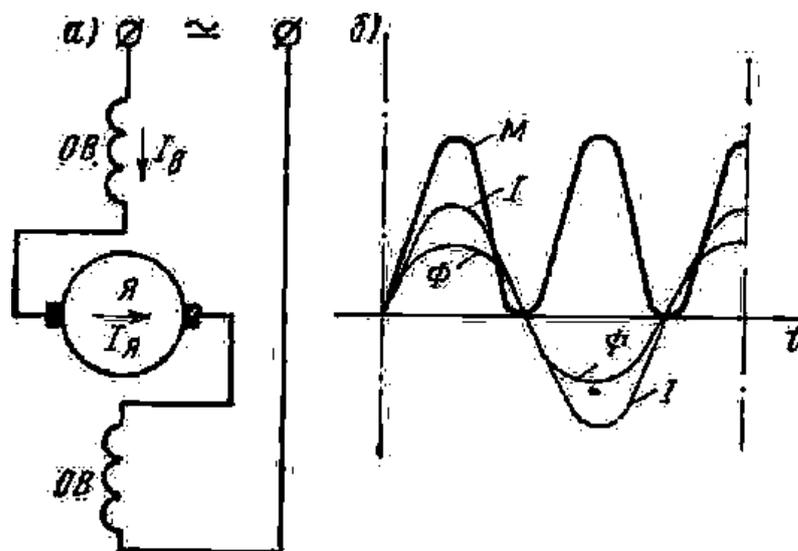


Рис. 2.2. Универсальный коллекторный электродвигатель:
 а - принципиальная схема; б - кривая изменения вращающего момента;
 Я - якорь (ротор) с обмоткой постоянного тока и щетками, наложенными на коллектор; ОВ - обмотка возбуждения на полюсах статора

Трансформаторная э.д.с. возникает вследствие пульсации потока возбуждения, с осью которого совпадает ось коммутируемой секции. Эта секция является как бы замкнутой вторичной обмоткой трансформатора, первичной обмоткой которого служит обмотка возбуждения. Для компенсации трансформаторной и реактивной э.д.с. в двигателях мощностью свыше 10 кВт применяют компенсационную обмотку и обмотку дополнительных полюсов, шунтированную активным сопротивлением. Однофазные коллекторные электродвигатели, применяемые в приборах и машинах бытового назначения, ни дополнительных полюсов, ни компенсационной обмотки не имеют, так как при малой мощности условия коммутации вполне удовлетворительны. Они могут работать от сетей переменного и постоянного тока, поэтому называются универсальными.

При мощности электродвигателей свыше 60...80 Вт и необходимости работы, как на постоянном, так и на переменном токе обмотка возбуждения снабжается отводами для переключения с постоянного тока на переменный ток. При питании переменным током число витков обмотки возбуждения меньше. Необходимость уменьшения числа витков при питании переменным током вызывается стремлением получить ту же скорость вращения при той же нагрузке. Если бы при том же напряжении число витков и, следовательно, магнитный поток остались неизменными, то э. д. с. вращения при питании переменным током и скорость вращения были бы меньше за счет дополнительных индуктивных падений напряжения. Уменьшение числа витков обмотки возбуждения вызывает уменьшение потока и повышение скорости вращения, т. е. она будет такой же, как и при питании постоянным током по схеме с большим числом витков.

На рис. 2.3 приведены рабочие характеристики универсального коллекторного электродвигателя с последовательным возбуждением. Эти характеристики свидетельствуют о том, что универсальный коллекторный электродвигатель при питании переменным током по своим свойствам подобен обычному электродвигателю постоянного тока последовательного

возбуждения. С ростом момента на валу резко падает скорость вращения, а величина тока резко увеличивается. Э. д. с. вращения непрерывно уменьшается по мере роста нагрузки, так как возрастание потока происходит в меньшей степени, чем падение скорости.

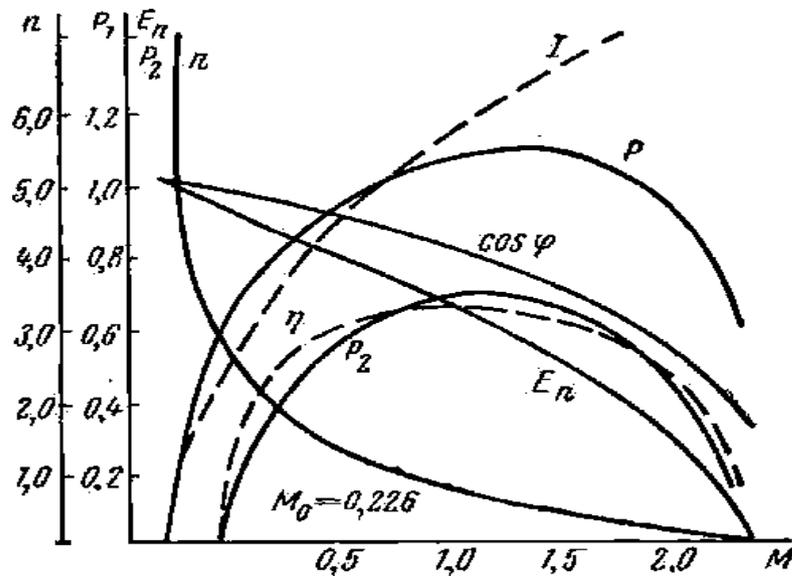


Рис. 2.3. Рабочие характеристики универсального коллекторного электродвигателя: n — скорость вращения; P_1 — потребляемая мощность; I — ток якоря; η — коэффициент полезного действия; E_n — э. д. с. вращения; P_2 — мощность на валу; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности

Пуск в ход коллекторных электродвигателей так же, как и двигателей постоянного тока последовательного возбуждения, необходимо производить под нагрузкой. При отсутствии нагрузки на валу или при малых нагрузках (до 20% от номинальной) скорость электродвигателя становится большой и может достигнуть значений, превышающих допустимые по условию механической прочности якоря.

Регулирование скорости вращения универсальных коллекторных электродвигателей при работе на переменном токе можно производить в широких пределах так же, как и в электродвигателях постоянного тока.

Одним из экономичных способов является способ шунтирования обмотки возбуждения.

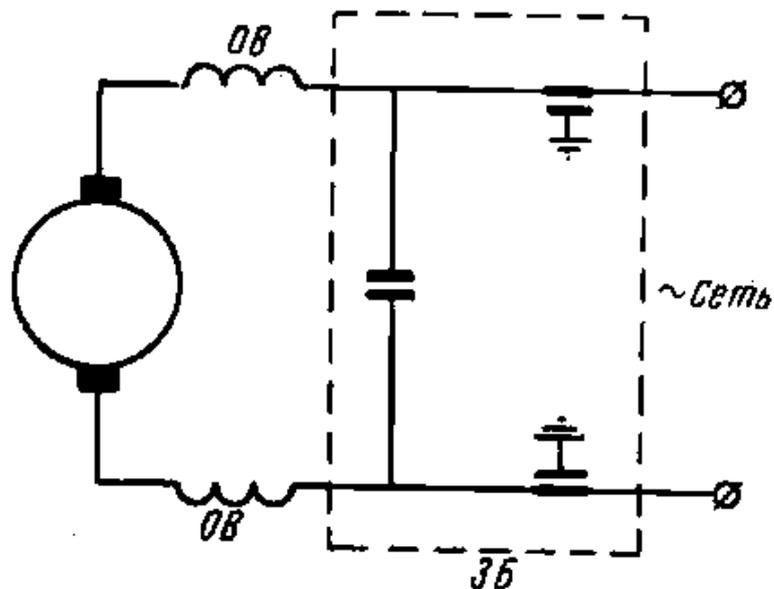


Рис. 2.4. Электрическая схема включения электродвигателя УВ-062:
ОВ — обмотка возбуждения; *ЗБ* — конденсаторный блок

Универсальные коллекторные электродвигатели, как и все электродвигатели постоянного тока, из-за искрения на коллекторе, создающего помехи радио- и телеприему, снабжаются устройством для подавления этих помех. Устройства эти представляют собой блоки из конденсаторов постоянной емкости, подключаемые параллельно щеткам. Электрическая схема электродвигателя типа УВ-062 с блоком конденсаторов приведена на рис. 2.4.

2.2. Особенности конструкции и область применения однофазных универсальных коллекторных электродвигателей

Электродвигатели серии УВ построены на пяти наружных диаметрах пакетов стали статоров — габариты 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6. Габариты 0,2 и 0,3 имеют одинаковую длину пакета, а 0,4, 0,5 и 0,6 — вдвое большую. Таким образом, серия УВ базируется на восьми размерах электродвигателей, а именно: 0,2; 0,3; 0,41; 0,42; 0,51; 0,52; 0,61 и 0,62. Размеры электродвигателей сокращены за счет исключения вентилятора.

По напряжению переменного тока промышленной частоты и постоянного тока электродвигатели серии УВ выполняются на следующие значения: 127 или 220 В переменного тока; 127 и 220 В переменного тока; 127 В переменного и ПО В постоянного тока; 220 В переменного и постоянного тока. Мощность электродвигателей на два напряжения в одном исполнении ниже на 10—20%, чем на одно напряжение.

В приборах и машинах бытового назначения применяются следующие типы электродвигателей этой серии: УВ-041-МС для привода электромиксеров; УВ-041-Ш2 для привода швейных машин; УВ-051-ПС для привода пылесосов «Вихрь» и «Сатурн»; УВ-51Ц и УВ-052-Ц для привода центрифуг стиральных машин «Нальчик», «Нистру» и «Тула-4», а также для привода соковыжималок; УВ-062 для привода полотера «Харьков». Исполнение всех электродвигателей открытое, встраиваемое с естественным охлаждением. Форма крепления во всех электродвигателях, кроме УВ-041-Ш2 — фланцевая, режим работы продолжительный, кроме УВ-041-МС и УВ-041-Ш2, у которых режим повторно-кратковременный с ПВ±40%. Все двигатели имеют подшипники качения, за исключением УВ-041-ПС и УВ-041-Ш2, имеющих подшипники скольжения. Основные технические данные приведены в табл. 4.

Электродвигатели ЭДМ-2 предназначены для привода электрощетка пылесосов «Ветерок» и ЭП-62, типа ЭДМ-3 и ЭДПМ - для привода кофейных мельниц КМ-2 и КМ-1. По конструкции они очень похожи на универсальные коллекторные электродвигатели серии УВ. Исполнение их открытое встраиваемое с естественной вентиляцией. Рабочее положение произвольное с одним выступающим концом вала. Класс изоляции - А. Коллектор выполнен на пластмассе. Электродвигатели снабжены устройством для подавления радиопомех, состоящим из конденсаторов постоянной емкости. Основные технические данные приведены в табл. 2.1.

Некоторые конструктивные особенности заключаются в следующем: электродвигатели ЭДМ-2 и ЭДМ-3 выполнены на шариковых подшипниках

качения, а электродвигатель ЭДПМ — на подшипниках скольжения. Режим работы электродвигателя ЭДМ-2 кратковременный, продолжительность работы 90 мин; электродвигателей ЭДМ-3 и ЭДПМ — повторно-кратковременный, время непрерывной работы не более 1...2 мин с паузой 15 мин.

Электродвигатели типа М-1Д, ЭП, УД, ЭПС, Д2-03 и ЭПП-1 предназначены для приводов пылесосов «Чайка», «Чайка-3», «Вихрь», «Буран», «Уралец», «Ракета», «Ракета-7», «Ореол», а электродвигатели ЭПМ-2 и ЭПТ-2 — для привода полотерных машин ЭПМ-2 и П-2. В отличие от электродвигателей серии УВ, пакет статора у них цилиндрической формы. У всех электродвигателей, кроме ЭПМ-2, исполнение открытое встраиваемое с принудительным воздушным охлаждением, осуществляемым вентиляторным устройством пылесоса. У электродвигателей ЭПМ-2 и ЭПТ-2 исполнение, защищенное с самовентиляцией. Электродвигатели конструктивно объединены с центробежными вентиляторами, которые размещаются на свободном конце вала и защищаются стальными кожухами.

Режим работы всех электродвигателей продолжительный. Исключением являются электродвигатели ЭПП-1, ЭПМ-2 и ЭПТ-2, режим которых повторно-кратковременный с ПВ±75%, продолжительность непрерывной работы 45 мин, пауза — 15 мин. Все электродвигатели неревверсивные, выполнены на подшипниках качения и снабжены электрическими фильтрами для подавления радиопомех. Коллекторы у них исполнены на пластмассе. Направление вращения по часовой стрелке, если смотреть со стороны коллектора. У электродвигателей типа М-1Д и Д2-03 рабочее положение горизонтальное с одним выступающим концом вала, а у электродвигателей типа ЭП, УД, ЭПС — вертикальное с одним выступающим концом вала, направленным вниз. Основные технические данные приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.1. Технические данные коллекторных электродвигателей

Параметры	Типы электродвигателей								
	УВ-041- МС	УВ-041-Ш2	УВ-051- ПС	УВ-051- Ц	УВ-052- Ц	УВ-062	ЭДМ-2	ЭДМ-8	ЭДМП
Напряжение, В	127 или 220	127 или 220	127 или 220	127 или 220	127 или 220	220	127 или 2-ю	127 или 220	220
Мощность, Вт:									
Потребляемая	90	50	500	125	185	422	70	100	150
Полезная	35	20	300	65	100	270	35	25	60
Ток, А	0,78/0,45	0,515/0,37	4,37/2,53	0,67/1,15	1,0/1,7	2.3	0,55/0,32	1.3/0,85	0.75
Скорость вращения n , об/мин	9000	4500	14 000	7000	, 7000	8000	12 000	24 000	15 500
Сos φ	0,9	0,85	0.9	0,85	0,82	0,85	0,87	0,85	0,86
$M_{ном}$, кг·см	—	—	2,09	0,9	1.39	3,3	0,26	0,32	0.35
Фактическое превышение температуры обмоток, °С	65	60	65	70	65	65	65	70	88
Вес, кг	1.7	1,0	1.85	1.8	2,25	3.6	0.45	0,42	0,11
Срок службы, ч	200	2000	600	400	400	1200	400	200	1000

Т а б л и ц а 2.2. Технические данные коллекторных электродвигателей

Параметры	Типы электродвигателей									
	М-1Д	ЭП	УД	ЭПС	Д2-01	ЭПП-1	ЭПМ-2	ЭМТ-2	УКМ-3С	ЭДБ-13
Напряжение, В	127	127 или 220	127 или 220	127 или 220	127 или 220	220	127 или 220	127 или 220	127	220
Мощность, Вт:										
потребляемая	300	475	460	600	360	300	230	350	320	25
полезная	250	300	305	300	250	250	—	200	180	15
Ток, А	3,5	4,1/2.38	3,8/2,2	5,0/2.8	3,3/1,9	1.44	2.1/1,2	3,2/1.8	2,0	0.2/0,35
Скорость вращения, об/мин	12 200	12 400	13 500	15 000	12 000	13 500	4000	9000	2 700	300/650
Сos φ	0,85	0.9	0,95	0,9	0,85	0,95	0,95	0,95	0.9	0.9
M _{ном} , кг·см	2,0	2,35	2,33	1,95	—	2.0	—	1.9	6.8	1.4/2.8
Фактическое превышение температуры обмоток,	72	65	85	75	65	60	70	65	90	75
Вес, кг	2.0	2.4	2,26	2.2	1.8	1,91	3.25	—	5.5	—
Срок службы, ч	400	350	600	350	400	1000	1000	—	—	400

Электродвигатель типа УKM-3С предназначен для привода центрифуг и крыльчатки насоса стиральной машины СМП-1,5. Он имеет некоторые конструктивные особенности по сравнению с описанными электродвигателями. Исполнение открытое встраиваемое с естественным охлаждением, рабочее положение вертикальное. Имеется два свободных конца вала, один из которых соединен непосредственно с баком центрифуги, а второй — с насосом. Электродвигатель нереверсивный, режим работы его повторно-кратковременный, при ПВ = 50%. Продолжительность непрерывной работы 15 мин.

Электродвигатель типа ЭДБ-13 предназначен для привода универсальной машины «Белка». Конструктивное исполнение его отлично от уже описанных. Электродвигатель нереверсивный, монтируется в одном корпусе с редуктором (передаточное число 1:10). Исполнение открытое встраиваемое. Направление вращения выходного вала против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода. Электродвигатель рассчитан на две скорости вращения. Режим работы на первой скорости (300 об/мин): непрерывная работа в течение 30 мин, затем перерыв до полного охлаждения; на второй скорости (60 об/мин): непрерывная работа в течение 10 мин, затем также перерыв до полного охлаждения.

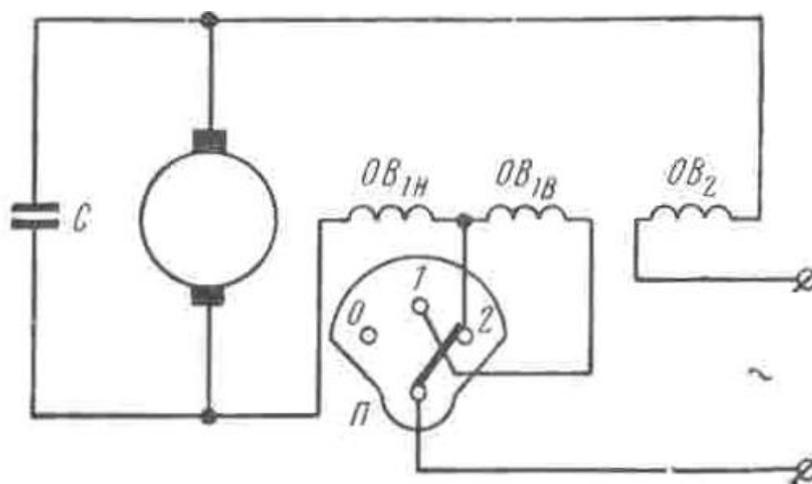


Рис. 2.5. Электрическая схема включения электродвигателя ЭДБ-13: OB_2 - обмотка возбуждения; OB_{1B} - обмотка возбуждения; OB_{2H} - обмотка возбуждения; $П$ - переключатель; C - конденсатор БМ-250-0.25

Электродвигатель выполнен на подшипниках качения, а редуктор - на бронзовых подшипниках скольжения. Электрическая схема включения

приведена на рис. 2.5. Для пуска и переключения скорости служит переключатель П, вмонтированный в корпус. Основные технические данные приведены в табл. 2.2.

2.3. Однофазные асинхронные электродвигатели

Однофазные асинхронные электродвигатели, применяемые в приборах и машинах бытового назначения, выпускаются промышленностью на напряжения 127 и 220 В переменного тока в диапазоне мощностей от 10 до 600 Вт.

Однофазный асинхронный электродвигатель можно получить из трехфазного, если одну из фаз статора отключить от сети, а две другие соединить последовательно или параллельно между собой. Практически такой электродвигатель имеет на статоре две обмотки: рабочую и пусковую. Обмотка ротора остается такой же, как и в трехфазном. Благодаря этому мощность однофазного электродвигателя при заданных размерах всегда меньше мощности трехфазного электродвигателя примерно на 30%.

Скорость вращения у однофазных асинхронных двигателей так же, как и у трехфазных, небольшая, по сравнению с универсальными коллекторными электродвигателями. В двухполюсном исполнении 3000 об/мин , а в четырехполюсном — 1500 об/мин (имеются ввиду синхронные скорости вращения). Кроме того, для пуска требуются специальные пусковые устройства.

Наличие указанных недостатков, однако, не ограничивает применения однофазных асинхронных электродвигателей в приборах и машинах бытового назначения, так как они обладают рядом положительных свойств. К достоинствам этих электродвигателей относятся: простота конструкции, удобство в эксплуатации, надежность в работе и сравнительно низкая стоимость.

Устройство и принцип действия. Однофазный асинхронный электродвигатель состоит из неподвижной (статора) и вращающейся (ротора) частей. Статор (рис. 2.6) электродвигателя цилиндрический неявнополюсный, набирается из листов электротехнической стали с вырезами, которые при сборке

в пакет образуют полузакрытые пазы для укладки обмотки. В пазах статора находятся две однофазные обмотки: рабочая и пусковая. Обе из мягких секций, намотанных круглым проводом. Пусковая обмотка, для повышения ее сопротивления, выполняется из медного провода меньшего сечения. Секции обмоток закладываются в статор через щели полузакрытых пазов. Изоляция обмоток класса Л.

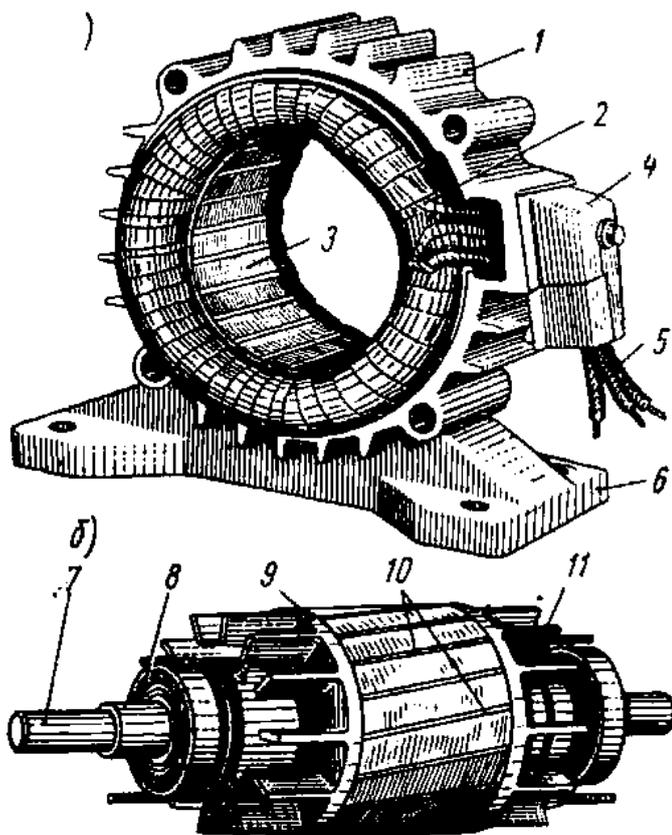


Рис. 2.6. Статор (а) и ротор (б) однофазного асинхронного электродвигателя серии ЛОЛБ: 1 - станина; 2 - обмотка статора; 3 - пакет железа статора; 4 - коробка выводов; 5 - выводы; 6 - лапы; 7 - вал; 8 - подшипник; 9 - короткозамыкающее кольцо; 10 - стержни; 11 - вентиляционные лопасти

Станина электродвигателя образуется путем обливки алюминиевым сплавом сердечника статора методом литья под давлением при одновременной опрессовке статорных листов. При обливке сердечника в корпусе статора образуются нажимные кольца, стягивающие пакет, и аксиальные каналы для охлаждения, расположенные между наружной поверхностью сердечника и внутренней поверхностью станины.

Станины электродвигателей серии АОЛБ третьего габарита имеют на наружной поверхности охлаждающие ребра. Наружные поверхности станин электродвигателей второго, первого и нулевого габаритов гладкие. Лапы корпуса из алюминиевого сплава крепятся посредством винтов, ввертываемых в стальную планку, расположенную в аксиальном канале между сердечником статора и станиной. Выпускаются электродвигатели этой серии и с фланцевым креплением на подшипниковом щите. Коробка выводов крепится на боковой части станины и состоит из пластмассовой доски зажимов и крышки из алюминиевого сплава. На доску зажимов выводится по два конца от рабочей и пусковой обмоток.

Ротор представляет собой цилиндрический сердечник, набранный из круглых пластин электротехнической стали с отверстиями по окружности. Отверстия в пластинах после сборки сердечника образуют пазы, в которые заливают алюминий. С торцов алюминиевые стержни замыкаются кольцами, образующимися при отливке. Заодно с короткозамыкающими кольцами с обеих сторон отливаются вентиляционные лопасти для внутренней циркуляции воздуха. Такой ротор называется короткозамкнутым типа «беличьей клетки».

Пазы ротора обычно делают скошенными на однополюсное деление для устранения возможного прилипания к статору и уменьшения магнитного шума. Сердечник ротора напрессовывается на вал. После чего на оба конца вала напрессовываются шариковые подшипники, которые вместе с ротором устанавливаются в подшипниковых щитах и закрываются крышками. Подшипниковые щиты и крышки выполняются из алюминиевого сплава.

Если в статор электродвигателя заложить одну обмотку, то при подключении к сети однофазного переменного тока она создает переменную (пульсирующую) намагничивающую силу (н.с). В этом случае при неподвижном короткозамкнутом роторе в двигателе возникает пульсирующее магнитное поле. Оно будет наводить в обмотке ротора токи так же, как и во вторичной обмотке трансформатора. На рис. 2.7 показаны направления токов в двух короткозамкнутых витках, расположенных симметрично относительно оси

пульсирующего поля. Результирующее усилие такой пары витков будет равно 0, так как электромагнитные силы, возникающие от взаимодействия поля и токов, будут с одинаковой силой стремиться вращать эти витки в противоположные стороны. Таким образом, пусковой момент однофазного асинхронного электродвигателя равен нулю и электродвигатель останется неподвижным.

К тому же выводу придем, если используем известную теорию разложения пульсирующего магнитного поля, создаваемого однофазным током, на два вращающихся магнитных поля. Согласно этой теории пульсирующее магнитное поле можно рассматривать как сумму двух вращающихся в разные стороны с одинаковой угловой скоростью магнитных полей, которые наводят в неподвижной обмотке ротора одинаковые токи. Вращающие моменты от взаимодействия полей и наведенных ими токов равны между собой, но направлены в разные стороны. Так как результирующий момент в этом случае равен нулю, то ротор остается неподвижным.

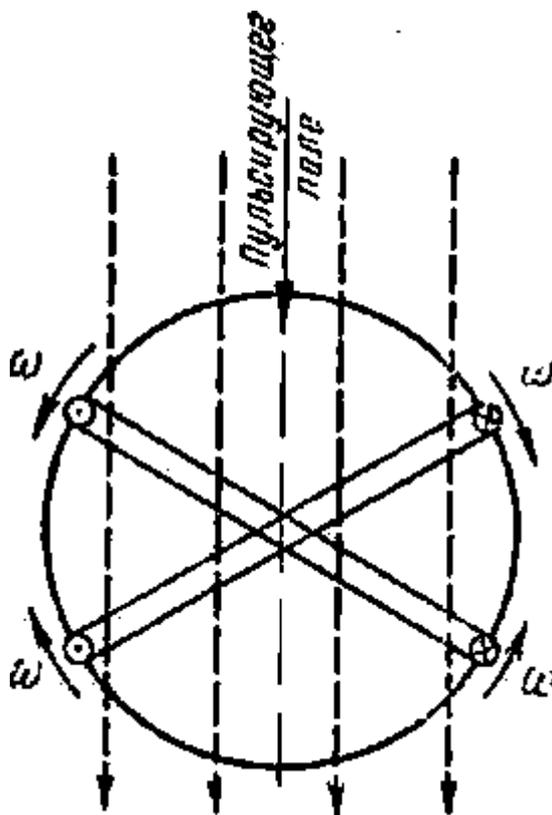


Рис. 2.7. Витки ротора однофазного асинхронного электродвигателя в пульсирующем магнитном поле

Если каким-либо способом приведен ротор во вращение в любую сторону, то одно из магнитных полей, вращающееся в том же направлении и называемое прямо вращающимся, или прямым полем, будет создавать вращающий момент, действующий на ротор в направлении вращения (как и в трехфазных электродвигателях). То поле, которое вращается в противоположном направлении, называется обратным вращающимся, или обратным полем.

При вращении ротора прямое поле усиливается, а обратное ослабляется. Объясняется это тем, что э. д. с. и ток, наводимые в роторе прямым полем, имеют при скорости, близкой к синхронной, частоту, примерно равную частоте сети (так как скольжение $S = 0,05$), а э. д. с. и ток, наводимые обратным полем, имеют почти двойную частоту сети. Поскольку индуктивное сопротивление зависит от частоты, то оно будет неодинаковым по величине при ее изменении. Поэтому активная составляющая тока ротора, определяющая величину вращающего момента также будет неодинаковой. Активная составляющая тока от прямого поля намного больше активной составляющей тока от обратного поля. Следовательно, и момент вращения от прямого поля намного больше тормозящего момента от обратного поля, который можно считать равным нулю.

На рис. 2.8 показаны зависимости вращающихся моментов M_1 , M_2 и результирующего момента M от скольжения S . Как видно из рисунка, результирующий момент вращения, действующий на неподвижный ротор ($S = 1$), равен нулю, и лишь при постороннем запуске электродвигателя (при каком-то скольжении) достигает наибольшего значения. Так как ток в роторе однофазного электродвигателя образуется наложением двух токов, то электрические потери, создаваемые каждым из них, примерно вдвое больше тех же потерь в трехфазном электродвигателе такой же мощности.

Коэффициент полезного действия однофазного электродвигателя и перегрузочная способность вследствие увеличенных потерь меньше, чем у трехфазного электродвигателя.

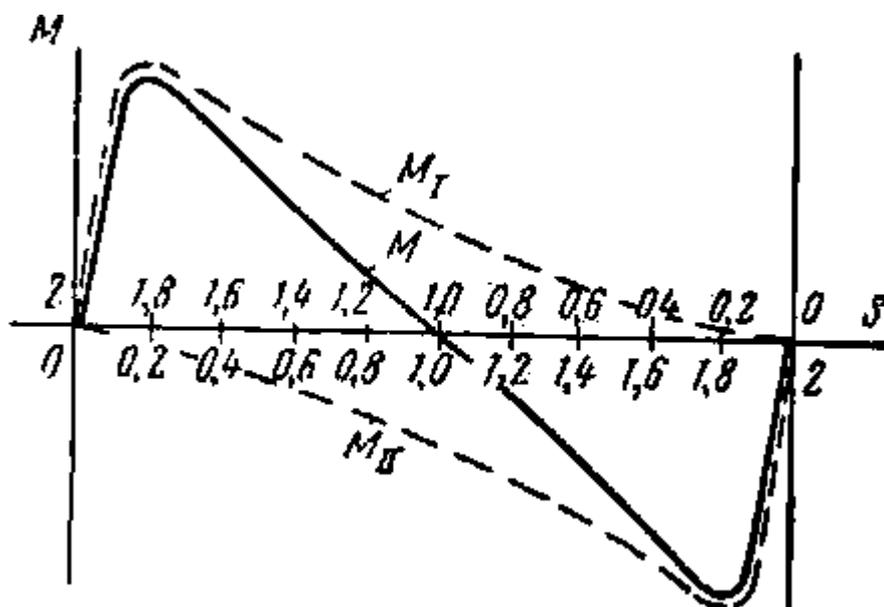


Рис. 2.8. Кривые зависимости вращающих моментов M_1 , M_n и результирующего момента M от скольжения S

Пуск электродвигателя с помощью посторонних усилий неудобен. Поэтому на статоре помимо рабочей укладывается еще пусковая обмотка, сдвинутая в пространстве на угол 90° электрических градусов по отношению к рабочей обмотке. Если еще при этом токи в обмотках будут сдвинуты по фазе на угол, близкий 90° , то такая система при подключении обмоток к сети однофазного переменного тока вызовет вращающееся магнитное поле. Оно будет несимметричным, но создаваемый им момент получается достаточным для пуска электродвигателя в ход. Когда ротор придет во вращение, пусковую обмотку отключают от сети, так как она рассчитывается на кратковременную работу. Для получения сдвига токов по фазе последовательно с пусковой обмоткой включается активное сопротивление или емкость.

В некоторых электродвигателях пусковая обмотка изготавливается из провода меньшего сечения (как, например, в АОЛБ), благодаря чему ее активное сопротивление значительно больше, чем у рабочей обмотки, и для пуска дополнительное сопротивление не ставится. Соответствующий подбор величины емкости позволяет осуществить сдвиг токов по фазе на 90° , что дает значительное увеличение пускового момента. Такие электродвигатели называются однофазными асинхронными с конденсаторным пуском. У них

пусковую обмотку с последовательно включенным конденсатором после пуска выключают ручным способом или автоматически с помощью центробежного выключателя.

Получили распространение и так называемые конденсаторные асинхронные электродвигатели, у которых пусковая обмотка с последовательно присоединенной емкостью C_p остается включенной во время работы. Пусковой момент у них составляет 60% номинального. Иногда последовательно с емкостью включается и активное сопротивление. Выпускаются конденсаторные двигатели с двумя конденсаторами — C_n для пуска и C_p для работы. В таких электродвигателях пусковой момент значительно выше (200% от M_n), и они применяются в приборах и машинах с тяжелыми условиями пуска.

Конденсаторные асинхронные электродвигатели имеют сравнительно высокие коэффициент полезного действия (60...75%) и коэффициент мощности (0,8...0,95). Изменение направления вращения электродвигателей можно производить переключением концов рабочей или пусковой обмоток.

2.4. Однофазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутыми витками на полюсах

В последние годы получили распространение однофазные асинхронные электродвигатели с явно выраженными полюсами на статоре (рис. 2.9). Сердечники полюсов имеют вырезы, которые расщепляют полюсы на две неравные части. На меньшую часть надевается короткозамкнутая обмотка в виде медного кольца, а рабочая однофазная обмотка укладывается на весь полюс. При подключении рабочей обмотки к сети однофазного переменного тока возникает пульсирующий магнитный поток, который возбуждает в короткозамкнутом витке ток, препятствующий нарастанию магнитного потока в этой части полюса.

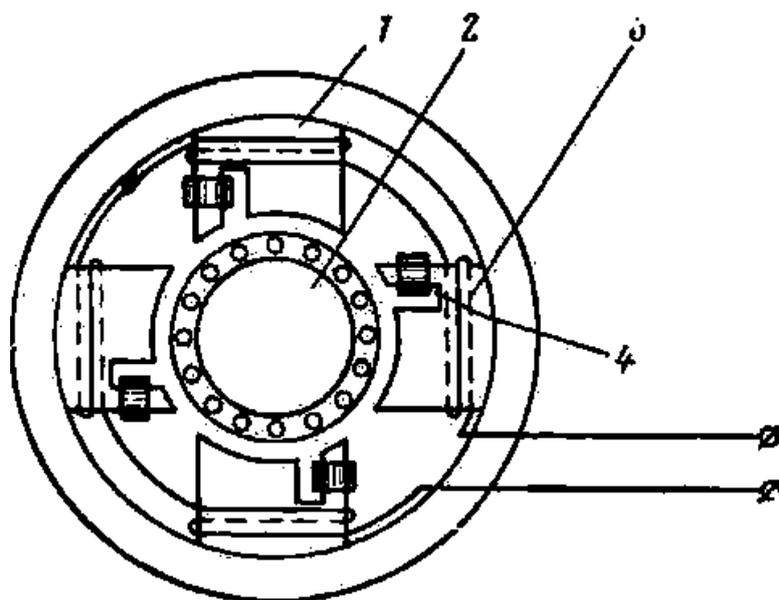


Рис.2.9. Однофазный асинхронный электродвигателя с короткозамкнутыми витками на полюсах: 1 - статор; 2 - короткозамкнутый ротор; 3 - рабочая обмотка; 4 - короткозамкнутый виток

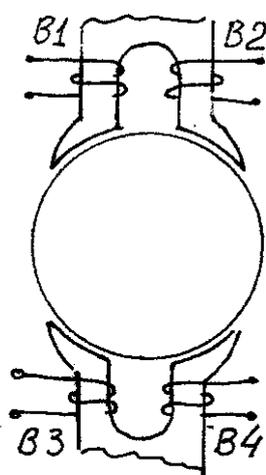


Рис.2.10. Схема реверсивного однофазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутыми витками на полюсах

Таким образом, магнитные потоки под частями расщепленного полюса оказываются сдвинутыми по фазе и в пространстве относительно друг друга, т. е. образуется вращающееся магнитное поле, которое, взаимодействуя с наведенными им в обмотке ротора токами, вызывает вращающий момент. Между полюсными наконечниками помещают магнитные шунты в виде

стальных пластинок, улучшающих пусковые и рабочие характеристики электродвигателя. Мощность таких электродвигателей не превышает 500 Вт. Они применяются для приводов, не требующих больших пусковых моментов, например для бытовых вентиляторов, электропроигрывателей и других приборов. Электродвигатели этой конструкции имеют одно направление вращения – в сторону расположения короткозамкнутых витков.

Для изменения направления вращения используются двигатели, в которых короткозамкнутые витки расположены по обе стороны явно выраженных полюсов. При закорочивании обмоток В1 и В4 (рис.2.10) ротор вращается против часовой стрелки. При закорочивании обмоток В2 и В3 – по часовой стрелке.

2.5. Типы и схемы включения однофазных асинхронных двигателей

Таким образом, однофазные асинхронные электродвигатели по способу пуска можно подразделить на электродвигатели с пусковой обмоткой повышенного сопротивления, отключаемой после пуска; двигатели с конденсаторным пуском; конденсаторные и с пусковыми короткозамкнутыми витками на расщепленных полюсах.

Особенности конструкции и область применения. Электродвигатели с пусковой обмоткой повышенного сопротивления нашли широкое применение в приборах и машинах бытового назначения. К ним относятся электродвигатели типа АОЛБ-22-4Л, АОЛБ-22-4, АОЛБ-22-4С, АОЛБ-22-4П, ДАО. ДАОГ, ДАОА, АНЛБ2-12-2Н, МСМ-0.2М, МА21/4, ДХМ-2, ДХМ-3, ДХМ-5.

У всех электродвигателей пусковая обмотка имеет большее активное сопротивление, чем рабочая, и отключается после пуска при помощи центробежного выключателя или пускателя ПНВС-10.

Уровень шума работающих электродвигателей не превышает 38...78 дБ на расстоянии 1 м. Причем, шум наиболее низкий у электродвигателей, предназначенных для электропроигрывателей, звукозаписывающей аппаратуры и магнитофонов - колеблется от 38 до 46 дБ.

Электродвигатели АОЛБ-22-4, АОЛБ-22-4С, АОЛБ-22-4П и АОЛБ-22-4Л предназначены для привода стиральных машин «Вятка», «Приморье», «Белка», «Донбасс», «Киев» и др. Устройство этих двигателей было описано ранее. Особенности конструкции являются: исполнение электродвигателей АОЛБ-22-4Л, АОЛБ-22-4, АОЛБ-22-УМ закрытое с самовентиляцией, рабочее положение произвольное с одним выступающим концом вала, форма крепления - на лапах; исполнение электродвигателя АОЛБ-22-4С закрытое с естественным охлаждением, форма крепления фланцевая, с одним выступающим концом вала. Все электродвигатели имеют продолжительный режим работы. Схема включения их показана на рис. 25. Она содержит центробежный выключатель для отключения пусковой обмотки и температурное токовое реле типа РТ-10 для отключения электродвигателя при перегрузке.

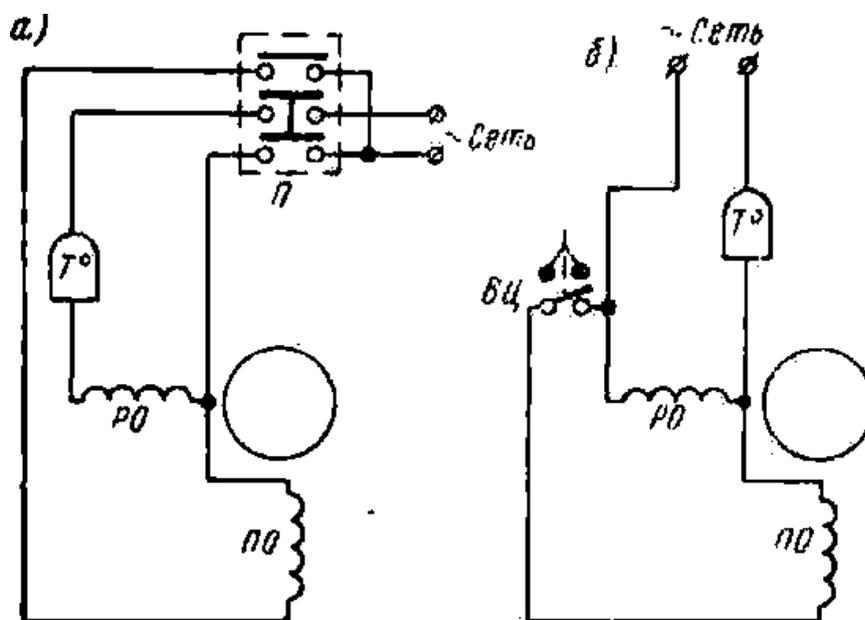


Рис. 2.11. Электрические схемы включения электродвигателей: а - ДХМ и ДАО; б - АОЛБ: ПО - пусковая обмотка; РО - рабочая обмотка; Т° - температурное реле РТ-10; П —пускатель ПНВС-10; ВЦ — выключатель центробежный

Электродвигатели ДАО, ДАОГ и ДАОА предназначены для привода стиральных машин «Уссури», «Алма-Ата», «Ока-5», «Волга», «РЭЗ», «Киргизия» и др. В отличие от электродвигателей типа АОЛБ они не имеют специального корпуса. Исполнение их открытое с самовентиляцией; по способу

крепления — горизонтальное (ДАОГ) и вертикальное (ДАО); режим работы продолжительный. Электродвигатель ДАОА изготавливается с алюминиевой обмоткой. Электрическая схема включения показана на рис. 26. Пусковая обмотка у этих электродвигателей отключается при помощи пускателя ПНВС-10.

Электродвигатели МСМ-0,2М и МА21/4 предназначены для привода стиральных машин «Ревтруд» и «Харьков». Пусковая обмотка у них отключается с помощью центробежного выключателя. Электродвигатель МСМ-0.2.М закрытого исполнения с естественным охлаждением и креплением на лапах; его рабочее положение - вертикальное с одним выступающим концом вала. Электродвигатель имеет шариковые радиальные подшипники качения. Режим работы продолжительный.

Электродвигатель МА21/4 защищенного исполнения с самовентиляцией; рабочее положение у него горизонтальное с одним выступающим концом вала. Электродвигатель выполнен на металлокерамических подшипниках скольжения. Режим работы повторно-кратковременный. Форма крепления — подвесная.

Электродвигатели ДХМ-2, ДХМ-3 и ДХМ-5 предназначены для привода компрессоров домашних холодильников и имеют следующие отличительные конструктивные особенности: неявно полюсный статор с распределенной рабочей и пусковой обмоткой и короткозамкнутый ротор. Эти электродвигатели поставляются в разобранном виде (статор и ротор) и собираются на общем валу вместе с компрессором в герметическом кожухе. Рабочее положение горизонтальное. Режим работы продолжительный. Электрическая схема включения аналогична приведенной на рис. 2.11.

Основные технические данные электродвигателей приведены в табл. 6.

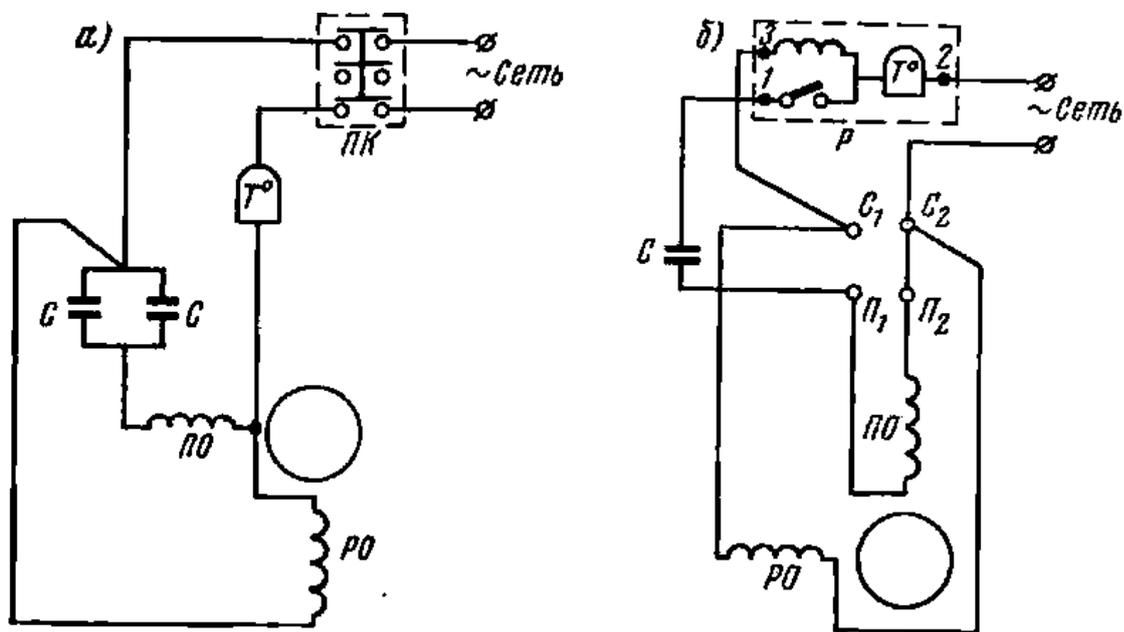


Рис.2.12. Электрические схемы включения электродвигателей: а - АОЛГ; б – АВЕ; ПК – пучковая кнопка; С- конденсатор пусковой обмотки; Р – реле РТП-1; 1, 2, 3 – выходные концы

Электродвигатели с конденсаторным пучком в приборах и машинах бытового назначения нашли незначительное применение. К ним относятся электродвигатели типа АОЛГ-22-4С и АОЛГ-22-4СЦ.

Электродвигатели АОЛГ-22-4СЦ применяются для привода насосов для колодцев, а АОЛГ-22-4С – для привода стиральных машин «Тула-2» и «Тула-6». Их конструкции аналогичны электродвигателям серии АОЛБ.

Таблица 2.3. Технические данные асинхронных двигателей с пусковой обмоткой повышенного сопротивления

Параметры	Типы электродвигателей							
	ДХМ-2	ДХМ-3. ДХМ-5	ДАО, ЛАОГ ДАОА	АОЛБ- 22-4Л	АОЛВ-22-4	АНЛБ-2 12-211	МСМ-0,2М	МА21-4
Напряжение, В	220	127,220	127 или 220	220	127 или 220	220	127 или 220	127 или 220
Мощность, Вт: потребляемая	150	155	350	350	340	600	280	380
полезная	100	93	180	180	180	400	180	184
Ток, А..	1,05	2,18/1,26	3,5/2,1	2,5	2,5/1,3	3,6	2,95/1,7	5,0/2,9
Скорость, об/мин.	2885		1420	1420	1420	2880	1400	1425
Сos φ	0.64	1440	0.67	0,62	0,62	0,77	0.75	0,56
$M_{ном.}$, кг/см	3,5	0,53	10,3	—	—	—	—	—
Фактическое превышение температуры обмоток, °С	57	45	65	65	65	75	65	65
$I_{пуск}/I_{ном}$	5...7	5...7	5,5	6,0	7,5	8,5	9,0	8,0
Вес, кг	3	5.3	7,8	8,0	9,2/9,6	15,5	8,7	12
Срок службы, мес	120	120	24	1,9	24	3	21	3

Электродвигатель АОЛГ-22-4С реверсивный, выпускается с одним или двумя выходными концами вала. Электрическая схема включения (рис.2.12) содержит пускозащитное реле, которое служит для включения пусковой обмотки с конденсатором при пуске электродвигателя и отключения ее после пуска, а также защиты электродвигателя от перегрузки.

Технические данные электродвигателей АОЛГ-22-4С и АОЛГ-22-4СЦ

Напряжение, В.....	220
Мощность, Вт:	
потребляемая.....	500
полезная.....	250
Ток, А.....	2,5
Скорость вращения, об/мин.....	1400
Cos φ.....	0,62
M _{макс} , кг·см.....	34,8
I _{пуск} /I _{ном}	4
Фактическое превышение температуры обмоток, °С.....	60 и 64
Вес, кг.....	9 и 9,5
Срок службы, ч.....	3000

Конденсаторные электродвигатели широко применяются в приборах и машинах бытового назначения. К ним относятся электродвигатели типа АВЕ-071-4см, ЛВЕ-072-4см, ДЦСМ-1, КД-2, КД-3,5, КД-50, КД-П. КД-7. КДР, АД-5. ДВА-УЗ. Пусковая обмотка и конденсатор у этих электродвигателей остаются включенными при работе. В схемах некоторых из них последовательно с пусковой обмоткой включается дополнительно к конденсатору активное сопротивление.

Электродвигатели АВЕ-071-4см и АВЕ-072-4см предназначены для привода стиральных машин «Кама-5», «Снежника», «Красная заря», «Башкирия», «Толия», «Нистру», ЗБСМ, «Сибирь-ЭЛ», «Харьковчанка». У этих электродвигателей вместо специального корпуса используется пакет стали статора, который под давлением заливается алюминиевым сплавом таким образом, что образуются нажимные кольца и стягивающие их четыре стержня.

В продольных канавках стержней располагаются винты, стягивающие подшипниковые щиты. Наружный диаметр нажимных колец равен наружному диаметру статорных листов, поэтому в местах, свободных от литых стержней, нажимные кольца являются продолжением цилиндрической поверхности пакета статора. Подшипниковые щиты также выполнены под давлением из алюминиевого сплава и в поперечном сечении повторяют конфигурацию статора.

Электродвигатели имеют закрытое или защищенное исполнение с самовентиляцией. Рабочее положение у них произвольное. Выполняются электродвигатели на подшипниках качения. Режим работы - повторно-кратковременный, ПВ = 80% с продолжительностью рабочего цикла 10 мин. Электрическая схема включения показана на рис. 2.12.

Электродвигатель ДЦСМ-1 — конденсаторный с постоянно включенной емкостью в цепи пусковой обмотки, предназначен для привода центрифуги бытовой стиральной машины. Конструктивно он почти не отличается от электродвигателей АВЕ. Стяжные винты с одной стороны выступают и служат для крепления к стиральной машине. Рабочее положение электродвигателя вертикальное с двумя выходными концами вала. Рабочий цикл следующий:

15 *сек* — режим короткого замыкания при номинальном напряжении,

3 *мин* 45 *сек* — рабочий режим с номинальной нагрузкой при номинальном напряжении и 2 *мин* пауза.

Электродвигатели КД-50 предназначены для привода кухонных вентиляторов; КДР — для привода электрополотенца; КД-2, КД-3, КД-П и АД-5 — для привода магнитофонов «Гинтарис», «Айдас», «Астра». «Соната», «Тембр»; КД-7М, ДВА-УЗ — для привода звукозаписывающей аппаратуры. По конструкции эти электродвигатели похожи на электродвигатели серии АВЕ.

Исполнение электродвигателей КД-50, КД-2, КД-3,5 защищенное с самовентиляцией. Выполнены они на металлических подшипниках скольжения. Остальные электродвигатели имеют открытое исполнение с естественным охлаждением и бронзовые подшипники скольжения. У КД-50 и КДР в цепи

пусковой обмотки постоянно включена емкость, а у остальных последовательно с емкостью включено активное сопротивление. Режим работы всех электродвигателей, кроме КД-П и КДР, продолжительный, электродвигателя КДР повторно-кратковременный, ПВ = 90% с продолжительностью непрерывной работы 40 сек. У всех электродвигателей, кроме КД-П, ротор короткозамкнутый.

Таблица 2.4. Технические данные асинхронных конденсаторных электродвигателей

Параметры	Типы электродвигателей					
	ДЦСМ-1	АВЕ-071-4см	ЛВЕ-072-4см	ЭДГ-1	ЭДГ-1М	ЭДГ-2П
Напряжение, В	127/ 220	220	220	127	127	127
Мощность, Вт потребляемая	200	—	—	12	45	20,5
	100	280	270	1,2	1,65	18
Ток, А	2,0/1,1	1,4	2.1	0,105	0,19	0,185
Скорость вращения, об/мин	2750	1350	1400	2750	2800	2600
Сos φ	0,95	0.95	0,95	0,92	0,95	0,877
M _{ном} , кг·см	3,5	19,5	35	-	-	-
I _{пуск} /I _{ном}	3,2	3,5	3,5	-	-	-
Фактическое превышение температуры обмоток. °С	65	58	54	65	100	95
Вес, кг	5,3	6,5	8,2	0,6	0.85	-
Срок службы, ч	3000	1000	1000	-	600	-
Емкость конденсатора пусковой обмотки, мкФ	30/10	4	8	1,2	1.0	-

Электродвигатель КД-П для получения более мягкой характеристики имеет разомкнутую беличью клетку. Он рассчитан для работы в режиме, близком к короткому замыканию при напряжении 90 в в течение 30 мин (подмотка), и в режиме, близком к холостому ходу при напряжении 200 В в течение 3 мин (перемотка). Основные технические данные конденсаторных электродвигателей приведены в табл. 2.4. и 2.5.

Таблица 2.5. Технические данные асинхронных конденсаторных электродвигателей

Параметры	Типы электродвигателей							
	КД-2	КД-3,5	КД-10	КД-11	КД-7М	КДР	АД-5	ДВА-УЗ
Напряжение, В	127	127	220	90/200	127	220	127	220
Мощность, Вт: потребляемая	40	28	90	28/93	50	100	35	92
полезная	6	6	50	-	10	25	5.2	30
Ток, А	0,35	0,21	0,37	0,28/0,8	0,4	0,29	0,35	0,45
Скорость вращения, об/мин	1420	1400	2750	-	1470	2750	1450	1410
Сos φ	0,84	0,92	0,95	0,92	-	0,96	-	0,92
$M_{ном}$, кг·см	0,41	0,42	2,6	-	0,25	0,7	-	-
$I_{пуск}$, А	0,55	0,35	0,9	-	-	0,65	-	-
Емкость конденсатора пусковой обмотки, мкФ	2,5	2	3,5	2,5	4	2	2	2,5
Добавочное сопротивление пусковой обмотки, Ом	500	500	-	500	270	-	500	500
Вес, кг	1,7	1,0	2,4	1,6	1,6	1,1	1,35	4,5
Фактическое превышение температуры обмоток, °С	55	45	55	65	65	60	45	60

Электродвигатели с пусковыми короткозамкнутыми витками на полюсах в последнее время находят широкое применение в приводах, не требующих большого пускового момента. К ним относятся электродвигатели типа СМ-7, МАИ4, ДВП-1, ДВН-8, ВО-1, ВО-2, НВ-62. ВН-7, ТВ-1, ВНЦ-1.

Эти электродвигатели по конструкции статора отличаются от всех однофазных асинхронных. Статор у них с явно выраженными полюсами, расщепленными на две неравные части. На меньшую часть надет короткозамкнутый виток, а основная обмотка надета на весь полюс. Короткозамкнутый виток служит для создания вращающегося магнитного поля, необходимого для пуска электродвигателя.

Электродвигатель СМ-7 предназначен для привода стиральных машин «Урал». Он имеет открытое исполнение, встраиваемое в машину. На вал

насажена крыльчатка для самовентиляции. Электродвигатель выполнен на самоустанавливающихся бронзографитовых подшипниках скольжения. Режим работы повторно-кратковременный, ПВ = 60% с продолжительностью непрерывной работы 10 мин. Электрическая схема включения показана на рис. 2.7.

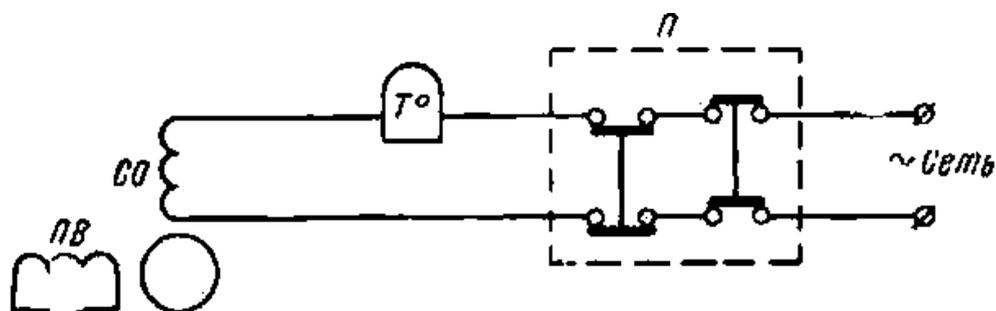


Рис. 2.13. Электрическая схема включения электродвигателя СМ-7:
 П - пускатель; СО - статорная обмотка; ПВ - пусковые короткозамкнутые
 витки

Электродвигатели МА11/4 и ДВП-1 по конструкции похожи на электродвигатель СМ-7. Особенностью является то, что они выполнены с двумя выходными концами вала, на один из которых насажен вентилятор, а второй конец имеет червячную резьбу и соединяется с редуктором поворота. Корпус редуктора отлит заодно с подшипниковым щитом. Исполнение электродвигателей открытое встраиваемое с самовентиляцией. Режим работы продолжительный. Электродвигатели выполнены на металлокерамических подшипниках скольжения.

Электродвигатели оконных вентиляторов ВО-1 и ВО-2, а также ДВН-8 для вентилятора ВН-8 отличаются от электродвигателя МА11/4 конструкцией подшипниковых щитов. Они выполнены в защищенном исполнении с естественным охлаждением. Электродвигатели вентиляторов НВ-62 и ВН-7 имеют открытое исполнение с естественным охлаждением и встраиваются в пластмассовые корпуса вентиляторов. Рабочее положение их горизонтальное с одним выступающим выходным концом вала. Режим работы продолжительный. Электродвигатели выполнены на подшипниках скольжения.

Электродвигатели вентиляторов ТВ-1 и ВЦ-1 имеют на явно выраженных полюсах статора две обмотки, благодаря чему могут работать на разных скоростях вращения. Переключение скоростей осуществляется включением одной или двух обмоток статора. Исполнение их открытое встраиваемое с естественным охлаждением. Рабочее положение горизонтальное с одним выступающим концом вала. Электродвигатели выполнены на бронзографитовых подшипниках скольжения. Основные технические данные электродвигателей с пусковыми короткозамкнутыми витками на полюсах приведены в табл. 2.5.

2.6. Однофазные синхронные реактивные электродвигатели

Синхронный реактивный электродвигатель имеет трехфазный или однофазный статор и ротор с явно выраженными полюсами, но без обмотки возбуждения. В этом случае машина возбуждается не со стороны ротора, как в обычных синхронных электродвигателях, а со стороны статора за счет реактивной составляющей тока, поступающей из сети в его обмотку. Эта составляющая тока в статоре создает магнитный поток возбуждения электродвигателя. При включении трехфазной обмотки статора реактивного электродвигателя в сеть по ней будет протекать трехфазный ток, создающий вращающееся магнитное поле. В неподвижном состоянии ротора это поле будет намагничивать роторные полюса, и ротор будет стремиться ориентироваться вдоль индукционных линий поля.

Если ротор трехфазного реактивного электродвигателя посторонним воздействием довести до синхронной скорости, то весь поток статора, кроме потоков рассеяния, замкнется через ротор. Если электродвигатель работает на холостом ходу и если при этом пренебречь потерями в полюсах ротора, то ось поля последнего совпадет с осью вращающегося поля статора, т. е. угол между ними будет равен нулю. При нагрузке двигателя тормозной момент, приложенный к ротору, заставит ось ротора сдвинуться от оси вращающегося поля статора на угол, соответствующий значению тормозного момента. Поле

статора будет увлекать за собой ротор, так как индукционные линии поля будут стремиться пройти по кратчайшему пути. Принцип работы реактивного двигателя основывается на том же упругом действии индукционных линий, что и в обычном синхронном электродвигателе.

Таким образом, вращающий момент, созданный в реактивном двигателе, обуславливается различной магнитной проводимостью по продольной и поперечной оси электродвигателя. В электродвигателе с цилиндрическим ротором реактивный момент отсутствует, так как проводимость ротора по обеим осям одинакова.

Раскручивать ротор до синхронной скорости, чтобы электродвигатель втянулся в синхронизм, с помощью постороннего воздействия (разгонный электродвигатель) сложно и неудобно. Поэтому чаще всего применяют асинхронный способ пуска. В этом случае ротор реактивного электродвигателя снабжается пусковой короткозамкнутой обмоткой. Она выполняется в виде стержней, расположенных в полюсных наконечниках ротора, которые могут быть замкнуты кольцами (т. е. выполнены аналогично короткозамкнутой обмотке асинхронных электродвигателей) либо разрезными — в этом случае стержни каждого полюса замыкаются в торцах накоротко дугами.

Втягивание в синхронизм в реактивных двигателях осуществляется только за счет реактивного момента, который намного меньше синхронизирующего момента обычного синхронного электродвигателя с возбуждением. Для того чтобы реактивный момент обеспечил втягивание в синхронизм, необходимо раскрутить ротор до скорости вращения, возможно более близкой к синхронной. Поэтому пуск реактивного электродвигателя рекомендуется производить при нагрузке, не превышающей 0,25...0,30 от номинальной.

Несмотря на имеющиеся недостатки, реактивные двигатели находят применение в схемах синхронной связи и сигнализации, в телемеханике, радиолокации, а также в приборах и машинах бытового назначения, где требуется постоянная скорость вращения при изменении нагрузки от нуля до

Таблица 2.5. Технические данные асинхронных электродвигателей с короткозамкнутыми витками на полюсах

Параметры	Типы электродвигателей								
	СМ-7	МАП14	ДВП-1	ДВН-8	ВО-1 ВО-2	НВ-60	ВН-7	ТВ-1	ВНЦ-1
Напряжение, В	220	127 или 220	127 или220	127 или 220	220	127 или 220	220	127	220
Мощность, Вт: потребляемая полезная	500 130	55 10	45 4	25 3,5	35 5	28 5	25 2,5	10/17 0,5+0,9	10/17 -
Ток, А	3,9	0,52/0,38	0,3	9,25/0,15	0,25	0,25/0,15	0,15	0,1/0,16	-
Скорость вращения, об/мин	1320	1300	1200	2750	1120	2200	2400	1200/1900	1400/2000
Сos φ	0,5	0,6	0,62	0,7	0,64	0,74	0,75	0,8	-
M _{ном.} кг·см	16	0,720	0,43	0,165	0,55	-	0,175	-	-
I _{пуск} /I _{ном}	1,7	-	1,2	1,4	1,3	1,3	1,35	-	-
Фактическое превышение температуры обмоток, °С	65	68	70	60	43	55	52	50	-
Вес, кг	7	1,7	0,9	0,71	1,4	0,96	0,6	0,35	0,35
Срок службы, ч	-	2500	4000	4000	-	2000	-	500	500

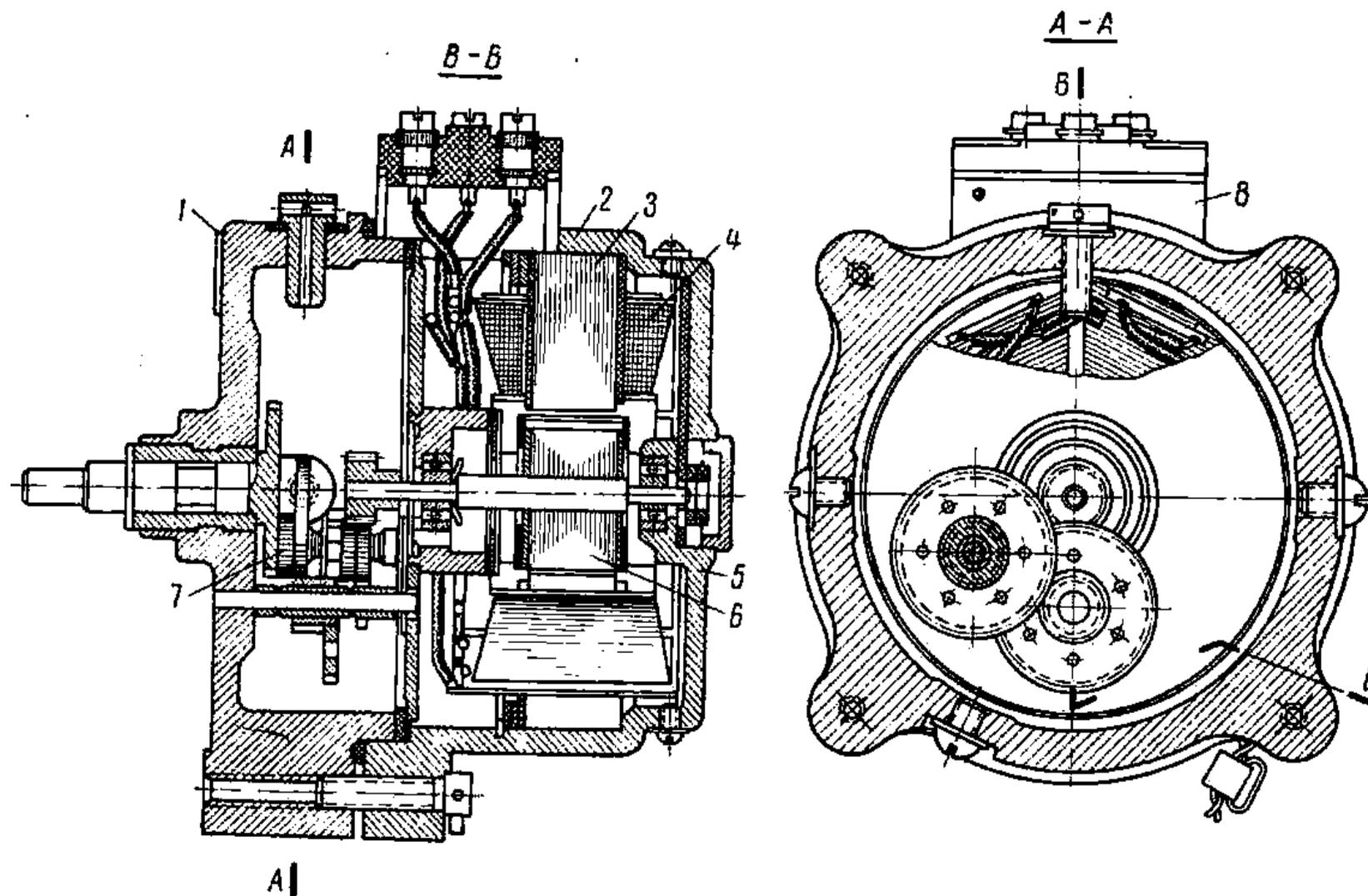


Рис.2.14. Общий вид и разрез электродвигателя серии СД: 1 – крышка редуктора; 2 – корпус; 3 – сердечник статора; 4 – обмотки статора; 5 - подшипниковый щит; 6- ротор; 7 – редуктор; 8 – коробка выводов

номинальной. Кроме того, реактивные электродвигатели просты по конструкции и надежны в эксплуатации.

Устройство и принцип действия. Конструктивное выполнение однофазных реактивных электродвигателей отличается значительным разнообразием. Статор изготавливается в двух исполнениях: обыкновенный неявнополюсный с пазами и распределенными в них обмотками и явно полюсный с обмотками в виде катушек, надетых на полюсы. Конструкция ротора может быть одного из следующих типов: явно полюсный ротор обычной конструкции, секционированный явно полюсный, зубчатый и явно полюсный с беличьей клеткой.

В машинах и приборах бытового назначения чаще всего применяются электродвигатели с явно полюсным статором и короткозамкнутым явно полюсным ротором. Для примера рассмотрим конструкцию однофазного реактивного электродвигателя типа СД-54 (рис. 2.14). Корпус и подшипниковые щиты у него отливаются под давлением из алюминиевого сплава А-11. Передний подшипниковый щит одновременно является и корпусом редуктора, который служит для уменьшения скорости вращения.

Сердечник статора явно полюсный собирается из листов электротехнической стали. На полюсах размещаются две обмотки: рабочая и пусковая. Последовательно пусковой обмотке включен конденсатор. Сердечник ротора набирается из штампованных листов электротехнической стали, образующих после сборки, явно выраженные полюса, и напрессовывается на вал. Такая конструкция ротора отвечает основному требованию - различию проводимости по продольной и поперечным осям. Короткозамкнутая обмотка образуется медными стержнями, заложенными в полюсных наконечниках, и двумя короткозамыкающими кольцами, припаянными серебряным припоем. В электродвигателе СД-54 установлены шариковые подшипники качения. В электродвигателях других типов применяются и подшипники скольжения.

Для пуска в ход (создания вращающегося магнитного поля) в однофазных реактивных двигателях, так же как и в однофазных асинхронных, в пазы статора

заложены две обмотки: рабочая и пусковая, сдвинутые в пространстве на угол 90° . Для сдвига токов по фазе на угол, близкий 90° , последовательно с пусковой обмоткой включают конденсатор. Такой электродвигатель называется конденсаторным реактивным.

Пусковая обмотка с конденсатором остается включенной и при работе электродвигателя. Векторная диаграмма его приведена на рис. 29. Ток I_1 в рабочей обмотке PO , подключенной к сети, отстает от напряжения на угол φ_1 , обусловленный наличием намагничивающего тока и индуктивного сопротивления обмотки. Ток I_2 в пусковой обмотке $ПО$, включенной через конденсатор C , опережает напряжение на угол φ_2 . Емкость конденсатора должна быть выбрана таким образом, чтобы максимальные значения намагничивающих сил обеих обмоток были равны и сдвинуты на угол 90° .

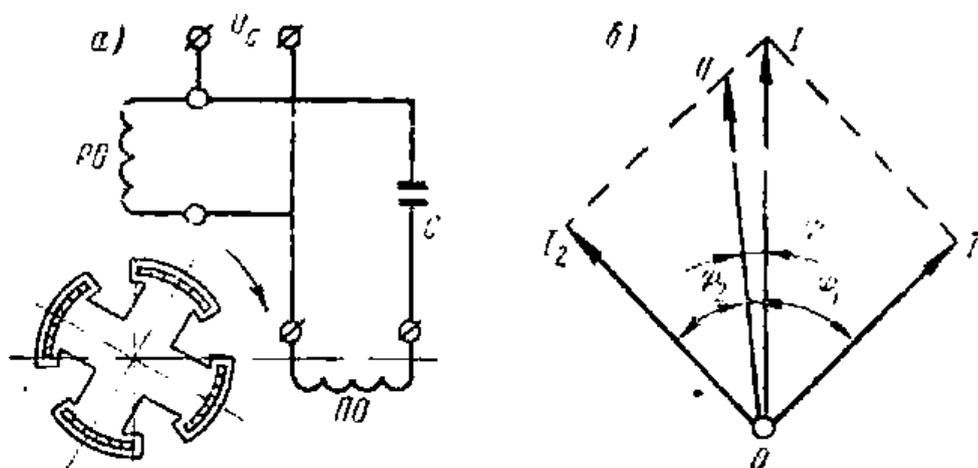


Рис. 2.15. Принципиальная электрическая схема (а) и векторная диаграмма (б) конденсаторного реактивного электродвигателя

Таким образом, если обмотки будут сдвинуты в пространстве на угол 90° , а токи в них будут сдвинуты по фазе на угол, близкий к 90° , то при подключении их к сети однофазного переменного тока возникнет вращающееся магнитное поле. Оно будет несимметричным, но создаваемый им момент при взаимодействии с токами в короткозамкнутой обмотке ротора получается достаточным для пуска электродвигателя в ход. Более подробно о создании

вращающегося магнитного поля двумя однофазными обмотками сказано при описании принципа действия однофазного асинхронного электродвигателя.

Особенности конструкции и область применения. Электродвигатель типа СД-09Л предназначен для привода аппарата АСВ-1 для сушки волос и может быть использован для привода других механизмов.

Электродвигатель конденсаторный с короткозамкнутым ротором. Он имеет закрытое исполнение с естественным охлаждением и фланцевую форму крепления. Рабочее положение произвольное с одним выступающим концом вала. Режим работы продолжительный. Двигатель выполнен на шариковых радиальных подшипниках качения П60029.

Электрическая схема включения аналогична схемам включения асинхронных конденсаторных электродвигателей. Концы рабочей и пусковой обмоток выведены на клеммную панель из пластмассы, которая крепится к подшипниковому щиту. Пусковая обмотка и конденсатор, включенный с ней последовательно, остаются включенными при работе электродвигателя.

Технические данные электродвигателя СД-09Л

Напряжение, В.....	220
Мощность, Вт:	
потребляемая.....	40
полезная	9
Потребляемый ток при холостом ходе, А.....	0,2
Скорость вращения, об/мин.....	3000
$M_{ном}$, кг·см.....	0.28
Пусковой ток, А.....	1,0
Емкость конденсатора пусковой обмотки, мкФ.....	2,0
Вес, кг.....	3,8

Электродвигатель типа ДВС-У1 конденсаторный с короткозамкнутой обмоткой на роторе с постоянно включенными емкостями и добавочным сопротивлением в цепи пусковой обмотки. Он не имеет специального корпуса.

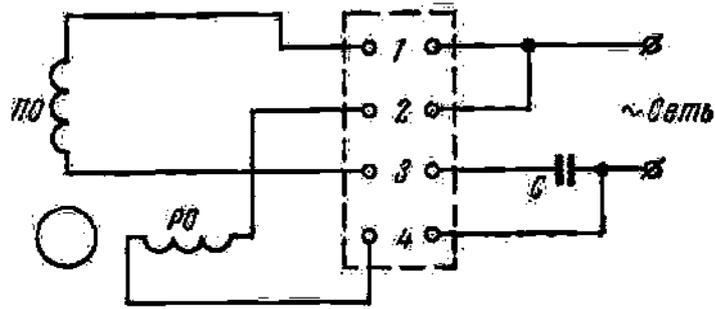


Рис. 2.16. Электрическая схема включения однофазных синхронных электродвигателей: *C* - конденсатор пусковой обмотки; 1, 2, 3, 4 - контакты клеммника; *ПО* - пусковая обмотка; *РО* - рабочая обмотка

Пакет стали статора заливается под давлением алюминиевым сплавом таким образом, что образуются нажимные кольца и три стержня, стягивающие пакет статора. Подшипниковые щиты выполнены литьем под давлением из алюминиевого сплава и стягиваются тремя винтами.

Исполнение электродвигателя открытое с естественным охлаждением. Форма крепления фланцевая. Рабочее положение вертикальное с одним выступающим концом вала, направленным вверх. Электродвигатель реверсивный. Изменение направления вращения осуществляется переключением концов одной из обмоток. Режим работы продолжительный. Выполняется двигатель на бронзовых подшипниках скольжения. Электрическая схема включения дана на рис. 2.16. Концы рабочей и пусковой обмотки выведены на клеммную панель из пластмассы, которая укреплена на подшипниковых щитах.

Технические данные электродвигателя ДВС-У1

Напряжение, В.....	220
Мощность, Вт:	
потребляемая.....	75
полезная.....	12
Ток, А.....	0,4
Скорость вращения, об/мин.....	1500.

cos φ	0,85
Фактическое превышение температуры обмоток, °С.....	60
Емкость конденсатора пусковой обмотки, мкФ.....	2,3
Добавочное сопротивление пусковой обмотки, Ом.....	500
Вес, кг.....	4,3.

2.7. Технические требования к электродвигателям, применяемым в приборах и машинах бытового назначения

Ко всем электродвигателям, применяемым в приборах и машинах бытового назначения, предъявляются общие и специальные технические требования. Общие требования распространяются на все электродвигатели, а специальные определяются особыми техническими условиями заказа на данный тип электродвигателя, в зависимости от его назначения. Основные технические требования следующие:

- 1) полная надежность работы при всех условиях эксплуатации;
- 2) хорошая коммутация коллекторных машин при любых режимах работы;
- 3) обеспечение большой кратности пускового момента электродвигателя по отношению к номинальному;
- 4) достижение минимальных габаритов и весов;
- 5) наличие у коллекторных электродвигателей защиты от радиопомех, создаваемых при работе;
- 6) надежная работа электродвигателей при отклонениях номинального значения напряжения на $\pm 10\%$ и колебаниях температуры от -40 до $4-40^\circ\text{C}$ при относительной влажности $60-70\%$;
- 7) при длительной работе электродвигателей с номинальной нагрузкой превышение температуры обмотки (измеренное методом сопротивления) над температурой окружающей среды для электродвигателей, предназначенных для работы в среде с температурой $+40^\circ$, не должно

превышать +65 С; для работающих в среде с температурой +50° С -55°; для электродвигателей, работающих в среде с температурой + 60° С -40°С;

8) сопротивление изоляции всех токоведущих частей между собой и каждой из них относительно корпуса электродвигателей, измеренное в холодном состоянии (при температуре $\pm 20^{\circ}$ С и относительной влажности окружающей среды 60—70%), должно быть не менее 100 Мом в нагретом состоянии при установившейся температуре не менее 50 Мом;

9) изоляция всех токоведущих частей относительно корпуса должна выдерживать без пробоя испытательное напряжение 1000 В переменного тока промышленной частоты в течение 1 мин при температуре +20° С и относительной влажности 60—70%;

10) электродвигатели должны безотказно работать при тряске с ускорением 70 м/сек² и частоте до 80 ударов в минуту, а также при вибрациях с частотой 10 гц при амплитуде колебаний $1,4 \pm 0,2$ мм;

11) шум электродвигателей, работающих в помещении, не должен превышать 80 дб.

3. ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

3.1. Классификация способов электрического нагрева

Бытовые электронагревательные приборы и установки по способу преобразования электрической энергии в тепловую энергию классифицируются на электрический нагрев сопротивлением и диэлектрический нагрев (рис. 3.1).

Электрический нагрев сопротивлением подразделяется на прямой и косвенный. При прямом нагреве тепло получают при непосредственном пропускании электрического тока через нагреваемый материал. Поэтому нагреваемый материал должен обладать определенной электропроводностью.

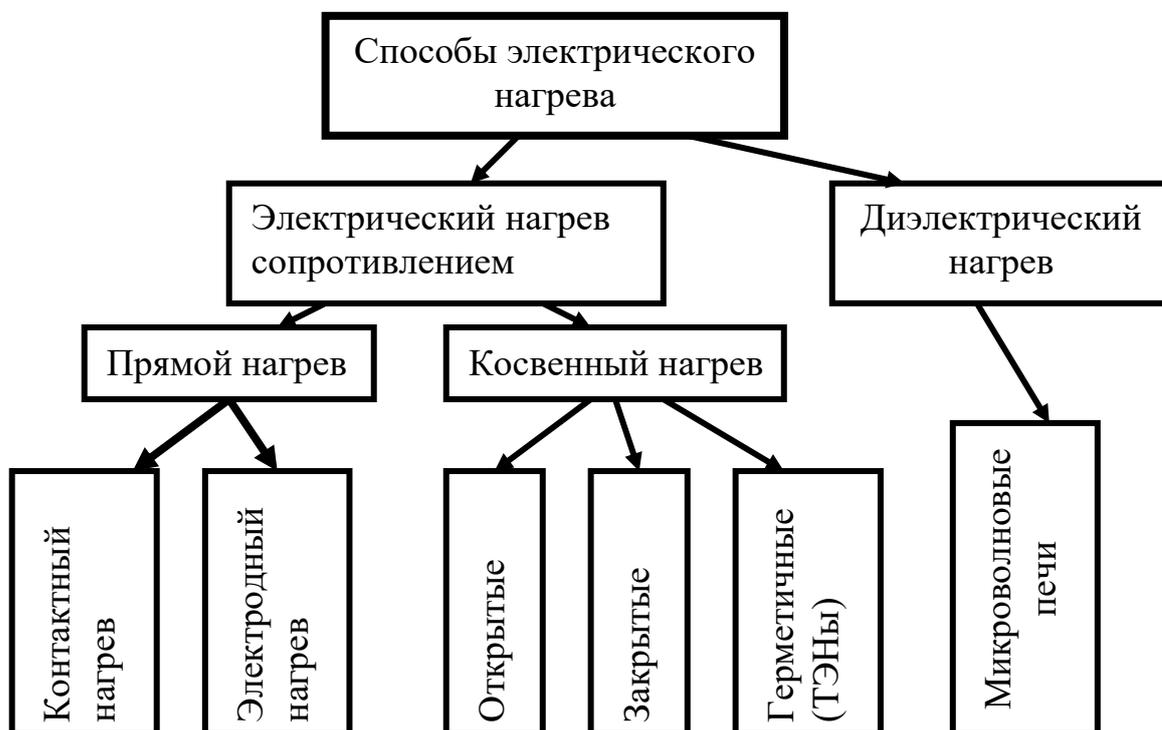


Рис.3.1. Классификация способов электрического нагрева

Проводниковые материалы имеют два вида электропроводности: электронная и ионная. Электронной электропроводностью обладают металлы и их сплавы, графит, уголь. Ионной электропроводностью обладают растворы солей, кислот щелочей, ионизированные газы. Исходя из этого прямой нагрев подразделяется на контактный и электродный. При контактном нагреве для

подвода электрического тока на нагреваемый материал устанавливаются контакты – отсюда и наименование способа. При электродном нагреве в нагреваемый материал погружаются электроды.

При косвенном нагреве сопротивлением электрическая энергия преобразуется в тепловую энергию в специальных нагревателях и передается нагреваемому материалу. Передача тепла осуществляется теплопроводностью, конвекцией, излучением или их комбинацией.

Электрические нагреватели изготавливаются из специальных сплавов, к которым предъявляются следующие требования: высокое удельное электрическое сопротивление, низкий температурный коэффициент сопротивления, жаростойкость, жаропрочность. Этим требованиям наиболее полно отвечают нихромы. Электрические нагреватели бывают открытые, закрытые и герметичные. В бытовых приборах в настоящее время наибольшее применение находят герметичные нагревательные элементы, часто называемые ТЭНами (трубчатые электрические нагреватели). Основным недостатком ТЭНов – невозможность ремонта. Сгоревший ТЭН подлежит замене.

Диэлектрический способ нагрева нашел применение в микроволновых печах, размораживателях и сублиматорах. Однако данный способ нагрева можно успешно использовать для дезинсекции сухих пищевых продуктов, сушки увлажненных продуктов и пр.

3.2. Использование контактного нагрева для нагрева и размораживания водопроводных труб

В фермерских хозяйствах электроконтактный нагрев можно использовать для подогрева открыто расположенных водопроводных труб, а также размораживания открытых и проложенных в земле водопроводных труб. Особенно это актуально для размораживания зарытых в землю труб.

Для этого по обе стороны замороженного участка трубы выкапываются лунки (рис.2.2). Защищаются от ржавчины труба 2. На защищенные участки трубы накладываются медные хомуты 1.

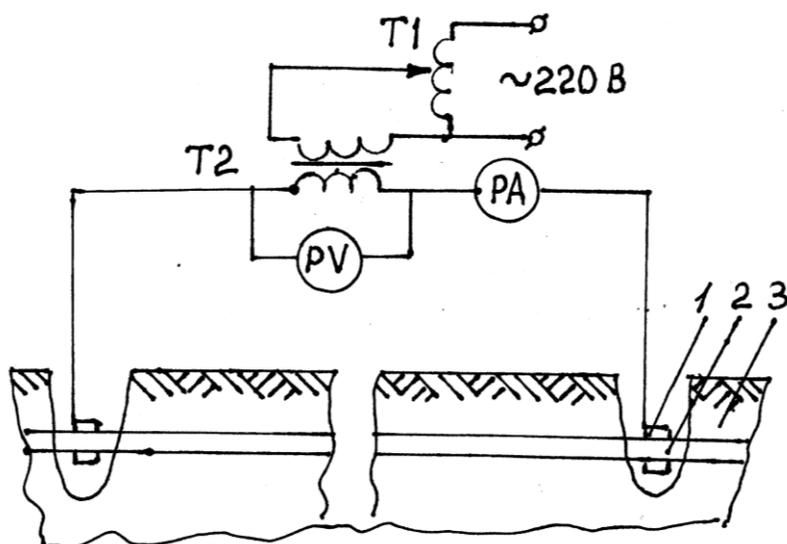


Рис.3.2. Схема размораживания водопроводной трубы: 1 - медный хомут; 2 – замерзшая труба; 3 - почва; T1 - автотрансформатор; T2 – понижающий трансформатор; PA – амперметр; PV - вольтметр

На понижающий трансформатор T2 напряжение подается от автотрансформатора T1. T1 служит для регулирования процесса размораживания. Процесс контролируется амперметром PA и вольтметром PV. В зависимости от длины замороженного участка трубы напряжение нагрева может меняться в пределах от 1 до 12 В. Понижающий трансформатор одновременно служит для отделения глухозаземленной нейтрали сеть 220/380 от земли. Поэтому ток будет протекать только по подключенному участку трубы.

3.3. Электродные водонагреватели и котлы

Электродные водонагреватели и котлы можно использовать для обогрева помещений и подготовки горячей воды, особенно если требуется большая мощность нагрева. Существуют промышленные водогрейные котлы мощность 600 кВт и на напряжение 6 кВ.

**Внимание! Воду, нагретую электродным способом запрещается
употреблять.**

Электродный нагреватель – система электродов, задача которых подвести ток к нагреваемому материалу. Если бак электронагревателя токопроводящий, то он также является элементом системы электродов.

Режимы работы электродных нагревателей зависят от содержания и температуры воды. Например при увеличении температуры воды от 20° до 100 °С, проводимость увеличится ориентировочно в 3...4 раза. Эти особенности электродных нагревателей необходимо учитывать при расчетах и проектировании электродных нагревателей.

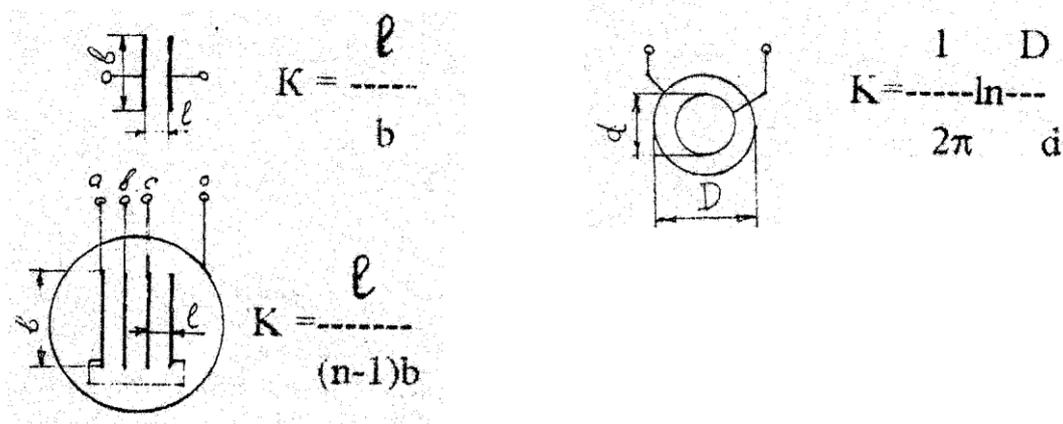


Рис.3.3. Параметры электродных систем и формулы для определения коэффициента геометрической формы системы электродов

Основные параметры электродных нагревателей: число фаз, форма электродов, их размеры, материал электродов и расстояние между ними.

Задача расчета – определение параметров, электродной системы обеспечивающих заданные технологические условия.

Технологические условия расчета: мощность нагревателя, удельное сопротивление воды, начальная и конечная температуры нагрева, время нагрева или производительность.

Расчет электродных нагревателей производится в следующей последовательности.

1. По справочникам выбирается система электродов. При этом необходимо учитывать наличие имеющихся материалов и условия изготовления. На рис. 2.3. приведены некоторые параметры электродных систем и формулы для определения коэффициента геометрической формы системы электродов

2. Определяется мощность нагревателя :

а) для нагревателей периодического действия:

$$P = M C(t_1 - t_2) / (3600 \tau), \quad (3.1.)$$

где M – масса воды, кг;

C – 4.19 кДж/(К кг) – удельная теплоёмкость воды;

t_2 – температура нагрева, К;

t_1 – начальная температура, К;

τ – время нагрева, час.

б) для проточных нагревателей:

$$P = \Pi C(t_2 - t_1) / 3600, \quad (3.2.)$$

где Π – производительность нагревателя, кг/час.

3. Для определения K задаемся параметрами электродной системы. Здесь необходимо учитывать допустимую напряженность электрического поля (250 В/см)

4. Определяется длина электродов:

а) для нагревателей периодического действия:

$$h = [40 M C K \rho_{20} / (U^2 \eta \tau)] \ln [(20 + t_2)/(20 + t_1)], \quad (3.3.)$$

б) для проточных нагревателей:

$$h = [40 \Pi C K \rho_{20} / (U^2 \eta)] \ln [(20 + t_2)/(20 + t_1)], \quad (3.4.)$$

Если h получается большой, то задаются новыми значениями параметров электродной системы и расчет повторяется.

Параметры электродной системы проверяются по допустимой плотности тока. Для плоских стальных электродов допустимая плотность тока не должна превышать 0,5 А/см², а для коаксиальных - 2 А/см². Для электродов из титана и нержавеющей стали, плотность тока не ограничена.

Электродный нагрев можно использовать в следующих процессах фермерских хозяйств:

- а) для термической обработки грубых кормов;
- б) для борьбы с вредителями теплиц;
- в) для насыщения почвы теплиц микроэлементами.

3.4. Электрические нагреватели косвенного нагрева

Конструктивно электронагревательные приборы состоят из корпуса, нагревательного элемента, контактных штифтов, электроизоляционных и теплоизолирующих материалов. Основной частью этих приборов является нагревательный элемент, в котором электрическая энергия преобразуется в тепловую энергию. Нагревательные элементы изготавливаются из проводников, имеющих высокое удельное сопротивление.

Принцип действия электронагревательных приборов основан на том, что при прохождении тока через проводник с высоким удельным сопротивлением, по закону Джоуля - Ленца, количество тепла Q , выделяемого в проводнике с током, пропорционально квадрату тока I^2 , сопротивлению проводника R и времени прохождения тока τ :

$$Q = I^2 R \tau$$

Электрический нагрев путем преобразования электрической энергии в тепловую энергию имеет ряд преимуществ перед другими видами нагрева (на газовых, твердых или жидких топливах), а именно:

- 1) обеспечивает более равномерный нагрев;
- 2) позволяет легко регулировать температуру нагрева в широких пределах изменением силы тока в нагревательном элементе;
- 3) допускает автоматическое включение и выключение в установленное время;
- 4) обеспечивает лучшие гигиенические условия в быту, так как нет открытого пламени, дыма, вредных газов и копоти;
- 5) менее опасен в пожарном отношении.

Электронагревательные приборы значительно облегчают труд, сокращают время на различные домашние работы и имеют высокий коэффициент полезного действия (к. п. д.), который у них составляет 50—70%, а в отдельных случаях достигает 95%, тогда как у нагревательных приборов, работающих на твердом топливе, к. п. д. не превышает 12—20%, на жидком топливе — 20—40%, а на газообразном—50—60%.

Нагревательные элементы. Широкое применение бытовых электронагревательных приборов с проволочными или ленточными нагревательными элементами стало возможно после создания специальных сплавов. Сплавы, из которых изготавливается проволока или лента для нагревательных элементов, должны обладать более высоким удельным сопротивлением, чем медь и другие проводники, что обеспечивает компактность конструкции, и притом весьма мало зависящим от температуры (температурный коэффициент должен быть весьма мал). Кроме того, они должны длительно выдерживать высокую температуру, не расплавляясь и не окисляясь. Больше всего удовлетворяют этим требованиям специальные сплавы — константан, нихром и фехраль. Их состав и важнейшие свойства приведены в табл. 3.1.

Константан — сплав меди с никелем. Выпускается промышленностью в виде проволоки или ленты диаметром или толщиной от 0,03 мм и более. Из-за относительно низкой рабочей температуры (не более 450-500° С) большей частью применяется для изготовления нагревательных элементов кипятильников. Положительным свойством является появление при нагреве на поверхности константановой проволоки пленки окислов, которая обладает электроизоляционными свойствами. Для получения качественной пленки необходим быстрый нагрев (не более 3 сек) до температуры 900° С.

Нихромы — сплав никеля, хрома, железа и марганца. Выпускается промышленностью в виде холоднокатаной проволоки диаметром от 0,2 до 5,5 мм, горячекатаной — от 6 до 10 мм и ленты толщиной от 0,2 до 3,0 мм при ширине от 6 до 30 мм. Достоинством этого сплава является высокая

допустимая рабочая температура (до 1100°C), а недостатком — большое содержание никеля. Нагревательные элементы, изготовленные из нихромовой проволоки или ленты, применяются в электрических плитках, утюгах, чайниках и других бытовых приборах.

Таблица 3.1. Сплавы высокого сопротивления

Параметры	Наименование и марка по ГОСТ			
	Константан	Нихром Х15 НПО	Нихром Х20Н80	Фехраль Х13104
Состав, %:				
Сн	60	-	-	-
Мп	-	1,5	1,5	0,7
Ni	40	55...61	75...78	0,6
Cr	-	15...18	20...23	12...15
Al	-	-	-	3,5...5,5
Fe	-	21...30	1...4	78...83
Плотность, $г/см^3$	8,7...8,9	8,2...8,25	8,4...8,5	7,2...7,4
Удельное сопротивление, Ом·мм ² /м	0,45...0,52	1,02...1,18	1,02...1,27	1,1...1,25
Температурный коэффициент сопротивления при 20° С, град ⁻¹	$5 \cdot 10^{-6}$	$0,17 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-2}$
Теплопроводность, Вт/(см·град)	0,225	0,12	0,13	-
Температура плавления, °С	1260...1275	1380...1390	1400	1450...1480
Наибольшая рабочая температура, °С	450...500	1000	1050...1100	850

Фехраль — сплав железа, хрома, алюминия, марганца и никеля. Выпускается промышленностью в виде проволоки диаметром от 0,2 до 6 мм. Достоинством его является относительная дешевизна (содержание железа 80%), а недостатком - сравнительно низкая допустимая рабочая температура (до 850°C). Нагревательные элементы, изготовленные из фехральной проволоки, применяются в электрических плитках, чайниках, утюгах и др.

Во всех нагревательных элементах токопроводящую проволоку и ленту тщательно изолируют от корпуса, от чего зависит качество и надежность электронагревательных приборов, а также их безопасность в обращении. Электроизоляционные материалы, применяемые для этих целей, должны обладать высокой электрической прочностью, выдерживать частые колебания температуры, не снижая качества изоляции при длительной эксплуатации, иметь малую гигроскопичность, обладать хорошей теплопроводностью и высокой механической прочностью. Для нагревательных элементов с температурой нагрева до 800°С в качестве изолирующих материалов применяют асбестовый картон, фарфор, жароупорный миканит и слюду флагопит. При более высоких температурах нагрева используют электротехническую керамику, шамот, периклаз (MgO_2), получаемый при переплавке окиси магния, и кварцевый песок (SiO_2). Эти материалы используют при максимальной температуре до 1400...1700° С.

При изготовлении нагревательных элементов для компактности прибора проволоку диаметром 0,3—0,6 мм свивают в спираль, а ленту наматывают на плоское электроизоляционное основание. Тепло от нагревательного элемента к нагреваемому телу может передаваться тремя способами:

- 1) передача тепла непосредственным соприкосновением от более нагретого к менее нагретому за счет теплопроводности (в электрических утюгах);
- 2) передача тепла передвижением самих нагретых частиц вещества за счет конвекции (при нагревании воды более легкие слои поднимаются вверх, а на их место опускаются более холодные) ;
- 3) передача тепла излучением (в электрических каминах).

Принцип передачи тепла нагреваемому телу в электронагревательных приборах основан на одном из этих способов либо совмещает два или даже все три способа теплопередачи.

В зависимости от назначения нагревательные элементы выполняются открытыми, закрытыми и герметичными.

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 лучеиспускания. К достоинствам нагревательных элементов открытого типа относятся простота конструкции, быстрота нагрева, легкость ремонта и относительная дешевизна. К недостаткам— возможность замыкания витков спирали внешними предметами, механического повреждения спирали и, кроме того, возможность поражения человека электрическим током при соприкосновении с открытой спиралью.

Нагревательные элементы закрытого типа (рис. 3.4) выполняются из спирали или ленты, помещенных в защитную оболочку из электроизоляционного материала, которая предохраняет их 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 фехральной проволоки. Элементы подобного типа находят применение в чайниках и утюгах. Они просты по устройству, но обладают небольшой механической прочностью, и при поломке изоляционных бус может произойти замыкание спирали на корпус.

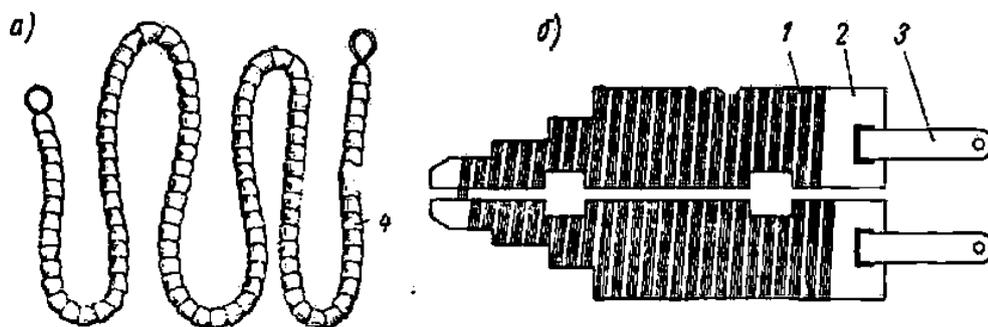


Рис. 3.4. Нагревательные элементы закрытого типа: *а* в защитной оболочке из керамических бус; *б* - пластинчатой; 1 - проволока из нихрома или фехраля; 2 - пластинка из миканита; 3 - контактные выводы элемента; 4 - керамические бусы

Нагревательная спираль в некоторых случаях закладывается в каналы керамического основания, помещенного в металлическом кожухе (бытовой холодильник завода «Газоаппарат»). Такие нагревательные элементы просты, надежны и безопасны, но обладают недостаточно хорошими условиями теплопередачи от спирали к рабочей поверхности нагревательного элемента.

Закрытые нагревательные элементы могут быть выполнены также в виде пластин. В этом случае на пластину из жароупорного миканита наматывается проволока или лента из нихрома или фехрала, после чего сверху и снизу нагревательного элемента укладывают изоляционный жароупорный материал. Для улучшения условий теплопередачи нагревательный элемент прижимают металлической пластиной к внутренней поверхности нагревательного прибора (подошве утюга, дну посуды и пр.). К достоинствам таких элементов можно отнести относительную долговечность и безопасность в обращении, а к недостаткам — ухудшение условия теплопередачи от нагревательной спирали к рабочей поверхности прибора.

Выпускаются нагревательные элементы закрытого типа в виде спирали из нихромовой или фехральной проволоки, помещенной в металлический кожух, состоящий из двух кольцевых чашек, запрессованных друг в друга. Внутренняя часть кожуха заполняется порошкообразной электроизоляционной массой. Такие элементы находят применение в электрических плитках и утюгах. Они надежны в эксплуатации, но требуют сравнительно большего времени на нагрев прибора.

Герметические нагревательные элементы трубчатого типа (ТЭНы) являются наиболее совершенными. Спираль у них с наружным диаметром 4...5 мм помещается в трубке, имеющей внутренний диаметр 8...10 мм. Трубка выполняется из латуни, нержавеющей или хромоникелевой стали, допускающих температуру нагрева поверхности от 400 до 800 °С. Свободное пространство между спиралью и стенками трубки заполняется кварцевым песком или порошком окиси магния. Для большего уплотнения

изоляционного материала, заложенного в трубку, ее диаметр уменьшают механическим способом.

Для предохранения спирали от воздействия воздуха и влаги концы трубки герметически заделываются электроизоляционными втулками на резьбе и заливаются специальной стекловидной эмалью. Нагревательные элементы такого типа имеют хорошие условия для теплопередачи, долговечны и нечувствительны к механическим и химическим воздействиям. Срок службы их достигает 10000 ч. Концы нагревательных спиралей в нагревательных элементах всех типов крепятся к контактными штифтам, закрепленным в корпусе и изолированными от него специальными втулками из изоляционного материала.

Для уменьшения тепловых потерь электронагревательных приборов и повышения их пожарной безопасности применяются теплоизолирующие материалы, которые должны обладать небольшой удельной теплоемкостью, иметь малый удельный вес, быть теплостойкими и жаростойкими, иметь малую гигроскопичность и электропроводность. К таким материалам относятся асбест, асбослюда, слюдяная крошка, шлаковая вата и др.

Герметические нагревательные элементы трубчатого типа находят все более широкое применение в электрических плитках, утюгах, духовках и других приборах.

Таблица 3.2. Основные данные для расчета нагревательных элементов

Допускаемая величина тока, А	Диаметр проволок при температуре 700 °С. мм	Сечение проволоки, мм ²
1	0,17	0,0227
2	0,30	0,0707
3	0,45	0,159
4	0,55	0,238
5	0,65	0,332
6	0,75	0,442
7	0,85	0,570

Расчет нагревательных элементов. Исходя из величины напряжения сети и необходимой мощности нагревательного элемента, можно произвести расчет требуемой длины и диаметра проволоки. Величина тока при данном напряжении и мощности,

$$I = P/U \quad (3.5)$$

тогда сопротивление проводника.

$$R = U/I \quad (3.6)$$

Зная величину тока, по табл. 11 можно найти диаметр и сечение проволоки.

Подставляя полученные значения в формулу

$$\ell = RS/\rho \quad (3.7)$$

ℓ - длина проволоки, м; S - сечение проволоки, мм²; R - сопротивление проволоки, Ом; ρ - удельное сопротивление проволоки (для нихрома - 1,1, для фехраля 1,3 ом • мм²/м), получим необходимую длину проволоки для нагревательного элемента.

Пример. Определить длину проволоки из нихрома для нагревательного элемента плитки мощностью $P = 600$ Вт при напряжении сети $U = 220$ В:

$$I = 600/220 = 2,72 \text{ А}; \quad R = 220/2,72 = 81 \text{ Ом.}$$

По табл. 3.2 находим диаметр, и сечение проволоки: $d = 0,4$ мм,
 $S = 0,126$ мм².

Тогда длина проволоки

$$\ell = (0,126 \cdot 81)/1,1 = 9,25 \text{ м.}$$

Аналогично можно произвести расчет нагревательных элементов и для других электронагревательных приборов.

Электрические плитки

В зависимости от конструкции электрические плитки могут быть подразделены на две основные группы: с открытым и закрытым нагревательным элементом. Они выпускаются на различные мощности с одной или несколькими степенями нагрева, одноконфорочные и двухконфорочные в соответствии с общими техническими требованиями,

установленными ГОСТ 303—56 и 306—58, а также ведомственными техническими условиями. Плитки выпускаются на номинальное напряжение 127 или 220 В переменного тока с частотой 50 гц.

Электроплитки с открытым нагревательным элементом состоят из корпуса, нагревательного элемента (спирали), керамического основания и соединительного шнура (съемного или несъемного). Керамическое основание изготавливается круглой формы диаметром 145, 165 и 180 мм, высота основания 19 мм. В пазах его укладывается нагревательный элемент (спираль с наружным диаметром 5—6 мм). Спираль закладывают так, чтобы расстояние от нее до дна посуды было не менее 3 мм. Расстояние между витками спирали должно быть в пределах от двух до трех диаметров проволоки. Концы спирали при несъемном шнуре заделаны в контактные пластины и присоединены к зажимам, изолированным от корпуса фарфоровыми втулками. При съемном шнуре концы выводят через отверстие в основании и присоединяют гайками к контактными штифтам, укрепленным на корпусе. В обоих случаях концы спирали внутри корпуса изолируют фарфоровыми бусами.

Спираль накаляется через 3—5 мин до температуры 800—900° С после включения в сеть. При длительной работе плитки температура на поверхности корпуса достигает 200° С, поэтому для уменьшения пожарной опасности и увеличения к. п. д. внутри корпуса прокладывается теплоизоляционный слой из асбеста, асбослюды, шлаковаты и т. д. Иногда для этих же целей устанавливается металлический экран, отражающий тепловые лучи вверх.

Корпус плиток бывает круглой, прямоугольной и квадратной формы и изготавливается из крашеной, хромированной и никелированной стали, чугуна или алюминиевых сплавов. Высота ножек плитки не менее 50 мм.

Одноконфорочные плитки открытого исполнения марок ПЭ-2, ЭП-1, ЭПК-4, ПЭО-600, ПЭО-600-1, ДКП-3 изготавливаются только на мощность

600 Вт. Плитка марки ДКП-1 выпускается на две степени нагрева, соответствующие мощностям 180 и 600 Вт.

Коэффициент полезного действия электроплиток с нагревательным элементом открытого типа достигает 55—56%. Преимуществом таких плиток является простота конструкции, дешевизна, быстрота нагрева и легкость ремонта. К недостаткам их относятся: возможность поражения человека электрическим током, недолговечность и относительно низкий к. п. д.

Электроплитки с закрытым нагревательным элементом можно подразделить на плитки большой и малой теплоемкости. Промышленностью выпускаются плитки одноконфорочные и двухконфорочные, на одну и несколько степеней нагрева.

В электроплитках большой теплоемкости (рис. 32, *а*) нагревательная спираль, изолированная фарфоровыми бусами, укладывается в канавки чугунной конфорки и закрывается снизу теплоизоляционной массой. В некоторых плитках нагревательная спираль уложена в керамическом основании и закрыта металлическим диском. Плитки с несколькими степенями нагрева имеют две спирали.

Плитка типа ЭНП-1 имеет две спирали, при помощи которых можно осуществить три степени нагрева. На лицевой стороне установлены два однополюсных выключателя. Левый выключатель включает спираль на 300 Вт, что соответствует слабому нагреву. Правый - на 500 Вт, что соответствует среднему нагреву, и оба вместе - на 800 Вт, что соответствует полному нагреву. В последнем случае обе спирали включаются параллельно. В плитке ЭПЛ с такими же спиралями вместо однополюсных выключателей установлен пакетный переключатель. На первой ступени переключателя включаются обе спирали параллельно, на второй ступени — только одна спираль на 500 Вт и на третьей — спираль на 300 Вт.

Плитка ЧС-2/2.0-Н имеет две конфорки, представляющие собой чугунные диски, в нижней части которых помещены нагревательные спирали,

запрессованные в наполнителе. Каждая конфорка имеет спирали: первая — на 1200 Вт; вторая — на 800 Вт. Номинальная мощность плитки 2000 Вт.

Плитки закрытого типа большой теплоемкости долговечны, безопасны в эксплуатации, имеют равномерный нагрев поверхности. Однако они обладают рядом недостатков. Из-за большой теплоемкости удлиняется период их разогрева (15-20 мин). Так как передача тепла происходит в них за счет теплопроводности, то необходимо, чтобы дно посуды плотно прилегало к поверхности нагревательного элемента и, было толстым (5 мм). В случае применения обычной тонкостенной посуды к. п. д. снижается и возможна деформация дна.

Электроплитки малой теплоемкости выпускаются также нескольких видов. Например, одноконфорочная плитка ПКЭ-800/3 имеет нагревательный элемент в виде спирали, помещенной между двумя стальными дисками кольцевой формы диаметром 150 мм и изолированной специальной порошкообразной массой. Нагревательный элемент устанавливается на никелированную подставку с тремя ножками коробчатого профиля и имеет несъемный соединительный шнур с вилкой. Мощность плитки 800 Вт. Малая теплоемкость ее достигается за счет тонкого корпуса элемента и центрального отверстия. К. п. д. плитки - 58%.

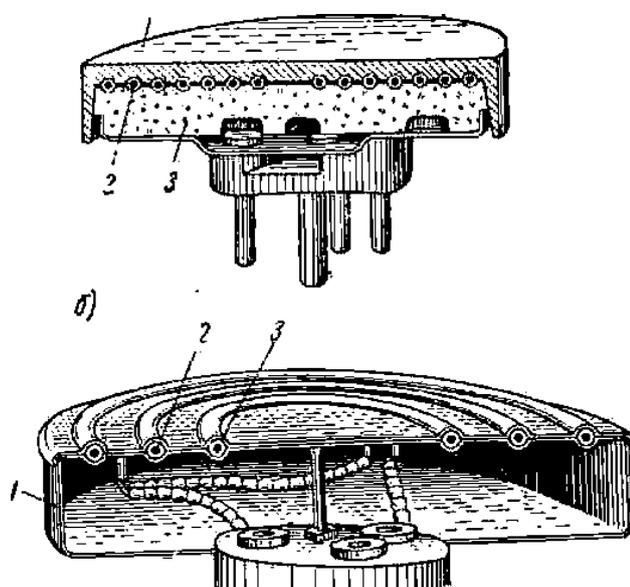


Рис. 3.5. Электрические плитки в разрезе: *а* - плитка закрытого типа с нагревательной спиралью, изолированной фарфоровыми бусами; *б* - плитка с

нагревательным элементом трубчатого типа; 1 - корпус плитки; 2 - нагревательная спираль; 3 - изоляция

Плитка ЧС-1/1,2-Н имеет нагревательный элемент, состоящий из двух спиралей, что дает возможность иметь три степени нагрева, соответствующие мощностям 1200—600—300 Вт.

Наиболее совершенными являются плитки малой теплоемкости (рис. 3.2, б) с трубчатым нагревательным элементом. У них нагревающая поверхность из тонкого металла имеет специальные трубчатые ребра, на которые устанавливается посуда, а внутри трубок уложена нагревательная спираль в изоляционном материале. Теплоемкость таких плиток незначительна, благодаря чему нагрев их происходит за 2...3 мин. Коэффициент полезного действия достигает 65% и более. Передача тепла производится в основном за счет излучения, что дает возможность применять обычную тонкостенную посуду.

Электрические плиты и духовки. Наряду с простыми настольными плитками промышленностью выпускаются напольные электрические плиты, имеющие несколько конфорок и духовой шкаф (духовку). Конфорки таких плит имеют нагревательные элементы закрытого типа с двумя спиралями для возможности включения на три степени нагрева с помощью отдельного переключателя. Духовка нагревается обычно трубчатыми нагревательными элементами, расположенными внизу и вверху, а иногда и на боковых стенках.

Такое расположение позволяет регулировать температуру в пределах от 125 до 325°C и управлять процессом выпечки. Электрическая схема плиты позволяет с помощью пакетных переключателей включать, выключать и переключать нагревательные элементы конфорок и духовки на различные степени нагрева.

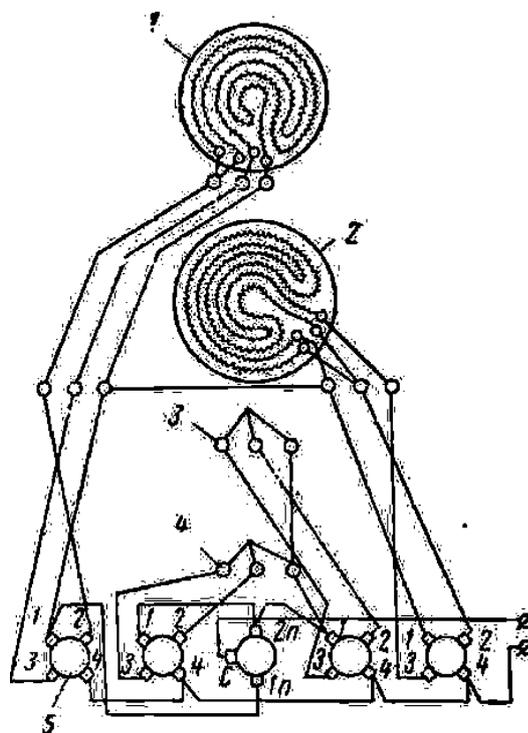


Рис. 3.6. Принципиальная электрическая схема электроплиты-духовки «Кузбасс»: 1 - плитка малая; 2 - плитка большая; 3 - нагревательные элементы верха духовки; 4 - нагревательные элементы низа духовки; 5 - переключатель

Плита-духовка «Кузбасс» состоит из двух конфорок и духовки. Конфорки вмонтированы в верхнюю часть корпуса и имеют нагревательные элементы закрытого типа из двух спиралей. В нижней части корпуса расположен духовой шкаф, имеющий сверху и снизу нагревательные элементы трубчатого типа мощностью 700 Вт каждый. Для изоляции шкаф обернут теплоизоляционным материалом (асбестом). Дверца шкафа снабжена нажимной пружиной, постоянно удерживающей дверцу в закрытом положении.

На задней стенке духовки находится панель, на которой установлено пять пакетных переключателей: четыре - для включения, выключения или переключения нагревательных элементов плиток и духовки на различные мощности, а пятый - для включения либо духовки, либо плиток, а также отключения их от сети. Ручки пакетных выключателей размещены на передней стенке корпуса и соединены с ними металлическими тягами.

Мощность плиток 800 и 600 Вт, духовки— 1400 Вт. Степени нагрева на большой плитке 200, 400 и 800 Вт, на малой - 150, 300 и 600 Вт. Мощность духовки регулируется от 175 до 1400 Вт. Электрическая схема (рис. 3.3) выполнена так, что одновременно могут быть включены либо две плитки, либо духовка.

Бытовая напольная плита типа ЧСШ-3/5Д-П (ЭПК-310) более мощная. Она имеет три конфорки и духовой шкаф. Корпус ее выполнен из листовой стали и покрашен нитроэмалью. Конфорки чугунные в виде круглых дисков с двумя спирально расположенными с нижней стороны канавками. В канавки укладываются две нагревательные спирали и запрессовываются периклазом. Мощность конфорок изменяется четырехполюсными переключателями, обеспечивающими четыре степени нагрева:

ближняя левая диаметром 150 мм – 0; 200; 400; 800 Вт,

ближняя правая диаметром 185 мм – 0; 200; 290; 1200 Вт,

ближняя левая диаметром 185 мм – 0; 340; 525; 900 Вт,

Духовой шкаф имеет восемь (/образных трубчатых нагревательных элементов), четыре из которых расположены в верхней и четыре в нижней части шкафа. Тепловая изоляция выполнена из стекловаты и алюминиевой фольги.

Температура внутри шкафа регулируется двумя четырехполюсными переключателями, рукоятки которых выведены на переднюю стенку плиты. Для наблюдения за приготовлением пищи в дверке имеется смотровое стекло.

Максимальная мощность верхних и нижних нагревателей до 800 Вт.

Выпускаются электрические плитки с автоматическим регулированием температуры нагрева конфорок и духовки при помощи терморегуляторов, с реле времени для автоматического включения и выключения конфорок, иногда со звуковой или световой сигнализацией, извещающей об окончании приготовления пищи.

Промышленностью выпускаются также электрические духовки без плиток. Они представляют собой шкаф с двойными металлическими стенками, между которыми находится теплоизоляционный материал. Такую же тепловую изоляцию имеет и дверка. Духовки обычно имеют два нагревательных элемента закрытого типа, различной мощности, расположенные снизу и сверху. Наличие двух элементов дает возможность регулировать температуру за счет параллельного или отдельного их включения посредством пакетного переключателя.

Мощность духовок, выпускаемых промышленностью, колеблется от 500 до 1500 Вт. Нагрев до температуры 325 °С происходит за 25 мин. Некоторые духовки выполняются с автоматическим регулированием нагрева с помощью терморегуляторов. В этом случае в зависимости от заданной величины температуры нагрева происходит автоматическое включение или отключение нагревательных элементов.

3.6. Электрические вафельницы

Вафельница имеет литой алюминиевый хромированный корпус, состоящий из двух шарнирно связанных симметричных частей, в которых размещаются нагревательные элементы. Обе половины корпуса снабжены пластмассовыми ручками, а нижняя часть имеет еще и пластмассовые ножки. Между стенками корпуса и нагревательными элементами проложен теплоизоляционный материал. В обе половины корпуса вставляются съемные формы различной толщины и рисунка. Перед выпечкой вафельницу необходимо разогреть в течение 10—15 мин, затем смазать маслом, залить тестом, закрыть верхней частью и включить в сеть.

Для подключения к сети соединительный шнур снабжен специальной колодкой, дающей возможность последовательного и параллельного включения нагревательных элементов. Мощность вафельниц в результате этого может быть 550 или 730 Вт. Напряжение сети — 127 и 220 В.

3.7. Электрическая посуда

К электрической посуде, выпускаемой промышленностью, относятся электрические чайники, кофейники, кофеварки и кастрюли.

Электрические чайники находят широкое применение в быту. Корпус чайников цилиндрической или полусферической формы изготавливают из латуни или алюминия. Внутренняя поверхность латунных чайников луженая, наружная - полированная, хромированная или никелированная. Ручка состоит из двух пластмассовых накладок.

Выпускаются чайники с двойным дном (рис. 3.4), в котором помещается нагревательный элемент пластинчатого типа. Снизу элемент покрыт micaпитовой пластинкой и при помощи металлического диска с винтом прижат к внутреннему дну чайника, что улучшает условия теплопередачи. Концы нагревательного элемента присоединены к контактным штифтам, укрепленным в нижней части корпуса. На поддоне чайника укреплены три опорные ножки из теплоизоляционного материала.

В последнее время находят все большее применение электрические чайники с герметическими трубчатыми элементами, которые помещаются внутри чайника и крепятся наглухо к корпусу. Концы спирали присоединяются к контактным штифтам, изолированным от корпуса и закрытым предохранительной обоймой. Размещение нагревательного элемента непосредственно в нагреваемой жидкости значительно повышает экономичность, благодаря чему к.п. д. таких чайников достигает 80%.

Чайники выпускаются емкостью от 0,5 до 3 л на напряжение 127 и 220 в. Время закипания воды в них составляет 8...20 мин. Потребляемая мощность в зависимости от типа нагревательного элемента 400—800 Вт.

Электрические кофейники отличаются от чайников только формой и наличием сосуда-гейзера для заварки кофе, представляющего собой небольшой резервуар с большим количеством мелких отверстий и съемной трубкой, доходящей до дна кофейника. Крышка кофейника стеклянная — для наблюдения за варкой кофе. Кофе закладывается в гейзер и при кипении

воды непрерывно обдаётся струей воды с паром из трубки. Чаще всего в кофейниках применяют нагревательные элементы трубчатого типа.

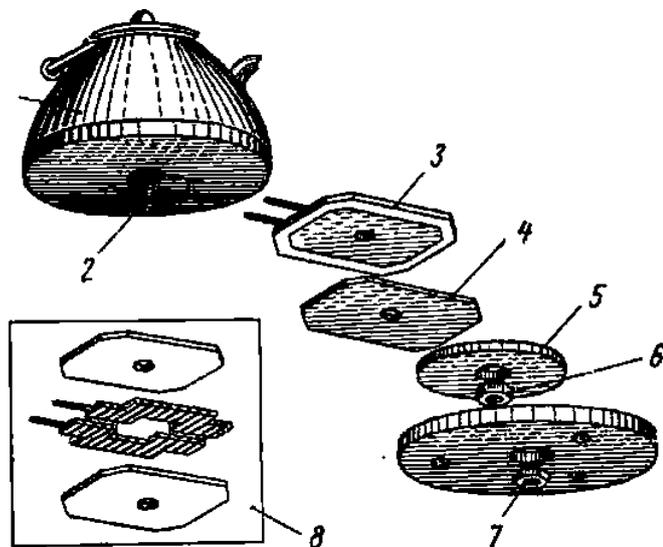


Рис. 3.7. Электрический чайник с пластинчатым нагревательным элементом:
1 - чайник; 2 - болт; 3 - нагревательный элемент; 4 - металлическая
пластина; 5 - конус; 6 и 7 - гайки; 8 - основание

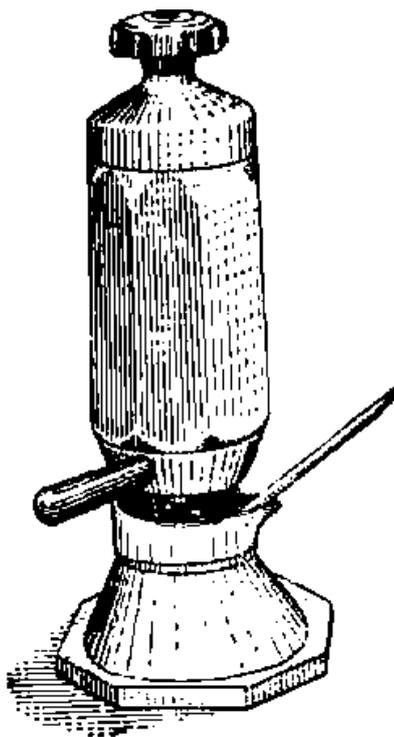


Рис. 3.8. Электрическая кофеварка

Выпускаются кофейники различной формы, причем высота должна быть больше его диаметра. Емкость их не превышает 1,5 л, мощность до 600 Вт. Время приготовления кофе не более 25 мин.

Электрокофеварки несколько отличаются по конструкции от кофейников и имеют значительно меньший объем. Кофеварка, представленная на рис. 3.5, имеет емкость 300 мл. Она состоит из металлического корпуса, во внутреннюю часть которого заливается вода. Резервуар плотно завинчивается крышкой с резиновой уплотнительной прокладкой. Внутри резервуара расположен нагревательный элемент. Корпус укреплен на пластмассовой стойке, а стойка на металлическом основании. В углублении стойки установлены две контактные клеммы для подключения соединительного шнура.

Работа электрической кофеварки отличается от работы кофейника. В кофейнике заварка кофе производится непосредственно в резервуаре, а в кофеварке - в отдельной чаше. Напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность 330 Вт. Приготовление кофе происходит значительно быстрее, чем в кофейниках, и составляет 13...15 мин..

Электрические кастрюли обычно выполняются с двойным дном, между стенками которого размещается нагревательный элемент пластинчатого типа, или в виде спирали, изолированной керамическими бусами. В последнее время находят все более широкое применение кастрюли с трубчатым нагревательным элементом.

Нагревательный элемент состоит из двух спиралей для получения трех степеней нагрева. Соединительный шнур имеет специальную колодку для переключения спиралей, как и в электрических плитках. Контактные штифты, к которым присоединен нагревательный элемент, укреплены в боковой стенке корпуса и тщательно изолированы.

Кастрюли выпускаются емкостью от 1 до 2,5 л. Мощность их составляет от 400 до 1000 Вт. За счет лучших условий теплопроводности на закипание воды в ней требуется значительно меньше времени, чем при кипячении воды

в обычной кастрюле на электрической плитке. Необходимость в трех степенях нагрева вызвана тем, что в первый момент нагревательный элемент включается на полную мощность, а далее степень нагрева уменьшают. К.п.д. электрических кастрюль достигает 70%.

Промышленностью выпускается кастрюля-сковородка, имеющая трубчатый нагревательный элемент мощностью 1300 Вт. Для создания давления крышка сковородки герметически закрывается при помощи затвора. За счет этого процесс приготовления пищи сокращается в 2...3 раза. На крышке имеется предохранительный клапан, открывающийся при давлении, превышающем допустимое. Для регулирования температуры нагрева в сковородке используется терморегулятор. Количество энергии, расходуемое кастрюлей-сковородкой, значительно меньше, чем у обычных электрических кастрюль.

Электрические кипятивильники. Наиболее простыми по конструкции являются кипятивильники с открытой спиралью, намотанной на фарфоровое основание, верхняя часть которого выполнена в виде ручки. Спираль изготавливается из константановой проволоки и укладывается в желобки фарфорового основания, а концы ее выводятся через полую ручку и присоединяются к соединительному шнуру со штепсельной вилкой.

Кипятивильники такого типа просты в изготовлении и легко ремонтируются, однако их не рекомендуется использовать для кипячения воды, идущей на приготовление пищи, так как константановая проволока участвует в электролизе воды и дает вредные окислы. При пользовании такими кипятивильниками следует соблюдать меры предосторожности, так как возможно поражение электрическим током при касании рукой мокрого корпуса. Перед тем как вынуть кипятивильник, его необходимо выключить из сети.

В настоящее время промышленностью выпускаются кипятивильники с герметическим трубчатым нагревательным элементом. Тонкостенная трубка для нагревательного элемента выполняется из меди, латуни, нержавеющей

или хромированной стали. Если трубка медная или латунная, то верхняя часть подвергается лужению. Для уменьшения размеров средняя часть нагревательного элемента свивается в спираль с двумя-тремя нитками. Спираль нагревательного элемента в таких кипятильниках изготавливается из нихромовой или фехральной проволоки диаметром от 0,45 до 1,5 мм, в зависимости от требуемой мощности. Нагревательный элемент соединяется с пластмассовой ручкой, в которой укреплены контактные штифты для подключения штепсельной вилки.

Изготавливаются кипятильники и с несъемным соединительным шнуром. На наружной поверхности корпуса имеется метка, указывающая уровень погружения кипятильника в воду. Включать кипятильник можно только при погружении в жидкость.

Кипятильники выпускаются на напряжение 220 В, мощностью 400...1000 Вт. Время закипания не более 18 мин. Изготавливаются малогабаритные кипятильники мощностью 400 Вт, причем полтора литра воды закипает за 5—8 мин.

Электрические кипятильники с нагревательными элементами трубчатого типа экономичны — их к. п. д. достигает 95%, срок службы при правильном пользовании около 2000 ч. Для ликвидации накипи на кипятильнике его рабочую поверхность необходимо периодически промывать в 15—20%-ном растворе уксусной эссенции.

3.8. Электрические утюги

Электрические утюги находят широкое применение в быту. Промышленность выпускает утюги различных форм, веса и размеров. Конструктивно их можно подразделить на три типа: электрические утюги без терморегулятора, с терморегулятором, с терморегулятором и увлажнителем.

В утюгах применяются нагревательные элементы: пластинчатые, спиральные, изолированные фарфоровыми бусами, и трубчатые встроенные (залитые) в подошву.

Утюги с пластинчатыми элементами просты по устройству, но сравнительно часто портятся из-за подгорания миканитовой пластины, и а которую наложена спираль, что приводит к короткому замыканию. Шире применяются нагревательные элементы в виде спирали, уложенной в подошве утюга, так как эта конструкция проста и ремонт возможен в домашних условиях. Утюги с трубчатыми элементами, залитыми в подошву, наиболее надежны и долговечны, но ремонт их при перегорании спирали возможен только на заводе. Пластинчатые и спиральные элементы рассчитаны на 1000 ч работы, а трубчатые - на 2000 ч. Технические данные их приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Технические данные электрических утюгов

Тип	Мощность, Вт	Вес, кг	Время нагрева, мин	Тип нагревательного элемента	Емкость сосуда для воды, л
Утюги без увлажнения					
«Лысьва»	500	2,0	6	Спиральный	-
ЭУ-15	600	1,8	6	Спиральный	-
Т-6	750	1,5	3,5	Трубчатый	-
У-60Б	750	1,5	3,5	Трубчатый	-
У-50	600	3,0	11	Спиральный	-
УЭ-8	500	2,55	5	Спиральный	-
УЭТ-2	600	1,3	1,5	Спиральный	-
УЭТ-12	1000	1,5	4	Спиральный	-
Утюги с увлажнением					
УЭ-10	1100	1,5	0,7	Трубчатый	150
Утюг	750	2,0	12	Трубчатый	150
Утюг (г.Лысково)	800	1,55	12	Трубчатый	150
Утюг (г.Киев)	1000	1,5	2...4	Трубчатый	120

Утюги без терморегулятора наиболее просты по конструкции. Они состоят из подошвы, нагревательного элемента, стальной крышки, ручки и соединительного шнура. Наружная поверхность штампованной крышки хромируется, никелируется или покрывается стекловидной эмалью. Подошвы утюгов отливаются из чугуна, стали или алюминия, наружная часть их хромируется или никелируется, алюминиевая подошва полируется.

В некоторых утюгах в носовой части имеются две канавки, предназначенные для обхода пуговиц в процессе глаженья.

Ручки утюгов изготавливаются из материала с малой теплопроводностью (дерева, пластмассы) и устанавливаются на крышке так, чтобы была исключена возможность ожога руки.

Нагревательный элемент пластинчатого типа изолируется сверху и снизу миканитовыми пластинками и укладывается на подошву утюга, а сверху для улучшения условий теплопроводности прижимается стальной или чугунной пластиной. В последнее время чаще применяют нагревательный элемент в виде спирали, изолированной фарфоровыми бусами, которая укладывается в канавки подошвы утюга, а иногда - в канавки керамического основания. Концы спирали присоединяются к контактными штифтам, укрепленным в задней части корпуса при съемном соединительном шнуре, или к зажимам при несъемном соединительном шнуре. Для защиты от повреждений шнур проходит в ручку через резиновую втулку.

Утюги с терморегулятором более экономичны, несмотря на то, что мощность их достигает 700 Вт, удобны в работе и менее опасны в пожарном отношении. Они имеют нагревательные элементы спирального или трубчатого типа.

В настоящее время в связи с появлением многих новых синтетических тканей, чувствительных к температурам свыше 85—100° С, появилась необходимость в организации и регулировании температуры глажения. Было установлено, что для глаженья тканей из различного волокна требуются различные температуры нагрева подошвы утюга, например, для:

трикотажа, вискозы, батиста, маркизета.....	85...115 °С,
шелка натурального	115...140 °С,
шерсти	140...165° С,
хлопчатобумажной ткани . ,.....	165...190° С,
полотна (льняных тканей).....	190...220° С.

Терморегулятор, установленный в утюге, позволяет автоматически поддерживать температуру подошвы, необходимую для глажения в зависимости от вида ткани. Он снабжен ручкой управления и шкалой, на которой указаны температура или наименование ткани. С помощью терморегулятора можно получить пять степеней нагрева, дающих возможность получить нужную температуру подошвы утюга при глажении. Терморегуляторы имеют различную конструкцию, но принцип действия всех их основан на свойствах биметаллической пластинки.

Утюги некоторых марок (Т-5, У-60Б и др.) имеют сигнальные лампочки МН-5 на 2,5 В. Сигнальная лампочка при включении холодного утюга в сеть загорается, сигнализируя о том, что цепь нагреваемого элемента замкнута. При нагревании подошвы утюга до должной температуры терморегулятор размыкает цепь, и лампочка гаснет, указывая на готовность утюга к глажению. После остывания утюга терморегулятор замыкает цепь, утюг начинает нагреваться и лампочка загорается. Дальнейшее выключение и включение сигнальной лампочки характеризует нормальную работу утюга.

Утюг с терморегулятором марки УЭТ-2 (рис. 36) состоит из подошвы, нагревательного элемента, терморегулятора, груза, кожуха, ручки и соединительного шнура со штепсельной вилкой. Нагревательный элемент в утюге — спирального типа. Один конец спирали присоединен к контактному зажиму для соединения с несъемным соединительным шнуром, а другой — к контакту терморегулятора, укрепленному на подошве утюга. К подошве утюга привинчивается чугунный груз, к которому крепится крышка с пластмассовой ручкой. В задней части ручки имеется углубление, в котором помещается сигнальная лампочка и контактные зажимы. Углубление закрыто пластмассовой крышкой.

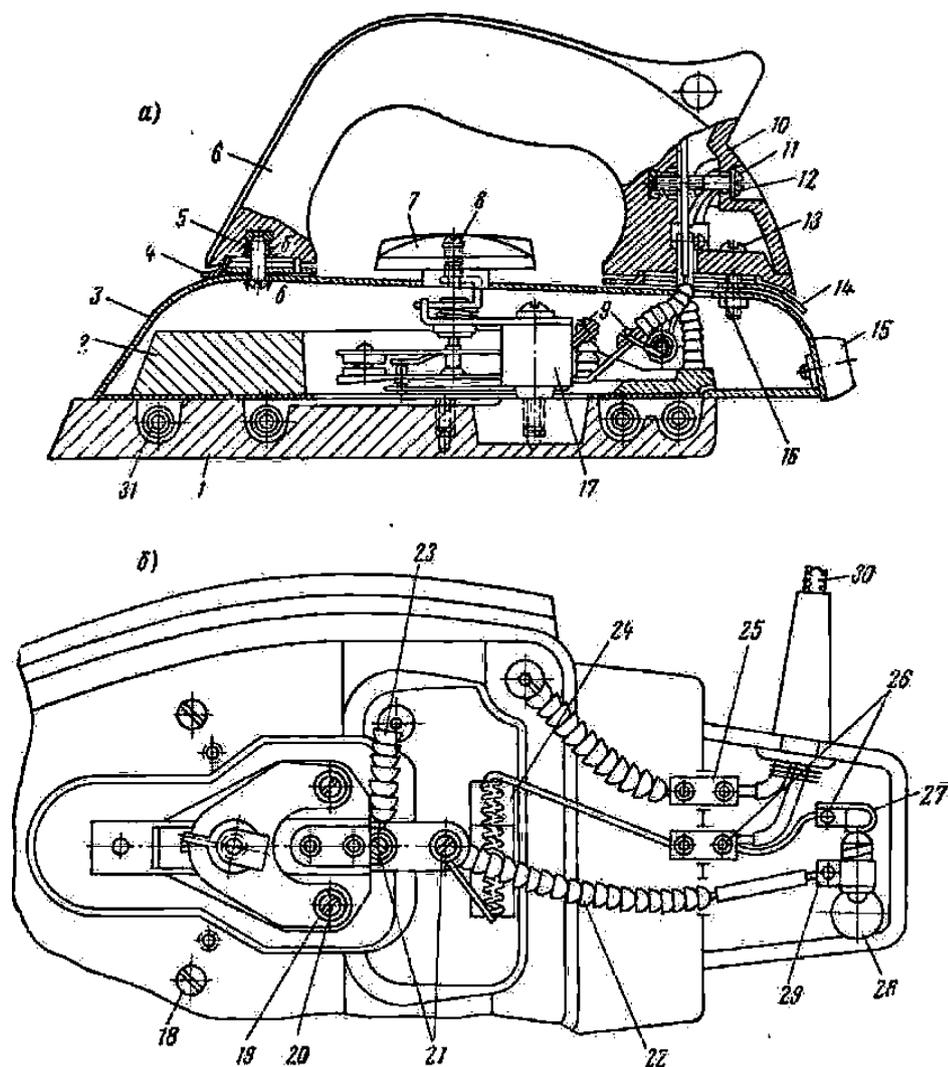


Рис. 3.9. Электрический утюг УЭТ с терморегулятором:

а — вид сбоку: 0— монтажная схема; 1— подошва; 2— груз; 3 — кожух; 4М — экраны: 5, 8, 0, П, 13, 18, 20, 26 — винты; 6 — ручка; 7—ручка терморегулятора; 10 — крышка; 12, 19, 21 — шайбы; 15— бобышка; 16 — гайка; 17 — терморегулятор; 22 и 23—соединительные провода; 24 — дополнительное сопротивление; 25 — контактный зажим; 27—контакт пружинный; 28 — сигнальная лампочка; 20 — хомутик; 30 — соединительный шнур; 31 — нагревательный элемент

Преимуществом таких утюгов является то, что в них не надо аккумулировать большой запас тепла во избежание быстрого остывания, следовательно, вес их тоже значительно меньше (1-2,5 кг). Благодаря этому и большой мощности нагревательного элемента (500-750 Вт) время разогрева утюга с терморегулятором сокращается с 15—20 до 6...12 мин, производительность труда при глажении повышается на 40...60. Потребление электроэнергии в утюгах такого типа снижается на 10...15%, а

к. п.д. увеличивается, так как терморегулятор периодически отключает нагревательный элемент от сети. Благодаря терморегулятору исключается возможность подпаливания ткани при глажении.

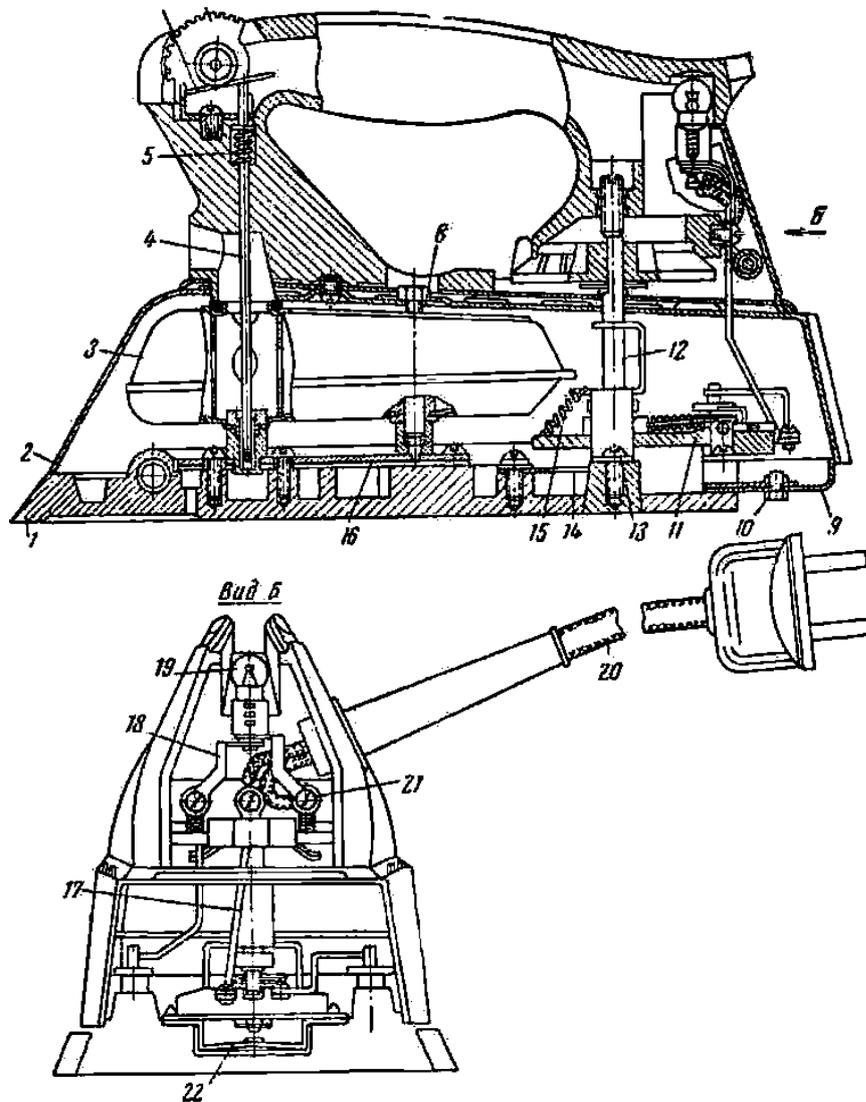


Рис. 3.10. Электрический утюг с терморегулятором и пароувлажителем: 1 — подошва; 2 — кожух; 3 — бачок; 4 — шток рычага пароувлажнителя; 5 15 — пружины; 6 — пластинка; 7 — переключатель; 8 и 10 — винты; 9 — крышка; 11 — терморегулятор; 12 — кулачок; — шайба; 13 — биметаллическая пластинка; 16 — крышка капельницы; 17 — соединительный провод; 18 — шунт сигнальной лампочки; 19 — сигнальная лампочка; 20 — соединительный шпур; 21 — зажимы шнура; 22 — фигурная скоба

Утюги с терморегулятором и пароувлажителем являются наиболее совершенными. Они имеют специальные резервуары для воды, расположенные внутри или снаружи корпуса. Вода при глажении из резервуара через клапан капельного типа попадает в лабиринтные пазы

подошвы утюга и испаряется. Через отверстие в носовой части подошвы пар поступает на ткань и увлажняет ее. Выделение пара прекращается, когда утюг стоит в вертикальном положении на задней опоре. Согласно стандарту, запас воды в утюгах с подпариванием должен обеспечивать нормальное глажение в течении 20 мин. Рабочая поверхность подошвы таких утюгов 180...214 см². Нагревательные элементы, как правило, трубчатого типа мощностью от 750 до 1100 Вт. Время разогрева до заданной температуры 2-12 мин. Некоторые утюги этого типа, например УЭ-10, имеют сигнальные лампочки.

Утюг с терморегулятором и пароувлажнителем (рис. 37) состоит из подошвы, корпуса, бачка для воды, терморегулятора, нагревательного элемента, соединительного шнура со штепсельной вилкой, ручки и сигнальной лампочки. Перед глажением переключатель пара переводят в положение «Закр» и через отверстие в передней части ручки заливается в бачок 150 см² воды. Этого количества воды достаточно для непрерывного глажения с подпариванием в течение 20 мин. Для подачи пара на ткань переключатель ставят в положение «Откр». В процессе глажения воду можно доливать, не дожидаясь остывания утюга. Для уменьшения образования накипи рекомендуется заливать кипяченую воду. Утюг можно использовать как обычный, без подпаривания.

3.9. Электрические обогревательные приборы

По конструкции и способу передачи тепла электронагревательные приборы можно подразделить на отдающие тепло в окружающую среду путем лучеиспускания (электроотражатели и электрокамины) и путем конвекции нагретого воздуха (электрорадиаторы). При обогреве помещения такие приборы не потребляют кислорода из воздуха и не выделяют продуктов сгорания. Коэффициент полезного действия их очень высок, так как вся электроэнергия практически полностью превращается в тепло. Для

непосредственного обогрева тела человека выпускаются электрогрелки, электроодеяла, электробинты и т. п.

Электроотражатели (рис. 38) состоят из сферического отражателя (рефлектора), съемного нагревательного элемента, основания и соединительного шнура со штепсельной вилкой. Отражатель изготавливается из стали, внутренняя поверхность его полируется, хромируется или никелируется. Наружная поверхность и металлическое основание покрываются антикоррозийной алюминиевой краской. Укрепляется отражатель на основании с помощью шарнирного соединения для возможности поворота в нужном направлении. Для устойчивости электроотражателя в его основании укрепляется чугунный груз.

Нагревательный элемент представляет собой спираль из нихромовой или фехральной проволоки, намотанной на керамическое основание конической формы. Концы спирали присоединяются к цоколю Р-27 (как в обычной электрической лампе), укрепленному на керамическом основании. Съемный нагревательный элемент ввинчивается в патрон, находящийся в центре отражателя, и при помощи соединительного шнура со штепсельной вилкой включается в сеть. Мощность нагревательного элемента достигает 450—500Вт, благодаря чему создается тепловой поток, отражаемый на расстоянии 2...4 м.

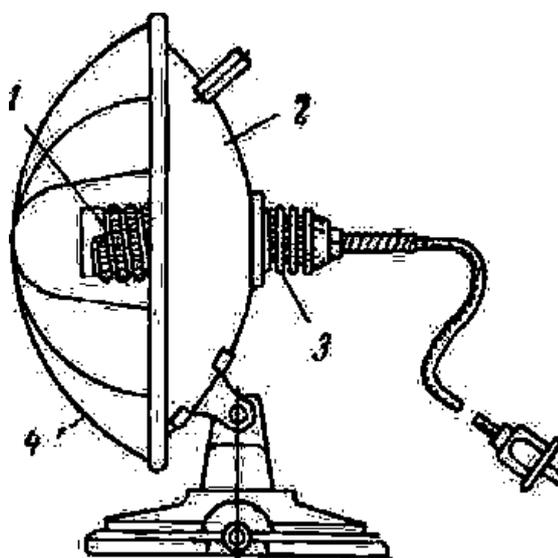


Рис.3.11 Электрический отражатель: 1 - нагревательный элемент; 2 - рефлектор; 3 - патрон; 4 - металлическая сетка

В целях безопасности нагревательный элемент защищен металлической сеткой, укрепленной на ободке отражателя.

Электроотражатели просты по конструкции, легко ремонтируются и позволяют изменять направление потока тепловых лучей. Однако из-за сравнительно малой мощности они применяются только для дополнительного обогрева помещения или непосредственного обогрева тела человека.

Электрокамины передают тепло путем лучеиспускания. Они состоят из металлического корпуса, отражателя, нагревательного элемента и соединительного шнура со штепсельной вилкой. Корпус электрокаминов имеет прямоугольную, полукруглую или параболическую форму. Обработка внутренней поверхности отражателей производится таким же способом, как и у электроотражателей.

Электрокамин «Уют» снабжен нагревательным элементом в виде спирали из нихромовой проволоки, навитой на керамический стержень, укрепленный в стенках корпуса. Мощность нагревательного элемента 1000 Вт; напряжение питания 220 В; габариты камина 425x125x175 мм при весе 2,5 кг.

Настенный камин «Ракета» имеет спиральный нагревательный элемент из нихромовой проволоки, который помещен внутри кварцевой трубки.

Мощность его 700 Вт при напряжении питания 220 В. Камин «Ракета» устанавливается на стенке и имеет габариты 600X120x135 мм; вес его 1,6 кг.

В последнее время начали выпускать электрические камины с трубчатыми нагревательными элементами. В таких каминах нет отражателей, и нагрев воздуха происходит путем конвекции.

Электрокамин ЭК-2 имеет прямоугольный металлический корпус, с двух сторон закрытый сеткой. В корпус помещается трубчатый нагревательный элемент, изогнутый для увеличения площади нагрева. Воздух, нагреваясь, поднимается вверх, а его более холодные слои подходят к нагревательному элементу. Нагрев помещения происходит путем конвекции и естественной циркуляции. Мощность нагревательного элемента 1200 Вт.

Электрические камины изготавливаются на напряжение 220 В. Мощность нагревательных элементов от 600 до 1500 Вт. Концы спирали присоединяются к контактным штифтам, укрепленным на корпусе. Передняя стенка корпуса в целях безопасности защищается металлической сеткой.

Электрические камины просты по устройству, легко ремонтируются, удобны в эксплуатации и имеют большую мощность по сравнению с электроотражателями.

Электрорадиаторы передают тепло путем конвекции нагреваемого воздуха. Электрорадиатор РБЭ-1 (рис. 39) состоит из сварного герметического корпуса, заполненного трансформаторным маслом, трубчатого нагревательного элемента, терморегулятора типа ТРГ-1 и несъемного соединительного шнура с вилкой.

Трубчатый нагревательный элемент располагается в нижней части электрорадиатора и, нагревая масло, передает тепло окружающему воздуху. Для автоматического поддержания необходимой температуры корпуса в него встраивается терморегулятор ТРГ-1, соединенный с нагревательным элементом. Он состоит из термореле и аварийного выключателя.

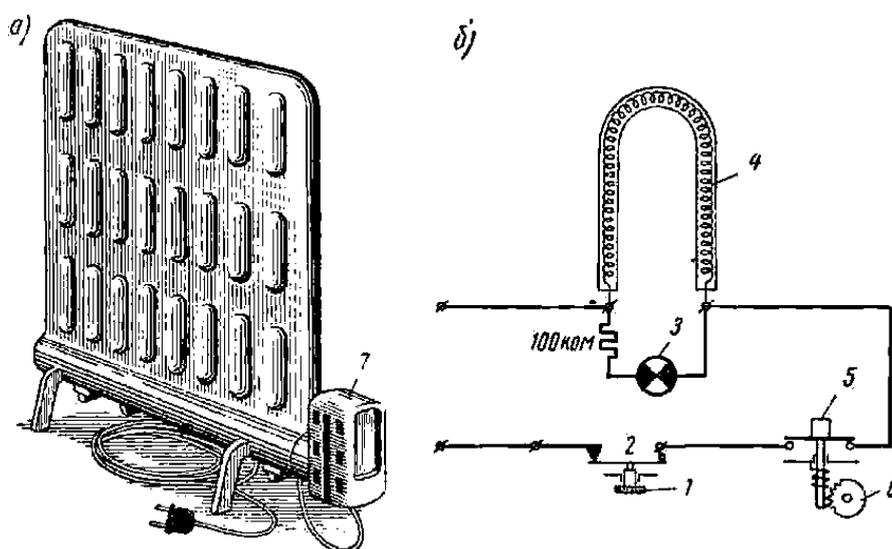


Рис. 3.12. Внешний вид (а) и электрическая схема (б) электрорадиатора РБЭ-1

1 - ручка регулирования температуры; 2 - контакты терморегулятора; 3 - термореле; 4 - термоэлемент; 5 - кнопка возврата терморегулятора; 6 - аварийный выключатель; 7 - терморегулятор

На лицевой части корпуса радиатора имеется ручка регулирования температуры со шкалой, кнопкой аварийного выключателя и сигнальная лампочка с последовательно включенным сопротивлением 100 кОм. Лампочка загорается при включенном нагревательном элементе. На шкале имеется семь делений с надписями «Выше», «Среди» и «Ниже». Температура отключения на отметке «Выше» - $45 \pm 5^\circ\text{C}$, на отметке «Ниже» - $18 \pm 5^\circ\text{C}$. Температура включения на отметке «Выше» - $30 \pm 5^\circ\text{C}$, на отметке «Ниже» - $9 \pm 5^\circ\text{C}$. В зависимости от положения ручки регулирования температуры термореле отключает нагревательный элемент при достижении наибольшей температуры корпуса (лампочка при этом гаснет) и включает его при понижении температуры корпуса до предела в заданном интервале.

Аварийный выключатель срабатывает при повышении температуры корпуса до $130\text{—}140^\circ\text{C}$. Датчиком аварийного выключателя служит латунный стержень, расположенный внутри корпуса радиатора. На конце стержня легкоплавким сплавом ПОСВ-33 припаяна зубчатая шестерня, которая удерживает пружинящую пластинку рычага. При сильном разогреве масла припой расплавляется и шестерня проворачивается, освобождая рычаг.

Под действием спиральной пружины рычаг выключателя поднимается вверх, размыкает контакты и отключает нагревательный элемент. Аварийный выключатель можно включать при помощи кнопки возврата спустя 20—30 мин после его срабатывания, предварительно убедившись, что нет никаких неисправностей.

Электрорадиаторы предназначены для дополнительного обогрева помещения. За 2—4 ч работы в помещении объемом 30 м³ радиатор может поднять температуру на 3—4 °С. Если радиатор является основным отопительным прибором, то он дает возможность поддерживать температуру помещения объемом 10...12 м³ в пределах 15...18 °С при температуре окружающей среды не ниже 0°С.

Электрорадиаторы надежны и безопасны в эксплуатации, выпускаются они на напряжение 127—220 В. Потребляемая мощность их в зависимости от конструкции, составляет от 500 до 2500 Вт.

3.10. Основные технические требования, предъявляемые к электронагревательным приборам

Электронагревательные приборы работают нормально при изменении напряжения в сети в пределах от +5% до —10% от номинального.

Все части электронагревательных приборов, находящиеся под напряжением, изолируются друг от друга и от корпуса прибора. Электрическое сопротивление изоляции приборов при максимальной температуре должно быть не менее 1 мОм. Изоляция их должна выдерживать в течение 1 мин 1000 В переменного тока частотой 50 Гц. Нагревательные приборы, оборудованные несъемными соединительными шнурами, в местах их выхода из корпуса должны иметь защитный щиток или хорошую изоляцию, а контактные штифты надежно изолированы от корпуса и имеют защитный козырек от повреждения и случайного прикосновения при включенном состоянии. Соединения между токоведущими деталями должны обеспечивать надежный электрический контакт и обладать достаточной

механической прочностью. При установке в квартирах электрических плит электропроводка и аппаратура защиты должны соответствовать потребляемой мощности.

Чтобы электронагревательные приборы были безопасны в пожарном отношении, поверхность, на которую они устанавливаются, не должна нагреваться более чем на 65 °С. Для этого в плитках высота ножек принимается не менее 50 мм, а в других приборах нагревательный элемент по отношению к опорной поверхности должен иметь надежную теплоизоляцию (кроме утюгов).

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА

4.1. Вентиляторы

Бытовые вентиляторы, выпускаемые промышленностью, состоят из электродвигателя, крыльчатки, стойки с основанием и соединительного шнура со штепсельной вилкой. В вентиляторах применяются однофазные универсальные коллекторные и однофазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутыми роторами. Корпус изготавливается из металла или пластмассы, имеет обтекаемую форму и крепится к стойке винтами, шарнирами или держателями. Основание и стойка выполняются из металла или полимерных материалов. На основании укрепляются резиновые амортизаторы для поглощения вибрации и предохранения поверхности стола от повреждения.

Вал ротора электродвигателя вращается в самоцентрирующихся бронзографитовых или железокерамических подшипниках скольжения, обеспечивающих бесшумную работу вентилятора. На вал насажена трех- или четырехлопастная крыльчатка. Крыльчатки могут быть из резины, полиэтилена или металла. Металлические — защищены предохранительной сеткой.

Бытовые вентиляторы по принципу работы относятся к осевым. Поток воздуха при вращении крыльчатки движется преимущественно в направлении оси вращения. По назначению вентиляторы подразделяются на

вытяжные и приточные, а по роду установки — на настольные, настольно-настенные, настенные и напольные в виде торшера.

Большинство выпускаемых вентиляторов имеет шарнирные устройства для неавтоматического изменения направления потока воздуха в горизонтальной и вертикальной плоскостях, некоторые снабжены редукторами для автоматического изменения направления потока воздуха в горизонтальном направлении. Сравнительно небольшое количество вентиляторов выпускается без изменения направления потока воздуха относительно положения основания.

Особенности конструкции различных типов вентиляторов. Вентиляторы марок ВИ-1, ВН-2, ВН-3, ВН-3Т, ВН-4, ВН-7, ВН-8, ВНН, ТВ-1, НВ-62, ВП-1 и другие включаются в сеть при помощи вилки, а вентиляторы марок ВЭ-1, ВЭ-3, ВН-10, ЭИ-6, ВН-5Б, «Пингвин» и подобные им — при помощи встроенного выключателя.

К настольным вентиляторам относятся ВЭ-1, ЭИ-6, ВН-1, ВН-3, ВН-10, «Пингвин» и др. Из вентиляторов этого типа наиболее широкое применение получил ВЭ-1 (рис. 4.1). Потребляемая им мощность 55 Вт, а производительность 17 м³/мин. Этот вентилятор имеет резиновую трехлопастную крыльчатку, укрепленную в алюминиевом колпаке, который насажен на силуминовый держатель. Держатель крепится навалу ротора при помощи винта. Корпус двигателя и стойка с основанием металлические, окрашенные автонитроэмалью.

Направление потока воздуха в вертикальной плоскости в вентиляторе ВЭ-1 изменяется поворотом корпуса электродвигателя на угол до 60°. Для этого следует отвернуть фасонный винт, установить корпус вентилятора в нужном направлении, после чего снова завернуть винт. Нижнее крайнее положение крыльчатки ограничивается упором.

Изменение направления потока воздуха в горизонтальной плоскости происходит автоматически в пределах 60—180° за счет шестереночного редуктора. Коробка редуктора совмещена с задней крышкой двигателя; через

нее проходит вал двигателя, имеющий червячную нарезку. От вала ротора движение передается на горизонтальный валик с шестереночной нарезкой, которая в свою очередь передает движение вертикальному или стопорному валику. Стопорный валик разъемный, а верхняя часть его в виде ручки выходит из корпуса двигателя. На конце стопорного валика насажен эксцентрик с поводком, от которого отходит рычаг поворота, шарнирно связанный другим концом со стойкой вентилятора. При движении эксцентрика происходит поворот корпуса двигателя в горизонтальной плоскости.

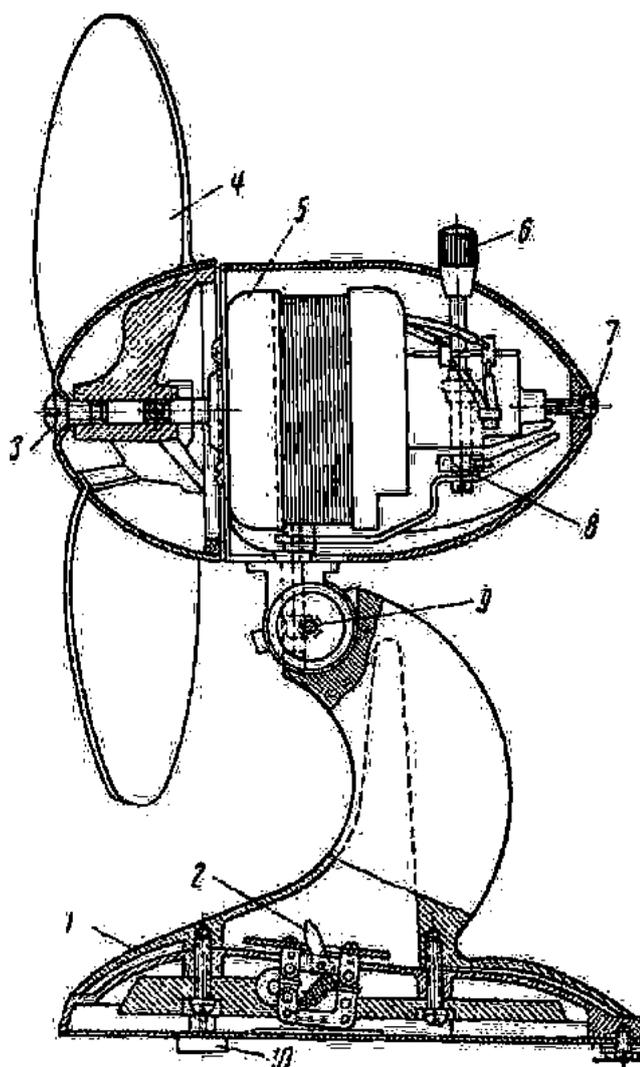


Рис. 4.1. Вентилятор ВЭ-1: 1 - стойка; 2 - выключатель; 3 - винт крепления колпака с резиновыми лопастями; 4 - крыльчатки с резиновыми лопастями; 5 - электродвигатель; 6 - ручка стопорного валика; 7 - винт крепления кожуха электродвигателя; 8 - червячный редуктор; 9 - шарнирное крепление; 10 - резиновая подставка

Для автоматического изменения направления потока воздуха в горизонтальной плоскости необходимо завернуть стопорный валик, т. е. ввести в зацепление его шестерню с горизонтальным валиком. При желании поток воздуха можно установить в одном направлении. Для этого следует отвернуть стопорный валик, зажимающий шестеренку редуктора. Во избежание поломки шестерней редуктора не следует поворачивать вручную корпус электродвигателя в горизонтальной плоскости при застопоренной шестерне.

Взамен вентилятора ВЭ-1 в настоящее время выпускается вентилятор «Пингвин», имеющий аналогичное устройство. Он имеет меньшие размеры и вес за счет того, что корпус электродвигателя и стойка выполнены из полимерных материалов.

Выпущен новый тип настольного вентилятора ВН-1, снабженный также автоматическим поворотным механизмом для изменения направления воздушного потока в горизонтальной плоскости. Корпус, стойка и основание у него пластмассовые, а крыльчатка выполнена из полиэтилена. Потребляемая мощность вентилятора - 45 Вт, производительность — 13 м³/мин.

Остальные типы настольных вентиляторов различаются между собой формой корпуса двигателя, стойки с основанием и формой крыльчатки. Например, корпус двигателя вентилятора ВН-1 и ВН-3 цилиндрический, а ВН-2 - в виде прямоугольной коробки. Мощность их электродвигателей от 13 до 35 Вт, а производительность вентиляторов от 4 до 10 м³/мин.

К настольно-настенным вентиляторам относятся вентиляторы марок: ВН-3Т, ВН-4, ВН-7, ВН-8, ТВ-1, НВ-62 и др. От настольных вентиляторов они отличаются конструкцией стойки и основания; их можно устанавливать на столе и подвешивать на стену.

Настольно-настенный вентилятор ВН-7 имеет стальное основание с никелевым покрытием в виде дуги. Электродвигатель крепится на стойке, что обеспечивает возможность направления потока воздуха в вертикальной

плоскости. Корпус двигателя и трехлопастная крыльчатка выполнены из белого или цветного полиэтилена. Включение в сеть производится с помощью несъемного соединительного шнура марки ШПВ-В или ШПРО-В со штепсельной вилкой. Номинальное напряжение вентилятора 220 В, потребляемая мощность 120 Вт, производительность 7 м³/мин.

Настольно-настенный вентилятор ВН-8 имеет электродвигатель цилиндрической формы, трехлопастную крыльчатку и основание треугольной формы из стального никелированного прутка. Крыльчатка изготавливается из полиэтилена. Корпус двигателя металлический, окрашенный нитроэмалью, крепится к стойке при помощи шарнирного соединения, что дает возможность изменять направление потока воздуха в вертикальной плоскости. Потребляемая мощность двигателя 25 Вт. Производительность вентилятора 7 м³/мин. Включение в сеть производится при помощи несъемного соединительного шнура с вилкой.

Несколько отличен по конструкции настольно-настенный турбовентилятор ТВ-1. Он имеет крыльчатку в виде турбинки, заключенной в направляющий кожух. Направление движения потока воздуха перпендикулярно оси вращения (за счет направляющего кожуха). Корпус двигателя укреплен на стойке шарнирно, что обеспечивает возможность изменения направления потока в вертикальной плоскости. Вентилятор ТВ-1 двухскоростной, современной конструкции, малошумный. Корпус двигателя и стойка выполнены из декоративной пластмассы.

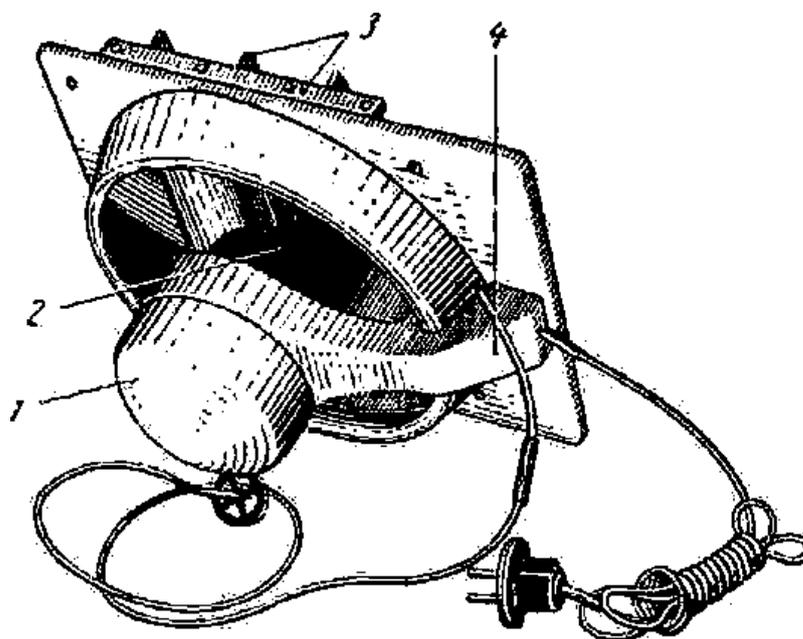


Рис. 4.2. Настенный вентилятор ВЭ-3: 1 - электродвигатель; 2 - крыльчатка; 3 - жалюзи; 4 - кронштейн

К настенным вентиляторам относятся ВК-2, ВЭ-3, ВЭО-1 и др. Такие вентиляторы вытяжного типа устанавливаются в форточках и на стене в вентиляционной отдушине.

Вентилятор ВЭ-3 (рис. 4.2) состоит из двигателя с дюралюминиевыми лопастями, укрепленного в кронштейне. Кронштейн крепится в плоском основании, в передней части которого имеется отверстие с жалюзи и механизм для их открывания и закрывания. В нижней части кронштейна установлен кнопочный выключатель. Для пуска и остановки электродвигателя необходимо потянуть за шнурок с шариковой цепочкой, переброшенный через блок. Блок насажен неподвижно на ось, связанную с рычажным механизмом жалюзи. При натяжении шнурка блок с осью поворачивается, при этом открываются жалюзи и одновременно включается электродвигатель. Жалюзи в открытом положении удерживаются зацеплением шариковой цепочки за стопорный штифт. Это зацепление позволяет регулировать величину открытия жалюзи. Для выключения электродвигателя и закрытия жалюзи необходимо вторично натянуть шнурок, благодаря чему цепочка освободится от зацепления со стопорным

штифтом. Потребляемая мощность двигателем 35 Вт, производительность вентилятора 4 м³/мин.

Вытяжные оконные вентиляторы марки ВЭО-1 имеют корпус и крыльчатку из полиэтилена. Применение новых конструктивных материалов для электродвигателя вентилятора дало возможность при той же потребляемой мощности (35 Вт) повысить производительность с 4 до 10 м³/мин.

В домашних условиях находят применение также цокольные вентиляторы марки ВЦ-1. В них вместо стойки имеется цоколь с резьбой Ц-27, которым он винчивается в патрон электроосветительной арматуры. Вентилятор имеет небольшой электрический двигатель мощностью 15 Вт, на валу которого насажена трехлопастная резиновая крыльчатка. Производительность вентилятора ВЦ-1 достигает 4 м³/мин.

4.2. Тепловентиляторы

Тепловые вентиляторы конструктивно отличаются от обычных только наличием нагревательного элемента, который нагревает идущий от крыльчатки воздушный поток. Тепловентиляторы используются для дополнительного обогрева небольших помещений, сушки волос, рук после мытья, фотобумаги и других целей. При отключении нагревательного элемента они работают как обычные вентиляторы. Промышленностью выпускаются тепловентиляторы следующих марок: ТВ-1, ЗЭИ-6, «Фен», «Ветерок», «Южный», «Бакы» и др.

Тепловентилятор ТВ-1 (рис. 4.3) может быть использован как обогреватель, создающий поток нагретого воздуха, и как вентилятор. Он состоит из корпуса с кожухом и крышкой, электродвигателя с насаженной на его валу крыльчаткой, нагревательного элемента и соединительного шнура с вилкой. Включение и выключение двигателя производится с помощью соединительного шнура с вилкой, а нагревательного элемента — с помощью выключателя, встроенного в корпус. Корпус тепловентилятора металлический, покрашенный жаростойкой нитроэмалью. Четырехлопастная

крыльчатка изготавливается из дюралюминия. При включенном нагревательном элементе поток воздуха, проходя мимо, нагревается и горячий выходит наружу. Потребляемая мощность при работе вентилятором составляет 15 Вт, а при работе тепловентилятором - 800 Вт. Производительность тепловентилятора ТВ-1 - 2 м³/ мин.

Тепловентилятор «Бакы» имеет трехступенчатый нагревательный элемент с максимальной мощностью при напряжении 220 В 1250 Вт и асинхронный однофазный двигатель, потребляющий мощность 7 Вт. Он используется для обогрева помещений и сушки одежды.

Тепловентилятор «Южный» имеет пластмассовый корпус со съемной подставкой из никелированной прутковой стали с резиновыми амортизаторами.

В стойке тепловентилятора установлен переключатель на пять положений. На первом и втором положении ручки он работает при включенном нагревательном элементе с разной производительностью за счет различной скорости вращения электродвигателя (на втором положении производительность выше).

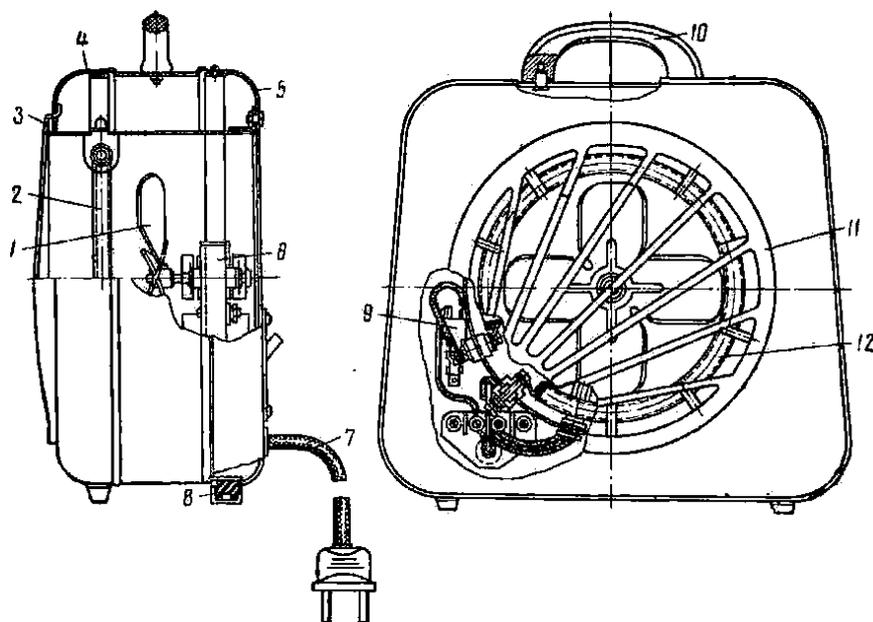


Рис. 4.3. Тепловентилятор ТВ-1; 1 - крыльчатка; 2 - спираль нагревательного элемента; 3 - кожух; 4 - корпус; 5 - крышка; 6 - электродвигатель; 7 - соединительный шнур; 8 - ножка; 9 - выключатель; 10 - пластмассовая ручка; 11 - предохранительная решетка; 12 - нагревательный элемент

При установке на третье положение вентилятор выключается. Четвертое и пятое положение ручки переключателя соответствуют включенному вентилятору и нагревательному элементу, причем производительность больше в пятом положении, а нагрев воздуха сильнее в четвертом из-за меньшей скорости потока воздуха. Мощность, потребляемая двигателем, 25 Вт, а общая потребляемая мощность 1000 Вт. Тепловентилятор «Южный» используется как настольный для дополнительного обогрева помещения и как ручной для сушки волос, одежды и т. п.

Чисто ручным тепловентилятором является «Ветерок», используемый в основном для сушки волос. Тепловентилятор состоит из пластмассового корпуса с ручкой, универсального коллекторного электродвигателя с крыльчаткой в виде турбинки на валу, нагревательного элемента и соединительного шнура с вилкой. Спиральный нагревательный элемент на керамическом основании устанавливается в передней части корпуса и при прохождении потока воздуха нагревает его до температуры 60...70° С. В верхней части ручки вмонтированы два выключателя для электродвигателя и нагревательного элемента. Общая потребляемая мощность электродвигателя и нагревательного элемента 500 Вт. Вес тепловентилятора 900 г.

Основные технические требования, предъявляемые к вентиляторам и тепловентиляторам. Требования, предъявляемые к вентиляторам и тепловентиляторам, могут быть удовлетворены при качественном изготовлении вентиляторов и тепловентиляторов, а именно:

- 1) при номинальном напряжении уменьшение производительности вентиляторов и тепловентиляторов должно быть не более 10% от номинальной;
- 2) электрические двигатели их должны нормально запускаться и работать при включении в сеть с напряжением не ниже номинального на 10%;
- 3) вентиляторы и тепловентиляторы должны выдерживать превышение скорости вращения электродвигателей на 25% от номинальной скорости в течение двух минут;

- 4) шум, создаваемый при работе, не должен превышать установленной нормы 65 дБ
- 5) шарнирное соединение электродвигателя со стойкой должно обеспечивать плавный поворот и надежное крепление двигателя в необходимом положении, причем угол поворота в вертикальной плоскости должен быть не менее 60°;
- 6) подшипники электродвигателей должны обеспечивать нормальную работу вентиляторов и тепловентиляторов без дополнительной смазки в течение 250 ч;
- 7) изоляция обмотки электродвигателя должна выдерживать в течение 1 мин напряжение 1000 В переменного тока промышленной частоты;
- 8) сопротивление изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса должно быть не менее 1 МОм;
- 9) основания вентиляторов и тепловентиляторов должны иметь амортизаторы для поглощения вибрации и предохранения опорной поверхности от повреждения.

4.3. Увлажнители воздуха УВ-1

Увлажнитель (рис. 4.4) состоит из пластмассового цветного диска 17, полистиролового фланца 20 и электродвигателя, соединенных между собой винтами. Сверху на фланец накручен распылитель с сеткой и пятнадцатью соплами.

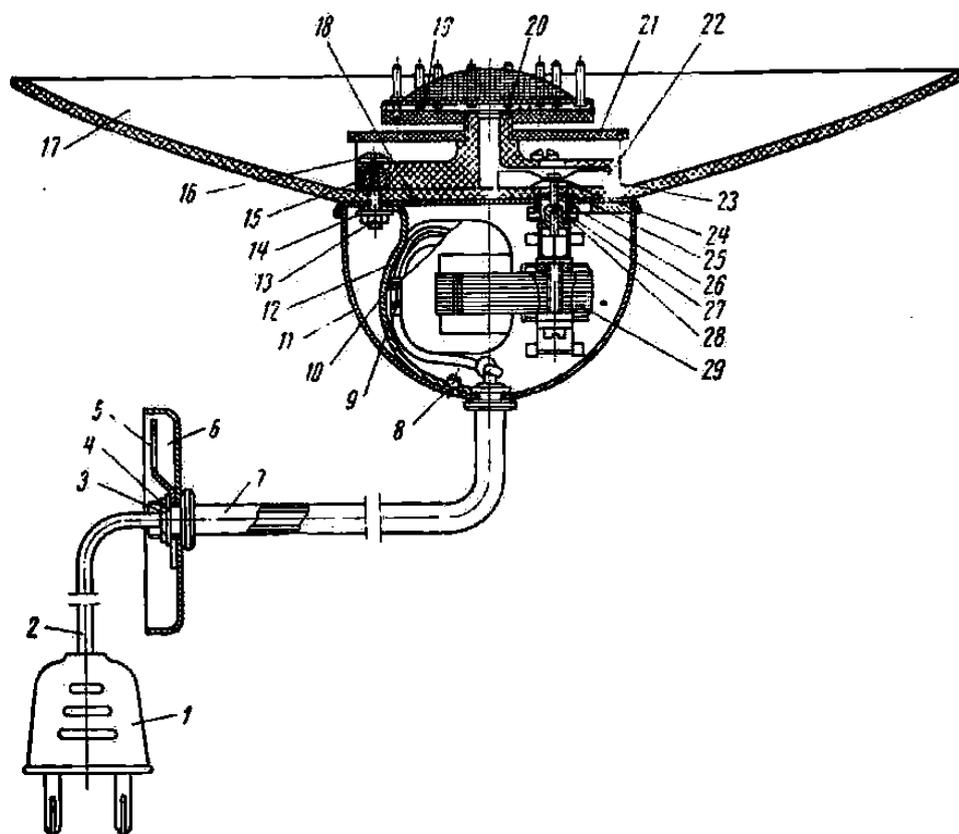


Рис. 4.4. Увлажнитель воздуха УВ-1; 1 - штепсельная вилка; 2 - соединительный шнур; 3, 24, 28 - специальные гайки; 4, 14, 21, 25 - шайбы; 5 - скоба; 6, 18 - колпачки; 7 - трубка; 8, 16 - винты; 9 - изоляция; 10 - хлорвиниловая трубка; 11 - колпак; 12 - кронштейн; 13 - гайка; 15 - специальный винт; 17 - диск; 19 - распылитель; 20 - фланец; 22 - кольцо; 23 - вентилятор; 26 - сальник; 27 - обойма; 29 - электродвигатель

Электродвигатель однофазный, асинхронный короткозамкнутый. Снизу он закрыт дюралюминиевым колпаком 11, в котором имеются отверстия для охлаждения электродвигателя и прохода трубки 7. Трубка заканчивается кронштейном, укрепляющим увлажнитель на стене. Внутри трубки проходит соединительный шнур со штепсельной вилкой.

Увлажнитель работает следующим образом. Через центральное отверстие распылителя наливают воду с таким расчетом, чтобы ее уровень в диске был на 5 мм выше сетчатого кольца. Штепсельной вилкой включают в сеть электродвигатель. Якорь электродвигателя вращает насаженный на его оси вентилятор, подающий воду через центральные отверстия фланца в распылитель и через отверстия пятнадцати сопел, расположенных по окружности.

Вода выбрасывается вверх в виде фонтанчиков. Высота фонтанчика может регулироваться отвертыванием или завертыванием распылителя на фланце.

Для предохранения от попадания воды на якорь электродвигателя в диске установлен специальный сальник 26 (см. рис. 4.4). В случае просачивания воды для регулировки сальникового уплотнения следует отвернуть винт 8 в нижней части колпака и осторожно сдвинуть колпак вместе с трубкой. Отрегулировать сальниковое уплотнение можно, поворачивая штифтом гайку 28. Затем колпак с трубкой нужно укрепить на прежнем месте. Сальниковое уплотнение не должно быть сильно затянуто, так как в этом случае якорь электродвигателя не будет вращаться. Смазывать подшипники смазкой или маслом требуется не реже одного раза в месяц.

При разной высоте или при отсутствии струй из отдельных сопел отверстия последних нужно прочистить прилагаемой к увлажнителю иглой. Если при работающем электродвигателе фонтанчик отсутствует, распылитель снимают и продувают сопла воздухом. Не рекомендуется включать увлажнитель без воды, так как это может привести к порче сальникового уплотнения. Технические данные увлажнителя следующие:

Номинальное напряжение, В.....	220
Потребляемая мощность, Вт.....	6
Непрерывная работа, ч.....	8...10
Диаметр диска, мм.....	264
Скорость вращения ротора на холостом ходу (без сальника), об/мин.....	2550
Вес, г.....	820
Высота фонтана (от основания сопел), мм	140
Соединительный шнур:	
длина, м.....	1.5
провод.....	ШПВ.2х0.35

Работа увлажнителя не должна нарушаться при изменении напряжения в сети в пределах от -10% до $\pm 5\%$ от номинального. Если при включении в сеть вентилятор не вращается, то необходимо легко толкнуть его крыльчатку.

4.4. Ионизаторы

Ионизаторы служат для получения отрицательных ионов и предназначены для целей аэроионотерапии.

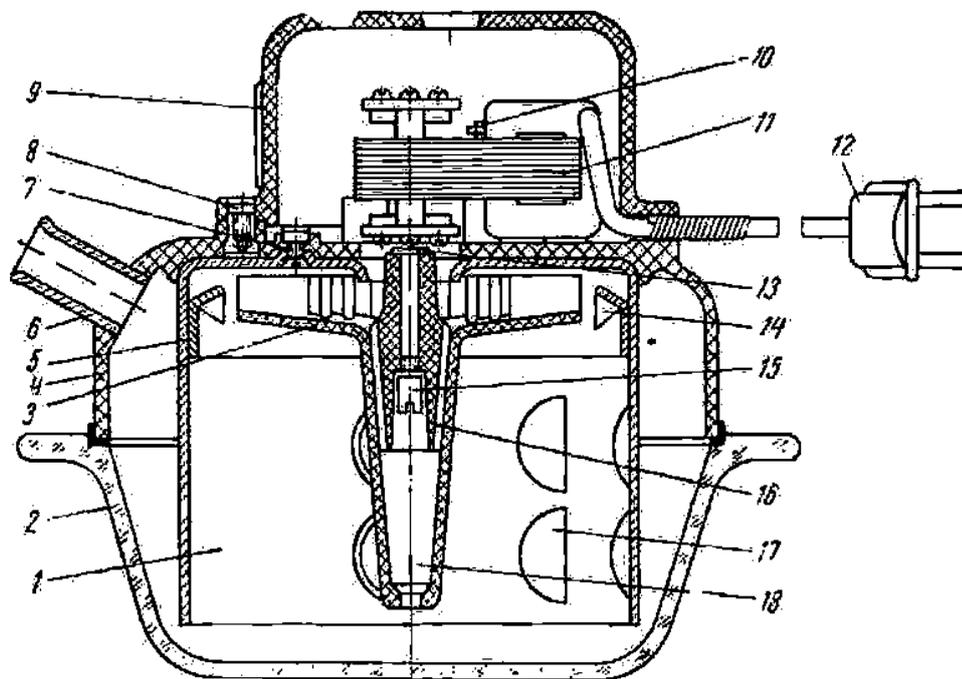


Рис. 4.5. Ионизатор И5-5А; 1 - аппарат; 2 - сосуд для воды; 3 - крыльчатка; 4 - пластмассовый корпус аппарата; 5 - алюминиевый корпус распылителя; 6 - выходной патрубок распылителя; 7, 8, 9 - винты; 10 - пластмассовый кожух двигателя; 11- асинхронный двигатель; 12 - соединительный шнур; 13 - втулка; 14 - зубчатый венец; 15 - гайка; 16 - конусная втулка; 17- жалюзи; 18- внутренняя полость конуса крыльчатки

Ионизатор И5-5А (рис. 4.5) состоит из двух частей — аппарата и сосуда для воды. Внутри пластмассового корпуса аппарата расположен алюминиевый корпус распылителя и асинхронный электродвигатель мощностью 30 Вт. Внутри корпуса распылителя установлен патрубок. Нижняя часть крыльчатки пустотелая.

При включении в сеть электродвигатель начинает вращать насаженную на его вал крыльчатку. Под действием ее центробежной силы дистиллированная вода, в которую погружена конусная часть крыльчатки,

поднимается по внутренней полости конуса к лопаткам крыльчатки и отбрасывается ими на зубцы венца распылителя, где дробится и превращается в ионизированную водяную пыль. Одновременно с этим через отверстие в кожухе электродвигателя воздух подсасывается в корпус распылителя, внутри которого воздух очищается и насыщается ионами.

Ионизатор ГИ-59 работает на дистиллированной воде и генерирует до 2 млн. легких отрицательных ионов в 1 см^3 воздуха на расстоянии 100 мм от сопла при одном действующем выходе. Количество прогоняемого через сопло воздуха, насыщенного электризованными аэрозолями воды превышает 0,5 л/сек. Ионизатор может работать и на кипяченой, дождевой или снеговой воде, но генерация легких отрицательных аэроионов при этом снижается в 2—3 раза. Объем воды, наливаемой в сосуд, должен быть не более 0,8 л, а расход ее не более 100 мл/ч. Габариты ионизатора 230x230x250 мм, вес 2,5 кг.

Ионизатор ГИ-59 имеет пластмассовую сферическую крышку, на которой укреплен асинхронный электродвигатель. На валу электродвигателя специальным винтом закреплена турбинка с конусным патрубком. На кожухе установлена съемная решетка-распылитель и сепарирующий экран. При включении в сеть вал электродвигателя с насаженными на него турбинкой и конусным патрубком начинает вращаться. Под действием центробежной силы вода, в которую погружен конусный патрубок, поднимается по внутренней полости конуса к лопасти турбинки и отбрасывается на распылительную решетку. Одновременно с этим через отверстия в крышке и кожухе происходит подсос воздуха, очищенного марлевым фильтром. Взаимодействие распыленных капель воды с воздухом образует электризованную водяную аэрозоль, которая во взвешенном состоянии поступает в сопла ионизатора. Сепарирующий экран осаждает тяжелые капли воды.

Электродвигатель ДАМ-1 ионизатора воздуха работает в вертикальном положении и имеет короткозамкнутый ротор, вращающийся по часовой

стрелке (если смотреть со стороны вала). Охлаждение электродвигателя естественное. Один конец вала свободный.

Технические данные электродвигателя ионизатора

Потребляемая мощность, Вт.....	30
Полезная мощность, Вт.....	3,3
Ток, А.....	0.43
Скорость вращения, об/мин.....	2700
Коэффициент мощности.....	0,5
Вес, кг.....	0,9

4.5. Озонаторы

Озонатор предназначен для получения озона, который, благодаря своим окислительным свойствам, снижает или совсем устраняет неприятные запахи. Он применяется в местах общего пользования (рис. 4.6) и состоит из трансформатора, вакуумного разрядника (газоразрядной лампы), конденсаторов постоянной емкости два по 0,5 мкф и два по 0,05 мкф) и индикаторной лампочки МН-14 на 0,3 в и 0,28 а. Прибор смонтирован на металлической панели, сверху закрыт кожухом, имеет два ушка для крепления его на стене. На боковой части кожуха расположен зажим для присоединения провода заземления. Для включения в сеть озонатор снабжен соединительным шнуром с вилкой.

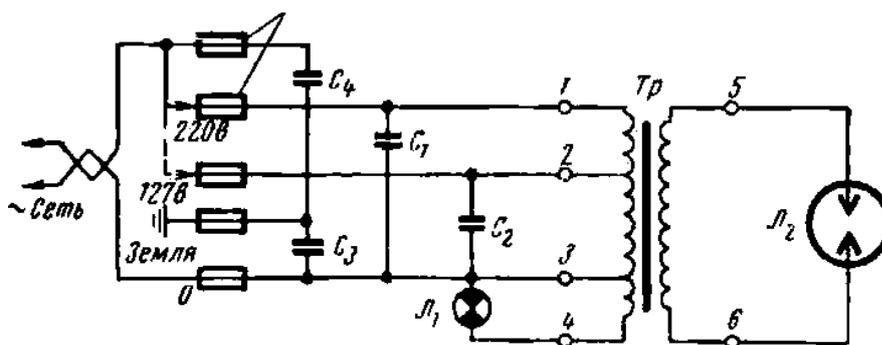


Рис. 4.6. Электрическая схема озонатора ОВ-1

Трансформатор озонатора Тр состоит из двух обмоток (обмоточные данные см. в табл. 15). Первичная обмотка имеет четыре вывода 1, 2, 3, 4, позволяющие переключать трансформатор на напряжение 127 или 220 в. Часть витков первичной обмотки используется для питания индикаторной лампочки L_1 . Вторичная обмотка трансформатора имеет два вывода 5 и 6. Она служит для питания вакуумного разрядника (газоразрядной лампы) L_2 .

Таблица 4.1 Обмоточные данные трансформатора

Обмотки	Номера выводов	Количество витков	Марка привода	Диаметр провода, мм
Первичная	1-2	490	ПЭЛ	0,14
	2-3	851	ПЭЛ	0,18
	3-4	27	ПЭЛ	0,31
Вторичная	5-6	13 110	ПЭЛ	0,06

Технические данные озонатора

Номинальное напряжение, В.....	220
Потребляемая мощность, Вт.....	12
Вес, кг.....	2,0
Тип газоразрядной лампы.....	P-11
Рабочее напряжение газоразрядной лампы, В.....	2500
Падение напряжения на сопротивлении 200 кОм, В...40	

К озонаторам предъявляются следующие требования:

- 1) работа озонатора не должна нарушаться при изменении напряжения сети в пределах от +5 % до - 15% от номинального;
- 2) кожух озонатора изолируется от токоведущих деталей;
- 3) озонатор рассчитывается на работу при температуре окружающей среды от +10° до +40°С;
- 4) соединение токоведущих деталей обеспечивает надежный электрический контакт;
- 5) потребляемая мощность не превышает мощности, указанной в технических данных озонатора;
- 6) озонатор имеет устройство для подавления радиопомех, выполненное по

схеме, соответствующей данному типу озонатора;

7) озонатор плотно закрывается кожухом, включение его в электрическую сеть со снятым кожухом категорически запрещается.

4.6. Очистители воздуха

Очистители воздуха предназначены для очистки воздуха на кухнях, во время приготовления пищи, от выделяющихся паров и запаха масла, смолистых веществ, аэрозолей, запахов газа и других и других канцерогенных веществ.

Принцип работы очистителей воздуха схож с работой противоголовок. Отличие заключается в том, что в противоголовках воздух пропускается последовательно через несколько фильтров за счет деятельности легких человека, а в очистителях воздуха движение воздуха осуществляется от вентилятора с электроприводом.

В очистителях воздуха приточно-вытяжного типа очищенный в фильтре воздух может подаваться из одной комнаты в другую, из комнаты на в окружающую среду, или наоборот из окружающей среды в помещение.

Очистители воздуха монтируются на высоте 600...900 мм от плоскости плиты, при этом всасывающая способность очистителя изменяется незначительно, а очиститель устанавливается на удобной высоте.

Обычно размеры всасывающая поверхность очистителя бывает больше площади плиты, что позволяет почти полностью всасывать поднимающиеся от плиты воздуха.

В очистителях устанавливают лампы освещения, которые включаются в случае недостаточности естественного или искусственного освещения.

Электрофильтр ВБ-3 «Славитуч». Он предназначен для очистки воздуха на кухнях оборудованных газовыми или электрическими плитами. Этот фильтр в газифицированных кухнях окисляет продукты неполного сгорания газа до уровня ангидридов, кроме этого поглощает пары масла, частицы пыли, дым, копоть и т.п.

Фильтры, устанавливаемые над плитами можно использовать в качестве самостоятельного прибора или в комплекте с кухонным оборудованием. В случае применения прибора в качестве самостоятельного он крепится к стене 10 (рис.4.7) шурупами 9 и отверстиями-пазами 8. При использовании фильтра в комплекте с кухонным оборудованием его устанавливают в кухонный шкаф 2 и крепят болтами 6.

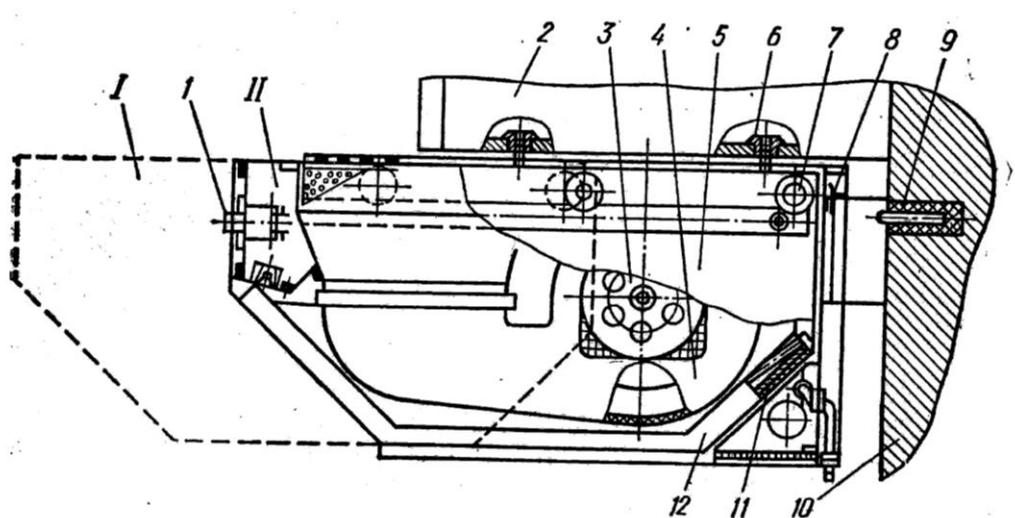


Рис.4.7. Электрофильтр ВБ-3 «Славитуч»: 1 - выключатель; 2 - кухонный шкаф; 3 – электродвигатель; 4 - вентилятор; 5 - каретка; 6 - болты; 7 - ролики; 8 – пазы отверстия; 9 - винты; 10 - стена; 11 – фильтрующий материал ; 12 - боковая рамка

Одна из отличительных качеств прибора – конструкция вентилятора. Электромотор установлен горизонтально, и всасывающие отверстия труб вентиляционного узла расположены перпендикулярно по отношению к поверхности фильтрующего материала.

Такая конструкция вентиляционного узла и использование электродвигателя с числом оборотов 2800 об/мин позволяет уменьшить габариты вентилятора и повысить производительность прибора по очищаемому воздуху до 200 м³/час.

Указанные отличия конструкции вентиляционного узла, изготовление лопастей вентилятора и труб из пластмассы, а также герметическое исполнение соединений позволяет снизить уровень шума до 50 дБ.

Конструкция прибора позволяет изменять глубину фильтрующего слоя.. При работе четырех конфорок (1 случай) устанавливается наибольшая площадь фильтрации. При работе 2 конфорок (2 случай) площадь фильтрации уменьшают. Глубина фильтрующего слоя изменяется с помощью установленных в основной части корпуса роликов 7 и движущейся каретки 5.

К основному корпусу и каретке крепятся все устройства прибора. На каретку установлен электродвигатель 3 и центробежный вентилятор 4. В 1 случае каретка максимально выдвигается вперед, около задней стенке корпуса образуется камера, куда интенсивно поступает загрязненный воздух. Воздух из этой камеры выходит из боковой рамки 12. К этой рамке монтируется фильтрующий материал.

Технические характеристики электрофильтра «Славутич»:

Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	150
Производительность, м ³ /час	200
Очистительный эффект, %	80
Окисляющая способность по СО и СО ₂ , %	60
Габариты, мм	600X625 или 435X205
Масса, кг	20

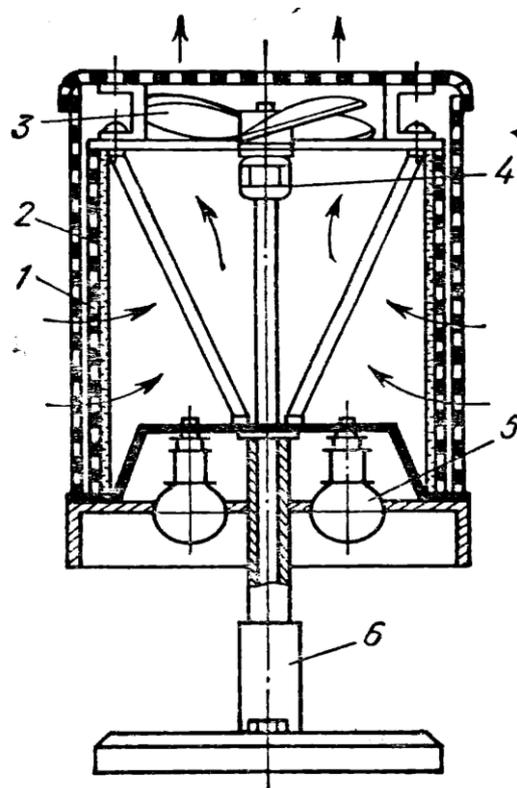


Рис. 4.8. Электра очиститель воздуха ЭВБ-1: 1 – фильтрующий материал; 2 – активированный уголь; 3 – вентилятор; 4 – электродвигатель; 5 – электрические лампочки; 6 – основание

Электроочистители воздуха ЭВБ-1 и ЭВБ-2 предназначены для очистки воздуха жилых помещений объемом до 50 м^3 от аэрозольных частиц (пыль, дым) и неприятных запахов. Приборы отличаются друг от друга конструкцией оснований. ЭВБ-1 выполнен в виде настольной лампы для установки на столах. ЭВБ-2 выполнен в виде торшера, что повышает его функциональные возможности и комфортность.

Принцип работы приборов следующий. Электродвигатель 4 (рис.4.8) приводит в движение вентилятор 3 и воздух всасывается через боковые дверцы абажура. Воздух пропускается через фильтрующий материал 1 и активированный уголь 2, очищается и выпускается через отверстие в верхней части абажура. Электрические лампы 5 позволяют использовать приборы в качестве настольной лампы или торшера.

Электроочиститель воздуха имеет следующие преимущества:

- Двух скоростной вентилятор обеспечивает нормальный и ускоренный режимы очистки;
- ФП типа высокоэффективные фильтрующие элементы и активированный уголь обеспечивают высокую степень очистки от пыли, дыма и неприятных запахов;
- Установленный в верхней части прибора осевой вентилятор обеспечивает низкий уровень шума.

Технические характеристики электроочистителей воздуха ЭВБ-1 и ЭВБ-2:

	ЭВБ -1	ЭВБ -2
Напряжение В	220	220
Потребляемая мощность, кВт	0,1	0,1
Производительность по воздуху, м ³ /соат		
I ступень вентиляции	150	150
II ступень вентиляции	75	75
Степень очистки воздуха от пыли, %	80	80
Габариты, мм		
диаметр	240	320
высота	660	1650
Масса, кг	6	10

4.7. Климатизёры

Климатизёры предназначены для стабилизации температуры и влажности воздуха в помещениях. В них одновременно работают вентилятор и увлажнитель.

В отличие от снабженных специальным охлаждающим агрегатом кондиционеров в климатизёрах охлаждение воздуха осуществляется за счет повышения его влажности. Например, если в климатизер поступает воздух температурой 28...29 °С при относительной влажности 45%, на выходе

воздух будет иметь температуру $24...25^{\circ}\text{C}$ при влажности $50...60\%$. Одновременно воздух частично очищается от пыли.

Климатизёр БК-I (Рис.4.9). Этот климатизёр предназначен для очистки, увлажнения и сохранения комфортных параметров воздуха в помещениях. Он состоит из следующих основных узлов: вентилятора с электродвигателем 1 (рис.4.9, а, б); пакета мипластовых пластин и емкости для воды; узла увлажнения 2; фильтра 9; электро нагревателя 10; воздуховодов и изготовленного из угловой стали рамы 3. На раме монтируются все узлы климатизера. Все перечисленные элементы конструкции установлены на несущем каркасе корпуса 7. Каркас изготовлен из прессованных древесно-стружечных плит обклеенных шпоном ценных пород дерева. На передней панели установлены выходные жалюзи 4 воздуховода, пульт управления 5 и указатель уровня жидкости 6.

Принцип работы климатизёр следующий. При работе вентилятора воздух пропускается через фильтр 9, очищается от пыли и поступает в узел увлажнения 2. Воздух увлажняется за счет поверхностно испарения воды. При необходимости увлажненный воздух может обогреваться с помощью электронагревателей 10. Климатизёр установлен на роликовом поддоне 8 и его можно перемещать по помещению.

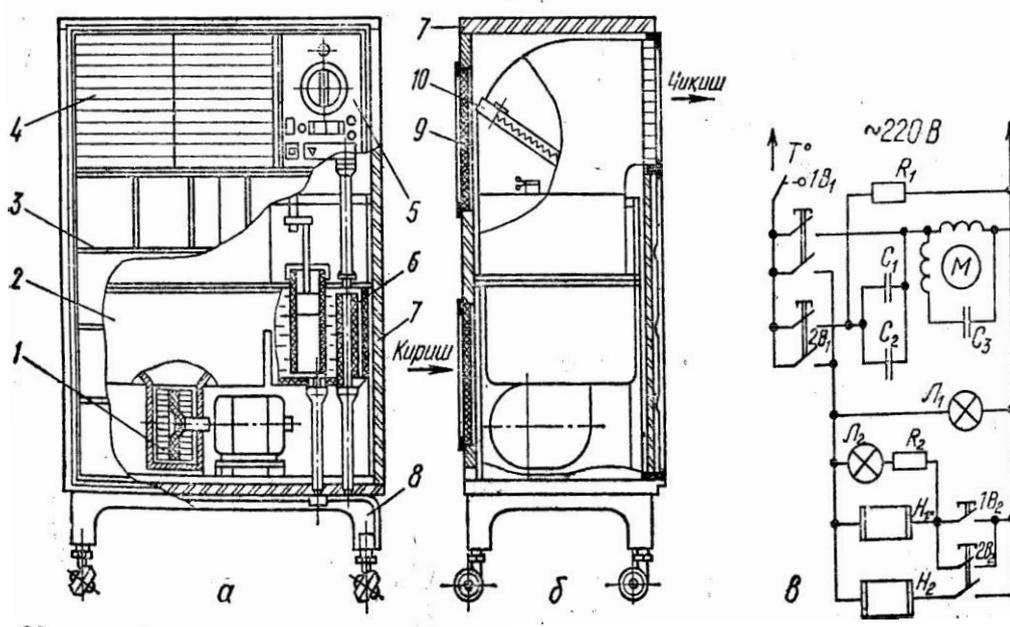


Рис. 4.9. Климатизёр БК-1: а – схема конструкции; б – боковой вид; 1 – вентилятор; 2 – узел увлажнения; 3 – рама; 4 – жалюзи; 5 – пульт управления; 6 – указатель уровня воды; 7 – корпус; 8 – поддонник; 9 – фильтр; 10 – электронагреватель

Технические характеристики климатизёра БК -1

Напряжение, В	220
Потребляемая мощность, кВт:	
без электронагревателей	0,2
с электронагревателями	1,2
Производительность по воздуху, м ³ /час	
I ступень вентиляции	120
II ступень вентиляции	170
Расход воды, дм ³ /час	0,5
Объем воды в ванне, дм ³	3
Степень очистки воздуха, %	60
Габариты, мм	500x395x795
Масса, кг	50

Электрическая схема климатизёра (рис.4.9, в) состоит из электродвигателя М типа КД-50-У4; резисторов R₁ - МЛТ-2-27 кОм и R₂ - МЛТ-0,5-150 кОм ; конденсаторов типа МБГ4-1-2А-250-4 - С₁ и С₂; конденсатора типа МБГ-1-4-2А-500-4 - С₃; двухполюсного переключателя В₁ типа П2Т-2ВТО; переключатель В₂ типа ПП1 238-0; Лампа Л₁ типа РН-220-15-1; индикатор Л₂ типа ИН-21; терморегулятора Т; электронагреватели Н₁ и Н₂ типа 5ФК; шнура и вилки подключения к сети.

4.8. Кондиционеры воздуха

Кондиционер БК-1500. Кондеционер предназначен для создания благоприятных условий существования в жилых, служебных, общественных и других помещениях площадью до 25 м². Функции кондиционера: охлаждение воздуха, автоматической поддержание температуры на заданном уровне, обеспыливание воздуха, снижение влажности воздуха, изменение скорости и направления потока воздуха, обеспечивает обмен воздуха с внешней средой.

Технические характеристики кондиционера БК-1500

Тип	Устанавливаемый в окно с автоматическим регулируемым температурой
Производительность по холоду, ккал/час	1500
Потребляемая мощность, Вт	1000
Номинальное напряжение, В	220
Уровень шума, дБА	58
Рабочий ток, А	5
Габариты, мм	400X600X585
Масса, кг	51

Компрессор

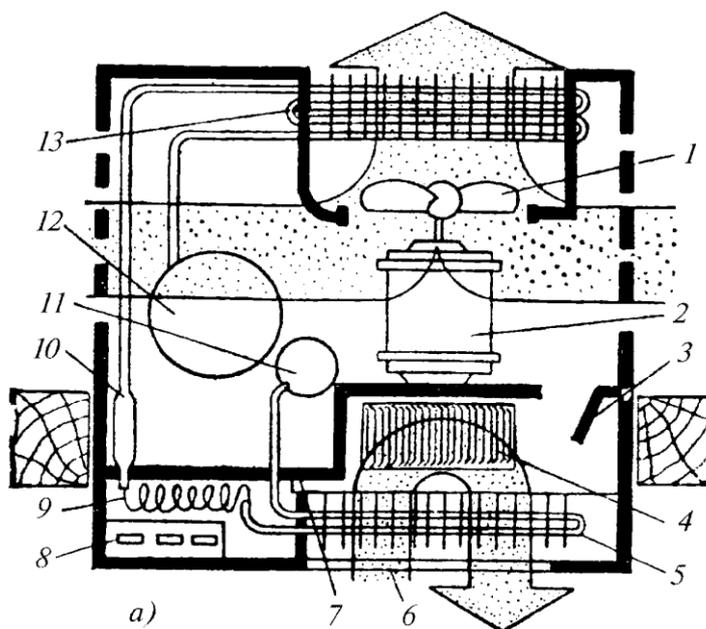
Тип	Ротационный с конденсаторным асинхронным двигателем
Производительность по холоду, ккал/час	1750
Потребляемая мощность, Вт	854
Рабочий ток, А	4,4
Коэффициент мощности	0,875
Число оборотов двигателя, мин ⁻¹	2910

Вентиляторный двигатель

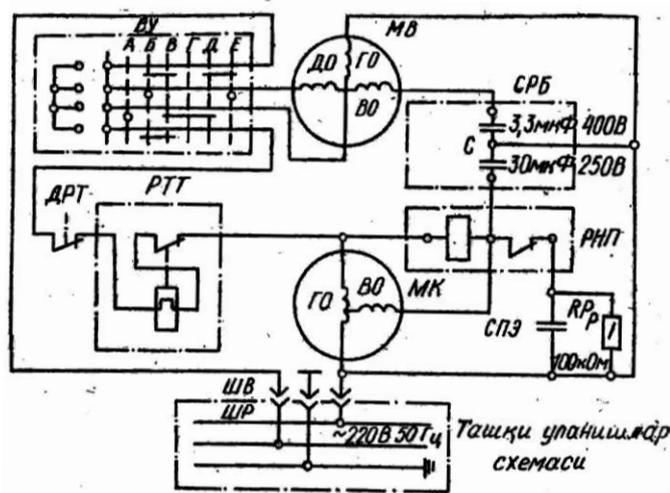
Тип	Двухскоростной, однофазный, конденсаторный, с короткозамкнутым ротором
Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	40/18
Число оборотов, мин ⁻¹ :	
максимальная	810
минимальная	625

Основные рабочие узлы кондиционера: охлаждающий агрегат компрессионного типа 9 (рис. 4.10); осевой вентилятор 1 и центробежный 4; оба вентилятора приводятся от одного двигателя 2; защитное и пускорегулирующее устройство размещены в пульте 8.

Охлаждающий агрегат состоит из ротационного компрессора 12, конденсатора 13, испарителя 5, фильтра осушителя 10, расширителя 11 и герметичной системы трубок. Компрессор, конденсатор, фильтр осушитель и расширитель расположены в наружном отделении, а испаритель во внутреннем отделении. Отделения разделены перегородкой 7.



а



б

Рис. 4.10. Кондиционер БК-1500: а – основные узлы; б – электрическая схема; 1 – осевой вентилятор; 2 – электродвигатель вентиляторов; 3 – вентилирующая заслонка; 4 – центробежный вентилятор; 5 – испаритель;

6 – воздушный вильтр; 7 – перегородка; 8 – пульт управления; 9 – капиллярные трубки; 10 – фильтр осушитель; 11 – расширитель; 12 – компрессор; 13 – конденсатор; б – электрическая схема; конденсатор СПЭ — 320 В, 60 мкФ; МК - компрессор; блок рабочих конденсаторов СРБ – БКС-250 30 мкф, 250В и 3.3 мкФ, 400 В; электродвигатель вентиляторов МВ; пусковое токовое реле РИП; температурное реле ДРТ; резистор RP_p - 100 кОм; включатель ВУ; штепсельная вилка ШВ; розетка ШР

Система охладительного агрегата заполняется смазочным материалом и хладагентом хладоном 22, которые не меняются в процессе работы.

При включении электродвигателей охладительный агрегат работает в следующем порядке. Компрессор 12 нагнетает пары хладагента в конденсатор 13. Пар в конденсаторе охлаждается потоком наружного воздуха создаваемым осевым вентилятором 1. После этого сжиженный хладон, проходя через фильтр, осушитель по капиллярным трубкам 9 поступает в испаритель. Капиллярная трубка между конденсатором и испарителем создает разность давлений. В результате сжиженный хладон в испарителе переходит в газообразное состояние. Этот процесс протекает с отбором тепла с поверхности испарителя и воздуха помещения пропускаемого через испаритель центробежным вентилятором. Поток охлажденного воздуха подается обратно в помещение через жалюзи в верхней части кондиционера. Направление этого потока можно регулировать в вертикальном и горизонтальном направлениях. Пары хладона от испарителя высасываются компрессором и цикл повторяется. Электрическая схема кондиционера БК-1500 приведена на рис. 4.11, б.

Пускозащитная аппаратура состоит из следующих элементов:

конденсатор СПЭ емкостью 60 мкФ для запуска электродвигателя компрессора МК;

рабочие конденсаторы однофазных асинхронных электродвигателей МВ и МК (30 мкФ, 250 В, 3,3 мкФ, 400 В и блок конденсаторов типа БКС- 250);

реле тока РИП для запуска электродвигателя компрессора МК ;

реле температуры ДРТ (250 В, 10 А);

реле температуры РТТ для защиты электродвигателя компрессора от перегрузки;

ВУ – переключатель;

МВ – двигатель вентиляторов У- 0,49/0,35 А, 815/625;

МК – двигатель компрессоров 220 В, 590 Вт, 2900 мин⁻¹;

ШВ – штепсельная вилка 250 В, 10 А;

Обозначения выводов двигателя компрессора: ГО - главная обмотка;
ВО - вспомогательная обмотка; ДО – дополнительная обмотка.

5. БЫТОВЫЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ И МОРОЗИЛЬНИКИ

5.1. Особенности хранения пищевых продуктов в охлажденном и замороженном состояниях

На всей планете ежегодно производится около 5 млрд. т продуктов. Однако 25—30 % всей полученной продукции пропадает из-за отсутствия достаточных средств и несовершенства технологии хранения, причем основная часть утрачиваемых продуктов — это сырье животного и растительного происхождения.

Применяют различные способы длительного хранения продуктов. Из них наиболее распространены следующие:

- 1) хранение в естественном состоянии при небольших положительных температурах;
- 2) хранение после предварительной термической обработки при температуре 90—150 °С;
- 3) хранение в охлажденном или замороженном состоянии.

Первым способом можно сохранить ограниченное количество продуктов. При этом они, как правило, теряют не только массу (потеря влаги), но и вкусовые качества. Второй способ, хотя универсален и надежен, но ведет к значительным потерям качества: вкуса, внешнего вида, витаминов и др. Третий способ получил распространение только в последние десятилетия, но показал неоспоримые преимущества, а потому начинает занимать центральное место в системе консервации и длительного хранения, в том числе и в быту.

В охлажденном состоянии (0...2 °С) целесообразно хранить «всесезонные» продукты (молоко, мясо, рыбу) и продукты, допускающие значительный срок хранения.

Все остальные продукты, которые должны входить в ежедневный рацион питания, но имеющие ограниченный сезон созревания, необходимо хранить в замороженном состоянии.

Таблица 5.1. Продолжительность хранения некоторых видов продуктов в охлажденном состоянии

Продукты	Срок хранения, сут.	Продукты	Срок хранения, сут.
Виноград малой стойкости	5...10	Зеленый горошек	20
Грибы, ежевика	7	Персики, вишня	7...28
Творог	10	Абрикосы, спаржа	14...28
Инжир	7...14	Слива	14...56
Рыба	10—18	Сметана	90...100
Мясо	10—15	Виноград повышенной стойкости	100...120

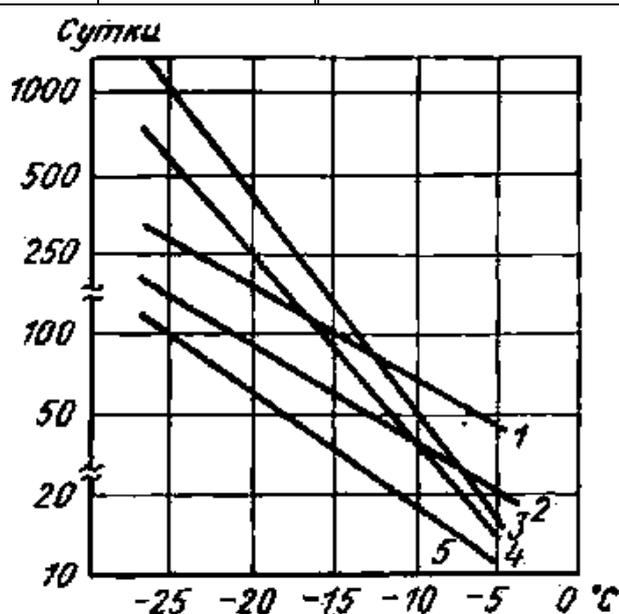


Рис. 5.1. Сроки хранения замороженных продуктов при различных температурах: 1 - говяжий фарш; 2 - горошек; 3 - жирная рыба; 4 - шпинат; 5 - невыпеченные мучные изделия

Сроки хранения продуктов в охлажденном состоянии приведены в табл. 5.1. а на рис. 5.1. показаны сроки хранения замороженных продуктов при различной температуре.

Повышение срока хранения продуктов в замороженном состоянии (от - 18 до - 24) °C) связано с замедлением химических реакций в них, снижением активности микроорганизмов и ферментов. Для снижения активности ряда ферментов (пепсина, трипсина) требуется понижение температуры до - 24 °C. После размораживания активность ферментов восстанавливается, а у

пероксидазы, типозинады и каталазы наблюдается даже кратковременное повышение активности. Это объясняется тем, что в результате структурных изменений во время замораживания высвобождаются различные первоначально связанные компоненты ферментов.

Снижение активности микроорганизмов связано с тем, что при низких температурах прекращается их размножение, но сохраняется обмен веществ. Холодильная обработка практически не влияет на витамины А, В, Д и Е. Содержание витамина С уменьшается, но не так существенно, как при естественном хранении или термообработке.

На основании анализа норм рационального питания российские и зарубежные исследователи рекомендуют объем холодильной и морозильной камеры на одного человека 150—200 дм³, а объем холодильника для средней семьи должен быть 500—700 дм³ с учетом объема морозильной камеры (40% общего объема). Подопытная эксплуатация авторами различных типов холодильников и морозильников подтвердила эти положения.

На основании изложенного можно сформулировать требования к перспективным моделям холодильников.

1. Общий объем холодильника должен быть 250 — 700 дм³ в зависимости от числа членов семьи из расчета 200 дм³ на одного члена семьи.
2. Объем морозильной или низкотемпературной камеры должен составлять 40—50 % общего объема холодильника.
3. Температура в холодильной камере должна быть 0...2 °С.
4. Температура в низкотемпературной камере при режиме замораживания должна быть от - 18 до - 24 °С.

5.2. Современные бытовые холодильники и морозильники

Для хранения продуктов в быту в охлажденном или замороженном состоянии промышленностью (отечественной и зарубежной) выпускаются различные типы холодильных приборов. Основным из них является холодильник (холодильная камера). Средняя температура в холодильной

камере не превышает 5 °С (в отдельных точках холодильной камеры допускается увеличение температуры до 10 °С).

Большинство холодильников имеет низкотемпературное отделение (НТО) для хранения замороженных продуктов. Температура в этом отделении может быть - 6 °С, - 12 °С, - 18 °С и - 24 °С. Следует подчеркнуть, что в НТО можно только кратковременно хранить замороженные продукты. Заморозить продукты или длительно их хранить в НТО нельзя вследствие низкой мощности замораживания.

Для длительного хранения замороженных продуктов в холодильник встраивают отдельную низкотемпературную камеру (НТК) с повышенной мощностью замораживания. Для замораживания и длительного хранения продуктов используют морозильники или морозильные камеры (МК), встроенные в холодильник. Морозильная камера, как правило, отделена от холодильной камеры и окружающей среды повышенной теплоизоляцией и имеет отдельную дверцу (двухкамерные холодильники).

В зависимости от способа получения холода холодильники и морозильники разделяют на компрессионные (К), абсорбционные (А) и термоэлектрические (ТЭ). По конструктивному исполнению они могут быть в виде шкафа (Ш), стола (С), двух- и трехкамерные (Д и Т), а также комбинированные морозильники-холодильники (МХ). Морозильники-холодильники представляют собой механическое соединение холодильника и морозильника, устанавливаемые один на другой или рядом. Так, компрессионный двухкамерный холодильник в виде шкафа общим объемом 270 дм³ с морозильной камерой объемом 80 дм³ обозначается КШД-270/80, а комбинированный компрессионный холодильник-морозильник общим объемом 350 дм³ и объемом морозильника 120 дм³ обозначается КШМХ-350/120.

Современные достижения технологии хранения в охлажденном и замороженном состоянии, повышение спроса на холодильники увеличенных объемов с несколькими уровнями температур потребовали создания нового

поколения бытовых холодильников. Промышленность стала выпускать многокамерные (двух, трех и более) холодильники, в которых использованы одно- и двухиспарительные холодильные агрегаты.

В одноиспарительных агрегатах холод вырабатывается в одной (морозильной) камере, а затем принудительно передается в холодильную камеру. Принципиальным недостатком этих холодильников является использование дорогостоящего низкотемпературного холода для охлаждения камер с повышенной температурой. Кроме того, происходят притоки теплоты через стенки камер, дополнительно потребляют электроэнергию вентиляторы и нагреватели.

Двухиспарительные агрегаты прямого охлаждения разделяют на однодрессельные и двухдрессельные. В двухдрессельном агрегате основной дроссель устанавливают между конденсатором и высокотемпературным испарителем, а дополнительный дроссель — перед испарителем низкотемпературной камеры. Хладагент из компрессора через конденсатор подается в основной дроссель, а затем в дополнительный. В таких агрегатах не могут быть достигнуты низкие температуры вследствие прохождения по низкотемпературному испарителю пара от высокотемпературного испарителя, а также из-за гидравлических потерь.

В однодрессельных агрегатах хладагент сначала подается в испаритель низкотемпературной камеры, а затем в испаритель холодильной камеры. В таких агрегатах затруднено регулирование температур при изменении тепловых нагрузок. Этот недостаток присущ и агрегатам с параллельным соединением испарителей.

В 1973 г. А. И. Рудной была предложена система охлаждения двухкамерного холодильника с регенеративным теплообменником, выполненным конструктивно «труба в трубе» (А. с. 613172, СССР). Предложенный способ реализован в холодильнике КШД-260 «Минск-15», имеющем НТО 45 дм³ и температуру ниже — 18 °С. Такая система позволила создать

холодильник объемом 280 дм³ с НТО 30 дм³ на хладоне-12 с компрессором ФГ-125.

Создание холодильников больших объемов с указанным компрессором к успеху не привело, так как, при использовании хладона-12 потребовалось бы повышение отношения p_k/p_o (где p_k — давление конденсации, p_o — давление испарения) до недопустимо больших значений. В этих условиях пароконпрессорный цикл с одноступенчатым сжатием становится малоэффективным, а применение его — экономически нецелесообразным.

Поиску новых способов охлаждения был посвящен ряд исследований, проводимых в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро. При проведении работ был принят ряд граничных условий, в том числе необходимость сохранения в новых конструкциях холодильников серийно выпускаемых компрессоров. Это связано с тем, что компрессоры в основном выпускаются на специализированных предприятиях. Отказ от них потребовал бы создания новых заводов, или коренной реконструкции, требующей больших капиталовложений.

Применение двух компрессоров нежелательно вследствие необходимости увеличения объема их производства, а также повышения материалоемкости холодильников и их стоимости.

При создании параметрического ряда холодильников большое внимание уделялось оптимальному выбору размеров холодильников. Выпускаемые холодильники отличаются большим многообразием моделей. Только в ГОСТ 16317-76 Е указано шесть размеров ширины по фронту шкафов, отсюда и различные размеры испарителей, конденсаторов, полок и других узлов и деталей. Это создает большие неудобства для производства, так как на каждом заводе необходима своя линия изготовления холодильника и его элементов. Кроме того, затруднен ремонт холодильников из-за неоправданного многообразия моделей и конструкций, создаются неудобства в сфере обслуживания.

Таблица 5.2. Требования по расходу электроэнергии бытовыми холодильниками (при температуре в НТО - 6С)

Общий (брутто) объем холодильника, дм ³	Расход электроэнергии, кВт·ч/сут. холодильником		Общий (брутто) объем холодильника дм ³	Расход электроэнергии, кВт·ч/сут. холодильником	
	компрессионным	абсорбционным		компрессионным	абсорбционным
60	1,09/0,90	-	200	1,55/1,29	2,2/2,0
80	1,15/0,96	1,95/1,75	220	1,64/1,36	2,3/2,1
100	1,21/1.01	-	240	1.71/1.42	2.4/2.2
120	1,26/1.05	2,05/1.85	260	1,8/1.5	2.5/2,3
140	1,35/1.12	2,1/1.9	280	1,84/1,57	-
160	1.40/1,18	-	300	1.92/1.64	-
180	1,46/1,18	-	350	2.12/1.81	-
			400	2.32/1.98	-

Примечание. В числителе указаны параметры холодильников первой категории качества, в знаменателе — высшей категории качества (ГОСТ 16317—76 Е).

В 1984 г. в ГОСТ 16317—76 Е было сокращено число типоразмеров по ширине до четырех. Кроме того, были ужесточены требования по удельному энергопотреблению (табл. 5.2).

Минимальный объем НТО для холодильников до 180 дм³ установлен 7%, для холодильников объемом 180—300 дм³ — 9 %, для холодильников объемом свыше 300 дм³ — 10 %.

При полезном объеме низкотемпературного отделения, большем минимального, расход электроэнергии

$$P = P_m (1 + E),$$

где P_m - расход электроэнергии по табл. 1.2;

E — коэффициент, зависящий от объема НТО.

Коэффициент E определяют по следующей формуле:

$$E = 0,0125[(100V_1/V)-A],$$

где V_1 - объем низкотемпературного отделения, дм^3 ;

V - общий объем холодильника, дм^3 ;

A - минимальный объем НТО, %.

Для холодильников с металлической камерой допускается увеличение расхода электроэнергии до 10 % от значений, указанных в табл. 5.2.

Таблица 5.3. Технические характеристики бытовых холодильников и морозильников

Модели и типы холодильников и морозильников	Объем НТО, дм^3	Температура в НТО, $^{\circ}\text{C}$	Расход электроэнергии, кВт-ч/сут. при температуре окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$		Потребляемая мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, кг
			32	25		Высота	Ширина	Глубина	
			4	5					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Компрессионные холодильники									
«Снайге-2», КС-120	17	-12	1.71	1.36	145	850	650	600	70
«Саратов» (мод. 1209)	15	-12	1.49	1.1	130	850	470	585	52.5
«Саратов» (мод. 1212)	15	-12	1.49	1.1	130	850	470	585	52.5
«Смоленск», КШ-120	15	-12	1.5	1	150	990	560	600	47.6
«Смоленск-3Е»	20	-12	1.5	1	150	990	560	600	47,6
«Вега-2Е», КШ-140	15	-12	1.74	1.2	170	1150	480	600	56,6
«Саратов» (1408)	15	-12	1.55	1.1	130	1040	470	585	59.5
«Саратов» (1413)	15	-12	1,55	1.1	130	1040	470	585	60
«Бирюса-8», КШ-150	14	-12	1.48	0.8	135	850	580	600	50
«Саратов» (1523)	15	-12	1.6	1.1	130	1040	470	585	53
«Саратов» (1524)	15	-12	1.6	1.1	130	1040	470	585	53.5
«Кодры», КШ-160	16	-12	1.85	1.3	130	1070	570	600	52
«Бирюса-3»	15	-12	1.81	1,33	135	1185	560	600	55
«Днепр-2»	16	-6	1,75	1,56	165	1180	560	600	67
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Днепр-2М»	15	-12	1.7	1,08	165	1180	560	600	64

«Орск-7М», КШ-180	21	-12	2,1	1.68	150	1220	560	600	72
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Юрюзань-2М»	16	-12	2,07	1.6	150	1255	580	600	68
«Полюс-7»	20	-12	1,73	1,15	135	1170	563	600	63
«Океан-3», КШ-180	15,2	-12	2,06	1,25	150	1175	560	590	65
«Памир-4М»	22	-12	1,94	1.45	175	1160	570	600	55
«Наст». КШ-200	27,5	-12	2,3	1.5	150	1210	570	600	72
«Снайге-15». КШ-220	25	-12	1,75	1.3	155	1355	570	600	63,5
«Снайге-15Е»	25	-12	1,75	1,3	155	1355	570	600	63,5
«Полюс-9»	27	-12	1,94	1,3	165	1150	590	600	64
«Бирюса-16»	28	-18	2.05	1.4	135	1230	580	600	67
«Чинар», КШ-240	26	-12	2,27	1.45	170	1450	570	600	65
«Чинар-2»	26	-12	2,35	1.6	170	1450	Г, 70	600	76
«Минск-12ЕМ»	27	-18	2,19	1,35	155	1210	570	600	54,5
«Апшерон-2Е»	21,6	-12	2,3	1,5	170	1450	570	600	75
«Донбасс-9»	26,7	-12	1.81	1,48	160	1435	580	600	67.2
«Донбасс-10Е»	26,7	-12	1.96	1,45	160	1435	580	600	75,5
«Донбасс-10 ЕС»	26,7	-12	1,96	1,45	160	1135	580	600	75,7
«Донбасс-ЮМ»	26,7	-12	1,96	1.45	160	1435	580	600	75.8
«Снежинка»	22	-12	2,16	1.69	185	1435	580	600	67
«Свияга-3»	27	-12	2,2	1.2	180	1215	570	600	70
«Бирюса-10»	26	-12	1,83	1,25	135	1210	580	600	60
«Памир-5»	22	-12	2,14	1,59	195	1450	570	600	62
«Памир-7»	40	12	2.34	1.65	195	1450	570	600	67
«ЗИЛ-63». КШ-260	26	12	2	1.2	150	1385	590	650	87
«Минск-16». КШ-280	27	18	2.36	1.4	155	1435	570	600	62
«Минск-16А»	27	18	2.36	1.4	155	1435	570	600	64.6
«Бирюса-6», КШ-280	26	12	1.97	1.35	135	1435	580	600	68
«Бирюса-17»	28	18	2.3	1,48	135	1455	580	600	73
«Ока-6». КШ-300	45	12	2.11	1.32	180	1435	590	630	95
Компрессионные двухкамерные холодильники									
«Минск-15». КШД-260	45	18	2.47	1,67	155	1450	570	600	68,5
«Минск-22». КШД-350	80	18	3.15	2.3	175	1945	570	600	90
«Бирюса-18». КШД-260	60	18	2.3	1.0	180	1455	580	600	72,5
«Бирюса-15», КШМХ-120/150	95	18/24	2.3	1.6	270	1695	580	600	103
«Смоленск-6», КШД-180	40	18	2.5	1.5	160	1350	560	600	65
Абсорбционные холодильники									
«Морозко-3М», АМ-30	—	—	1.87	1.47	75	580	420	450	19,8
«Садко». АШ-3ОК	—	—	1.9	1.48	90	800	1000	475	63,5
«Садко-2»	—	—	1,74	1.48	90	750	1000	455	55,8
«Ладога-40М», АШ-40	—	—	1.8	1.5	75	800	1140	432	60

«Ладога-4», АШ-80	5.6	6	2,4	1,8	100	970	550	600	46
«Спутник»		—	1.89	1,7	90	1690	500	600	90
1	2		4	5	6	7	8	9	10
«Кристалл-4», АШ-120	15	6	3	2	125	1060	570	650	53,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Иней»	10	6	2,93	2,54	125	1070	560	607	60
«Кристалл-9». АШ-200П	31	18	4,5	3,5	200	1320	570	600	58
« Кристалл-9М»	31	18	3,2	2,3	130	1320	570	600	60
Автомобильные термоэлектрические холодильники									
«ХАТЭ-12М»	-	-	-	-	66/30	410	500	280	7
Бытовые морозильники									
«Саратов», МШ-80А	80	18/24	2.1	1.6	135	850	470	585	45
«Бирюса-14». МШ-120	95	18/24	2.3	1.6	135	850	580	600	53
«Кодры». МС-120	76	18/24	2.45	1.6	140	849	600	600	50.5
«Минск-17». МШ-160	105	18/24	2,68	1.85	125	1140	570	600	55
«Минск-18». МШ-220	147.5	18/25	2.9	1.98	155	1448	570	600	67.3

Кроме того, допускается увеличение расхода электроэнергии для холодильников с номинальной температурой в НТО - 12 °С на 25 %, -18 °С на 50%.

Указанные отклонения приводят к тому, что по энергетическим характеристикам выпускаемые холодильники уступают зарубежным аналогам. Технические характеристики отечественных холодильников приведены в табл. 5.3.

5.3. Основные положения термодинамики

Конструирование и оптимизация режимов работы бытовых холодильников и морозильников требуют глубокого понимания теплотехнических процессов, происходящих в этих приборах. Конструирование холодильных машин основано на теории термодинамики и теплопередачи. При желании ознакомиться подробнее с этой теорией, и математическими доказательствами ее положений читатель может обратиться к специальной литературе [15, 18, 27, 41, 43].

5.3.1. Свойства идеальных газов и их смесей

Преобразование теплоты в работу и работы в теплоту, перенос теплоты из одной точки пространства в другую осуществляются носителем теплоты. В холодильных машинах в качестве теплоносителя применяют различные вещества, которые в нормальных условиях находятся в газообразном или жидком состоянии. Такие вещества носят название рабочих тел или холодильных агентов. От их свойств и параметров во многом зависит эффективность холодильных установок.

Одним из направлений повышения производительности холода бытовых холодильников является применение в качестве рабочего тела смеси газов (многокомпонентных хладагентов), которая обладает следующими основными свойствами:

- 1) каждый газ, входящий в газовую смесь, имеет температуру, равную температуре смеси;
- 2) каждый из компонентов газовой смеси распространяется по всему объему, занимаемому смесью, а поэтому объем каждого из них равен объему всей смеси;
- 3) смесь в целом является новым газом, отличающимся от ее компонентов и подчиняющимся своему уравнению состояния.

5.3.2. Методы анализа состояния и свойств реальных газов

Свойства газов могут быть описаны математически, а их параметры и взаимосвязь между ними оценены количественно. Для этого используют структурные и химические формулы газов, основные законы и уравнения термодинамики. Такой способ хотя и точный, но он не всегда приемлем из-за сложности и громоздкости. Поэтому при анализе широкое применение получили различные диаграммы и таблицы. К таким диаграммам относятся $p - V$ -диаграммы (давление — объем), $T - S$ - диаграммы (температура — энтропия), $p - i$ - диаграммы (давление — энтальпия). Для удобства шкалу давления берут в логарифмическом масштабе. Так как абсолютные значения

сложных параметров состояния (энтропия и энтальпия) в расчетах не используют (важным является изменение этих величин), то энтропию и энтальпию отсчитывают от условного начала, соответствующего состоянию насыщенного газа при 0 °С. Так, в таблицах и диаграммах для фреона-12 (по данным ВНИИХИ в системе СИ) энтропия насыщенного газа при 0 °С принята равной 4 кДж/(кг·К), а энтальпия — 400 кДж/кг. В таблицах и диаграммах для аммиака энтропия насыщенной жидкости при 0 °С принята равной 4,19 кДж/(кг·К), а энтальпия — 419 кДж/кг [27]. В литературе встречаются таблицы и диаграммы с другими началами отсчета энтропии и энтальпии. Это необходимо учитывать при использовании диаграмм и таблиц из разных источников.

5.4. Термодинамические циклы и их анализ

5.4.1. Показатели термодинамической активности циклов

Согласно второму началу термодинамики для осуществления кругового процесса, обеспечивающего отнятие теплоты от холодной среды и передачи его более теплой среде, требуется затрата механической работы или теплоты, которая переходит с высшего температурного уровня на низкий.

Это осуществляется путем периодического изменения состояния рабочего тела (круговой процесс). В результате совершения кругового процесса рабочее тело возвращается в исходное состояние, после чего процесс может повториться. При этом рабочее тело расширяется и сжимается. В зависимости от того, как будет протекать процесс, линия сжатия на p - V - диаграмме может расположиться под линией расширения (рис. 5.2, а) или над ней (рис. 5.2,б). Линия сжатия, расположенная под линией расширения, определяет направление линии цикла по ходу часовой стрелки и, наоборот, линия, расположенная над линией расширения, - против часовой стрелки. Первый цикл называют прямым, а второй – обратным. По прямому циклу работают тепловые двигатели, а по обратному – холодильные машины.

Чем большая часть теплоты в прямом цикле переведена в работу, тем он эффективнее. Экономичность прямого цикла оценивают термическим КПД, который определяется отношением полученной работы в цикле к затраченному теплу:

$$\eta_t = A_o / Q_1 \quad \text{или} \quad \eta_t = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - (Q_2 / Q_1)$$

где η_t – термический КПД;

A_o – полученная работа;

Q_1, Q_2 – подведенная и отведенная теплота.

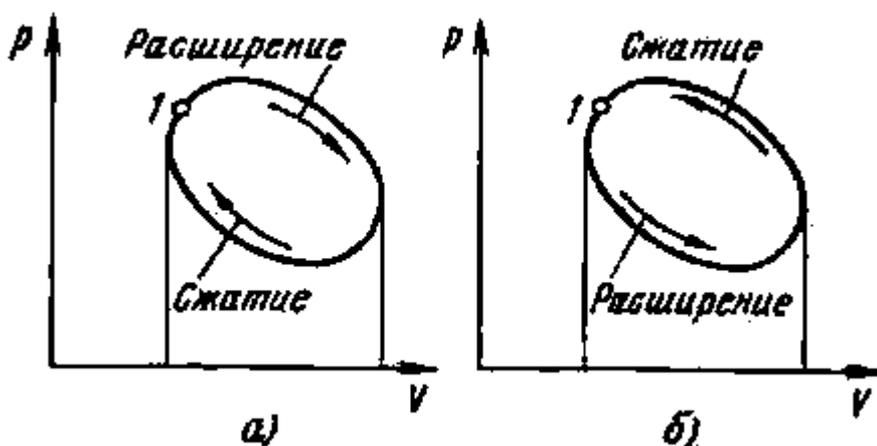


Рис. 5.2. p - V - диаграмма кругового процесса: а — прямой цикл; б — обратный цикл

В обратном цикле к рабочему телу в процессе расширения подводится теплота Q_2 от источника с более низкой температурой T_2 , а в процессе сжатия теплота Q_1 отводится к источнику теплоты с более высокой температурой T_1 . Для совершения обратного цикла затрачивается внешняя работа

$$A_o = Q_1 - Q_2$$

Для холодильных машин введено понятие холодильного КПД, который определяется отношением отводимой в обратном цикле теплоты к затраченной работе

$$\chi = Q_2 / A_o$$

Кроме того, степень совершенства цикла оценивается энергетическим КПД.

Эксергией теплоты Q_1 , отводимой от теплоотдатчика с температурой T_1 , называют максимально полезную работу, которая может быть получена за счет этой теплоты при условии, что рабочее тело доводится до состояния равновесия с окружающей средой. Потери эксергии тем больше, чем больше приращение энтропии, вызванное необратимостью процесса. Степень необратимости или степень термодинамического совершенства процесса оценивается эксергическим КПД:

$$\eta_e = A_u / A_o$$

где A_u - фактически полученная работа;

A_o — работа, которая могла бы быть получена, если бы процесс протекал обратимо.

В процессах без совершения работы (в процессах теплообмена) этот коэффициент определяют по уравнению:

$$\eta_e = E_{\text{вых}} / E_{\text{вх}} ; E_{\text{вх}} = Q_1 (1 - T_0 / T_1); E_{\text{вых}} = Q_1 (1 - T_0 / T_2).$$

где $E_{\text{вых}}$, $E_{\text{вх}}$ - энергия в начале и в конце процесса;

T_0 - температура окружающей (околоземной) среды;

T_1 - температура теплоотдатчика;

T_2 - температура рабочего тела.

5.4.2. Особенности анализа холодильных циклов

Как сказано выше, изучение термодинамических процессов и параметров холодильных агентов удобно производить на $T - S$ и $p - i$ - диаграммах. Ценность $T - S$ - диаграммы заключается в том, что она дает возможность графически определить количество теплоты, сообщаемое рабочему телу или отнимаемое от него. Это теплота определяется площадью, заключенной между кривой процесса, ее крайними координатами и осью абсцисс. Это вытекает из

$$Q_{1,2} = T (S_1 - S_2).$$

По $T - S$ - диаграмме можно определить, подводится или отводится теплота по отношению к рабочему телу: если линия процессов идет вправо (энтропия увеличивается), то теплота к рабочему телу подводится, влево - отводится от него. В процессах постоянного давления ($p = \text{const}$) количество подведенной или отведенной теплоты можно выразить разностью энтальпии начала и конца процесса:

$$q_{1,2} = i_2 - i_1.$$

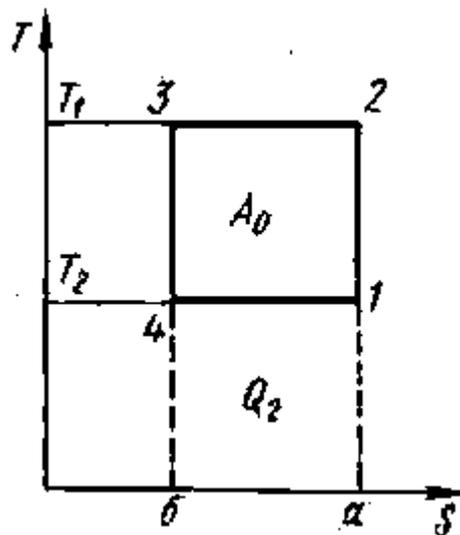


Рис.5.3. $T - S$ - диаграмма цикла Карно

В процессе адиабатического сжатия или расширения работа машины может быть выражена также разностью энтальпий на границах процесса:

$$i = i_1 - i_2$$

Поэтому в $p - i$ - диаграмме теплоту или работу можно выразить отрезком на оси абсцисс, соответствующим разности энтальпий на границах процесса.

При создании тепловых или холодильных машин основной задачей является получение максимального КПД.

Первый и второй законы термодинамики указывают, что КПД тепловых машин не может быть равен единице вследствие неизбежных различного рода потерь.

Характеристику цикла холодильных машин с максимальным КПД в заданном интервале температур дал французский ученый Карно. Он показал, что наиболее совершенным холодильным циклом с наименьшими затратами количества работы для получения определенного охлаждающего эффекта при условии постоянства температур охлаждаемого и охлаждающего тел является цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатических процессов (рис. 5.3). Цикл Карно характеризует минимальную работу, необходимую для осуществления холодильного цикла в заданном интервале температур. Поэтому эффективность всех реально существующих циклов сравнивается с циклом Карно.

5.4.3. Реальный цикл паровых компрессионных холодильных машин

В современных бытовых холодильниках применена паровая компрессионная холодильная машина (рис. 5.4). Компрессор M сжимает рабочее тело, в качестве которого в таких машинах используют легкокипящие жидкости, меняющие свое состояние в зависимости от давления, создаваемого компрессором. В теплоотдатчике-испарителе I холодильный агент кипит, забирая тепло от охлаждаемой среды C .

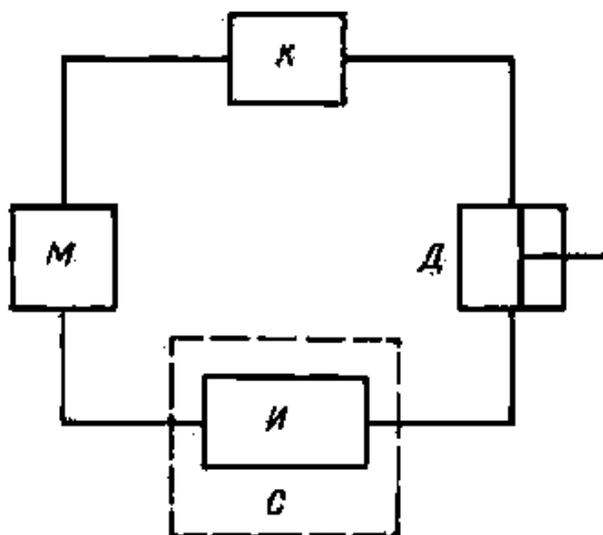


Рис. 5.4. Схема паровой компрессионной машины: K — конденсатор; D — детандер-расширитель; C — охлаждаемая среда; I — теплоотдатчик-испаритель; M — компрессор.

$T - S$ -диаграмма цикла Карно реальной холодильной машины представлена на рис. 1.5. Компрессор сжимает рабочее тело по линии 1—2 (рис. 5.5, а) При этом повышается температура рабочего тела от T_1 до T_2 . Сжатый пар нагнетается в конденсатор, где он в результате охлаждения воздухом переходит из состояния сухого насыщенного пара в жидкость, т. е. конденсируется (процесс 2—3). Из конденсатора жидкость поступает в расширитель, где адиабатически расширяется до состояния 4; при этом давление падает, а температура понижается до T_1 . В состоянии, соответствующем точке 4, рабочее тело поступает в испаритель И.

Практически в паровой холодильной машине идеальный цикл реализовать не удастся, что объясняется рядом обстоятельств, прежде всего, неизбежными потерями в механической части машины.

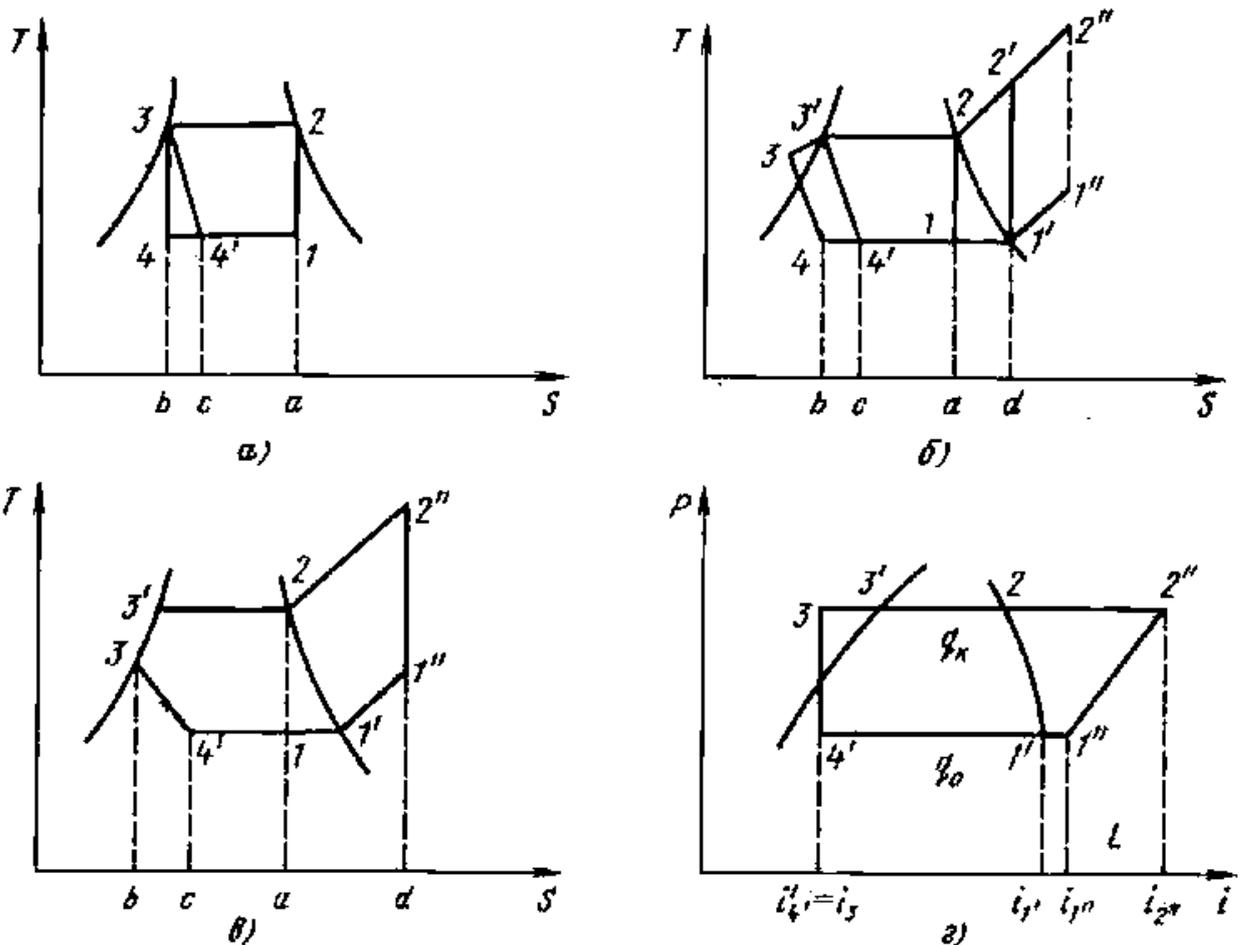


Рис. 5.5. Реальный парокомпрессионный цикл: а- влияние дросселирования; б—влияние переохлаждения и «сухого хода» компрессора; в — полный цикл в $T - S$ - диаграмме; г — полный цикл в $\lg P - i$ -диаграмме

Хотя в парокompрессионном цикле работа расширения составляет небольшую часть всей работы цикла, изготовление детандера, обеспечивающего адиабатическое расширение, крайне сложно и экономически нецелесообразно. Поэтому вместо адиабатического расширения в бытовых холодильных машинах применяют расширение методом дросселирования.

Дросселированием называют понижение давления жидкости или газа без изменения энтальпии. Практически это осуществляется при проходе жидкости или газа через суженное сечение из области высокого давления в область низкого давления.

Однако в процессе дросселирования полезной работы не создается. Кроме того, происходят потери полезной работы вследствие отклонения реального цикла с дросселированием от идеального цикла Карно. Первое отклонение объясняется наличием трения при прохождении через дроссель. При дросселировании реальных газов температура понижается меньше, чем при адиабатическом расширении. Это объясняется наличием частичного парообразования жидкости за счет выделения теплоты трения в процессе дросселирования.

Таким образом, в процессе дросселирования теряется полезная работа A расширения и уменьшается производительность холода (количество отнятой от охлаждаемого тела теплоты за единицу времени). Этот необратимый процесс идет с увеличением удельной энтропии, а следовательно, на $T-S$ -диаграмме линия процесса дросселирования пойдет не вертикально вниз, а наклонно, выходя не на точку 4, а на точку 4' (см. рис. 5.5,а). Уменьшение холодопроизводительности выражается площадью $b - 4 - 4' - c$, полезная холодопроизводительность будет соответствовать площади $c - 4' - 1 - a$. Работа, затраченная на совершение цикла, соответствует площади $c - 4' - 1 - 2 - 3 - b$.

Потери от дросселирования определяются физическими свойствами холодильного агента, а также интервалом температур и после дросселирования: чем больше интервал, тем больше потери. Поэтому одним из

способов снижения потерь является понижение температуры жидкого хладагента перед дросселированием. Это обеспечивается переохлаждением хладагента в конденсаторе, что является вторым отклонением от цикла Карно.

В холодильниках нового поколения переохлаждение осуществляется регенеративным теплообменником типа «труба в трубе». Трубопровод, выходящий из испарителя (обратный холодный поток), охватывает трубопровод, подходящий к дросселю (прямой поток).

На схеме процесс переохлаждения показан линией 3 - 3' (рис. 5.5, б). В ряде случаев линия 3 - 3' совпадает с левой пограничной кривой. При этом холодопроизводительность цикла увеличивается на величину, соответствующую площади $b - 4 - 4' - c$ (рис. 5.5,б).

Третье отклонение, влияющее на потери и невозможность практической реализации идеального цикла, связано с параметром хладагента, всасываемого в компрессор. В принципе это должен быть влажный насыщенный пар. Однако при всасывании в компрессор пар подогревается стенками цилиндра и расширяется. В результате увеличивается его объем, уменьшается масса газа, поступающая в компрессор, и холодопроизводительность снижается.

Для исключения этого создается режим «сухого хода» компрессора, например, дополнительным теплообменником [точка 1' или иногда 1'' (см. рис. 5.5,б)]. Сжатие 1'—2' (1''—2'') протекает в области перегретого пара до пересечения адиабаты с линией постоянного давления в конденсаторе 2 - 2' (2 - 2''). При этом холодопроизводительность увеличивается соответственно площади $a - 1 - 1' - d$, а дополнительная затраченная работа 1 - 2 - 2' - 1'. Режим сухого хода компрессора, кроме того, предохраняет от возможного гидродинамического удара, если в компрессор попадает повышенное количество жидкости.

Таким образом, на Т - S-диаграмме парокompрессионный цикл описывается следующими процессами (рис. 5.5, в): 1''- 2'' - адиабатическое

сжатие хладагента; 2''- 2 - отвод тепла перегрева от хладагента при постоянном давлении в конденсаторе; 2 - 3' - конденсация хладагента; 3' – 3 - переохлаждение хладагента; 3 - 4' - дросселирование; 4' - 1' - отбор тепла от охлаждаемой среды при кипении хладагента; 1'- 1'' - отбор тепла при перегреве.

Удельная холодопроизводительность (на 1 кг хладагента) соответствует площади $b - 3 - 4' - 1'' - d$, хотя в реальных холодильных машинах нагрев перед всасыванием протекает не в испарителе, а в трубопроводах от испарителя. Теплота, отведенная от хладагента в конденсаторе, выражается площадью $d - 2'' - 2 - 3' - 3 - b$, а работа, затраченная компрессором, выражается площадью $c - 4' - 1'' - 2'' - 3 - b$.

На $p - i$ -диаграмме (рис. 5.5, в) холодопроизводительность $g_n = i_{1''} - i_{4'}$, количество отведенного пара в конденсаторе $g_k = i_{2''} - i_3$, затраченная компрессором работа $A = i_{2''} - i_{1''}$.

5.4.4. Пути совершенствования холодильных циклов

Одним из путей повышений эффективности холодильного цикла является использование регенеративного охлаждения хладагента перед дросселированием. Другим способом являются многоступенчатые сжатия и отвод тепла. Этот способ применяют для получения очень низких температур, например, при производстве твердой углекислоты (сухого льда). Наибольший эффект достигается при одновременном применении многоступенчатых сжатий с промежуточным охлаждением и регенерацией. Это можно использовать для холодильников с несколькими уровнями криостатирования. Несколько уровней криостатирования в одно компрессионной схеме можно получить, используя цикл Линде с регенеративным теплообменником [43]. Изменив условия теплообмена в регенеративном теплообменнике, можно получить любую температуру в интервале от температуры после дросселирования до температуры окружающей среды, однако низкая эффективность цикла Линде сдерживала

использование его в бытовых холодильниках. Применение многокомпонентных хладагентов позволило повысить энергетические показатели цикла Линде [46].

5.5. Многокомпонентные хладагенты для бытовых холодильников

5.5.1. Принципы образования многокомпонентного хладагента

Исследования по повышению энергетических характеристик с применением составных компонентов в смеси проводились, как правило, по бинарным смесям. Прежде всего, это было связано со сложностями технологических расчетов даже бинарных составов, не говоря о более сложных многокомпонентных смесях. Так французский ученый Л. Филипп предложил использовать в компрессионных холодильниках смесь фреона-12 и фреона-22 для получения двухтемпературных уровней. Смесью с ограниченной растворимостью для трехтемпературной машины предложил использовать А. И. Лывочкин. Хладагент на основе -13В1 и АМ2 изучался А. П. Кузнецовым и Ю. А. Васютинским. М. Ю. Боярским и В. А. Лапшиным предложена методика расчета энергетических характеристик дроссельных регенеративных холодильных установок, работающих на смесях, при заданных термодинамических свойствах рабочих веществ.

В зарубежной литературе описана каскадная установка со смешанным холодильным агентом, состоящим из четырёх углеводородов, с постепенно понижающейся температурой кипения. Эти углеводороды участвуют в комплексном цикле, который состоит, по существу, из четырех пароконпрессорных холодильных циклов, соединенных в каскадную схему, каждый со своими ступенями конденсации, дросселирования и испарения. Однако холодильные агенты не отделены один от другого, а сжатие хладагента происходит в одном компрессоре [46].

Все исследователи бинарных смесей для применения в бытовых холодильниках отмечают резкое снижение теплоотдачи холодильных агрегатов вследствие наличия в смеси масла, что послужило одним из факторов, сдерживающих применение сложных хладагентов в бытовых

холодильниках. Р. В. Хейвуд [43] подробно рассмотрел влияние свойств холодильного агента на эффективность работы холодильной установки. В работе показано, что при выборе холодильного агента следует исходить из ряда соображений:

- 1) рабочая температура в испарителе должна быть намного выше температуры замерзания при рабочем давлении (точки замерзания при атмосферном давлении) двуокиси углерода ($-56.6\text{ }^{\circ}\text{C}$), аммиака ($-77.7\text{ }^{\circ}\text{C}$) и фреона-12 ($-155\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- 2) давление p в конденсаторе при требуемой температуре должно быть намного больше критического давления $p_{кр}$ (наиболее подходит фреон-12);
- 3) линия насыщения пара на T — S -диаграмме должна проходить как можно круче (наиболее подходит фреон-12);
- 4) холодильный агент должен быть нетоксичен, неогнеопасен и не должен способствовать коррозии (аммиак высоко токсичен, наиболее подходит фреон-12).

Этот перечень объясняет причину широкого применения в качестве хладагента фреона-12. Что касается сложных хладагентов, то кроме перечисленных требований при формировании и оптимизации смесей необходимо учитывать ряд дополнительных факторов.

Количественный подход, подробно рассмотренный в работе [35], сводится к следующему:

- 1) при заданном уровне охлаждения T_0 в качестве основного компонента смеси следует выбирать такое вещество, которое обеспечило бы максимальную хладопроизводительность цикла с учетом объемных и прочностных характеристик компрессора при принятых отношениях давлений в цикле;
- 2) для увеличения теплоемкости обратного потока в состав смеси необходимо ввести менее летучий компонент;
- 3) в состав смеси целесообразно включать небольшое количество вещества, летучесть которого выше летучести основного компонента смеси.

Эта методика была неоднократно апробирована группой ученых под руководством Г. К. Лавренченко. Применительно к бытовым холодильникам ими рекомендовано следующее.

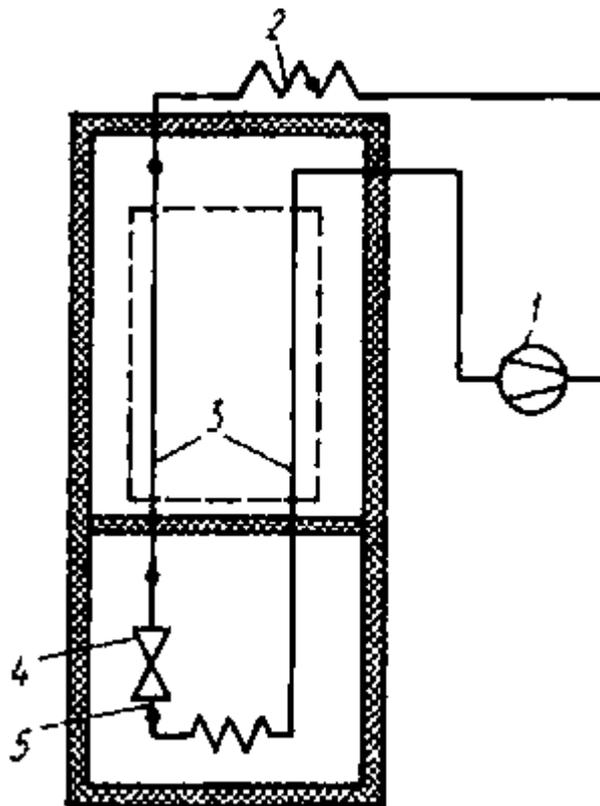
1. Выбрать основной компонент, задающий уровень криостатирования («задающий» компонент). Так как давление обратного потока должно быть 0.1—0.3 МПа. то необходимо, чтобы у «задающего» компонента нормальная температура T_0 была несколько ниже Γ , или равнялась ей. «Задающих» компонентов может быть несколько.
2. По термодинамическим соображениям ввести «промежуточные» компоненты. В результате чего повышается эффективность, расширяется зона расслоения, создаются условия для теплообмена между прямым и обратным потоками. Обеспечивается незамерзаемость смеси в связи с возникновением эвтектик и др.
3. Подобрать «специальные» компоненты: например, для получения температуры криостатирования ниже температуры испарения «задающего» компонента, для увеличения давления прямого потока, предупреждения конденсации смеси при низкой температуре окружающей среды.

На основании изложенной методики для бытовых холодильников с двумя температурными уровнями (0 и -24 °С) можно предложить для формирования хладагентов приемлемые компоненты: «задающие» — Ф-22; Ф-115. Ф-143. Ф-218; «высокотемпературные» — Ф-21, Ф-114. Ф-142; «промежуточные» — Ф-12. Ф-152А; «специальные» — Ф-13. Ф-23. СО.

5.5.2. Холодильный цикл и хладон К-701 в бытовых холодильниках параметрического ряда

При разработке параметрического ряда бытовых компрессионных холодильников, коллективом специалистов под руководством В. А. Никольского предложен новый способ получения холода с несколькими уровнями термостатирования (А. с. № 1035354.), а также холодильные агенты, позволяющие реализовать этот способ

(А. с. № 1033523. 1039944. 1028705.) [17].



5.6. Схема одноступенчатой двухтемпературной компрессионной холодильной машины

Сущность способа заключается в том, что в качестве высокотемпературного испарителя применяют регенеративный теплообменник «труба в трубе», а компоненты, входящие в состав холодильного агента, имеют разные температуры испарения. Причем полное ожижение смеси происходит при растворении парообразных хладагентов, кипящих при более низких температурах, в жидких хладагентах, кипящих при более высоких температурах. В качестве хладагентов, кипящих при более низких температурах, используют фреон-13 и фреон-22, а при более высоких,— фреон-12, фреон-318 и фреон-142.

Хорошие результаты получены на следующих составах хладагентов: 1) 10—50% фреона-13, К) — 15% фреона-22, 20—70 % фреона-318, остальное — фреон-12; 2) 5—35% фреона-22, 25—75 % фреона-142. 5—45 % CO_2 , остальное — фреон-12.

Предложенный способ, многокомпонентный хладагент и конструкция холодильного агрегата, реализующие этот способ, позволили снизить удельное потребление энергии бытовыми холодильниками на 25—40 %.

Смеси хладагентов на основе предельных углеводородов

(А. с. № 1028705.) по хладопроизводительности оказались лучше, чем описанные выше. Однако они являются пожароопасными. Поэтому в массовом производстве бытовых холодильников они не нашли применения.

Одноступенчатая двухтемпературная компрессионная машина (рис. 5.6) работает на многокомпонентном хладагенте. Машина состоит из компрессора 1, конденсатора 2, регенеративного теплообменника 3, дросселя 4 и испарителя 5. В низкотемпературной камере испаритель обеспечивает температуру (-18)...(-24) °С. В высокотемпературной камере в качестве испарителя регенеративный теплообменник - 0...5 °С.

Способ получения холода в одноступенчатой компрессионной холодильной машине осуществляется следующим образом. Находящееся в парообразном состоянии рабочее вещество сжимается в компрессоре 1 до давления 1...1.4 МПа и поступает в конденсатор 2. Процесс сжатия смеси соответствует линии Г-2' (рис. 5.7. а). В конденсаторе сжатое рабочее вещество охлаждается, отдавая тепло в окружающую среду. Вследствие отвода тепла от паров рабочего вещества компоненты фреонов, кипящие при более высокой температуре (фреон-С318 и фреон-12) конденсируются, т. е. рабочее вещество частично сжижается до образования парожидкостной смеси (линия 2'—2).

Далее осуществляется полное сжижение рабочего вещества растворением компонентов (фреон-22 и фреон-13), кипящих при более низких температурах, в сжиженных компонентах (линия 2—3'). Сжиженное рабочее вещество (прямой поток) переохлаждается в регенеративном теплообменнике 3 (см. рис. 5.6) парожидкостной эмульсией (обратный поток), образовавшейся за счет частичного испарения рабочего вещества в испарителе 5 (линия 3—3', см. рис. 5.7. а). Затем рабочее вещество

дросселируется (линия 3—4, см. рис. 1.7. *a*) в дросселе 4 (см. рис. 5.6) и поступает в испаритель 5. В процессе дросселирования давление рабочего вещества понижается до 0,05—0,4 МПа.

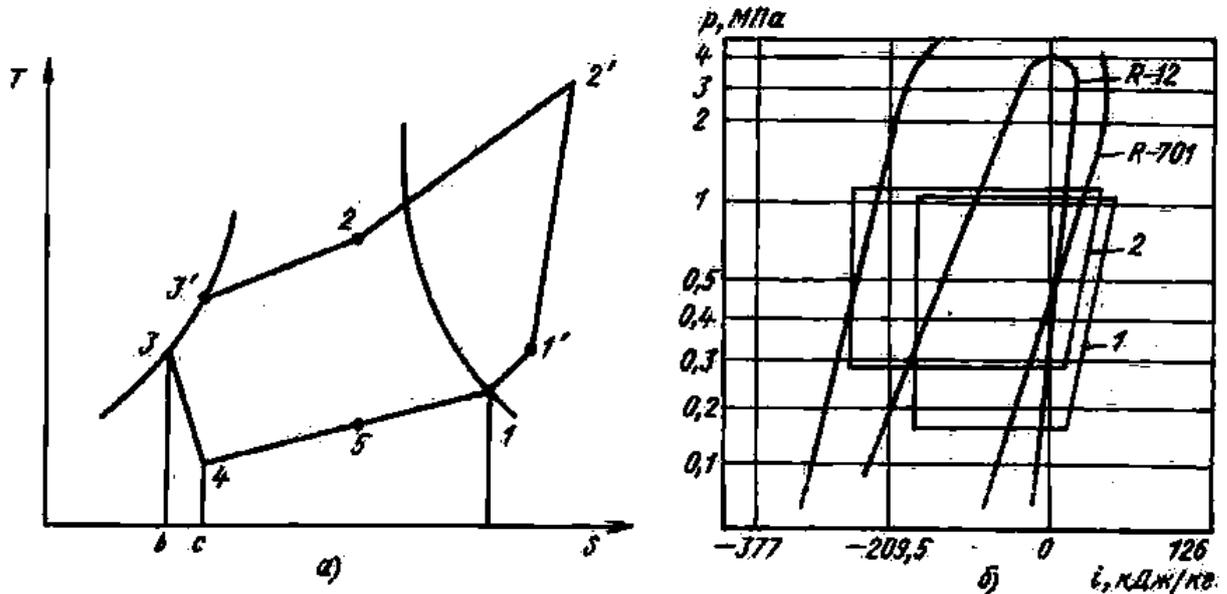


Рис. 5.7. Холодильный цикл на хладагоне К-701: *a* - T - S -диаграмма; *б* - p - i -диаграмма

В испарителе 5 хладагент кипит, теплота, необходимая для кипения, отнимается от охлаждаемого тела (камеры), вследствие чего температура камеры понижается до -24 °С. При этом осуществляется процесс частичного испарения (линия 4 - 5. см. рис. 5.7, *a*), когда испаряется большая часть компонентов с более низкой температурой кипения (фреон-13 и часть фреона-22). После выхода парожидкостной эмульсии из испарителя 5 (рис. 5.6) заканчивается испарение фреона-22 и начинается испарение рабочего вещества с более высокой температурой кипения (фреон-12 и фреон-С318).

Процесс полного испарения рабочего вещества осуществляется в регенеративном теплообменнике 3 (линия 5 — 1. см. рис. 5.7, *a*), где необходимая для кипения теплота отнимается от прямого потока. Образовавшиеся пары рабочего вещества отсасываются компрессором для сжатия, и цикл холодильной машины замыкается. Эти же процессы изображены на

$p - i$ -диаграмме (рис. 5.7, б) для фреона-12 (цикл 1) и многокомпонентного хладагента (цикл 2).

Предложенный способ получения холода в одноступенчатой холодильной машине позволяет получить полное ожижение рабочего вещества при меньшем давлении конденсации, что уменьшает, в свою очередь, отношение давления нагнетания к давлению всасывания и обеспечивает увеличение удельной холодопроизводительности. Кроме того, уменьшение отношения давления нагнетания к давлению всасывания позволяет повысить КПД компрессора за счет снижения в нем энергетических потерь.

Из $T - S$ -диаграммы (рис. 5.8. а) видно, что холодопроизводительность цикла на составном хладоне выше, чем цикла на однокомпонентном хладоне. Из $p - i$ -диаграммы (рис. 5.8.б) также видно, что коэффициент подачи (отношение давления на входе к давлению на выходе) компрессора на многокомпонентном хладагенте меньше, что повышает его КПД и, следовательно, уменьшает удельное энергопотребление.

На практике нашел применение многокомпонентный хладагент, состоящий из хладона К-601 и двуокиси углерода (хладон К-744). В технической литературе этот хладагент известен под индексом К-701. В некоторых источниках встречается и другое наименование: хладон 601/744. Хладон К-601 (ТУ 6-02-1226—82) представляет собой смесь, состоящую из хладонов К-142 (ТУ 6-02-588—80). К-12 и К-22.

В зависимости от отношения хладонов внутри смеси хладон-601 выпускают двух марок: А и Б (табл. 5.4).

Бытовые холодильники заправляют смесью 90 % хладона N-601 и 10% двуокиси углерода CO_2 (хладон К-744). Хладон К-601 не горюч, огне- и взрывобезопасен (как и хладон К-12): предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать 3000 мг/м^3 для каждого компонента смеси. Хладон К-601 имеет четвертый класс опасности по ГОСТ 12.1.007—76 и является стабильным веществом, но

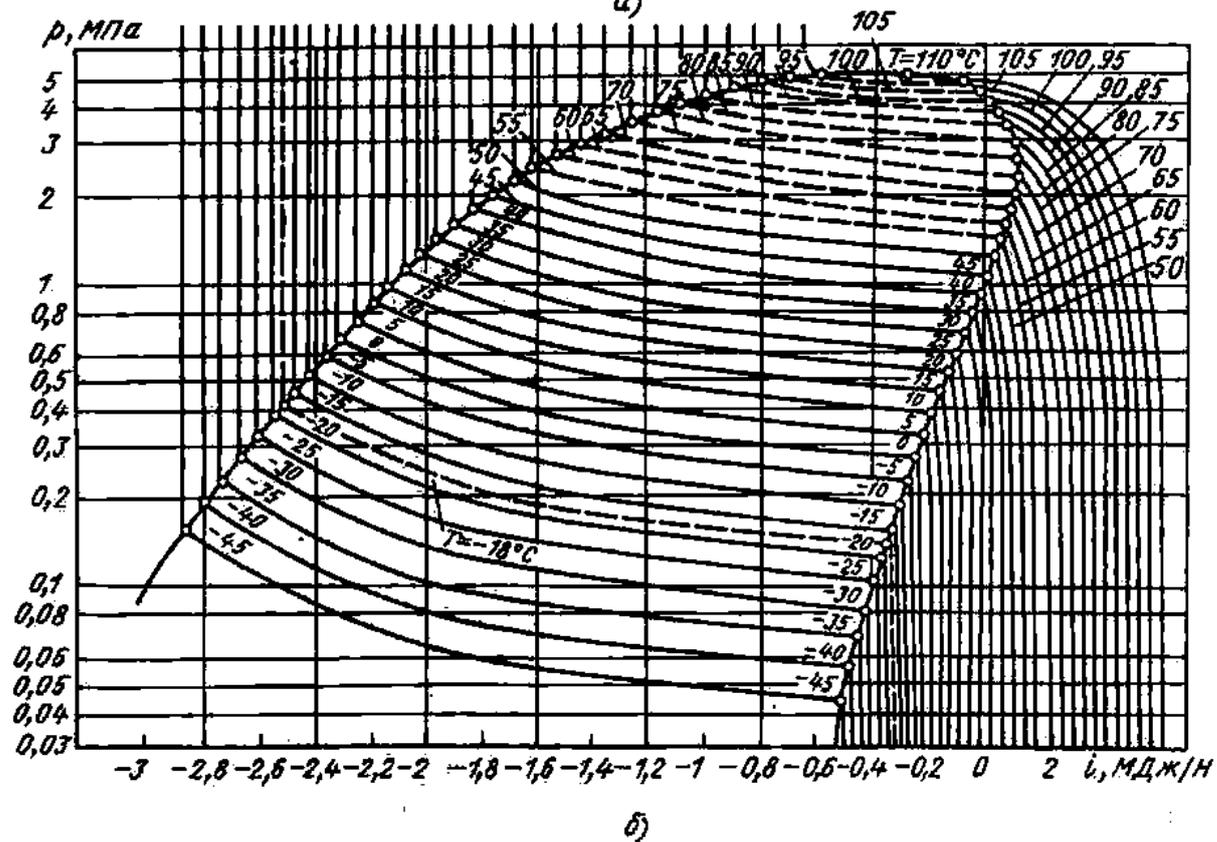
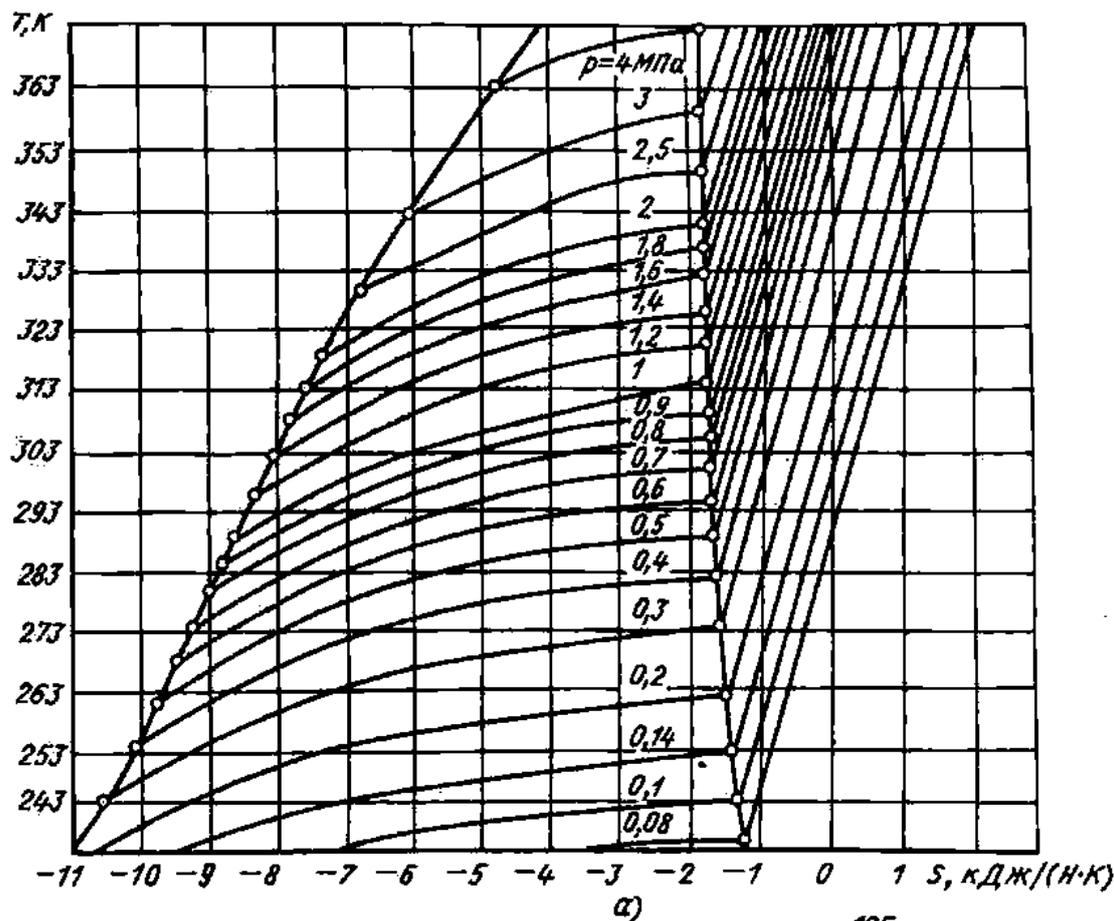


Рис.5.8. Диаграммы хладона R-701: а — $T-s$ -диаграмма;
 б — $p-l$ диаграмма

при высоких температурах (выше 400°С) может разлагаться с образованием высокотоксичных веществ, в том числе фтористого и хлористого водорода, а также фторфосгена. Хладон К-601 не образует токсичных соединений в воздушной среде, стоячих водах и в присутствии других веществ, утилизации и уничтожению не подлежит.

Смесь для заправки бытовых холодильников (хладон К-601 и углекислота К-744) является также бесцветным газом, сжиженным под давлением (табл. 5.5 и 5.6).

a — *T* — *ϕ* -диаграмма; *b* — *p* — *1* диаграмма хладона К-701 приведены на рис. 5.8 [45]. Энергетическая эффективность хладона К-701 неоднократно подтверждалась сравнительными испытаниями по следующей методике.

Сначала измерялось потребление энергии холодильником, работающим на хладоне К-12. Затем в этом же шкафу с одним и тем же компрессором испытывали холодильник с агрегатом, работающим на хладоне К-701. Тем самым исключалась погрешность, вносимая теплопроводностью шкафа и КПД компрессора.

Результаты испытаний подтверждают снижение потребления энергии на агрегатах с хладоном К-701 в 1,3—1,5 раза.

Описанный способ получения холода и хладагент запатентован в США, Великобритании, Франции, Венгрии, Польше, Германии.

5.5.3. Взаимодействие хладона К-701 с маслами, электроизоляционными и конструктивными материалами

Как сказано выше, на холодопроизводительность герметичных компрессоров влияет добавление в хладагент масел, необходимых для смазывания трущихся деталей компрессора. При разработке хладона ГС-601 было тщательно изучено влияние масел на его холодопроизводительность и работоспособность. Результаты экспериментальных исследований состава пара хладагентов при различных концентрациях масла ХФ-12-16 показаны на рис. 1.9. С увеличением концентрации масла хладон ГС-12 лучше других растворяющийся в маслах, снижает свою концентрацию в паре. Аналогичная

ситуация происходит с хладон ГС-142, а хладон ГС-22, как агент высокого давления, повышает свою концентрацию при увеличении концентрации масла. Эти кривые хорошо согласуются с данными по растворимости этих хладагентов в масле ХФ-12-16.

Добавление в смесь хладонов двуокиси углерода при умеренных концентрациях (до 40%) оказывает сильное гомогенизирующее действие на смесь хладагентов. Добавление CO_2 в большей дозе (70—80 %) ведет к обратному действию на хладоны — снижению их растворимости.

На основании экспериментальных работ [241] установлено, что смесь хладагентов обладает более высокой стабильностью, чем чистый хладон ГС-12 в аналогичных условиях.

При выборе хладагентов для холодильных установок обязательным является их совместимость и износостойкость конструктивных материалов, применяемых в холодильном агрегате, в том числе эмалированных проводов, электродвигателей и компрессоров.

В последнее время было проведено большое число исследований устойчивости проводов марок ПЭВ. ПЭТВ, ПЭТ-155, ПЭТ-200 в хладонах ГС-12, ГС-22 и ГС-501. Для работы в среде указанных хладонов в смеси с маслами (ХФ-12-16 и ХФ-22-24) были разработаны специальные провода марок ПЭФИ и ПЭФ-155. Также исследовалась совместимость многокомпонентного хладона Р-701 с проводами ПЭФИ, ПЭФ-155 и ПЭТ-200. Испытывалась стойкость проводов этих марок к образованию вздутия, их эластичность, адгезия, упругость, механическая прочность.

Проведенные испытания проводов по стандартным характеристикам показали, что эмалированные провода по всем параметрам полностью соответствуют нормативным документам. Фактические значения некоторых показателей намного превышают заданные требования :

Большинство испытаний марок проводов имеет более высокие параметры. Например, пробивное напряжение ПЭФ-155 составляет 12—15 кВ.

Сопоставление диэлектрических потерь изоляции эмалированных проводов в средах хладона К-12 и хладона К-701 в исходном состоянии и после термостарения показывает (рис. 1.10 и 1.11), что для проводов марок ПЭФИ и ПЭФ-155 зависимость $\operatorname{tg}\delta = f(t)$ сдвигается в область меньших температур. Однако для проводов ПЭФ-155 этот сдвиг меньше и кривые для хладона К-12 и хладона К-701 практически совпадают. Это позволяет для работы в среде хладона К-701 рекомендовать провода ПЭФ-155.

Для обеспечения надежности работы электродвигателя компрессора в среде хладона К-701 содержание влаги в хладоне не должно превышать 0.001 % (по массе). Испытания на электрическую прочность показали, что при изготовлении обмоток электродвигателя провода не должны подвергаться растяжению более чем на 10 %.

Сталь 30ХГСА.08КП.65Г, чугун СЧ 18. СЧ 25. СЧ 21 (ГОСТ 1412–79) могут быть отнесены к группе весьма стойких; медь (ГОСТ 859–78) – к группе стойких к коррозии; поранит ПМБ-0,4 (ГОСТ 4801–80), текстолит А-16 (ГОСТ 2910–74), полиэтилен (ГОСТ 16337-77 Е) и другие материалы в процессе испытаний в среде хладона К-701 изменили массу не более чем на 2%. Для сравнения — полиамид изменил массу при испытании в среде хладона К-505 на 5 %.

Проведенные испытания и полученные результаты подтверждают, что указанные конструкционные материалы холодильников совместимы с хладонем К-701 в смеси с маслами. В процессе ускоренных испытаний на старение хладон К-701 не изменил своего состава. Константа старения его при максимально возможной температуре эксплуатации (до 120 X) равна нулю.

5.6. Агрегаты компрессионных холодильников

5.6.1. Конструкции агрегатов бытовых холодильников

Компоновка холодильного агрегата зависит от типа холодильника. В напольных холодильниках агрегат, как правило, расположен на задней

стойке шкафа, в холодильниках-барах — сзади или сбоку, в настенных холодильниках — в верхней части. Это в свою очередь, определяет конструкцию агрегата и расположение его основных узлов.

В первых моделях холодильников (например, холодильник ЗИЛ) агрегат собирался на раме, которую крепили к шкафу. Появление компрессоров с внутренней подвеской позволило отказаться от рамы — компрессор стали крепить на поперечине корпуса. В непосредственной близости от компрессора устанавливали конденсатор. В напольных холодильниках конденсатор крепят на задней стенке шкафа холодильника под небольшим углом, чтобы тепло от нижней части поднималось вверх, не пересекая верхнюю часть. Эффективное охлаждение конденсатора является одним из главных условий нормальной работы холодильника. Поэтому используют конструктивные элементы, не позволяющие устанавливать холодильник близко к стене (декоративные боковые решетки, упоры и т. д.).

Конденсатор и окружающие его элементы компонуют так, чтобы создать эффект «трубы» и увеличить естественную конвекцию воздуха. В некоторых случаях в холодильниках большого объема не удастся организовать необходимый теплосъем естественным образом. Тогда устанавливают отдельный вентилятор. Принудительная вентиляция позволяет значительно уменьшить размеры конденсатора, однако повышается уровень шума, увеличивается стоимость и снижается надежность. Принудительную вентиляцию также применяют в холодильниках, встраиваем в мебельные элементы.

Применяют агрегаты с верхним и нижним расположением испарителя. Вопрос о преимуществах одного или другого решения является предметом споров специалистов, что вероятно, подтверждает их равноценность. Однако авторы отдают предпочтение нижнему расположению испарителя, особенно тогда, когда температура в НТО понижена ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$). С потребительской точки зрения это удобнее, так как в НТО потребитель обращается редко.

Кроме того, теплые пары при верхнем расположении испарителя ускоряют образование инея (в холодильниках без автоматической оттайки).

Сторонники верхнего расположения испарителя ссылаются на большую технологичность этого варианта в части удобства заводки испарителя в холодильную камеру в процессе сборки.

Испаритель заводится в камеру сзади, спереди или сверху. При заведении сзади в задней стенке шкафа вырезают окно, через которое при сборке вставляют испаритель в шкаф. Затем окно закрывают теплоизоляционными материалами, уплотняют по периметру, стыки замазывают мастикой. Такая конструкция ухудшает теплоизоляционные параметры шкафа, поэтому на ряде заводов используют переднюю заводку испарителя. При этом трубопровод от него идет в дверной проем, а затем прокладывается в стенке между внутренней камерой и наружным шкафом в теплоизоляционном слое. Этот способ заводки более трудоемкий, увеличивается длина трубопровода, возникают неудобства демонтажа, однако нет необходимости вырезать окно в задней стенке.

Верхняя заводка аналогична задней. При этом для закрытия окна в верхней части холодильника применяют верхнюю сервировочную плоскость.

Авторы придерживаются мнения, что наиболее рационально применять неразборные конструкции холодильников. В этом случае испаритель с всасывающей и капиллярной трубками заводится спереди, в задней стенке делают только отверстия для трубопровода, компрессор и конденсатор соединяют с трубопроводом методом пайки, затем шкаф заливают пенополиуретановой изоляцией. Вакуумирование, заполнение и другие операции с агрегатом производят на собранном холодильнике. Недостатки этого способа — невозможность проверки качества сборки агрегата без шкафа, а также сложность обслуживания. Однако опыт ряда зарубежных фирм подтвердил значительное повышение качества сборки таких холодильников, лучшие теплотехнические характеристики, повышение надежности.

Что же касается ремонта, то в настоящее время имеются достаточные технические средства, позволяющие производить ремонт на дому с пайкой агрегата. Такой подход значительно упростит процедуру ремонта.

5.6.2. Основные узлы агрегатов бытовых компрессионных холодильников

К основным узлам агрегатов компрессионных холодильников относят: компрессор, испаритель, конденсатор, дросселирующее устройство и фильтр-осушитель.

Компрессоры бытовых холодильников

В бытовых холодильниках отечественного производства применяют компрессоры двух типов: тип ДХ с кривошипно-шатунным механизмом (рис. 1.12) и тип ХКВ с кривошипно-кулисным механизмом (рис. 1.13)

Компрессор ДХ имеет наружную мягкую подвеску 1. Горизонтально расположенный коленчатый вал 6 приводится во вращение электродвигателем 7 с частотой 1500 об/мин. В цилиндре 3, расположенном в корпусе 2, движется поршень 4. К верхнему торцу цилиндра 3 привернута головка 5 с клапаным устройством, состоящим из камеры всасывания, всасывающего и нагнетательного клапана (на рисунке не показаны). При движении поршня 4 вниз пары хладона через всасывающий клапан поступают в камеру, а при движении поршня вверх всасывающий клапан закрывается, и хладон через нагнетательный клапан подается в систему.

Компрессор ХКВ имеет вертикально расположенный вал 3 (рис. 1.13), который посажен на ротор электродвигателя 4 и вращается с частотой 3000 об/мин. Через кулисный механизм 2 вращение вала передается поршню 1. Электродвигатель однофазный асинхронный с пусковой обмоткой. Для пуска двигателя и его защиты применено пускозащитное реле. Компрессор подвешен на пружинах 5 внутри герметичного кожуха 6. Компрессоры ХКВ можно транспортировать только в вертикальном положении.

В зависимости от объема газа, вытесняемого поршнем за единицу времени или за один ход при номинальной частоте вращения («описанного объема»), компрессоры могут быть нескольких типоразмеров.

Компрессоры ХКВ классифицируют по следующим признакам:

1) по применяемому электродвигателю и пускозащитному реле:

Д — двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель холодильной машины (ДХМ), пусковое токовое комбинированное реле (РТК).

Л — двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель (ЭД) и двухполюсный однофазный асинхронный электродвигатель с повышенным пусковым моментом (ЭДП), пускозащитное комбинированное реле (Р):

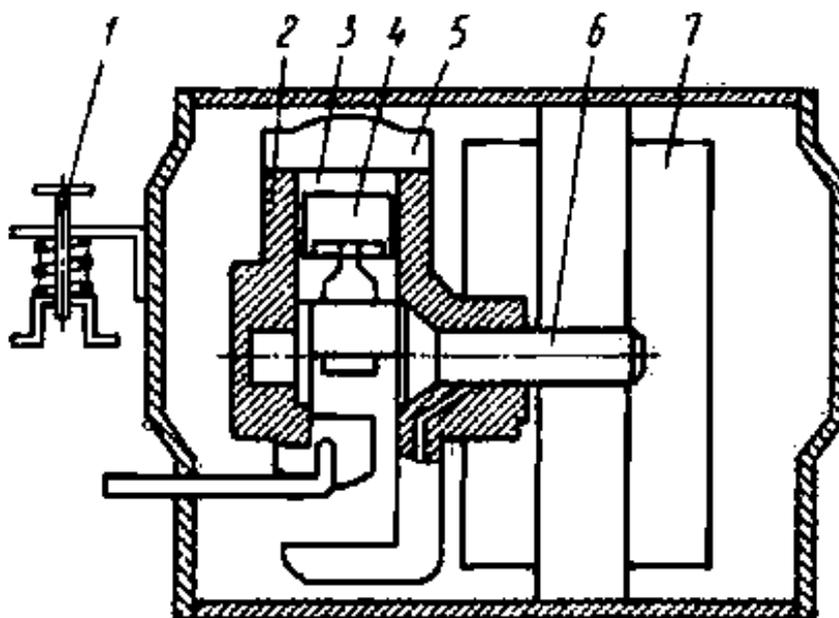


Рис.5.12 Компрессор ДХ

2) по наличию устройств охлаждения:

Б — компрессоры без дополнительного охлаждения.

М — компрессоры с дополнительным охлаждением;

3) по условиям эксплуатации:

УХЛ — компрессоры, поставляемые в районы с умеренным и холодным климатом;

Т — компрессоры, поставляемые в районы с тропическим климатом.

Основные параметры компрессоров типа ХКВ приведены в табл. 5.9.

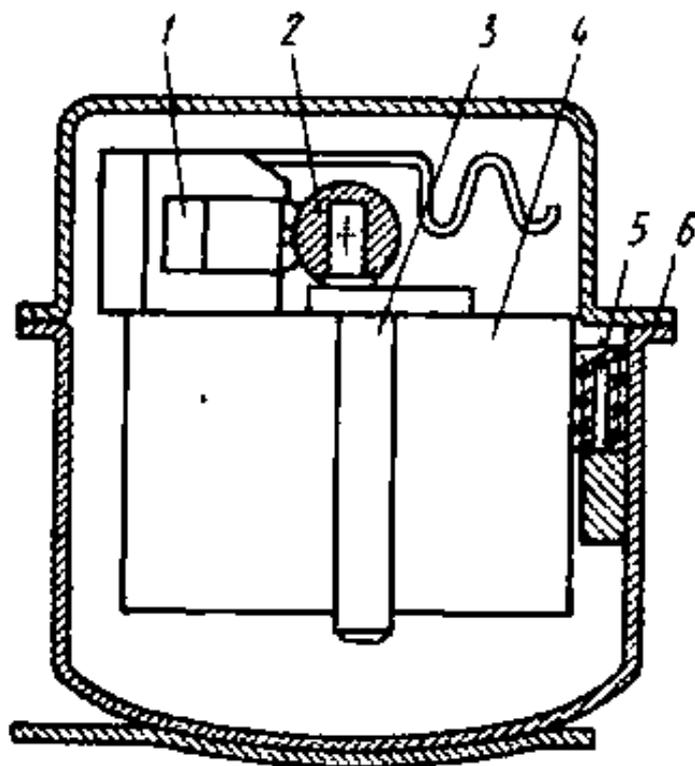


Рис. 1.13. Компрессор ХКВ (ФГ) в сборе

1. Корректированный уровень - звуковой мощности в установившемся режиме для компрессоров типоразмера 5 и 6 не должен превышать 44 дБ-А и для компрессоров типоразмера 8 - 46 дБ - А. Остаточное загрязнение в компрессоре, заправленном маслом, не должно превышать 60 мг. Остаточная влага в компрессорах типоразмеров 5 и 6 не должна превышать 100 мг — типоразмера 8 - 110 мг.

Электродвигатели компрессоров

В герметичных компрессорах применяют однофазные электродвигатели переменного тока с пусковой обмоткой. При пуске пусковая обмотка с помощью пускового реле включается на 0.3—1с, пока частота вращения вала не составит 80 % номинальной частоты вращения.

Электродвигатели бытовых компрессоров имеют две синхронные частоты вращения: 25 и 50 об/с (1500 и 3000 об/мин). Двигатели выпускают с номинальной мощностью 60, 90, 120 и 155 Вт на напряжение 127 и 220 В при частоте 50 Гц. Для поставки на экспорт выпускают двигатели на напряжение

115 В с частотой 60 Гц; КПД двигателей 0,6—0,7; средняя наработка двигателей на отказ 25 000 ч. Срок службы не менее 15 лет. Двигатели с пусковой обмоткой имеют ряд недостатков. Так, пусковая обмотка работает только в период пуска и постоянно находится под воздействием вибрации и высоких температур. Плотность тока в пусковой обмотке в 10—15 раз выше, чем в рабочей. Особенно ухудшаются условия работы пусковой обмотки при пониженном напряжении сети. В этих случаях пусковой момент пропорциональный квадрату напряжения, сильно падает, пуск двигателя затягивается, пусковая обмотка нагревается и перегорает. Именно по этой причине происходит 70 % отказов компрессионных холодильников.

Переход на холодильники повышенного объема (300—400 дм³) с большим морозильным отделением потребовал создания двигателей с повышенным пусковым моментом. Д. В. Примаченко [45] предложен один из способов повышения пускового момента путем применения пусковых и рабочих конденсаторов без пусковой обмотки. Переход на схему с конденсаторным пуском опробован на холодильниках с электродвигателем ЭДП-24. При этом ротор сохраняется неизменным, лист и пакет статора, а кратность пускового момента увеличивается до 2,5. Пусковой конденсатор (рис. 5.14) *СП* отключается пускозащитным дифференциальным реле разности токов [1]. Выполняется оно на базе серийного реле РПЗ-24 путем установки вывода со средней точки катушки.

Несмотря на наличие дополнительных элементов (пускового конденсатора типа К50-19 (160 мкФ. 150 В) и рабочего конденсатора СР типа МБГЧ (40 мкФ. 150 В) конденсаторный пуск повышает пусковой и максимальный момент, уменьшает время пуска холодильника, уменьшает число витков и напряжение между витками в пазу, снижает расход меди, обеспечивает пуск при напряжении сети 150—250 В.

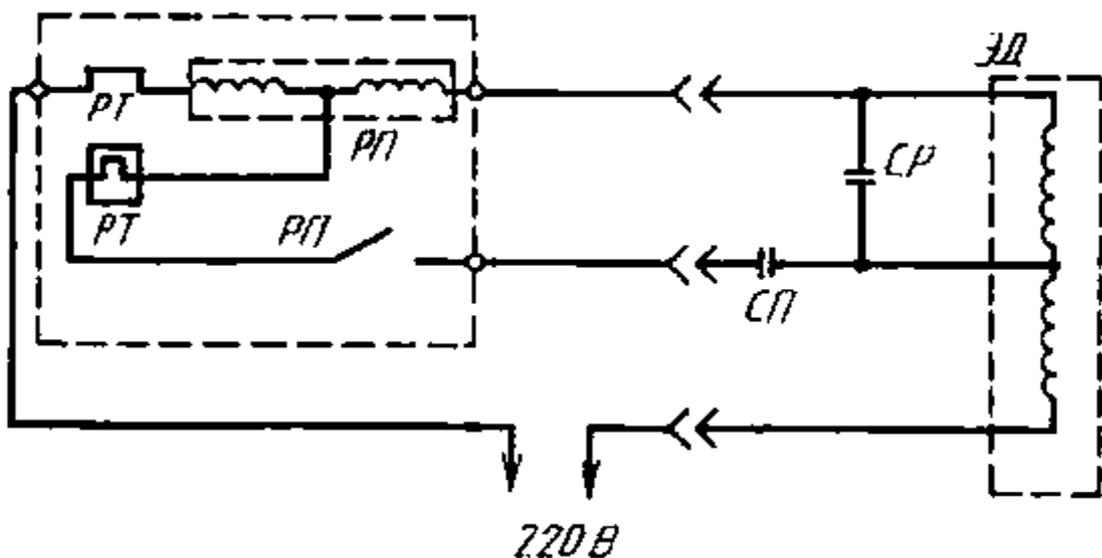


Рис. 5.14. Схема включения электродвигателя с пусковым конденсатором:
 ЭД — электродвигатель; СП и СР — пусковой и рабочий конденсаторы;
 РТ — нагреватель и контакт защитного реле; РП — контакт и катушка
 пускового реле

Сравнительные характеристики электродвигателей мощностью 120 Вт приведены в табл. 5.10.

Испарители компрессионных холодильников

Испаритель и конденсатор относятся к теплообменной аппаратуре и предназначены для обеспечения теплообмена между холодильным агентом и окружающей средой. Они должны обладать высокой интенсивностью теплообмена, иметь небольшой расход металла на единицу тепловой нагрузки, а объем испарителя не должен снижать полезного объема холодильной камеры.

В бытовых холодильниках применяют прокатно-сварные испарители и листотрубные испарители. Прокатно-сварной испаритель изготавливают из двух алюминиевых листов, которые после нанесения на них специальной краской рисунка канала подвергают горячей прокатке. Листы сваривают, кроме закрасенных мест. Затем водой или воздухом под давлением 5—10 МПа раздувают каналы. Заготовки с раздутыми каналами поступают на завод-изготовитель холодильников, где их обрезают по нужной конфигурации, изгибают и вваривают в агрегат.

Прокатно-сварные испарители обеспечивают достаточно интенсивный теплообмен, просты в изготовлении и относительно дешевы. Однако они имеют ряд недостатков. Погрешности при нанесении рисунка, неидентичность свойств материала приводит к тому, что внутренний объем каналов колеблется в пределах $\pm 12\%$. Это в значительной мере ухудшает теплоэнергетические характеристики холодильника, усложняет процесс заправки агрегата хладагентом. Неравномерный раздув каналов приводит к снижению их прочности и надежности. Очистка каналов от краски и осушка от остатков воды представляет сложный технологический процесс с повышенной трудоемкостью.

Листотрубные испарители не имеют указанных недостатков. Их изготавливают из алюминиевых труб, изогнутых «змейкой». На змеевик накладывают алюминиевый лист, который крепят к змеевику с помощью скоб. В выпускаемых в настоящее время бытовых холодильниках испаритель, как правило, является и низкотемпературной камерой. В зависимости от объема низкотемпературной камеры, температуры в ней общего объема холодильника испаритель исполняют различной конфигурации. Поэтому уровень унификации испарителей очень низкий. В основном это только внутризаводская унификация, т. е. унификация в пределах одного завода. Это снижает ремонтпригодность холодильника, так как при повреждении испарителя его можно заменить только при наличии поставок данного завода-изготовителя. В настоящее время всего имеется более 30 типоразмеров испарителей.

Поэтому в параметрическом ряду компрессионных холодильников число типоразмеров испарителей сокращено до трех. Все однокамерные холодильники ряда имеют низкотемпературное отделение объемом до 40 дм³. В этих отделениях, а также на нижних полках морозильников применяют многотрубный испаритель размером 450X450 мм. Змеевик испарителя нижнего отделения имеет два витка из алюминиевой трубы.

В морозильных камерах испаритель установлен горизонтально и одновременно является полкой. Однако механической нагрузки испаритель не несет, так как продукты размещаются в корзинах. Последние удерживаются направляющими, сформированными на боковых внутренних стенках камер. На всех полках морозильников и в НТО холодильников применен испаритель размером 450X450 мм, его змеевик имеет семь витков.

В однокамерных холодильниках и холодильных камерах двухкамерных холодильников параметрического ряда применен испаритель в виде регенеративного теплообменника. Змеевик испарителя имеет пять витков, его общая длина 6100 мм. Направление витков змеевика испарителя горизонтальное. Он расположен вертикально у задней стенки камеры. Перед гибкой в змеевик (в алюминиевую трубу) вводит капиллярную трубку (дроссель). Такая конструкция регенеративного теплообменника получила название «труба в трубе».

Испаритель соединяют с медными трубами агрегата через предварительно сваренные между собой встык медную и алюминиевую трубки. Стык трубок защищают от влаги пленками или трубками из пластмасс. Это необходимо, так как при увлажнении в месте спая (медь — алюминий) возникает электродвижущая сила, и электрический ток разрушает алюминий. Для защиты алюминиевых испарителей от коррозии их анодируют в серноокислых или хромовокислых ваннах, получая защитную пленку толщиной 10—12 мм. Затем испаритель дополнительно покрывают лаком УБЛ-3 или эпоксидной смолой.

Разброс значений внутреннего объема листотрубного испарителя составляет $\pm 5\%$. При обслуживании холодильника потребитель не имеет доступа к змеевику, что исключает повреждение труб при гигиенической уборке. В трубах испарителя отсутствуют примеси краски, что облегчает их очистку и сушку агрегата перед заправкой. Трудоемкость очистки листотрубных испарителей в 2—3 раза меньше, чем прокатно-сварных.

Применение листотрубных испарителей в холодильниках дает возможность уменьшить размеры люка для заводки холодильного агрегата, что снижает теплопритоки в холодильную камеру, а следовательно, и энергопотребление.

На основе изложенного в холодильниках параметрического ряда отдано предпочтение листотрубным испарителям. Инженерный расчет испарителя приведен в работе [16].

Конденсаторы бытовых компрессионных холодильников

В конденсаторе происходит охлаждение паров хладагента, конденсация и переход хладагента в жидкое состояние. Через конденсатор трансформируется в окружающее пространство теплота, отнятая у охлаждаемого объекта (камеры), и теплота, полученная хладагентом при сжатии в компрессоре. При номинальной работе холодильника температуру конденсации устанавливают на 10—15 °С выше температуры окружающей среды, а давление должно соответствовать давлению насыщенных паров хладагента при этой температуре. Заполняя конечные витки змеевика, жидкий хладагент образует перед дросселем жидкостный затвор, препятствующий попаданию в испаритель частиц парообразного хладагента.

Для холодильников, работающих на чистом веществе, перепад температур входа и выхода конденсатора отличается незначительно, а в холодильниках на многокомпонентных хладагентах эта разность составляет 15—20 °С.

Конденсатор представляет собой трубопровод, изогнутый в виде змеевика, который изготавливают из стальной трубы. Диаметр трубы 4,7—6,5 мм, толщина стенки 0,7—0,8 мм. Для увеличения площади теплоотдачи змеевик оребряют или соединяют с металлическим листом. В компрессионных холодильниках для оребрения чаще всего применяют проволоку.

Конденсаторы с проволочным оребрением называют проволочно-трубными, а с металлическим — листотрубными. В листотрубных

конденсаторах трубы крепят на листе различными способами: обжатием выштампованными полосками, укладкой между приваренными лентами, креплением скобками. В листе между трубами делают просечки, отгибаемые в виде жалюзи.

Конденсаторы устанавливают под углом 5° к вертикали, что улучшает условия теплообмена. В холодильниках параметрического ряда применяют проволочно-трубные конденсаторы трех типоразмеров. Расчет конденсатора аналогичен расчету испарителя [16].

Дросселирующие устройства бытовых холодильников

Для оптимизации работы холодильного агрегата при изменяющихся внешних условиях испаритель должен отбирать различное количество теплоты от охлаждаемого объекта. Количество отбираемой теплоты однозначно определяет и количество испаряемого хладагента в испарителе.

В то же время для создания условий испарения в испарителе должно поддерживаться низкое давление и поступать столько хладагента, сколько испаряется. Следовательно, дросселирующее устройство в идеальном случае должно быть регулируемым.

В дросселирующих устройствах регулирование осуществляется путем изменения проходного сечения дросселя. Однако в малых холодильниках и холодильных машинах, к которым относят и бытовые холодильники, расход хладагента небольшой и проходное сечение дроссельного отверстия должно быть 0,2...0,3 мм. Естественно, что регулировать такое отверстие в пределах $\pm 10\%$ крайне сложно. Для регулирования в бытовых холодильниках ранее применяли регулирующие вентили поплавкового типа. Вентиль имел небольшое отверстие, которое перекрывалось золотником, связанным с полым шаровым поплавком, плавающим в жидком хладагенте. Однако такое устройство сложно и ненадежно, поэтому было заменено капиллярными трубками. Капиллярные трубки изготовляют из меди длиной 1,5...5,0 м. внутренним диаметром 0,80...0,85 мм. Малое сечение и большая длина

трубки создают для хладагента повышенное сопротивление. Пропускную способность трубки подбирают при нормальных условиях окружающей среды.

При повышении температуры окружающей среды увеличивается давление конденсации. В то же время из-за повышения противодействия производительность компрессора снижается. В этом случае компрессор будет меньше отсасывать хладагента из испарителя. Однако из-за ухудшения условий конденсации в испаритель вместе с жидким хладагентом будет проникать пар. Это приведет к увеличению давления в испарителе и, как следствие, повышению производительности компрессора. Наличие пара в капиллярной трубке снижает ее пропускную способность. Таким образом, при повышении температуры окружающей среды производительность компрессора и пропускная способность капиллярной трубки автоматически согласовываются, но наличие пара в капиллярной трубке и на выходе испарителя уменьшает холодопроизводительность агрегата. Аналогичное явление произойдет и при снижении температуры окружающей среды.

Как регулирующее устройство при изменении температуры и нагрузки капиллярная трубка не обеспечивает оптимальную пропускную способность. Однако в пределах изменения температуры (от 16 до 32 °С) в холодильной камере обеспечивается температура 0...5 °С.

Капиллярная трубка позволяет применять двигатель с малым пусковым моментом, так как при остановках компрессора она пропускает хладагент до уравнивания давления по всей системе. При очередном пуске противодействия компрессору в системе не будет. Капиллярная трубка надежна, проста в изготовлении, дешева.

В параметрическом ряду бытовых компрессионных холодильников применяют капиллярную трубку ДКРХИ 2.1Х0.8НД длиной около 6 м. Капиллярную трубку градуируют по необходимости воздухом с точкой росы не выше - 55 °С, с давлением на выходе 0.785 МПа. Пропускная способность при этом

должна быть $(4,5 \pm 0,3)$ л/мин. Регулирование производят изменением длины трубки.

Применение листотрубных испарителей в холодильниках дает возможность уменьшить размеры люка для заводки холодильного агрегата, что снижает теплопритоки в холодильную камеру, а следовательно, и энергопотребление.

На основе изложенного в холодильниках параметрического ряда отдано предпочтение листотрубным испарителям. Инженерный расчет испарителя приведен в работе [16].

В процессе сборки и текущего изнашивания в герметичных холодильных агрегатах могут находиться твердые частицы, засоряющие дроссельную трубку. Для предохранения от засорения перед дросселем устанавливают фильтр из мелких латунных сеток или порошковых материалов.

Фильтры из порошковых материалов состоят из бронзовых шариков диаметром 0,3 мм, сплавленных в столбик конусообразной формы. Фильтры монтируют в корпусе с осушительным патроном.

Фильтр-осушитель (рис. 5.15) служит для очистки хладагента и масла от влаги и твердых частиц. Он состоит из корпуса 2 — металлического патрона длиной около 100 мм и диаметром (12—18) мм, сетки 4 фильтра, обоймы 1 сетки и адсорбента 3 массой 10—18 г,

Осушка системы от влаги — один из важных факторов стабильности работы герметичного холодильного агрегата, так как влага приводит к замерзанию капиллярной трубки и зачастую к выходу из строя компрессора. Вода в систему попадает в составе хладагента и масла, а также с деталями агрегата и изоляционными материалами. Влагосодержание хладона К-12 составляет не более 0,0004 %, хладона ГС-22 и хладона К-502 - около 0,0025 %. Допустимая концентрация воды в маслах составляет 0,001—0,006 %. Попадание влаги в систему, заполненную хладоном и смазочным маслом, при действии высоких температур в компрессоре приводит к образованию минеральных и органических кислот.

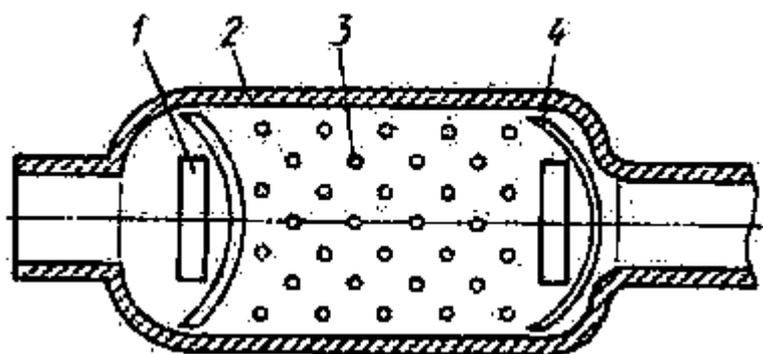
Минеральные кислоты могут образоваться в результате гидролиза хладонов.

Для хладона К-12 гидролиз протекает по схеме:



Основным носителем кислот в системе холодильной машины является масло. Поэтому одним из главных критериев оценки химической стабильности герметичных систем в процессе работы может служить кислотное число масла. При исследовании масел в действующих холодильных машинах было определено, что предельное значение кислотного числа, при котором возможна работа холодильной машины в течение 10...15 лет, составляет (0,045—0,630) мг NaOH/г масла [31].

В связи с этим при производстве и ремонте герметичных машин обычно предусматривают осушку электродвигателей (10—15 ч при температуре до 120°C) и кратковременную сушку компрессора, испарителя, конденсатора и агрегата в целом в течение нескольких часов сухим воздухом. Но в процессе эксплуатации холодильника, особенно в течение первых 2—3 лет, появляется влага из электрической изоляции. Поэтому в бытовых холодильниках установка фильтра осушителя обязательна.



Рнс. 5.15, Фильтр-осушительный патрон

Адсорбция — процесс взаимодействия растворенного вещества (адсорбата) и поверхности твердого тела (адсорбента). Наилучшие адсорбционные свойства имеют природные и синтетические вещества с развитой

микропористой структурой, и повышенной удельной поверхностью — до 1000 м²/г.

Промышленность выпускает широкий ассортимент адсорбентов — силикагели, алюмогели, природные и синтетические цеолиты. В бытовых холодильниках в основном применяют синтетические цеолиты, представляющие собой кристаллические алюмосиликаты, в решетке которых часть ионов кремния замещена ионом алюминия. Это создает избыточный отрицательный заряд, компенсируемый различными изотопами (калия, натрия, бария и др.).

Адсорбционное пространство образовано пустотами (большими полостями), которые соединяются окнами. Размеры окон сопоставимы с диаметром молекул, т. е. цеолит представляет собой молекулярное сито. Молекулы, размеры которых меньше размеров окна, проникают в цеолит и адсорбируются на поверхностях больших полостей. Молекулы больших размеров не проникают внутрь цеолита и адсорбируются только на внешней поверхности. Так как внешняя поверхность значительно меньше поверхности полостей, то ее действие можно не учитывать. Цеолиты классифицируются по диаметру входного окна (табл. 5.11).

Таблица 5.11. Классификация цеолитов

Диаметр входного окна	Классификационный индекс		Диаметр входного окна	Классификационный индекс	
	Россия	США		Россия	США
0,3	КА	3А	0,8	CaX	10X
0,4	NaA	4А	0,9	NaA	13А
0,5	CaA	5А			

Некоторые цеолиты в своем составе имеют связывающие вещества (18—20%), которые несколько уменьшают их поглотительную способность. В холодильных машинах используют цеолиты NaA-2КТ, NaA-2МШ, NaA-2 и NaA-2М. Цеолит NaA-2МШ при температуре точки росы - 70 °С обладает активностью по парам воды 9,2 %, а цеолит NaA-2КТ – 12...17 %. Однако

NaA-2МШ более прочен на истирание, что очень важно для герметичных агрегатов.

Что касается сорбции кислотных примесей, то по данным работы [31] активные окиси алюминия сорбируют 2...3% соляной кислоты. Сорбционная способность цеолита по соляной кислоте составляет 1...2 %.

Для одновременного поглощения воды и кислотных примесей рекомендуют комплексные адсорбенты NaA-2КТ. Они хорошо показали себя для очистки рабочей среды холодильников с хладоном К-12 и хладоном К-22.

Д. Ш. Малкин, проводивший исследования хладагента К-701, для его осушки и очистки также рекомендует цеолит NaA-2КТ. В работе [31] приведены экспериментальные результаты по очистке холодильных агрегатов с цеолитом NaA-2КТ. Герметичный холодильный агрегат осушается и очищается от кислот в течение 20—25 ч. Концентрация кислот при этом снижается до 0,02—0,03 мг КОН/г рабочей среды, влажность рабочей среды — до $(10—15)10^{-4}$ %.

5.6.3. Регулирование температур в бытовых холодильниках

Для обеспечения нормального режима хранения продуктов температура в холодильной камере должна быть в пределах $0...5^{\circ}\text{C}$, а в низкотемпературном отделении — в пределах от -12 до -18°C . Температура в камере изменяется вследствие притоков через стенки и уплотнители при открывании двери, внесении в камеру теплых продуктов и др.

Для поддержания постоянной температуры сохраняемых продуктов необходимо изменять холодопроизводительность агрегата. Как правило, холодильный агрегат рассчитывают на максимальную холодопроизводительность в граничных условиях применения. При упрощении условий, уменьшении температуры окружающей среды холодопроизводительность агрегата уменьшают. Изменять холодопроизводительность можно путем изменения производительности компрессора, или испарителя. Теплоту, отводимую испарителем, можно регулировать, изменяя коэффициент тепло-

передачи испарителя или площадь его поверхности. Этого можно добиться, например, уменьшением количества заполняющего испаритель холодильного агента или отключением части испарителя терморегулирующим вентилем. В этом случае температура кипения в испарителе снизится. Работа же компрессора при низкой температуре менее экономична. В связи с этим в бытовых холодильниках температуру регулируют путем изменения производительности компрессора. Осуществление плавного регулирования холодопроизводительности ведет к усложнению компрессора и повышению стоимости агрегата. Поэтому используют дискретный способ — пуском и остановкой компрессора.

Применяют прямой и косвенной методы регулирования температуры. При прямом методе измеряют температуру охлаждаемого объекта, а при косвенном — температуру на испарителе. При косвенном методе дифференциал регулятора температуры (разность между температурами включения и выключения) может быть больше, чем при прямом методе, а сам регулятор проще и дешевле. Кроме того, при регулировании температуры по испарителю легко обеспечить автоматическое оттаивание испарителя во время остановки компрессора.

Этими причинами объясняется то, что в бытовых холодильниках в основном температуру регулируют изменением температуры на испарителе, осуществляемым путем пуска и остановки компрессора. В качестве датчика используют манометрические, биметаллические или электронные устройства. Наибольшее распространение получили манометрические реле температуры.

В отечественных холодильниках применяют датчики-реле для однокамерных холодильников (ДРТ-2, ДРТ-2А, Т110), двухкамерных холодильников (Т130) и морозильников (Т144).

5.7. Параметрический ряд компрессионных холодильников

В новом параметрическом ряду холодильников (ГОСТ 26678—85) решены вопросы повышения технического уровня, технологичности, ремонтпригодности и эргономики. Параметрический ряд включает типоразмеров холодильников и морозильников: шесть однокамерных — КС-140, КШ-180, КШ-220, КШ-240, КШ-260 и КШ-280; четыре двухкамерных — КШД-270/80; КШД-300/60, КШД-300/80 и КШД-350/80; два трехкамерных — КШТ-300/60 и КШТ-350/80; три комбинированных — КШМХ-350/120, КШМХ-420/120 и КШМХ-420/160; три модели морозильников — МС-120, МШ-160 и МШ-200.

В качестве хладагента в холодильниках параметрического ряда применяют хладон Р-12 или хладон Р-701. В некоторых моделях могут быть установлены универсальные агрегаты, работающие как на хладоне К-12, так и на хладоне К-701. Как было сказано, энергопотребление холодильников с хладоном К-701 в 1,3—1,4 раза меньше энергопотребления холодильников с хладоном К-12.

Как видно, дискретность ряда однокамерных холодильников практически составляет 20 дм³, что не является оптимальным. Более целесообразна с точки зрения потребителя и системы рационального питания дискретность 40—50 дм³. Выбор объемного модуля 20 дм³ для однокамерных моделей компрессионных холодильников ряда объясняется технологическими возможностями серийных заводов, оборудование которых, как правило, не приспособлено к переналадке в широких пределах, а реконструкция связана с большими капиталовложениями и остановкой производства на время реконструкции.

Необходимо отметить тот факт, что мощности серийных заводов используют на 90—95 % и переход на существенно новую модель должен осуществляться в условиях действующего производства, что крайне сложно. Поэтому предприятия, исходя из экономических соображений, стараются перейти на такую «новую» модель, которая была бы максимально

унифицирована с предыдущей. Так рождаются «близнецы-братья», отличающиеся один от другого, например, только высотой в 50 мм, что составляет 20 дм³ внутреннего объема, или наличием какого-либо нового элемента комфортности, а принципиального повышения функциональных или потребительских свойств нет.

Анализируя внутренние объемы ряда, видим несоответствие рекомендаций по выбору рационального объема для обеспечения хранения необходимых продуктов выбранным для моделей холодильников параметрам объема. Прежде всего, максимальный объем ограничен 420 дм³, в то время как по рекомендациям он должен составлять 600 дм³. Дело в том, что при проектировании параметрического ряда необходимо было учитывать функционально-пространственную организацию жилой среды, как существующих, так и перспективных типовых проектов квартир массового градостроительства.

В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП), в каждой квартире предусмотрена определенная площадь с заданными длиной и шириной для установки стационарных элементов мебели или оборудования, такого как холодильник, стиральная машина, посудомоечная машина и др. Дополнением к СНиП для холодильников в помещении кухни выделена установочная площадь размером 600X 600 мм.

По эргономическим требованиям к оборудованию кухни высота шкафа холодильника не должна превышать высоты кухонного комплексного оборудования 2100 мм. Таким образом, однозначно определен максимальный объем холодильника — 420 дм³.

Это не означает, что не будет проводиться проектирование и не будут выпускаться холодильники повышенных объемов. Так, сейчас ведется разработка высококомфортных холодильников на 500—700 дм³ класса «люкс». Но они предназначены для установки в крупногабаритных квартирах или домах индивидуального строительства. Выпуск таких моделей намечается ограниченными партиями.

Размеры в плане всех холодильников едины. Выпускаемые в настоящее время холодильники своим разнообразием размеров как бы отражают исторически сложившиеся обстоятельства при их создании и связанное с этим отсутствие унификации. Единая установочная площадь 600X600 мм, принятая для всех моделей параметрического ряда, позволила достичь 100 %-ной унификации агрегатов внутри одной группы, а между группами унифицированы испарители холодильных камер, конденсаторы, полки и др.

Размер установочной площади соответствует 150 3055—1974 (Е) «Оборудование кухонь. Модульные размеры», нормали НП 1.1—75 «Помещения квартирных жилых домов для городского строительства», а также стандартам европейских стран, регламентирующих комплексное оборудование кухни. Например, в стандарте ФРГ 68901 по мебели и бытовым приборам для кухонного комплекса записано: «За единицу измерения длины элементов кухонного оборудования принят модуль М-100 мм. Оптимальной является длина 6М при глубине напольных элементов 6М». Аналогичный модуль для кухонного оборудования утвержден также и французскими нормами.

Статистический анализ за несколько лет ширины моделей холодильников, поступающих на рынок Западной Европы, показал, что ширина более ранних моделей изменялась в относительно широком диапазоне от 400 до 600 мм.

Современные модели, ориентированные на массовое потребление, изготавливают с учетом модуля 6М—600X600 мм, что даст возможность комплектовать ими любые кухонные комплексы западноевропейских фирм. Поэтому ГОСТ 26678—85 узаконена унифицированная конструкция холодильников и морозильников с размерами в плане 600x600 мм, что существенно повышает конкурентоспособность отечественных моделей и уровень унификации.

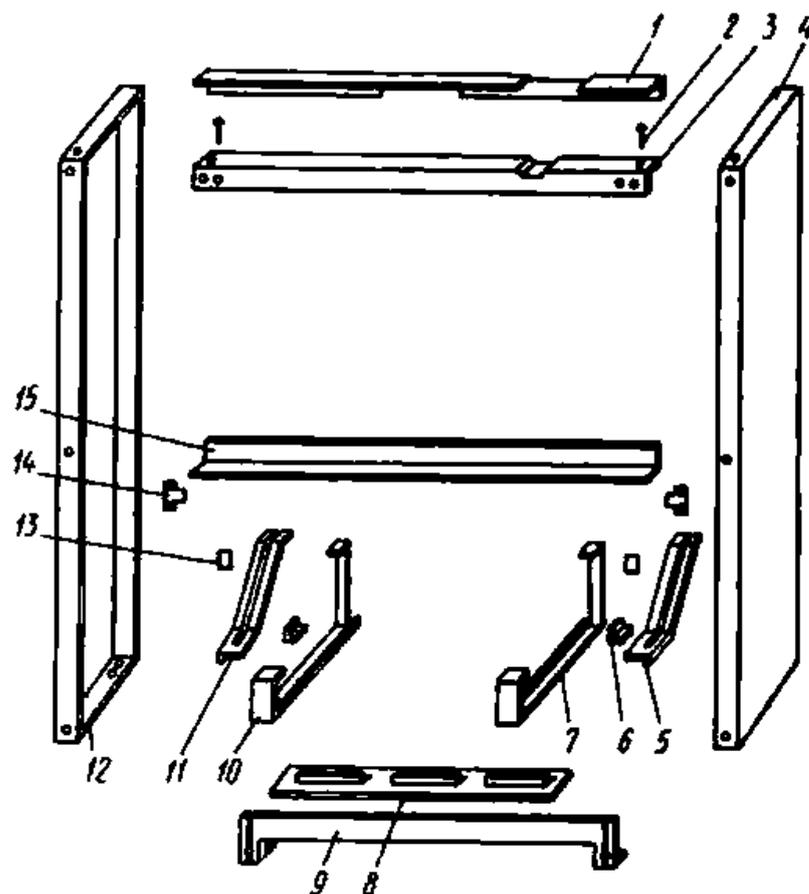


Рис. 5.16. Элементы конструкции наружного шкафа холодильника: 1,5 — уголки; 2 — винт; 3 — усилитель; 4 — панель; 5 — левая пластина; 6, 13 — упоры; 7 — стойка; 8 — пластина; 9 — передняя планка; 10 — правая стойка; 11 — правая пластина; 12 — правая панель; 14 — пластина петли

Параметрический ряд холодильников состоит из моделей типа «шкаф» и одного холодильника типа «стол» (КС-140). Боковые стенки представляют собой панели, заполненные ППУ, а задняя стенка и дно выполнены из фольгированного картона. Панели боковых стенок соединены уголками и усилительными планками, дно закреплено на стойках и упорах (рис. 5.16). Внутренний шкаф разделен перегородкой на холодильное и морозильное отделения (рис. 5.17).

Верхняя плоскость шкафа выполнена по типу сервировочной поверхности. Наружные боковые поверхности холодильного агрегата закрыты декоративными элементами. Задний упор сервировочной поверхности съемный и выполнен из металла. Пульт управления с размещенными на панели лампой и выключателем освещения установлен в

верхней наружной части шкафа над дверью. На задней стенке шкафа установлен терморегулятор так, чтобы сифонную трубку можно было крепить к испарителю-теплообменнику. Оттаивание испарителя-теплообменника осуществляется автоматически в цикле. Талая вода по трубке поступает в емкость, расположенную над компрессором, где испаряется.

В конструкции холодильника предусмотрены следующие элементы комфортности: перенавеска двери для лево- и правостороннего открывания, устройство ограждения угла открывания и устройство закрывания, если угол открывания двери не превышает 10° ; автоматическое оттаивание испарителя с отводкой талой воды, перестановка полок по высоте в шкафу и на панели двери. В некоторых холодильниках имеются ролики для его перемещения.

Для уменьшения теплопритоков в морозильную камеру корзина закрыта специальной панелью. Корзина снабжена роликами и ограничителем, который позволяет удерживать корзину при выдвигении на $3/4$ ее глубины. Холодильники типа КШД отличаются от холодильников типа КШ наличием отдельной двери в морозильной камере (рис. 5.18).

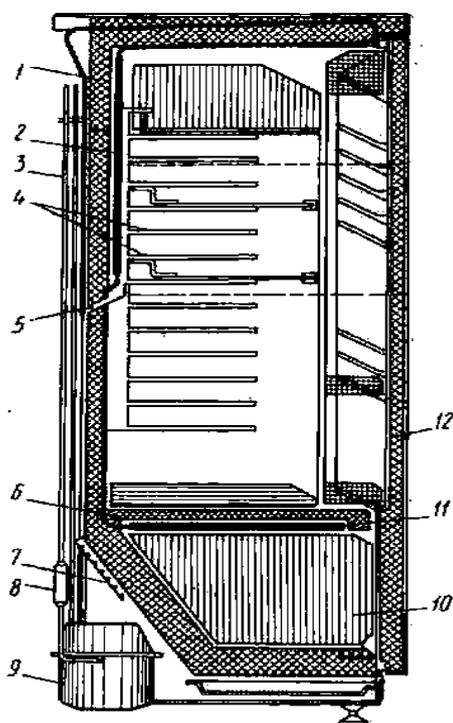


Рис. 5.17. Схема однокамерного холодильника КШ-300:

- 1 — теплоизоляция; 2 — испаритель холодильного отделения;
- 3 — конденсатор; 4 — полка,
- 5 — отверстие для слива талой воды;
- 6 — перегородка; 7 — емкость для талой воды; 8 - фильтр-осушитель;
- 9 — компрессор; 10 — НТО;
- 11-испаритель низкотемпературного отделения, 12 — дверь.

Время повышения температуры при отключении электроэнергии в морозильных камерах двух- и трехкамерных холодильников, комбинированных холодильников-морозильников и в морозильниках от температуры хранения замороженных продуктов до $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающей среды $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодильников типа КТИД и КШТ не превышает 5 ч, для холодильников типа КШМХ и морозильников типов МКС и МКШ — 7 ч.

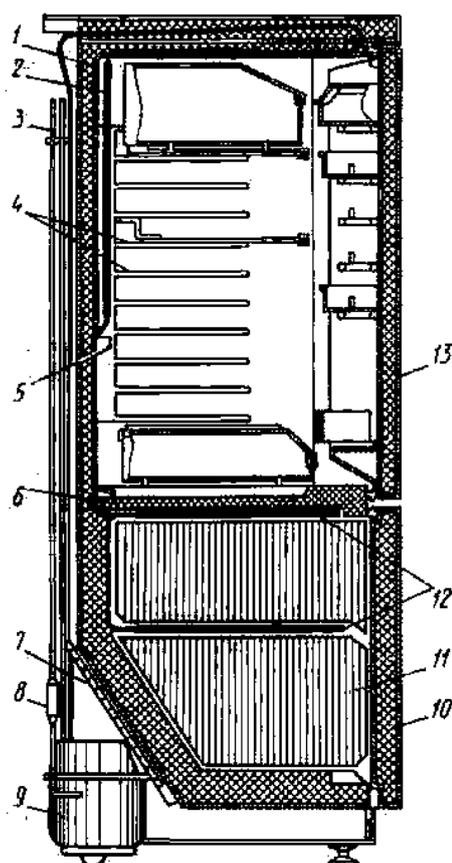


Рис. 5.18. Схема двухкамерного холодильника КТИД-280:

1 — пенополиуретановая теплоизоляция; 2 — испаритель холодильного отделения; 3 — конденсатор; 4 — полки; 5 — отверстие для слива талой воды; 6 — перегородка; 7 — емкость для талой воды; 8 — фильтр-осушитель; 9 — мотор-компрессор; 10 - дверь НТО; 11 — НТО; 12 - испаритель НТО; 13 - дверь

Конструкция узлов и деталей, с которыми взаимодействует пользователь, обеспечивает безопасные и безвредные условия эксплуатации. Оборудование холодильной камеры, НТО и внутренней панели двери приспособлено для удобного размещения продуктов в разнообразной таре и упаковке.

Цветовое решение корпусов холодильников и морозильников параметрического ряда осуществляется в трех вариантах: наружный шкаф и дверь тонированы и имеют одинаковый цвет (красный, голубой, салатный);

наружный шкаф белого цвета, дверь тонированная (имитация ценных пород дерева); наружный шкаф и дверь белого цвета.

Холодильники высотой более 1300 мм имеют насыщенные тона при декорировании наружных шкафов. Цветовое решение интерьера холодильника имеет одно из исполнений: внутренний шкаф - белый, панель двери — тонированная, элементы оборудования в тоне панели двери; внутренний шкаф и панель двери — белые, элементы оборудования насыщенных тонов; внутренний шкаф, панель двери и элементы оборудования - белые.

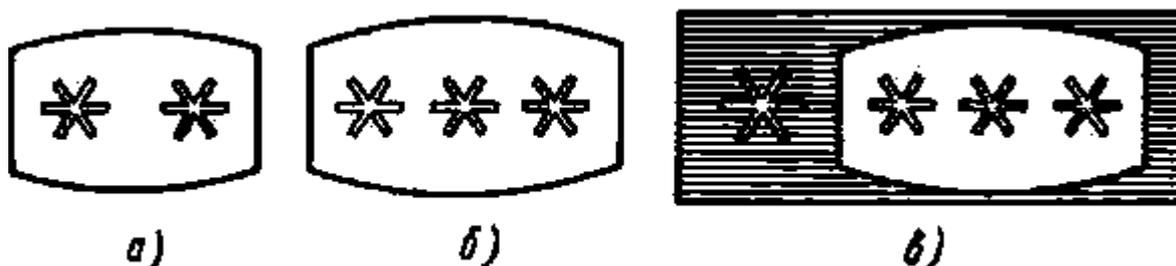


Рис. 5.19. Маркировка холодильников

Коэффициент рабочего времени холодильников и морозильников в режиме «хранение» при температуре окружающей среды $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ должен быть не более 0,75, а при температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ — не более 0,5.

На передней плоскости холодильника и низкотемпературного отделения (НТО) наносится следующая маркировка: две звездочки, заключенные в рамку с закругленными сторонами, при температуре — $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 5.19, а); три звездочки, заключенные в рамку с закругленными сторонами, при температуре — $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 5.19, б); четыре звездочки (одна большая и три меньшего размера), заключенные в рамку прямоугольной формы, для морозильной камеры при обеспечении требований по замораживанию (рис. 1.19, в).

Холодильники параметрического ряда по комплексу комфортности и предельно достигнутым параметрам являются холодильниками II поколения.

В настоящее время отечественные специалисты работают над созданием III поколения холодильников, которые будут иметь следующие отличительные признаки.

1. Расширение функциональных возможностей. Если модели ряда имеют две степени свободы (холодильное и морозильное отделения), то модели III поколения будут построены на основе 5...7 степеней свободы (холодильники, морозильники, СВЧ-размораживатели, сублиматоры, универсальная камера, камера для хранения продуктов в газовых средах и др.).

2. Если в холодильной камере срок хранения продуктов 1—2 недели, в морозильниках — до одного года, то сублимированные продукты можно будет хранить несколько лет, а камера с газовой средой позволит хранить в охлажденном состоянии даже такие нежные продукты, как ягоды клубники, малины, вишню, персики около 3—4 месяцев. СВЧ-размораживатель позволит обеспечить оптимальный режим размораживания.

Объем холодильника составит уже 400—700 дм³.

3. Значительно понизится температура замораживания (от —30 до —35 °С), увеличится стабильность поддержания температуры благодаря электронным устройствам регулирования, увеличится число элементов комфортности: цифровая индикация температуры, звуковая аварийная сигнализация и др.

Холодильники III поколения планируются к освоению с 1990 г.

5.8. Ремонт бытовых компрессионных холодильников

Методам нахождения неисправностей в бытовых холодильниках и способам их устранения посвящено большое число публикаций. Среди них следует отметить работы А. Д. Лепаева [29] и И. Н. Кругляка. Поэтому, а также в связи с небольшим объемом настоящей книги, ограничимся только описанием возможных неисправностей, которые могут быть обнаружены без специальной диагностической аппаратуры.

При ремонте холодильников во избежание пожара и поражения электрическим током следует обратить внимание на соблюдение правил техники безопасности. Проверять электрооборудование и проводить ремонт электропроводки можно только инструментом, прошедшим контроль на пробой электроизоляции. Измерительные концы проводов измерительных приборов должны быть надежно изолированы.

При попадании фреона на кожу тела пораженные места погружают в теплую воду, сушат, а затем смазывают мазью Вишневского или несоленым жиром. При попадании фреона в глаза необходимо быстро промыть их холодной водой и немедленно обратиться к врачу.

Самый хороший способ устранения неисправностей холодильника, а точнее, избежания неисправностей, его правильная эксплуатация. При установке холодильника необходимо удалить транспортировочные болты, а для перемещения его в другое место эксплуатации транспортировочные болты следует вновь установить. Транспортировать компрессионные холодильники допускается только в вертикальном положении. В противном случае возможен выход из строя компрессора.

Холодильник (особенно абсорбционный) должен быть выставлен строго вертикально. Дверь холодильника должна быть хорошо отрегулирована. Холодильник нельзя устанавливать близко к отопительным приборам, окнам, выходящим на солнце, и близко к стене. Особо следует обратить внимание на зазоры со стороны задней стенки.

Напряжение сети не должно отклоняться более чем на (+ 15) — (—10) % от номинального значения вследствие возможного выхода из строя двигателя компрессора. Нельзя устанавливать ручку регулятора в положение, при котором агрегат работает непрерывно. Это происходит при температуре окружающей среды выше 32 °С и желании потребителя получить «максимальный холод» в камере.

Не рекомендуется в холодильник устанавливать горячие продукты и жидкие продукты в открытой посуде во избежание нарастания инея на

испаритель. Чистить «снеговую шубу», а также отрывать примерзшие к испарителю продукты острыми предметами не допускается из-за возможного повреждения испарителя.

В домашних условиях определять неисправности можно только путем определения температуры отдельных частей агрегата и измерения напряжения на элементах электрооборудования. Компрессор при работе может нагреваться до 100 °С. Поэтому проверять его на ощупь следует осторожно. Наиболее высокая температура у нагнетательной трубки. По мере удаления от компрессора температура трубки уменьшается. Температура конденсатора при работе компрессора всегда превышает температуру окружающего воздуха. Фильтр-осушитель имеет температуру, близкую к температуре последнего витка конденсатора. Следует отметить, что в холодильниках, работающих на фреоне R-701, большая разность температуры витков конденсатора: верхняя часть витков более теплая, чем нижняя.

Следует предостеречь потребителя от неправильных выводов при измерении температуры внутри холодильных камер термометрами (особенно спиртовыми, обладающими малой инерционностью). Наиболее точны измерения термометрами или полупроводниковыми приборами.

5.9. Абсорбционные холодильники

В зависимости от вида затрачиваемой энергии холодильные машины можно разделить на работающие с затратой механической энергии (компрессионные) и работающие с затратой теплоты (абсорбционные, парожетторные). В абсорбционных холодильных машинах в качестве рабочего тела применяют также смеси различных компонентов, резко различающиеся температурой нормального кипения. Легкокипящий компонент, кипящий при более низкой температуре, является холодильным агентом. Второй компонент, предназначенный для поглощения (абсорбции) холодильного агента, называют абсорбентом. В качестве холодильного агента можно применять аммиак, дихлорметан, фреоны, метанол и др. В

качестве абсорбентов применяют воду, серную кислоту, диметилэфиртетраэленгликоль и др. [43].

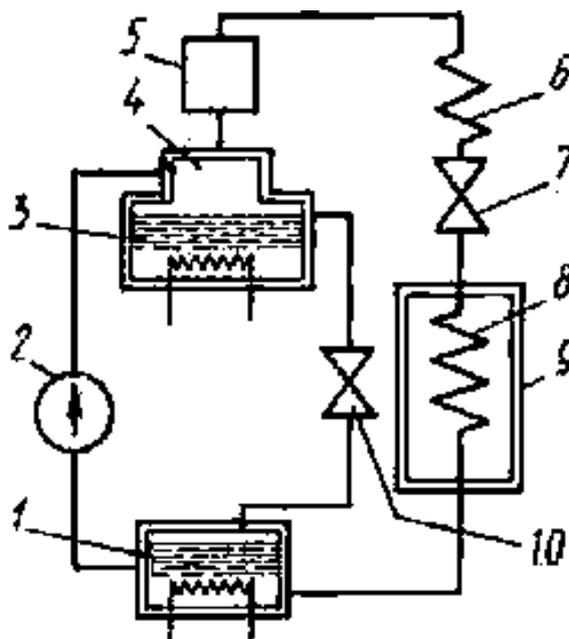


Рис.5.20. Принцип действия абсорбционной холодильной машины

Рассмотрим принцип действия абсорбционной холодильной установки (рис. 5.20). В ректификационную колонку 4 подводится из абсорбера 1 крепкий раствор, представляющий собой смесь рабочего агента и абсорбента. В генераторе 3 крепкий раствор нагревается до кипения. Из него выпаривается пар вместе с легкокипящим компонентом (аммиаком) и также проходит через ректификационную колонку 4, но в направлении, встречном крепкому раствору, идущему от абсорбера 1. В результате теплообмена между крепким раствором и противоточным движущимся паром концентрация легкокипящего компонента в паре повышается, а в крепком растворе снижается. Кроме того, пар передает теплоту раствору и охлаждается, а крепкий раствор нагревается. Из ректификационной колонки пар поступает в дефлегматор 5, где дополнительно охлаждается.

При отводе теплоты от пара из него выпадает жидкость (флегма) с низкой концентрацией аммиака, которая поступает обратно в генератор. Температура пара в дефлегматоре незначительно отличается от температуры конденсации чистого вещества при данном давлении.

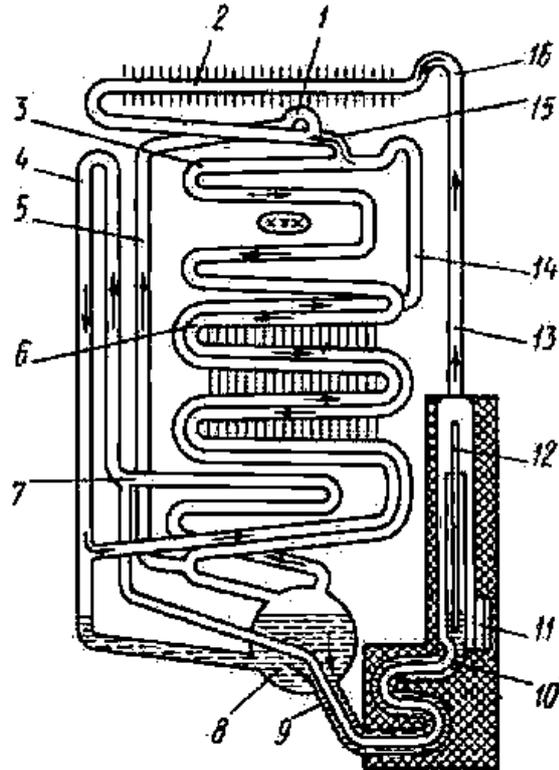


Рис.5.21. Схема абсорбционно-диффузионного холодильного агрегата

Генератор, ректификационная колонка и дефлегматор обычно компонуют вместе так, чтобы обеспечить естественное движение пара вверх, а флегмы и крепкого раствора — вниз. После дефлегматора пар поступает в конденсатор 6, в котором от пара отводится тепло и происходит его конденсация. Конденсат холодильного агента (аммиака) после конденсатора проходит через дроссельный клапан 7, где снижается давление хладагента, он частично вскипает и в результате снижается его температура.

Образовавшаяся парожидкостная смесь направляется в испаритель 8 холодильной камеры 9. В испарителе аммиак кипит, отнимая тепло от холодильной камеры. Образовавшийся пар отводится в абсорбер, где поглощается абсорбентом. Поглощение паров аммиака «бедным» раствором сопровождается повышением его температуры и снижением поглотительной способности. Чтобы не снижалась поглотительная способность раствора, в абсорбер постоянно добавляется абсорбент из генератора через дроссель 10.

Образовавшийся в абсорбере концентрированный раствор насосом 2 подается в ректификационную колонку. И далее процесс повторяется.

Как видно, в абсорбционной холодильной машине применен насос для перекачки раствора из абсорбера в генератор. Можно исключить насос из системы, вводя в контур кроме хладагента и абсорбента дополнительно легкий газ, например водород. При этом абсорбционная холодильная машина не будет иметь движущихся механических элементов, будет бесшумна, высоконадозна, проста в изготовлении и эксплуатации. Такие установки применяют в бытовых холодильниках.

В качестве хладагента применяют аммиак, в качестве абсорбента — воду, а диффузионной средой служит водород.

Охлаждение конденсатора, абсорбера и дефлегматора — естественное благодаря развитой поверхности этих элементов. В течение процесса во всех точках аппарата устанавливается одинаковое полное давление 1,4...1,6 МПа. Однако парциальные давления аммиака p_a , и водорода p_v различны в определенных частях аппарата. Разность парциальных давлений ($p_v - p_a$) в установке используют как основную движущую силу циркуляции рабочей смеси. Схема абсорбционно-диффузионного холодильного агрегата, применяемого в бытовых холодильниках, представлена на рис. 5.21.

Агрегат работает следующим образом. Крепкий водоаммиачный раствор, находящийся в ресивере абсорбера 8, поступает по наружной трубе теплообменника 9 в генератор 10, где нагревается до кипения нагревателем //. Водоаммиачный пар из термосифона 12 попадает в трубку ректификатора 13, а обедненный водоаммиачный раствор из термосифона 12 самотеком по внутренней трубе теплообменника 9 попадает в абсорбер 7. Водоаммиачный пар в ректификаторе 13 разделяется на воду и аммиак.

В дефлегматоре 16 происходит дальнейшее отделение воды в виде флегмы (крепкий раствор аммиака). Пары воды вместе с флегмой стекают в генератор, а из него в верхнюю часть абсорбера 7. Образовавшийся аммиачный пар поступает в конденсатор 2, конденсируется и через

переохладитель 15 стекает в испаритель 3 низкотемпературной камеры. На вход испарителя 3 также поступает водород из абсорбера (цепь движения водорода рассмотрим ниже).

В испарителе смесь паров аммиака и водорода находится под общим давлением 1,4—1,6 МПа. Парциальное давление аммиака в этой смеси составляет 0,3—0,4 МПа. В результате резкого падения давления аммиак в испарителе закипает (эффект, эквивалентный дросселированию) и происходит охлаждение низкотемпературной, а затем и высокотемпературной камеры. В испарителе пар аммиака диффундирует в пароводородную смесь и опускается в ресивер 8. Туда же поступает не испарившаяся часть жидкого аммиака. Образовавшаяся богатая аммиачно-водородная газовая смесь поступает в абсорбер 7, где происходит ее разделение на водород (парогазовая смесь) и аммиачный раствор. Аммиачный раствор стекает в ресивер, встречая на своем пути новую порцию богатой аммиачно-водородной газовой смеси, из которой аммиачный раствор абсорбирует аммиак, превращаясь в крепкий раствор.

Пароводородная смесь (почти чистый водород) поднимается из ресивера в воздушный охладитель 4 и регенеративный теплообменник 6 и через трубку теплообменника 14 попадает на вход испарителя 3. Чтобы водород не попадал в конденсатор 2, устроена ловушка 1, отводящая водородную парогазовую смесь из переохладителя 15 по трубе 5 в ресивер 8.

Одним из основных недостатков абсорбционных холодильников является их большое энергопотребление. Если компрессионный двухкамерный холодильник объемом 223 дм³ с НТО 28 дм³ потребляет 2,0 кВт-ч/сут, то абсорбционный холодильник общим объемом 213 дм³ с НТО 32 дм³ потребляет 4,5 кВт-ч/сутки.

По данным [45], компрессионные холодильники с четырьмя маркированными звездочками в среднем потребляют на 27,5 % меньше электроэнергии, чем абсорбционные. На выставке в Кельне в 1980 г. среднее значение потребляемой электроэнергии компрессионными холодильниками с

режимом замораживания при температуре — 18 °С составляло 0,6 кВт-ч/сут на 100 дм³ объема, а абсорбционными — 0,83 кВт-ч/сут.

Энергетическая эффективность абсорбционно-диффузионных холодильников может быть повышена при использовании для подогрева не электричества, а других видов тепла: газа, жидкого топлива. Поэтому в параметрическом ряду предусмотрено создание абсорбционных холодильников, работающих от газа.

В работе [45] подсчитано, что при использовании газа эквивалентный первичный расход энергии абсорбционного холодильника составит 2,63 кВт-ч/сут на 100 дм³ объема, а компрессионного — 4,5 кВт-ч/сут. Отсюда видно, что компрессионный холодильник первичной энергии потребляет на 70 % больше (при условии, что электроэнергия вырабатывается на тепловых электростанциях).

Поэтому есть основание считать, что абсорбционные холодильники имеют перспективу. Одним из важных преимуществ абсорбционных холодильников является возможность создания холодильника, работающего от различных источников энергии: постоянного и переменного электрического тока, газа, жидкого топлива.

Для работы от газа или жидкого топлива необходимы безопасные горелочные устройства. Рассмотрим один из вариантов газогорелочного устройства (рис. 5.22). Устройство состоит из газовой горелки 2, регулятора давления, отсекающего 4, пускового клапана 7. Газ поступает в горелку через пусковой клапан 7 и регулятор давления. Регулятор давления стабилизирует давление газа перед горелкой в пределах 150— 500 Па. Изменение давления производится перемещением рычага 5, выведенного на переднюю панель холодильника. Отсекатель 4 газа предназначен для прекращения прохода газа в горелку, если пламя погасло. В этом случае биметаллическая пластина 3 приведет в действие трубку отсекающего 4 и перекроется вход пускового клапана. С помощью рычага 6 можно принудительно открыть клапан 7 и зажечь горелку.

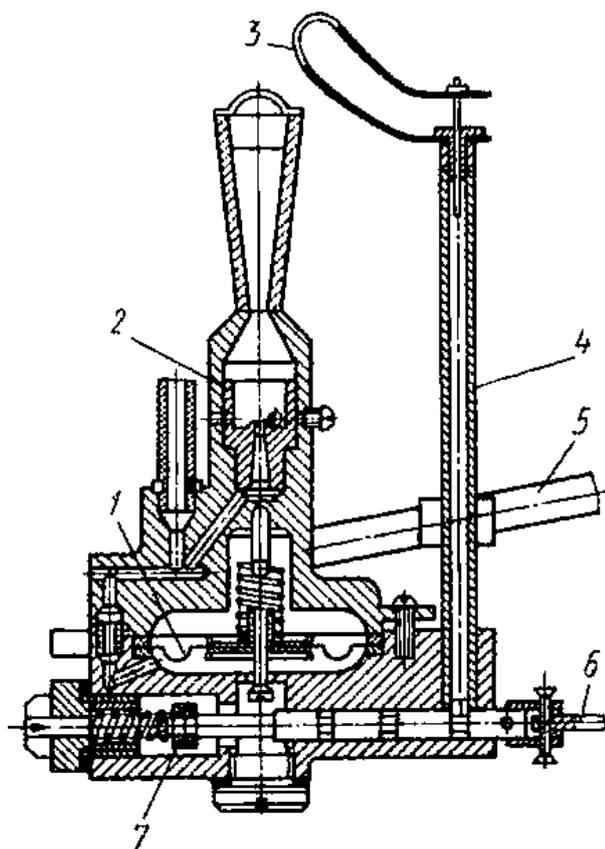


Рис. 5.22. Газогорелочное устройство холодильника

В последнее время появился ряд технических решений по сокращению энергопотребления абсорбционными холодильниками. Эти решения воплощены в новый параметрический ряд холодильников. Одно из них — более эффективное использование теплоты ректификации. Это техническое решение реализовано в холодильнике параметрического ряда «Кристалл 9М» — АШД-200. Конструктивной особенностью схемы является наличие трехпоточного парожидкостного теплообменника в узле генератора, что позволяет использовать теплоту дефлегмации пара. Узел генератора теплоизолирован плитами из базальтового картона толщиной 20 мм, а затем пенополиуретановой теплоизоляцией. В холодильнике увеличена высота испарителя с 48 до 60 мм. Изменена конструкция задней стенки, панели двери. Конструкция холодильного агрегата представлена на рис. 5.23.

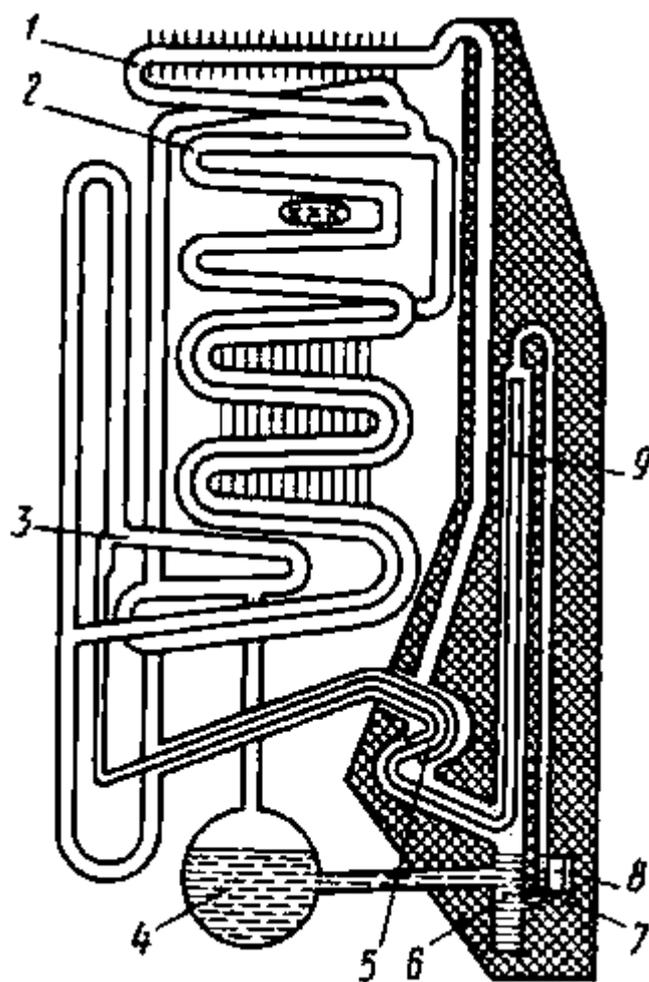


Рис. 5.23. Схема усовершенствованного абсорбционного холодильника.

Крепкий водоаммиачный раствор из сборника 6 поступает в узел генератора 7, где подогревается в термосифонной трубке электронагревателем 8. Образующаяся при кипении парожидкостная смесь поступает в вертикальный канал 9, где происходит ее разделение: слабый раствор спускается и, проходя через трехпоточный теплообменник 5, отдает теплоту встречному потоку крепкого раствора посредством теплопередачи через стенку, поступая затем в верхнюю часть абсорбера 3. Пар также поступает в трехпоточный теплообменник и в результате теплообмена с крепким раствором освобождается от паров воды и с высокой концентрацией направляется к конденсатору 1. Здесь пар конденсируется, образовавшийся жидкий аммиак стекает в предохранитель, где происходит предварительное охлаждение аммиака. Далее жидкий аммиак с более низкой температурой стекает в низкотемпературный испаритель.

На вход испарителя 2 поступает бедная парогазовая смесь. Жидкий аммиак испаряется в среду водорода, при этом температура повышается по мере увеличения парциального давления аммиака. Из низкотемпературного испарителя 2 богатая парогазовая смесь опускается в парогазовый теплообменник, охлаждая встречный поток водорода, и затем поступает в абсорбер 4.

5.15. Техническая характеристика абсорбционных холодильников параметрического ряда

Показатель	Общий объем холодильников						
	однокамерных				двухкамерных		
	30	50	140	220	200	220	260
Температура в НТО, °С	-6	-12	-18	-18	-16	-18	-18
Расход электроэнергии, кВт•ч/сут	<u>1,2</u> 1,3	<u>1,5</u> 1,6	<u>2,0</u> 2,1	<u>2,2</u> 2,3	<u>2,2</u> 2,4	<u>2,25</u> 2,45	<u>2,3</u> 2,5
Удельная масса, кг/дм ³	<u>0.47</u>	<u>0.40</u>	<u>0.34</u>	<u>0.27</u>	<u>0.30</u>	<u>0.29</u>	<u>0.26</u>
Количество произведенного льда, кг/ч	0.53 0.016	0.46 0.016	0,38 0,016	0.30 0.036	0,33 0,036	0,32 0,3(1)	0,30 0.36
Время приготовления льда, ч	10	10	5	5	5	5	5

Примечания: 1. Суточный расход электроэнергии — при 25 X окружающей среды. 2. В числителе приведены значения для холодильников высшей категории, в знаменателе — для первой. 3. Средняя температура в холодильной камере 0—5 °С.

Образовавшийся в результате абсорбции крепкий раствор стекает в сборник 6, а обедненная парогазовая смесь поднимается вверх через регенеративный теплообменник в низкотемпературный испаритель.

Предложенное техническое решение, позволившее снизить удельное энергопотребление на 30 %, положено в основу параметрического ряда абсорбционных холодильников, функциональные характеристики которых приведены в табл. 5.15.

Конструкция шкафов, внутренний интерьер, эргономические и эстетические решения абсорбционных холодильников аналогичны параметрическому ряду компрессионных холодильников.

Наработка на отказ холодильников высшей категории составляет 35 тыс. ч, холодильников первой категории — 25 тыс. ч. Средний ресурс холодильников высшей категории составляет 125 тыс. ч, холодильников первой категории 120 тыс. ч. Срок службы холодильников не менее 15 лет.

5.10. Использование солнечной энергии для получения холода

Учитывая географическое расположение нашей страны, использование солнечной энергии для получения холода является перспективным направлением [50]. Созданием таких холодильников занимаются ведущие институты России, в том числе МВТУ им. Н. Э. Баумана, институт технической теплофизики.

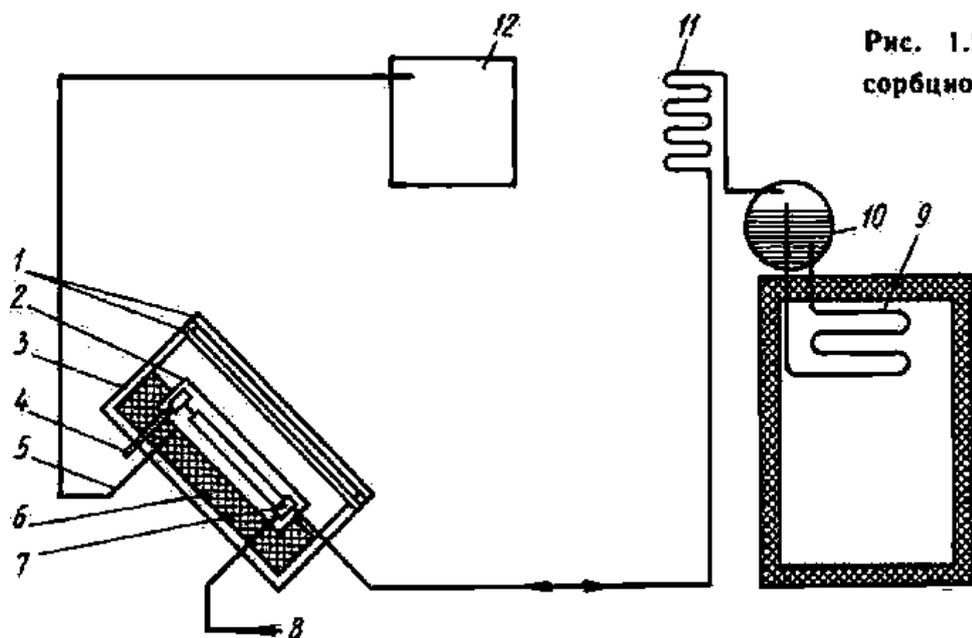


Рис. 1.1
сорбции

Рис.5.24. Схема гелиоабсорбционного холодильника

Среди большого числа способов использования солнечной энергии для получения холода отметим практически реализованный гелиоабсорбционный способ. Испытание опытного образца гелиоабсорбционного холодиль-

ника объемом 120 дм³, изготовленного институтом технической теплофизики, подтвердило возможность применения таких конструкций в южных районах нашей страны.

Холодильный агрегат (рис. 5.24) состоит из солнечного генератора 3, испарителя 9, конденсатора 11, ресивера 10 и бака 12 нагретой воды. В качестве рабочего тела применен аммиак 1Нз, который находится в солнечном генераторе в соединении с хлористым кальцием CaCl, образуя октоаммиакат CaCl₂-8NH₃. 54

Лучистая энергия Солнца нагревает систему труб солнечного генератора до температуры 95—100 °С, при этом аммиак из октоаммиаката начинает испаряться, проходит через конденсатор, охлаждается, сжимается и накапливается в ресивере. Этот процесс длится весь солнечный день. В результате процесса генерации в ресивере за солнечный день накапливается необходимый объем жидкого аммиака. При прекращении нагрева солнечный генератор остывает или охлаждается дополнительно водой, которая может быть собрана в бак 12, а затем использована. Температура воды на выходе относительно входа увеличивается на 30—40 °С. В ночное время идет процесс адсорбции за счет испарения жидкого аммиака в испарителе с выделением холода и поглощения его хлористым кальцием, находящимся в солнечном генераторе. Выделившимся холодом замораживают воду, в которую опущен испаритель. За ночное время должно накопиться такое количество льда, которое должно сохранять температуру 5—7 °С в течение всего солнечного дня, когда пойдет обратный процесс накопления жидкого аммиака в ресивере.

Для нормальной работы холодильника объемом 100—120 дм³ необходимо за солнечный день (10—12 ч) испарить примерно 10 кг аммиака (13 дм³ в жидком состоянии). Ресивер заполняется примерно на 30 % жидким аммиаком. В данном случае объем его составит 17 дм³ (конструктивно ресивер представляет собой металлический цилиндр диаметром 200 мм и длиной 500 мм).

Солнечный генератор представляет собой систему параллельных тонкостенных труб 7, имеющих с одного конца общий коллектор, а с другого конца фланцевый разъем 4 для зарядки их аммиаком. Внутри каждой трубы имеется внутренняя перфорированная труба, обернутая сеткой из коррозионно-стойкой стали. По этой трубе пары аммиака поступают в конденсатор при нагреве труб на солнце и из конденсатора при охлаждении труб. Диаметр наружной трубы 60—70 мм, внутренней трубы 10—12 мм. Трубы генератора помещены в рубашку 2, через которую протекает вода для охлаждения. Холодная вода поступает по входной трубе 8, нагревается и по выходной трубе 5 собирается в баке 12.

Конструкция заключена в металлический корпус. В нижней части ящика между трубами и днищем имеется тепловая изоляция 6. Над трубной системой в верхней части корпуса имеется двойное остекление. Ресивер и конденсатор расположены в верхней части холодильника (шкафа). Змеевик испарителя, выполненный из оребренных труб, погружен в бачок с водой. Объем бачка 12—15 дм³ на 100 дм³ внутреннего объема холодильного шкафа.

Для создания необходимых температурных режимов в холодильнике объемом 120 дм³ необходима холодопроизводительность агрегата 6,3 кДж/сут. Для этого необходимо испарить 13,4 дм³ аммиака, разместить в генераторе 8,5 кг хлористого кальция.

Объем трубной системы генератора

$$V = m_{ad} V_a$$

где m_{ad} - масса абсорбента (CaCl₂), для холодильника объемом 120 дм³ $m_{ad} = 8,5$ кг; V_a - объем 1 кг абсорбента, $V_a = 0,00334$ м³/кг.

Отсюда

$$V = 284 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3,$$

Такой объем обеспечивается десятью трубами диаметром 60 мм и длиной 1 м. Поверхность лучистого восприятия всего генератора составляет 1,7 м².

Следует отметить, что давление в системе (трубы, ресивер, конденсатор, испаритель) составляет 2,3—2,4 МПа.

Остальные элементы рассчитывают по общеизвестным теплотехническим законам.

5.11. Методы испытаний бытовых холодильников

Холодильники и морозильники должны подвергаться приемосдаточным, периодическим, типовым испытаниям и испытаниям на надежность. Приемосдаточным испытаниям должен подвергаться каждый выпускаемый холодильник или морозильник. Периодическим испытаниям должны подвергаться не менее трех холодильников или морозильников, взятых методом случайного отбора (по ГОСТ 18321—73) не реже одного раза в год. Типовые испытания проводят при изменении-конструкции, технологии или материалов, если эти изменения могут повлиять на параметры изделия. Этим испытаниям подвергают не менее трех холодильников или морозильников по программе, зависящей от характера изменения конструкции, технологии изготовления или заменяемого материала. Теплоэнергетические параметры холодильников и морозильников при периодических и типовых испытаниях проверяют на холодильниках и морозильниках, полностью подготовленных для использования по назначению.

Перед началом испытания допускается регулировать закрывание двери (если регулировка двери при транспортировании нарушалась или дверь была повреждена). После начала испытания регулировать нельзя.

Для проведения испытаний холодильник или морозильник следует установить на стенде, обеспечивающем свободную циркуляцию воздуха. Стенд должен быть не менее чем на 0,3 м выше уровня пола и его размеры (за исключением задней стенки) должны превышать размеры всех стенок холодильника или морозильника на 0,3—0,6 м.

Во время испытания на холодильник или морозильник не должны воздействовать: поток воздуха со скоростью, превышающей 0,25 м/с,

освещение, тепловое излучение от охлаждающих радиаторов или тепловое излучение нагревательных элементов. Чтобы обеспечить это, холодильник или морозильник следует защищать тремя экранирующими стенками, окрашенными матовой черной краской. Установленная параллельно задней стенке холодильника или морозильника экранирующая стенка должна быть расположена на расстоянии, равном расстоянию, указанному предприятием-изготовителем для установки холодильника или морозильника у стены помещения. При отсутствии специального указания это расстояние составляет 0,1 м. Две другие стенки устанавливаются параллельно боковым стенкам холодильника или морозильника на расстоянии 0,3 м. Глубина экранирующих стенок, расположенных параллельно боковым стенкам, должна составлять 0,3 м. Все три экранирующие стенки должны быть не менее чем на 0,3 м выше холодильников или морозильников. Испытания проводят в помещениях, температура в которых может поддерживаться на постоянном уровне с точностью $\pm 10^\circ$. Перепад температуры окружающей среды по вертикали должен быть не более 2 К/м. Температуру окружающей среды измеряют приборами, точность которых не менее ± 3 К.

Чувствительные элементы датчиков температуры (по возможности термопар) располагают на расстоянии не менее 0,3 м от геометрических центров боковых поверхностей и двери холодильника или морозильника.

Относительная влажность воздуха должна быть в пределах 45—75 %.

Относительную влажность окружающего воздуха измеряют в одной из точек, где измеряют и окружающую температуру. Относительную влажность следует измерять с точностью ± 3 % и по возможности регистрировать. Отклонения напряжения и частоты тока сети от номинальных значений должны быть не более ± 2 %.

Теплоэнергетические параметры проверяют в установившемся режиме при закрытых дверях. Для этого холодильник или морозильник должен предварительно проработать в течение соответствующего времени, но не менее 18 ч. Установившееся состояние считается достигнутым, если

значения температуры, измеренной в тех же фазах периодов регулирования в течение 2 ч испытаний, отличаются от конечного значения не более чем на 0,5 К.

6. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ

6.1. Основы теории термоэлектрических устройств

Известно, что если создать замкнутую цепь из разнородных металлов и один из контактов нагреть (охладить), то в этой замкнутой цепи возникает электрический ток. Это явление, открытое немецким ученым Зеебеком в 1821 г., получило название эффекта Зеебека. Эффект объясняется следующим. В материалах электрическая проводимость осуществляется свободными электронами или зарядами, освобожденными от электронов, так называемыми «дырками». Материалы, где проводимость осуществляется электронами, называют материалами с *n*-проводимостью, а дырками - заряды с *p*-проводимостью.

Энергия свободных электронов и «дырок» зависит от температуры материала, причем для различных материалов эта энергия при одной и той же температуре будет различная. Если соединить два проводника с различной энергией зарядов, то заряды проводника с большей энергией будут переходить в проводник с меньшей энергией зарядов.

Естественно, вытекает возможность и обратного эффекта: при прохождении тока (зарядов) через границу двух разнородных материалов произойдет нагревание или остывание контакта. Это явление подтвердил французский физик Пельтье в 1834 г. Поглощение теплоты в месте контакта разнородных проводников объясняется также переносом электрическим током зарядов из вещества, где они имеют низкую энергию, в вещество с более высокой энергией зарядов. Перешедшие заряды повышают свою энергию за счет энергии кристаллической решетки вещества, вызывая поглощение теплоты. В противоположном контакте заряды с высокой энергией передадут свою энергию кристаллической решетке вещества, куда они перешли. В результате этого вещество нагреется.

Возможность создания холодильника на основе эффекта Пельтье была проанализирована Альтенкирхом с применением различных металлов. Им

было показано, что термоэлементы из металлов непригодны для создания холодильников вследствие низкой эффективности.

Эффективность работы термоэлемента Z определяется коэффициентом α термо ЭДС, теплопроводностью λ и удельным сопротивлением ρ в следующей зависимости:

$$Z = \alpha^2 / \lambda \rho = \alpha^2 \gamma //,$$

где $\gamma = 1/\rho$ – удельная электрическая проводимость.

Увеличение концентрации свободных носителей в материале понижает α , но приводит к повышению удельной теплопроводности γ , а также теплопроводности λ за счет повышения электронной составляющей теплопроводности. Следовательно, Z мало для материалов с низкой концентрацией свободных носителей, т. е. для изоляторов, вследствие слишком малого значения λ и для металлов вследствие малого значения α . Наибольшее значение Z имеют полупроводники. Именно это показал в своих трудах акад. А. Ф. Иоффе.

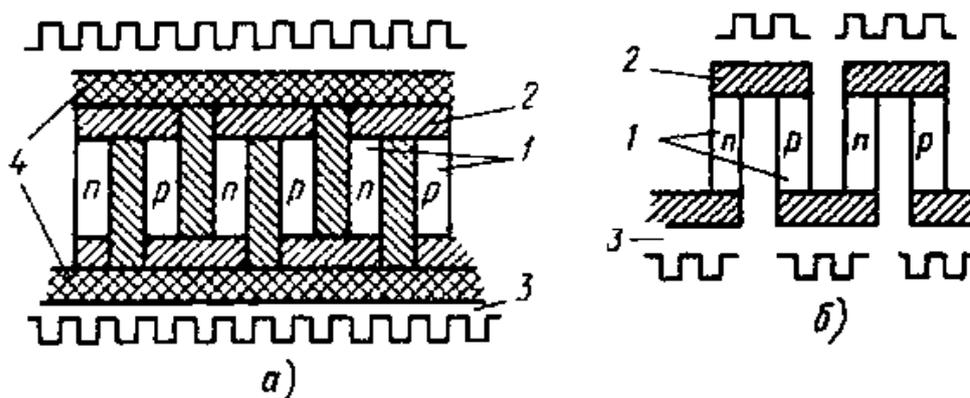


Рис.. 6.1. Основные типы конструкций термобатарей: *а* - блочная; *б* - меандровая; 1 — ветви термоэлементов; 2 — коммутационные пластины; 3— теплообменники; 4 теплопереход

Для получения наибольшего эффекта в паре применяют ветви с различными видами проводимости: электронной с отрицательными значениями α_n , и дырочной — с положительными значениями α_p . Ветви соединяют

в батарее, которые выполняются в виде двух основных конструкций: блочной (рис. 5.1, а) и меандровой (рис. 5.1, б).

В блочной конструкции необходим теплопереход между спаями и основанием теплообменников, который, с одной стороны, должен обладать электроизоляционными свойствами, а с другой,— быть хорошим проводником тепла. В меандровых батареях ребра являются одновременно коммутационными элементами, что упрощает конструкцию батарей.

Термоэлектрические элементы *p*- и *n*-типов в бытовых холодильниках, как правило, применяют одного сечения для упрощения массового производства. Однако для получения наибольшего значения Z существует оптимальное отношение сечений ветвей:

$$n_o = S_p / S_n = [(\lambda_n \sigma_n) / (\lambda_p \sigma_p)]^{0,5},$$

где S_p и S_n — площадь сечения элементов *p*-типа и *n*-типа;

λ_p и λ_n - теплопроводность ветвей *p*-типа и *n*-типа.

При различных сечениях ветвей расчеты производят по приведенным сечениям через коэффициент приведения $n = S_p / S_n$.

Так, приведенная к сечению ветви *n* -типа теплопроводность

$$\lambda_{np} = \lambda_n + n\lambda_p$$

Удельная электропроводность термоэлемента, приведенная к сечению ветви *p*-типа,

$$\sigma_{np} = 1/[1/(\sigma_p n) + 1/\sigma_n],$$

где σ_p и σ_n - удельные электропроводности ветви *p*- и *n*-типов.

Суммарный коэффициент термо ЭДС элемента:

$$\bar{\alpha} = |\alpha_p| + |\alpha_n|.$$

Эффективность термоэлемента:

$$Z = \frac{\bar{\alpha}^2 \sigma_{np}}{\lambda_{np}} = \frac{\bar{\alpha}^2}{\lambda_p R}.$$

где λ_p - теплопроводность термоэлемента; R - электрическое сопротивление термоэлемента.

Теплопроводность термоэлемента:

$$\lambda_3 = \frac{\lambda_n n S_n}{l} = \frac{(\lambda_n + n \lambda_p) S_n}{l},$$

где l - длина ветви термоэлемента по направлению движения тока.

Электрическое сопротивление термоэлемента

Уменьшение I от I_0 из-за отклонения сечения от оптимального n_0 можно подсчитать по формуле:

$$\frac{(Z_{\max} - Z)}{Z_{\max}} \leq 0,25 \left(\frac{n - n_0}{n_0} \right)^2.$$

Отклонение σ от оптимального σ_0 , уменьшает Z , что можно оценить следующим соотношением:

$$\frac{(Z_{\max} - Z)}{Z_{\max}} \leq 0,25 \left(\frac{\sigma - \sigma_0}{\sigma_0} \right)^2.$$

Отклонение σ_0 на 20 % снижает Z только на 1 %. В зависимости от направления тока через термоэлемент в спаях происходит выделение или поглощение теплоты:

$$Q_{\text{дж}} = \bar{\alpha} I T,$$

где I - сила тока;

T - абсолютная температура спая.

Кроме этого, прохождение тока через термоэлемент вызывает появление теплоты, возникающей в результате соударения электронов

$$Q_{\text{дж}} = I^2 R = I^2 \left(\frac{l}{\sigma_p S_p} + \frac{l}{\sigma_n S_n} \right).$$

Теплота, поступающая от горячего спая к холодному в результате теплопроводности материала,

$$Q_{\tau} = \lambda_3 \Delta T = \left(\frac{\lambda_p S_p}{l} + \frac{\lambda_n S_n}{l} \right) \Delta T.$$

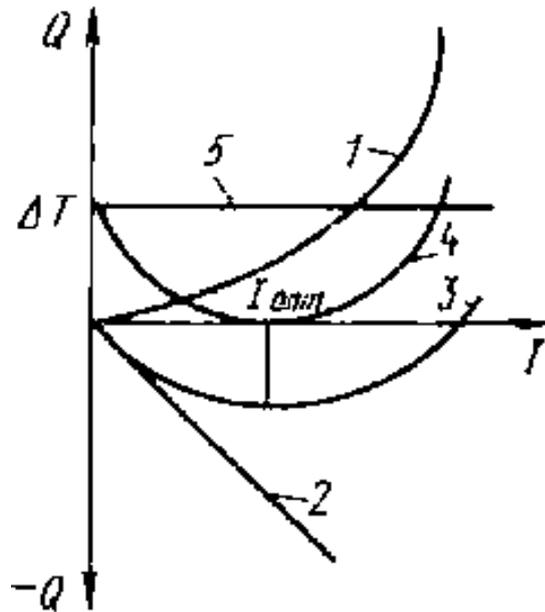


Рис.6.2. Зависимость охлаждения от силы тока: 1 - теплота Джоуля; 2 - эффект Пельте; 3 - режим максимальной холодопроизводительности ($\Delta T=0$); 4 - режим максимальной разности температур, 5 - максимальная разность температур ($\Delta T= \Delta T_{\max}$)

Количество теплоты, поглощаемое холодным Q_2 и горячим Q_1 , спаями для равных сечений ветвей и средних значений (холодопроизводительность), можно представить в виде:

$$Q_2 = Q_n - \frac{Q_{дж}}{2} - Q_r = \bar{\alpha} I T_x - I^2 \frac{l}{\sigma S} - \frac{2\lambda S}{l} \Delta T;$$

$$Q_1 = Q_n + \frac{Q_{дж}}{2} - Q_r = \bar{\alpha} I T_r + I^2 \frac{l}{\sigma S} - \frac{2\lambda S}{l} \Delta T = Q_x + W,$$

где $Q_{дж}$ - делится пополам между холодным и горячим спаями.

На горячем спае, как в любой холодильной машине, выделяется теплота, эквивалентная затраченной работе и полезной холодопроизводительности.

Экономичность работы термоэлектрического холодильника оценивается холодильным коэффициентом — холодопроизводительностью, получаемой на единицу затраченной мощности:

$$\epsilon = \frac{Q_x}{W} = \frac{\bar{\alpha} I T_x - I^2 R/2 - 2\lambda S \Delta T/l}{\bar{\alpha} I \Delta T + I^2 R}$$

Зависимость охлаждения (рис. 6.2) от силы тока (кривая 3) показывает, что при определенной силе тока $I_{\text{опт}}$ достигается максимальная холодопроизводительность; с увеличением или уменьшением силы тока холодопроизводительность падает.

Различают три основных режима работы термоэлемента: максимальной холодопроизводительности, максимального холодильного коэффициента (максимальная экономичность) и максимального перепада температур.

С увеличением разности температур спаев начинает изменяться Q которая не зависит от силы тока, а определяется только разностью температур спаев ΔT . Кривая холодопроизводительности поднимается на величину ΔT (рис.6.2, линия 5). Максимальная разность температур будет тогда, когда Q_x станет равна нулю (рис.2.2, линия 4). В режиме максимальной разности температур:

$$\Delta T_{\text{max}} = \frac{ZT_x^2}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 + ZT_r}}{2Z};$$

в режиме максимальной экономичности

$$T_x = \frac{T_r (3M + 1)}{M + 3},$$

где

$$M = \sqrt{1 + Z (T_x + T_r) / 2}.$$

Методика расчета термоэлементов рассмотрена в ряде работ [5, 20, 23]. Формулы для расчета оптимальных параметров термоэлементов довольно громоздки. Поэтому многие специалисты пользуются номограммами.

Пример расчета, выполненный на основе номограмм, приведен в работе [20].

6.2. Конструкция термоэлектрических устройств

6.2.1. Технология изготовления термоэлектрического материала

Для термоэлектрического охлаждения применяют большое количество материалов, но наибольший эффект получен на сплавах с Bi_2Te_3 (80%) + Sb_2Te_3 . В работе [5] рассмотрено большое число различных материалов для

термоэлектрических устройств. Однако число материалов, применяемых на практике, значительно меньше. Некоторые из них приведены в табл. 6.1.

Термоэлектрические бытовые холодильники используют в диапазоне окружающих температур (20—30) °С, в котором максимальную эффективность имеют сплавы на основе Bi_2Te_3 . Поэтому в табл. 6.1 приведены данные именно по этим материалам. Для других температур следует выбирать материалы, приведенные в работе [5].

Механические свойства сплавов Bi_2Te_3 монокристаллических образцов определяются их пластинчатой структурой, из-за чего они легко расслаиваются. Поликристаллы этим недостатком не обладают, так как менее анизотропны.

Существуют в основном два способа получения термоэлектрического материала: метод прессования и метод кристаллизации из расплава.

Метод прессования. Термоэлектрический материал получают в результате холодного и горячего прессования. При холодном прессовании материал размалывают в шаровых мельницах, брикетируют в холодной пресс-форме, а затем спекают в вакууме или в среде инертного газа. При горячем прессовании материал спекают в разогретой пресс-форме, а затем образцы дополнительно отжигают.

Плотность образцов, полученных в результате холодного прессования, близкая к плотности монокристалла, достигается под давлением (5—6) $\cdot 10^4$ МПа при температуре 380—400 °С.

Иногда после прессования применяют экструзию, заключающуюся в продавливании заготовки из термоэлектрического материала через матрицу, получая тем самым необходимые формы и размеры при высокой производительности. Однако в экструдированном материале повышается неоднородность структуры по сечению прутка. Структура прутка на краю зависит от механического взаимодействия материала со стенками канала матрицы, дополнительного нагревания прутка в результате трения,

создающего перепад температуры по сечению. В связи с этим структура поверхностного слоя отличается от структуры центральной части.

Таблица 6.1. Свойства термоэлектрических материалов

Материал, легирующие добавки	Тип проводимости	Температура плавления, °С	Плотность, г/см ³	Термоэлектрические свойства			Z, 1/К	
				при температуре °С	α , ВТ/К	ρ , (Ом·см)-1		λ , Вт/(см·К)
Bi ₂ Te ₃ (85 %) + Bi ₂ Se ₃ (15%)	<i>n</i>	-	7,5	20	170·10 ⁻⁶	1000	12·10 ⁻³	3·10 ⁻³
Bi ₂ Te ₃ (75%) + Bi ₂ Se ₃ (25 %), легированный CuВг, AgJ	<i>n</i>	620	7,6	27	150·10 ⁻⁶	1660	20·10 ⁻³	1,9·10 ⁻³
Bi ₂ Te ₃ (80 %) + Bi ₂ Se ₃ (20 %), легированный CuВг	<i>n</i>	620	7,6	27	125·10 ⁻⁶	1800	9,1 ·10 ⁻³	1,2·10 ⁻³
Bi ₂ Te ₃ (80%) + Sb ₂ Te ₃ (20%)	<i>p</i>	-	-	20	160·10 ⁻⁶	1500	14·10 ⁻³	2,8·10 ⁻³
Bi ₂ Te ₃ (20 %) + Sb ₂ Te ₃ (80%), легированный Те (6%)	<i>p</i>	-	-	27	174·10 ⁻⁶	1540	16,4·10 ⁻³	2,1·10 ⁻³
Bi ₂ Te ₃ (30 %) + Sb ₂ Te ₃ (70%), легированный J (0,1 %)	<i>p</i>	-	-	20	195·10 ⁻⁶	1000	6·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻³

Предел прочности в экструдированных материалах выше, чем в прессованных и термообработанных. Что же касается термоэлектрической эффективности, то она ниже эффективности материала, полученного методом кристаллизации из расплава.

Метод кристаллизации из расплава. Этот метод заключается в том, что сначала материал синтезируют, сплавляя в вакууме порядка 0,01—0,0001 МПа исходные компоненты в ампуле (контейнере) из кварца. Создание

вакуума необходимо для исключения влияния кислорода воздуха на синтезируемый материал. Общее содержание посторонних примесей не должно превышать 0,001 %.

Дальнейшая направленная кристаллизация материала осуществляется различными методами.

Метод Бриджмена. Ампула (контейнер) с кристаллизирующимся веществом перемещается в печи из верхней области с температурой, превышающей температуру плавления вещества, в нижнюю зону, температура которой ниже температуры плавления. Перепад температуры в печи, определяющий перепад температуры в области кристаллизации при выращивании материалов на основе Bi_2Te_3 лежит в пределах от десятков до сотен градусов.

По методу Стокбаргера печь может состоять из двух камер, разделенных экраном.

Зонная плавка. При горизонтальной зонной плавке вакуумированная ампула с синтезированным веществом помещается в печь, состоящую из трех кольцевых нагревателей. Расположение нагревателей и их мощность выбирают так, чтобы обеспечить равномерный нагрев ампулы до температуры около 500°C и создать узкую расплавленную зону. Равномерный нагрев ампулы необходим для исключения конденсации летучих компонентов. Для этого ампулу с обрабатываемым слитком передвигают вдоль зоны расплава. Основным преимуществом зонной плавки является возможность получения материала с высокой термоэлектрической эффективностью.

Технология изготовления термоэлектрического материала включает следующие этапы: приготовление и подготовка ампул, подготовка шихты, синтез материала, загрузка материала в ампулу, выращивание материала.

Ампулы изготавливают из синтетического кварца. Запайка ампул производится высокотемпературным кислородно-пропан-бутановым пламенем, резка осуществляется алмазным диском. После изготовления ампулы

травят смесью соляной и азотной кислот, а промывают дистиллированной водой. Чтобы исключить растрескивание ампул при выращивании материала, внутренние их поверхности покрывают слоем графита. Графитизация ампул осуществляется в результате разложения ацетона при нагреве его до температуры 700—800 °С без доступа воздуха.

Подготовка шихты включает дробление и составление заданных пропорций составляющих компонентов. Компоненты загружают в ампулу, откачивают воздух до остаточного давления 0,0001 МПа и запаивают.

Синтез термоэлектрического материала проводят в печи при температуре 700 °С в течение 3—5 ч. После синтеза материал дробят и снова загружают в ампулы для последующей перекристаллизации (выращивания). Установка для выращивания должна обеспечивать ширину расплавленной зоны 40—50 мм с перепадом температуры в зоне кристаллизации примерно 100 К/см.

Зонная перекристаллизация осуществляется в два этапа: подготовительный (проход расплавленной зоны по слитку сверху вниз) и ростовой (движение зоны снизу вверх).

Подготовительный этап необходим для исключения растрескивания ампул вследствие теплового расширения выращиваемого материала. Подготовительный проход ведется со скоростью 4,6 см/ч, ростовой проход для материала *n*-типа — 2,7 см/ч, а для материала *p*-типа 4,6 см/ч. Затем материалы извлекают из ампул и разрезают на электроискровом станке или алмазным диском, обеспечивая минимальный расход материала при заданных параметрах ветвей.

6.2.2. Способы изготовления термоэлектрических батарей

Сборка ветвей *n*- и *p*-типов в термоэлемент. Сборку производят в два этапа. Сначала собирают нарезанные бруски / (рис. 6.3) материала в блок. Затем в специальной оснастке блок заливают связывающим веществом, например эпоксидной смолой. Можно рекомендовать способ сборки через

бумагу 2, пропитанную эпоксидной смолой, с последующей полимеризацией в течение 3 ч при температуре 80 °С. Затем блок разрезают по линиям 3 на таблетки, готовые для коммутации.

Коммутация термоэлементов. Соединение ветвей в термоэлемент производится через коммутационные пластины из материала с высокой, тепло- и -электропроводностью. Наиболее распространенный способ коммутации — пайка предварительно залуженных ветвей и пластин. Полупроводник покрывают припоем методом погружения с применением специальных флюсов. Иногда коммутацию производят с помощью амальгам. Амальгаму наносят на соединенные поверхности, которые затем прижимают и выдерживают несколько часов в нормальных условиях.

Соединение термоэлементов в батарею. Термоэлементы соединяют в батареи так, чтобы все холодные спаи были с одной стороны, а горячие — с другой. Термоэлектрические батареи можно собирать с использованием технологии напыления тонких пленок. На подложку электроизоляционного материала с высокой теплопроводностью напыляется проводящий слой нужной конфигурации. Затем производится спай известными способами. Для изготовления батарей с общим основанием и электроизоляционной прослойкой можно рекомендовать и толстопленочную технологию.

Контроль качества термоэлектрического материала. Методы контроля достаточно хорошо изложены в литературе. Библиография этих работ приведена в работе [5]. Отметим только, что при серийном производстве термоэлектрических холодильников применяют специальные стенды, позволяющие измерить основные параметры: сопротивление термоэлектрического модуля по силе переменного тока; максимальный перепад температур между гранями модуля при заданных силе тока, напряжении и температуре горячей грани; холодопроизводительность модуля при заданных силе тока, температурах горячих и холодных граней и тепловой нагрузке. Кроме того, перед сборкой измеряют геометрические размеры, неплоскостность и непараллельность граней модуля. В собранном

холодном агрегате при заданной силе тока, поступающего через модуль, и температуре горячей стороны спая измеряют падение напряжения на модуле (батарее) и разность температур холодной и горячей сторон спая.

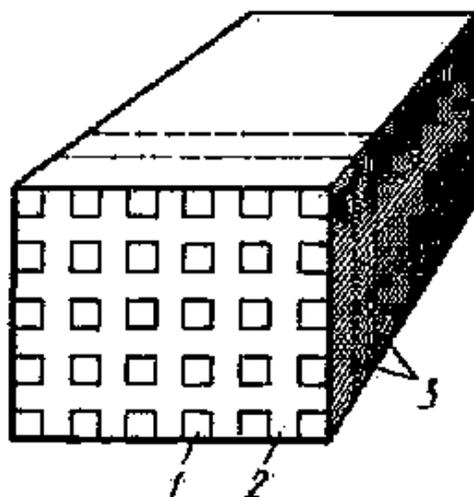


Рис. 6.3. Блок термоэлектрических брусков: 1 - бруски термоэлектрического материала, 2 — бумага, пропитанная эпоксидным клеем; 3 — линии разреза

Автомобильные холодильники

Получение термоэлектрических элементов достаточно высокой добротности привело к обращению изготовителей бытовых холодильников к термоэлектрическим холодильным агрегатам. Были сделаны попытки создать бытовые холодильники большого объема (100—150 дм³) с морозильным отделением и без него, но они не выдержали конкуренции с компрессионными и абсорбционными холодильниками в части энергопотребления. При объеме 120—140 дм³ холодильник с термоэлектрическим материалом высокой добротности потребляет в 3 раза больше электроэнергии, чем компрессионный.

В то же время наряду с тенденцией к увеличению объема домашних холодильников появился спрос на холодильники небольших объемов, в том числе для эксплуатации на транспорте. Эти холодильники должны быть небольшого объема, работать в условиях транспортной тряски при напряжении 12 В или 24 В. В этих условиях термоэлектрические холодильники не имеют конкурентов.

Следует учесть, что продукты в транспортных холодильниках хранятся недолго. Это позволяет повысить температуру до 8-10°C и при окружающей температуре 30-32 °C перепад температур должен быть 25-27°C. Это обстоятельство существенно, так как с уменьшением разности температур холодопроизводительность термоэлектрических агрегатов увеличивается больше, чем у компрессионных и особенно абсорбционных. Учитывая это, а также преимущества термоэлектрических холодильников по надежности, уровню звука, удельной материалоемкости, становится очевидным, что целесообразно создавать термоэлектрические холодильники только малых объемов (до 40 - 50 дм³).

При разработке автомобильных холодильников следует обеспечить быстрый выход на режим холодильника при питании от генератора автомобиля и длительное поддержание низкой температуры на стоянках, когда расход электроэнергии ограничен емкостью аккумулятора. Естественно, что при потреблении тока силой 2- 4 А автомобиль на стоянке может проработать 4-5 ч. При включении питания через батарею будет поступать большой теплоприток, особенно в конструкциях с естественно-контактным теплообменником на горячих спаях.

В холодильнике с принудительной циркуляцией воздуха при отключении питания батарей и вентиляторов возникает достаточно большое термическое сопротивление теплообмену, как у горячих, так и у холодных спаев. Больше того, в холодильниках с принудительным охлаждением возможно вынесение термобатареи за пределы термостата, что при отключении питания практически не увеличивает теплоприток в холодильную камеру. Однако эти холодильники имеют большие размеры и потребление электроэнергии, а также уменьшенную надежность в результате появления движущихся элементов (двигателя вентилятора). Кроме того, увеличивается уровень звука.

Несмотря на указанные недостатки, практически все фирмы выпускают автомобильные холодильники с принудительной циркуляцией. Серийно

выпускается автомобильный холодильник ХАТЭ-Г2АА с искусственным охлаждением пластин радиатора вентилятором. В вентиляторе центробежного типа применен двигатель МЭ-237 или МЭ-233, на одном конце которого установлена крыльчатка охлаждения радиатора, а на другом — крыльчатка для перемешивания воздуха в холодильной камере.

Термоэлектрическая батарея состоит из 75 элементов размером 3Х3Х7 мм, изготовленных методом прессования. В холодильнике имеется два режима работы: основной и вспомогательный. В основном режиме на термобатарею подается напряжение 12В, во вспомогательном последовательно с батареей подключается гасящее сопротивление, что уменьшает силу потребляемого тока примерно в 2 раза.

Таблица 6.2. Техническая характеристика термоэлектрических холодильников параметрического ряда

Показатель	ХТЭП-1.5	ХТЭП-3Л	ХТЭП-6,2	ХТЭП-9,2	ХТЭП-13,8	ХТЭП-Г8,4
Общий объем холодильной камеры, дм ³	1,54	3,1	6,2	0,2	13,8	18,4
Перепад температур. °С (не менее) в режимах:						
основном	26	26	26	26	26	26
вспомогательном	-	-	20	20	-	-
подогрева	30	30	30	30	-	-
Время выхода на основной режим при перепаде температур 26 °С, мин	120	120	120	120	120	120
Потребляемая мощность, Вт. в режимах:						
основном	20	30	40	60	80	150
вспомогательном	10	15	15	30	40	50
резервном	5	5	10	10	10	20
подогрева	20	30	40	-	-	-
Размеры внутренней камеры, мм:						
высота	240	240	240	240	240	240
длина	80	160	160	240	240	320
глубина	80	80	160	160	240	240

Готовится к выпуску новое поколение термоэлектрических холодильников. Отличительной особенностью их является применение термобатарей, изготовленных из синтезированного материала, полученного методом кристаллизации из расплава. Направленная кристаллизация проводится методом зонной плавки. Такая технология позволила создать ряд термоэлектрических холодильников со сниженным потреблением электроэнергии (табл. 6.2). Внешний вид холодильников показан на рис. 6.4 (ОСТ 27-56-572-87).

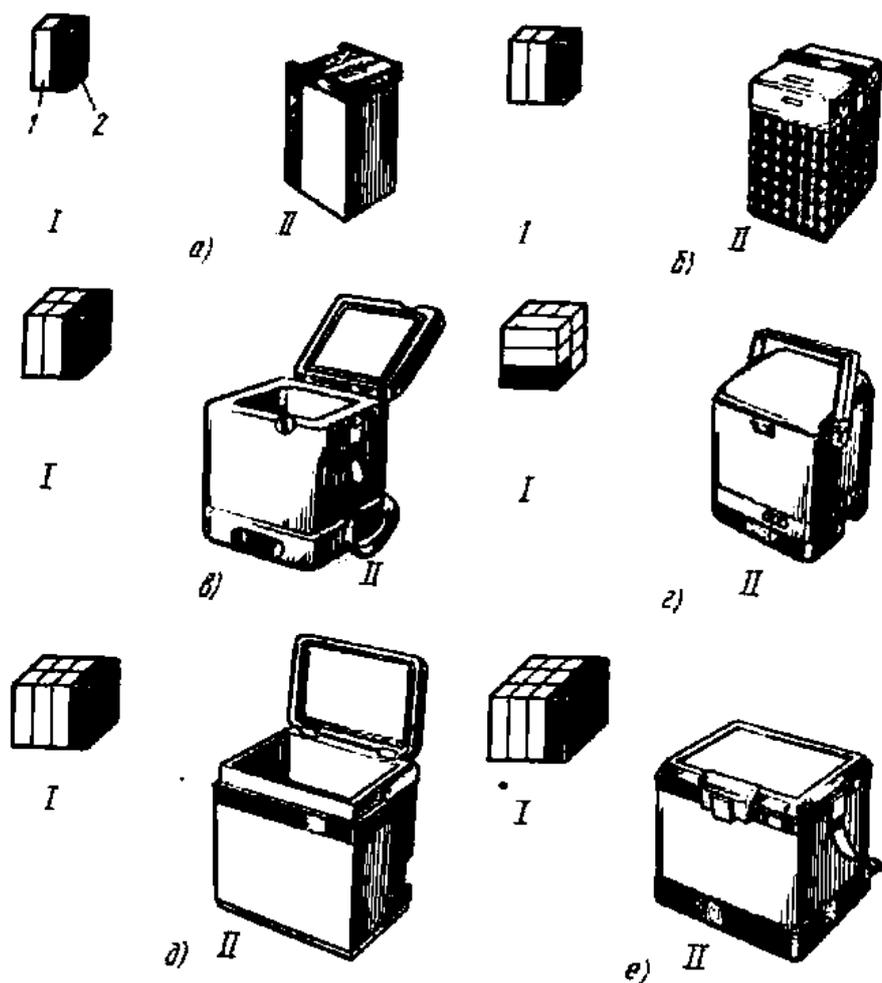


Рис.6.4. Термоэлектрические холодильники параметрического ряда: а – ХТЭП-1,5; б – ХТЭП-3,1; в – ХТЭП-6,2; г – ХТЭП-7,7; д – ХТЭП-9,2; е – ХТЭП-13,8; 1 – условная схема расположения модулей в объеме холодильника (1 – модуль; 2 – термоэлектрический холодильный агрегат); II – внешний вид холодильника

Холодильники работают как от постоянного тока (П), так и от постоянного и переменного (К—комбинированное питание). Управление режимами работы может быть ручным (Р), полуавтоматическим (ПА) и автоматическим (А). Номинальный объем холодильников кратен условному модулю объемом 1,5 дм³, размеры — 80X80X240 мм.

Объем холодильной камеры соответствует одному из значений ряда-1,5; 3.1; (3,2; 0.2; 13.8 и 18.4 дм³)

Режимами работы холодильников являются основной, вспомогательный, резервный и подогрева. В холодильниках имеется не менее двух из перечисленных режимов, одним из них должен быть основной. Холодильник ХТЭП-13,8 имеет устройство, сигнализирующее о разряде аккумуляторной батареи, а также устройство, отключающее батарею при разряде ее ниже допустимого уровня. В качестве теплоизоляции применен пенополиуретан.

Так как конструкции холодильных агрегатов идентичны, ограничимся описанием агрегата холодильника ХТЭП-13,8. Радиатор состоит из ребер и пластин, скрепленных между собой трубками с последующей их развальцовкой. Съем тепла производится принудительной конвекцией путем продувания воздуха между ребрами от вентилятора.

Термоэлектрическая батарея состоит из пяти модулей и установлена между металлической плитой и радиатором. Каждый модуль состоит из 34 термоэлементов с числом ветвей 68. В холодильном агрегате модули соединены электрически последовательно. Термоэлектрический агрегат крепится к камере и закрывается крышкой с окнами для циркуляции воздуха. Имеется место для хранения шнура. В холодильную камеру вкладывается ложемент для хранения бутылок. Нарботка на отказ холодильника не менее 1000 ч. средний ресурс 5000 ч. Средняя суммарная трудоемкость ремонта не более 0.4 чел-ч.

6.3. Транспортные воздухоохладители

Охлаждение воздуха в кабинах водителей автомобилей, тракторов, комбайнов значительно повышает производительность их труда. Многие зарубежные фирмы выпускают транспортные воздухоохладители. Так фирма «Техас Инструментс» (Texas Instruments, США) выпускает термоэлектрический кондиционер для автобусов, в Японии выпускается кондиционер холодопроизводительностью 800—900 Вт для легковых автомобилей.

Разработаны для тракторов воздухоохладители холодопроизводительностью 130 Вт с подачей охлаждаемого воздуха 40—50 м³/ч. Перепад температур в кабине относительно окружающей среды по медицинским требованиям не должен превышать 10°С. Питание воздухоохладителя производится электрическим током силой 25 А напряжением 12В. Для тракторов разработан воздухоохладитель холодопроизводительностью 350 Вт при потребляемой мощности 500 Вт.

Разработан прибор микроклимата для охлаждения и подогрева воздуха в салоне автомобиля «Запорожец». Так как в автомобиле «Запорожец» воздушное охлаждение, то для обогрева салона в зимнее время применен бензиновый обогреватель — устройство довольно сложное и пожароопасное. Использование термоэлектрического прибора, работающего в двух режимах (охлаждение — нагрев), позволяет значительно улучшить комфортность условий работы водителя. Для питания воздухоохладителя (рис. 6.5) на двигателе автомобиля установлен дополнительный генератор Г-250. Прибор микроклимата размерами 200Х420Х300 мм и массой 20 кг располагают в багажнике автомобиля. В приборе две термобатарей, каждая из которых включает 23 платы. Плата состоит из рамки и помещенных в нее термоэлементов, которые паяны к 32 радиаторам. Все холодные и горячие спаи обращены в противоположные стороны. Для циркуляции воздуха применены два радиальных вентилятора.

Испытания прибора показали, что для снижения температуры в салоне на $8...10^{\circ}\text{C}$ относительно окружающей среды необходима холодопроизводительность 800-1000 Вт. В том числе на компенсацию солнечной радиации 180 Вт, теплопритоков 500 Вт, тепловыделений четырьмя пассажирами 220 Вт. Время выхода на режим 5...7 мин.

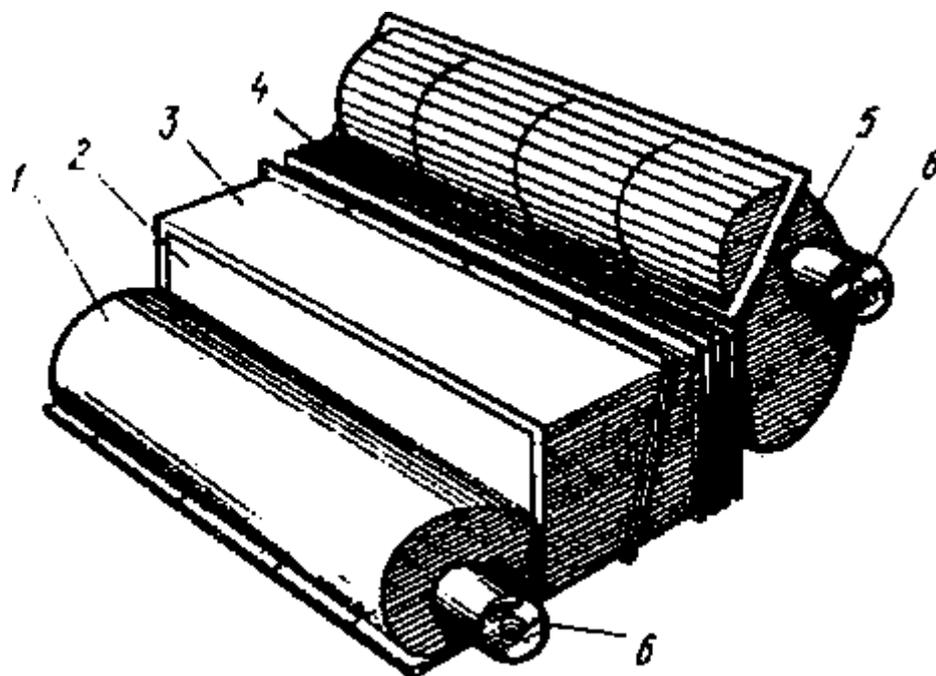


Рис. 6.5. Автомобильный воздухоохладитель: 1, 5— вентиляторы; 2 — термобатарея; 3 — контейнер; 4 — крышка; 6 — электродвигатели

Следует отметить, что сделана попытка вторичного использования охлаждаемого воздуха (режим рециркуляции). Однако при длительном использовании этого режима затруднялось дыхание пассажиров, наблюдалось потовыделение, хотя температура в салоне понижалась. При полной циркуляции воздуха самочувствие пассажиров значительно улучшалось.

6.4. Ледогенераторы и охладители жидкостей

Ледогенераторы предназначены для приготовления пищевого льда. Фирма «Норге Див» (США) выпускает термоэлектрические генераторы, производящие 18 см^3 за 6 ч.

В России завод «Биофизприбор» выпускает ледогенератор, состоящий из 8 батарей, в каждой — 19 термоэлементов. При силе тока 28 А и напряжении 4,5 В за 20—30 мин можно получить 250 г льда. Теплоотвод от горячих спаев осуществляется проточной водой. Расход воды 120 л/ч. Для обеспечения съема льда кратковременно подается ток обратной полярности.

Выпускаются разнообразные термоэлектрические охладители жидкостей. Это охладители бутылок, детского питания (имеют режим подогрева и охлаждения).

Охладитель воды (рис. 6.6), устанавливаемый на самолетах, состоит из корпуса 7 со съемной крышкой, резервуара 3 для жидкости с подводщими 2 и отводящими 1 патрубками, термоэлектрической батареи 8, «горячих» радиаторов 4, вентилятора 6 и системы управления 5.

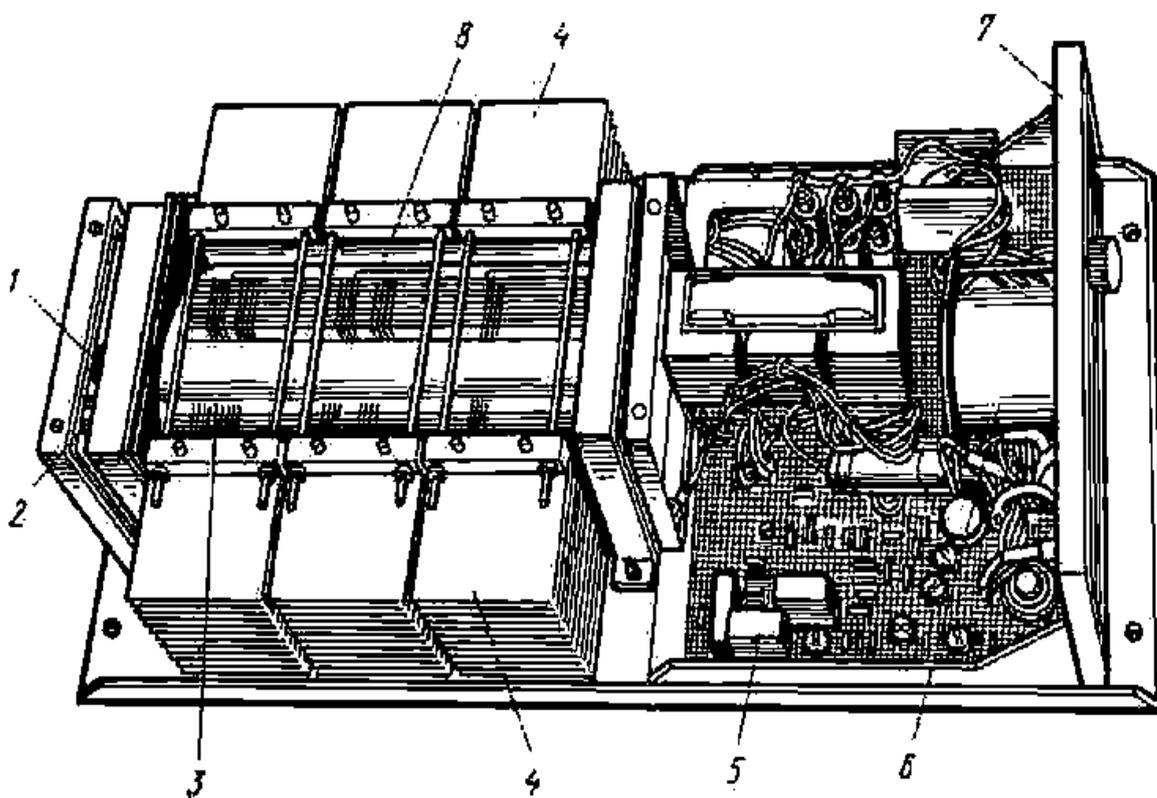


Рис. 6.6. Самолетный охладитель воды

Резервуар для жидкости цилиндрической формы представляет собой тонкостенную трубу из коррозионно-стойкой стали. От отводящего штуцера внутрь резервуара уходит трубка, которая на 5 мм короче длины резервуара,

Рабочее положение водоохладителя - вертикальное по оси трубы резервуара. Вода, поступающая в резервуар, заполняет его. Когда уровень воды достигает верхнего края внутренней трубки, происходит слив воды в эту трубку, а далее в отводящий патрубок. По высоте резервуара на противоположных образующих цилиндра размещены модули термоэлектрической батареи сечением 3X3 мм и высотой 4 мм. В термоэлектрической батарее 400 термоэлементов, которые собраны в 6 модулей. Между термобатареями и резервуаром расположена теплопроводящая переходная пластина. «Горячие» радиаторы пластинчатые.

Съем теплоты осуществляется вынужденной конвекцией осевым электровентилятором ЭВ-0,7-1640. Электронное устройство поддерживает на выходе температуру $10 \pm 3^\circ\text{C}$ при температуре воды на выходе не более 50°C . Производительность охладителя 3 л/ч. Холодопроизводительность батареи 85 Вт, потребляемая мощность 270 Вт сила потребляемого тока 8 А.

6.5. Особенности конструирования, ремонта и эксплуатации термоэлектрических холодильников

Способы теплообмена батарей с внешней средой были описаны выше. Следует отметить, что при естественном теплообмене ребра нельзя располагать слишком тесно вследствие ухудшения теплопередачи. При искусственной конвекции ребра можно располагать с небольшими зазорами, что позволяет увеличить общую поверхность теплоотдачи. Наиболее эффективен съем тепла промежуточным теплоносителем, например водой. При этом ребрение требуется очень небольшое или даже можно обеспечить съем теплоты без ребрения. Для увеличения теплоотдачи на ребрения целесообразно наносить покрытия с большой степенью черноты.

В качестве теплоизоляции применен пенополистирол или пенополиуретан. Более качественную теплоизоляцию можно получить, применяя вакуумированные сосуды с двойными стенками (типа сосуда Дьюара). При использовании металлических сосудов необходимо применять

поглотитель (силикагель, цеолиты), который располагается на низкотемпературной стенке и поглощает газы, выделяющиеся из стенок и проникающие внутрь сосуда в результате диффузии стенок.

Наружные поверхности, температура которых ниже температуры окружающей среды, должны теплоизолироваться. Детали, для которых недопустимо увлажнение, загерметизированы.

Охлаждение объектов небольших размеров возможно путем закрепления их непосредственно на коммутационных пластинах холодных-спаев термобатареи.

Для питания термоэлектрических батарей используют постоянный ток с малым уровнем пульсации. Для этого применяют сглаживающие фильтры. Наиболее выгодны с точки зрения КПД выпрямители с выводом нулевой точки вторичной обмотки трансформатора.

При эксплуатации термоэлектрических холодильников следует придерживаться следующих рекомендаций.

1. Размещать холодильник в ногах пассажиров, сидящих на переднем и заднем сидениях. При установке холодильника на верхнем багажнике автомобиля встречный поток воздуха должен совпадать с направлением потока, создаваемого вентилятором холодильника. В заднем багажнике размещать холодильник не рекомендуется.
2. При работе холодильника на стоянке от аккумуляторной батареи и при температуре окружающей среды ниже 20 °С рекомендуется переключать холодильник во вспомогательный режим.
3. В холодильник целесообразно закладывать продукты предварительно охлажденными.
4. Не эксплуатировать холодильник вблизи источников тепла и под действием прямых солнечных лучей.
5. Периодически мыть камеры холодильника мыльной влажной тканью и протирать насухо. Не допускается применение порошков, паст и щелочей.

6. При работе холодильника на дне камеры образуются капли воды (конденсат), которые периодически необходимо вытирать.

Возможные неисправности холодильников приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Возможные неисправности термоэлектрических холодильников и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Холодильник не работает	Отсутствие напряжения питания	Найти обрыв цепи питания и устранить его
Холодильник в режимах охлаждения нагревается	Нарушена полярность источника питания	Поменять местами провода в штекере или в розетке питания
При работе холодильника не работает вентилятор	1. Неисправен электродвигатель	Заменить электродвигатель
	2. Полости вентилятора заклинило на корпус	Устранить заклинивание

7. СТИРАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

7.1. Загрязнение и стирка текстильных материалов

Стирка тканей представляет собой комплекс тепловых и механических воздействий на загрязненную ткань с помощью моющих средств и удаление загрязнений моющими и ополаскивающими растворами. Так как в процессе стирки участвуют ткани, загрязнители и моющие средства, рассмотрим их физические и химические свойства.

Ткани. В промышленно развитых странах умеренного климата из общего количества потребляемых текстильных материалов на одежду расходуется 35...40%, а на хозяйственные потребности (спальное белье, полотенца, скатерти и др.) – 20...25%.

В настоящее время используют ткани трех типов: натуральные, химические и смешанные. Материалы для натуральных тканей образуются в природе (хлопок, лен, шерсть, шелк), химические (искусственные и синтетические) изготавливаются промышленностью на основе физико-химических процессов (капрон, вискоза, ацетат, дедерон и др.). Смешанные ткани в своем составе имеют определенный процент натуральных волокон.

Объем производства тканей на основе химических волокон резко увеличивается. Так, еще в 1980 г. натуральных тканей промышленностью было выпущено 51 %, а химических 49%. К 2000 г. предполагается, что натуральных тканей будет только 35 %, а химических - 65%, из них нетканых материалов - 20%. По данным зарубежных специалистов, к 2000 г. натуральные ткани составят 26%, а химические и смешанные - 74 %.

Для рассмотрения процессов стирки введем некоторые определения.

Отстирываемость определяется путем сравнения белизны исходной ткани с загрязненной и стиранной. Белизна определяется коэффициентом отражения синего спектра света от испытываемого образца ткани. Измерение производят глейкометром. Отстирываемость (в %) определяют по формуле

$$O = 100[(B_c - B_3)/(B_n - B_3)],$$

где B_c - белизна (отражательная способность) искусственно загрязненного

образца после стирки;

B_3 - белизна загрязненной ткани;

B_u - белизна ткани, а исходном состоянии.

Потеря прочности ткани (в %) показывает, насколько уменьшилась прочность ткани на разрыв после 20 стирок:

$$P = 100[(P_u - P_c)/P_u],$$

где P_u - прочность исходных образцов (среднеарифметическое значение);

P_c - прочность стираной ткани.

Остаточная влажность (в %) определяется количеством воды в ткани, оставшейся после отжима:

$$B = 100 [(m_2 - m_1)/m_1], \quad (3.1)$$

где m_1 - масса сухого белья;

m_2 — масса белья после отжима.

Эффективность полоскания (в мг · экв/л) определяется щелочностью воды после последнего полоскания относительно водопроводной воды и выражается формулой

$$A = M_2 - M_1$$

где M_2 - щелочность воды после последнего полоскания;

M_1 - щелочность водопроводной воды.

Способность материалов поглощать воду оценивается водопоглощаемостью водоемкостью и капиллярностью,

Водопоглощаемость (в %) характеризуется количеством поглощенной воды при полном погружении материала в воду:

$$B_o = 100[(m_o - m)/m],$$

где m_o - масса образца после замачивания:

m - начальная масса.

Водоемкость (намокаемость) (в г/м) материала выражает количество поглощенной воды в г в пересчете на 1 м³:

$$B_c = (m_o - m)/F,$$

где F - площадь замоченного образца

Капиллярность ткани характеризуют высотой h , на которую поднимается влага через определенное время. Практика показала, что хлопчатобумажная ткань загрязняется быстрее, чем льняная, а отстирывается значительно труднее. Шерстяные ткани более склонны к загрязнению, так как имеют крупнопористую структуру. Кроме того, имеющиеся в шерсти химические группы CO - NH вызывают притяжение загрязнений. Синтетические материалы, будучи хорошим диэлектриком, обладают способностью накапливать электрический заряд, усиленно притягивают загрязнение.

Свойства тканей можно разделить на три группы: механические (прочность, удлинение, эластичность, сминаемость, склонность к изнашиванию); гигиенические (воздухопроницаемость, зольность); физические (усадка, легкость очистки, плотность, гигроскопичность, белизна, тепловые свойства).

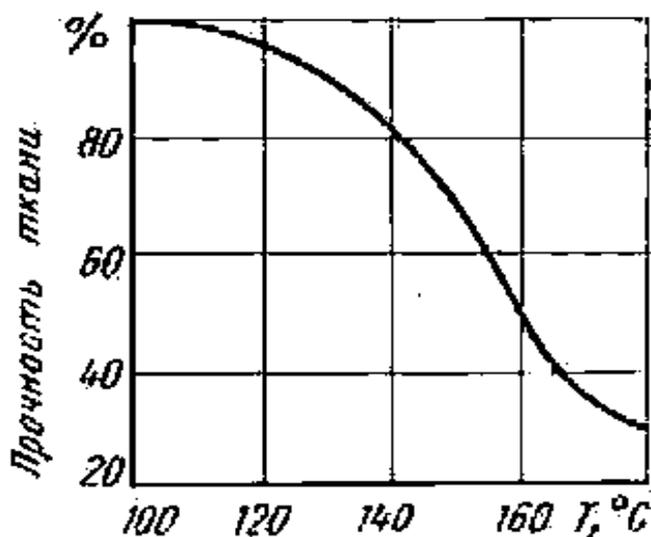


Рис. 7.1. Снижение прочности хлопчатобумажной ткани при нагреве

Шерстяные ткани, мягкие, эластичные, имеют хорошие гигиенические показатели. Однако при нагревании до 100...105 °С шерстяные ткани разрушаются. Стирать шерстяные ткани рекомендуется при температуре не выше 50 °С, а отжимать в «деликатных» режимах. Аналогично должна быть ограничена температура сушки шерстяных тканей.

Из этого примера видно, что важной характеристикой ткани является теплоустойчивость. Теплоустойчивость материала оценивается максимальной температурой, выше которой начинается ухудшение свойств материалов, препятствующее их использованию. Например, нагревание хлопчатобумажной ткани в течение 1 ч приводит к уменьшению ее прочности (рис. 7.1).

Изделия из искусственного волокна (вискоза, ацетатный шелк и др.) обладают устойчивостью к температуре 110...120°C, рекомендуемая температура их сушки 60 °С.

Следует отметить, что синтетические ткани (капрон, лавсан) устойчивы к истиранию. Некоторые химические материалы теряют прочность в мокром состоянии (вискоза, ацетат) до 40 %. Натуральные волокна, такие как шерсть, натуральный шелк, в мокром состоянии теряют прочность, а хлопок наоборот становится прочнее.

Потеря прочности мокрой ткани из химических волокон тем больше, чем выше гигроскопичность ткани. Поэтому следует избегать механических воздействий на ткань, как во время стирки, так и при сушке. Как показала практика, в мокром состоянии льняная ткань больше склонна к изнашиванию, обусловленному трением, чем хлопчатобумажная. В то же время в сухом состоянии льняная ткань лучше противостоит изнашиванию, чем хлопчатобумажная. Характеристика теплостойкости некоторых видов тканей приведена в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Теплостойкость тканевых волокон

Волокно	Температура, °С			
	разложения	потери прочности	Размягчения	плавления
Хлопок	150	120	-	-
Лен	-	120	-	-
Шерсть	170...180	-	-	-
Натуральный шелк	150...170	-	-	-
Вискоза	180...200	120...130	-	-
Ацетат	95...105	95...105	200	200
Полиэфир	-	160-170	200—240	250

Некоторые стиральные машины включают в цикл обработки белья сушку ткани. Поэтому знание тепловых свойств тканей необходимо для оптимизации процесса сушки, а также при разработке сушильных машин.

При сушке ткань обдувается потоком нагретого воздуха. Количество теплоты Q_1 проходящее из среды с температурой t_1 , в среду с температурой t_2 через изолирующий слой толщины b и площадью F за время T .

$$Q_1 = [(t_1 - t_2)/b]FT\lambda$$

где λ - теплопроводность, Вт/(м·К).

Теплопроводность [Вт/(м·К)] характеризует, какое количество теплоты проходит через материал толщиной 1 м, площадью 1 м², в течение 1 ч при разности температур в 1°С:

$$\lambda = Q_1 b / [(t_1 - t_2)FT]$$

Так как текстильные материалы имеют различную толщину, то вводят коэффициент теплопередачи [Вт/(м·К)]:

$$K = \lambda / b = Q / [(t_1 - t_2)FT]$$

Для некоторых материалов значения λ приведены ниже: вода - 0,50, воздух - 0,02, шерсть - 0,03, шелк - 0,04, лен - 0,04, хлопок - 0,05.

Поскольку текстильные материалы имеют пористое строение с воздушными прослойками между отдельными волокнами и нитями, их тепловое сопротивление мало зависит не столько от вида волокон, сколько от их строения (пористости). Следует знать, что теплопроводность воздуха меньше теплопроводности волокон. Если поры мелкие и «задерживают» воздух, то тепловое сопротивление таких материалов высокое, т. е. материал является ячеечной структурой для хранения теплоизолирующего воздуха. Если поры крупные и сквозные, то они не препятствуют свободному перемещению воздуха и теплоизолирующие свойства материала ухудшаются.

Теплоемкость влажной ткани, содержащей 1 кг сухой ткани,

$$C_{вл.т} = C_m + 0.01B.$$

где C_m - теплоемкость сухой ткани, в расчетах принимаются

$$C_m = 0,33 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

B - влажность ткани (масса воды, приходящаяся на единицу массы абсолютно сухой ткани), %.

Бытовые загрязнения. В состав бытовых загрязнений тканей входят следующие основные компоненты: вещества, растворимые в воде и легко удаляемые с волокон; вещества, растворимые в воде и активно оседающие на волокно; белковые и жировые вещества, а также неорганические пигменты.

Основными растворимыми веществами, не имеющими сродства к волокну, являются поваренная соль, мочеви́на (выделяется, в основном, из пота). Они удаляются из ткани относительно легко водой при невысокой температуре 50...70 °С.

Веществами, растворимыми в воде и имеющими сродство к волокну, являются красящие вещества: чернила, кофе, чай, соки, вино и др. Эти вещества прочно связываются с волокном и удаление их производится путём химической отбели (синтетическими моющими средствами, отбеливающими средствами).

Белковые вещества вследствие их набухания в щелочной и горячей среде моющего раствора удаляются с ткани легко, но требуют весьма продолжительного воздействия. Исключение представляет кровь, которая удаляется сравнительно трудно. Но в последнее время созданы синтетические моющие средства (СМС) с включением протеолитической энзимы, активно действующие на кровь. Жировые и пигментные загрязнения удаляются воздействием СМС, так как гидрофилизация и удаление их возможно благодаря поверхностной активности моющего раствора.

Самым «тяжелым» пигментом для удаления является сажа. К тому же это самый распространенный пигмент, особенно в границах города. Уникальная его способность заключается в том, что удаление возможно только при строгом соблюдении технологии стирки, в противном случае сажа подвергается сильному диспергированию и вторичному осаждению на волокне. Это приводит к необратимому посерению ткани. Но основные

компоненты уличной пыли—это неорганические карбонаты (до 20%), силикаты (до 40%) и жиры (до 10%).

Жировые загрязнения могут быть животного или растительного происхождения или минеральными маслами. Основной состав кожных жировых загрязнений составляют глицериды жирных кислот и около 40—45% холестерина и его соединения. Воротнички из хлопчатобумажной ткани могут удерживать до 1.2% кожных выделений. Окисление этих веществ приводит к увеличению прочности их связи с материалом и усилению интенсивности окраски загрязнения. Загрязнения, содержащие красители, удерживаются в материале в результате глубокого проникновения тонкодисперсных частиц пигмента и адсорбции растворимых красителей.

На повышении степени загрязнения сказываются диэлектрические свойства материала. Если ткань обладает высоким объемным сопротивлением, то возникшие при трении заряды не стекают, а притягивают пыль из окружающей среды. В меньшей степени это также свойственно хлопку в сухом состоянии. В то же время жировые отложения проникают в синтетические материалы менее активно, чем в хлопчатобумажные. Можно установить четыре группы видов связи загрязнений с тканью: включение макро частиц между волокнами ткани; включение макро частиц в дефектные участки структуры поверхности волокна (трещины, царапины); удержание инородного вещества сорбционными силами благодаря энергии межмолекулярного (Ван-дер-Ваальса) или электростатического взаимодействия; химическое взаимодействие загрязнителя и волокна.

Эти особенности загрязнений определяют режим обработки тканей, выбор моющих средств, температуры и степени механического воздействия при стирке.

Моющие средства. Моющий процесс можно свести к следующим основным стадиям: положительная адсорбция моющих средств на границе раздела загрязнение - моющий раствор; смачивание ткани и загрязнений;

отделение загрязнений от волокна; диспергирование и эмульгирование загрязнений в моющем растворе; стабилизация дисперсий.

Положительной абсорбцией называют накопление одного вещества на поверхности другого. Вещества, положительно абсорбирующиеся, называются поверхностно-активными (ПАВ). Физика явления заключается в уменьшении поверхностного натяжения на границе раздела двух сред и проникновении моющего раствора между тканью и загрязнением. Далее с помощью механического воздействия грязь удаляется с ткани, дробится, а образовавшиеся частицы окружаются гидрофильным абсорбционным слоем ПАВ. Молекулы ПАВ проникают также в микротрещины загрязнений и разрушают их вследствие расклинивающего эффекта тонких абсорбционных слоев. Кроме того, большинство обычных загрязнений при $pH > 5$ заряжается отрицательно и отталкивается от ткани. В процессе стирки электростатическое поле и гидрофильный слой препятствуют сближению частиц загрязнений и осаждению их на ткань.

При разработке технологического процесса стирки необходимо учитывать, что активность моющего средства зависит от жесткости воды, природы ПАВ, вида ткани и др.

Под смачиванием понимают вытеснение жидкой фазой какой-либо другой фазы из твердого или жидкого тела. Диспергирование — процесс дробления пигментов и удержания их в жидкой фазе. Эмульгирующая способность - возможность образования эмульсии различных жидких сред. Для моющего действия важна только эмульсия масла в воде. Под стабилизацией дисперсии понимают свойство системы текстильное волокно — загрязнение — моющее средство предотвращать повторное осаждение удаленного загрязнения на волокно. Достигается это свойство введением в моющее средство карбоксилметил целлюлозы.

Моющие средства можно разделить на две группы: жировые и синтетические. Жировые (мыло) средства — это химическое соединение жирных кислот с органическими или неорганическими основаниями. В

состав мыла входят также соли высокомолекулярных жирных кислот. В синтетических моющих средствах (СМС) вместо натуральных жиров применяют синтетические жирозаменители.

Положительной особенностью мыла является то, что оно легко выделяется в осадок, и не загрязняет водную среду, но действие его менее активно, так как оно требует наличия щелочи и высоких температур раствора (до 100 °С). СМС примерно на 10...12% сокращает время стирки, повышают качество стирки, не требуют таких высоких температур. Так, в Японии созданы СМС, позволяющие стирать при температуре 50 °С, что значительно уменьшает эксплуатационные расходы и сохраняет ткань.

В качестве сырья для изготовления синтетических моющих средств используют керосин, парафин, нафталин, фенол и др. В СМС входят ПАВ, отбеливающие средства, добавки, уменьшающие пенообразование и повышающие моющую способность ПАВ, добавки для смягчения воды и снижения коррозирующего действия на металлические части стиральных машин.

Молекулы моющего вещества разделяются на две группы: гидрофильные и гидрофобные. Гидрофильность — свойство, обусловленное наличием групп COO , SO_4 , SO_3 , а также полугидрофильных остатков, например: NH-CO . Гидрофобность — водоотталкивающая способность, присущая всем углеводам. Гидрофобная группа моющего средства в большинстве случаев состоит из остатков насыщенного углеводорода с длиной цепи из 10...18 углеводородных атомов.

Почти все загрязнения гидрофобные, поэтому они не смачиваются водой. Если в воде растворить моющее средство, то ее поверхностное натяжение резко уменьшится, и она смочит загрязнение, заполняя микроскопические поры. Благодаря этому через молекулы моющего вещества происходит соединение воды с загрязнением, уменьшение сил сцепления ткани и загрязнителя.

При последующем механическом воздействии потоком воды загрязнения переходят в водный раствор. При этом молекулы моющего вещества образуют прочные защитные пленки вокруг отмытых загрязнений и на поверхности волокна, предотвращая повторное осаждение загрязнений на ткань.

Так как взаимодействие загрязнений и моющего вещества имеет химическую природу, то существуют оптимальные концентрации моющего раствора, при которых достигается максимум моющего действия. Кроме того, активизации химического воздействия способствует повышение температуры моющего раствора. Для создания отбеливающего эффекта добавляют персоли, способные разлагаться с выделением кислорода. Назначение их состоит в том, чтобы обеспечить отбелку невымываемых остатков. Однако разложение персолей происходит только при температуре раствора более 70 °С, поэтому применять их целесообразно только при стирке хлопчатобумажных и льняных тканей (табл. 7.2).

Таблица 7.2. Допустимая температура стирки различных видов ткани

Волокна	Температура стирки, °С		Волокна	Температура стирки, °С	
	нормальная	максимальная		нормальная	максимальная
Перлон	50...60	100	Лен	90...100	100
Нейлон	60...70	100	Шерсть, шелк	30...40	40
Полиэфирные (дичлен, тревира)	60—70	100	Вискоза	60...70	100
Хлопок	90... 100	100	Ацетат	50...60	80

В настоящее время ведется разработка новых типов СМС с отбеливателями, разлагающимися при температуре 40—50 °С. Создание таких СМС позволит значительно сократить расход электроэнергии на стирку.

7.2. Современные стиральные машины

В России принята следующая классификация стиральных машин: СМ - стиральная машина без отжима; СМР - стиральная машина с ручным отжимным устройством; СМП - полуавтоматическая стиральная машина с управлением отдельными процессами обработки тканей, выполняемым оператором; СМА - автоматическая стиральная машина с управлением процессами обработки тканей, выполняемым в соответствии с заданной программой.

Номинальная загрузка выпускаемых машин 1—5 кг (в России до 4 кг включительно). В зависимости от числа баков машины бывают однобачковые и двухбачковые. Двухбачковая машина имеет бак для стирки и бак центрифуги (отжим). По способу активации моющего раствора машины делятся на барабанные и активаторные.

Машины типов СМ и СААР выполняют, как правило, активаторными; имеются отдельные барабанные модели СМ с одной-двумя программами стирки без подогрева.

Машины СМП выпускают, как однобачковыми барабанными и активаторными, так и двухбачковыми активаторными. В этих машинах число программ достигает десяти. В процессе работы оператор участвует в подготовке ткани и переходных процессах от одного вида обработки к другому. Например, в двухбачковых СМП после стирки белье переключается в центрифугу вручную.

Автоматические машины без участия оператора выполняют весь технологический процесс стирки, полоскания, отжима, подсинивания, ароматизации и т. д.

Наиболее крупным производителем стиральных машин в Западной Европе является Италия. Около 40 % стиральных машин, продаваемых в Европе, изготовлено в Италии.

Однако отсутствие хорошо развитой электронной промышленности привело к концентрации производства в Италии машин с

электромеханическими командоаппаратами с небольшим числом программ (12...16); производство сложных многопрограммных машин с электронным управлением (III поколение) сосредоточено в основном в ФРГ и Великобритании. Как в Европе, так и в США основная тенденция производства стиральных машин направлена на создание стиральных автоматов.

В США производится 95 % стиральных автоматов. Надо сказать, что это не дань моде, а экономическая необходимость. Несмотря на то, что стиральный автомат стоит значительно дороже, эксплуатационные расходы окупают первоначальные затраты с лихвой. Однако самое главное то, что время занятости оператора при стирке на СМА уменьшается в 8...10 раз, а трудоемкость сводится только к закладке и выгрузке белья. Кроме того, СМА по сравнению с СМР потребляет меньше электроэнергии в 2.5 раза, воды в 1,8 раза, моющих средств в 4,5 раза. Учитывая, что вода и электроэнергия в Европе дорогие, автоматические машины, в конечном счете, оказываются более экономичными.

В России выпускают в основном машины с ручным отжимом и полуавтоматические двухбаковые, а также две модели автоматических машин: «Эврика автомат» на 3 кг сухой ткани и «Вятка-автомат» на 4 кг сухой ткани. СМЛ «Вятка-автомат» будет выпускаться трех модификаций: на 12, 14 и 16 программ.

Стиральные машины с ручным отжимом, как правило, рассчитаны на 1,5—2 кг сухого белья и состоят из бака с активатором, двигателя и отжимного устройства. Некоторые машины снабжены насосом для откачки отработанного раствора, роле времени и устройством, обеспечивающим реверсивное вращение активатора. В европейских и японских образцах активатор применяют в основном дисковый, в США — винтовой, цилиндрический. Потеря прочности тканей у активаторных машин больше: 12...15% против 6...8% у барабанных. Наличие центрифуги в двухбаковых активаторных СМП позволяет достичь остаточной влажности 50...70%, а у

барабанных машин 70...80%. Последнее требует увеличения электроэнергии на сушку в 2 раза (при использовании сушильных машин).

Несмотря на то, что двухбаковые СМП лучше по функциональным характеристикам (кроме потери прочности), они уступают однобаковым моделям по массе, удельной материалоемкости, размерам, энергопотреблению, расходу воды. Таким образом, известное правило: «ничего бесплатно не бывает» — как нельзя лучше иллюстрируется конструкциями стиральных машин. Естественно, что чем лучше стирается ткань, тем больше теряется прочность. Поэтому машины должны обеспечить такой технологический процесс, который для данного вида ткани обеспечивал бы компромиссное решение противоречий между отстирываемостью, потерей прочности и стоимостью стирки.

Анализ тенденций развития стиральных машин, конъюнктуры рынка и спроса потребителей. технико-экономических показателей различных типов стиральных машин позволяет сделать следующее обобщение.

Машины типа СМР не являются перспективными из-за большой трудоемкости цикла, больших затрат времени, большой удельной материалоемкости, низкого качества отжима, больших эксплуатационных расходов.

Полуавтоматические двухбаковые машины являются механическим соединением СМР и центрифуги (без валкового устройства), что по сути не дает права причислить их к типу полуавтоматических. Двухбаковая СМП может быть заменена малогабаритной машиной без отжима и центрифугой, вкладываемой в бак стиральной машины в период хранения. Такая компоновка занимает значительно меньше места, имеет меньшую материалоемкость и стоимость. Если к этому добавить, что двухбаковые СМП не поддаются автоматизации, то станет очевидным, что этот тип машин также не перспективен.

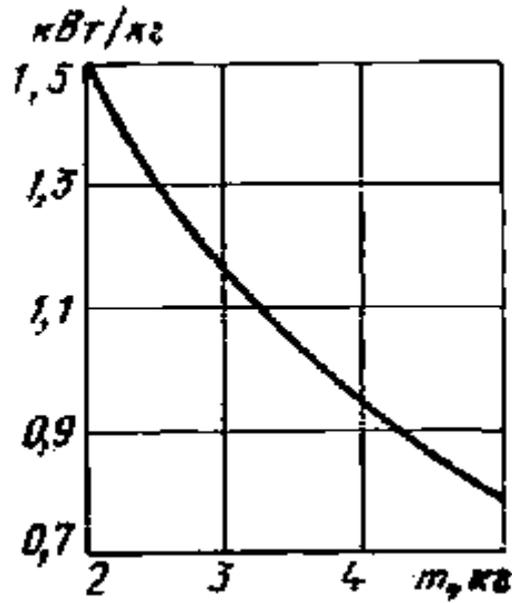


Рис.7.2. Зависимость удельного расхода электроэнергии от массы загрузки

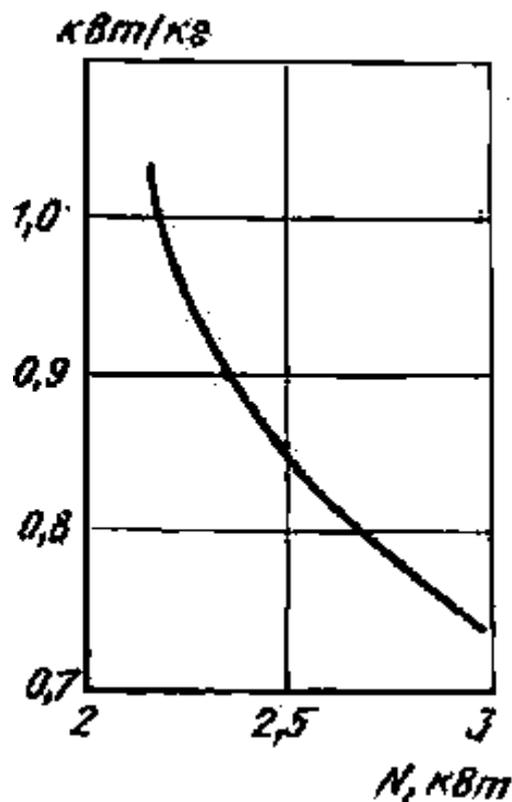


Рис. 7.3. Зависимость удельного энергопотребления от мощности нагревателя при стирке 5 кг сухого белья, при температуре воды 90° С и расходе воды на замачивание 18 л, стирку — 12л

Более перспективны активаторные полуавтоматы, у которых стирка производится с помощью вращения активатора, а отжим — вращением бака

центрифуги. Этот тип машин, получивший название СМП с совмещенным стиральным баком и баком центрифуги (или с совмещенными баками), имеет высокие функциональные показатели. И паи более перспективные — это автоматические машины.

Как правило, СМА рассчитаны на 2—5 кг сухого белья, но наибольшее распространение получили барабанные машины на 4 кг сухого белья.

Главной причиной является то, что с увеличением объема обрабатываемой ткани снижается удельный расход электроэнергии (рис. 7.2) Кроме того, разработчики стремятся увеличить мощность нагревателя (рис. 7.3). Длительная опытная эксплуатация авторами различных типов стиральных машин показала, что целесообразно иметь на семью две стиральные машины: автоматическую — для стирки крупногабаритного белья и машину типа СМ - для стирки мелкого белья в небольшом количестве.

Основные технические характеристики стиральных машин, выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3. Технические характеристики бытовых стиральных машин

Модели и типы стиральных машин	Отстирываемость, %	Потеря прочности, %	Остаточная влажность, %	Потребляемая мощность, Вт	Размеры, мм			Масса, кг
					Высота	Длина	Глубина	
Активаторные стиральные машины								
Без отжима (СМ)								
«Десна», СМ-1	64,5	15	-	250	375	430	560	10
«Малютка-2», СМ-1	64,4	16,8	-	200	500	480	550	10
«Фея», СМ-1,5	64,1	14	-	330	460	440	440	12,8
«Лыбидь»	64,1	14,4	-	330	460	450	440	13
С ручным отжимным устройством (СМР)								
«Донбасс», СМР-1,5	62,3	14,4	96,9	370	720	430	460	23
«Донбасс-3», (2р)	60,2/63,1	14,9/17,5	97,3	370	720	450	460	23,5
«Таврия»	62,4	14,6	97,7	350	740	462	450	24
«Таврия - 2», (2р)	60,6/62	15/20	98	350	740	440	470	24
«Волжанка»	62	17	98	300	740	450	485	24
«Волжанка-М», (2р)	60,1/62,5	15,1/11	97	300	740	450	485	24,5
«Киргизия 4»	59,3/63,5	13,6/16,4	96,6	310	710	460	460	22
«Кама - 5»	62,1	16	98	370	725	465	480	28

«Кама - 8», СМР-1,5	59,9/62,9	12,9/14,3	98	370	725	465	380	28
«Урал – 4», (2р)	61/62,7	9/16,3	95,3	350	810	450	460	39
«Урал – 4М», (2р)	61,8/64,2	11,3/14,8	93,8	370	800	450	450	36,2
Двухбачковые полуавтоматические (СМП)								
«Золушка» СМП-2	69/65	7/13,5	51,5	500	720	690	420	45
«Аурика – 80»	64	14,8	45,6	500	720	600	420	45,6
«Аурика – 78»	65,1	13	50	500	720	690	420	48,5
«Золушка – 3»	63/65,5	13,5/15	49,9	500	720	690	420	49,4
«Золушка - 4»	65,5	14,5	49,1	2500	720	690	420	47
«Волна - М»	60,6/63,1	9,3/11,6	51,7	600	715	700	415	45
«Чайка – 3»	63,5/65,8	12,1/15,5	50,6	600	765	675	420	48,7
Стиральные барабанные машины Полуавтоматические (СМП)								
«Эврика-3», СМП-3Б	47,8	10,4	113	650	600	415	615	75
Автоматические с верхней загрузкой (СМА)								
«Эврика автомат», СМА-3Б	52	12	112	650	600	415	615	60
«Кишинэу-2» СМА-4Б	52,6	15	100	2400	800	500	600	100
Автоматические с фронтальной загрузкой (СМА)								
«Вятка-автомат», СМА-4БФ (на 12 программ)	55	11	96,5	2200	850	595	555	90

Примечания:

1. Размеры моделей СМР даны в нерабочем состоянии;
2. Для моделей с двумя режимами стирки (2р) в числителе приведены данные по бережному режиму (Б), в знаменателе – по нормальному режиму.

7.3. Гидромеханические процессы в активаторных стиральных машинах

На процесс стирки в активаторных стиральных машинах наряду с химическим воздействием моющих средств и температур! воды большое влияние оказывает механическое воздействие потока моющего раствора. В результате загрязнитель отделяется от ткани и уносится потоком воды.

Так как положение кома ткани в процессе стирки непрерывно изменяется, то гидродинамический процесс в стиральном баке представляет собой сложное движение, называемое перемешиванием. При этом в баке возникают два основных режима течения жидкости: ламинарное и турбулентное. Ламинарным называют гидродинамический режим, при котором элементарные частицы жидкости двигаются параллельно в направлении движения потока. Турбулентным называют гидродинамический режим, при котором возникают вихри, хаотически перемещающиеся в объеме

движущейся жидкости. Если в ламинарном потоке из одного слоя в другой переходят только молекулы, то в турбулентном - элементарные массы жидкости. Поэтому для получения наибольшей эффективности с точки зрения отстирываемости необходимо создавать турбулентное движение.

В гидродинамике движение жидкостей описывают основным уравнением движения жидкости (уравнение Бернулли):

$$W_{nn} + W_{nd} + W_k = \text{const},$$

где W_{nn} - потенциальная энергия положения элементарной частицы жидкости;

W_{nd} - потенциальная энергия давления жидкости;

W_k - кинетическая энергия элементарной точки жидкости.

Если в трубопроводе установившийся процесс, то в единицу времени протекает одна и та же масса жидкости, которую определяют по уравнению непрерывного потока

$$S_1 \omega_1 \rho_1 = S_2 \omega_2 \rho_2$$

где S_1 и S_2 - сечения трубопровода;

ω_1 и ω_2 - массовые скорости в сечениях трубопровода;

ρ_1 и ρ_2 - плотности жидкости.

Исходя из этих уравнений можно сделать вывод, что при установившемся режиме движения массовые и энергетические характеристики для любого сечения трубопровода остаются постоянными.

При движении реальной жидкости необходимо учитывать потери энергии на преодоление трения и других сопротивлений. В этом случае уравнение Бернулли преобразовывают в выражение, характеризующее изменение напоров:

$$h_1 + (p_1 / \rho g) + (\omega^2_1 / 2g) = h_2 (p_2 / \rho g) + (\omega^2_2 / 2g) + h_n,$$

где h_1 и h_2 - геометрические напоры, определяемые высотой столба жидкости над рассматриваемой точкой;

$p_1 / \rho g$ и $\omega^2 / 2g$ - пьезометрический и скоростной напоры в разных точках:

h_m - потери напора.

Пользуясь уравнением Бернулли, определяют скорость, расход жидкости, напор, временные характеристики и другие параметры. Кроме того, из этих уравнений следует, что одинаковые условия течения жидкости можно создать в разных (например, по размерам) установках. Условия, необходимые для создания подобных процессов, излагаются в теории подобия. Так, условием подобия двух змеевиков является соблюдение двух равенств:

$$l_1/d_1 = l_2/d_2 \text{ и } R_1/d_1 = R_2/d_2,$$

где l_1 и l_2 - длина труб;

R_1 и R_2 - радиусы змеевиков;

d_1 и d_2 - диаметры труб.

Имеется ряд чисел (критериев) подобия, названных именами ученых, сделавших большие открытия в гидродинамике и теплотехнике.

Критерий Нуссельта Nu определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка - жидкость. Чем интенсивнее происходит теплообмен, тем больше число Nu и тем больше коэффициент теплоотдачи:

$$Nu = kS/\lambda$$

где S - площадь, в границах которой происходит теплообмен;

k - теплопроводность жидкости.

Критерий Рейнольдса Re определяет характер движения жидкости:

$$Re = \omega_0 S/\nu,$$

где ω_0 - средняя скорость жидкости;

ν - кинематическая вязкость жидкости.

Для стиральных машин критерий Рейнольдса может быть записан в виде

$$Re = \rho \omega d/\mu = \rho n d^2/\mu,$$

где ρ и μ — плотность и вязкость стирального раствора;

ω - угловая скорость активатора;

n - частота вращения активатора;

d - диаметр активатора

Экспериментальные исследования показали, что при $Re < 2\ 000 \dots 10\ 000$ обеспечивается интенсивное трехмерное движение жидкости, а при $Re > 10\ 000$ турбулентное движение, при котором мгновенно изменяется скорость отдельных частиц и ее направление, т. е. происходит пульсация скорости [27]. Именно этот режим благоприятен для стирки.

При вращении активатора в стиральном баке цилиндрической формы возникают три основных потока моющего раствора (рис. 7.4) осевой **1**, направленный по оси вращения активатора, радиальный **2**, направленный по радиусу активатора и тангенциальный **3**, направленный по касательной и окружности активатора.

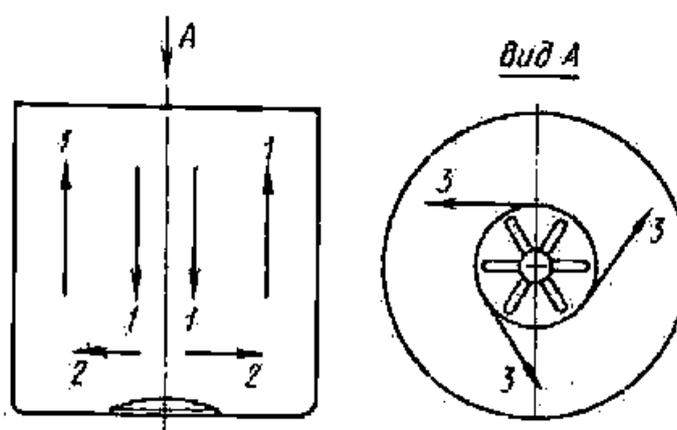


Рис.7.4. Схема движения жидкости в стиральном баке с осесимметричным расположением активатора

При установившемся процессе, вращения активатора в жидкости вокруг оси активатора возникает однородный цилиндрический вихрь круглого сечения с постоянной угловой скоростью (зона **I**, рис. 7.5). Теоретический диаметр вихря должен быть равен диаметру r активатора. Скорость частиц в вихре вдоль радиуса активатора возрастает линейно. Вне активатора цилиндрический вихрь возбуждает движение частиц жидкости вдоль линии радиуса с убывающей скоростью (зона **III**). Между этими двумя зонами возникает переходная зона **II** (радиус этой зоны r_6). Радиус вихря определен экспериментально: $r_6 = 0.75 r$.

Для потокообразования первостепенное значение имеет тангенциальная составляющая. Тангенциальная скорость в вихре $v_r = \omega r$ (где ω - угловая скорость жидкости).

В периферийной зоне III приближенно можно считать

$$v_r = \omega r_u r / r ;$$

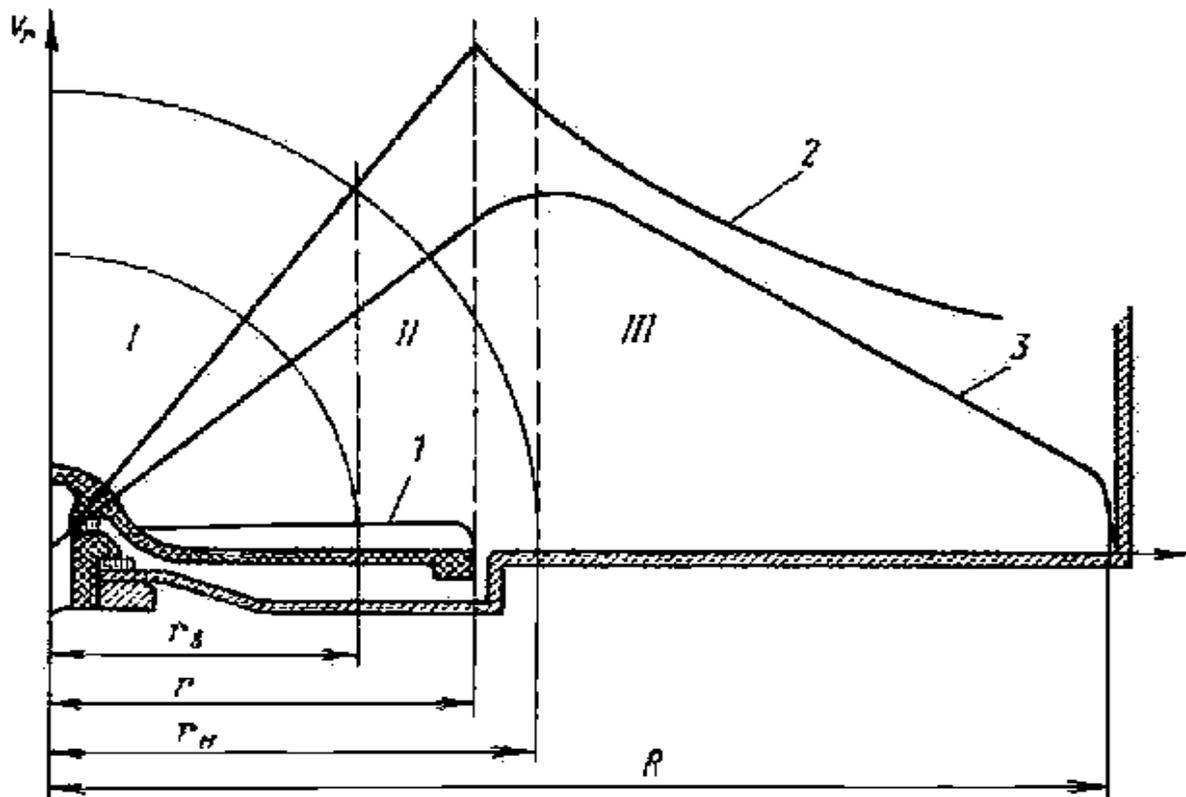


Рис. 7.5. Распределение скоростей движения частиц раствора в стиральном баке: I — зона цилиндрического однородного вихря; II— переходная зона; III— зона падающей скорости; 1 - активатор; 2 — теоретическое распределение скоростей; 3 — реальное распределение скоростей в переходной зоне II

в переходной зоне II

$$v_r = \omega r_\delta / (r_u - r_\delta) [2r_u - r_\delta r_u (1/r) - r].$$

Тангенциальная скорость достигает своего максимума при

$$r = (r_u r_\delta)^{0.5}$$

Наличие радиальной скорости жидкости на дне бака у активатора создает повышенное давление у стенки бака и разрежение в центре. Таким образом,

возникает восходящий поток у стенки и ниспадающий в центре активатора. При определенных скоростях по оси вращения может образовываться воронка, которая значительно ухудшает условия трехмерного перемешивания. Подробное исследование условий образования воронки и ее влияние на качество стирки описано в работе [23].

Характер циркуляции зависит от соотношения размеров активатора и бака, частоты вращения активатора, а также от его формы (рис. 7.6). Как видно, в любом случае с осесимметричным активатором имеются условия для образования воронки. Воронка нарушает структуру потока, и ткань концентрируется под нею. С увеличением глубины воронки ткань прижимается к активатору и практически не перемешивается. На рис. 7.7 показана зависимость глубины воронки от частоты вращения при различных размерах активатора и отражательных элементов.

Для уменьшения воронки применяют различного вида отражательные элементы, которые создают локальные завихрения по периметру бака. Однако отражательные элементы увеличивают сопротивление потока, что приводит к увеличению потребляемой мощности.

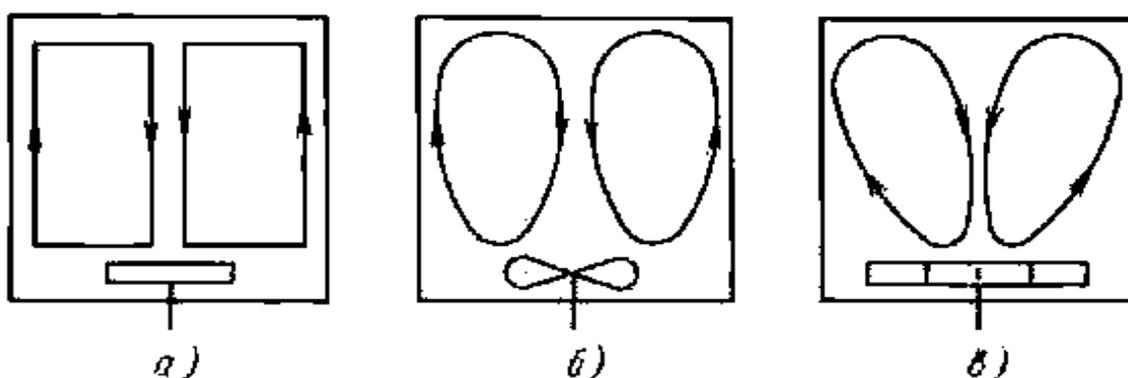


Рис. 7.6. Образование потока при различных формах активатора: *а* — диск с вертикальными лопастями; *б* - активатор вертикального ниш; *в* - турбинный активатор

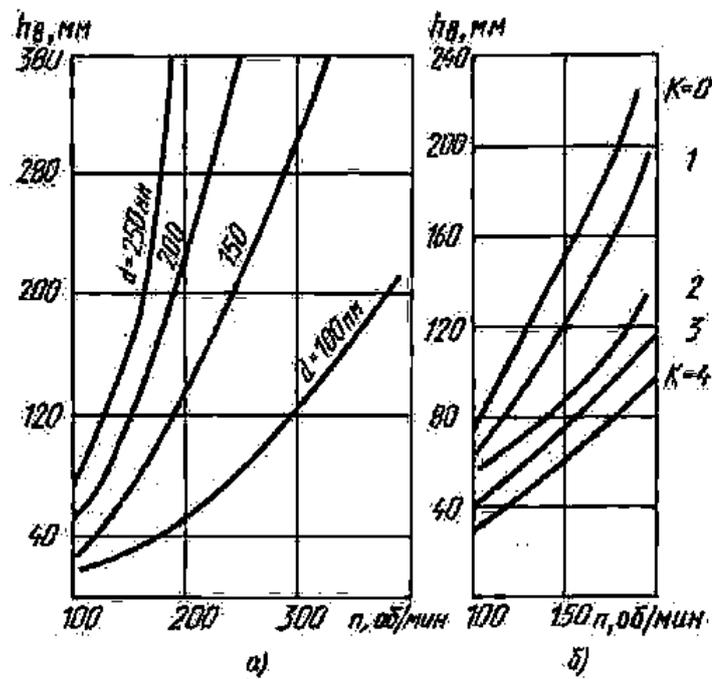


Рис.7.7. Зависимость глубины воронки: *а* - от частоты вращения активатора; *б* - от частоты вращения активатора при различном числе *К* отражательных элементов на баке

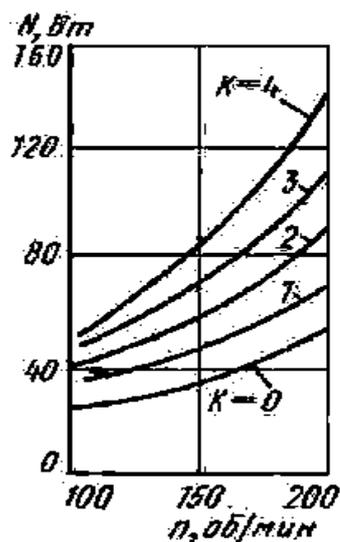


Рис. 7.8. Зависимость потребляемой мощности от частоты вращения активатора при различных количествах отражательных элементов на баке

На рис. 7.8 видно, что уменьшение глубины воронки в 2 раза ведет к увеличению потребляемой мощности также в 2 раза. Кроме того, при плоском дне бака потребляемая мощность больше, чем в машинах с

полуцилиндрическим или сферическим дном. При увеличении высоты жидкости над активатором потребляемая мощность также увеличивается.

Поэтому стараются не использовать осесимметричное расположение активатора, а применять боковое его расположение или несколько активаторов (рис. 7.9).

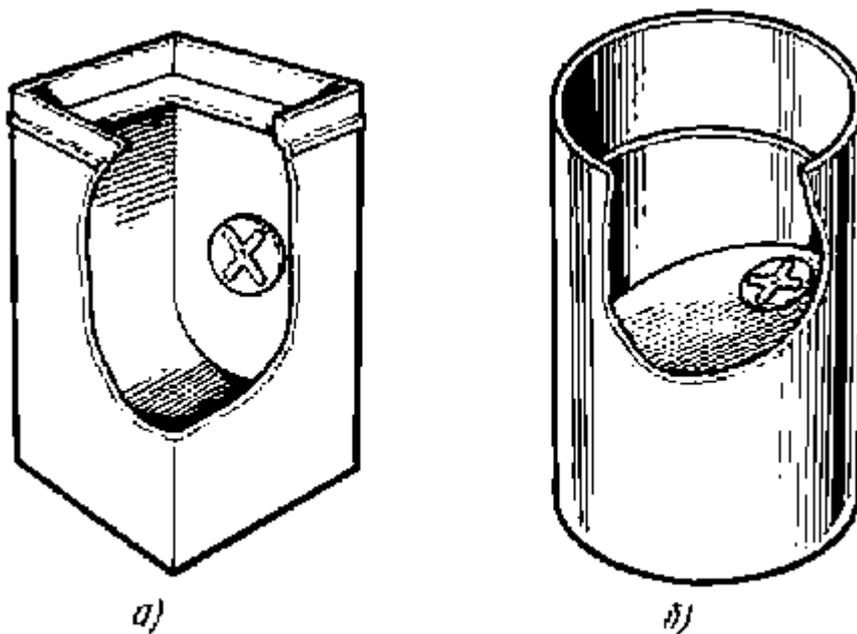


Рис. 7.9. Несимметричное расположение активатора: *а* - боковое; *б* - наклонное

По данным И. И. Сивченко и др. [23], перегородки на крышке бака повысили отстирываемость на 6—9 %. Кроме этого, применение ребер в крышке дает возможность ликвидировать воронку при меньших затратах мощности, чем при установке их на внутренней поверхности бака. Оптимальной высотой ребер на крышке является такая, при которой, если отсутствует активация, ребра касаются поверхности раствора.

В машинах с цилиндрическим баком активатор расположен наклонно (машины «Рига-17», «Кама-8», «Исеть-6», «Волга-9» и др.), в машинах с прямоугольным баком — сбоку («Золушка-3», «Волна-М», «Белоснежка-2», «Приморье-6», «Урал-4», «Десна», «Самара», «Волжанка-4»). Осесимметрично расположен активатор в машинах с несимметричным баком

(«Фея», «Лыбидь», «Рига-80»), что уменьшает воронкообразование, а также в машинах, в которых стиральный бак совмещен с центрифугой.

7.4. Гидромеханические процессы в барабанных стиральных машинах

При барабанном способе стирки механическое воздействие на ткань осуществляется не в результате движения потока моющего раствора, а путем механического перелопачивания изделий в стиральном барабане.

Механическое воздействие заключается в том, что изделия при вращении в барабане захватываются расположенными внутри гребнями, поднимаются и под действием собственной массы падают в жидкость. Очевидно, что механическое воздействие тем больше, чем больше кинетическая энергия будет сообщена массе ткани, а следовательно, определяется диаметром барабана, уровнем воды в баке, частотой вращения барабана, размером и числом гребней. При небольшой частоте вращения (рис. 7.10,а) имеет место скользящий режим, при котором происходит постепенное соскальзывание верхних слоев ткани. С увеличением частоты вращения барабана ткань не соскальзывает, а поднимается на максимальную высоту и падает с максимальной кинетической энергией (рис. 7.10,б). При дальнейшем увеличении частоты вращения, когда центробежные силы превышают собственную массу мокрой ткани, ткань прижимается к барабану в виде кольца и вращается вместе с ним (рис. 7.10, в).

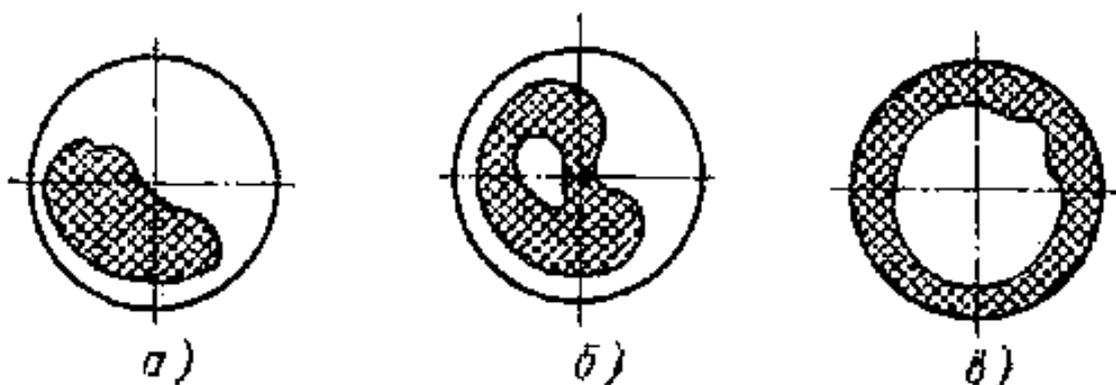


Рис.7.10. Движение ткани в барабане стиральной машины

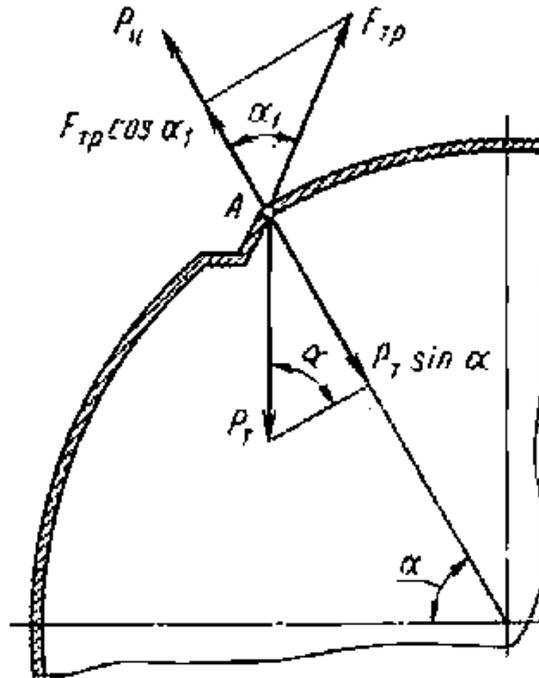


Рис. 7.11. Действие сил на материальную точку в стиральном баке

Рассмотрим силы (рис. 7.11), действующие на материальную точку A на внутреннем гребне барабана. Это сила тяжести массы P_m , направленная вертикально, центробежная сила P_u , направленная по радиусу от центра, и сила трения F_{mp} . По законам физики:

$$P_m = mg; \quad P_u = m\omega^2 R; \quad F_{mp} = pf,$$

где m - масса увлажненной ткани;

ω - угловая скорость барабана;

R - радиус барабана;

p - давление материала на гребень барабана;

f - коэффициент трения.

Угол α подъема точки A соответствует моменту, когда она начинает соскальзывать с гребня. При этом справедливо равенство

$$P_m \sin \alpha = P_u + F_{mp} \cos \alpha_1,$$

где α_1 - угол наклона плоского гребня к радиальной плоскости.

Это уравнение можно записать в виде

$$mg \sin \alpha = m\omega^2 R + F_{mp} \cos \alpha_1$$

или

$$\sin \alpha = (\omega^2 R/g) + (F_{mp} \cos \alpha/mg)$$

Максимальный угол подъема $\alpha = \pi/2$. Тогда

$$1 = (\omega^2 R/g) + (F_{mp} \cos \alpha_1/mg).$$

Учитывая, что $\cos \alpha_1 < 1$ и $[F_{mp}/(mg)] < 1$, можно записать

$$1 = \omega^2 R/g = m\omega^2 R/mg.$$

Соотношение $m\omega^2 R/mg = P_u/P_m = \Phi$ называют фактором разделения:

$$\Phi = P_u/P_m = \omega^2 R/g = 4 \pi^2 nR/9,81 \approx 4Rn^2,$$

при $\alpha_{кр} = \pi/2$, $n_{кр} = 0,6/D^{0,5}$

Практически установлено, что оптимальный фактор разделения для стиральных машин должен быть 0,85...0,90. Для барабана диаметром 420 мм частота вращения составляет 50...60 об/мин.

7.5. Параметрический ряд стиральных машин

Режим стирки барабанных машин включает следующие операции: предварительная стирка, основная стирка, полоскание, спецобработка, отжим.

На основании анализа существующего парка стиральных машин [26], исследований технологии стирки и перспективных решений разработан параметрический ряд стиральных машин (ОСТ 27-56-414—78). Всего в ряду 12 моделей (табл. 7.5).

Две модели типа СМ: СМ-1 с боковым активатором; СМ-1.5 с донным активатором. Две модели типа СМР: СМР-1,5 с цилиндрическим баком и корпусом и донным активатором; СМР-2 с прямоугольным корпусом, прямоугольным усеченным баком и боковым активатором. Следует отметить, что эти две модели заменят 29 существующих, чем обеспечится глубокая унификация и улучшатся условия ремонта. Четыре модели полуавтоматических машин: СМП-2 и СМГЗ с совмещенными стиральным баком и баком центрифуги, с донным активатором; СМП-2Д, двухбаковая с отдельными баками для стирки и отжима; СМП-ЗБ, однобаковая барабанная

машина с верхней загрузкой. Учитывая перспективность автоматических машин, в ряд включены четыре модели типа СМА: СМА-3Б и СМА-4Б, однобаковые барабанные машины с верхней загрузкой; СМА-3ФБ, однобаковая барабанная машина с фронтальной загрузкой, совмещенная с раковиной умывальника; СМА-3ФБ. СМЛ-4ФБ, барабанные машины с фронтальной загрузкой.

Учитывая, что при разработке машин СМ-1 с навесным активатором и СМА-3ФБ, совмещенной с раковиной умывальника, разработчики встретились с определенными трудностями, а серийное производство этих машин проблематично, описание в данной работе их не приведено.

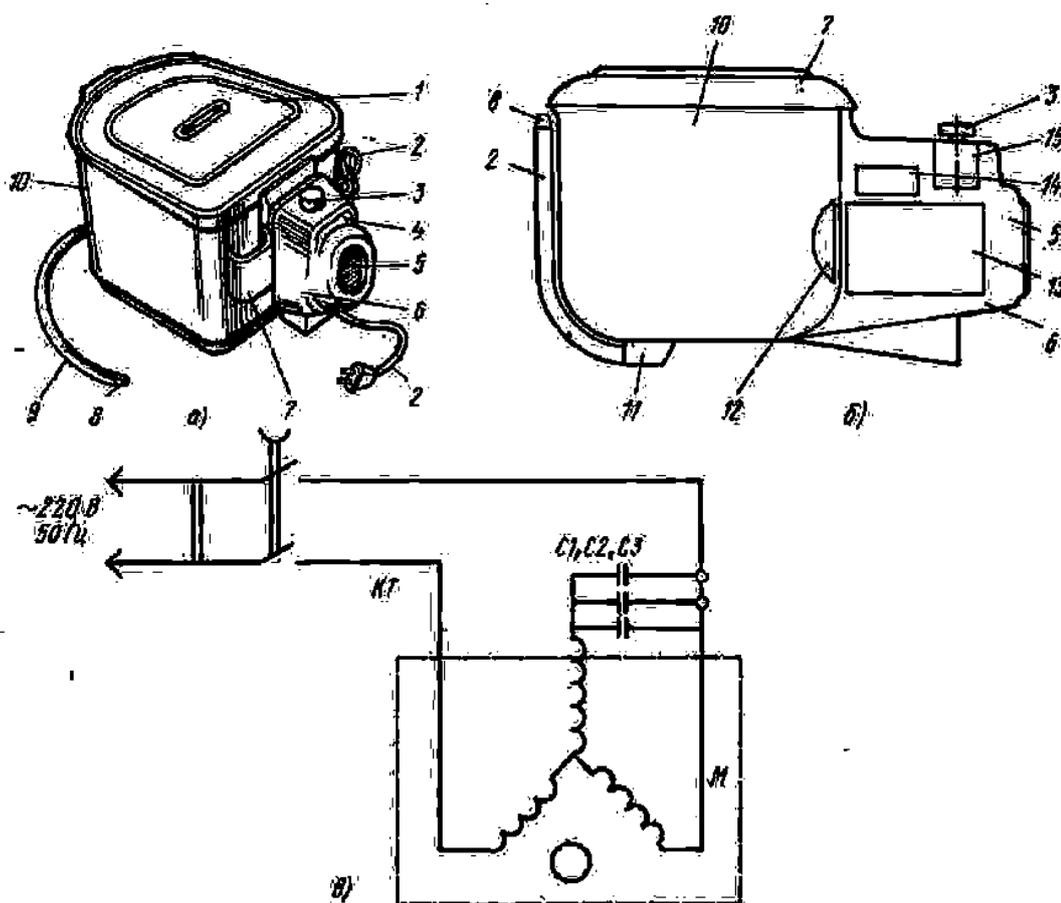


Рис. 7.16. Стиральная машина СМ-1: а - внешний вид; б - схема; в - принципиальная электрическая схема, 1 - крышка бака; 2 - электрошнур; 3 - ручка реле, 4 - ручка переноски; 5 - вентиляционная решетка; 6 - кожух; 7- опора для фиксирования шланга или электрошнура; 8 - пробка; 9- шланг; 10 - бак; 11 - сливной патрубков, 12 - активатор; 13 - электродвигатель; 14 - конденсаторы; 15 - реле времени; ДТ - реле времени; М - электродвигатель; С1, С2, С3 - конденсаторы

Машина СМ-1 (рис. 7.16). Машина состоит из бака 10, крышки 1 бака, кожуха 6, активатора 12, платы 5 и электрооборудования. На плате закреплены: электродвигатель 13, реле 15 времени, конденсаторы 14. Основные детали машины выполнены из полипропилена. Активатор закреплен непосредственно на резьбовом конце вала электродвигателя. В нижней передней части бака расположен сливной патрубок с пробкой 5. На патрубок может одеваться сливной шланг 9, имеющийся в комплекте принадлежностей. Электродвигатель КД-120-4/56Р УХЛЧ включается через реле времени РВ-6. В качестве фазосдвигающих конденсаторов применяют три конденсатора МБГЧ-1-1-250В на 10,4 и 1 МкФ, включенные параллельно. Электрическая схема машины приведена на рис. 3.16, в.

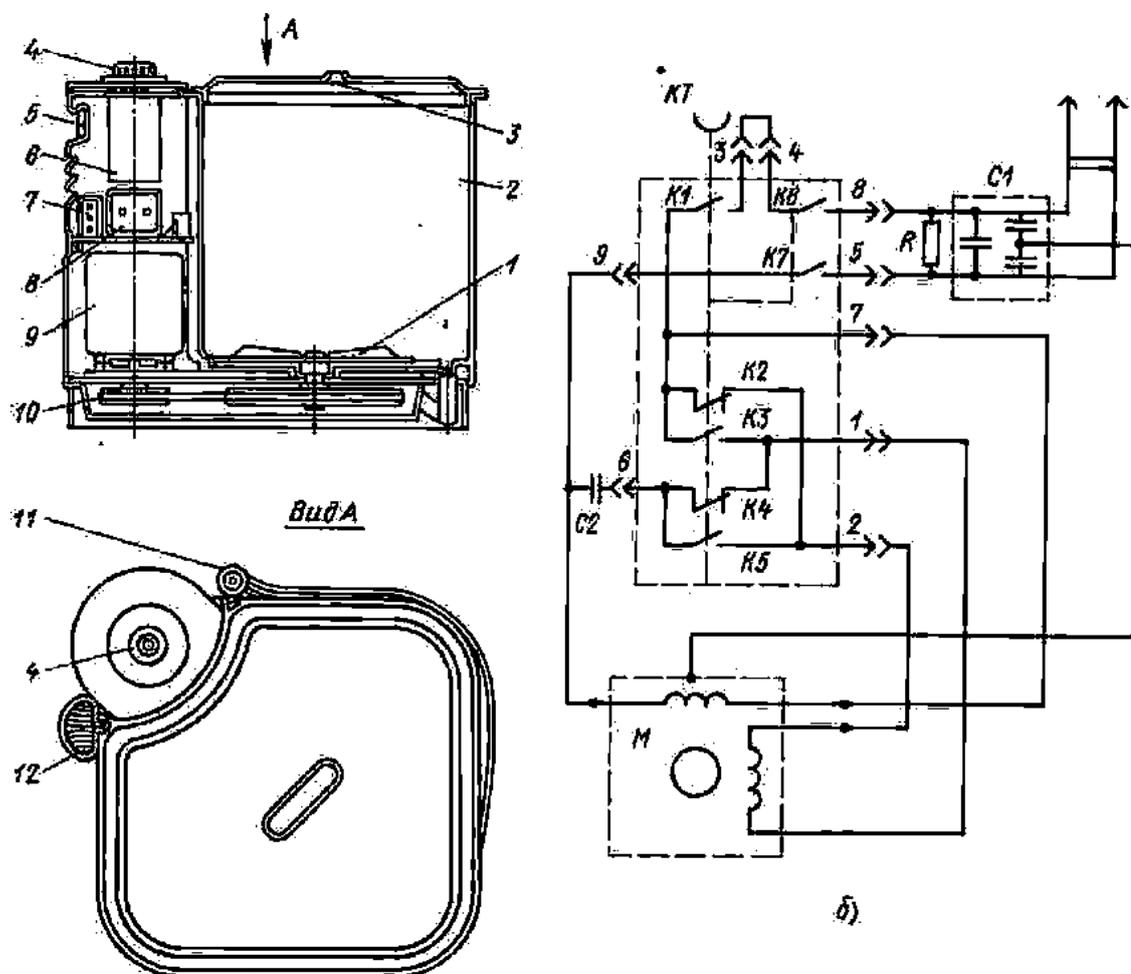


Рис. 7.17. Стиральная машина СМ-1,5: а - схема; б - принципиальная электрическая схема; 1 - активатор; 2 -стиральный бак; 3- крышка бака; 4 - ручка реле времени; 5- жалюзи; 6 - реле времени; 7 - конденсатор; 8 - конденсатор КБГ; 9-электродвигатель; 10- ременная передача, II- шланг; 12 - электрошнур; C1, C2 - конденсаторы; КГ - реле; R - резистор,

M - синхронный электродвигатель
Машина СМ-1,5 (рис. 7.17). Машина состоит из бака 2 (прямоугольной формы), привода, крышки 3 бака, активатора 1 электрошнур 12.

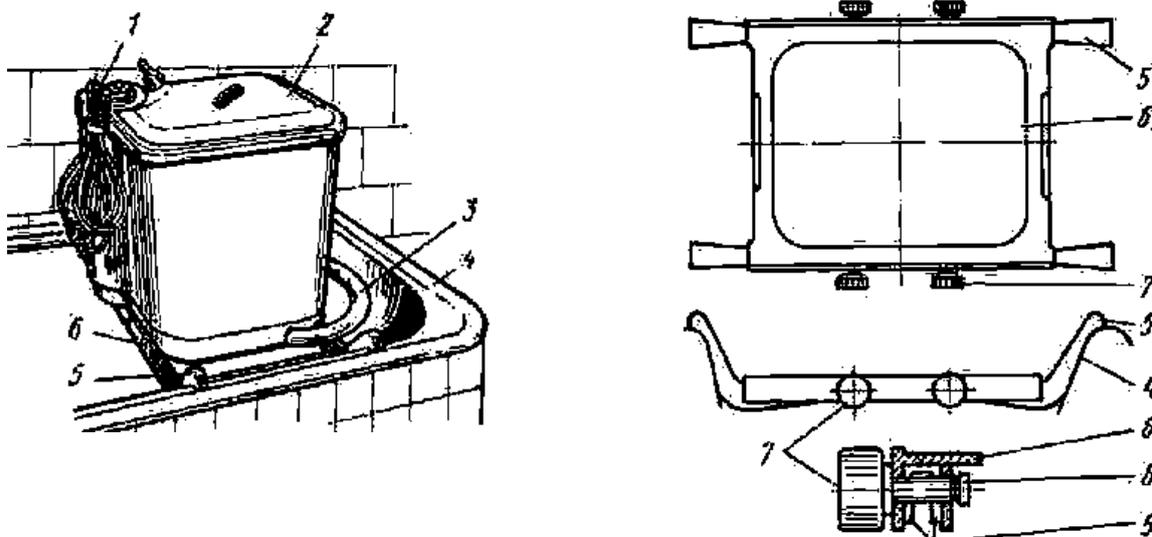


Рис.7.18. Внешний вид стиральной машины СМ-1,5 и установка ее в ванной комнате: 1 – шнур; 2 - стиральная машина; 3 – шланг; 4 – ванна, 5 – подставка; 6 – кронштейн подставки; 7 – ручка фиксации кронштейна; 8 – болт фиксации

Стиральный бак, кожух привода и крышка бака выполнены из пластмассы. Стиральный бак имеет выемку в днище для установки активатора и выступы на внутренней стенке, указывающие на необходимый уровень воды для стирки и полоскания. Активатор приводится во вращение электродвигателем через ременную передачу 10. Привод машины состоит из электродвигателя 9 марки АВЕ-071-4С, реле времени 6, конденсаторов 7 марки К75 и 8 марки КБГ, Пуск и остановка привода активатора осуществляется с помощью реле времени, ручка 4 которого выведена на панель пульта управления. Реле времени обеспечивает автоматическое управление циклическим реверсированием. При этом чередование фаз процесса реверсирования происходит в такой последовательности: рабочий период, соответствующий вращению электродвигателя в одну сторону, 50 с, пауза 10 с; рабочий ход в обратную сторону 50 с. Машины типа СМ-1 и СМ-1,5 устанавливаются над прямобортной ванной на специальной подставке (рис. 7.18).

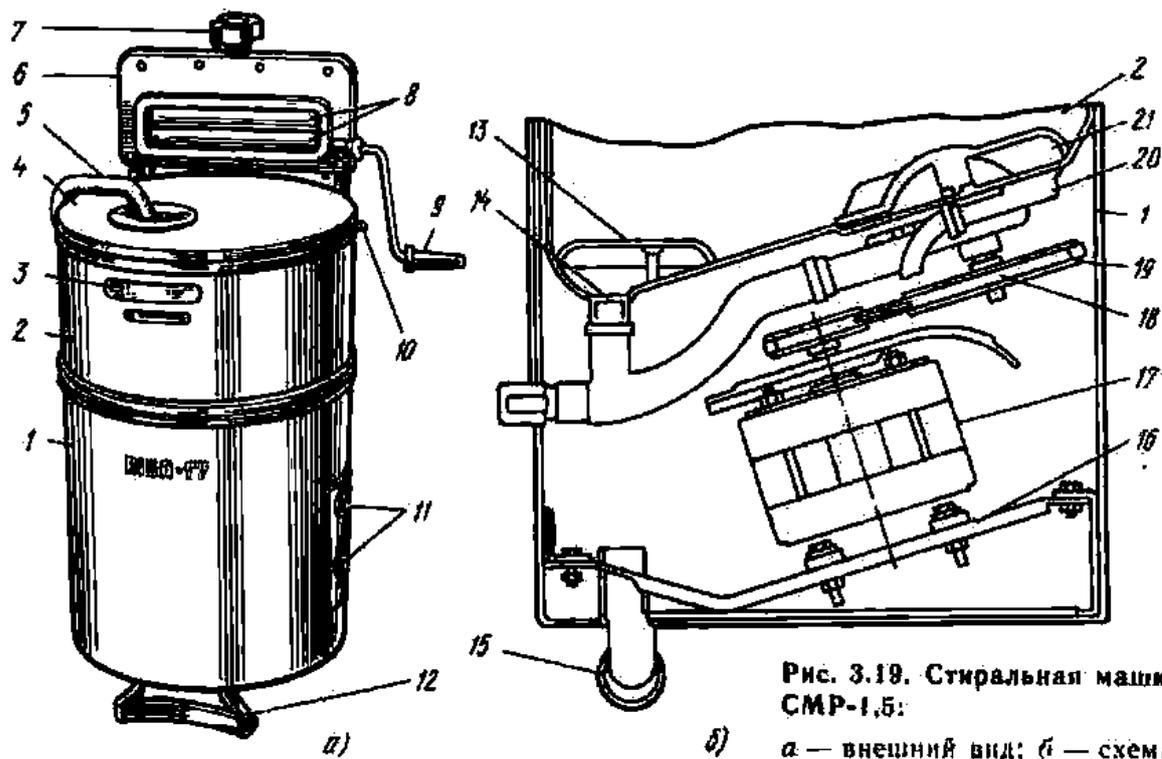


Рис. 3.19. Стиральная машина SMP-1,5:
 а — внешний вид; б — схема

Стиральная машина SMP-1,5 (рис. 7.19) имеет корпус 1, в котором расположен бак 2, выполненный из нержавеющей стали. На одном валу с активатором 21 установлен центробежный насос 20, который приводится во вращение с помощью электродвигателя КД-180. Электродвигатель установлен на наклонной раме 16, продольные пазы которой позволяют регулировать натяжение ременной передачи. Отжимное устройство с двумя обрезиненными валками съемное; закрепляется в рабочем положении винтом на кронштейне бака. Для пуска и остановки двигателя применено реле времени РВЦ-50, обеспечивающее реверсивное вращение двигателя. На внутренней поверхности бака имеется отметка заливаемого уровня воды при стирке и полоскании. Машина перемещается на двух роликах. Для переноски машины имеются пластмассовые ручки. В комплект машины входит наливной шланг для заливки воды из водопровода. Сверху машина закрывается съемной крышкой. Экспериментально было найдено оптимальное соотношение диаметра стирального бака и активатора при ассиметричном расположении активатора: $D/d = 1,23$.

Высота лопатки активатора должна составлять 0,04 диаметра бака, частоту вращения активатора целесообразно выбирать из соотношения $n = Kd$, где $K = 1,6 \div 2,5 \text{ 1/(мин} \cdot \text{мм)}$. Результаты этих исследований были учтены при конструировании машин параметрического ряда, в том числе и при конструировании машины СМР-1,5.

Стиральная машина СМР-2 (рис. 7.20) состоит из прямоугольного корпуса **11**, съемной передней панели **10**, стирального бака **14**, отжимного устройства **6**, поддона **12**, крышки бака и крышки машины. Стиральный бак выполнен из нержавеющей стали. В верхней части бака установлено откидное отжимное устройство. Расстояние между отжимными валками регулируется ручкой **7**. На внутренней стенке бака имеется отметка, указывающая на необходимый уровень воды для стирки и полоскания. В нижней части бака расположен съемный фильтр **13**. Активатор **15** вращается в специальном подшипнике и приводится во вращение электродвигателем через ременную передачу. Активатор вмонтирован в стенку бака. Пуск и остановка машины осуществляются от контактов реле времени, ручка которого выведена на переднюю панель управления. На передней панели управления также установлены ручки переключения режимов стирки и включения электронасоса. На съемной передней панели смонтированы реле времени, переключатель режимов стирки, реверсивное устройство активатора, конденсаторы. Электродвигатель, электронасос и клеммная колодка установлены на поддоне **12**. Клеммная колодка закрывается крышкой **18**. Слив остатков жидкости из насоса производится через сливной кран в специальную емкость. Машина перемещается по полу на двух роликах. Шнур с вилкой в нерабочем положении укладывается в карман в нижней части корпуса. Электрическая схема машины СМР-2 показана на рис. 3.20, *в*.

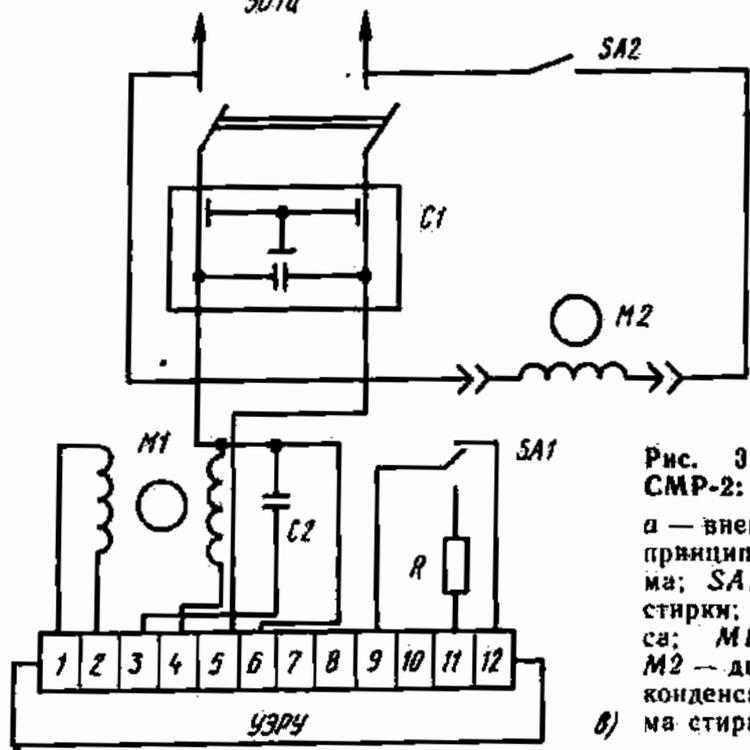
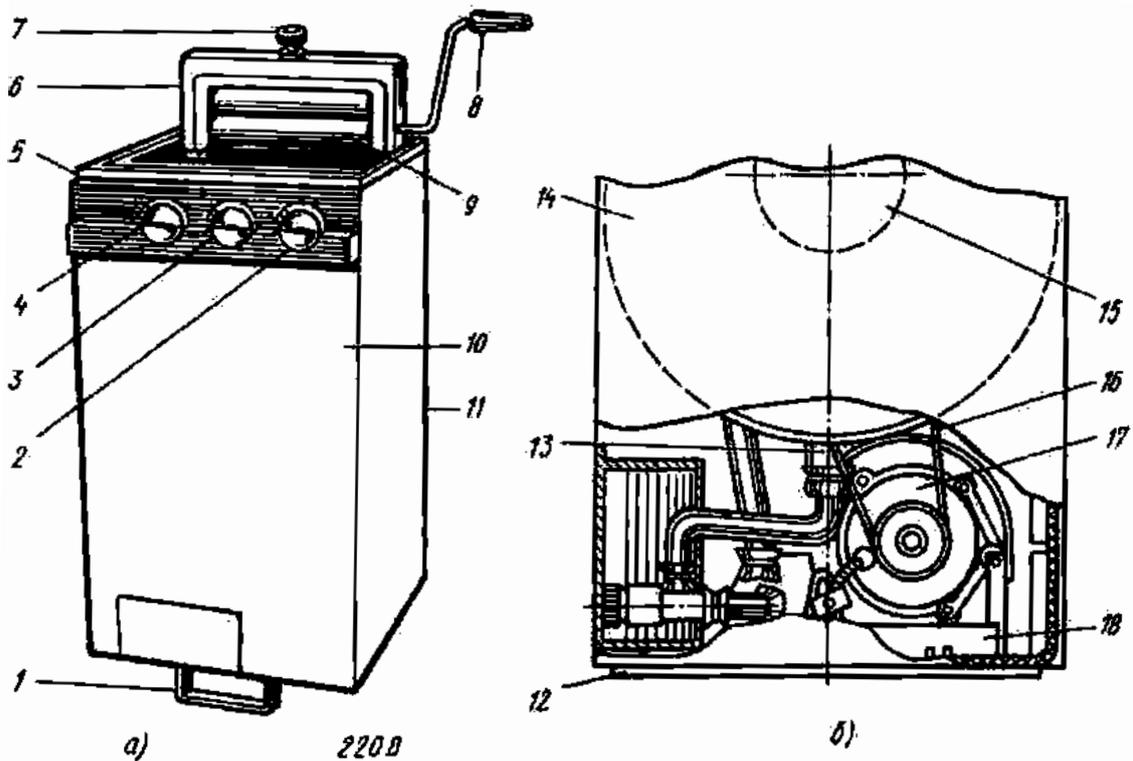


Рис. 3.20. Стиральная машина СМР-2:
 а — внешний вид; б — схема; в — принципиальная электрическая схема; SA1 — переключатель режима стирки; SA2 — выключатель насоса; M1 — двигатель активатора; M2 — двигатель насоса; C1, C2 — конденсаторы; R — резистор режима стирки

Рис. 7.20. Стиральная машина СМР-2: а - внешний вид; б - схема; в - принципиальная электрическая схема; SA1 — переключатель режима стирки; SA2 — выключатель насоса; M1 — двигатель активатора; M2 — двигатель насоса; C1, C2 — конденсаторы; R — резистор режима стирки

Стиральная машина СМП-2Д (рис. 7.21). При проектировании базовой модели СМП-2Д в качестве основы взята конструкция машины «Золушка».

Машина состоит из стирального бака 7 с боковым дисковым активатором 8, бака центрифуги 9 с вертикальной корзиной 10, центробежного насоса 12, клапанного устройства 13, системы управления. Стиральный бак и бак центрифуги вместе с верхней панелью представляют собой единую конструкцию. Корпус 6 машины сборный, из двух металлических панелей. Корпус соединен с верхней панелью и баками стяжками. Машина имеет четыре ролика для перемещения

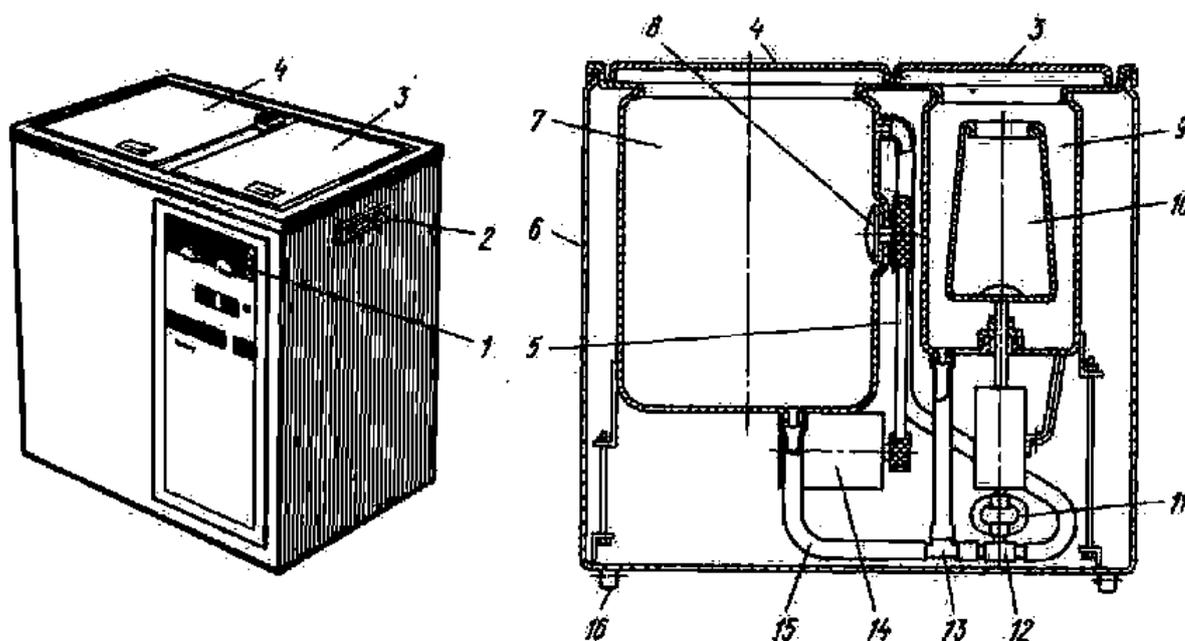
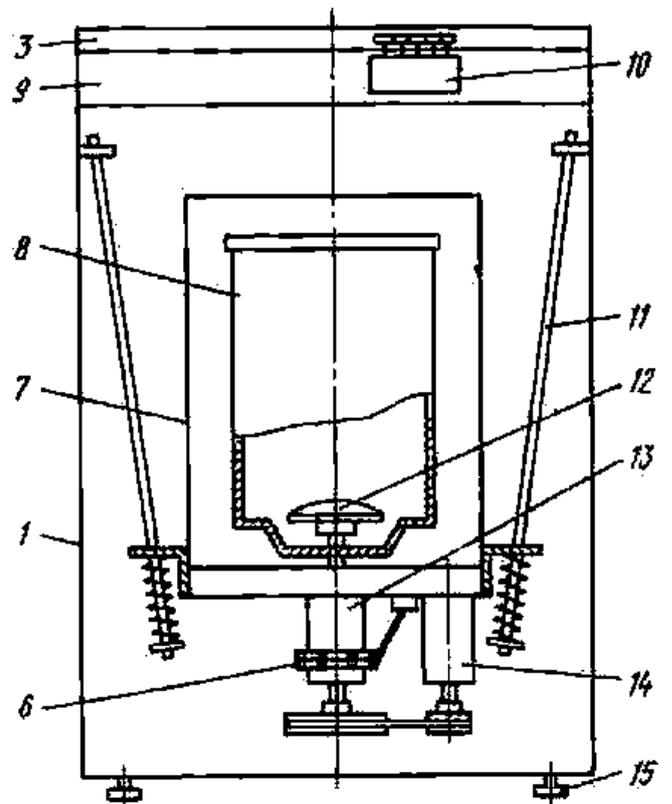
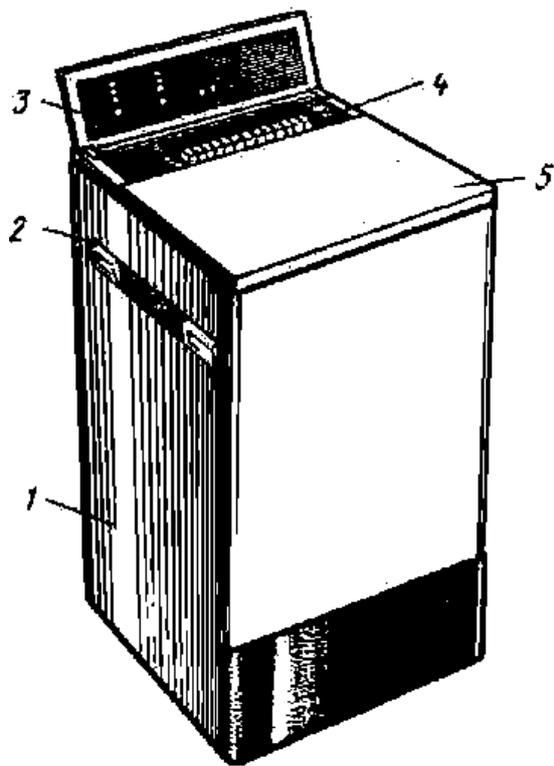
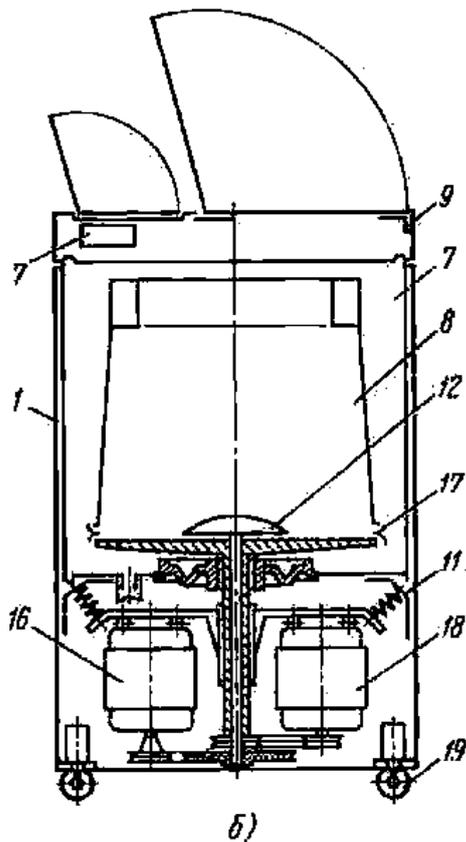


Рис.7.21. Стиральная машина СМП-2Д: а - внешний вид; б - схема; 1 - пульт управления; 2 - ручка для переноса; 3 - крышка центрифуги; 4 - крышка бака; 5 - ременная передача. 5 - корпус; 7 - бак, 6 - активатор; 9 - центрифуга; 10- барабан центрифуги (корзина); 11—муфта- 12 — насос 13- клапанное устройство. 14 - электродвигатель; 15 - гидросистема; 16 – роликовые опоры

по полу. Загрузочные отверстия бака для стирки и бака для отжима закрываются автономными крышками. Центрифуга работает только при закрытой крышке (блокировка от возможного травматизма). Центробежный насос 12 установлен на корпусе и соединен шлангами с клапанным устройством 13. В некоторых моделях вместо автоматического устройства



а)



б)

Рис. 7.22. Стиральная машина СМП-2 (СМП-3): а - с одним двигателем; б - с двумя электродвигателями; 1 — корпус; 2 — ручка для переноса; 3 - крышка пульта; 4 — пульт; 5 — крышка загрузочного люка; 6 — тормоз; 7 — бак; 8 - барабан центрифуги; 9 — верхняя панель; 10 — блок управления; 11 — подвеска; 12 — активатор; 13 — редуктор; 14 — электродвигатель; 15 — опоры; 16 — электродвигатель активатора; 17 — гидроклапан; 18 — электродвигатель центрифуги; 19 — роликовые опоры

применена механическая система переключения с выводом ручки на переднюю панель. Конструкция предохранительного клапана такова, что при

неработающем насосе клапан препятствует поступлению жидкости из стирального бака в бак центрифуги. При включении насоса жидкость из бака центрифуги перекачивается в стиральный бак. Внутренняя гидросистема обеспечивает кольцевую циркуляцию раствора. Пульт управления расположен на передней панели машины и несколько утоплен внутрь, что защищает его от капель. Активатор и корзина центрифуги приводятся в движение разными электродвигателями. Вращающий момент к центрифуге подается через эластичную муфту, которая снижает вибрации машины в момент пуска центрифуги. Для обеспечения трех режимов стирки различных тканей применено универсальное электронное реверсивное устройство (УЭРУ).

Стиральная машина СМП-2 с совмещенными стиральным баком и баком центрифуги (рис. 7.22) (аналогичная модель — СМП-3) является более перспективной, чем двухбаковая машина. Этот тип машин позволяет на базе единой конструкции создавать как полуавтоматические, так и автоматические стиральные машины с различным числом программ. Переход от одного типа машины к другому осуществляется путем введения разных электронных систем управления, унифицированных по размерам. Унифицированные электронные системы на базе микропроцессоров описаны в гл. 6. Поэтому в настоящем разделе ограничимся только описанием механической части машины.

Машина СМП-2 (СМП-3) имеет три режима стирки по виду ткани: хлопчатобумажная, синтетика и шерсть. Номинальная загрузка при этом соответственно 2; 1,5; 1 кг. Водный модуль машины с совмещенным баком несколько больше, чем в других типах машин, но это позволяет повысить отстирываемость и отполаскиваемость. Максимальная продолжительность стирки для машины этого типа 25 мин. При этом в бак заливается вода требуемой температуры. Автоматическая машина СМА-2 (на базе конструкции СМП-2) нагревает воду до заданных циклограммой температур. При этом максимальное время стирки не превышает 1,5 ч. Номинальная

частота вращения центрифуги 900—1000 об/мин, что позволяет получить остаточную влажность 65-70 %.

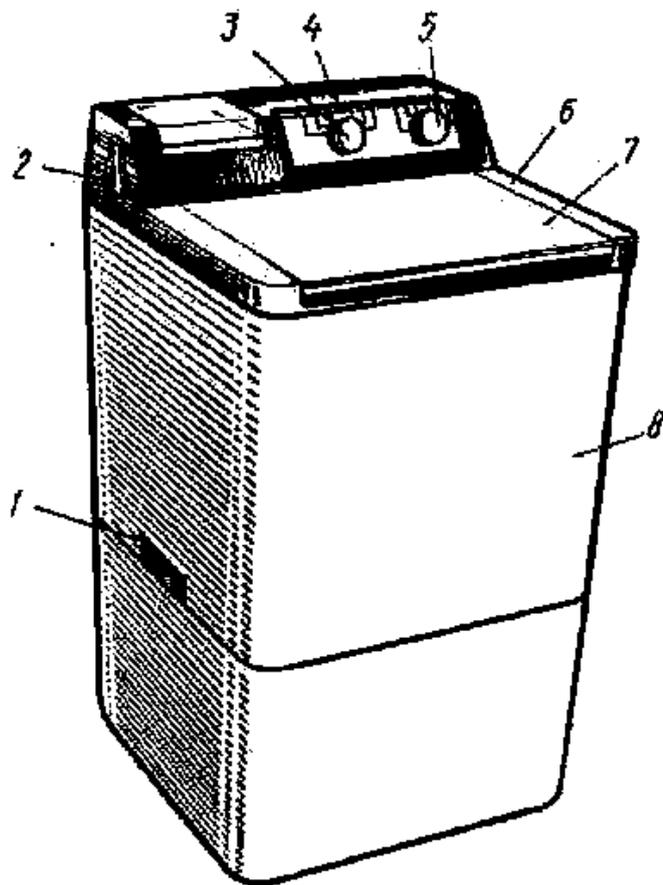


Рис. 7.23. Стиральная машина СМП-2 (СМП-3) в пластмассовом корпусе:
1 - ручка для переноса; 2 - подключение шланга; 3 - ручка управления
временем стирки; 4 - символы программ; 5 - ручка режимов; 6 - верхняя
панель; 7 - крышка загрузочного люка; 8 - корпус

Стиральная машина состоит (рис. 7.22. б) из корпуса 1 с крышкой, бака 7, амортизирующей системы подвески 11 бака, барабана 8 для стирки, полоскания и отжима, активатора 12, гидросистемы для откачки жидкости из бака, узла привода активатора и барабана (редуктор 13, тормоз 6, электродвигатель 14, электронной системы управления (ЭСУ) 10. Узел привода активатора и барабана разработай в двух вариантах. В первом варианте для привода активатора применен один двигатель и специальный редуктор (см. рис. 7.22, а). Во втором варианте установлено два двигателя (отдельно для активатора и центрифуги), в результате чего отпадает необходимость в редукторе. Однако, по мнению авторов, целесообразно

создавать машину с одним двигателем и редуктором. Второй вариант показан на рис. 7.22,б.

Имеется проработка полностью пластмассового варианта такой машины (рис. 7.23), но только в полуавтоматическом режиме работы, так как нагрев раствора до 90 °С в пластмассовом баке проблематичен. Отечественного аналога машина не имеет, так как стиральная машина такого типа разработана впервые. За аналоги разработки приняты модели японских фирм: «Хитачи» и «Националь».

Стиральные машины СМА-3Б и СМА-4Б (рис. 7.24) с верхней загрузкой выпускают на 3 кг сухой ткани (СМА-3Б) и на 4 кг (СМА-4Б).

Конструктивно и по системе управления эти машины практически не различаются. Отличием является объем стирального бака и, как следствие, размеры. Машина СМП-3Б (полуавтоматическая) отличается от машины СМА-3Б отсутствием нагревателя и упрощенной системой управления. Как видно, между машинами СМП-3Б и СМА-3Б довольно большой уровень унификации. Поэтому ограничимся описанием машины СМА-3Б.

Автоматические (полуавтоматические) барабанные стиральные машины с верхней загрузкой (см. рис. 7.24) состоят из основания **15**, корпуса **5** с ручкой **4**, верхней крышки **3**, бака **12**, барабана **8**, системы виброизоляции, электропривода и электронной системы управления. Основание машины представляет собой жестко отбортованный профиль, выполненный методом штамповки. На основании имеются места скрепления для амортизаторов **13** и роликов перемещения (или опор в СМА-4Б). На верхней части основания закреплен электронасос **14** с фильтром **6** и часть блоков электронных систем управления.

Корпус **5** машины состоит из двух штампованных Г-образных профилей с отбортовками в нижней части. Отбортовка служит для крепления облицовки к основанию. На передней панели расположена ниша для сетевого электрошнура и крышки фильтра гидросистемы. Верхняя панель **2** выполнена из пластмассы и соединена со стиральным баком **12** резиновой

манжетой. На верхней панели имеются крышка 3, через которую обеспечивается доступ к загрузочному люку барабана 8, блок клавиатуры 11 и индикации, трехсекционный дозатор, электромагнитная защелка блокировки электропитания.

Стиральный бак состоит из обечайки и двух стенок, соединяемых сваркой или завальцовкой. На дне бака имеется отверстие для сливного патрубка. В стенках бака выштампованы отверстия для установки датчиков температуры, уровня воды и нагревательного элемента. Барабан 8 расположен внутри стирального бака, две полуоси которого установлены в подшипниковых узлах, находящихся на стенках бака. На внутренней поверхности барабана имеются ребра, обеспечивающие перемешивание ткани. На обечайке барабана расположен загрузочный люк.

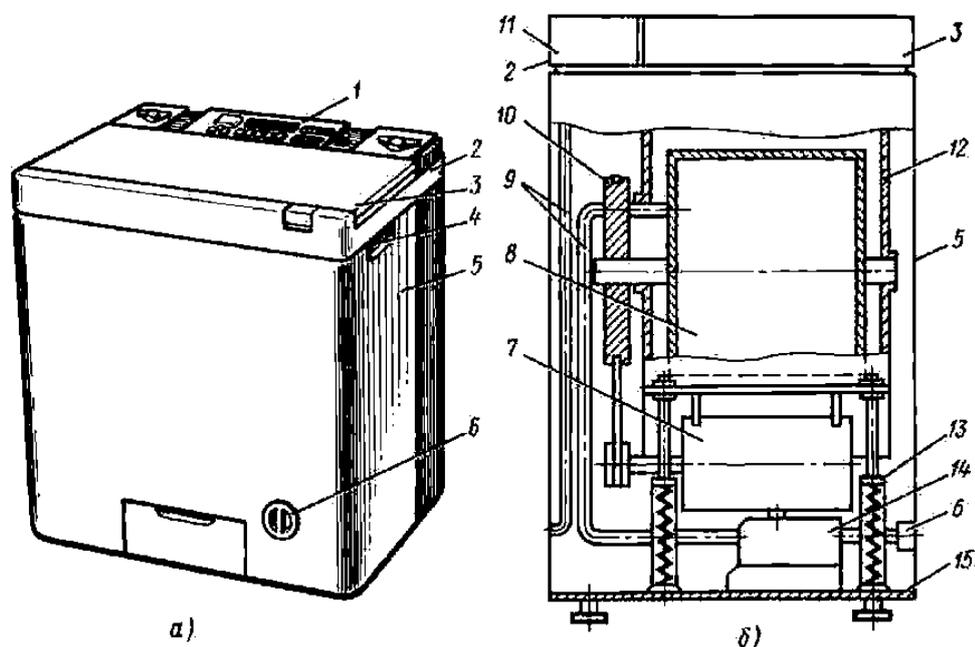


Рис. 7.24. Стиральная машина СМП-ЗБ (СМА-ЗБ и СМА-4Б):
a — внешний вид; *б* — схема; 1 — сенсорная клавиатура; 2 — верхняя панель; 3 — верхняя крышка; 4 — ручка для переноса; 5 — корпус; 6 — фильтр; 7 — электродвигатель; 8- барабан; 9 — гидросистема; 10— привод; 11—пульт; 12 — бак; 13 — амортизатор; 14 — насос; 15 — основание

В качестве системы виброизоляции использована упруго-диссипативная система, состоящая из четырех витых пружин и гасителей колебания вязкого трения. Пружины и гасители колебаний объединены единую конструкцию

(рис. 7.25). Для уменьшения амплитуды колебаний бака в переходных режимах барабана (разгон, торможение) гасители колебаний имеют две ступени сопротивления. Управляющим параметром для переключения ступеней является частота вращения стирального барабана. В качестве исполнительного механизма служит электромагнит, установленный в корпусе амортизатора.

Гидросистема машины состоит из системы заполнения стирального бака моющим раствором и системы откачки отработанной жидкости. Системы заполнения и откачки обеспечивают установку машины как при левых, так и при правых планировках ванных комнат. Система заполнения включает заливные шланги, подсоединенные одним концом к системе водоснабжения, а другим — к резьбовым штуцерам машины, и разветвленный трубопровод с электромагнитными клапанами, обеспечивающий залив воды в машину через дозатор моющих средств. Система откачки состоит из электронасоса **14** (см. рис. 7.24) с фильтром **6**, трубопровода и сливного шланга.

Привод барабана состоит из коллекторного электродвигателя **7** и клиноременной передачи **10** с устройством регулирования натяжения ремня. Электродвигатель с ведущим шкивом установлен на раме машины, а ведомый шкив — на одной из осей стирального барабана.

Автоматическая стиральная машина СМА-4ФБ (рис. 7.26) на 4 кг сухой ткани выполнена на базе машины «Вятка-автомат». Машину отличают современные формы, оригинальные цветовые и графические решения.

Машина состоит из следующих основных частей: корпуса (наружной облицовки) **4**, верхней панели **8**, передней панели с загрузочным отверстием, стирального бака **11**, стирального барабана **6**, системы виброизоляции (гаситель **16**, пружина **7**), узла привода барабана (электродвигатель **15**, клиноременная передача **5**), системы электропитания и блокировки, электронной системы управления. Корпус **4** машины представляет собой коробчатую сварную конструкцию, выполненную из штампованных стальных листов. Корпус является несущей конструкцией. На передней

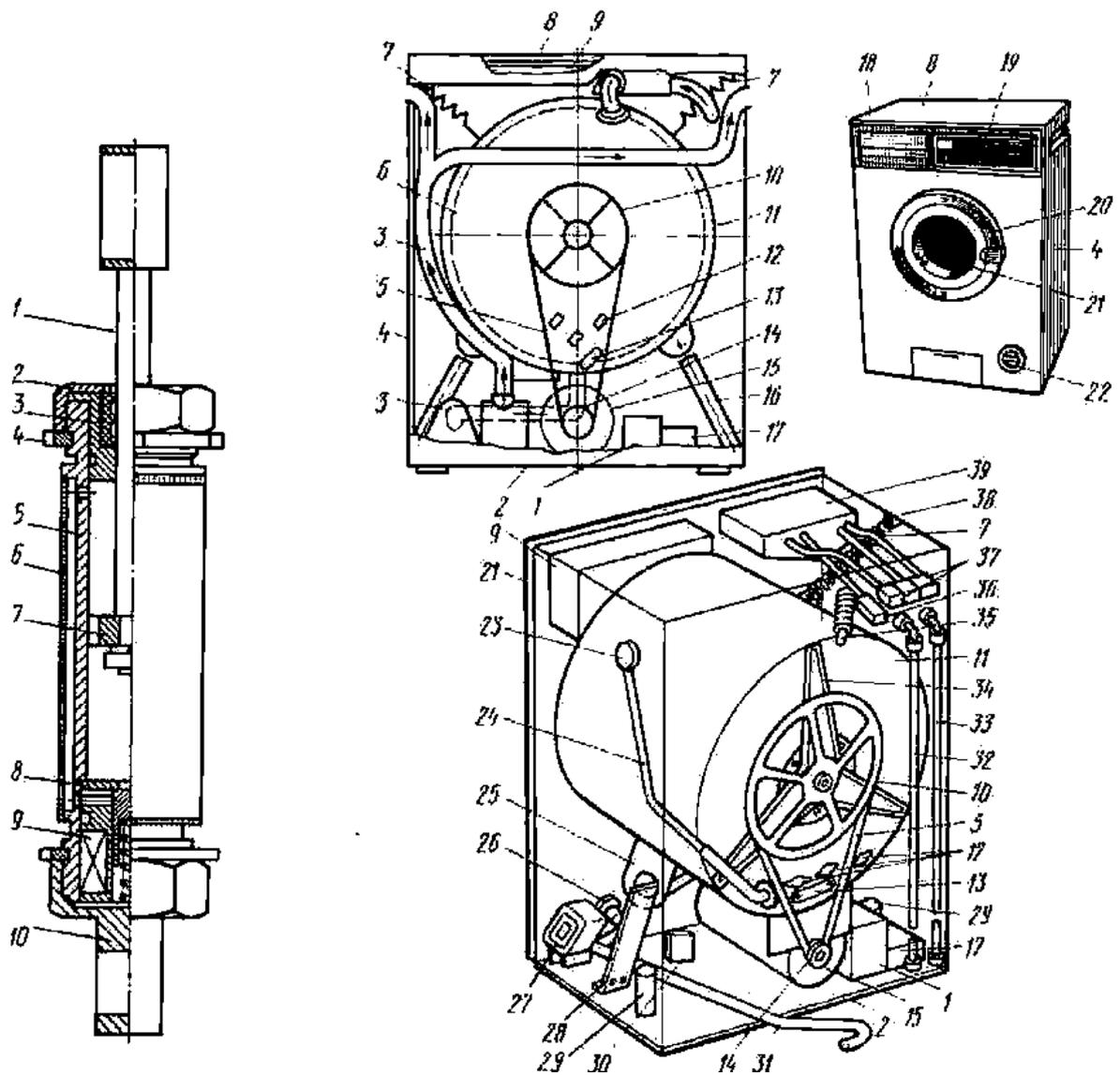


Рис.7.25. Амортизатор: 1- шток; 2 - гайка; 3 - втулка; 4 - контргайка; 5 - внутренний цилиндр; 6 - наружный цилиндр; 7 - поршень; 8 - шайба; 9 - катушка; 10 - гайка

Рис. 7.26. Стиральная машина СМА-4ФБ: 1- блок коммутации; 2 - основание; 3 - гидросистема; 4 - корпус; 5 - клиноременная передача; 6 - барабан; 7 - пружина; 8 - верхняя панель; 9 - блок сенсорной клавиатуры; 10 - верхний шкив; 11 - бак; 12 - датчики температуры; 13 - нагреватель; 14 - нижний шкив; 15 - электродвигатель; 16 - гаситель; 17 - блок питания; 18 - крышка дозатора; 19 - пульт; 20 - крышка загрузочного люка, 21 - передняя панель; 22 - крышка фильтра, 23- реле уровня; 24 - шланг реле уровня; 25 - пластина бака; 26 - фильтр; 27 - насос; 28 - рессора; 29 - конденсатор; 30 - реле РНК; 31 - сливной шланг; 32, 33 - наливные шланги; 34 - крестовина; 35 - отвод конденсата; 36 - клапан КЭН-1; 37 - клапан КЭН-3; 38 - упор пружины; 39 - дозатор

панели корпуса установлена передняя стенка с загрузочным люком. В верхней части корпуса в углублениях с обеих сторон машины установлены поворотные краны для слива отработанного раствора. Корпус имеет четыре регулируемые опоры. Верхняя крышка машины, выполненная из штампованного листа, имеет ровную, гладкую поверхность.

Передняя панель машины выполнена из штампованного стального листа. На ней расположены: в средней части — загрузочный люк круглой формы (люк фиксируется защелкой), в нижней части — ниша для установки поддона для хранения сетевого шнура и слива остатков моющего раствора, а также отверстие для крышки фильтра насоса. На передней части сверху размещена панель пульта управления и дозатор моющих средств. На панели пульта, выполненной из пластмассы, расположены: сенсорная клавиатура управления машины с индикацией и сетевым выключателем, а также установлена и зафиксирована крышка дозатора моющих средств.

Стиральный бак 11 конструктивно собирается из обечайки и двух стенок (одна с загрузочным отверстием), соединенных сваркой. На задней стенке бака выполнены отверстия для установки первичных элементов датчиков уровня и датчика 12 температуры, а также электронагревателя. Бак выполнен из углеродистой стали с последующим горячим эмалированием.

Перфорированный стиральный барабан 6 цилиндрической формы, размещенный внутри стирального бака, собран из обечайки и двух стенок (задней и передней). Передняя стенка имеет круглое загрузочное отверстие. На задней стенке имеется крестовина с полуосью. Полуось установлена в подшипниковый узел, расположенный на задней стенке бака. При сборке полуось барабана фиксируется стопорной пружиной и шайбой. На внутренней поверхности барабана симметрично расположены три ребра, обеспечивающие перемещение белья при стирке. Барабан изготовлен из коррозионно-стойкой стали (листовой) с шероховатостью внутренней поверхности $Ra \leq 1,35$ мкм.

Таблица 7.6. Техническая характеристика базовых моделей параметрического ряда стиральных машин

Показатель	СМ-1	СМ-1.5	СМ Р-1.5	СМР-2	СМП-2Д	СМП-3	СМП-3Б	СМА-3	СМА-3Б	СМ А-4 Б	СМЛ-4БФ
Отстирываемость, %	62/(64)	62/(64)	62/(65)	62/(65)	62/(65)	52/(55)	48/(50)	52/(55)	52/(55)	52/(55)	52/(55)
Потеря прочности, %	16	15	16	16	16	16	12	16	12	12	12
Остаточная влажность, %	—	—	98/(95)	98/(95)	55/(52)	75/(72)	110/(105)	75/(72)	110/(105)	98/(95)	98/(95)
Потребляемая мощность. Вт:	250	370	370	370	—	—	—	—	—	—	—
при стирке	—	—	—	—	370	400	380	400	380	400	400
при отжиге	—	—	—	—	250	600	650	600	650	800	800
с электронагревом	—	—	—	—	1300	1300	1300	1300	2500	2500	2500
Размеры (в нерабочем/рабочем положении), мм											
высота	420	570	750/980	810/980	750	850	750	850	750	850	850
длина	570	500	470/650	440/650	700	530	650	530	650	650	600
глубина	450	480	500/790	450/790	420	530	470	530	470	500	550
Масса, кг	10	15	28	32	59	65	75	65	85	90	95

Примечания: 1. Для машин типа СМА данные по отстирываемости, потере прочности, остаточной влажности приведены по программе обработки сильнозагрязненной хлопчатобумажной ткани.

2. В скобках даны показатели для машин высшей категории качества.

3. Для полуавтоматических и автоматических машин приведена потребляемая мощность (при стирке и отжиге) электропривода.

4. Модель СМА-3 выполнена на базе СМП-3 с совмещенными стиральным баком и баком центрифуги.

Система виброизоляции, гидросистема в системе управления аналогична примененным в машине СМА-3Б.

Основная техническая характеристика базовых моделей параметрического ряда приведена в табл. 7.6.

8. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭНЕРГИИ В БЫТУ

8.1. Особенности сверхвысокочастотной энергии

Сверхвысокочастотная (СВЧ) энергия, используемая для нагрева различных веществ, может быть применена для приготовления пищи, сушки белья, размораживания продуктов и в других бытовых устройствах, где необходима тепловая энергия. Однако широкое распространение СВЧ-энергия получила только в технологии приготовления пищи, что связано с особенностями физического процесса нагрева СВЧ-полей. Под действием переменного поля в веществе возникает поляризация, т. е. направленное перемещение связанных электрических зарядов. Для веществ, в состав которых входит вода, главным видом поляризации является дипольная, вызванная несимметрией расположения атомов водорода относительно атома кислорода. Поляризация молекул со сверхвысокой частотой вызывает трение между ними с выделением теплоты, которая тем больше, чем выше частота f и напряженность E поля. Удельная тепловая энергия, выделяемая веществом, $(\text{Вт}/\text{см}^3)$.

$$P = 0.566\varepsilon' \text{tg}\delta f E^2 10^{-12},$$

где ε' - диэлектрическая проницаемость.

При пересечении СВЧ-полем проводника возникает поверхностный эффект, заключающийся в том, что движение носителей тока вытесняется к поверхности. Чем больше частота, тем больше проявляется действие поверхностного эффекта. Глубина проникновения тока в проводник (см)

$$h = 9,55 \cdot 10^3 / f \varepsilon'^{0,5} \text{tg}\delta.$$

За глубину проникновения принимают глубину, на которой напряженность поля уменьшается в e раз (e — основание натуральных логарифмов) (табл. 8.1).

Глубина проникновения электромагнитного поля в вещество уменьшается с увеличением f , ε' , $\text{tg}\delta$, а выделяемая тепловая энергия повышается. Исходя из этого, рабочая частота для СВЧ-приборов должна

быть, выбрана из компромиссных соображений. В настоящее время решением Международной комиссии по радиочастотам для бытовых СВЧ-приборов выделена частота 2450 МГц.

Таблица 8.1. Глубина проникновения поля частотой 2450 МГц в различные продукты температуре 18...25 °С

Продукт	ϵ'	$tg\delta$	Глубина проникновения поля, см
Мясо (говядина)	48...50	0,35...0,38	1,1...1,3
Свиной шпик, жир	3.2	0,86	5...6
Рыба (треска, судак)	44...52	0.37...0,39	1,5...1,7
Картофель	51...59	0.23...0,28	1,8...2,4
Свекла	48...52	0,25...0,26	2...2,2
Яблоки	54...60	0,23...0,27	1,6...1,8

СВЧ-нагрев по сравнению с другими способами нагрева обладает следующими преимуществами:

1. При СВЧ-нагреве генерация теплоты происходит внутри самого нагревательного продукта. Если при тепловой обработке продуктов традиционными способами расходуется теплота на нагрев посуды и окружающей среды, то в СВЧ-приборах почти вся теплота идет на нагрев продуктов, а посуда нагревается незначительно в результате получения теплоты от горячего продукта. Таким образом, непроизводительные потери теплоты значительно снижаются.

2. Продолжительность тепловой обработки продуктов СВЧ-энергией значительно сокращается (табл. 5.2).

3. За счет сокращения времени тепловой обработки СВЧ-энергией снижаются потери массы продуктов на 10—30% при сохранении витаминов, органических и минеральных веществ, естественного цвета и вкусовых качеств.

Таблица 8.2. Технологические процессы обработки продуктов и время тепловой обработки

Продукт	Диэлектрическая проницаемость	Тангенс угла диэлектрических потерь	Глубина проникновения поля, см
Мясо (говядина)	48—50	0,35—0,38	1,1 — 1,3
Свиной шпик, жир	3,2	0,86	5—6
Рыба (треска, судак)	44—52	0,37—0,39	1,5—1,7
Картофель	51—59	0,23—0,28	1,8—2,4
Свекла	48—52	0,25-0,26	2—2,2
Яблоки	54—60	0,23—0,27	1,6—1,8

1. При СВЧ-нагреве генерация теплоты происходит внутри самого нагревательного продукта. Если при тепловой обработке продуктов традиционными способами расходуется теплота на нагрев посуды и окружающей среды, то в СВЧ-приборах почти вся теплота идет на нагрев продуктов, а посуда нагревается незначительно в результате получения теплоты от горячего продукта. Таким образом, непроизводительные потери теплоты значительно снижаются.

2. Продолжительность тепловой обработки продуктов СВЧ-энергией значительно сокращается (табл. 8.2).

3. За счет сокращения времени тепловой обработки СВЧ-энергией снижаются потери массы продуктов на 10—30% при сохранении витаминов, органических и минеральных веществ, естественного цвета и вкусовых качеств.

4. При применении СВЧ-приборов в быту снижаются затраты электроэнергии (на 50—70 %) по сравнению с применением электроплит.

5. Простота уборки рабочей камеры после приготовления блюд обусловлена тем, что во время тепловой обработки продукты не подгорают.

Таблица 8.2. Технологические процессы обработки продуктов и время тепловой обработки

Процесс	Продукт, блюдо	Масса, кг	Время приготовления, мин
Размораживание	Мясо	1.5	45
	Цыпленок	1.5	30
	Отбивные	0.3	8
	Рагу	0.3	5
	Малина	0,3	3
	Пирог	0.2	1,5
	Бисквитное кольцо	0.5	1
Приготовление блюд	Индейка	3	80
	Курица	1	30
	Плов	0.2	13
	Телятина	0.2	12
	Пирог	1	10
	Гречневая каша	0.15	8
	Компот из сухофруктов	0,2	5
	Отварная рыба	0.15	5
	Печеный картофель	0,4	4
	Сосиски	0,02	0,45
Разогрев блюд	Второе блюдо	0.2	3
	Суп	0,6	2
	Бульон	0,5	1.5
	Бутерброд	0.1	0,3
	Булочка	0,1	0,3

6. После приготовления блюд меньше загрязненной посуды, так как продукты могут подвергаться тепловой обработке непосредственно в сервировочной посуде.

Однако при перечисленных преимуществах СВЧ-приборы не могут полностью заменить традиционные приборы для приготовления пищи. Как правило, СВЧ-приборы являются хорошим дополнением к оборудованию кухни. Это объясняется тем, что получаемые при приготовлении на СВЧ-приборах блюда не имеют традиционного вида, а сохраняют вид полуфабрикатов, который имеет продукт до тепловой обработки. Например, некоторые блюда привычны после обжаривания с аппетитной румяной

корочкой, а получение ее в СВЧ-приборах затруднительно: необходимо применение специальных дополнительных устройств, которые, увеличивая на 50 % время и энергозатраты, повышают стоимость приготовления.

Сравнительно высокая стоимость СВЧ-приборов по сравнению с традиционными электрическими и газовыми плитами существенно влияет на их приобретение и внедрение в быт.

8.2. Сверхвысокочастотные бытовые приборы

8.2.1. СВЧ-печи

СВЧ-нагрев является одним из наиболее прогрессивных способов тепловой обработки продуктов в процессах размораживания, разогрева и приготовления готовых блюд. В связи с этим СВЧ-приборы завоевывают все большую популярность на мировых рынках.

Первые СВЧ-печи бытового назначения появились в конце сороковых годов, а их массовое производство в наиболее развитых странах началось в шестидесятых годах. В настоящее время бытовые СВЧ-печи производят США, Япония, Великобритания. Наиболее широкое распространение СВЧ-печи получили в Японии и США. Большинство СВЧ-печей, выпускаемых за рубежом, составляют многорежимные модели, в которых один или два режима предусмотрены для размораживания продуктов.

СВЧ-печи «Электроника ЗС» (рис. 8.1) выпускается только в настольном исполнении. Конструкция включает в себя следующие основные блоки и узлы: рабочую камеру, вентилятор, панель управления, генератор электромагнитных колебаний с волноводной системой; блок электроэлементов; высоковольтный трансформатор.

В рабочей камере печи расположена вращающаяся тарелочка, на которую устанавливают посуду с приготовляемым продуктом. Камера плотно закрывается дверкой 7 со смотровым окном и замком 1, причем при открывании дверцы во время работы печи в любом из рабочих режимов печь автоматически отключается. Вентилятор охлаждает генератор и обдувает

рабочую камеру. Панель управления состоит из электронного реле времени и выключателя «сеть».

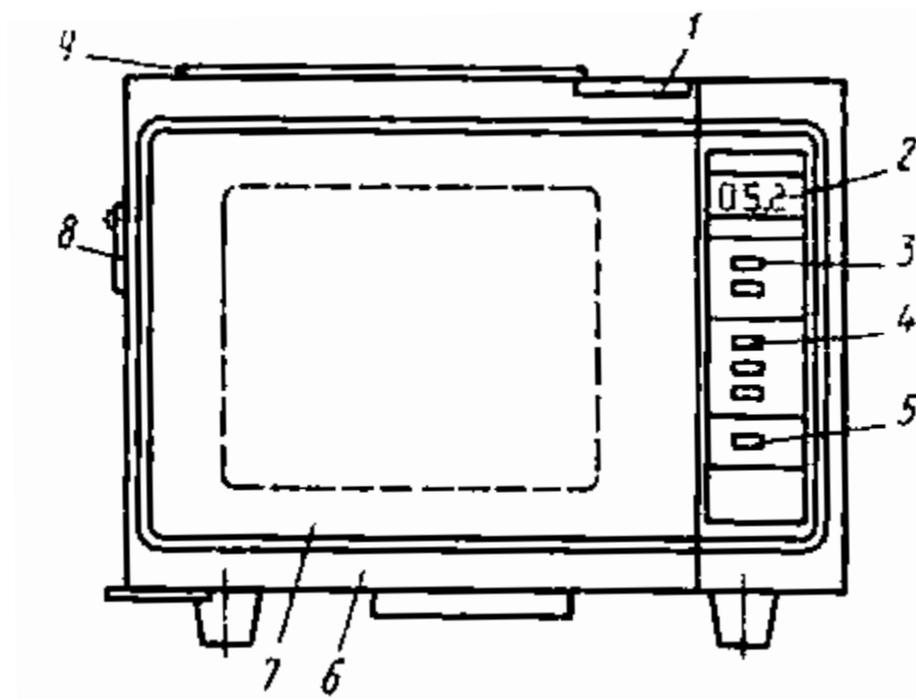


Рис.8.1. СВЧ-печь «Электроника 3С»

Все функционально законченные узлы и блоки, соединенные один с другим с помощью разъемов, смонтированы в корпусе 6, выполненном из металла, и покрыты лаком. Панель управления включает в себя: световое табло 2, кнопки 3 набора времени, кнопки 4 режимов, кнопку 5 «сеть». Задание временного интервала осуществляется двумя кнопками — «быстро» и «замедленно» (на цифровом табло). Дискретность отсчета заданного интервала 10 с. Включение режима работы обеспечивается нажатием одной из кнопок («жарить», «парить», «разморозить»), при этом отсчет заданного временного интервала осуществляется в обратном счете до нулевого значения. На верхней панели корпуса расположена крышка 9 вентиляционного канала. На левой панели корпуса размещена крышка 8 окна люка для замены лампы освещения камеры. На задней панели корпуса расположены предохранители и сетевой шнур.

Техническая характеристика СВЧ-печи «Электроника-3С»

Напряжение питающей сети, В.....	220±10
Потребляемая мощность, Вт.....	1320 ₋₁₅ ⁺¹⁰ %
Мощность в рабочей камере. Вт в различных режимах:	
«жарить».....	550
«парить»	410
«разморозить».....	270
Полезный объем рабочей камеры, л.....	27
Плотность потока утечки электромагнитной энергии за пределы корпуса печи на расстояние 0,5 м и от поверхности печи, мкВт/см ² , не более.....	10
Размеры, мм:	
длина.....	600
высота.....	450
глубина.....	420
Масса, кг.....	45
Рабочая частота, МГц.....	2450

Основные направления совершенствования СВЧ-печей включают в себя: совершенствование магнетрона, волновода и камеры; обеспечение безопасности излучения СВЧ-энергии; обеспечение равномерности тепловой обработки продуктов при приготовлении блюд, включая создание эффекта подрумянивания; совершенствование системы управления, индикации, сигнализации и контроля с применением микропроцессоров.

8.2.2. СВЧ-размораживатели

Производство и спрос на СВЧ-размораживатели обусловлены значительным увеличением производства и продажи замороженных продуктов в странах Западной Европы, Японии и США. Например, в США производство замороженных продуктов на душу населения еще в период

1975—1980 гг. выросло на 19,7 %, а в Швеции на 44,8%. Применявшиеся традиционные способы размораживания воздухом и проточной водой стали неэффективны, занимали много времени и не обеспечивали сохранность питательных веществ в продукции. Это стимулировало расширение производства и продажи СВЧ-размораживателей.

Размораживание продуктов в СВЧ-поле происходит значительно быстрее благодаря их объемному нагреву, при этом питательная ценность продуктов сохраняется лучше (см. табл. 8,2). Особенностью размораживания, происходящего в СВЧ-поле, является резкое изменение диэлектрических свойств пищевых продуктов при переходе из замороженного в размороженное состояние. Однако это приводит к некоторым техническим затруднениям при практическом применении метода. В замороженных продуктах диэлектрическая проницаемость и фактор потерь приближается к параметрам льда, а после размораживания они резко увеличиваются. Вследствие этого оттаявшие участки продуктов быстро перегреваются и процесс становится неуправляемым.

В результате такой обработки может оказаться, что отдельные части продуктов будут готовы к употреблению, а другие останутся еще не размороженными. Такое положение является следствием неравномерной тепловой обработки продуктов в рабочих камерах СВЧ-приборов, так как процесс размораживания происходит в поле стоячей волны. Поэтому равномерный нагрев продуктов, особенно при их размораживании, является основной проблемой, стоящей перед проектировщиками СВЧ-приборов.

Для равномерного нагрева продукт механически перемещают внутри камеры, помещая его на подставку, которая довершает вращательное, поступательное или вращательно-поступательное движение. Другим способом для равномерного нагрева продукта возмущение картины электромагнитного поля внутри камеры с помощью использования специальных металлических отражателей - стирреров, создающих фазовые сдвиги векторов электрических полей и тем самым способствующих более

равномерному нагреву. Эти способы, повышающие равномерность нагрева при тепловой обработке, не решают указанной проблемы при размораживании продуктов. Проблема равномерного нагрева, особенно при размораживании, разрешена комплексным применением указанных способов, путем так называемого «автоматического цикла размораживания» совместно со стирrerом и вращающейся подставкой

«Автоматический цикл размораживания» предусматривает периодический режим работы СВЧ-генератора на более низком уровне выходной мощности. Периодичность работы СВЧ-генератора составляет 20...40 с. Паузы между кратковременной работой генератора служат для выравнивания температуры внутри нагреваемого продукта путем передачи тепла нагретых участков в менее нагретые.

Исследования, проведенные специалистами, позволяют сделать следующие выводы по СВЧ-размораживанию;

- 1) по биологической ценности мясо, прошедшее СВЧ-обработку, практически не отличается от продукта, размораживание которого получено традиционным путем;
- 2) по органолептическим свойствам рыба, размороженная СВЧ-способом, лучше рыбы, размороженной традиционным способом.

Влияние СВЧ-обработки на пищевые продукты, в том числе и на витамины, является предметом достаточно сложных исследований. Так, проблема использования электромагнитных СВЧ-печей для размораживания овощей и фруктов, подвергнутых низкотемпературному замораживанию, недостаточно изучена и ограничено освещена в литературе. Установлено, что размораживание в поле СВЧ-энергии приводит к меньшим потерям неорганических веществ. При традиционном способе размораживания часть минеральных веществ теряется вместе с вытекающей влагой. При СВЧ-размораживании потери влаги меньше и, как следствие, меньше потери неорганических веществ.

8.2.3. СВЧ-сублиматоры

СВЧ-сублиматоры считаются одним из перспективных видов бытовых приборов. Сублимированные продукты сохраняют не только питательные вещества гораздо лучше, чем сушеные или термообработанные, но и присущую им форму, цвет, запах. Упакованные в полиэтиленовую тару, сублимированные продукты могут храниться несколько лет в обычных условиях. Для восстановления сублимированного продукта достаточно его увлажнить, опустив в воду.

Процесс сублимационной сушки продуктов заключается в том, что испарение влаги из продукта происходит после предварительного замораживания. К быстрозамороженному продукту при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже подводят тепло или СВЧ-энергию. Происходит испарение (сублимация) влаги, находящейся в твердом состоянии (лед), без перехода в жидкое состояние.

Конструктивно СВЧ-сублиматоры представляют собой соединение морозильника и СВЧ печи. В камеру СВЧ-печи вводят испаритель морозильника, позволяющий снизить температуру в камере до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. В эту же камеру вводят СВЧ-энергию от магнетронного генератора. Управляя температурой в камере, мощностью и временем работы магнетрона, можно обеспечить оптимальный технологический режим не только сублимации, но и приготовления пищи к заданному моменту времени без участия потребителя. Загрузив подготовленный к приготовлению продукт, охлаждают камеру, что позволяет хранить продукт в течение нужного времени. К заданному сроку, который устанавливают на пульте микропроцессорного управления сублиматором, включается СВЧ-генератор и продукт доводится до готовности. В этом отношении очень удобны замороженные продукты, изготовленные пищевой промышленностью.

Объем производства замороженных продуктов (вторых блюд, мясных и овощных наборов, фруктов, ягод) будет постоянно увеличиваться, а использование их в быту значительно улучшит ассортимент, обеспечив этим

рациональное питание (с позиций витаминосождения и калорийности) и сократив время для приготовления пищи.

8.3. Испытание сверхвысокоочастотных бытовых приборов

Испытания сверхвысокоочастотных бытовых приборов имеют некоторые особенности, связанные с измерением СВЧ-мощности. Остальные параметры (потребляемая мощность, соответствие требованиям электробезопасности и др.) проверяют в соответствии с ГОСТ 14087—80.

Измерение СВЧ-мощности. Стандартным прибором сделать это не всегда удается. Поэтому заводы — изготовители СВЧ-печей рекомендуют принять калориметрический метод следующим образом.

1. Подготовить печь к включению согласно руководству по ее эксплуатации и поместить в рабочую камеру печи кастрюлю из жаропрочного стекла объемом 1.5 л с 0,001 м³ (1 л) питьевой воды.
2. Подготовить печь к включению, предварительно замерив температуру воды, помещаемой в камеру печи.
3. Нажать кнопку «сеть» на передней панели печи.
4. Набрать на световом табло 3 мин 10 с, нажав сначала кнопку «быстро», а затем «замедленно».
5. Нажать кнопку «жарить» («парить» или «размораживать»).
6. После окончания работы таймера одну минуту перемешивать воду в кастрюле термометром, не касаясь стенок и дна кастрюли. Измерить температуру, выключить печь.
7. Подсчитать мощность в камере по формуле:

$$N = (T_2 - T_1)(\rho_1 V_1 c_1 + m c_2) / \tau,$$

где T_1 - начальная температура воды, К; T_2 - конечная температура воды, К; ρ_1 - плотность воды, кг/м³; V_1 - объем воды, м³; c_1 - удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К), ($c_1 = 4190$ Дж/(кг·К)); m - масса кастрюли, кг; c_2 - удельная теплоемкость кастрюли, Дж/(кг·К): ($c_2 = 838$ Дж/(кг·К)); τ - время нагрева, с.

Функционирование печи при отклонениях напряжения.

Функционирование проверяют следующим образом.

1. Устанавливают напряжение питания печи 198 В.
2. Определяют мощность в рабочей камере печи. Мощность в рабочей камере в режиме «жарить» (100% мощности в камере) должна быть не менее 150 Вт.
3. Устанавливают напряжение питания печи 242 В.
4. Определяют мощность в рабочей камере печи, которая в режиме «жарить» должна быть не более 800 Вт.

Проверка плотности потока утечки электромагнитной энергии. Проверку производят измерителем плотности потока мощности типа ПЭ-9Р на расстоянии 0,5 м от поверхности печи. Для этого необходимо сделать следующее:

- 1) подготовить измеритель плотности к включению согласно инструкции по эксплуатации;
- 2) подготовить печь к включению; при проведении испытаний по данной методике в печь поместить кастрюлю из жаропрочного стекла с 0.0002 м³ (0.2 л) воды;
- 3) нажать кнопку «сеть» на передней панели печи;
- 4) набрать на световом табло 24 мин 30 с, нажав сначала кнопку «быстро», а потом «замедленно»;
- 5) нажать кнопку «жарить»; через 1 мин начать измерение утечки плотности потока электромагнитной энергии; каждые 2 — 3 мин необходимо менять воду, при замене воды печь должна быть выключена;
- 6) в процессе измерения в каждой точке антенна должна поворачиваться вокруг своей оси на угол не менее 90°; за отсчет принимают максимальное показание прибора (измерителя); при измерении пространство вокруг печи на расстоянии не менее 2 м должно быть свободно от металлических конструкций;
- 7) выключить печь.

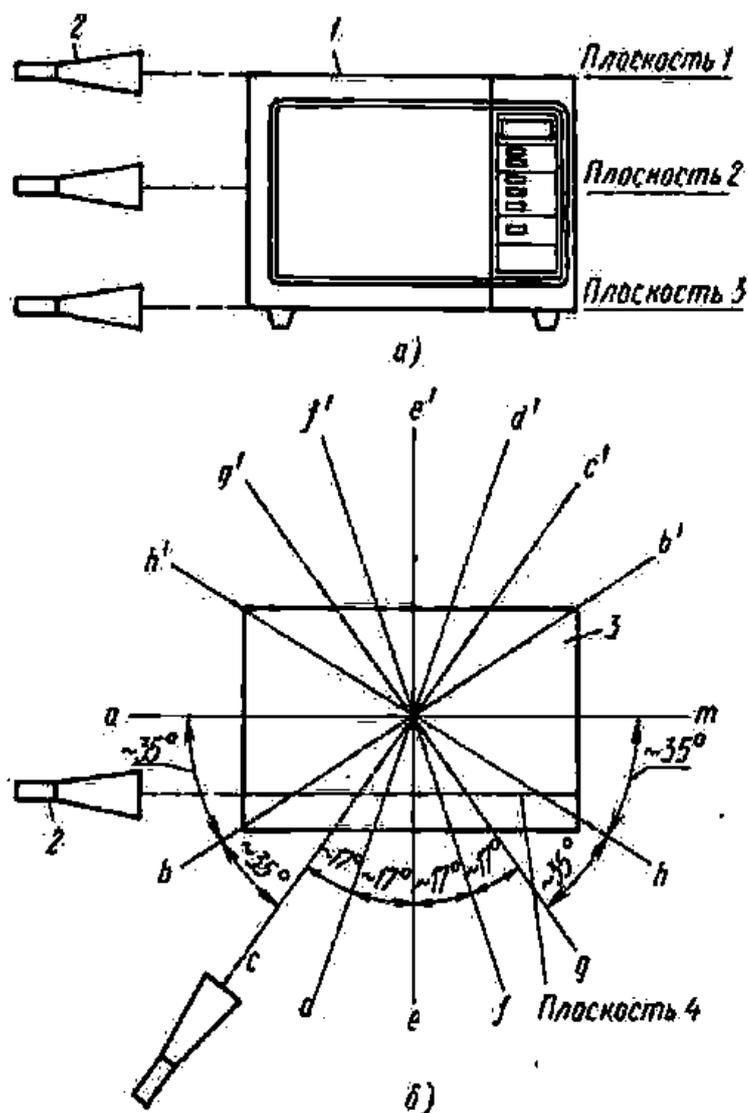


Рис. 8.2. Измерение плотности потока утечки СВЧ-печей: *а* — измерение в плоскостях 1, 2, 3; *б* — измерение в плоскости 4 (*а...м* - точки измерения); *1* — СВЧ-печь (вид спереди); *2* — антенна измерительного прибора; *3* — СВЧ-печь (вид сбоку)

При проведении приемосдаточных испытаний максимальную плотность потока утечки электромагнитной энергии замеряют путем перемещения антенны измерителя вдоль линии сопряжения дверцы с камерой печи и в плоскости смотрового окна дверцы и перпендикулярно нижней плоскости редуктора.

При проведении периодических испытаний замер плотности утечки производится согласно рекомендациям Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены.

Измерение производится в четырех плоскостях (рис. 8.2): первая плоскость — на уровне верхней плоскости печи; вторая — на уровне полувывоты корпуса печи; третья — на уровне нижней плоскости корпуса печи; четвертая — плоскость сопряжения дверцы с камерой, а также в центральной точке смотрового окна дверцы.

9. УНИВЕРСАЛЬНАЯ КУХОННАЯ МАШИНА

Универсальная кухонная машина представляет собой комплекс приборов для проветывания мяса, чистки картофеля, сбивания крема, приготовления

теста и др. В течение 3...4 мин на этой машине можно очистить до 1,5 кг картофеля, замесить тесто из 1 кг муки, размолоть зерна кофе и т. д. Основные ее узлы: электропривод, редуктор, мясорубка, тестомесилка, шинковка, картофелечистка, соковыжималка, смеситель и кофейная мельница. Все рабочие механизмы приводятся в действие при помощи электрического привода.

Электропривод состоит из электродвигателя, укрепленного на подставке, корпуса с замками для крепления редуктора или других рабочих механизмов и пакетного выключателя. Электродвигатель однофазный коллекторный, устанавливается в коническом корпусе вертикально валом вверх. На вал ротора насажена пластмассовая полумуфта для соединения с рабочими механизмами или редуктором. Потребляемая мощность 350 *вт*, скорость вращения 8000 *об/мин*. Режим работы двигателя повторно-кратковременный. Продолжительность непрерывной работы 10 *мин*. Непосредственно от вала двигателя приводится во вращение соковыжималка, смеситель и кофейная мельница. Электродвигатель выпускается на одно из номинальных напряжений: 127 или 220 *в*.

Редуктор (рис. 9.1) предназначается для уменьшения скорости вращения электродвигателя при передаче движения к рабочим механизмам (мясорубке, тестомесилке, шинковке и картофелечистке). Он состоит из коробки, внутри которой размещаются шестереночные передачи от ведущего вала к трем выходным шпинделям, приводной полумуфты для соединения с электродвигателем и трех защитных колпаков, закрывающих гнезда шпинделей редуктора. Сверху коробка редуктора закрывается крышкой и крепится четырьмя винтами. Редуктор имеет три гнезда для присоединения приборов — два боковых (*М* и *Б*) и одно верхнее. Выходные валики имеют следующие обороты: валик гнезда *М* (медленно) - 74 об/мин; гнезда *Б* (быстро) — 258 об/мин; верхнего гнезда — 148 об/мин. К верхнему валику редуктора присоединяется картофелечистка, которая крепится двумя винтами, выступающими над крышкой коробки редуктора. Ведущий вал

картофелечистки соединяется с валом редуктора при помощи зубчатой полумуфты. К боковому валику в гнезде *М* присоединяется мясорубка и через специальный угловой редуктор - тестомесилка для замеса крутого теста. К боковому валику в гнезде *Б* - шинковка и через специальный угловой редуктор тестомесилка для замеса жидкого теста. На выходе всех валиков из коробки редуктора установлены фетровые сальники. Вращающиеся части редуктора имеют подшипники скольжения. Крепление приборов к валикам в боковых гнездах осуществляется винтами-барашками. Редуктор устанавливается на электропривод так, чтобы приводная резиновая полумуфта редуктора совпала с полумуфтой электропривода, и закрепляется двумя специальными замками.

Рабочие механизмы. Мясорубка предназначена для приготовления фарша из мяса. Она состоит из корпуса, шнека с коротким хвостовиком, шайбой и пружиной, ножа, "ножевой решетки, пластмассовой воронки, деревянного толкача и длинного хвостовика с шестигранником.

При сборке длинный хвостовик, имеющий на конце шип, с надетой на него шайбой, вставляется в шнек так, чтобы шестигранник плотно вошел во впадину шнека, После этого на шнек надевается корпус. На коротком конце шнека помещаются пружина, нож. ножевая решетка и наворачивается накидная гайка. Нож должен быть расположен плоской стороной к ножевой решетке. Накидную гайку не следует сильно затягивать, чтобы избежать перегрузки двигателя и преждевременного износа редуктора.

Шип хвостовика собранной мясорубки вставляется в вырез в выходном валике гнезда *М* редуктора так, чтобы выступ у основания корпуса в мясорубке вошел в паз на торце гнезда редуктора. Мясорубку на редукторе закрепляют винтом-барашком.

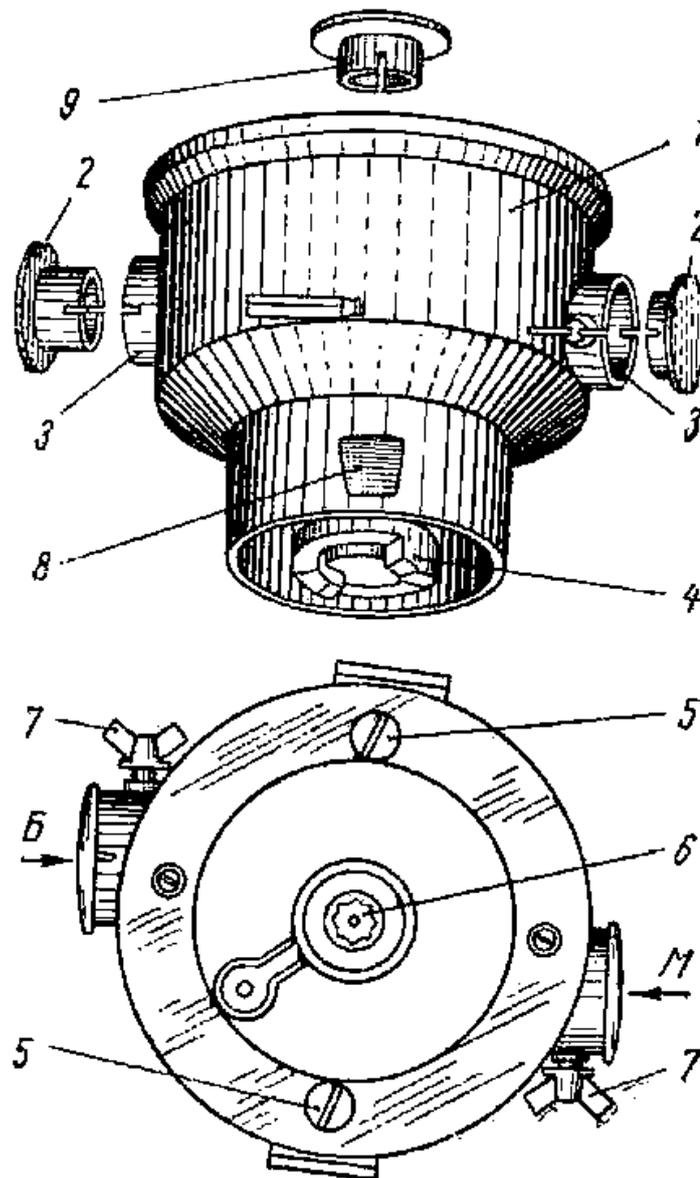


Рис. 9.1. Редуктор: 1 — корпус; 2 и 9 — защитные колпачки; 3 — боковое гнездо; 4 — муфта; 5 — винт; 6 - верхнее гнездо; 7 ~ винт-барашек; 8 — выступ

Тестомесилка применяется для замеса теста. Она состоит из углового редуктора, стеклянной чаши и двух мешалок-прямой — для замеса жидкого теста и изогнутой — для замеса густого теста. Стеклянная чаша вставляется в отверстие подставки так, чтобы выступы подставки вошли в пазы чаши, и поворачивается до упора. Угловой редуктор имеет две конические шестерни с передачей 1:2,4. Мешалки крепятся к валу редуктора мешалок с помощью винта-барашка, который должен быть туго завинчен. Угловой редуктор

вставляется в основной так, чтобы хвостовик плотно вошел в гнездо основного редуктора.

Для замеса густого теста тестомешалка включается в гнездо *М*, а для замеса жидкого — в гнездо *Б*. Для приготовления теста в чашу наливается вода, кладутся дрожжи и включается электродвигатель. После растворения дрожжей, постепенно всыпается мука. При замесе крутого теста количество муки не должно превышать одного килограмма.

Шинковка служит для резки овощей с помощью трех сменных вращающихся дисков для разных видов резки. Она состоит из корпуса, валика, режущих дисков, гайки с барашками, крышки и подающей лопатки с рукояткой. При сборке в корпус вставляется валик, на него надевается один из трех дисков режущей кромкой к корпусу и крепится гайкой с барашками. Для безопасности режущий диск закрывается так, чтобы выступы на внутренней поверхности крышки вошли в прорези обода корпуса. После этого хвостовик собранной шинковки вставляется в гнездо редуктора так, чтобы выступ у основания корпуса вошел в паз на торце гнезда редуктора. Шинковка к редуктору прикрепляется винтом-барашком. Шинковку можно присоединять к валикам в гнездах редуктора с надписями *М* и *Б*.

Разрезанные на большие куски овощи закладываются в корпус шинковки и прижимаются к режущему диску во время его вращения подающей лопаткой. Толщина ломтиков зависит от силы нажима на рукоятку подающей лопатки и скорости вращения режущего диска. Чем медленнее вращается диск и сильнее нажим, тем ломтики толще и, наоборот, чем быстрее вращается диск и слабее нажим - тем тоньше.

Картофелечистка состоит из алюминиевого цилиндрического корпуса, терочных цилиндра и диска, стержня с рукояткой и крышки. При сборке в корпус вставляется терочный цилиндр так, чтобы выступы на внутренней поверхности корпуса вошли в прорези на наружной поверхности цилиндра. На конец ведущего валика надевается терочный диск. Зацепление их происходит за счет имеющихся на конце валика поперечного штифта, а в

диске диаметального паза. Стержень с рукояткой ввертывается в диск до его установки в корпус. Картофелечистка присоединяется к верхнему валу редуктора. При правильной установке она не должна сниматься с редуктора. После заполнения картофелечистки картофелем и водой до уровня выступов терочного диска, ее закрывают крышкой и включают двигатель. За 3...4 мин с помощью картофелечистки можно очистить до полутора килограммов картофеля.

Соковыжималка предназначена для получения сока из фруктов, ягод и овощей. Закладываемые в нее продукты измельчаются терочным диском и отбрасываются на стенки корзинки за счет центробежной силы, а сок через отверстия корзинки попадает в корпус, а затем стекает в стакан. Работает соковыжималка по принципу центрифуги, а скорость вращающихся частей достигает 3000 об/мин.

Соковыжималка состоит из алюминиевого корпуса, сетчатой алюминиевой корзинки, пластмассового терочного диска с впрессованными в нее шестью зубчатыми ножами в виде пилок, гайки для крепления диска в корзинке, гибкой предохранительной ленты, пластмассовой крышки, воронки, полиэтиленового толкача и подвесного подстаканника. В основании корпуса размещается редуктор, состоящий из ведущего валика, стальной цилиндрической шестерни с комическим зубом и валика корзинки с цилиндрической шестерней с коническим зубом из гетинакса. На конец ведущего валика соковыжималки насаживается резиновая полумуфта, которая соединяется с пластмассовой полумуфтой электродвигателя. Такой редуктор дает возможность снизить скорость вращения корзинки и терочного диска с 8000 об/мин на валу приводного двигателя до 3000 об/мин.

На выступающий внутри корпуса валик, имеющий на конце левую резьбу, устанавливается корзинка, а затем укрепляется терочный диск так, чтобы его выступы вошли в специальные отверстия в дне корзинки. Корзинку и диск закрепляют гайкой, имеющей левую резьбу. После этого в корзинку укладывается гибкая перфорированная лента, которая должна

прилегать к стенкам корзинки. При работе соковыжималки к ленте пристают остатки размельченных продуктов; вынимая ленту, легче очистить корзинку. Соковыжималка может работать и без ленты; в этом случае корзинка очищается пластмассовым ножом, имеющимся в комплекте.

Корпус соковыжималки закрывается крышкой, укрепленной двумя замками. В крышке имеется отверстие для установки в нем воронки, в которую закладываются мелкие ягоды, сюда же вставляется толкач для прижимания к ножам терочного диска. В нижней части это отверстие заканчивается патрубком, достигающим почти до терочного диска. Соковыжималка устанавливается непосредственно на электропривод и закрепляется двумя замками.

Нашей промышленностью выпускаются отдельные соковыжималки, конструктивно не отличающиеся от входящей в комплект УКМ. Они имеют электрический привод с двигателем мощностью 200—300 Вт.

Смеситель предназначен для смешивания, измельчения и превращения в пюре различных продуктов. Он состоит из алюминиевого конического корпуса, фланца с тремя вращающимися ножами, резинового кольца, стеклянного бокала, пластмассовой крышки и пробки.

Корпус смесителя имеет левую резьбу для ввертывания стеклянного бокала. Фланец снабжен валом с резиновой полумуфтой для зацепления с пластмассовой полумуфтой на валу электродвигателя. При сборке фланец устанавливается в корпус ножами вверх, на него укладывается резиновое кольцо и наворачивается стеклянный бокал. Собранный смеситель плотно устанавливается в корпус при повороте его против часовой стрелки.

После закладки продуктов смеситель закрывают крышкой и включают электродвигатель. Во время работы продукты нельзя перемешивать, так как ножи смесителя вращаются со скоростью 8000 об/мин. За 3...4 мин можно переработать до 1 л жидких и до 100 г твердых продуктов.

Кофейная мельница, входящая в комплект УКМ, применяется для размола зерен кофе, а также для получения небольших количеств сухих

порошков или крупки из орехов, пряностей, мака и т. п. Она состоит из алюминиевого корпуса, двух вращающихся ножей, пластмассового уплотнительного кольца и стеклянного стакана. Ножи с помощью гайки крепятся к валику, сидящему в корпусе. На вал снизу насаживается резиновая полумуфта для зацепления с пластмассовой полумуфтой электродвигателя. На дно корпуса для создания герметичности прибора укладывается уплотнительное кольцо так, чтобы три его выступа вошли в отверстие на дне корпуса. Затем корпус наворачивается на стакан, причем резьба на корпусе и стакане левая.

Кофейная мельница устанавливается непосредственно на привод без редуктора. В течение 1 *мин* на ней можно перемолоть до 75 см³ сухих продуктов.

10. ВИБРОМАССАЖНЫЕ ПРИБОРЫ

Вибромассажные приборы предназначены для вибрационного и вибрационно-ударного массажа в лечебных, косметических и спортивных учреждениях, а также в бытовых условиях. Они применяются в лечебных, гигиенических и спортивно-тренировочных целях. Эти приборы представляют собой электромагнитные устройства, приводящие в действие массирующую насадку. Они работают от сети переменного тока 127 или 220 *в*. В них механическое воздействие рук массажистки на кожу заменяется вибрирующей насадкой. Кроме того, вибромассажные приборы используются в тех случаях, когда выполнение ручного массажа затруднено в силу недоступности массируемой области для пальцев.

Особенности конструкции различных приборов. Вибромассажный прибор ВМП-1 (рис. 10.1) состоит из разъемного пластмассового корпуса, электромагнита, мембраны, оси двух плоских пружин, переключателя и соединительного шнура с вилкой. Электромагнитный сердечник набирается из пластин электротехнической стали кольцеобразной формы с прорезью.

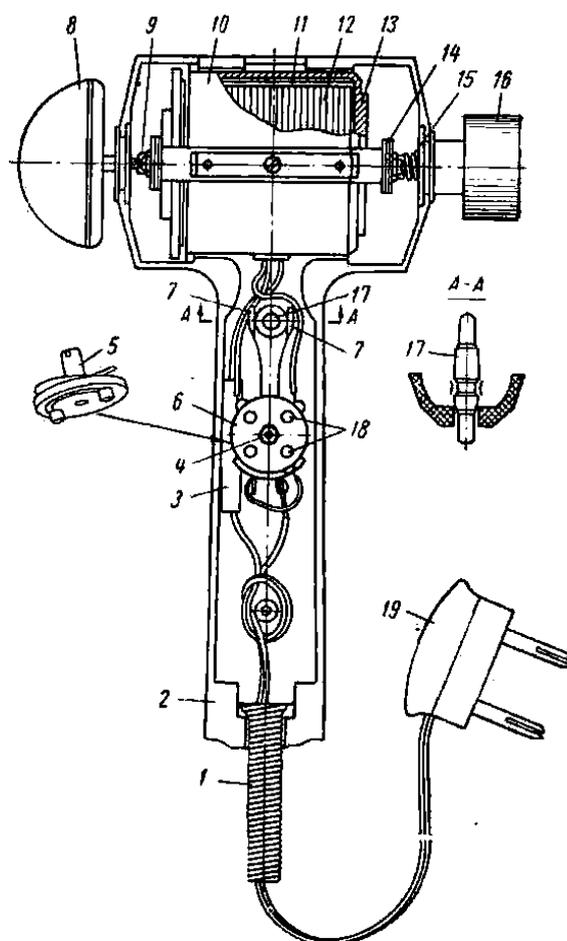


Рис. 10.1.. Вибромассажный прибор ВМП-1: 1- предохранительная пружина; 2- корпус; 3 - трубка; 4 - ганка; 5 - подвижная пластина переключателя; 6 - неподвижная панель выключателя; 7 - контакты переключателя; 8 - насадка; 9 - якорь электромагнита; 10 - железный сердечник; 11 - изоляция катушки; 12 - обмотка катушки; 13 - каркас катушки; 14 - рессора; 15- регулировочная пружина; 16 - винт регулировки интенсивности вибрации; 17- кнопка выключателя; 18 — контакты переключателя. 19 — штепсельная вилка

Внутри сердечника уложена обмотка электромагнита, имеющая три вывода: от начала, конца и середины, что дает возможность с помощью переключателя, встроенного в ручку корпуса, подключать вибромассажный прибор к сети с напряжением 127 и 220 в. При напряжении 220 в к сети подключается вся обмотка, а при 127 — половина ее.

Мембрана, представляющая собой стальной диск с прорезью, устанавливается и крепится на оси с торца электромагнитного сердечника. Ось прибора центрирована относительно сердечника и закреплена с двух

сторон его в плоских пружинах (рессорах), для чего оба конца ее имеют резьбу под крепежные гайки. Плоские пружины, в свою очередь, прикреплены винтами к двум фигурным пластинам, которые располагаются с наружной стороны сердечника электромагнита.

Таким образом, на одном конце оси закрепляется мембрана и плоская пружина, а другой конец, также соединенный со второй плоской пружиной, на противоположном торце сердечника упирается в спиральную цилиндрическую пружину. Спиральная пружина вторым концом укреплена в регуляторе вибрации и в нерабочем состоянии, упираясь в ось прибора, отжимает мембрану от торца сердечника. Зазор в этом случае составляет 1,5—2 мм.

При включении прибора в сеть на соответствующее напряжение по обмотке электромагнита проходит переменный ток, за счет магнитодвижущей силы которого мембрана притягивается и сжимает ось спиральную пружину. Так как ток переменный, то во время его изменения при прохождении через нулевое значение магнитодвижущая сила становится тоже равной нулю, и под усилием спиральной пружины мембрана отходит на прежнее место. При новом увеличении магнитного потока мембрана вновь притянется к сердечнику. Таким образом, в течение одного периода она совершит два полных колебания, а при частоте тока 50 Гц скорость колебаний будет равна ста колебаниям в секунду.

Один конец оси с резьбой со стороны мембраны выходит за корпус и на него навинчивается массажная насадка, вибрирующая со скоростью мембраны. Амплитуду колебания мембраны, т. е. величину хода насадки, можно изменять с помощью регулятора вибрации. Так как спиральная пружина одним концом закреплена в регуляторе, то изменением направления вращения головки регулятора ее можно ослабить или сжать и, следовательно, изменить силу нажима на ось прибора. Таким образом, при изменении зазора между мембраной и торцом сердечника изменяется амплитуда колебания при прежней скорости, т. е. изменяется интенсивность вибрации.

Включение в сеть прибора производится с помощью несъемного соединительного шнура с вилкой, а пуск вибратора — выключателем, встроенным в ручку корпуса. Вибромассажный прибор комплектуется пятью насадками: колоколом-присосом и шиповой насадкой из резины, губкой, полукругом из пластмассы и резиновым шариком. Сменные насадки навинчиваются на ось прибора в зависимости от вида массажа.

Вибромассажный прибор ЭВМ несколько отличается по конструкции, но принцип действия остается тем же. Прибор имеет пластмассовый корпус с ручкой, в который вмонтирован электромагнитный вибратор. Вместо мембраны вибратор имеет пластинчатый якорь, выступающий наружу через прямоугольное окно в дне корпуса. К якорю прикреплен металлический пластик с четырьмя постоянно установленными пластмассовыми головками. В середине пластика имеется отверстие с резьбой для установки сменных насадок. Прибор подключается к сети соединительным шнуром с вилкой, а пуск вибратора осуществляется при помощи выключателя, вмонтированного в корпус. Изменение амплитуды колебания производится перемещением пластика по длине якоря. Прибор комплектуется типовой насадкой и колоколом-присосом.

Вибромассажные приборы ЭМП-1 и ЭМП-2 по конструкции почти одинаковы. Разница заключается в том, что прибор ЭМП-1 выпускается с одной обмоткой, рассчитанной на напряжение сети 127 или 220 в, а ЭМП-2 имеет обмотку с тремя выводами, и его можно подключать к сети с напряжением 127 и 220 в, установив переключатель напряжения в соответствующее положение. Оба прибора имеют разъемный пластмассовый корпус, внутри которого вмонтирован электромагнитный вибратор. При включении в сеть возбуждаемый переменный магнитный поток вызывает вибрирующие колебания якоря. Амплитуду колебания изменяют при помощи регулятора вибрации. На якорь навинчивают сменные массажные насадки из резины (шиповую, колокол-присос или чечевичную).

Основные технические данные вибромассажных приборов приводятся в табл. 10.1. Качественно изготовленный вибромассажный прибор должен отвечать следующим требованиям:

- 1) надежно работать при изменении напряжения в пределах от -20 до $+10\%$ от номинального;
- 2) потребляемая мощность не должна превышать мощности, указанной в паспорте прибора;
- 3) сопротивление изоляции между корпусом и токоведущими частями должно быть не менее 20 мОм при измерении мегомметром и а 500 В;
- 4) нормально работать после его включения в сеть в течение 25 мин при температуре окружающего воздуха $+25$ °С, при этом нагрев корпуса не должен превышать 45 °С. После 25 мин работы прибор необходимо выключить на $15...20$ мин для охлаждения. Повторно-кратковременный режим работы вибратора обусловлен тем, что продолжительность массажа не превышает 12 мин;
- 5) насадки должны свободно навинчиваться или надеваться на ось вибратора так, чтобы они самопроизвольно не снимались при массаже.

Таблица 10.1. Технические данные вибромассажных приборов

Параметры	ЭВМ	ВМП-1		Э.МП-1		ЭМП-2	
	127 В	127 В	220 В	127 В	220 В	127 В	220 В
Потребляемая мощность, Вт	60	7,5	7,5	15	15	20	20
Размеры, мм:							
длина	110	175	175	109	109	109	109
ширина	67	125	125	36	35	109	109
высота	80	63	63	45	45	45	45
Вес, кг	500	660	660	230	250	45	45
Марка провода	ПЭВ-1	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ
Диаметр провода, мм . .	0,25	0,25	0,25	0,15	0,12	0Л5	0,15
Число витков	2160	3500	5700	3250	5350	28Г.0	5И0

11. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНКИ ДЛЯ СТРИЖКИ ВОЛОС

Электрические машинки типа Б-55/1, Б-55/2 и ИП-5 для стрижки волос по принципу действия и устройству не отличаются друг от друга и имеют лишь некоторые конструктивные особенности. Электрическая машинка (рис. 52) состоит из корпуса, электродвигателя, головки ножевого блока, соединительного шнура со штепсельной вилкой и трех сменных ножей (гребенок) толщиной 0,1; 1,5 и 3 мм. Пластмассовый цилиндрический корпус служит одновременно рукояткой при стрижке. На одном его конце находится головка ножевого блока, а к другому концу подведен соединительный шнур для питания электродвигателя. Постановку и смену ножей производят при работе электродвигателя машинки.

Внутри пластмассового корпуса вмонтирован универсальный коллекторный двигатель с последовательным возбуждением. Для охлаждения электродвигателя на валу якоря установлен вентилятор. Для того чтобы машинка не перегревалась, рекомендуется через каждые 15 мин работы останавливать ее на 5...10 мин. На конце вала двигателя насажен червячный винт, который постоянно находится в сцеплении с текстолитовой шестерней, находящейся в головке машинки. Верхняя часть шестерни имеет цилиндрический выступ, расположенный эксцентрично по отношению к оси шестерни. С помощью этого выступа и двух рычагов,, размещенных в головке машинки, вращательное движение якоря двигателя преобразуется в возвратно-поступательное и передается к подвижной гребенке.

Гребенки в машинке работают по тому же принципу, как и в ручной, и имеют такую же форму рабочей части.

На головке ножевого блока с левой стороны вмонтирован выключатель, служащий для включения и выключения двигателя машинки. Для присоединения к сети электрическая машинка снабжается соединительным шнуром со штепсельной вилкой. В месте выхода из корпуса машинки на шнур надевается пружина для предохранения его от излома. Внутри корпуса штепсельной вилки размещен фильтр для подавления радиопомех,

создаваемых электродвигателем. Фильтр состоит из двух конденсаторов постоянной емкости.

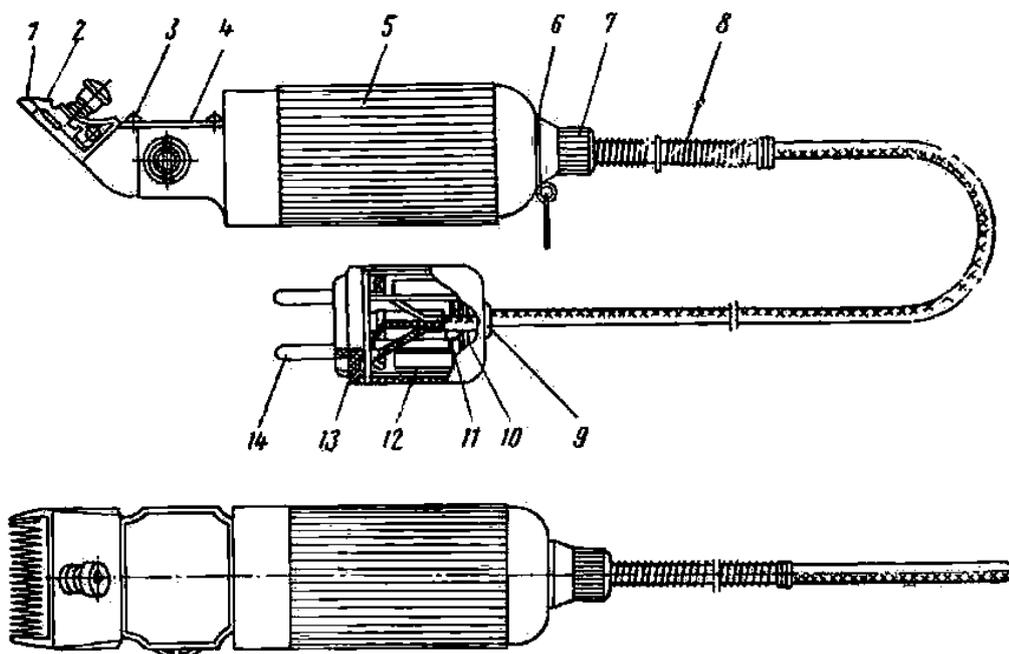


Рис. 11.1. Электрическая машинка для стрижки волос: 1 и 2 - ножи; 3- винт; 4-крышка головки ножевого блока; 5 - кожух машинки; 6 - ушко; 7 - гайка; 8 - пружина; 9 - корпус вилки; 10 - планка; 11 и 13 - винты; 12— картон электроизоляционный; 14 - штифт вилки

Машинки типа Б-50 имеют привод в виде малогабаритного синхронного двигателя с ручным запуском мощностью 50 *вт*. Для облегчения запуска в машинке предусмотрено устройство, с помощью которого двигатель быстро достигает определенного числа оборотов. Это устройство состоит из контактной пары и центробежного регулятора, с помощью которого производится замыкание контактов. Для охлаждения двигателя на валу якоря укреплен вентилятор, на торцевой части его помещены поводок и храповое колесо, электрически изолированные от металлических частей корпуса двигателя. Посредством поводка вращение от вала двигателя передается шестеренному редуктору, размещенному в головке машинки. Для подключения к сети машинка снабжена гибким соединительным шнуром со штепсельной вилкой.

Электрическая машинка типа Б-50 рассчитана на включение в сеть переменного тока с напряжением 127 В и частотой 50 *гц*. Основные

технические данные электрических машинок различных типов приведены в табл. 11.1.

К электрическим машинкам для стрижки волос предъявляются следующие требования:

- 1) машинки должны иметь вес не более 1 кг, длина должна быть не более 250 мм, диаметр корпуса не более 60 мм, потребляемая мощность не более 20 Вт, а ход подвижных ножей не менее шага зубьев при числе ходов не менее 10 в 1 с;
- 2) при работе электрическая машинка не должна создавать шум более 65 дБ;
- 3) работа не должна нарушаться при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального;
- 4) изоляция между токоведущими и металлическими частями корпуса, доступными прикосновению, должна выдерживать в течение одной минуты напряжение 1000 в переменного тока частотой 50 гц; сопротивление изоляции между токоведущими частями и металлическими деталями корпуса (включая нож) должно быть не менее 10 МОм;
- 5) машинка должна иметь устройство для подавления радиопомех, выполненное по соответствующей схеме;
- 6) соединения между токоведущими частями должны обеспечивать надежный электрический контакт и не смещаться и не расшатываться при работе;

Таблица 11.1. Технические данные электрических машинок

Параметры	Тип электрических машинок		
	Б-55/1	П-55/ 2	ИП-5
Потребляемая мощность, Вт	20	20	20
Номинальное напряжение, В	127	220	127 или 220
Число ходов подвижного ножа, сек ⁻¹	10	10	10
Вес, г	850	850	850
Габариты, мм:			
длина	215	215	200
диаметр	50	50	55

12. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БРИТВЫ

По устройству и принципу работы электробритвы можно подразделить на бритвы с возвратно-поступательным и вращательным движением подвижных ножей. В качестве привода применяются электровибраторы, импульсные двигатели с прерывателем, двигатели коллекторного типа, а также микродвигатели, работающие от постоянного тока через выпрямительное устройство и трансформатор. Все электрические бритвы рассчитаны на работу от сети переменного тока 127 и 220В. Для переключения их на нужное напряжение или на питание от батарей имеется специальное устройство. Включение производится посредством соединительного шнура с вилкой. Бритвы смонтированы в корпусе из пластмассы разных цветов.

В настоящее время разработан и утвержден типаж на электрические бритвы (табл. 12.1). В типаже все бритвы по виду ложей делятся на два вида: с вращательным движением ножей (БВ) и с возвратно-поступательным движением ножей (БВП).

Бритвы с вращательным движением подвижных ножей. Эти бритвы подразделяются на два типа:

1) с круглыми ножами на одной оси:

а) модель БВ-1-Н2, с двумя ножами на одной оси — неподвижный нож круглый, число дорожек равно числу подвижных ножей, двигатель коллекторный, питание сетевое;

б) модель БВ-1-Н1, с одним ножом на одной оси — подвижный нож представляет собой трехперую крыльчатку, неподвижный — плоскую сетку; дополнительная ножевая головка с круглым ножом; крепление головок штифтовое; питание батарейное;

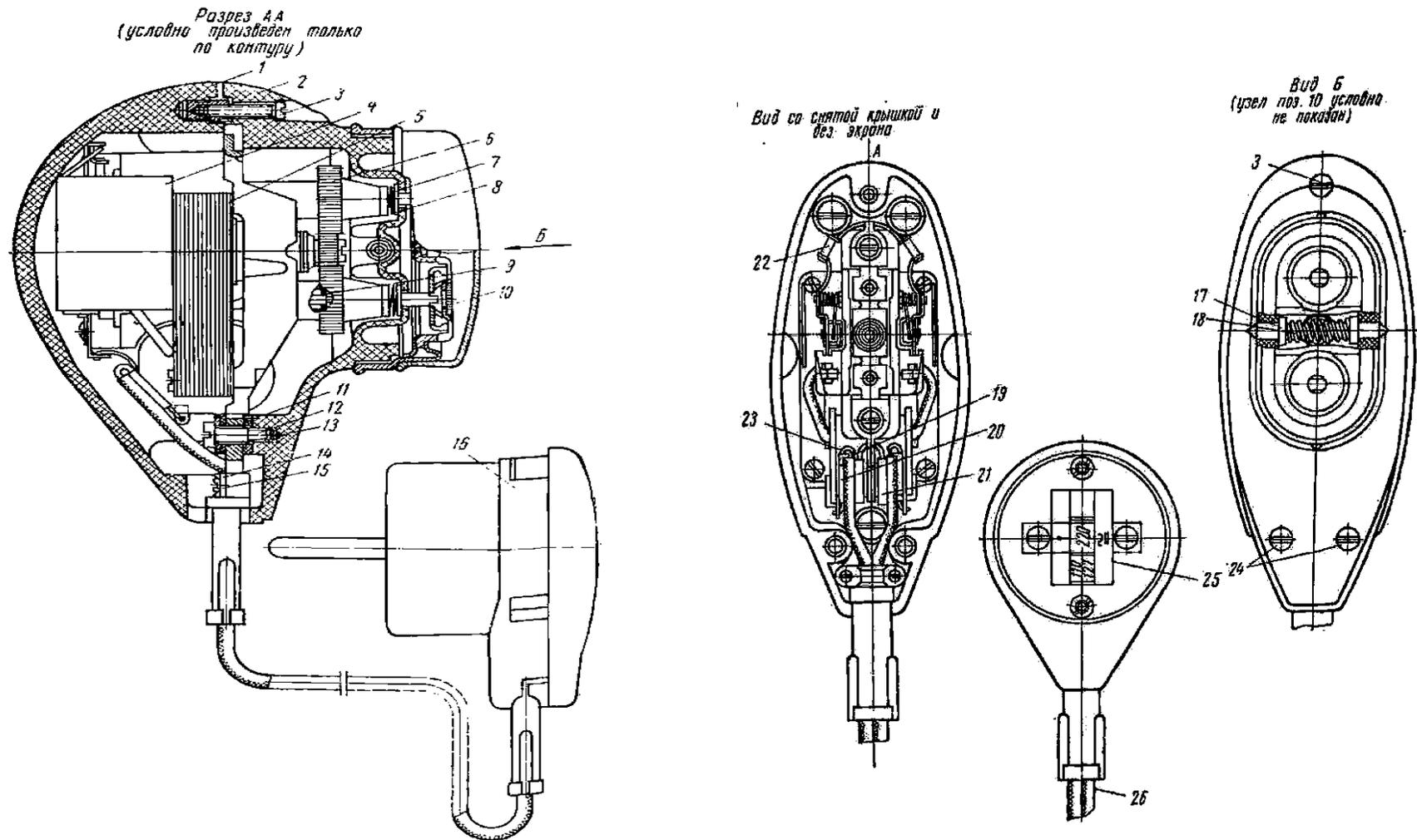


Рис. 12.1. Электрическая бритва «Москва ИП-6»: 1 – крышка; 2 – корпус; 3, 12, 15, 24 - винты; 4 – экран; 5 – электродвигатель; 6 – зубчатое колесо; 7, 18 - пружины; 8, 9, 11 – прокладки; 10 – ножевой блок; 13 – шайбы; 14 – планка; 16 – штепсельная вилка с переключателем напряжения; 17 – фиксатор; 19 дроссель ферритовый; 20, 23 – трубки изоляционные; 21, 22 – конденсаторы; 25 – переключатель напряжения; 26 – соединительный шнур.

2) с круглыми ножами на двух осях. Модель БВ-2-Н1 с двумя ножами на самостоятельных осях — неподвижный нож круглый, имеет одну дорожку; двигатель коллекторный; питание сетевое или универсальное.

Электробритвы с вращательным движением ножей выпускаются разных моделей. Среди них бритвы с двумя ножами: «Харьков», «Москва», «Юбилейная», «Бердск», «Молодость» и с одним ножом — «Утро», «Раница», «Молнии», «Ленинград» (табл. 12.2). Наибольшее распространение из этой группы получили электробритвы с двумя вращающимися ножами моделей «Харьков», «Москва», «Юбилейная» и «Бердск». Все они имеют одинаковую конструкцию с незначительными особенностями.

Таблица 12.1. Технические данные электробритв

Параметры	«Бердск»	«Харьков»	«Москва»	«Юбилейная»
Потребляемая мощность Вт	15	16	16	15
Размеры, мм	115x42x83	98x43x83	98x43x83	98x43x83
Вес, г	350	330	370	340
Количество ножей, шт.	2	2	2	2
Толщина неподвижного ножа, мм	0,09-0,12	0,12	0,09-0,12	0.12

Электрическая бритва Москва ИП-6 (рис. 12.2) состоит из разъемного корпуса с крышкой, электродвигателя и ножевого блока. Бритва имеет несъемный соединительный шнур, подключенный с одной стороны к электродвигателю, с другой — армированный специальной штепсельной вилкой с переключателем напряжения. Пластмассовый корпус состоит из двух половинок, скрепленных между собой тремя винтами 3 и 24 и буксами с резьбой, запрессованными в пластмассу.

Электродвигатель бритвы коллекторный, имеет статор с катушкой (рис. 12.), якорь, угольные щетки типа ЭГ-14 и подшипники 13, расположенные в каркасе и колодке. Якорь вращается на статоре, имеющем катушку возбуждения. Вращение происходит в самосмазывающихся подшипниках. Электродвигатель закрывается специальным экраном из медной фольги. На нем имеется устройство для подавления электрических помех, которое состоит из четырех

конденсаторов и двух дросселей. Кроме того, еще один конденсатор вмонтирован в штепсельную вилку. Схема включения конденсаторов показана на рис. 56. В схеме использованы конденсаторы: C_1 —типа КБГИ емкостью 0,03 мкФ, C_2 —типа КМО на 5100 пФ и C_3 типа КТК на 300 пФ. Дроссели D_{ϕ} должны иметь индуктивность от 82 до 100 мкГн.

Внутри корпуса штепсельной вилки вмонтировано проволочное сопротивление на 1600 Ом 6 Вт, которое является гасящим. Оно включается переключателем напряжения 25 (см. рис. 54) при работе бритвы от сети 220 В.

Ножевой блок имеет два подвижных ножа, вращающихся внутри него в непосредственном соприкосновении с неподвижными ножами, выполненными в виде сетки с продольными прорезями.

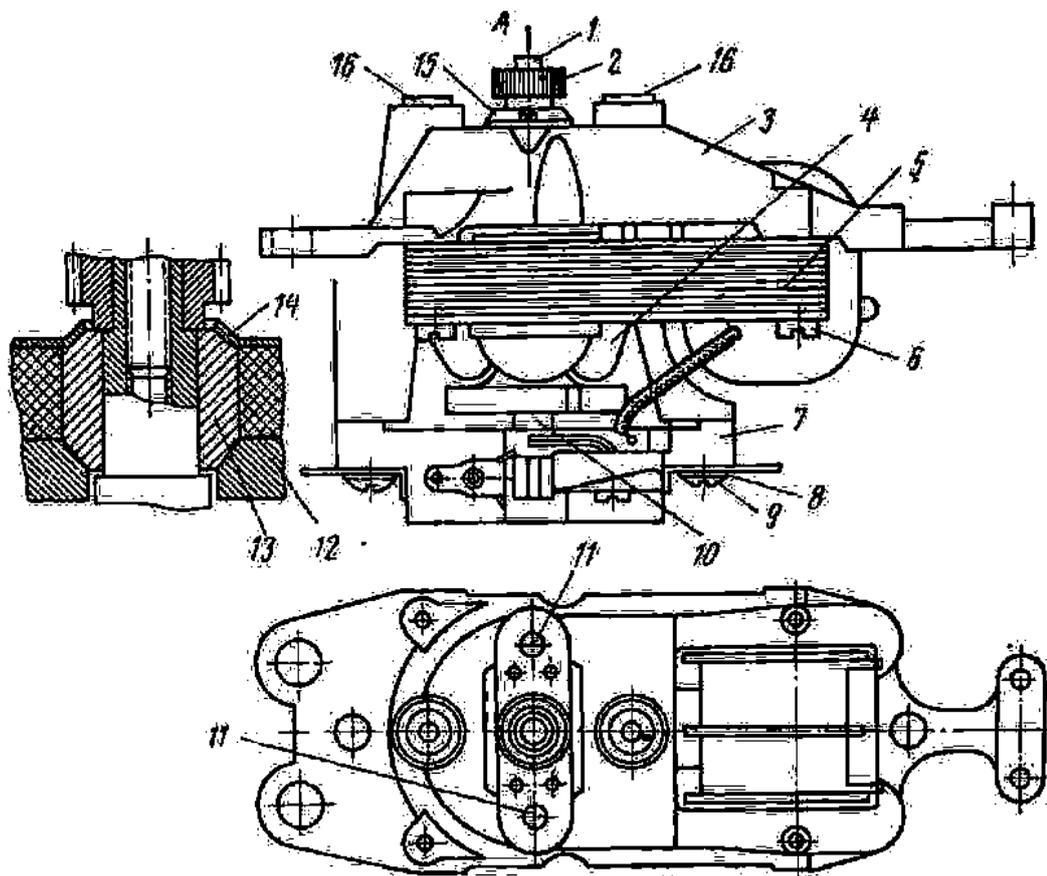


Рис. 12.2. Электродвигатель бритвы «Москва» ИП-6: 1. 6. 9 к 11—винты; 2 — шестерня; 3 — каркас; 4 — якорь; 5 — статор с катушкой; 7 — колодка; 6 — шайба; 10 — щетка угольная; 12 и 15 — прокладки; 13 и 16 — подшипники; 14 — держатель

Неподвижные ножи изготовлены из стали марки УХ 13, подвижные — У10А. При работе бритвы подвижные ножи плотно соприкасаются с

неподвижными ножами и придерживаются специальной планкой. Ножи в бритве самозатачивающиеся. Вращательное движение, подвижным ножам передается с вала якоря через шестерню 2 (см. рис. 12.2) на зубчатые колеса, нижние оси которых установлены в подшипниках 16. Верхние оси зубчатых колес входят в продольные пазы подвижных ножей и с помощью пружин 7 (см. рис. 12.1) и прокладок 8 плотно прижимают подвижные ножи к неподвижным и приводят их в движение.

Электробритва «Москва» ИП-16 имеет корпус другой формы, чем бритва ИП-6. Поэтому конструкция брешней головки позволяет свободно откидывать колпачок ножевого блока, обеспечивая свободный доступ к брешней механизму. Пружина подвижных ножей закрепляет сразу два ножа. Изменен также каркас двигателя и узлов крепления подшипников, что позволило сократить число оборотов якоря электродвигателя с 11000 об/мин в бритве «Москва» ИП-6 до 10000 об/мин

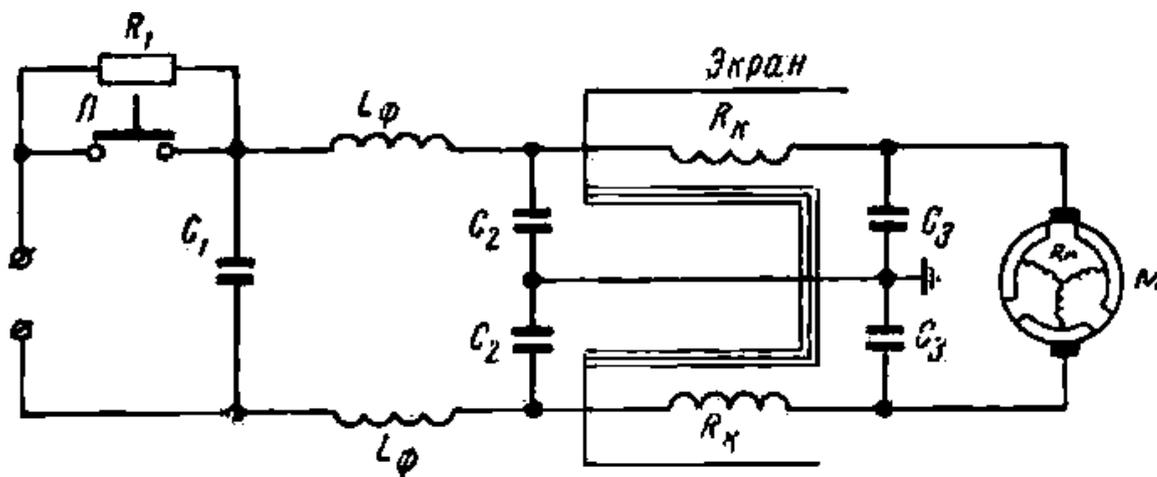


Рис. 12.3. Электрическая схема бритвы «Москва»

У электробритвы «Бердск» форма корпуса такая же, как и у бритвы «Москва» ИП-16. Брешней головка ножевого блока откидывается при нажатии на кнопку толкателя. Держатель с ножами прикреплен к корпусу ножевого блока на петле с пружиной. Плотное прилегание подвижных ножей обеспечивается с помощью пружины, имеющей форму треугольника, удерживающей каждый нож в отдельности.

Для разборки электробритвы «Москва» ИП-6 надо снять защитный колпачок с ножевого блока 10 (см. рис. 12.1), а затем сам ножевой блок с корпуса бритвы. Отвернуть винты 3 и 24 и снять крышку. Отвернуть три винта 12, снять шайбы 13 и резиновые прокладки 11. Повернуть бритву корпусом вверх и снять корпус с электродвигателя.

Для разборки электродвигателя следует снять два зубчатых колеса 6 (см. рис. 54) с пружинами 7 и прокладками 8. Отвернуть два винта 15 и снять планку 14. Отпаять соединительный шнур, конденсаторы 21 и дроссели от выводов статорной катушки, а также экран с конденсаторами от лепестков колодки. Отогнуть правую и левую пружины и вынуть угольные щетки. В бритве «Харьков» отвернуть винт (см. рис. 12.2) и снять шестерню. В бритве «Москва» шестерня запрессована на валу якоря. В этом случае надо отвернуть два винта 9, снять колодку и вынуть якорь из подшипника; отвернуть четыре винта 6 и вынуть из каркаса статор с катушкой; отвернуть два винта 11, снять держатель и вынуть сальник и подшипник из каркаса.

Таблица 12.2. Технические данные электробритв с микродвигателем

Параметры	«Раница»	«Утро-1»	«Ленинград-1», БЭЛ-1	«Молния»
Номинальное напряжение, В	127/220	127/220	127/220	127/220
Рабочее напряжение электродвигателя, В	3,2	1,6	3,5	12
Потребл. мощность, Вт	8	15	10	8
Вес, г	170	340	200	180
Размеры, мм	80x45x67	140x45	115x45	80x45x70
Толщина неподвижного ножа, мм	0,1	0,1	0,05	0,1
Скорость вращения ножей, об/мин	2800	6900	6000	6300

Электрические бритвы с одним ножом имеют резцовую головку сферической формы. Неподвижная часть ножа выполнена в виде перфорированной сетки. Прилегающие к ней плавающие ножи соединены с валом якоря электродвигателя. Микродвигатели, используемые в бритвах (табл.

12.2 и 12.3), работают от сухих гальванических элементов или через блоки питания (выпрямительные устройства).

Таблица 12.3. Обмоточные данные трансформаторов питающих устройств электробритв с микродвигателем

Тип бритвы	Первичная катушка				Вторичная катушка	
	обмотка на 127 В		обмотка на 220 В			
	Число витков	марка и диаметр провода	число витков	марка и диаметр прокола	число витков	марка и диаметр провода
«Раница».	3500	ПЭВ 0,07	2900	ПЭВ, 0,07	460	ПЭВ-1 0,31
«Утро»	2800	ПЭВ 0,07	2500	ПЭВ, 0,07	150	ПЭМ-1 0,47
«Ленинград»	3200	ПЭВ 0.08	2800	ПЭВ, 0,08	250	ПЭВ-1 0,41

Принцип работы всех бритв этого типа одинаков, но каждая модель имеет свои конструктивные особенности.

13. КОНСТРУКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОЛОЧНЫХ СЕПАРАТОРОВ.

СЕПАРАТОРЫ-СЛИВКООТДЕЛИТЕЛИ

Основным рабочим органом сепараторов-сливкоотделителей является барабан. Разделение молока на сливки и обезжиренное молоко происходит следующим образом (рис. 13.1). Молоко поступает в центральную трубку барабана. Через отверстия в трубке оно попадает в каналы тарелкодержателя 3. По выходе из тарелкодержателя молоко по каналу, образованному отверстиями в тарелках, движется вверх. По мере подъема оно растекается между тарелками, где и происходит разделение молока. При этом жировые шарики, как более легкие, вытесняются к центру, а обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, устремляется к периферии в грязевое пространство, расположенное между отбортовкой тарелок и крышкой или корпусом барабана.

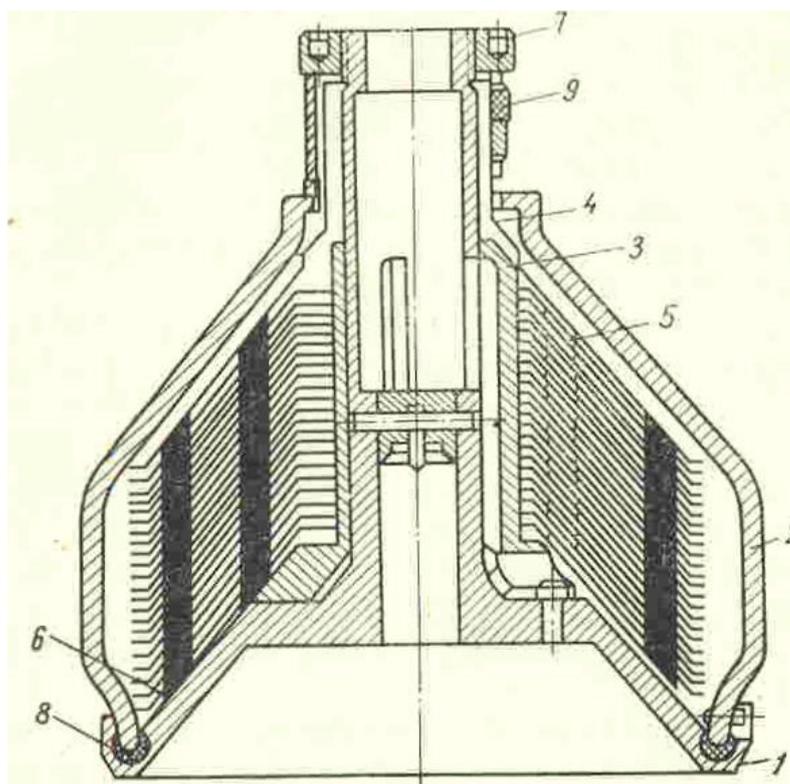


Рис. 13.1. Барабан открытого сепаратора: 1 - днище с центральной трубкой; 2 - крышка; 3- тарелкодержатель; 4- разделительная тарелка; 5 - средине тарелки; 6 - нижняя тарелка; 7 - гайка; 8 - резиновое кольцо; 9 - регулировочный винт для сливок.

Из грязевого пространства обезжиренное молоко проходит между крышкой 2 и разделительной тарелкой 4 к отверстию для выхода. Жировые шарики осаждаются на наружной поверхности каждой тарелки, где они собираются, и в

виде сливок устремляются к оси вращения. Из пространства между горловиной разделительной тарелки 4 и центральной трубкой сливки поступают к регулировочному винту 9 и выбрасываются из барабана.

Для обеспечения подачи молока в барабан и отвода продуктов сепарирования все сепараторы снабжены приемноотводными устройствами, которые устанавливаются на станину. В станине сепаратора расположен также приводной механизм, обеспечивающий необходимую скорость вращения барабана (5000—12 000 об/мин). На рис. 13.2 показан открытый приводной сепаратор. Он работает следующим образом. Молоко из трубопровода поступает в поплавковую камеру 2, в которой поплавком 1 поддерживается постоянный уровень молока. Далее через насадку молоко попадает в барабан 5. Продукты сепарирования поступают в изолированные друг от друга сборники с рожками; обезжиренное молоко — в сборник 4, сливки — в сборник 3.

Барабан полугерметического сепаратора показан на рис. 13.3. Молоко из поплавковой камеры 1 по центральной трубке 2 попадает в тарелкодержатель 3 и нижнюю камеру его, откуда оно поступает в пакет тарелок 4. Пакет заканчивается разделительной тарелкой 5, под которую устанавливают еще одну верхнюю тарелку 6.

Между разделительной и верхней тарелками образуется камера, в которой расположен напорный диск 7 для сливок. Вверху крышки 8 барабана предусмотрена горизонтальная перегородка 9 с вертикальными отверстиями для обезжиренного молока. Между перегородкой 9 и верхней крышкой 10 образуется камера для напорного диска 11, нагнетающего обезжиренное молоко. Между трубками 12 и 13 напорных дисков образуется канал для обезжиренного молока.

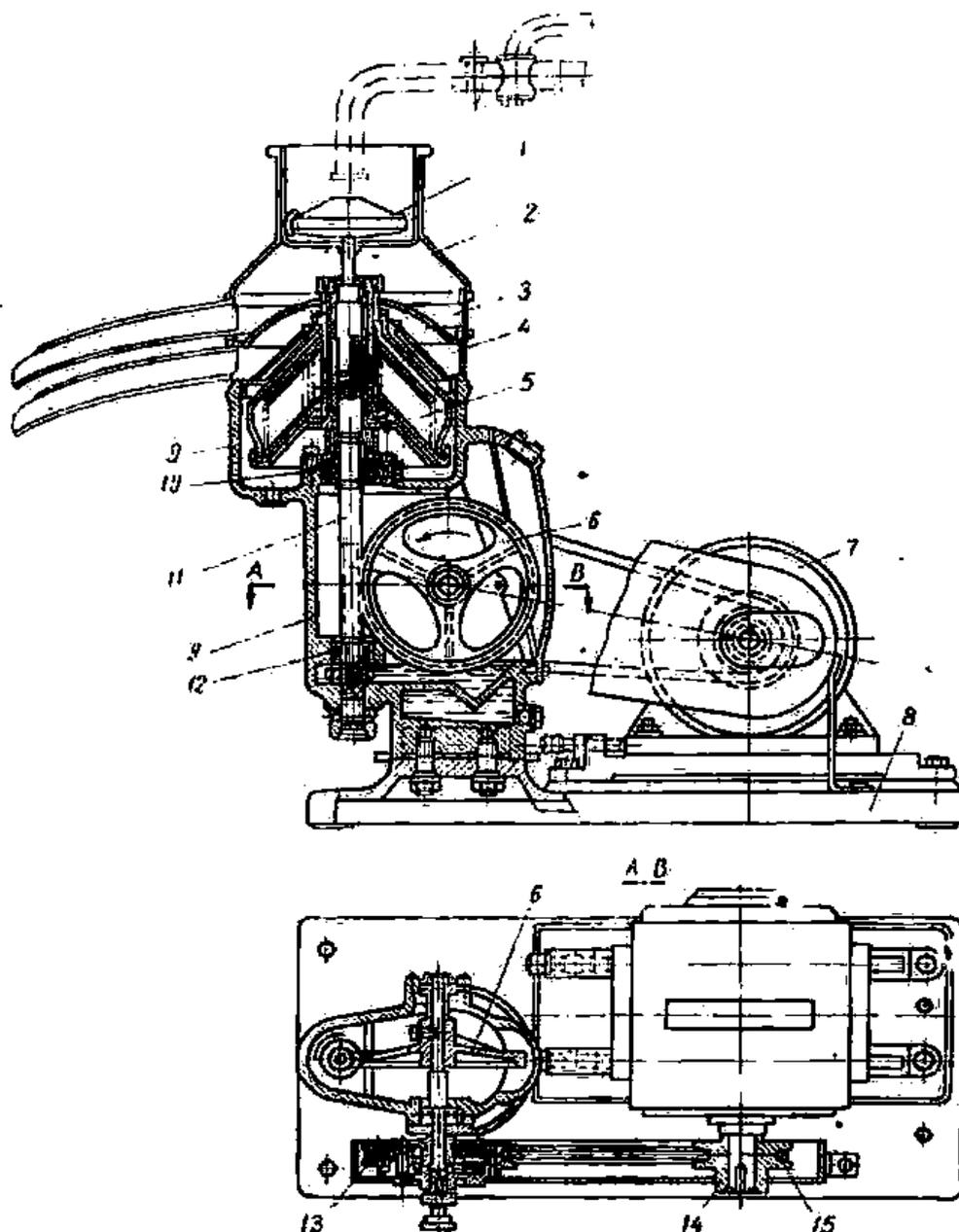


Рис. 13.2.. Открытый приводной сепаратор СМ-3-1000: 1 — поплавок; 2 — поплачковая камера; 3 — приемник сливок; 4 — приемник обезжиренного молока; 5 — барабан; 6 — винтовая шестерня; 7 — электродвигатель; 8 — плита; 9 — станина; 10 — горловой подшипник; 11 — веретено; 12 — упорный шарикоподшипник; 13 — шкив; 14 — шкив электродвигателя; 15 — клиновидный ремень

В кольцевом пространстве, образованном трубкой 12 и центральной трубкой 2, проходят сливки. Из кольцевых камер 14 и 15, расположенных в приемнике 16, продукты сепарирования поступают в патрубки 17 и 18. На патрубке 17 для отвода сливок установлен сливкомер и регулировочный кран, а на патрубке 18 для отвода обезжиренного молока — манометр и регулировочный кран.

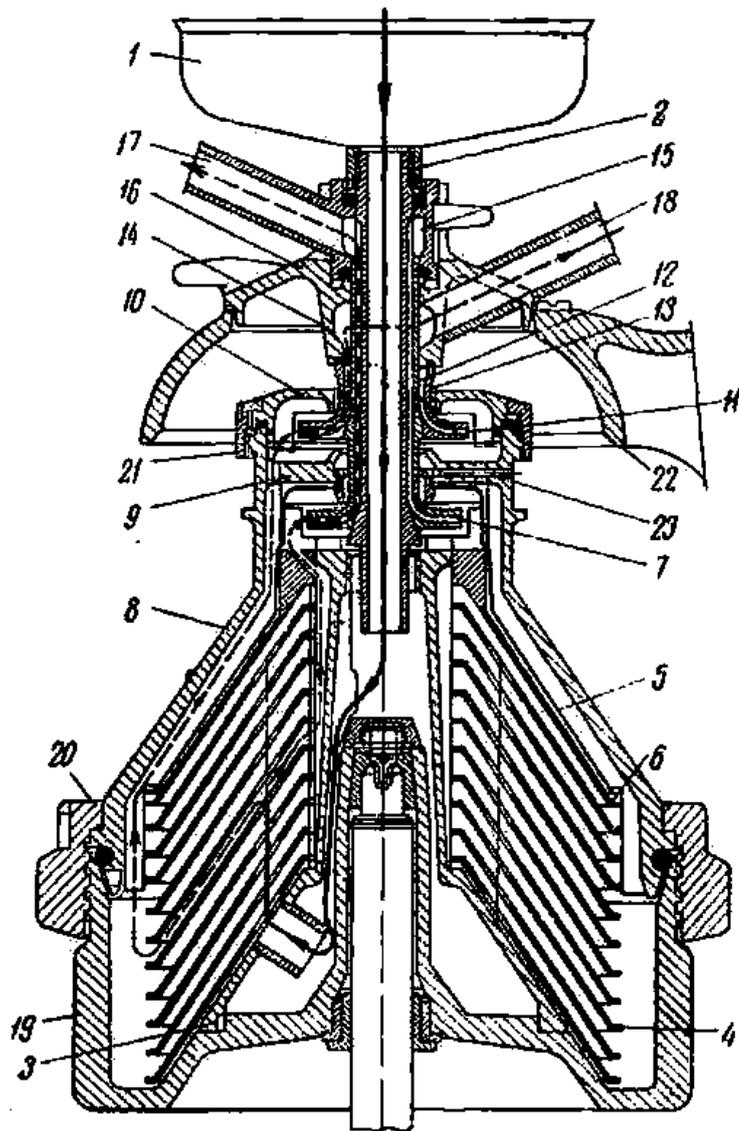


Рис. 13.3. Барабан полугерметического сепаратора: 1 - поплавковая камера; 2 - центральная трубка; 3 - тарелкодержатель; 4 - пакет тарелок; 5 - разделительная тарелка; 6 - верхняя тарелка; 7 - напорный диск для сливок; 8 - крышка барабана; 9 - перегородка; 10 - верхняя крышка; 11 - напорный диск для обезжиренного молока; 12 - трубка напорного диска для сливок; 13 - трубка напорного диска для обезжиренного молока; 14 - кольцевая камера для обезжиренного молока; 15 - кольцевая камера для сливок; 16 - приемник; 17 - патрубок для отвода сливок; 18 - патрубок для отвода обезжиренного молока; 19 - корпус барабана; 20 и 21 - затяжные гайки барабана и крышки; 22 - заградительный колпак; 23 - горизонтальный канал в перегородке

Во время работы сепаратора центральная трубка для молока и напорные диски неподвижны. Центральная трубка должна быть хорошо сцентрирована с барабаном, а диски расположены строго перпендикулярно к оси барабана. Напор жидкости в дисках создается в результате ее вращения. В дисках

имеются направляющие лопатки, а в диске для сливок также и вертикальные каналы для воздуха и газов, выделяемых из молока. Для отвода воздуха в перегородке крышки барабана имеется горизонтальный канал 23, через который могут быть отведены сливки при переполнении камеры или резком повышении давления на выходе сливок.

На рис. 13.4 приведен полугерметический сепаратор ОСИ производительностью 10 000 л/ч. Барабан этого высокопроизводительного сепаратора установлен на веретено 15 и закреплен гайкой 22. Вращение барабана осуществляется через приводной механизм. Привод состоит из фланцевого электродвигателя, фрикционной центробежной муфты и винтовой пары (винтовое колесо 13 и шестерня 14).

Молоко поступает в барабан через центральную трубку 26, из которой переходит в тарелкодержатель 7. Далее через бобышки с отверстиями, расположенными в нижней конической части тарелкодержателя молоко переходит в пакет тарелок 9. В межтарелочных пространствах происходит процесс сепарирования. Сливки устремляются к центру барабана, по зазору между центральной кромкой тарелок и тарелкодержателем поднимаются в камеру напорного диска 5. Из этой камеры они по зазору между трубкой напорного диска 5 и центральной трубкой 26 поступают в патрубок 2, к которому присоединен ротаметр для определения количества полученных сливок.

Обезжиренное молоко из межтарелочного пространства поступает в грязевое пространство, образованное основанием барабана 8 и отбортовками пакета тарелок 9. Далее по коническому зазору между крышкой барабана 6 и разделительной тарелкой обезжиренное молоко поступает в камеру напорного диска 4. Этим диском оно нагнетается в патрубок 24, на котором установлен манометр 25 для определения давления, с которым обезжиренное молоко отводится из барабана.

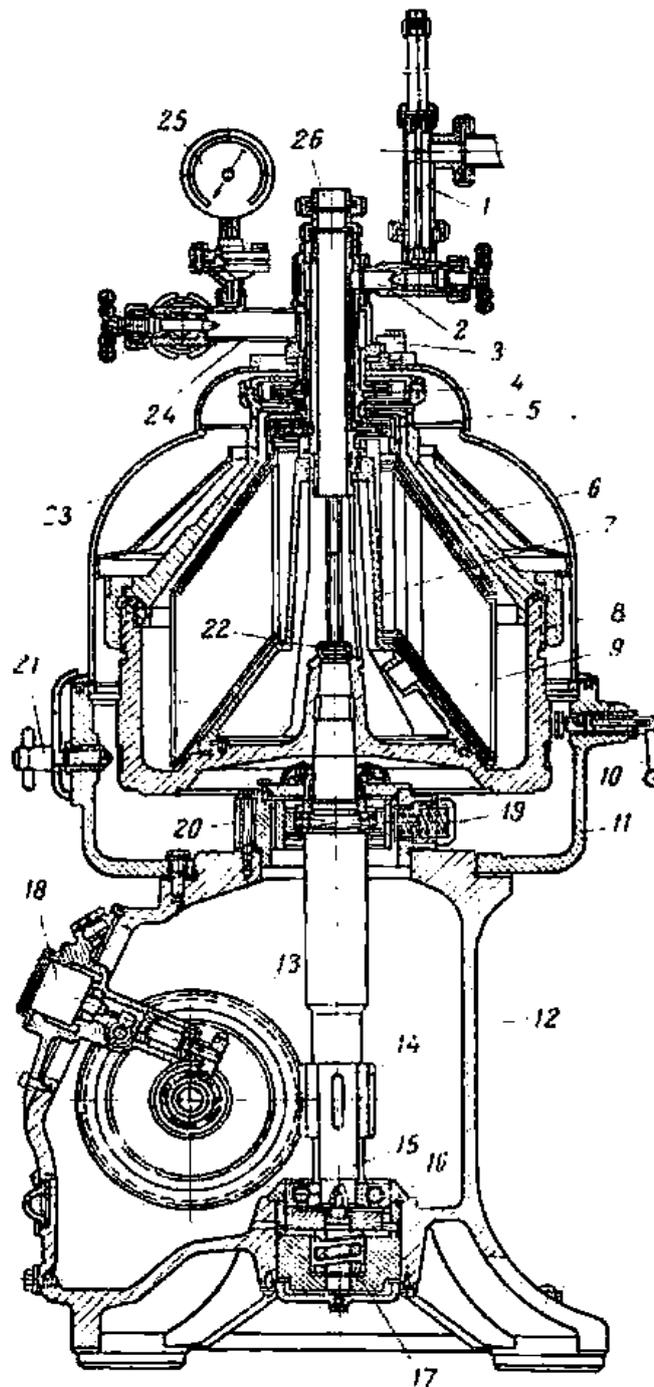


Рис.13. 4. Полугерметический сепаратор ОСИ производительностью 10 000 л/ч: 1 — поплавковый ротаметр; 2 — патрубок для ОТВОДА челнок; 3 — зажимы; 4 — напорный диск для обезжиренного молока; 5 — напорный диск для сливок; 6 — крышка барабана; 1 — тарелкодержатель; 8 — основание барабана; 9 — пакет тарелок; 10 — рукоятка тормозной колодки; 11 - чаша станины; 12—основание станины; 13 — винтовое колесо; 14 - шестерня веретена; 15 — вертикальный пал (веретено); 16— упорный сухарь; 17 — упорная пружина; 18— тахометр; 19 — пружины горловой опоры; 20 — корпус горловой опоры; 21 — стопорный винт; 22 — предохранительная гайка; 23 - кожух; 24 - патрубок для отвода обезжиренного молока; 25 — манометр; 26 - центральная трубка.

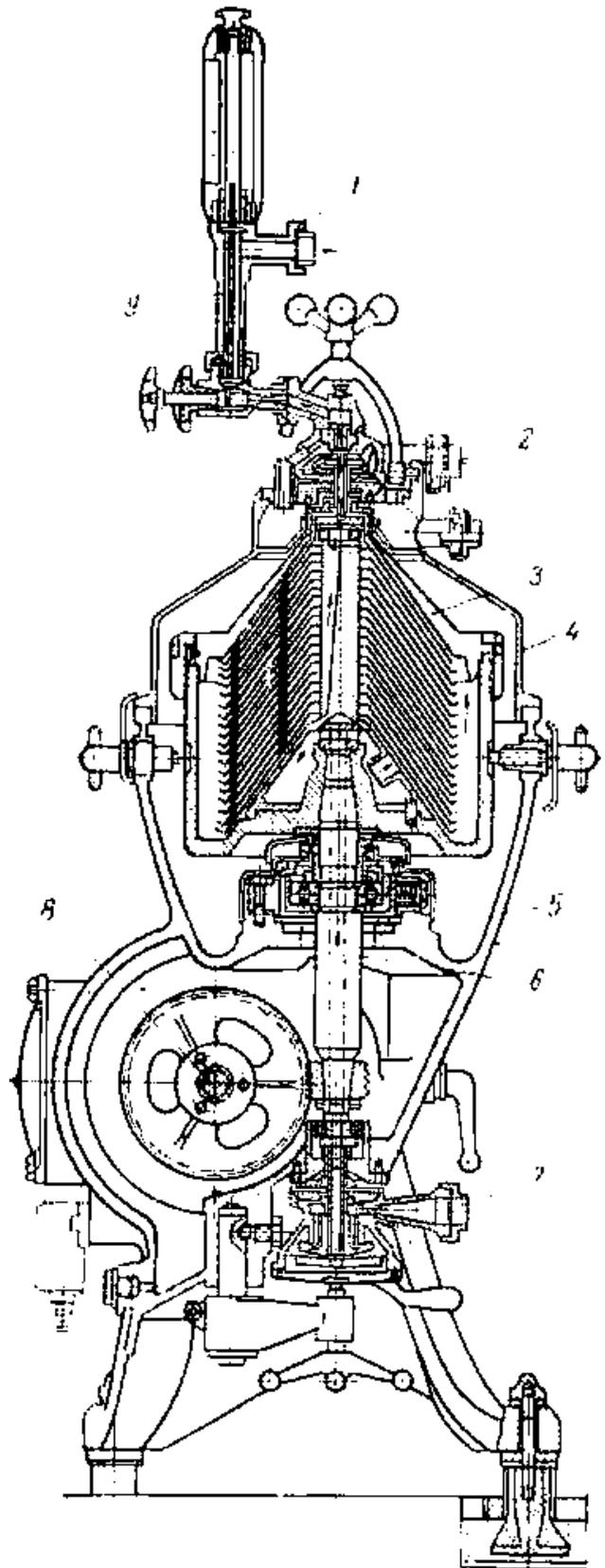


Рис. 13.5. Герметический сепаратор: 1- патрубок для выхода сливок; 2 - патрубок для выхода обезжиренного молока; 3 - барабан; 4 - колпак; 5 - станина; 6 - вертикальный вал; 7 - устройство для входа молоко; 8 - горизонтальный вал; 9 - сливкомер

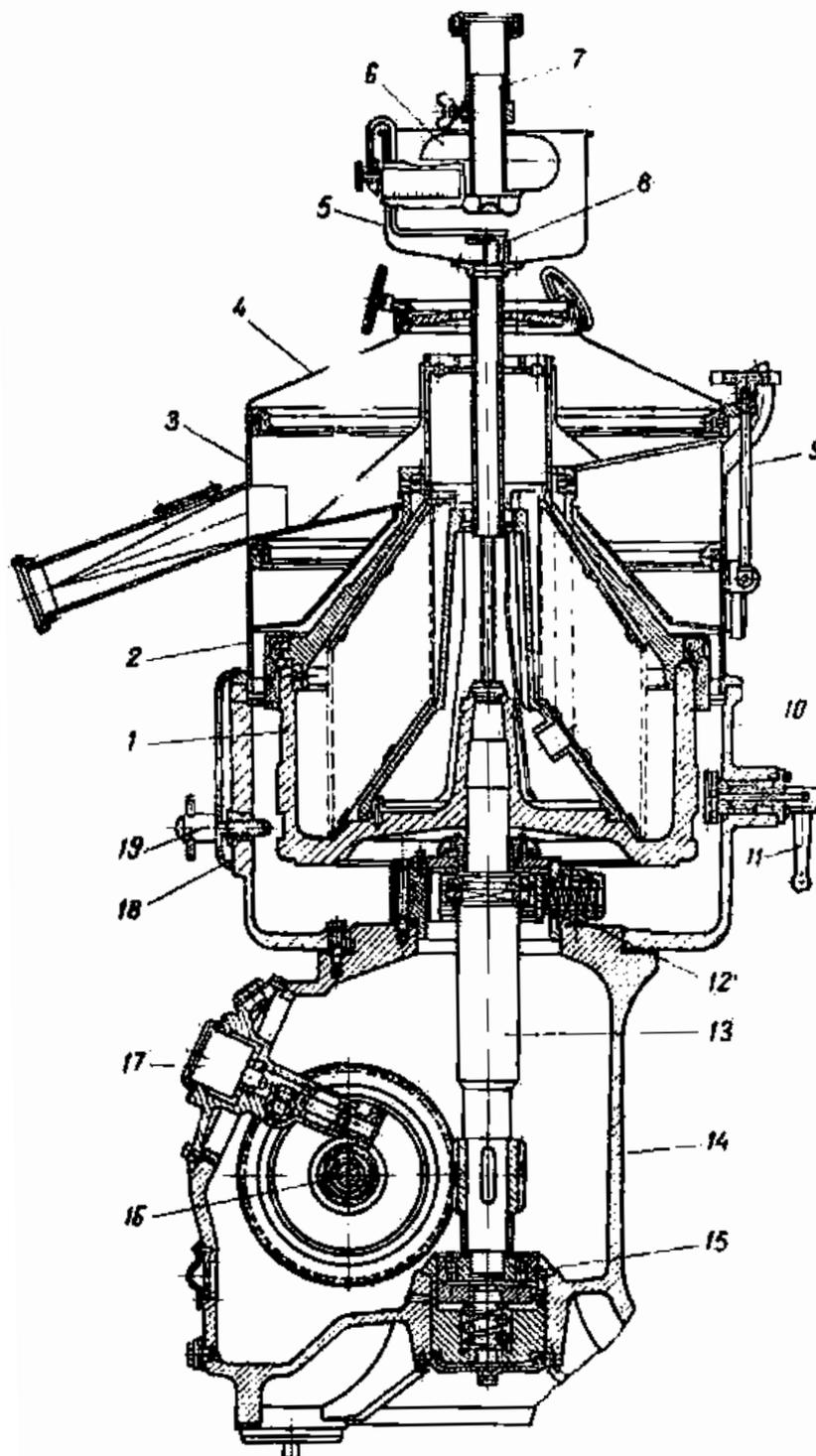


Рис. 13.6. Сепаратор ОСМ-5 для высокожирных сливок: 1 - барабан; 2 - приемник «пахты»; 3 - приемник высокожирных сливок; 4 - крышка; 5 - поплачковая камера; 6 - поплавок; 7 - питающая труба; 8 - кран; 9 - зажим; 10 - чаша станины; 11 - тормоз; 12 - горловая опора; 13 - веретено; 14 - станина; 15 - нижний подшипник; 16 - горизонтальный вал; 17 - тахометр; 18 - скоба прижимная; 19 - винт упора

Герметический сепаратор изображен на рис. 13.5. Молоко через патрубок поступает в устройство для выхода 7, где установлены диски, соединенные с вертикальным валом 6 и вращающиеся вместе с ним с одинаковой скоростью. Нижняя часть приемника фактически представляет собой центробежный насос. Молоко входит в диски из центра и выбрасывается с периферии дисков. Затем поступает в нижнюю часть камеры, где имеется горизонтальная перегородка. Далее молоко поступает в центральную трубку, связанную с пустотелым вертикальным валом 6. Из канала вертикального вала оно поступает в камеру под тарелкодержателем, откуда распределяется между тарелками. Сливки собираются в центре барабана и отводятся через центральную трубку в патрубок для отвода сливок 1. Обезжиренное молоко движется вверх разделительной тарелки и по кольцевому каналу выходит в камеру напорного диска для отвода обезжиренного молока, откуда попадает в патрубок 2.

В герметических сепараторах имеются сочленения быстровращающихся и неподвижных элементов. В этих сочленениях для поддержания герметичности необходимо устанавливать резиновые манжеты. Резиновые манжеты в результате трения быстро нагреваются. Чтобы не сжечь их, надо при включении сепаратора немедленно подавать в него воду. Целесообразно заполнять сепаратор водой и перед пуском.

14. УБОРОЧНЫЕ МАШИНЫ

14.1. Механическая и пневматическая чистка изделий

Бытовые изделия, верхняя одежда, обувь при эксплуатации пылятся. Пыль проникает в щели полов, складки и поры одежды, ворс ковров и т. д. В состав пыли входят в основном кварцевые; частицы различных размеров и органические частицы хлопка, шерсти, бумаги и т. д.

Содержание кварцевых частиц различных размеров в пыли различно: до 0,045 мм - 1%, от 0,045 до 0,063 мм - 9%, от 0,063 до 0,090 мм - 26 %, от 0,090 до 0,125 мм - 30 %. от 0,125 до 0,180 мм - 14 %, от 0,180 до 0,250 мм – 3 %. от 0,250 до 0,400 мм - 3 %.

Содержание органических частиц пыли тоже различно: хлопка 35 %, шерсти 50%. бумаги 10%, волос 5%.

В бытовых условиях применяют механическую чистку, влажную уборку и обеспыливание (пневматическую чистку).

Механическую чистку выполняют щетками, ковровыми щетками, ковровыми выбивалками и др. Наиболее распространены для ручной чистки плоские щетки. В автоматических или полуавтоматических устройствах, как правило, применяют круглые щетки. В процессе очистки поверхности с волокнистой структурой ворсинки щетки, прочесывая эту поверхность, удаляют частицы из межволоконного пространства. Для каждой поверхности следует подобрать определенный вид ворса щетки. Длина ворса щетки зависит от его жесткости и ее можно определить по формуле

$$l = C_{жс} E J, \quad (14.1)$$

где $C_{жс}$ - коэффициент жесткости;

E - модуль упругости ворса;

J - момент инерции сечения ворса.

В ковровывбивалках в качестве рабочего органа применяют вал с билами из ремней или кожзаменителей. Билы, передвигаясь вдоль изделия, наносят удары с большой частотой, в результате чего деформация происходит только в зоне

контакта бил с материалом, а частицы пыли переносятся на поверхность материала.

Влажную уборку осуществляют поломоечными машинами, стеклоочистителями, пенными ковроточками и др.

Пневматическую чистку выполняют с помощью пылесосов для очистки тканей, ковров, полов от механических загрязнений, легкоудаляемых с очищаемой поверхности. Пылесос создает поток воздуха, который, проходя через поры материала или двигаясь вдоль материала, увлекает за собой механические частицы, находящиеся на материале или в его порах. Процесс обеспыливания с применением пылесосов характеризуется рядом показателей: пылеочистительной способностью, пылезадержанием, нитесборочной способностью и др. Пылеочистительная способность пылесоса это отношение количества всасываемой пыли к количеству пыли, рассеянной на испытываемой поверхности, выраженное в процентах. Возможности пылесоса по уборке нитей оцениваются нитесборочной способностью. При фильтрации часть мелкодисперсной пыли не задерживается фильтром. Способность фильтра задерживать пыль характеризует эффективность пылезадержания.

Для бытовых пылесосов разрабатываются воздуховсасывающие агрегаты небольшой мощности (100—1000 Вт), а также специальные фильтрующие материалы.

Для создания потока воздуха в насадке пылесоса воздуховсасывающий агрегат должен преодолеть сопротивление шланга, тракта и фильтра. При этом возникает разность давлений (потери давления) на входе в пылесос и выходе из него. Эта разность равна сумме потерь давлений в шланге, тракте и фильтре пылесоса. Потери давления в шланге определяют аналогично определению потерь давления в гладких трубах (формулы (14.2) и (14.3)). Скорость воздуха в воздуховодах принимают на 25...30 % больше, чем скорость витания, при которой частица поддерживается потоком во взвешенном состоянии. Эта скорость для тяжелой абразивной пыли равна 14...16 м/с, минеральной пыли

10...15 м/с, хлопка 8...10 м/с, синтетического волокна 10...14 м/с. Скорость воздушного потока

$$v=4Q/\pi d^2 \quad (14.2)$$

В гофрированных шлангах потери давления определяют по формуле (14.3), но при этом $C_T = 0,11$. Потери давления при расширении тракта (от сечения P до сечения $Щ$) определяют по формуле (14.2), Потери давления в тканевом фильтре определяются по формуле:

$$\Delta p = 4\gamma\eta v / [\sigma(-0,5\ln\gamma-0,5)] \quad (14.3)$$

где γ - коэффициент, характеризующий объем волокон в единице объема фильтра;

η - динамическая вязкость воздуха;

v - линейная скорость фильтрации;

σ - толщина фильтра;

R - радиус волокон.

При $v = 0.2$ м/с для молекулина $\Delta p = 833$ Па, для вельвета $\Delta p = 686$ Па, для фильтровального сукна (арт. 20) $\Delta p = 44$ Па. Исходя из потерь давления, определяют требования к воздухоподсасывающим агрегатам.

14.2. Современные бытовые пылесосы

Основной уборочной машиной является напольный пылесос прямооточного или вихревого типа. В прямооточных пылесосах воздушный тракт линейный — вход и выход воздушного потока расположены на одной линии.

В вихревых пылесосах воздушный поток движется по окружности. Широкое применение в последнее время находят штанговые пылесосы мощностью до 800 Вт. Выпускают универсальные пылесосы для сухой и влажной уборки.

Особенно повышается спрос на приборы для очистки ковровых изделий. Зарубежные фирмы для очистки ковров выпускают специальные уборочные машины. Это связано с резким увеличением напольных ковровых покрытий. По сравнению с 1985 г. площадь ворсовых покрытий в 2000 г. увеличится в 8,9 раза, их доля в общем объеме всех покрытий к этому времени составит 11,7 %

по сравнению с 1.7 % в 1985 г. Это, в свою очередь, приведет к увеличению производства пылесосов и коврометов.

Таблица 14.2. Техническая характеристика бытовых пылесосов

Модель	Пылеочистительная способность, %		Нитесборочный эффект, %	Объем пылесборника, г	Время очистки, с	Размеры, ммг			Масса, кгд	Уровень шума, дБ
	По полу	По ковра				Высота	Ширина	Глубина		
Прямоточные пылесосы										
«Шмель-Авто», ПРА-90	70	61	-	50	-	170	130	370	2	73
«Шмель», ПРА-140	80	70	70	110	110/120	170	130	370	2	72
«Спутник», ПРА-280	75	60	70	125.	80/100	300	180*	-	3	70.6
«Уралец-5», ПНП-400	93	85	82	275	80/105	180	150.	540	3,33	73
«Чайка-3», ПНП-400	92.5	74	82,5	262	83/110	243	176	435	4,5	75,8
«Ракета-7М2» ПНП-400	86,1	74,2	87.3	265	65/85	232	220	500	4,2	71.4
«Ракета-9», ПНП-400	90	83	85	300	80/106	300	200	550	5,8	71
«Ракета-12», ПНП-400	90	83	92	500	80/105	300	200	480	5,5	75
«Ракета-77», ПНП-600	95	86	92	300	78/96	230	190	550	5,89	75
«Чайка-10», ПНП-600	96,2	86,5	92	440	39/49	250	182	540	6,4	76,1
«Рассвет», ПНП-600	97.1	91,1	97,5	850	59/90	200	250	475	4,75	70
Вихревые пылесосы (ПНВ-Н00)										
«Вихрь-6М»	89,3	74.6	87	400	62/81	310	305 ^с	-	5.1	73.4
«Вихрь-8А»	89,2	74.4	87	400	80/100	300	310	350	6.16	74,5
«Буран-5М».	95	85	87	1000	80/100	300	290	330	7	75
«Буран-5МУ»	95	85	87	650	80/100	323	290	315	6.5	72
«Уралец»	86	79.3	82	800	69/95	375	284*	-	7,95	75.4
«Аудра»	93.5	83	92	600	80/100	390	350	320	7 8	70
«Урал»	93,7	82.6	95	300	59/79	360	360*	-	8.1	70.5
«Витязь-М»	92	82	90	600	76/90	320	316*	-	6,5	72
«Электросила»	91,4	79.8	91.3	420	67/89	390	395*	-	8,29	74.9
«Тайфун»	95	86	92	600	50/67	302	320*	-	6,8	73
«Циклон»	97	88.5	92	630	57/85	330	300	316	5.6	70
«Циклон-М»	97	89	92	630	57/85	333	300	316	5.8	70

* Диаметр пылесоса.

Примечание: В числителе приведено время очистки площади пола 1,5 М в знаменателе — площади ковра 2.2 м-.

2. Для всех моделей эффективность пылеулавливания составляет 97 % для модели «Спутник» — 75 %.

3. Модели «Урал» и «Электросила» используют также в виде пуфа.

Из простых устройств за рубежом популярны механические щетки-ковроочистители, так как стоимость их невелика, и они не потребляют электроэнергии. Также распространены электрические ковроочистители. Пользуются спросом многофункциональные пылесосы повышенной комфортности. Их

комплектуется большим числом насадок и снабжается электронным регулятором мощности. Многофункциональный пылесос позволяет убирать сухой и влажный мусор, собирать воду, специальный мусор, опилки и др. По мнению специалистов США, многофункциональные пылесосы являются перспективными изделиями.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает пылесосы двух типов: ручные (ПР) и напольные (ПН). По организации воздушного потока в корпусе пылесосы бывают прямоточные (И) и вихревые (В). Ручные пылесосы по конструкции разделяют на штанговые, щеточные и автомобильные. Техническая характеристика выпускаемых промышленностью пылесосов приведена в табл. 14.2.

14.3. Параметрический ряд пылесосов

Повышение технического уровня пылесосов, степени комфортности, эстетических и эргономических параметров предусмотрено в пылесосах нового параметрического ряда (ОСТ 27-56-394—79). Предусмотрено изготовление модификаций базовых моделей, которые должны быть унифицированы с базовыми моделями не менее, чем на 80%. Параметрический ряд пылесосов приведен в табл. 14.3. Проведенная унификация позволила сократить общее число узлов с 82 до 32. Так, вместо девяти воздуховсасывающих агрегатов применено три, вместо девяти существующих сигнализаторов запыленности применено два, вместо десяти устройств намотки шнура — одно и т. д. Техническая характеристика пылесосов параметрического ряда приведена в табл. 14.4.

Элементарная база для пылесосов разработана с учетом последних достижений советского и зарубежного приборостроения. Так, агрегаты серии А (три типоразмера на 400, 600 и 800 Вт) можно применять как в прямоточных, так и в вихревых пылесосах, а агрегаты А400ПР — и в ручном пылесосе. По сравнению с лучшими серийными агрегатами (например, с агрегатами серии

АП) агрегаты серии А имеют меньшую потребляемую мощность, большее статическое давление, больший КПД. Материалоемкость агрегата серии А на 0.4—1.2 кг меньше материалоемкости аналогичных агрегатов серии АП. Характеристики агрегатов улучшаются путем увеличения частоты вращения с 17 000 об/мин до 25 000 об/мин, применения прогрессивных материалов (проводов ПЭФ-155, ПЭТ-155, компаунда КП-103) и комплектующих изделий (электрошеток Г-21, подшипников 10018 и др.). В пылесосах параметрического ряда предусмотрены: бумажные фильтры предварительной очистки или устройства прессования пыли; сигнализатор запыленности; отключение двигателя при заполнении пылесборника; устройство регулирования расхода воздуха; устройство организованного хранения принадлежностей; автоматическая намотка шнура.

На перспективу предусмотрены следующие элементы комфортности: устройство регулирования мощности, дополнительный фильтр, очистка фильтра от пыли (механическое удаление пыли с фильтра), устройство для рассеивания или изменения воздушного потока, дистанционное управление пылесосом.

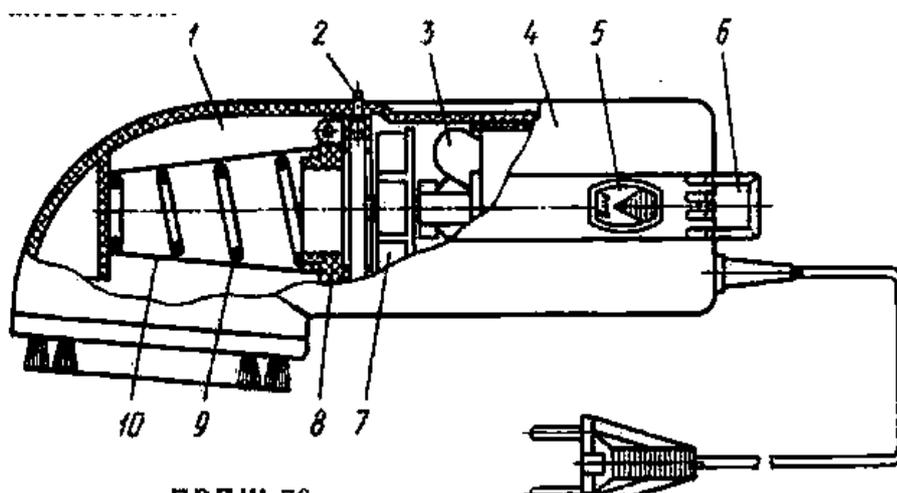


Рис.14.1. Электрошкетка-пылесос

Таблица 14.3. Параметрический ряд базовых моделей пылесосов

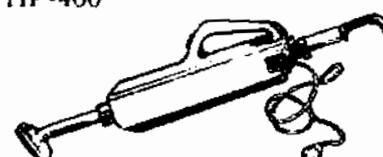
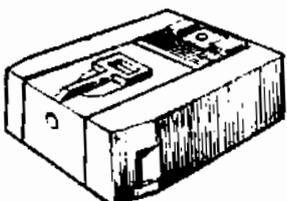
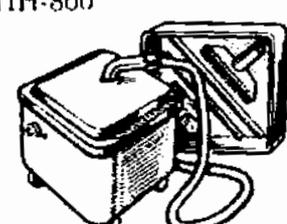
Ручные	Напольные с сухим фильтром	
	прямоточные	вихревые
Потребляемая мощность 70 Вт		
ПР-70 	Разработка нецелесообразна	Разработка нецелесообразна
Потребляемая мощность 100 Вт		
ПР-100 	То же	То же
Потребляемая мощность 280 Вт		
ПР-280 	То же	То же
Потребляемая мощность 400 Вт		
ПР-400 	ПН-400 	То же
Потребляемая мощность 600 Вт		
Разработка нецелесообразна	ПН-600 	ПН-600 
Потребляемая мощность 800 Вт		
То же	ПН-800 	ПН-800 

Таблица 14.4. Техническая характеристика пылесосов параметрического ряда

Типоразмер пылесоса	Объем пылесборника, г	Пылеочистительная способность, %		Нитесборочная способность.	Время очистки, с не более		Масса, кг
		на полу	на ковре		1.5 м ² пола	2.2 Л ковра	
ПР-70							1
ПР-100	70	70/75	55/65	55	110/100	120/110	1.6
ПР-280	125	75/84	65/70	72	95/85	120/110	2.7
ПР-400	276	90/95	80/83	85	85/80	110/105	3,5
ПР-400	275	90/95	80/83	85	85/80	110/105	4,9
ПН-000	400	90/95	«0/85	85	78/75	100/95	7.2
ПН-800	500	90/95	85/87	90	75/70	100/95	10

Примечание. В знаменателе приведены параметры моделей высшей категории качества.

Ниже приведены описания базовых моделей пылесосов параметрического ряда.

Пылесос-электрощетка ПРЩ-70 (рис. 14.1) состоит из двух полукорпусов - 4 пылесоса и насадки, которые соединены с помощью защелки 2. В полукорпус пылесоса на резиновых амортизаторах расположен электродвигатель 3, на выходном валу которого находится крыльчатка 7, создающая направленный воздушный поток. В корпусе 1 насадки расположен тканевый фильтр 10. Фильтр натянут на пружинный каркас 9 и закреплен на уплотняющем резиновом фланце 8. Фильтр с каркасом может быть установлен в любую из насадок, применяемую в пылесосе. В конструкции пылесоса предусмотрена скоба 6, позволяющая хранить пылесос в подвешенном состоянии. При работе электродвигателя крыльчатка создает разрежение в пылесборнике. При прохождении загрязненного воздуха через одну из насадок пыль оседает на фильтре, а очищенный воздух, охлаждая электродвигатель, выходит наружу через выходные щели. Расположение клавиш 5 выключателя, защелки, а также форма пылесоса обусловлены требованиями компоновки узлов и деталей, эргономическими и эстетическими требованиями.

Пылесос ПРПА-100 (рис. 14.2) ручной, прямоточный мощностью 100 Вт с сухим фильтров, предназначен для уборки пыли и мелкого мусора из салона автомобиля и с одежды пассажиров, а также для других работ с использованием разрежения и давления воздуха.

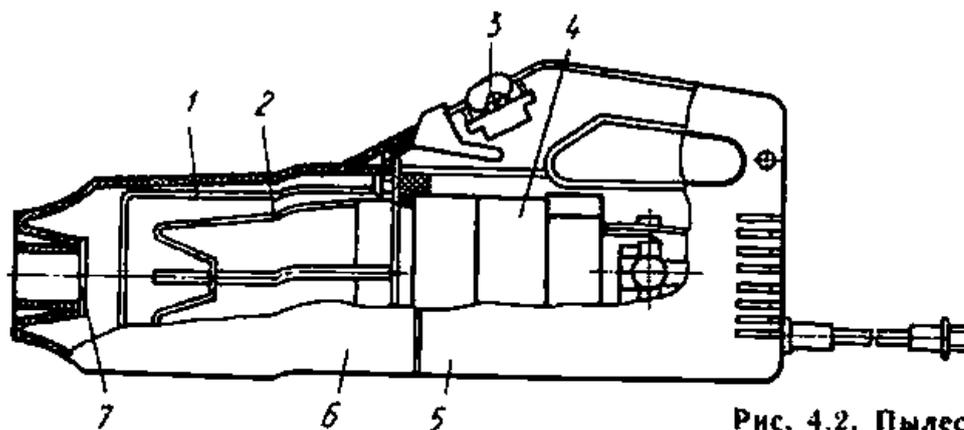


Рис. 4.2. Пылесос ПРПА-100

Рис. 14.2. Пылесос ПРПА-100

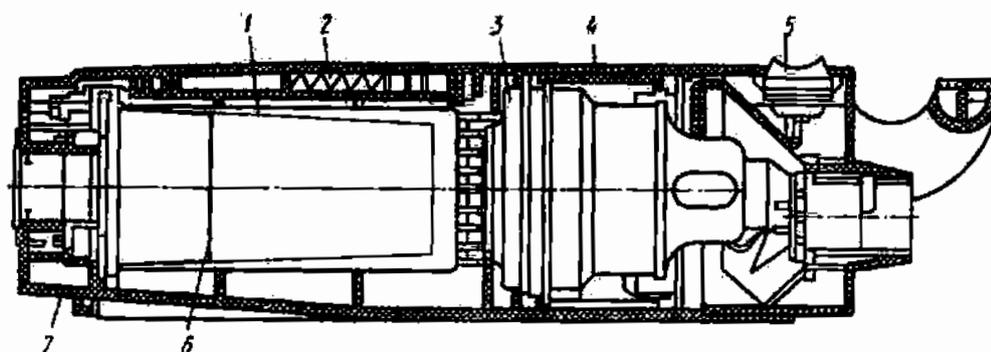


Рис.14.3. Пылесос ПРПС-280

Он состоит из двух пластмассовых корпусов - переднего 6 и заднего 5. В переднем корпусе расположен фильтр-мешок 1 (с резиновым фланцем, обеспечивающим герметичность при сочленении корпусов с помощью замка). Мешок одет на жесткий каркас 2. Входной патрубок корпуса представляет собой коническую поверхность, на которую непосредственно или с помощью удлинительной трубки крепят одну из насадок. Со стороны фильтра на входном патрубке имеется обратный клапан 7, предотвращающий высыпание пыли из корпуса. В заднем корпусе расположен воздуховсасывающий агрегат 4. В ручке

пылесоса находится выключатель 3 и замок. В задней части пылесоса имеются прорези для выхода воздуха. В нижней части корпуса расположен вывод шнура питания пылесоса.

Пылесос ПРПШ-280 (рис. 14.3) ручной, предназначен для уборки помещений, чистки одежды, ковровых изделий и мягкой мебели, а также для выполнения работ, связанных с подачей разреженного воздуха и воздуха под давлением. Пылесос ПРПШ-280 состоит из корпуса 4 и передней крышки 7, выполненной из ударопрочного полистирола. На корпусе размещен переключатель 5. В корпусе расположен воздуховсасывающий агрегат 3, фильтры 6 грубой очистки и тонкой очистки. Передняя крышка 7 предназначена для закрепления удлинителей. Пылесос имеет указатель 2 заполнения пылесборника пылью, устройство для регулирования расхода воздуха, сменные бумажные фильтры. Пылесос к источнику питания присоединяется съемным соединительным шнуром, армированным штепсельной вилкой и колодкой. В нерабочем положении шнур наматывается на штангу. Пылесос комплектуется телескопическим удлинителем.

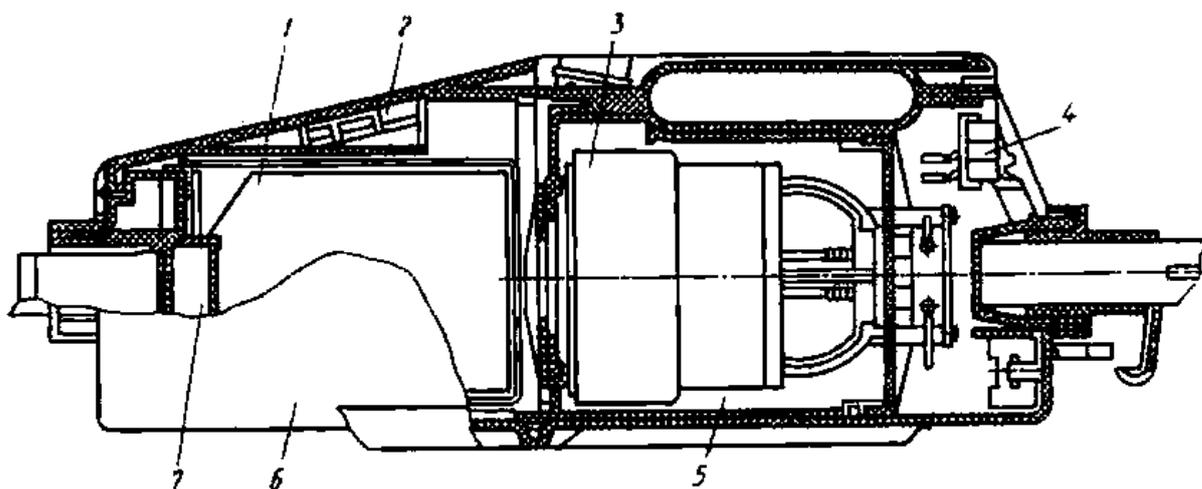


Рис.14.4. Пылесос ПРПШ-400

Пылесос ПРПШ-400 (рис. 14.4) ручной штанговый, состоит из двух пластмассовых полукорпусов 5 и 6, скрепленных между собой замком. В одном полукорпусе расположен воздуховсасывающий агрегат 3, а в другом - камера для сбора пыли и фильтры: тканевый и бумажный для закрепления пыли. К

торцовой части полукорпуса с помощью цанговых гаек прикреплен патрубок шланга. Конструкция цанговых гаек позволяет подсоединять к пылесосу унифицированный шланг при пользовании пылесосом как ранцевым. Входное отверстие в полукорпусе со стороны фильтра имеет обратный клапан 7 для предотвращения высыпания пыли наружу во время уборки. На полукорпусе 5, в котором размещен воздуховсасывающий агрегат, установлены розетка для подключения электроковровывбивалки, шнур питания и ручка для пользования пылесосом. Указатель 2 заполнения пылесборника, размещен в верхней части полукорпуса, в которой размещены пылесборник и выключатель 4. Пылесос укомплектован унифицированными насадками: коврово-половой, потолочно-стенной, мебельной, одежной, щелевой. В комплект пылесоса входят также две удлинительные трубки, патрубок с ручкой и унифицированный шланг. Насадки и шланг размещены в специальной полке-укладке.

Пылесос ПНП-400 (рис. 14.5) напольный, прямоточный мощностью 400 Вт с сухим фильтром, состоит из металлического корпуса 9 и двух пластмассовых крышек — передней 1 и задней 6. В корпусе расположен пылесборник-мешок 4, закрепленный в жестком каркасе с резиновым фланцем, обеспечивающим герметичность при сочленении передней крышки и корпуса. Со стороны фильтра на входном патрубке имеется обратный клапан 3, предотвращающий высыпание пыли из пылесборника. В корпусе расположен воздуховсасывающий агрегат 5. На корпусе расположена ручка, внутри которой вмонтирован указатель 2 запыленности. В верхней части задней крышки расположен вывод шнура питания с вилкой. После нажатия клавиши шнур убирается внутрь пылесоса с помощью устройства 7 автоматической намотки шнура. Пылесос включается нажатием клавиши 8, расположенной в задней крышке пылесоса. Для перемещения пылесоса служат два задних и одно переднее поворотное колеса.

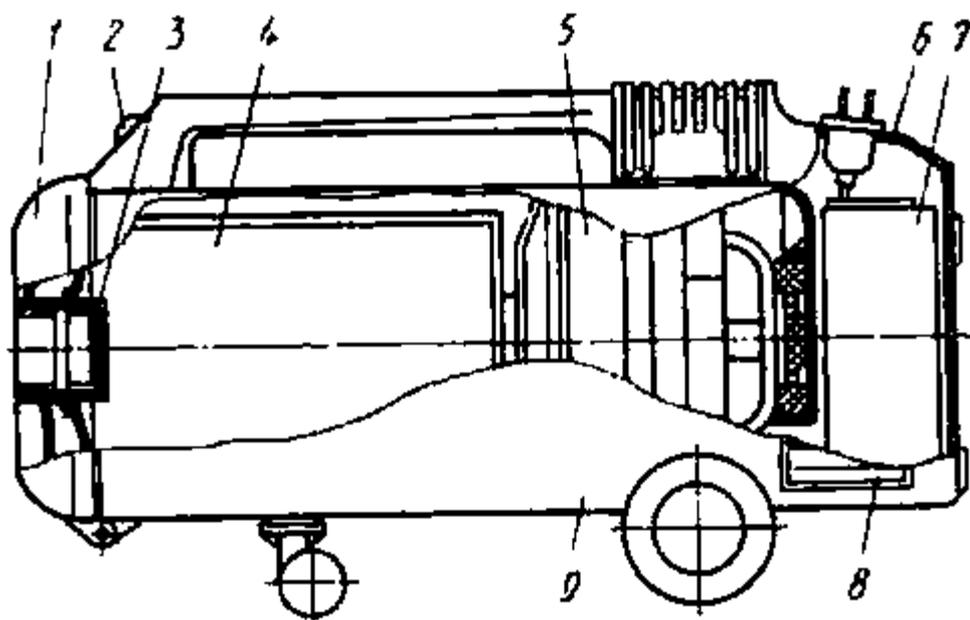


Рис 14.5. Пылесос ПНП-400

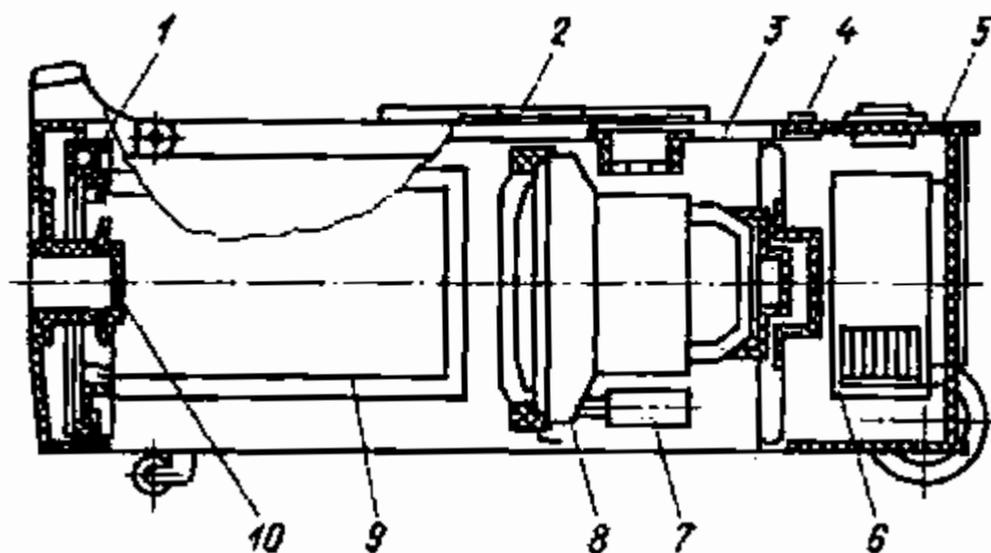


Рис. 14.6. Пылесос ПНП-600

Пылесос ПНП-600 (рис. 14.6) напольный, прямоточный, мощностью 600 Вт с сухим фильтром. По сравнению с ранее выпускаемыми моделями этот пылесос более современной конструкции, оснащен автоматическим устройством намотки шнура, индикатором, следящим за заполнением пылесборника пылью, ножной клавишей для включения и выключения, комплектом насадок и сменными бумажными фильтрами. Неоновая индикаторная лампочка

сигнализирует о включении пылесоса в электрическую сеть. Пылесос состоит из металлического корпуса 2 и двух пластмассовых крышек 1 и 5. Корпус обтянут искусственной кожей.

В корпусе пылесоса расположен пылесборник — тканевый мешок 9, закрепленный на жестком каркасе с резиновым фланцем, обеспечивающим герметичность при сочленении передней крышки и корпуса. Внутри тканевого фильтра расположен бумажный мешок разового заполнения. Со стороны фильтра на входном патрубке имеется обратный клапан 10, предотвращающий высыпание пыли из пылесборника. Воздуховсасывающий агрегат 8 уплотнительным резиновым кольцом и пружиной прикреплен к корпусу пылесоса. На выходе воздуха из пылесоса установлен фильтр для задержания пыли, образовавшейся в процессе срабатывания угольных щеток электродвигателя. Для удобства пользования пылесосом в полости задней крышки предусмотрено устройство 6 автоматической намотки шнура, клавиша управления которым выведена на верхнюю панель. На верхней панели расположены выключатель 4 и лампочка, сигнализирующая о наличии напряжения при включении вилки электрошнура пылесоса в сеть. В конструкции пылесоса предусмотрен указатель 3 запыленности. Мембрана с токоподводящим контактом датчика 7, находящаяся между пылесборником и полостью, в которой размещен воздуховсасывающий агрегат, вследствие изменения давления перемещается. В результате загорается лампочка, свидетельствующая о заполнении фильтров и необходимости их очистки. Для перемещения пылесоса служат два задних и одно переднее поворотное колеса.

Пылесос ПНВ-600 (рис. 14.7) напольный, вихревой, мощностью 600 Вт с сухим фильтром, оснащен автоматическим устройством для намотки шнура, индикатором 9, следящим за заполнением пылесборника пылью, ножной клавишей для включения и выключения пылесоса. Пылесос, выполненный в виде пуфа, состоит из нижнего корпуса (собственно пылесоса) У и верхней крышки 3, в которой размещены насадки и удлинительные трубки. Крышка сверху покрыта поролоном и обтянута искусственной кожей. В корпусе

расположен пылесборник, состоящий из фильтра 4 грубой очистки и фильтра 5 тонкой очистки.

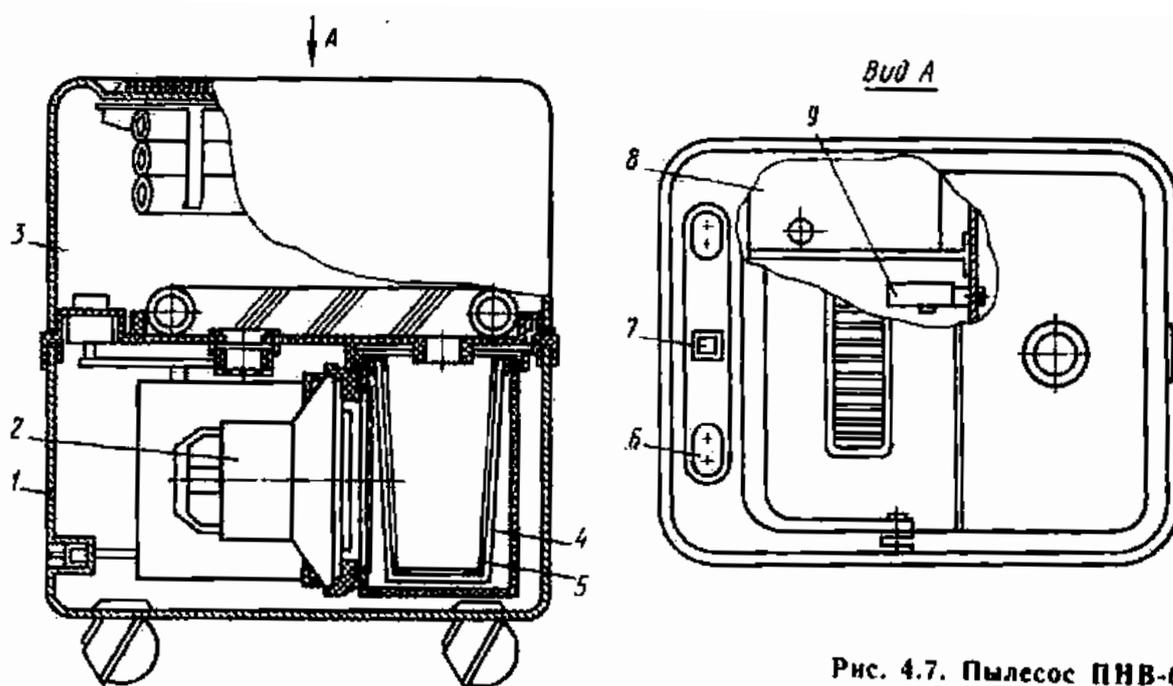


Рис. 4.7. Пылесос ПНВ-600

Рис.14.7. Пылесос ПНВ-600

Герметичность соединения воздуховсасывающего агрегата 2 и корпуса пылесборника обеспечивается уплотнительным резиновым кольцом. Фильтр из полиуретана, установленный на выходе воздуха из пылесоса, задерживает пыль, образующуюся в процессе срабатывания угольных щеток. При работе воздуховсасывающий агрегат создает разрежение в пылесборнике пылесоса. Воздух с пылью проходит через фильтры: пыль оседает на фильтрах, а очищенный воздух, охлаждая электродвигатель, выходит в окружающую среду. Для удобства пользования пылесосом в конструкции предусмотрено устройство 8 для автоматической намотки шнура, клавиша управления которым выведена на панель. Загорание лампочки 7 свидетельствует о заполнении фильтров и необходимости их очистки. Рядом расположен выключатель 6. Указатель запыленности работает аналогично указателю запыленности пылесоса ПНП-600.

Пылесос ПНП-800 (рис. 14.8) напольный, прямоточный, мощностью 800 Вт с сухим фильтром, является многофункциональным пылесосом и предназначен для уборки помещений, чистки одежды, гардин, штор, ковров и мягкой мебели, а также для других работ, выполняемых при разрежении воздуха или под давлением его. В отечественной практике прямоточный пылесос мощностью 800 Вт разрабатывается впервые. При многофункциональном назначении пылесоса большой мощности, возникает необходимость в регулировании расхода воздуха и давления. Регулятор представляет собой отверстие на наконечнике шланга, перекрываемое с помощью вращающегося кольца, эффективность их применения очень мала.

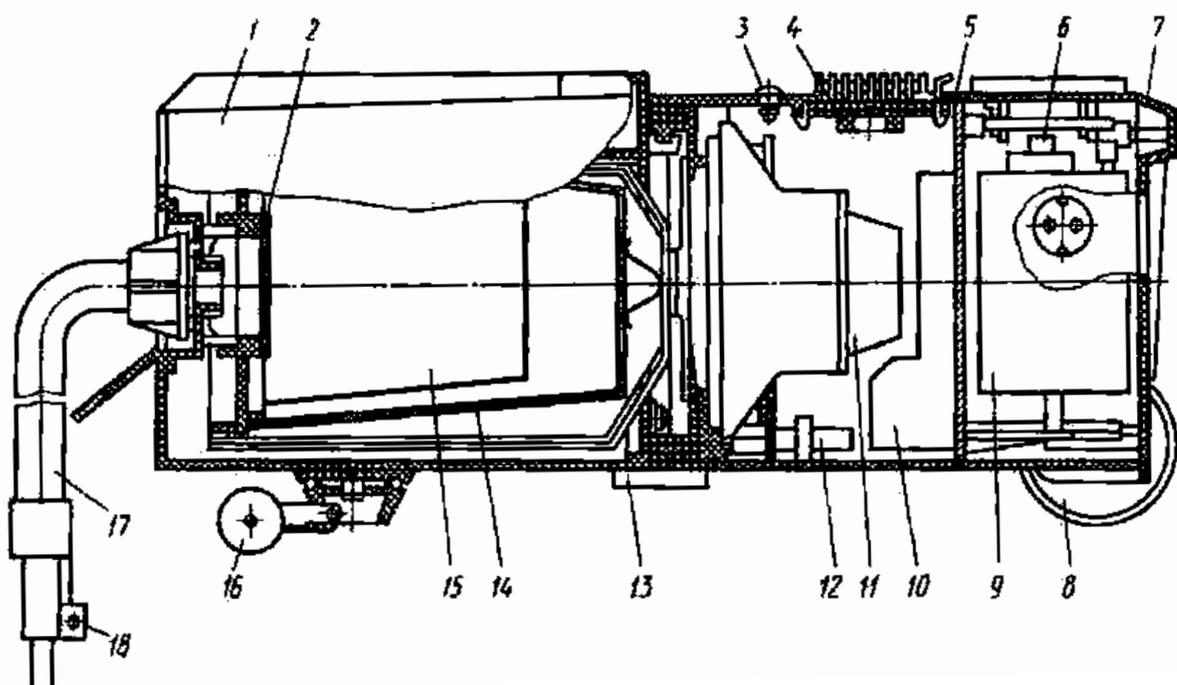


Рис.14.8. Пылесос ПНП-800

Чистка предметов домашнего обихода (таких как занавески, шторы, портьеры, одежда, покрывала и др.) практически невозможна. Эти предметы просто присасываются к насадке и затрудняют ее перемещение по обрабатываемой поверхности. Мощные пылесосы при чистке таких предметов очень неэкономичны. Учитывая это, в конструкции прямоточного пылесоса предусмотрен электронный регулятор мощности, ручка **18** управления которым

для удобства регулирования вынесена на наконечник шланга. Шланг армирован токонесущей двуспиральной проволокой, по которой к резистору подводится пониженное безопасное напряжение. Токосъемные контакты расположены так, что при закручивании шланга они замыкаются, т. е. регулятором, находящимся на шланге, можно регулировать частоту вращения вала электродвигателя. Кроме электронного регулятора мощности из элементов комфортности в пылесосе предусмотрена автоматическая намотка шнура и световой сигнализатор запыленности. Тройная система фильтрации обеспечивает высокую степень очистки.

Пылесос состоит из двух пластмассовых корпусов — переднего 1 (с крышкой) и заднего 5 (с крышкой 7) и имеет две кассеты — для хранения шлангов и для хранения насадок. В переднем корпусе расположен фильтр 14 из молескина, внутри которого находится контейнер 15 для сбора крупного мусора. Фильтр и контейнер одеваются на крышку, на патрубке которой расположен обратный клапан 2. Передний корпус со стороны входа воздуха закрыт крышкой с резьбовым отверстием (для присоединения шланга) и двумя подпружиненными контактами. В нижней части переднего корпуса находится поворотное колесо 16, на верхней его части расположены поворотная ручка для перевозки пылесоса к месту работы, ручка для переноски пылесоса или переднего корпуса к месту очистки пылесборника, клавиша включения пылесоса и клавиша тормоза. В заднем корпусе расположены воздуховсасывающий агрегат 11, находящийся между двумя резиновыми амортизаторами, датчик 12 запыленности, перегородка, к которой прикреплен блок 10 электронного регулирования, устройство 9 автоматической намотки шнура, выключатель 6. На выходном патрубке пылесоса, также как и на входном, имеются контакты. В верхней части заднего корпуса расположены сигнализатор 3 запыленности, решетка, под которой находится фильтр 4 для задержания мелкодисперсной пыли. Два поворота колеса 8 прикреплены к корпусу с помощью цапг.

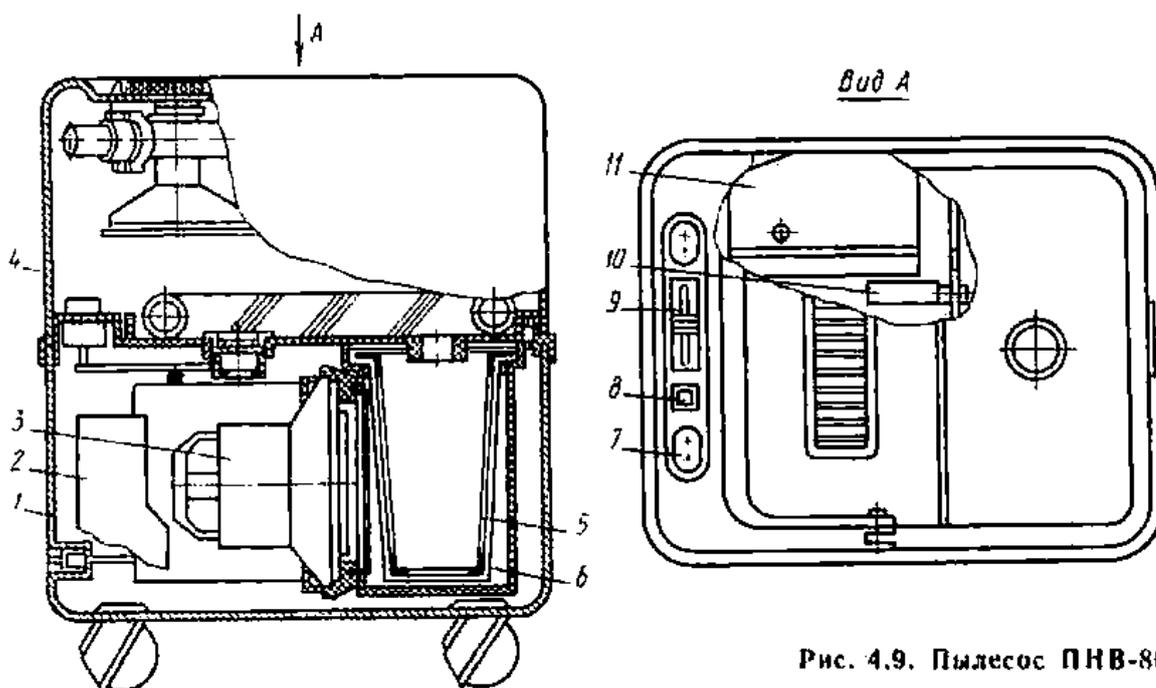


Рис. 4.9. Пылесос ПНВ-800

Рис.14.9. Пылесос ПНВ-800

На нижней части корпуса закреплен замок **13** для соединения переднего и заднего корпусов через промежуточное уплотнение. Шланг пылесоса представляет собой каркас из двух изолированных токоведущих пружин **17**, заключенных в эластичный пластмассовый чехол. На торце патрубка, соединяющего шланг с пылесосом, имеются две контактные пластины. На патрубке, соединяющем насадки со шлангом, имеется ручка **18**, которой с помощью резистора регулируют мощность воздуховсасывающего агрегата.

Пылесос ПНВ-800 (рис. 14.9) также впервые освоен промышленностью. В конструкции пылесоса предусмотрены: электронный регулятор **2** мощности (частоты оборотов электродвигателя) с управляемым резистором **9**. В нерабочем состоянии пылесос может быть использован в качестве пуфика. Конструкции пылесосов ПНВ-800 и ПНВ-600 аналогичны. Пылесос ПНВ-800 имеет корпус **1**, воздуховсасывающий агрегат **3**, верхнюю крышку **4**, автоматическую намотку **11** шнура, датчик **10** давления, указатель **8** запыленности, выключатель **7**, фильтр **5** грубой очистки и тканевый фильтр.

14.4. Воздуховсасывающие агрегаты бытовых пылесосов

Воздуховсасывающий агрегат пылесосов состоит из вентилятора и привода. В качестве привода, как правило, используют коллекторный двигатель. Большинство агрегатов (кроме агрегатов серии АВП и агрегата АП-600) применяют в отечественных пылесосах с незначительными изменениями уже длительное время.

В коллекторном двигателе щеточно-коллекторный узел включает щеткодержатель, электрощетку и коллектор. В агрегатах АВП-4, АП-600 и КУВ-071В применен пластмассовый щеткодержатель. Он прост в изготовлении. Недостатком этого щеткодержателя являются плохие условия охлаждения электрощеток, что не позволяет использовать его при повышенной частоте вращения.

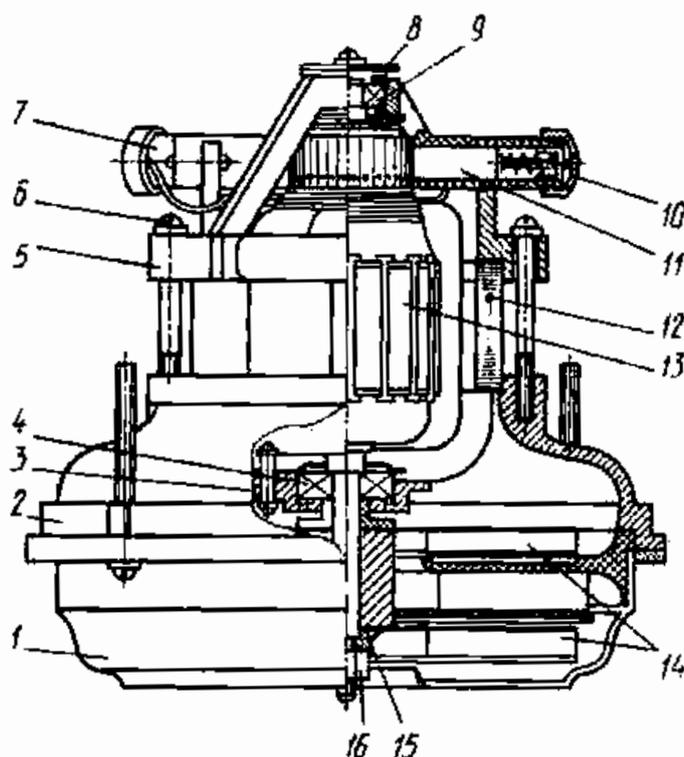


Рис. 14.10. Воздуховсасывающий агрегат АП-600

В агрегатах серии А применен щеткодержатель с запрессованной металлической обоймой. Этот щеткодержатель обеспечивает хорошее

охлаждение электрощеток, стабильность условий работы. Улучшаются контактные характеристики установкой наклонных щеткодержателей.

Агрегаты АП-600 и серии АВП имеют достаточно высокий КПД. Однако низкая частота вращения не позволяет достигнуть хороших массовых показателей. Агрегат АП-600 (рис. 14.10) состоит из верхнего 2 и нижнего корпусов, щита 5 электродвигателя с вентилятором 15. Якорь 13 электродвигателя установлен на двух подшипниках 4 и 9. Верхний подшипник закрыт крышкой 8, нижний — крышкой 3. Статор 12 электродвигателя закреплен на щите 5 и корпусе 2 винтами 6. На щите 5 также закреплены щеткодержатели 7 и угольные щетки //, закрытые колпачками 10. Центробежные колеса /4 вентилятора 15 закреплены гайкой 16.

Таблица 14.5. Техническая характеристика воздухоподсасывающих агрегатов

Агрегат	Номинальная мощность, Вт	Число ступеней вентилятора	Частота вращения, об/мин	Производительность, м ³ /с	КПД, %	Масса, кг	Удельная масса, г/Вт
МД-010	82	2	13300	0,0254	23	1930	23,5
МД-1ДА	100	2	13800	0,0152	27	2110	22,1
УД-2 («Буран»)	125	2	14000	0,0182	26,3	2940	23,6
АВП-4	186	2	15200	0,0250	36	2620	13,1
АП-600	185	2	16000	0,0266	33,6	2150	11,6
Агрегат серии А	190	1	25000	0,0183	38,4	1890	10,5
«Fhonison 62014»(Франция)	174	2	18200	0,0183	30	1890	10,0
«Lambelestrie» (Канада)	172	1	20000	0,0280	27,7	1550	9

На надежность работы щеточно-коллекторного узла влияет коммутационная способность щеток. В результате исследований было определено, что при большой частоте вращения наиболее пригодны электрощетки марки Г21. Эти щетки имеют наибольшее удельное сопротивление, способствующее улучшению коммутационных свойств, и наименьший износ. Однако вследствие низкой допустимой частоты вращения пришлось уменьшить диаметр коллектора до 20 мм.

Конструкция коллектора должна быть жесткая. В агрегатах серии А применен коллектор, собранный на изолированной металлической втулке.

Надежность подшипникового узла — одна из главных проблем электродвигателей с высокой частотой вращения. Анализ отказов подшипников показал, что основной причиной разрушения сепаратора является плохая герметизация. Как известно, при работе коллекторного двигателя выделяется большое количество угольной пыли, которая приводит к ускоренному изнашиванию сепаратора. Поэтому в агрегатах серии А применен радиальный подшипник № 60018 с одной защитной шайбой или подшипник № 280017 с двумя защитными шайбами. Кроме того, принят ряд конструктивных мер по снижению уровня шума и повышению надежности. Агрегаты серии А обладают техническими характеристиками, превосходящими лучшие зарубежные аналоги (табл. 4.5).

14.5. Полотеры и ковроты

Применение синтетических покрытий полов, появление лаков для паркетных полов привело к снижению спроса на полотеры. Поэтому объем выпуска и номенклатура полотеров ограничены. В настоящее время выпускают полотеры ЭП-3М, ЭПО-3 и ЭПО-3М.

Техническая характеристика бытовых электрополотеров ЭП-3М, ЭПО-3 и Э

Потребляемая мощность, Вт.....	450
Тип электродвигателя.....	ЭДЭ-4
Размеры полотера, мм:	
длина*	210
ширина.....	355
высота.....	370
Масса, кг.....	9

Примечания: 1. Длина полотера ЭП-3М 175 мм.

2. Высота полотеров со штангой 1160—1200 мм.

Полотер ЭПО-3 (рис. 14.11) состоит из следующих частей: корпуса 2; электродвигателя, расположенного под кожухом 4, со штепсельным разъемом 8; трех щеткодержателей с натирочными щетками; штанги 5 управления с вилкой соединительного шнура 7; пылесборника; амортизатора 1, предохраняющего мебель от повреждения. На верхнем конце штанги управления расположена ручка с выключателем 6. По мере загрязнения пылесборник необходимо освобождать от пыли. Для этого освобождают замки 3, снимают кожух 4 с пылесборником, вынимают и чистят мешок. При загрязнении щеток их моют горячей водой с мылом. Для снятия щеток под пружину крепления подводят лезвие отвертки и вынимают пружину. Для закрепления щетки кладут на щеткодержатель так, чтобы их прорезы под пружину совпали, затем ставят пружину в прорези и нажатием руки устанавливают ее на место.

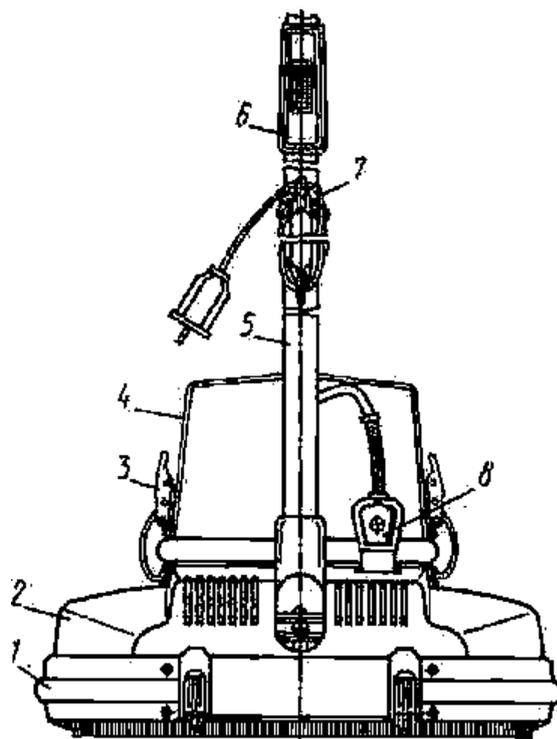


Рис.14.11. Электрополотер ЭПО-3

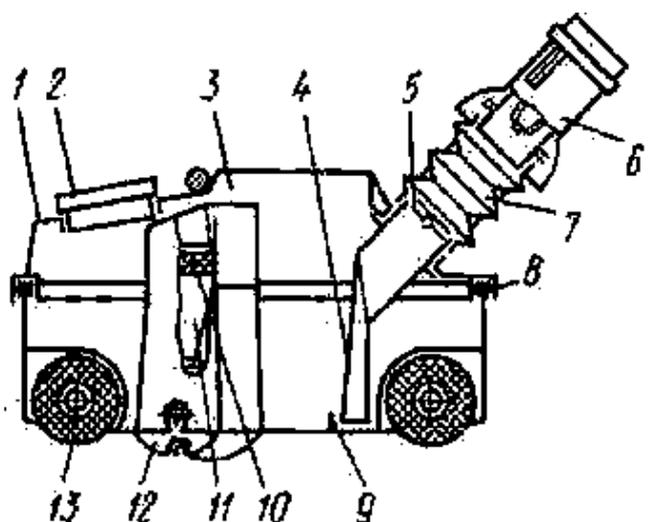


Рис. 14.12. Пенный ковротест: 1 — корпус; 2 — заглушка; 3 — крышка; 4 — камера давления; 5 — обратный клапан; 6 — дросселирующее устройство; 7 — гибкий гофрированный элемент; 8 — уплотнение; 9 — рассекающий; 10 — пористый материал; 11 — воронка; 12 — сетка; 13 — валок

Для очистки ковровых изделий промышленность выпускает механический ковротест КМ-1, представляющий собой емкость с механически вращающимися щетками, пылевыбивалку «Жук» и пенный ковротест (табл. 14.6).

Таблица 14.6. Техническая характеристика бытовых ковротестов

Показатель	Механический ковротест КМ 1	Пенный ковротест	Пылевыбивалка «Жук»
Производительность, м ² /ч		15	
Пылоочистительная способность, %	45	70	88,8
Размеры, мм:			
длина	370	240	248
ширина	260	280	101
высота	120	150	98

Примечания: 1, Высота механического ковротеста КМ-1 со штангой 1050 мм.
2. Пенный ковротест выпускают без отсоса пыли с применением шампуня, пенного очистителя.

Пенный ковротест (рис. 14.12) является приставкой к бытовому пылесосу для влажной очистки ковровых изделий. В камеру ковротеста заливают моющий раствор и приставку соединяют с выходом пылесоса. При включении

пылесоса воздух проходит через камеру, образуя обильную пену. Внутри корпуса ковроточиста имеются два окна, в которые вставлен пористый материал. Напротив окон находятся щетки и валки. Щетки расположены под углом к направлению перемещения ковроточиста, что обеспечивает хорошее распушивание ворса ковра. Валки смачивают ворс пеной. Через некоторое время (зависит от вида шампуня) производят уборку пылесосом.

15. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАСОСЫ

Широкое применение в быту находят малогабаритные лопастные центробежные насосы с электрическим приводом. Они применяются для местного водоснабжения небольших жилых зданий, поливки огородов, садов и других целей. Насосы такого типа могут забирать воду из колодцев, скважин, прудов и других водоемов с глубины до 6 м и поднимать ее на высоту до 20 л. Насосы можно устанавливать как в закрытых колодцах, так и на открытых площадках.

Основными частями лопастных центробежных насосов являются электрический двигатель и насос. Сам насос представляет собой рабочее колесо с лопастями, заключенное в корпус, имеющий приемное и нагнетательное отверстия, к которым присоединяются всасывающий и напорный трубопроводы. Рабочее колесо соединяется с валом электродвигателя. Принцип действия $n^{0\text{сoca}}$ следующий. Вода, заполняющая насос, при вращении рабочего колеса за счет центробежной силы выбрасывается из корпуса, выполненного в виде улитки, в напорный трубопровод и подается в "резервуар или выливается открытым способом. При вращении рабочего колеса во всасывающей патрубке создается вакуум, за счет чего происходит всасывание воды по всасывающему трубопроводу.

Электрические насосы центробежного типа могут работать только в том случае, если рабочее колесо, а следовательно, и всасывающий трубопровод должны быть залиты водой. Для удержания воды при заливке на всасывающий трубопровод надевается приемное устройство с обратным клапаном.

Особенности конструкции. В настоящее время для бытовых целей выпускаются электрические центробежные насосы следующих марок: «Кама», «Кама-3», 1СЦВ-1.5М, ВНЦ-1, «Агидель», «Урал». Устройство и принцип действия этих насосов одинаковы, отличаются они только некоторыми конструктивными особенностями.

Электронасос «Кама» (рис. 15.1) состоит из электрического двигателя и насоса. Электродвигатель универсальный коллекторный типа У Л-06,

потребляемая мощность его 330 Вт, скорость вращения 5000 об/мин. Для подавления радиопомех, создаваемых при работе насоса, электродвигатель снабжен радио-помехоподавляющим устройством. Включение насоса без нагрузки не допускается, так как скорость вращения двигателя достигнет недопустимого значения.

Насос состоит из корпуса и рабочего колеса. В комплект его входит приемное устройство с обратным клапаном. Корпус насоса разъемный, состоит из основания, имеющего прилив в виде подставки для установки насоса, и крышки, которая крепится к основанию четырьмя гайками М8 с пружинными шайбами. Между основанием корпуса и крышкой проложена уплотнительная прокладка. Такая конструкция корпуса дает возможность не демонтировать всасывающий трубопровод при разборке насоса для осмотра или ремонта рабочего колеса.

В центре нижней части корпуса (основания) имеется приемное отверстие с резьбой $3/4$ дюйма для присоединения всасывающего трубопровода. Сам корпус несколько напоминает улитку, на выходе которой имеется нагнетательное отверстие с резьбой $3/4$ дюйма для присоединения напорного трубопровода. В основании корпуса и крышке сделаны расточки, в которые входят уплотняющие выступы рабочего колеса, предотвращающие большую утечку воды из напорной полости во всасывающую.

Электродвигатель крепится к крышке четырьмя болтами М5 с пружинными шайбами. В крышке размещен сальник для уплотнения вала, выходящего из насоса. Сальник состоит из двух резиновых манжет, вставки, установленной между ними, двух шайб и гайки сальника, стягивающей манжеты. Для гидравлического уплотнения в сальник через канал в крышке подается вода из напорной полости. Поперечное отверстие, через которое этот канал сообщается с наружным воздухом, заглушено винтом М4 с прокладкой. В насосах такого типа иногда применяется набивной сальник. Кожух служит для защиты двигателя от попадания воды сверху.

Рабочее колесо насоса состоит из двух склепанных металлических дисков. Верхний диск, несущий лопатки, закреплен на валу электродвигателя, имеющем на конце лыску. Ступица рабочего колеса служит в то же время уплотняющим выступом. Проходящая через уплотнительное кольцо во всасывающую полость вода отводится через пять отверстий в ступице колеса. Рабочее колесо закреплено на валу наглухо специальной гайкой и шайбой-замком, предохраняющей гайку от свертывания.

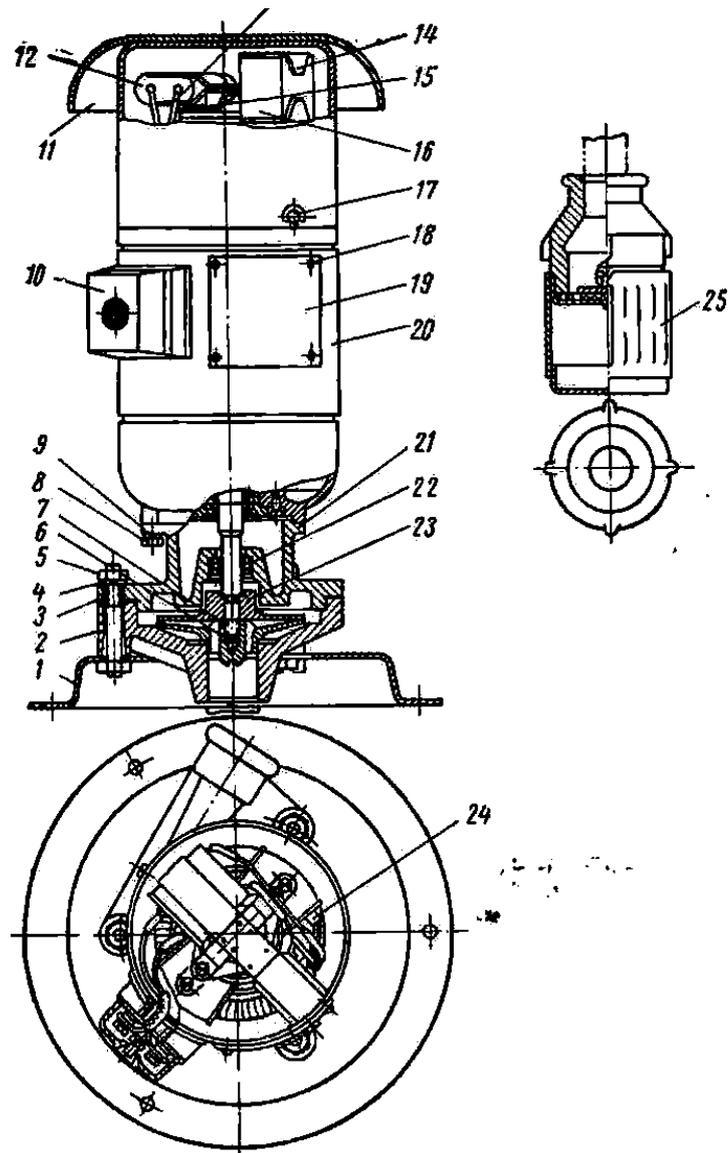


Рис. 15.1. Электронасос «Кама»: 1- подставка; 2 - корпус; 3 - прокладка; 4, 7, 9 — шайба пружинная; 7 - гайка М8; 6 - гайка специальная; 8 - болт М6; 10 - коробка выводов; 11 - кожух; 12 - конденсатор; 13 - трубка; 14 - скоба; 15 - винт М4; 16 - конденсатор; 17 - винт специальный; 18- заклепка; 19 -

табличка; 20 - электродвигатель; 21 - крышка насоса; 22 - сальник; 23 - рабочее колесо; 24 - трубка лннаксиновпя; 26 - приемный клапан

При работе насоса вода выбрасывается рабочим колесом через нагнетательное отверстие в напорный трубопровод. Часть воды протекает обратно во всасывающий патрубок через зазоры между выступами рабочего колеса и расточками в крышке и корпусе насоса. Нормально зазоры не должны превышать 0,15 мм.

Для удержания воды при заливе насос снабжен приемным устройством с фильтром и обратным клапаном, которое наворачивается на конец всасывающей трубы. Оно состоит из корпуса, в который ввернуто стальное седло, уплотненное в корпусе прокладкой. Седло имеет в центре отверстие, закрытое обратным клапаном с резиновым кольцом. К седлу приварена сетка цилиндрической формы для предохранения от попадания в насос крупных твердых частиц размером более 1 мм. Приемное устройство устанавливается всегда вертикально, так как обратный клапан закрывается под действием своего веса.

Электронасос «Кама-3» модернизирован: при той же мощности двигателя и напоре, производительность его увеличена с 1 до 1,5 м³/ч.

Электронасос 1СЦВ-1.5М (рис. 15.2) несколько отличается по конструкции от электронасоса «Кама» и является центробежно-вихревым и самовсасывающим. Корпус насоса отливается из чугуна и состоит из основания с подставкой и фонаря (крышки). Между основанием и фонарем ставят прокладку и скрепляют их болтами. Фонарь крепится к фланцу корпуса электродвигателя болтами. При сборке внутри образуется полость для рабочего колеса.

Рабочее колесо имеет центробежные и вихревые лопасти. Направление вращения — левое, если смотреть со стороны вала двигателя. На вал электродвигателя насаживается удлинитель и фиксируется шплинтом. Рабочее колесо насаживается на удлинитель вала электродвигателя и крепится специальной гайкой с шайбой-замком. Зазор между колесом и фонарем регу-

лируется с помощью шайбы, а между колесом и основанием — с помощью прокладки, устанавливаемой между фонарем и основанием корпуса.

Для уплотнения прохода удлинителя вала применяется сальник, состоящий из двух резиновых манжет и манжетного кольца. Кроме того, из напорной полости через отверстие диаметром 5 мм подается вода к сальниковому уплотнению, в результате чего образуется гидравлический затвор.

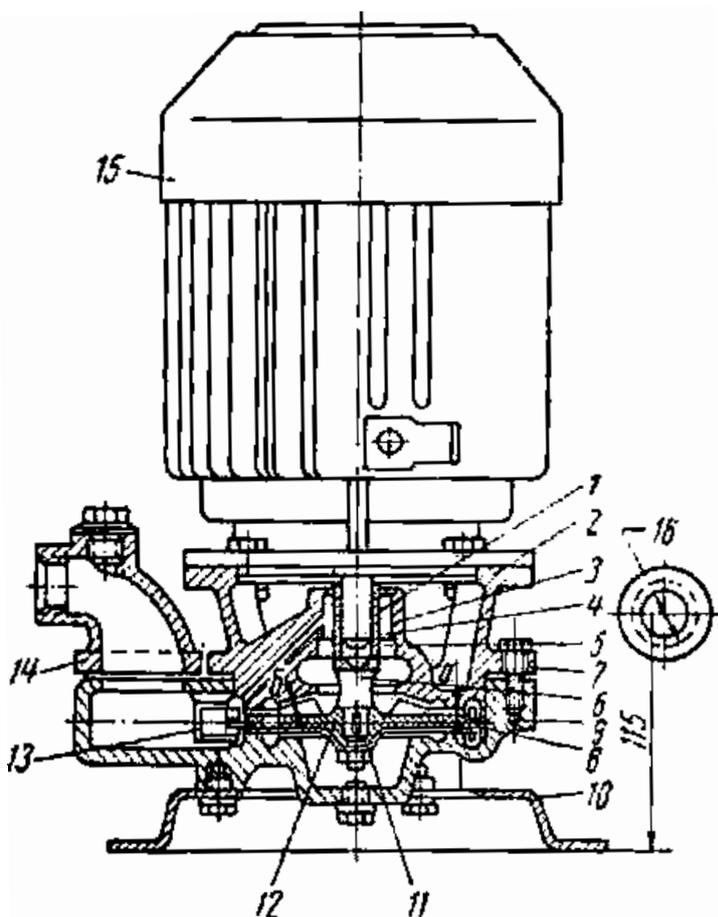


Рис.15.2. Электронасос 1СЦВ-1.5М: 1 - манжетное кольцо; 2 — фонарь; 3 — манжета; 4 — шайба; 5—гайка специальная; 6 — удлинитель вала; 7— прокладка; 8 — рабочее колесо; 9 — корпус; 10 — полетовка; 11 — шайба-замок; 12— шайба регулировочная; 13 — воздухоотвод; II — колпак; 15 — электродвигатель АОЛБ32-4; 16 — всасывающий патрубок

Всасывающий и нагнетательный патрубки насоса находятся под углом 75° друг к другу и расположены выше оси рабочего колеса, поэтому при остановке рабочая полость постоянно залита водой, что обеспечивает самовсасывание при пуске.

Выпускаются и электромагнитные погружные вибрационные насосы. Принцип действия их основан на использовании электромагнитных колебаний, передаваемых клапану-плавнику. При сравнительно небольшой потребляемой мощности (250 Вт) и малом весе производительность такого насоса достигает 1,5 м³/ч при полном напоре 20 м.

Основные технические данные и выбор электродвигателя. Основными техническими параметрами, характеризующими работу центробежно-лопастных насосов, являются напор или полный напор H , производительность Q , мощность на валу насоса N_n коэффициент полезного действия η , скорость вращения n и допустимая высота всасывания h_g . Полный напор насоса выражается в метрах столба подаваемой жидкости:

$$H = M_o + V_o + [(v_m - v_e) / 2g]$$

где M_o, V_o - приведенные к оси насоса показания манометра и вакуумметра в метрах столба подаваемой жидкости;

v_m, v_e - скорости жидкости в местах присоединения трубок манометра и вакуумметра, м/с.

При расположении манометра и вакуумметра, как показано на рис. 48:

$$M_o = M + h_1,$$

$$V_o = V + h_2,$$

где M и V - наблюдаемые показания манометра и вакуумметра в метрах столба подаваемой жидкости;

h_1, h_2 - расстояния между отверстием для подключения манометра и вакуумметра и осью рабочего колеса.

При определении M и V трубка для присоединения манометра должна быть заполнена жидкостью, подаваемой насосом, а трубка для присоединения вакуумметра — воздухом.

Производительность насоса представляет собой объем жидкости, подаваемой в единицу времени, и выражается в литрах в секунду (л/с), кубических метрах в секунду (м³/с) и кубических метрах в час (м³/ч).

Мощность на валу насоса, или мощность, передаваемая насосу электродвигателем при непосредственном их соединении, выражается в киловаттах:

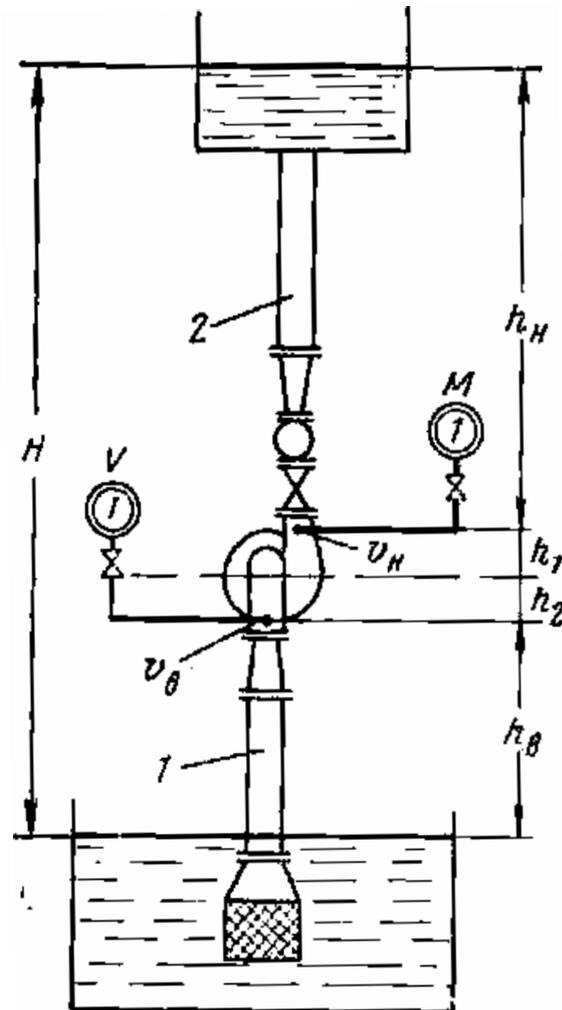


Рис. 15.3. Принципиальная схема работы насоса: 1- всасывающий трубопровод; 2 — напорный трубопровод; h_n - высота нагнетания; h_b - высота всасывания

$$N_n = Q\gamma H / 102\eta ,$$

где Q - производительность насоса, m^3/c ;

γ - вес единицы объема подаваемой жидкости, кг;

H - напор насоса в метрах столба подаваемой жидкости;

η - к. п. д. насоса в долях единицы.

Таким образом, зная производительность насоса, напор и к. п. д., подсчитывают мощность ведущего электродвигателя. Она должна быть

несколько больше определенной M_n из-за возможной перегрузки насоса. Основные технические данные электронасосов, применяемых для бытовых целей, приведены в табл. 16.

Таблица 15.1. Технические данные бытовых электронасосов

Параметры	Тип насоса				
	«Кама»	«Кама-3»	1СЦВ-1.5 м	ВИЦ-1	«Урал»
Производительность, м ³ /ч	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5
Полный напор, м	18	17	20	20	20
Высота всасывания, м	6	6	8	7	7
Высота нагнетания, м	12	15	12	13	13
Скорость вращения, об/мин	5000	5000	1440	—	—
Напряжение питания, В	220	220	220	220	220
Потребляемая мощность, Вт	330	330	400	340	450
Диаметры присоединительных отверстий под трубопроводы. дюймы:					
всасывающие	3/4	3/4	1	3/4	1
нагнетательное	3/4	3/4	1	3/4	3/4
Габариты, мм:					
диаметр наибольший	150	200	250	215	210
высота без труб	315	300	415	325	215
Вес, кг	5,8	5,3		8.8	12

16. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ

16.1. Особенности бытовых электроприборов с электронным управлением

Научно-технический прогресс в конструировании бытовой электротехники протекает по двум основным направлениям: первое - совершенствование потребительских качеств электроприборов, второе - расширение их ассортимента.

Совершенствование потребительских качеств электроприборов связано с повышением степени автоматизации и механизации их работы на базе применения электронных схем управления. Социально-экономический эффект автоматизации быта подтверждается социологическими обследованиями затрат времени на ведение домашнего хозяйства. При автоматизированном ведении хозяйства это время составляет 1 ч 30 мин в сутки, а при обычном 5 ч 20 мин. Однако до настоящего времени уровень автоматизации ограничивался механизацией отдельных операций, как правило, при непосредственном участии потребителя в технологическом процессе данного изделия. Это объясняется тем, что в качестве управляющего элемента использован электромеханический командный аппарат, в котором число команд (программ) ограничено.

Автоматизация ведения домашнего хозяйства с помощью электро-механических (и даже с использованием транзисторов) командных аппаратов означало бы создание командного аппарата, который по массе и размерам значительно превышал бы сам прибор. На протяжении длительного времени (вплоть до семидесятых годов) это являлось сдерживающим фактором повышения степени автоматизации быта.

Последние достижения полупроводниковой технологии и появление микропроцессоров (больших интегральных схем с интеграцией 10— 30 тыс. транзисторов в одном кристалле) обеспечили новый подход к конструированию электробытовых машин и приборов.

Объединение микропроцессора с полупроводниковой памятью и устройствами ввода — вывода позволило создать микро ЭВМ, стоимость которой сопоставима со стоимостью электромеханических командных аппаратов, а функциональные возможности на несколько порядков выше. Функциональные возможности микро ЭВМ определяются заданной программой и могут быть легко изменены путем замены программы, что позволяет организовать массовый выпуск унифицированных модулей, пригодных для компоновки самых разнообразных устройств.

На основе анализа серийно выпускаемых в странах Западной Европы, Японии и США, последних образцов сложной электробытовой техники можно отметить следующие преимущества приборов с электронными системами управления: значительное расширение функциональных возможностей машин путем увеличения числа программ на порядок (с десятков до сотен); долговременная конкурентоспособность (до 15...20 лет) на мировом рынке; уменьшение массы в 1,5...2 раза; повышение надежности на 1...2 порядка; экономия электроэнергии и воды на 10...70%; повышение точности соблюдения выполнения заданных функций; возможность работы в режиме диалога человек — машина; повышение уровня унификации, технологичности и ремонтпригодности; уменьшение трудоемкости изготовления; низкий уровень радиопомех в сети; повышение электробезопасности.

Особо следует отметить, что, несмотря на повышение розничной цены сложных электроприборов, и машин с электронным управлением стоимость электронных устройств в сумме сопоставима со стоимостью электромеханических командных аппаратов. Так, по данным фирмы «ИТТ Семикондукторс» (ITT Semiconductors, США), стоимость электронной системы управления даже несколько ниже. Это обстоятельство активно воздействовало и на второй аспект конструирования электробытовых приборов и машин — расширение ассортимента. Стремительное увеличение потока новых электробытовых изделий можно проиллюстрировать на примере американской фирмы «Дженерал Электрик»: около 90 % ассортимента бытовых

электроприборов, выпускаемых ею в настоящее время, десять лет назад вообще не было известно. С учетом номенклатуры и сложившегося состояния производства в России электронные системы управления могут значительно повысить технический и потребительский уровень сложных электробытовых приборов: автоматических и полуавтоматических стиральных машин; СВЧ-печей и СВЧ-размораживателей; посудомоечных машин; холодильников и морозильников; гладильных и сушильных машин; приборов микроклимата; уборочных машин; вязальных и швейных машин.

В России ведется разработка бытовых ЭВМ. В ближайшее время предполагается установка во вновь строящихся домах повышенной комфортности полного комплекта оборудования для кухни и ванной, в том числе: холодильника, морозильника, СВЧ-печи, электроплиты, посудомоечной, стиральной, сушильной машин и других приборов, управляемых микро-ЭВМ.

16.2. Универсальная система управления бытовыми электроприборами

Эффективность применения машин и приборов с электронными системами управления может быть повышена путем создания базовой системы управления, сложность которой может наращиваться включением дополнительных элементов, изменением программ, увеличением объема памяти. Анализ зарубежных приборов с электронным управлением подтверждает правильность выбранного направления — создание «электронных модулей», позволяющих путем выбора стандартных элементов создавать оптимальные варианты систем управления. Примером может служить специализированный микропроцессор фирмы «ИТТ Семикондукторс» (Великобритания), предназначенный для стиральных, сушильных и посудомоечных машин. Удачное оформление процессора обеспечивает ему продажу даже в США. Аналогичный подход использован при создании отечественной унифицированной электронной системы, применяемой в стиральных, посудомоечных, сушильных машинах и других бытовых электроприборах.

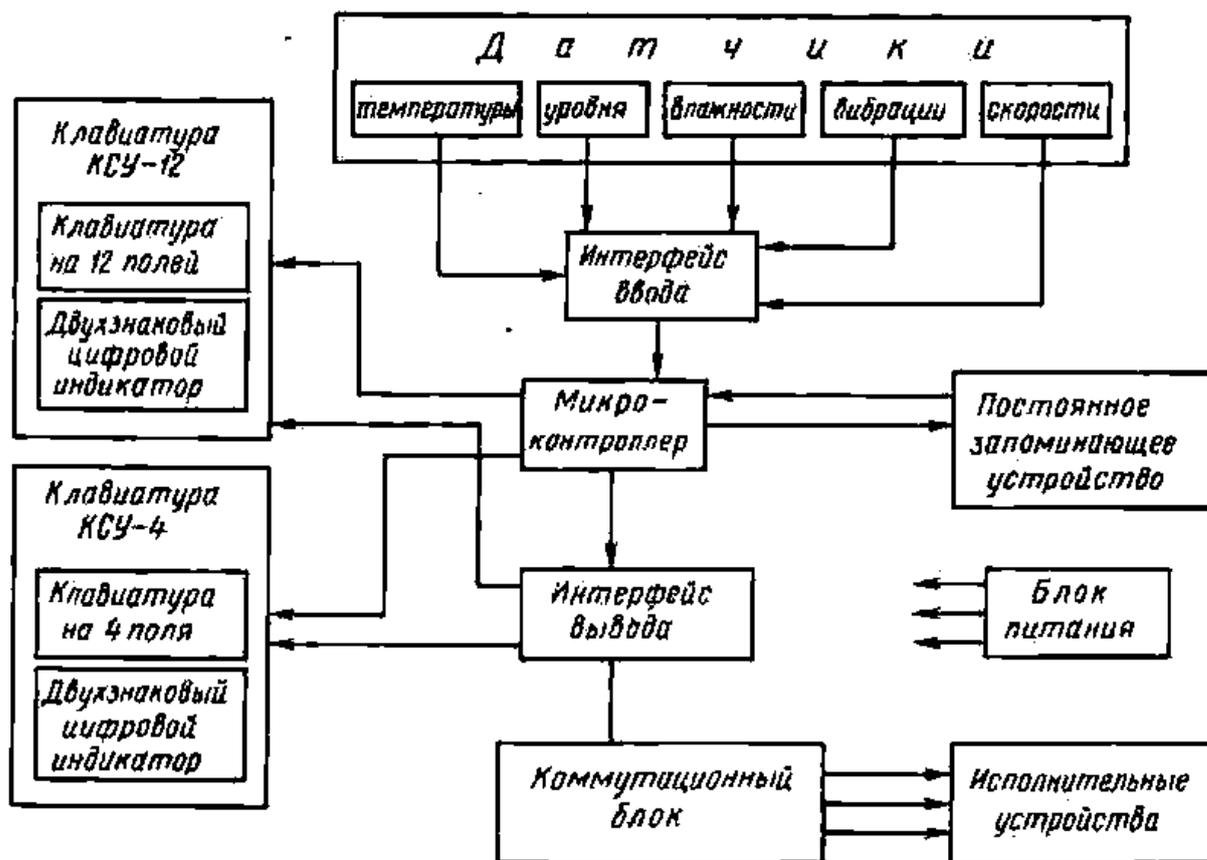


Рис. 16.1. Схема универсальной электронной системы управления

Блок-схема универсальной системы управления приведена на рис. 16.1. Основными элементами системы являются микроконтроллер типа К145ИК1807, запоминающее устройство типа К145РЕ1, интерфейс-ввода - вывода, индикаторы и коммутаторы.

Микроконтроллер - большая интегральная схема (БИС), выполняет все функции управления машиной в реальном масштабе времени и осуществляет контроль исполнение команд и прохождение технологического процесса в целом. В качестве микроконтроллера выбрана большая интегральная схема типа К145ИК1807, предназначенная для управления манипуляторами, технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, а также электробытовыми машинами и приборами [19].

Устройство памяти - постоянное запоминающее устройство, предназначенное для хранения программ работы автоматической машины. Запись

программ осуществляется в процессе изготовления БИС. В универсальной электронной системе управления применена ПЗУ K145PE1.

Интерфейс ввода состоит из сенсорных (чувствительных) полей, заменяющих клавиши, и электронной схемы для сопряжения с микроконтроллером. Легкое прикосновение к сенсорному полю равноценно нажатию на подвижный элемент клавиши. Отсутствие в сенсорной клавиатуре подвижных деталей увеличивает надежность и срок службы и позволяет сделать ее герметичной, приспособленной для работы в агрессивной среде. В некоторых моделях применена «квасисенсорная» клавиатура, в которой использованы микровыключатели, печатные поля или аналогичные конструкции, которые по техническим и потребительским свойствам близки к сенсорной клавиатуре.

Интерфейс вывода служит для вывода на пульт управления информации, необходимой для организации диалогового режима работы. В частности, для стиральной машины — номер выбранной программы, указания о загрузке необходимого количества моющих средств и температуры, при которой будет происходить стирка, и ожидаемое время до окончания цикла, процессы обработки тканей (предварительная стирка, основная стирка, полоскание, отжим и др.).

В качестве **индикатора** могут быть применены газоразрядные люминесцентные или полупроводниковые светоизлучающие элементы.

Устройство **ввода и индикации** состоит из двух конструктивных узлов: сенсорной универсальной клавиатуры КСУ-12 на 12 полей и двухзнакового цифрового катодолюминесцентного индикатора; сенсорной универсальной клавиатуры КСУ-4 на четыре поля и двухшкального линейного индикатора.

Клавиатура КСУ-12 имеет 10 полей (1—10) для ввода цифровой информации и 2 поля («пуск» и «стоп») для пуска и остановки программы.

На двухзнаковом индикаторе отображается номер набираемой программы, а после нажатия поля «пуск» индицируется время, оставшееся до конца работы программы. После нажатия сенсорного поля «стоп» останавливается программа

и на двухзначном индикаторе высвечивается вновь номер программы. Для полного сброса программы необходимо нажать (повторно) на поле «стоп». На индикаторе при этом высветится «00».

Клавиатура КСУ-4 имеет четыре поля для задания температуры (раствора в стиральных или посудомоечных машинах, воздуха в сушильных машинах и др.). На линейном двухшкальном индикаторе отражается заданная температура и уровень жидкости (например, в баке стиральной машины). При задании температуры и уровня жидкости на индикаторе мигают выбранные значения, а после достижения их индикатор светится постоянно.

Клавиатуры КСУ-12 и КСУ-4 могут устанавливаться отдельно или вместе в зависимости от типа машины или прибора, уровня его комфортности, класса, стоимости и т. д.

Коммутационный блок. Исполнительные механизмы (например, электродвигатель, сливной насос, магнитный клапан, нагреватель) включаются с помощью бесконтактных оптоэлектронных полупроводниковых приборов - оптронов и тиристоров. По сравнению с электромеханическим переключением бесконтактное имеет ряд преимуществ, в том числе: отсутствие искрения, снижение уровня радиопомех, большая надежность и срок службы. Число каналов коммутации и их параметры (коммутирующий ток и напряжение) определяются составом и типом исполнительных механизмов в машине.

Чувствительные полупроводниковые элементы (датчики) контролируют температуру, уровень воды, вибрацию, влажность и ряд других параметров. Эти элементы характеризуются высокой точностью измерения. Так, электронный датчик температуры в стиральных машинах позволяет поддерживать температуру воды в баке с точностью $\pm 5^\circ$. Высокая точность измерения параметров позволяет качественно улучшить технологические процессы, выполняемые автоматами.

Ввод данных в микроконтроллер и вывод на исполнительные механизмы. Данные в микроконтроллер вводятся по четырем шинам, а на исполнительные механизмы выводятся по восьми шинам. В ряде машин этих

вводов и выводов недостаточно. Поэтому применяют специальный расширитель — интерфейс ввода и вывода, позволяющий расширить число каналов управления и датчиков до требуемого значения.

Блок питания вырабатывает следующие напряжения: постоянное стабилизированное напряжение—27В для питания микроконтроллера, формирователя сигналов датчиков и сенсорной клавиатуры; постоянное напряжение —15 В для питания электронных схем коммутационного блока; переменное напряжение 1,2 В для питания цепей накала индикаторов; переменное напряжение 6,3 В для формирования импульсов синхронизации микроконтроллера.

В качестве общего провода используется плюс источника питания.

Все устройства монтируют на печатных платах. В сложных бытовых автоматах, например в автоматических стиральных машинах, система управления размещается на трех — четырех печатных платах, в простых машинах (например, гладильных) — на одной печатной плате.

16.3. Запоминающие устройства

Для решения логических или математических задач необходимо использовать запоминающие устройства (ЗУ), в которых фиксируются ранее полученная информация, константы, порядок выполнения операций, последовательность поступления дискретных сигналов и др. Кроме того, устройства должны обеспечивать возможность «прочитать» в нужный момент записанное в памяти содержание или распределение дискретной последовательности без разрушения этой информации. Запоминающее устройство, по сути, является каналом связи, передающим информацию с входа на выход, сохраняя смысловое содержание информации и обеспечивая задержку на определенное время — время хранения.

Запоминающее устройство состоит из следующих основных элементов: ячейки памяти, регистров, дешифраторов, узлов записи и считывания.

В зависимости от элемента памяти запоминающие устройства могут быть статическими или динамическими. В первом случае в качестве элемента памяти выбран статический триггер на p -канальных МОП-транзисторах, во втором — емкость затвора МОП-транзистора [25]. В статических ЗУ информация в режиме хранения неподвижна относительно массива ячеек (носителя информации). В динамических ЗУ время хранения информации ограничено, вследствие чего необходима периодическая ее регенерация — перезапись информации. При регенерации производится перезапись каждого хранимого в ЗУ бита в ту же или соседнюю ячейку. В последнем случае коды информации сдвигаются на один разряд с каждым циклом регенерации.

По функциональному назначению внутренние ЗУ, входящие в систему, делятся на постоянные, оперативные и логические.

Постоянные ЗУ (ПЗУ) служат для хранения программ и констант. ПЗУ имеет неразрушающее считывание, энергонезависимое хранение информации, большой срок службы. Постоянное ЗУ может быть перепрограммируемым (ППЗУ), т. е. таким, которое обеспечивает возможность перепрограммирования готового прибора. Такие устройства можно изготавливать, например, на МНОП-структурах. Накопительные свойства МНОП-структур ухудшаются при многократном повторении цикла считывание — запись, что обуславливает стремление использовать их для создания постоянных ЗУ, а не ЗУ с произвольной выборкой. Примером таких ПЗУ могут служить микросхемы К519, представляющие собой матрицу-накопитель на 128—256 бит с электрической перезаписью информации. ППЗУ типа К524РП1 на переключателях из стеклообразного полупроводника допускают 100 циклов перезаписи и сохраняют информацию при отключенном питании в течение 10 000 ч.

Оперативные ЗУ (ОЗУ) предназначены для хранения переменной информации. В общем случае хранимая в ОЗУ информация может разрушиться в процессе считывания, и после отключения питания, хотя это является недостатком конкретных ЗУ.

Логические ЗУ (ЛЗУ) кроме хранения информации могут выполнять некоторые логические или арифметические операции, что позволяет частично разгрузить процессор или исключить его из состава ЭВМ.

В бытовых приборах применяют практически все виды ЗУ (кроме ЛЗУ). Так, для длительного хранения программ (10—15 лет) применяют ПЗУ, в котором записывают команды на выполнение отдельных технологических процессов (например: стирки, слива моющего раствора, отжима и др.). Оператор устройством ввода — вывода задает последовательность выполнения этих программ. Однако при выключении питания необходимо вновь задать последовательность выборки. В этом случае применение оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) с сохранением информации при отключении питания и ПЗУ обеспечивает продолжение технологического процесса без повторного задания последовательности прохождения программ, записанных в ПЗУ. В серийно выпускаемых бытовых приборах применяют ПЗУ серии К145РЕ1 емкостью 2К. Отработка программ производится на перепрограммируемом ЗУ. При отработке унифицированной системы управления бытовыми приборами применяли ПЗУ типа К1601РР1.

Разработчик прибора выдает программисту описание прибора и технологию его работы или схему алгоритма. Схема алгоритма — это графическое представление процесса решения задачи или технологического цикла.

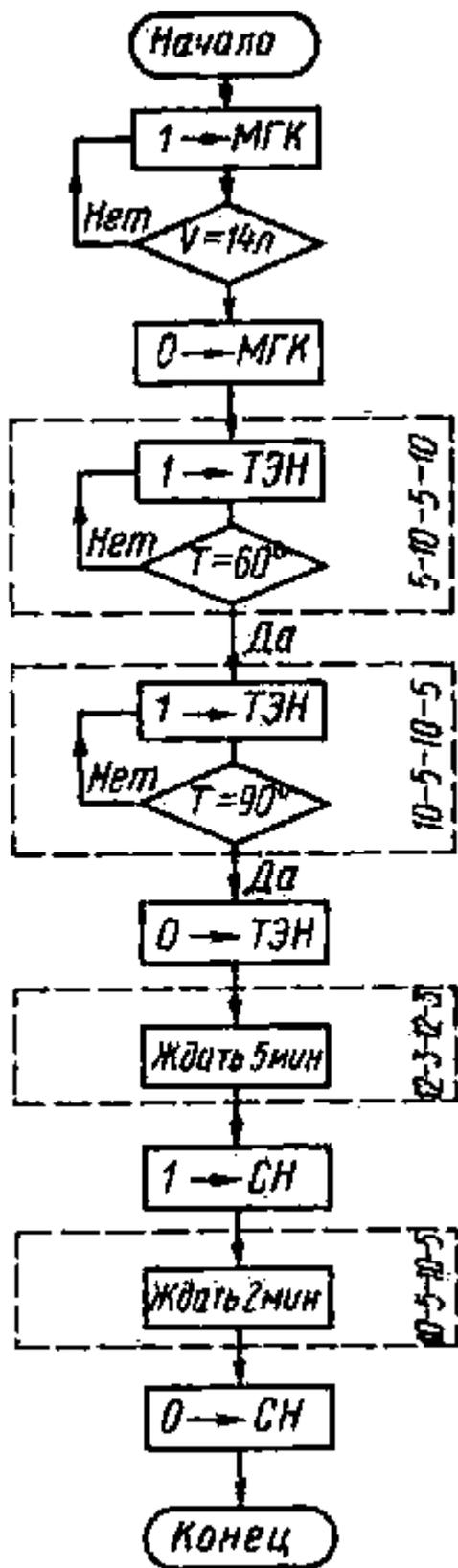


Рис. 16.2. Схема алгоритма технологического процесса «шовной» стирки на автоматической стиральной машине

Схема алгоритма изображается специальными символами. Алгоритм технологического процесса основной стирки автоматической стиральной машины приведены на рис. 6.2. Приведем описание (или специализацию) процесса. После пуска программы включается магнитный клапан горячей воды и заливается горячая вода до уровня 14 л. В это время происходит регулярный опрос датчика уровня воды в баке стиральной машины. При достижении уровня 14 л клапан горячего водоснабжения закрывается и включается трубчатый электронагреватель, который нагревает воду до температуры 60°C, при этом двигатель вращает барабан влево - пауза - вправо (с периодом соответственно 5 – 10 -5 с). Затем вода нагревается до 90 °C с реверсированием вращения барабана соответственно 10 – 5 - 10 с, после чего происходит выключение ТЭНа, стирка в течение 5 мин с реверсированием соответственно 12 –3–12 с, слив моющего раствора путем включения насоса слива на 2 мин с реверсированием

10 – 5 – 10 с, остановка сливного насоса, конец программы.

На основании алгоритма программист составляет программу. Программа - это последовательность команд, какие надо вводить, как их обрабатывать и

какие выводить к исполнительным механизмам, индикаторам и др. Команды содержат данные кода операции (КОП) и адресов данных (под адресом понимают местоположение данных в памяти). Например, программа описанного алгоритма основной стирки состоит из 113 команд.

Записи команд на машинном языке громоздки, поэтому применяют символы (символический язык). Та же программа на символическом языке составляет 13 команд. Языки высокого уровня (проблемно ориентированные) в данной работе, не приведены. Следует отметить, что после написания и отработки программы команды символического языка необходимо переводить на язык машинных команд. Этот процесс перевода (трансляции) называют ассемблированием или компиляцией программы. Последний термин чаще относят к языкам высокого уровня (КОБОЛ, ФОРТРАН). Однако эту операцию, как правило, уже выполняют с помощью специальных трансляторов (ассемблеров), что значительно упрощает разработку команд на машинном языке.

16.4. Микропроцессоры

Для управления выполнением команд, образующих программу, применяют устройство управления или процессор. В системах с небольшим объемом памяти (до 16 К) используются микропроцессоры (МП). По архитектурным и структурным решениям МП аналогичны процессорам больших ЭВМ. Как правило, микропроцессор исполняют в одном или нескольких кристаллах повышенной степени интеграции (микропроцессорные комплексы). Микропроцессорные комплексы отличаются низкой стоимостью, малыми размерами и потребляемой мощностью, имеют в своем составе широкую гамму процессорных, интерфейсных и запоминающих больших интегральных схем для построения устройств различного назначения и различной производительности [6, 25, 36].

В простых системах управления, где достаточно только логической обработки, применяют так называемые микроконтроллеры - монокристалльные

микро-ЭВМ, программно ориентированные на решение задач управления внешними объектами. Типичным представителем такого класса БИС являются программируемые однокристалльные процессоры серии 145, в которых имеется БИС, специально ориентированная на управление электробытовыми приборами К145ИК1807 [19].

Функции микроконтроллера следующие: ввод номера исполняемой программы; обращение к внешнему ЗУ, имеющему емкость до 4000 x 8 бит; автоматический, поиск программы во внешнем ЗУ; выполнение заданной программы; вывод номера исполняемой программы на индикаторное устройство; занесение программы во внешнее ППЗУ, имеющее емкость 256x8 бит; опрос до 32 датчиков (в последовательном режиме число датчиков не ограничено); управление внешними объектами — до 256.

БИС К145ИК1807 позволяет организовать программное управление работой внешних устройств с учетом заданных временных интервалов включения — выключения устройств, положения и состояния датчиков и возможности сравнения их с контрольными величинами (уставками), заданными по программе. Команды управления записаны во внутреннюю память микропроцессора. Доступ к ним осуществляется с помощью программ, хранящихся во внешнем ЗУ (дополнительно подключаемом к системе).

В БИС К145ИК1807 применен переменный формат управляющего слова (команды). Минимальная длина слова - 1 байт, максимальная длина - 2 байта. Объем внутреннего ПЗУ — 4160 бит, ОЗУ— 30 x 4 бит, число выводов — 48.

16.5. Устройство ввода — вывода

16.5.1. Устройство ввода

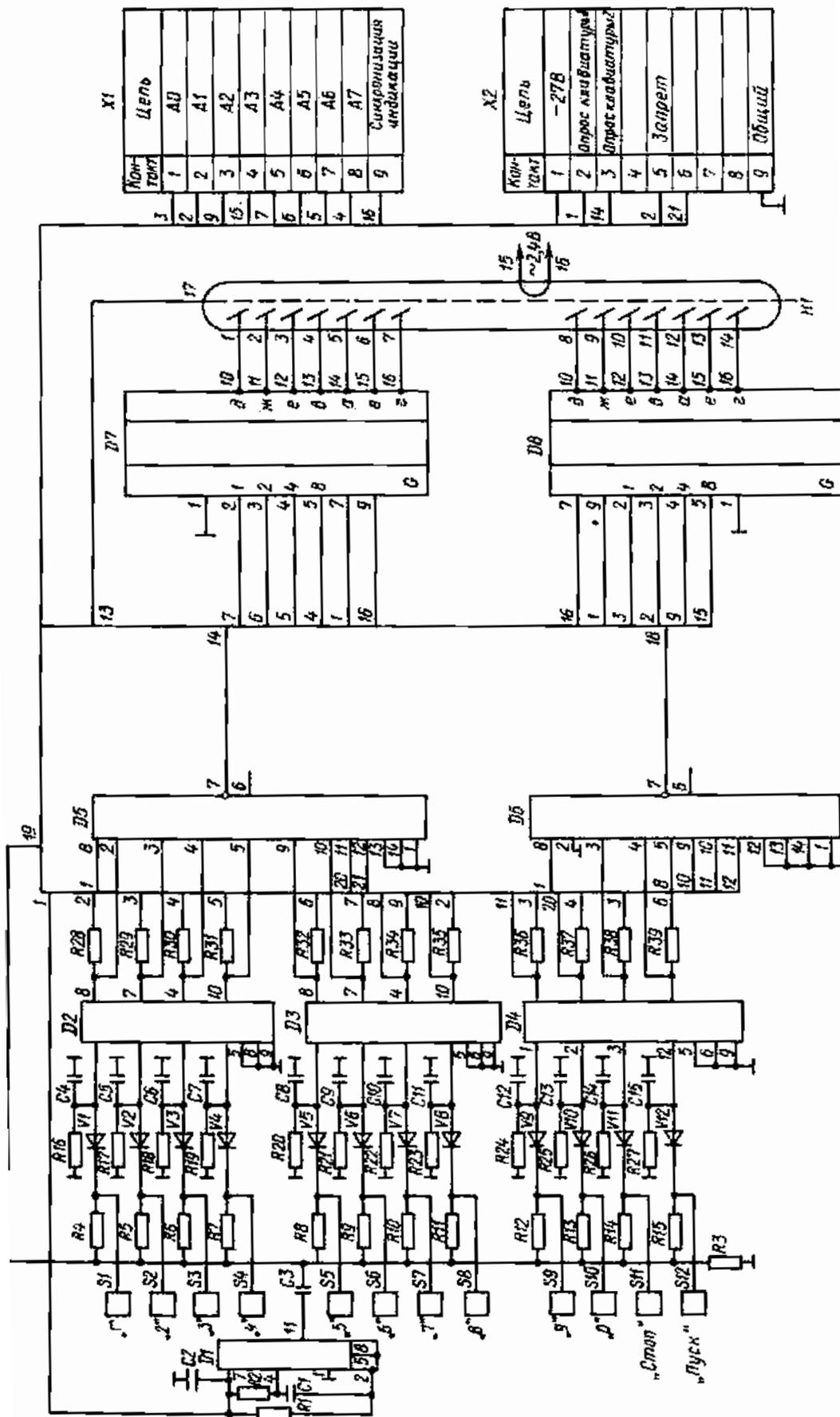
Устройства ввода предназначены для ввода в вычислительную или управляющую систему информации, на основании которой выполняются определенные операции. Информация может храниться на различных носителях: перфокартах или лентах, магнитных дисках или пленках, магнитооптических или оптических дисках. Информация может вноситься

также непосредственно оператором нажатием (замыканием) контактов клавиатуры по определенным программам.

Устройство ввода в сложных бытовых машинах и приборах должно обеспечивать ввод информации о выбранной оператором программе, отображение действий оператора (контроль правильного выбора команд), индикацию о ходе технологического процесса.

Важным требованием к устройствам является обеспечение брызгозащитности, работоспособности устройства ввода при неправильной эксплуатации, в том числе заливе его водой или моющим раствором. Из большого разнообразия устройств ввода последнему требованию наиболее полно отвечает сенсорная клавиатура. В литературе широко освещен вопрос использования сенсорных переключателей в качестве устройств для ввода информации. Надежность таких устройств зависит от способов их реализации (фотометрический, оптический, омический, емкостный и т. д.).

При исследовании известных способов установлено, что наиболее перспективным является устройство потенциального, омического и емкостного типов. Однако анализ литературы по этому вопросу не дает возможности установить, какому типу отдать предпочтение. Сопротивление кожи человека изменяется в широких пределах (от десятков килоОм до единиц мегоОм). Емкость человека составляет 50...20 пФ, а сопротивление утечки на землю сильно зависит от влажности воздуха и может изменяться от сотен килоОм до десятков мегоОм. Измерение напряжения, наводимого на тело человека от сети (частотой 50 Гц), показало, что при нагрузке 1 мОм это напряжение может меняться от 20 мВ до нескольких десятков вольт. В клавиатуре потенциального типа обычно использован заряд конденсатора для обеспечения временной задержки импульса. Однако на теле оператора могут присутствовать заряды любого знака и напряжение сетевых наводок, что снижает надежность устройства.



Контакт	Цель
1	AU
2	A1
3	A2
4	A3
5	A4
6	A5
7	A6
8	A7
9	Синхронизация индикации

Контакт	Цель
1	-27В
2	Интер-клавиатура
3	Интер-клавиатура
4	
5	Защелка
6	
7	
8	
9	Общий

Рис. 6.3. Принципиальная электрическая схема сенсорной клавиатуры

Сенсорная клавиатура омического типа не обеспечивает высокой надежности, так как бытовые приборы работают в повышенной влажности и загрязненности.

Разработанную универсальную сенсорную клавиатуру (КСУ-12) на 12 полей используют в стиральных, сушильных и посудомоечных автоматах. В качестве индикатора применяют двухзнаковый цифровой катодолюминесцентный индикатор.

При касании оператором определенного сенсорного поля порядковый номер этого поля отображается на цифровом индикаторе (от 0 до 9). При нажатии поля «пуск» машина начинает выполнять технологический процесс, соответствующий набранной программе, а на индикаторе отображается время, оставшееся до конца выбранного технологического процесса. В зависимости от температуры заливаемой воды и реального времени нагрева отображаемое время по ходу процесса корректируется. При касании поля «стоп» машина останавливается, а на индикаторе высвечивается номер ранее набранной программы. Для сброса программы необходимо повторно коснуться поля «стоп».

В клавиатуре КСУ-4 имеется четыре сенсорных поля, двухзнаковый цифровой индикатор и два линейных индикатора разного цвета (желтого и зеленого). Одна линия предназначена для индикации температуры моющего раствора, другая — для его уровня. Каждая линия разделена на четыре участка, под которыми расположены соответствующие сенсорные поля задаваемой температуры раствора: 30, 40, 60 и 90 °С. При касании одного из полей, например 60 °С, третий участок линейного желтого индикатора переходит в мигающий режим, а при достижении этой температуры — загорается постоянным свечением (рис. 6.3).

6.5.2. Датчики температуры и уровня жидкости

Данные о температуре моющего раствора и его уровня поступают от соответствующих датчиков.

Датчик температуры (рис. 16.4) выполнен из двух частей: чувствительного элемента, располагаемого в растворе, и формирователя, обеспечивающего выдачу логических сигналов для микроконтроллера и сенсорной клавиатуры. Выбор заданной программы температуры производится микроконтроллером путем опроса соответствующего входа ($A0$, $A1$, $A2$ и $A3$). Импульсы опроса нормируются на амплитуде в каждом канале (в первом канале $P1$, $V1$). Для развязки между каналами введены диоды $V05—V08$, а подстройка каждого канала производится резисторами $R25—R28$. Нормированные сигналы поступают на операционный усилитель, включенный по схеме компаратора. Происходит сравнение опорного опросного сигнала и сигнала с чувствительного элемента.

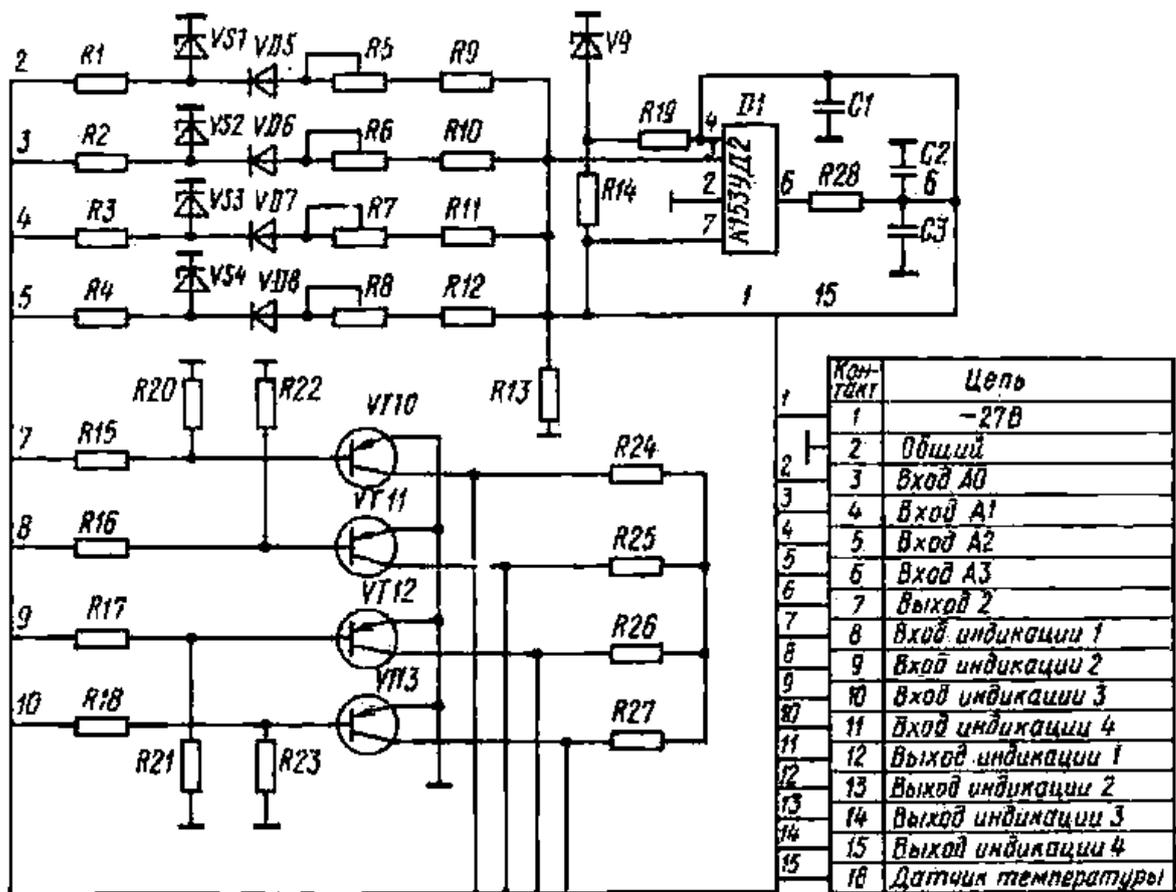


Рис.16.4. Принципиальная электрическая схема датчика температуры

Сигнал с компаратора подается на индикатор сенсорной клавиатуры КСУ-4. Ключи, выполненные на транзисторах $VT10—VT13$, служат для коммутации цепей индикации температуры. В качестве чувствительного элемента использованы терморезисторы ММТ-6, СТ1-19 или СТЗ-19. Полость внутри крышки заполнена теплопроводной пастой. Точность измерения температуры $\pm 0,3^\circ$.

Датчик уровня жидкости (рис. 16.5) состоит из двух частей: чувствительного элемента, расположенного на стиральном баке машины, и формователя, обеспечивающего выдачу логических сигналов по командам системы управления. Датчик уровня жидкости имеет преобразователь сопротивления в напряжение, выполненный на транзисторе $VT1$ и чувствительный элемент — приемный электрод, расположенный на нижней отметке уровня в контролируемом объеме. Для согласования преобразователя сопротивления в напряжение с управляемыми генераторами тока введен эмиттерный повторитель — транзистор $VT2$. Датчик уровня представляет собой электрод, выведенный в корпус машины на заданном уровне через изоляционный переход. При достижении уровня жидкости электрода резко уменьшается сопротивление между электродом и корпусом машины. Это изменение обрабатывается схемой сравнения по логике 2И—4ИЛИ (микросхема) и при подаче адресного импульса опроса $A0—A3$ от микроконтроллера на выходе формируется в сигнал в виде логической единицы.

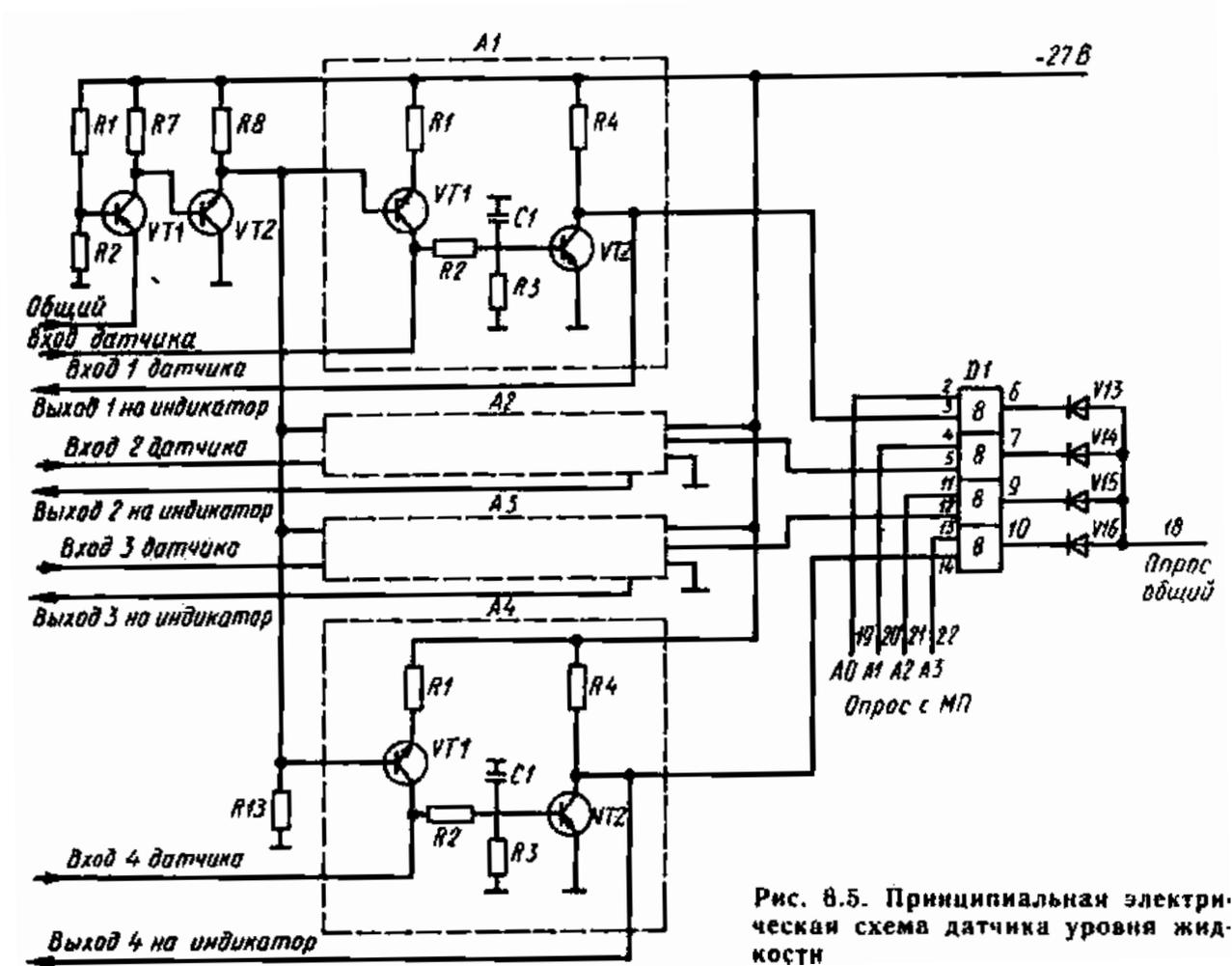


Рис. 8.5. Принципиальная электрическая схема датчика уровня жидкости

Рис.16.5. Принципиальная электрическая схема датчика уровня жидкости

16.5.3. Индикаторы бытовых электроприборов

В бытовых электроприборах необходимо индцировать состояние прибора и прохождение технологического цикла, в том числе:

- 1) включение и выключение питающего напряжения (сети);
- 2) значение времени (до четырех цифр) и номера набираемой программы (до двух цифр);
- 3) значение уровня жидкости и ее температуры (дискретное значение до четырех цифр);
- 4) нажатие оператором клавиши или сенсора клавиатуры.

В настоящее время существует большое число типов приборов отображения информации. К ним относятся газоразрядные, электролюминесцентные,

вакуумные люминесцентные, жидкокристаллические (ЖК), а также светоизлучающие диоды СИД.

Газоразрядными (ионными) называют приборы, работа которых основана на явлении электрического разряда в газах. В этих приборах носителями заряда являются не только электроны, но и ионы газа. На основе этого явления создана большая номенклатура приборов от простейших сигнальных индикаторов до больших плазменных панелей. Газоразрядные приборы характеризуются большим размером знаков, широким диапазоном температур, надежностью, большой яркостью свечения. Наиболее распространенным газоразрядным прибором является сигнальный индикатор на базе неоновой лампы, а также люминесцентной лампы тлеющего разряда. Неоновая лампа представляет собой герметичный стеклянный баллон, в котором размещены два электрода, выполненные в виде дисков или стержней. Состав газовой смеси (обычно неон, аргон и гелий с преобладанием неона) под давлением 0,5—2,5 кПа обеспечивает красно-оранжевое свечение. Для обеспечения свечения другого цвета используют другие составы газов или покрывают люминофором внутреннюю часть баллона. Недостатком газоразрядных приборов является высокое напряжение питания переменного тока (напряжение зажигания составляет 170-220 В), наличие времени запаздывания возникновения разряда (от 1 с до 1 мин), ограниченный угол обзора.

Электролюминесцентные индикаторы также требуют повышенного напряжения питания (85—120 В частотой 10 кГц). Коммутация такого напряжения представляет известную трудность в бытовой технике. Эти индикаторы широкого применения не нашли.

Вакуумные люминесцентные индикаторы не имеют этих недостатков: напряжение возбуждения составляет 12—18 В, время запаздывания до 0,5 с, большой угол обзора, малая потребляемая мощность. Эти индикаторы совместимы с интегральными схемами и поэтому их широко используют в калькуляторах, стиральных машинах, автомобилях и других машинах и

приборах. Недостатком вакуумных люминесцентных индикаторов является необходимость дополнительного источника для накала катода— 1—1.5 В.

В литературе встречается термин катодолюминесцентные индикаторы.

Интерес к ним объясняется тем, что кроме повышенной надежности они обладают возможностью считывания информации при высоком уровне освещенности, а также многоцветностью (до пяти цветов). В последнее время фирме «Индустриал Электроник Энергияс» (Industrial Electronic Energyes. США) удалось создать индикатор, работающий от одного источника питания 5 В, управляемого непосредственно от интегральной схемы. Потребляемая им мощность 5 Вт. Индикатор воспроизводит одну сторону из 40 знаков высотой 0,5 см, каждый знак образован матрицей 5X7 точек, яркость индикатора размером (270X76X25) мм составляет 340 кд/м³.

В жидкокристаллических (ЖК) индикаторах использован твист-эффект, сущность которого заключается в изменении положения диполей в жидкостях при подаче на них электрического поля различной направленности. Конструктивно ЖК-индикаторы представляют собой две стеклянные пластины, расположенные на расстоянии 3—5 мкм. Пространство между пластинами наполнено жидкостью. На пластины нанесены электроды, к которым подается напряжение. При прохождении света через ЖК-индикатор или при отражении падающего света в зависимости от состояния жидкости меняется плоскость поляризации проходящего (отраженного) светового пучка. Возникает контраст между элементами индикатора. ЖК-индикаторы получили широкое применение в основном в наручных часах, так как могут управляться непосредственно от КМОП-интегральных схем и имеют очень малое энергопотребление. Однако низкая контрастность изображения, сильная температурная зависимость порогового напряжения включения не позволяют их широко использовать в бытовых приборах.

Светоизлучающие диоды (СИД) представляют собой полупроводниковый прибор с одним электронно-дырочным переходом, предназначенным для

непосредственного преобразования электрической энергии в энергию некогерентного светового излучения.

При подаче на p — n переход прямого напряжения наблюдается интенсивная инжекция (от латинского слова *injection* — выбрасываю) неосновных носителей зарядов: электронов в p - область и дырок в n - область. При встрече электрона и дырки их заряды компенсируются, и данные носители заряда исчезают. Поэтому при рекомбинации выделяется энергия. У многих проводников рекомбинация носит безизлучательный характер — энергия, выделившаяся при рекомбинации, отдается кристаллической решетке, т. е. превращается в тепло. Однако у полупроводников, выполненных на основе карбида кремния (SiC), галлия (Ga), мышьяка (As) и некоторых других материалов, рекомбинация является излучательной — энергия при рекомбинации выделяется в виде квантов излучения — фотонов.

Светодиоды помещают в герметичные металлостеклянные корпуса, p — n переход одной стороной обращают к стеклянному окну. Светодиоды имеют желтый, зеленый, красный или оранжевый цвет, широкий диапазон температур (218—375 К), малое время переключения (до 1 мкс) и низкую стоимость.

Детальный анализ существующих типов индикаторов позволил сделать выбор индикаторов для бытовых приборов.

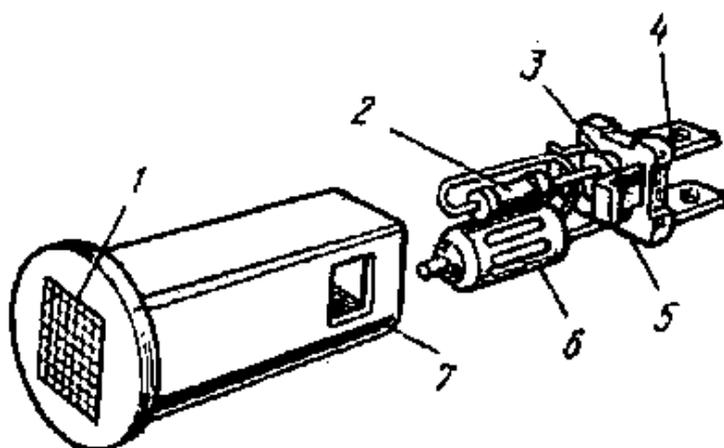


Рис 16.6. Газоразрядный индикатор: 1 — рассеивающая линза (экран); 2 — ограничительный резистор; 3 — фиксатор; 4 — выводы; 5 — основание; 6 — баллон индикаторной лампы.

I. Для индикации включения сетевого напряжения на основе газоразрядных приборов с самостоятельным разрядом разработана серия индикаторов типа ИМС (индикатор малогабаритный светосигнальный). Индикаторы (рис. 16.6) имеют круглую, прямоугольную и квадратную форму. Цвет свечения: красный, желтый, оранжевый или зеленый. Потребляемая мощность не более 0,2 Вт, наработка на отказ 10 000 ч, средний ресурс не менее 25 000 ч. Размеры и масса индикаторов типа ИМС приведены в табл. 16.1.

Таблица 16.1. Размеры и масса индикаторов ИМС

Показатель	Типоразмер			
	1 (круглый)	2 (квадратный)	3 (квадратный)	4 (прямоугольный)
Размеры, мм:				
длина	40	40	23	25
ширина	-	15	22	15
высота	-	15	22	33
диаметр	16	—	-	-
Масс, г, не более	10	10	10	10

2. Для индикации включения (касания) клавиши клавиатуры используют светодиодные индикаторы типа АЛ 102 красного свечения. Яркость СИД АЛ 102 до 50 кд/м³, напряжение питания до 5 В, сила тока до 10 мА, диапазон рабочих температур от —60° до 70°С.

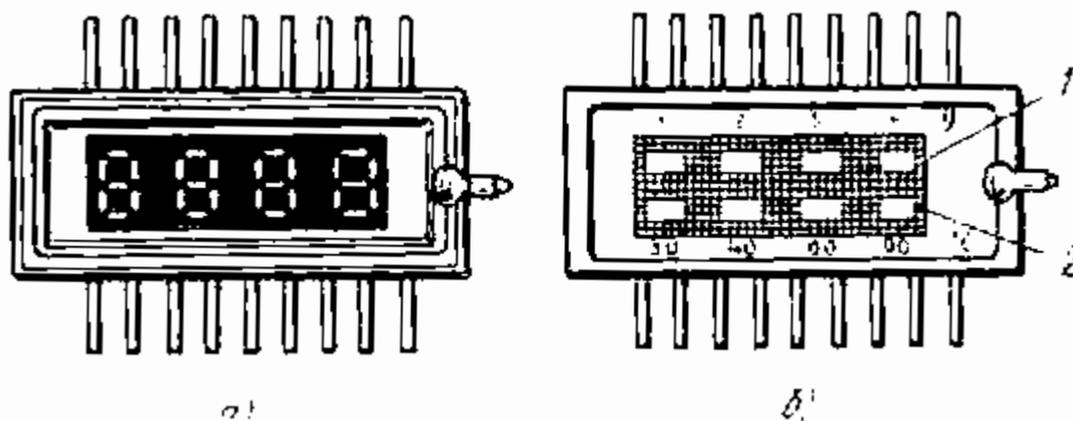


Рис. 16.7. Цифровой (а) и дискретный (б) индикаторы: 1 – индикация уровня; 2 – индикация температуры

3. В качестве цифрового индикатора (четыре знака), также индикатора уровня и температуры жидкости используют специально разработанный катодолюминесцентный индикатор. Цифровой индикатор (П-451) имеет зеленое свечение. Индикатор уровня и температуры (П-450) — двухцветный: красный и зеленый (рис. 6.7).

16.6. Блоки питания бытовых электроприборов

Применение электронных систем управления в бытовых электроприборах и машинах потребовало создания источников питания со следующей номенклатурой напряжений:

Ток	Постоянный				Переменный
	-18	-24	-27	15	
Напряжение, В	-18	-24	-27	15	1,2
Ток нагрузки, А для автоматов	0,05...0,25	0,11	0,05...0,1	0,035...0,07	0,1
для полуавтоматов	0,04...0,05	0,12	0,03...0,03	-	-
Нестабильность, %	±10	Не стабилен	±10	±5	Не стабилен

Примечание. Для источников напряжением 15 и – 18 В пульсация выходного напряжения (эффективное значение) не должны превышать ±1 %.

Одним из основных вопросов является определение способа подключения вторичного источника питания (ВИП) к сети: с трансформатором или без него с использованием преобразователя напряжений. Создание бестрансформаторной схемы предпочтительнее. Однако для построения преобразователя необходимы как минимум: четыре высоковольтных транзистора с напряжением не менее 400 В; не менее четырех конденсаторов емкостью (10—20) мкФ и рабочим напряжением до 250 В; четыре высоковольтных диода и помехоподавляющий фильтр. Доступность таких элементов для массового применения пока проблематична. Поэтому блоки питания сложных бытовых электроприборов строятся по трансформаторной схеме подключения в сеть.

От выбора типа трансформатора зависит структура выпрямителя. Если трансформатор имеет отдельные обмотки на заданное напряжение, то можно

ВИП строить по многоканальной схеме (рис 6.8). В такой схеме число каналов равно числу номиналов требуемых напряжений. Как правило, такого числа обмоток нет. Тогда строят ВИП по одноканальной схеме (рис. 6.8,б), в которой после выпрямителя, фильтра и стабилизатора стоит преобразователь напряжения.

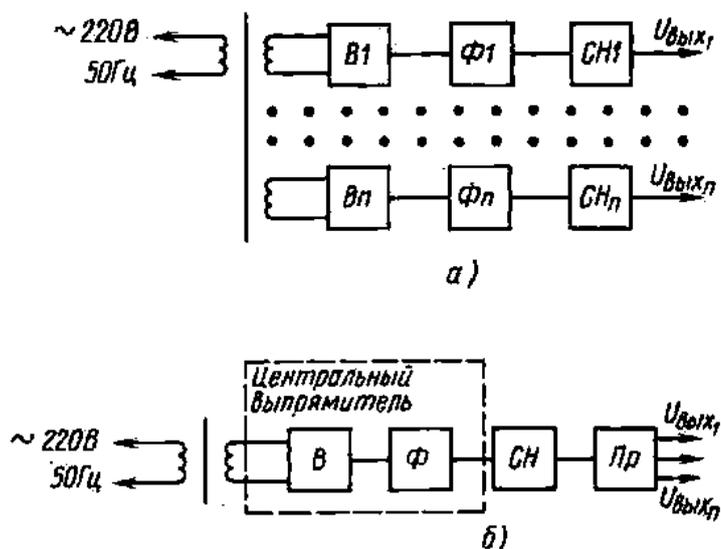


Рис. 16.8. Схема построения ВИП: а - многоканальная; б - одноканальная; В - выпрямитель; Φ - фильтр; СН - стабилизатор; Пр- преобразователь

Выпрямитель и фильтр (центральный выпрямитель) рассчитывают по классическим методам.

Существует несколько способов стабилизации напряжения: параметрический, компенсационный с непрерывным регулированием, импульсный.

В параметрическом стабилизаторе используют нелинейное сопротивление, у которого вольтамперная характеристика соответствует условию постоянного напряжения. Такими элементами являются кремневые или газоразрядные стабилитроны, термосопротивления, дроссели насыщения. Несмотря на простоту, параметрические стабилизаторы имеют низкий коэффициент стабилизации, малый КПД, неспособны работать в большом диапазоне изменения силы тока нагрузки.

В регуляторах непрерывного действия (рис. 6.9) последовательно с нагрузкой включается регулирующий элемент. Принцип работы такого

стабилизатора заключается в том, что при изменении входного напряжения на измерительном элементе (ИЭ) выделяется сигнал рассогласования, который через усилитель (У) изменяет сопротивление регулирующего элемента так, чтобы напряжение на выходе оставалось постоянным. В регуляторах непрерывного действия на регулирующий элемент подается постоянное напряжение.

В импульсных регуляторах на регулирующий элемент через преобразователь подаётся импульсное напряжение. Сопротивление (РЭ) регулируется изменением скважности импульсного сигнала. Импульсные стабилизаторы имеют более сложную схему управления и требуют вспомогательных фильтрующих элементов. При напряжениях 15...30 В значительного выигрыша в КПД и размерах они не дают.

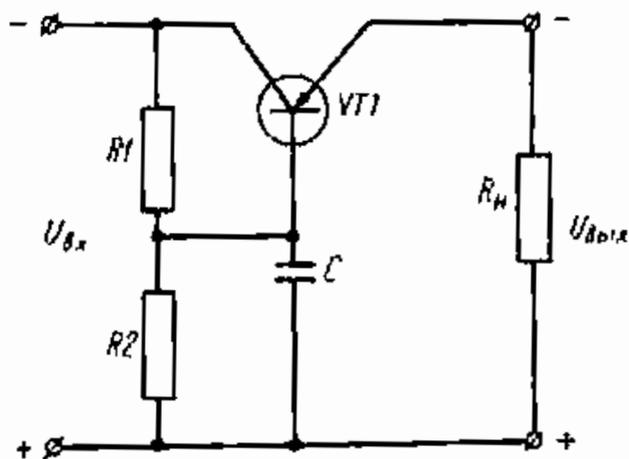


Рис. 16.9. Регулятор непрерывного действия

Поэтому для автоматических бытовых машин нецелесообразно применять одноканальный ВИН с регулятором непрерывного действия. Для полуавтоматических машин, где диапазон изменения нагрузок невелик, целесообразно применять параметрический стабилизатор. В качестве фильтра в простейших схемах применяют С-цепочки. Однако при токах силой 0.5...1 А размеры этих элементов становятся большими. Поэтому в таких случаях применяют электронные фильтры.

16.7. Ремонт универсальной электронной системы управления

При ремонте электронных систем управления бытовыми приборами необходимо учитывать следующее.

1. К ремонту допускаются лица, прошедшие специальную подготовку по основам микропроцессорной техники.
2. При ремонте необходимо соблюдать меры безопасности, записанные в инструкциях и паспортах ремонтируемых приборов
3. Все контрольно-измерительные приборы должны быть надежно заземлены.
4. Подключение исполнительных устройств следует производить только при отключении устройств от сети.
5. Ремонт устройств под напряжением запрещается:
6. Перед ремонтом необходимо предусмотреть меры защиты устройств от статического электричества.
7. Перед ремонтом необходимо проверить целостность предохранителей и их соответствие указанным номиналам.
8. Для диагностики неисправностей устройства необходимо иметь следующие контрольно-измерительные приборы и оборудование: универсальный прибор типа Ц 4313; имитатор чувствительного элемента датчика температуры; ремонтный комплект, в состав которого входит блок процессора БПр-МСА, блок коммутации БК-МС.А, сенсорная универсальная клавиатура КСУ-12, блок питания БП-ПАЗ; инструкция по эксплуатации и паспорта на унифицированные блоки устройства управления.
9. После окончания ремонта необходимо проверить работоспособность устройства по контрольной программе № 55,

Порядок проверки блоков. Наиболее простой способ проверки блоков — замена их другими, заведомо исправными. Все блоки соединены между собой с помощью соединителей. Подсоединяя к соответствующим контактам соединителей измерительный прибор, можно установить, какие напряжения подводятся к блоку и выводятся из него. Нумерация контактов начинается от точек на корпусе соединителя.

Тиристоры коммутационного блока БК-МСА проверяют на отсутствие пробоев или обрывов путем измерения сопротивления в прямом и обратном направлениях, предварительно отсоединив их от коммутационного блока БК-МСА.

Для лучшего, охлаждения в коммутационном блоке БК-МСА тиристоры установлены на радиаторах. Во избежание выхода из строя тиристоров из-за перегрева при их установке (в случае замены при ремонте) должны соблюдаться следующие правила.

1. Контактные поверхности должны быть чистыми, без шероховатостей и заусенцев, мешающих плотному прилеганию.
2. Гайки, крепящие полупроводниковые приборы, должны затягиваться с усилием, поскольку при недостаточной затяжке повышается тепловое сопротивление контакта.

Исправность каналов датчика температуры ДТ-1 проверяют по контрольной программе № 55 (номера проверок 01, 02, 03, 04). Точность настройки формирователя сигналов ФС-МСА датчика температуры ДТ-1 проверяют при нагреве чувствительных элементов до заданной температуры.

Исправность каналов управления включения двигателя и нагревателей проверяют по контрольной программе № 55 (номера проверок 05—08).

Проверку и замену блоков устройства производят в определенном порядке:

1. Отключают машину от сети.
2. Снимают заднюю крышку и разбирают машину.
3. Проверяют плотность соединения в контактах соединителей блоков.
4. Вместо чувствительных элементов В2, В1, В3 датчика температуры ДТ-1 подсоединяют индикатор датчика температуры ДТ-1 (резистор 10 кОм) и переключатель-кнопку «проверка» по схеме.
5. Работу системы контролируют использованием тестовой (контрольной) программы № 55.
6. Определяют неисправный блок или узел устройства.
7. Заменяют неисправный блок и проверяют работоспособность устройства.

8. Проверяют сборку машины.

При отсутствии индикаторов датчика температуры ДТ-1 работоспособность формователя сигналов ФС-МСА вместе с блоком процессора БПр-МСА (без установления точности срабатывания по температуре) проверяют замыканием контактов чувствительных элементов датчика температуры ДТ-1. При замыкании контактов чувствительных элементов В2 и В3 на цифровом табло КСУ-12 через 1—2 с должна загореться цифра 88, при замыкании контактов чувствительного элемента В1 на цифровом табло КСУ-12 через 20—90 с (время зависит от номера программы) должна загореться цифра 0

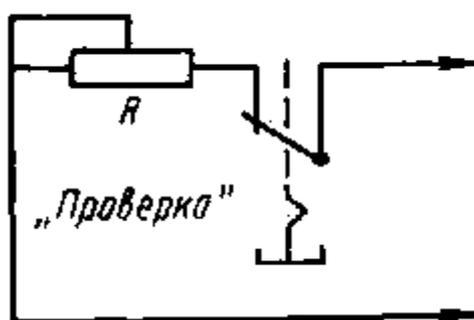


Рис. 16.10. Принципиальная электрическая схема переключателя кнопки «проверка»

16.8. Проверка работоспособности устройства управления.

При проверке работоспособности устройства управления проверяется работа: сенсорной универсальной клавиатуры КСУ-12 (в автономном режиме), блока процессора БПр, каналов управления и канала датчика температуры по контрольной программе № 55.

Проверка работоспособности сенсорной универсальной клавиатуры.

1. Нажать на клавишу «стоп», на цифровом табло клавиатуры КСУ-12 должны высветиться цифры 00, подтверждающие готовность устройства к работе.
2. Нажать клавишу 1, при этом на цифровом табло клавиатуры КСУ-12 должны высветиться цифры 01.

3. Нажать на клавишу 2, при этом на цифровом табло должны высветиться цифры 12, цифра 2 высветится в правом разряде, а цифра 1 перейдет в левый разряд.
4. Нажать клавишу 3, при этом на цифровом табло клавиатуры КСУ-12 должны высветиться цифры 23. Цифра 3 высветится в правом разряде, а цифра 2 перейдет в левый разряд.
5. Нажать поочередно клавиши 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, при этом на цифровом табло клавиатуры КСУ-12 должны высветиться цифры 34, 45, 56, 67, 78, 89, 90.

Проверка работы устройства управления по контрольной программе № 55.

1. Снять заднюю крышку машины.
2. Подсоединить к блоку процессора БПр технологический переключатель-кнопку «проверка» и имитатор чувствительного элемента датчика температуры ДТ-1.
3. Включить напряжение питания 220 В. При этом на передней панели машины загорится лампочка индикатора сети, а на цифровом табло клавиатуры КСУ-12 высветятся цифры 00, подтверждающие готовность устройства к работе.
4. На клавиатуре КСУ-12 набрать номер контрольной программы № 55.
5. Нажать клавишу «пуск», при этом цифры на табло клавиатуры КСУ-12 гаснут на 2 с; если в течении первых 2 с технологическая кнопка не будет нажата, то программа выходит в режим аварийной сигнализации, на табло высвечивается 88.
6. Нажать кнопку «проверка», на цифровом табло высветится номер проверки 01, соответствующий проверке канала датчика температуры входного потока воздуха — 30°C (для сушильных машин).
7. На имитаторе чувствительного элемента переменным резистором установить 30 °С (для сушильных машин), включить имитатор с помощью кнопки В1 (или замкнуть выводы элемента чувствительного датчика температуры ДТ-1). На цифровом табло высветятся цифры 30, выключить имитатор.
8. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 02, соответствующий проверке канала датчика температуры 40 °С.

9. На имитаторе чувствительного элемента переменным резистором установить 40 °С, включить имитатор датчика температуры ДТ-1 с помощью В1. На цифровом табло высветится 40, выключить имитатор.
10. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 03, соответствующий проверке канала датчика температуры 50 °С.
11. На имитаторе чувствительного элемента переменным резистором установить 50 °С, включить имитатор датчика температуры ДТ-1 с помощью кнопки В1. На цифровом табло высветятся цифры 50, выключить имитатор.
12. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 04, соответствующий проверке канала датчика температуры 95 °С.
13. На имитаторе чувствительного элемента переменным резистором установить 95 °С, включить имитатор датчика превышения температуры нагревателя В2 с помощью кнопки В. На цифровом табло высветятся цифры 95; выключить имитатор — на цифровом табло высветится номер проверки 04.
14. Включить имитатор датчика превышения температуры В3 с помощью кнопки В. На цифровом табло высветится цифра 95, выключить имитатор.
15. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 05 и должен включиться двигатель барабана и вентилятора (далее двигатель) — имеется в виду проверка сушильной машины.
16. Нажать кнопку «проверка», на цифровом табло высветится номер проверки 06 и должны включиться ТЭН-1 и двигатель.
17. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 07 и должны включиться ТЭН-2 и двигатель.
18. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 08 и должны включиться ТЭН-3 и двигатель.
19. Нажать кнопку «проверка», при этом на цифровом табло высветится номер проверки 09 контроля временных интервалов работы двигателя, время включения двигателя - 30 с.
20. По истечении 30 с на цифровом табло высвечивается номер контрольной программы 55, двигатель и ТЭНы отключены.

21. Отключить питающее напряжение и отсоединить имитаторы контроля датчиков и технологическую кнопку,

В процессе разработки и изготовления устройства управления программы (в том числе контрольные) могут совершенствоваться и отличаться от изложенного.

Эти улучшения будут отражены в соответствующих конструкторских и эксплуатационных документах.

17. ПОСУДОМОЕЧНЫЕ БЫТОВЫЕ МАШИНЫ

17.1. Основные способы мойки посуды

Мойка посуды в бытовых условиях является одной из наиболее трудоемких операций и составляет 12—15% общих затрат времени на домашние работы. Внедрение в быт посудомоечных машин значительно облегчает труд и освобождает время, а также эффективнее используются вода и моющее средство. Кроме этого, мойка посуды в машине более гигиенична, чем ручная. Технология мойки посуды по физическим явлениям аналогична стирке белья, однако процесс мойки проще. Во-первых, ассортимент моющихся изделий меньше, чем изделий для стирки. Для мойки в быту количество изделий едва превышает десяти, включая фарфор, керамику, деревянные, пластмассовые, металлические и эмалированные изделия. Во-вторых, хотя загрязнения имеют разнообразный характер, но они, как правило, имеют небольшую адгезию и легко удаляются с моющихся изделий. В-третьих, моющиеся изделия находятся в статическом состоянии, что значительно упрощает создание оптимальных гидродинамических полей в камере посудомоечной машины.

При мытье посуды под воздействием струи воды (гидродинамическое воздействие) уменьшается адгезия загрязнителя к посуде и удаляются загрязнения с посуды. Для уменьшения адгезии в струю воды добавляют моющее средство (поверхностно-активное вещество — ПАВ), которое уменьшает силу сцепления загрязнителя с обрабатываемой поверхностью. Как было показано в разделе 3.1, молекулы ПАВ обладают особым строением — они амфифильны, т. е. состоят из двух частей: гидрофильной группы (легко взаимодействующей с водой) и гидрофобного углеродистого радикала (не взаимодействующего с водой). Поэтому одна часть молекул ПАВ взаимодействует с водой, а другая — с обрабатываемой поверхностью. Снижая поверхностное натяжение на границе раздела фаз, ПАВ проникают в виде молекулярной пленки между поверхностью и загрязнением, разделяя их. Кроме этого, при взаимодействии ПАВ с жирами происходит гидролиз жиров. Актив-

ность гидролиза зависит от температуры моющего раствора, которая должна быть в пределах 75—80°C.

В бытовых посудомоечных машинах применяют механический, погружной и водоструйный способы мойки.

Механический способ мойки, основанный на применении щеток различного типа, был применен в посудомоечных машинах ранних образцов. Из-за сложности конфигурации бытовой посуды и приборов механический способ нашел применение только для мытья однотипной посуды массового производства, например, бутылок, используемых в пищевой промышленности. Погружной способ мойки аналогичен активаторному способу, применяемому в стиральных машинах: посуда погружается в бак с моющим раствором, а активатор усиливает действие раствора. Пневматические активаторы применяют в машинах с баком, разделенным на две камеры.

Камеры соединены между собой через трехходовой клапан с вакуум-насосом. При переключении клапана в камерах поочередно создается разрежение, что приводит к перетеканию раствора из одной камеры в другую и наоборот. При этом смываются загрязнения с находящейся в камере посуды. Ультразвуковые вибраторы или комбинацию активатора и ультразвукового вибратора применяют в посудомоечных машинах для получения возвратно-поступательного перемещения частиц моющего раствора под действием кавитации, возникшей при направленном прохождении через раствор ультразвуковых колебаний. Однако машины с ультразвуковым вибратором имеют увеличенные размеры и сложны в изготовлении. Также недостатком погружного способа являются значительные расходы электроэнергии и воды.

Водоструйный способ мойки основан на физико-химическом и гидравлическом воздействии струи моющего раствора на поверхность посуды. В машинах с водоструйным способом моечный бак заполняется водой частично; посуду размещают выше уровня воды в корзинах. Моющий раствор через вращающиеся разбрызгиватели или импеллеры подается на посуду циркуляционным насосом под давлением. Водоструйный способ,

обеспечивающий лучшие показатели качества мытья по сравнению с другими способами мойки посуды, конструктивно прост, легко поддается автоматизации и дает наименьшие затраты воды, электроэнергии и моющих средств. В настоящее время этот способ является традиционным для бытовых автоматических посудомоечных машин. Эффективность водоструйного способа зависит от давления на выходе из разбрызгивателей, их конструкции и размеров, вида смываемого загрязнения, температуры моющего раствора, расстояния от разбрызгивателей до посуды, угла между струей и смываемой поверхностью, а также от времени мойки. Из графиков на рис. 17.1 видно, что при повышении температуры раствора до 60 °С смываемость резко увеличивается, однако при дальнейшем подогреве раствора интенсивность смываемости замедляется [22]. Основная масса (60—90%) загрязнений смывается в течение 3 мин, полный смыв загрязнений происходит за 5 мин.

Удельная энергия размыва зависит от температуры раствора и времени воздействия струи (рис. 17.2). Анализ графика показывает, что минимальной энергией размыва в исследуемом диапазоне давлений 0.1 МПа. Во время эксперимента отверстие в насадке имело диаметр 2,5 мм. На рис. 17.3 показаны зависимости смываемости яичного желтка (наиболее трудно смываемое загрязнение) от температуры моющей струи при различных давлениях. Из графиков следует, что для достижения 100% смываемости температура должна быть 80°С, а давление в насадке 0,4—0,5 МПа.

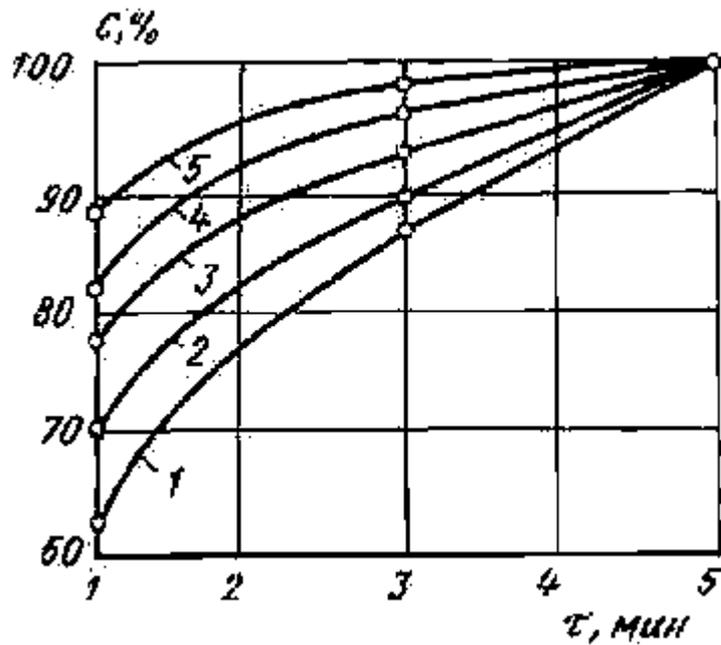


Рис. 17.1. Зависимость смываемости от времени воздействия струи при давлении ($p = 0,5 \text{ МПа}$) и температуры моющей раствора:

1 — 40°C; 2 - 50 °C; 3 - 60 °C: 4 — 70 °C: 5 — 80 °C

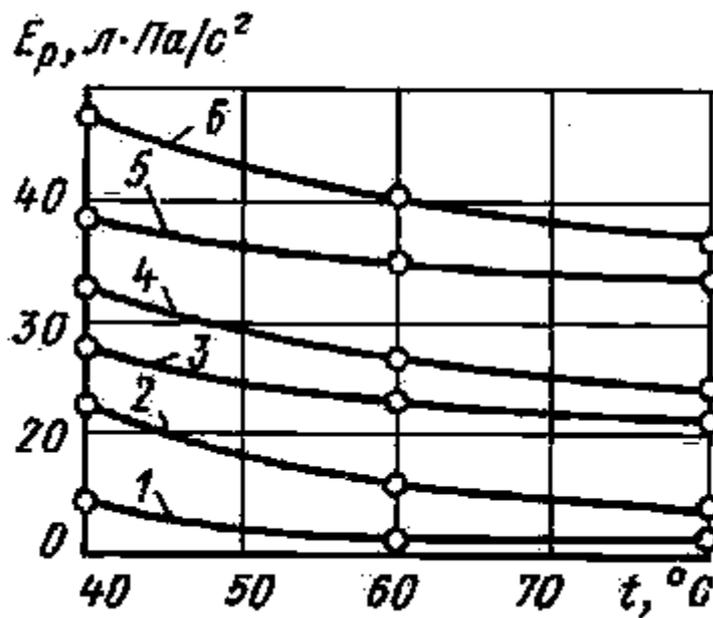


Рис. 17.2. Зависимость удельной энергии размыва от времени размыва, давления струи и температуры моющего раствора:

1 — $p=0,1 \text{ МПа}$; $t=3 \text{ мин}$; 2 - $p = 0,1 \text{ МПа}$, $t = 1 \text{ мин}$; 3 — $p=0,3 \text{ МПа}$, $t = 3 \text{ мин}$;
4- $p = 0,3 \text{ МПа}$, $t = 1 \text{ мин}$; 5 - $p = 0,5 \text{ МПа}$, $t = 3 \text{ мин}$; 6 — $p = 0,5 \text{ МПа}$, $t = 1 \text{ мин}$

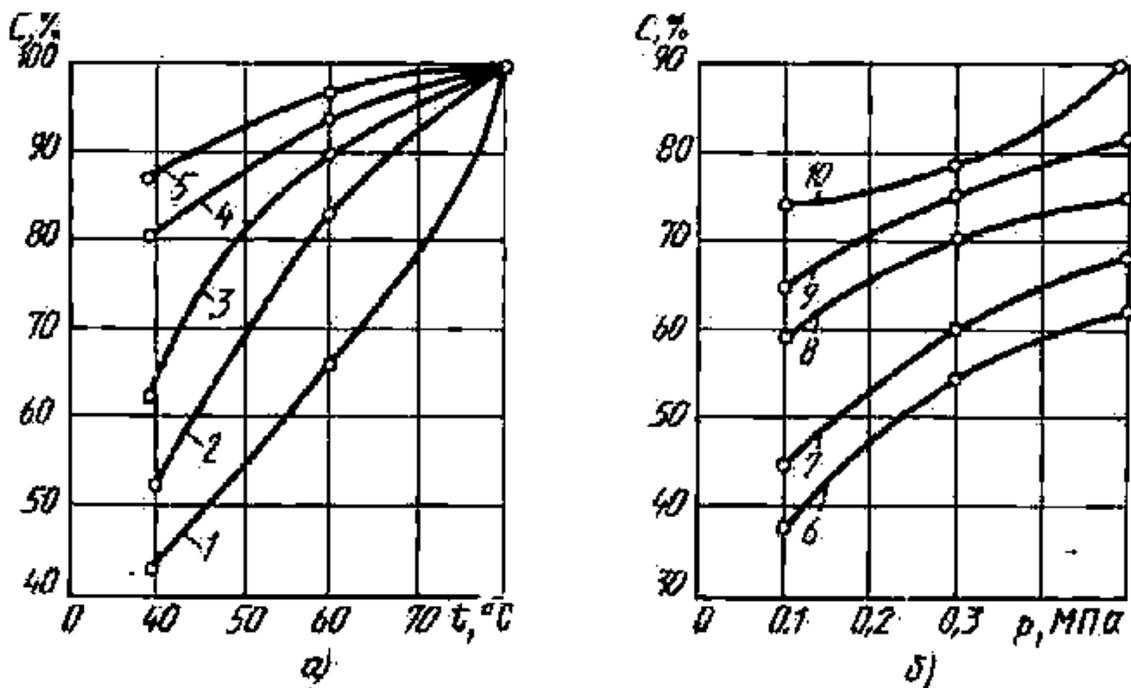


Рис. 17.3. Зависимость смываемости яичного желтка: а - от температуры моющего раствора при времени размыва 3 мин при различном давлении струи воды (моющего раствора): 1 - $p = 0,1$ МПа; 2 - $p = 0,2$ МПа; 3 - $p = 0,3$ МПа; 4 - $p = 0,4$ МПа; 5 - $p = 0,5$ МПа; б - от давления у входа в насадок за 1 мин обработки посуды: 6 - $t = 40$ °С; 7 - $t = 50$ °С; 8 - $t = 60$ °С; 9 - $t = 70$ °С; 10 - $t = 80$ °С

В международной классификации бытовых посудомоечных машин в качестве основного показателя выбрана вместимость камеры, выражаемая числом одновременно загружаемых международных комплектов посуды. Международный комплект посуды состоит из 11 предметов для приема пищи и 6—12 предметов для сервировки стола (рис. 17.4). Камеры посудомоечных машин вмещают 4—16 комплектов, но оптимальными считаются камеры, вмещающие 6—12 международных комплектов посуды, так как посудомоечные машины также служат для хранения посуды.

Степень автоматизации машины определяется занятостью оператора в технологическом процессе. Если в процессе мойки оператору необходимо выполнять какие-либо дополнительные манипуляции кроме загрузки и выгрузки посуды, то машина считается полуавтоматической.

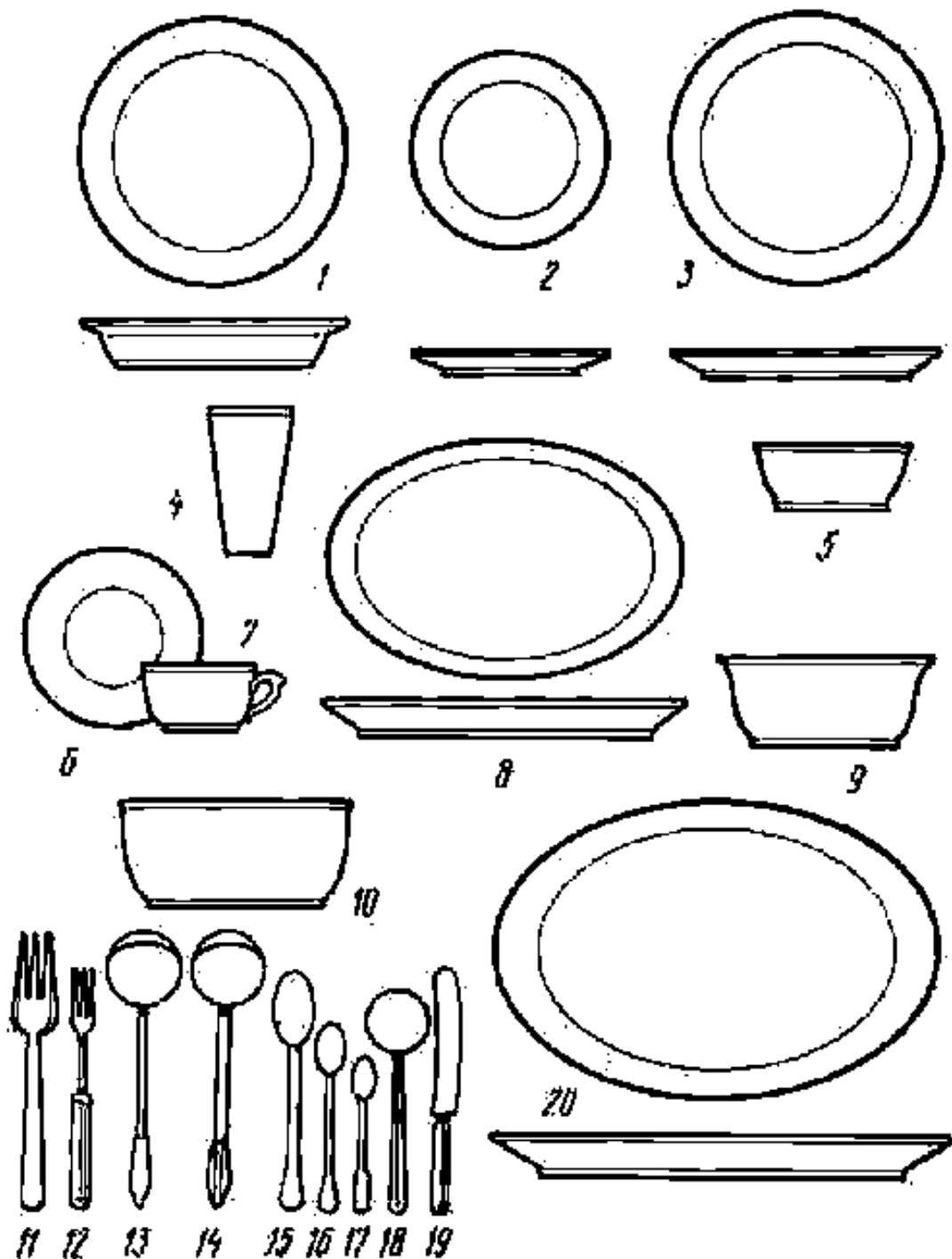


Рис. 17.4. Международный комплект посуды: 1 — глубокая тарелка диаметром 240 мм; 2 — десертная тарелка диаметром 185 мм; 3 — мелкая тарелка диаметром 240 мм; 4 — стакан; 5 — салатник; 6 — блюдце; 7 — чайная чашка массой 200 г; 8 — овальное блюдо длиной 295 мм; 9 — сервировочная ваза диаметром 175 мм; 10 — сервировочная ваза диаметром 190мм; 11 — сервировочная (раздаточная) вилка; 12 — вилка; 13, 14 — сервировочные (раздаточные) ложки; 15 — столовая ложка; 16 — десертная ложка; 17 чайная ложка; 18 — соусная (разливная) ложка; 19 - столовый нож; 20 - овальное блюдо длиной 375 мм; 21 — кастрюля 150X70 мм

К автоматическим посудомоечным бытовым машинам относятся такие машины, которые после подготовки и пуска не требуют участия оператора. Практически, современные посудомоечные машины выпускают как автоматы. В последнее время автоматические посудомоечные машины оснащают электронными системами управления и контроля, что существенно снижает энергозатраты, расход воды и моющих средств.

К дополнительным показателям при классификации машин относятся направление загрузки, установка в бытовых помещениях, стыковка с комплексом кухонного оборудования, комфортность.

По направлению загрузки различают машины с верхней и фронтальной загрузкой. Верхнюю загрузку применяют в моделях с погружным способом мойки. При верхней загрузке проще обеспечить герметичность моющей камеры. Машины с фронтальной загрузкой удобны для встраивания или установки в комплексе кухонного оборудования. Их конструкция позволяет использовать верхнюю плоскость как дополнительную рабочую поверхность.

По установке в бытовых помещениях машины делятся на напольные и настольные, которые, в свою очередь, могут быть встраиваемыми или блочно-встраиваемыми. Встраиваемые модели машин можно эксплуатировать как отдельно, так и в комплексе кухонного оборудования. Блочно-встраиваемые машины предназначены только для специально выделенных мест в кухонном комплексе. Популярностью пользуются модели, образующие вместе с раковиной-мойкой моющие центры, а также машины, у которых для сокращения установочной площади в кухнях-нишах в верхнюю панель встроена раковина-мойка.

Некоторые модели посудомоечных машин снабжены устройством (мусородробилкой) для измельчения твердых бытовых частиц, которые дробилка (рис. 17.5) состоит из дробильной камеры 4, куда через приемную камеру 3 поступают бытовые отходы. В дробильной камере приводом 7 приводятся в движение молоточки 6, которые разбивают отходы и вытесняют их через отверстия 5 в сливную камеру 8. Мусоро-дробилка соединяется с

раковины-мойкой или поддоном посудомоечной машины 1 с помощью переходной муфты 2, которая гасит часть вибраций дробилки.

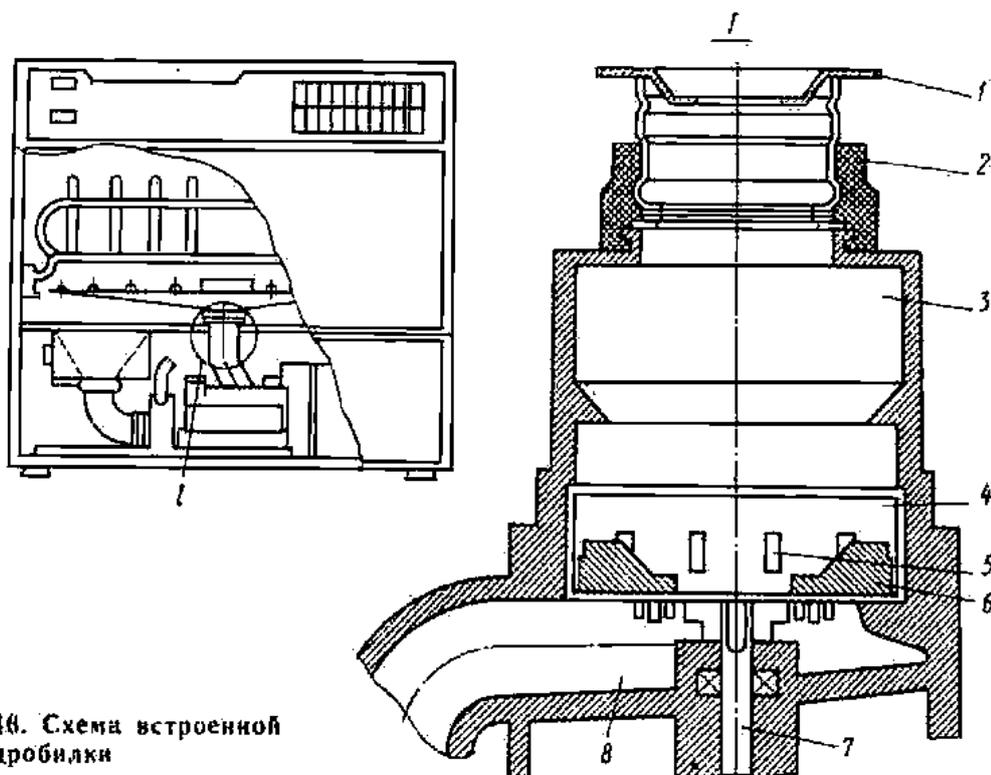


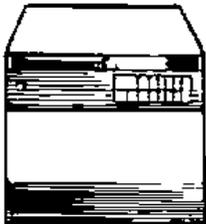
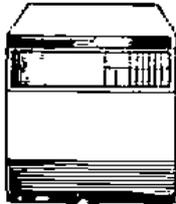
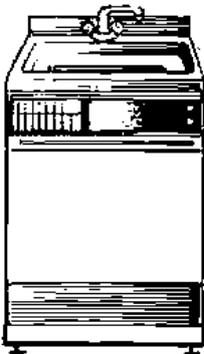
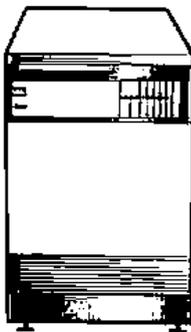
Рис. 3.46. Схема встроенной мусородробилки

Производительность дробилки более 30 кг/ч отходов. Она дробит практически все отходы, даже кости птицы и рыбы. Размеры дробленых частиц не более 4 мм. Рабочий орган дробилки приводится во вращение двигателем мощностью 250—300 Вт.

Параметрический ряд отечественных бытовых посудомоечных машин построен с использованием зарубежного опыта и особенностей жизненного уклада жителей нашей страны. Исследования, проведенные в научно-исследовательском экспериментально-конструкторском институте электробытовых машин и приборов России, показали, что ряд 4, 6, 8 и 12 комплектов посуды является оптимальным. Параметрический ряд состоит из машин пяти типоразмеров: МПА-4, МПА-6, МПА-6Р, МПА-8 и МП А-12 (табл.17.1), которые характеризуются следующими конструктивными особенностями (ОСТ 27-56-531—81). МПА-4 — машина вместимостью четыре комплекта посуды, устанавливается на напольный элемент кухонного

комплекса (оборудования): МПА-6— машина вместимостью шесть комплектов посуды, устанавливается на напольный элемент кухонного комплекса (оборудования); МПА-6Р — машина вместимостью шесть комплектов посуды, оборудована раковиной-мойкой; МПА-8 — напольная машина вместимостью восемь комплектов посуды; МП А-12 — напольная машина вместимостью двенадцать комплектов посуды,

17.1. Параметрический ряд посудомоечных машин

Номинальная загрузка стандартизированной посудой, комплектов			
4	6	8	12
Настольное исполнение			
МПА-4 	МПА-6 	Разработка нецелесообразна	Разработка нецелесообразна
Напольное исполнение			
Разработка нецелесообразна	МПА-6Р 	МПА-8 	МПА-12 

Основные размеры и размеры машин параметрического ряда приведены в табл. 17.2..

В задней стенке машин предусмотрена ниша глубиной не менее 50 мм для подсоединения к системам водоснабжения, электроснабжения и канализации (рис. 17.6).

17.2. Техническая характеристика посудомоечных машин параметрического ряда

Показатель	МПА-4	МПА-6	МПА-6Р	МПА-8	МПА-12
Время, затрачиваемое на полный цикл обработки посуды по самой продолжительной программе, мин	60	70	70	75	85
Расход воды на полный цикл по самой продолжительной программе, дм ³	24	30	32	33	33
Потребляемая мощность, кВт	1.3	2,2	2,2	2,2	2,2
Размеры, мм:					
высота	500	500	850	850	850
длина	500	600	600	500	600
глубина	600	600	600	600	600
Масса машины, кг	18	40	55	55	60

Примечание: В модели МПА-6Р приведена высота машины без учета высоты смесителя раковины-мойки.

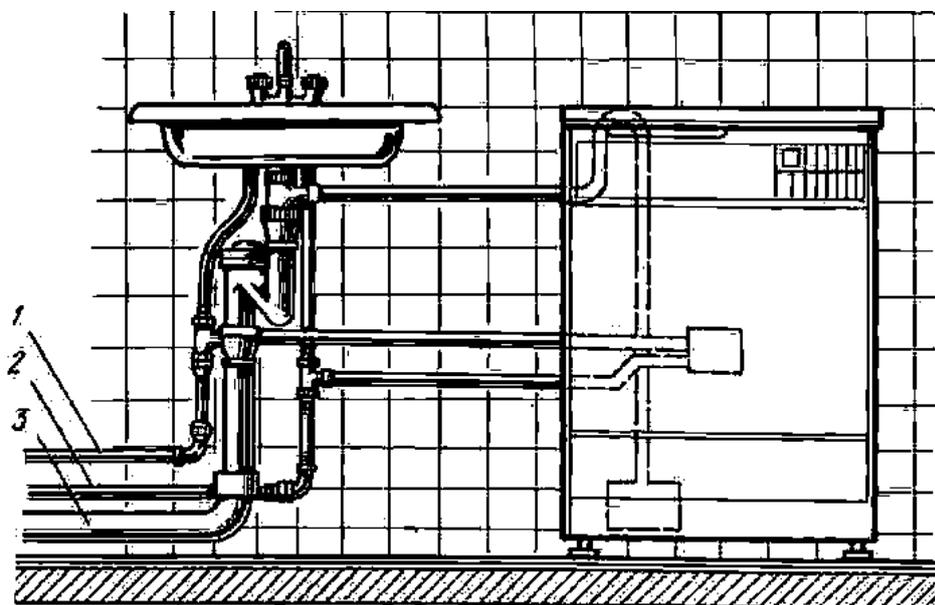


Рис. 17.6. Установка и подключение посудомоечной машины к системе водоснабжения и канализации: 1 – горячая вода; 2 – холодная вода; 3 – водоотводная труба

Конструктивно все посудомоечные построены по единому принципу. Примером может служить устройство модели МПА-4.

Посудомоечная бытовая машина МПА-4 (рис. 17.7). Машина состоит из корпуса 2, в котором размещена моечная камера 20 с дверью 11 и машинное отделение 1. В машинном отделении расположены: циркуляционный насос 15, сливной насос 14, а также блоки 16 коммутации и 17 питания, взаимодействующие с пультом 10 управления машиной, расположенным на двери 11 моечной камеры.

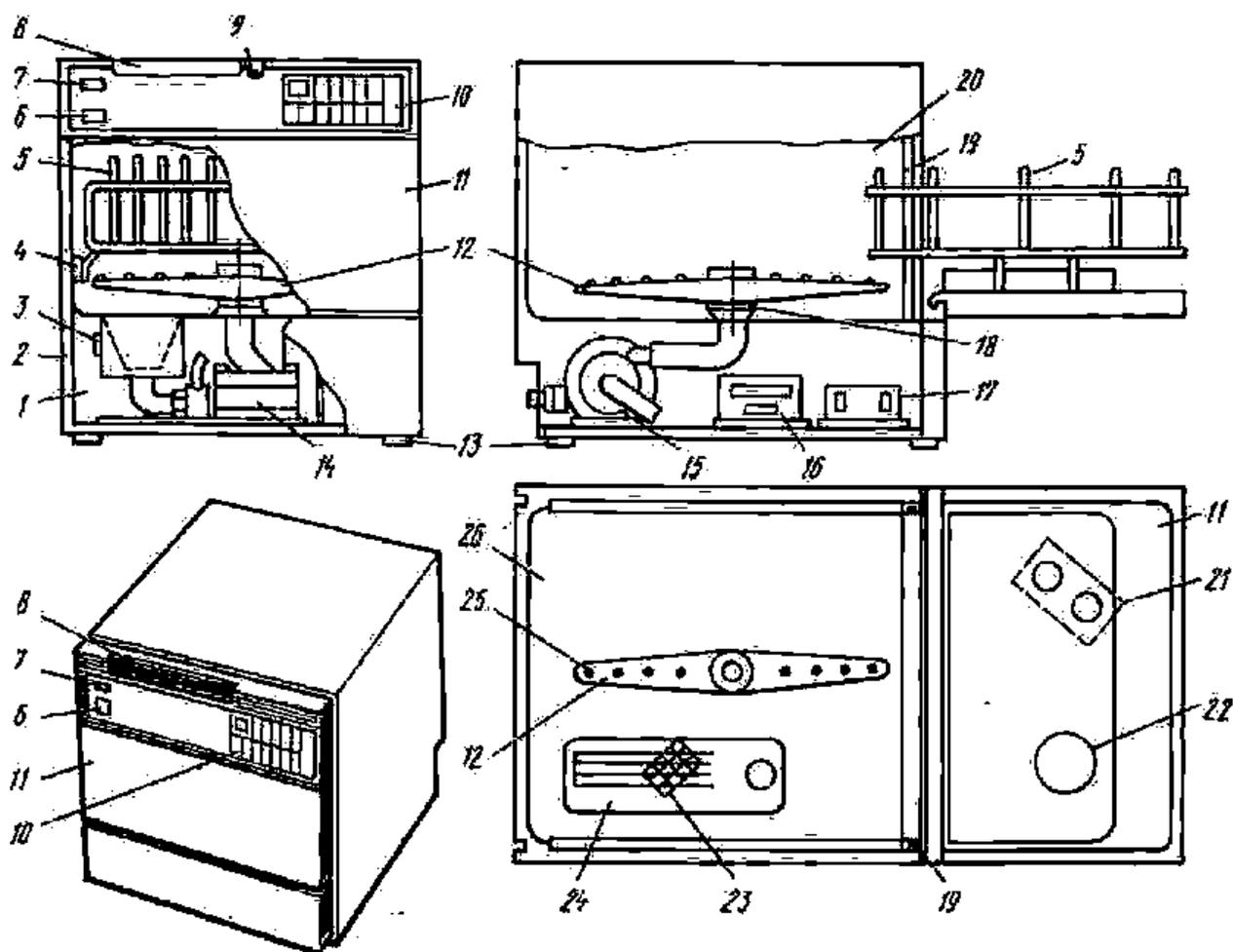


Рис. 17.7. Машина МПА-4

Моечная камера сварной конструкции прямоугольной формы на дне имеет стойку 18, на которой установлен вращающийся разбрызгиватель 12 с форсунками-насадками 25. В нижней части камеры находится поддон 26 (сборник рабочей жидкости), в котором размещены: нагреватель 24, фильтр 23 и датчик 3 температуры. На боковых стенках камеры установлены датчик 4 уровня и две направляющие для размещения корзины с посудой и столовыми приборами. Корзина 5 представляет собой ажурную конструкцию. Дверь

плотно закрывает моечную камеру и открывается на себя с помощью ручки 8. В открытом положении дверь горизонтально фиксируется и служит площадкой для выдвижения корзины. В двери находится замок 9 для ее фиксации в закрытом положении. Герметизация моечной камеры и двери обеспечивается специальным резиновым уплотнением 19. На внутренней панели двери размещены: дозаторы 22 моющих и 21 ополаскивающих веществ. Дозатор открывается при срабатывании электромагнитов, команда на срабатывание поступает от блока управления. На лицевой панели размещены пульт 10, сетевой клавишный выключатель 6 и светосигнальный индикатор 7. подтверждающий включение машины в сеть.

Корпус машины имеет четыре неподвижных опоры 13 для регулирования машины по высоте и придания ей горизонтального положения. Пульт 10 управления имеет сенсорную или квазисенсорную клавиатуру выбора программ и двухразрядный цифровой индикатор. При выборе и установке программы на индикаторе отображается набранный номер программы, а после пуска программы нажатием клавиши «пуск» показывается время, оставшееся до конца цикла. При этом после каждого процесса время, оставшееся до конца работы, корректируется в зависимости от температуры моющего раствора. На пульте управления имеется возможность выбора режимов работы (нормального, бережного, интенсивного или экономичного), вида ополаскивания (холодного или горячего), а также температуры моющего раствора (40, 50 или 65 °С). В случае возникновения необходимости срочно прервать работу машины нажимают на клавишу «стоп» и прерывают дальнейшее прохождение программы. Для продолжения работы программу набирают вновь.

При открывании крышки (двери) моечной камеры автоматически отключается машина. После закрывания двери камеры продолжается дальнейшее прохождение программы. При окончании цикла обработки посуды на индикаторе высвечивается индекс «00» и выдается звуковой сигнал окончания цикла мойки.

Машины имеют не менее четырех автоматических программ.

1. Интенсивная программа — обработка столовой и кухонной посуды с давностью загрязнения до нескольких суток и включающая предварительное ополаскивание, основную мойку, два ополаскивания при температуре 65—70 °С и сушку.
2. Нормальная программа — обработка сильнозагрязненной посуды с предварительным ополаскиванием, основной мойкой при температуре моющего раствора 65—70 °С, горячим ополаскиванием с вводом ополаскивающих средств и сушкой.
3. Бережная (или легкая) программа — обработка слабозагрязненной посуды со свежими остатками пищи, с горячим ополаскиванием и вводом ополаскивающих средств и сушкой.
4. Экономичная программа, предусматривающая снижение расхода воды и энергозатрат при половинной загрузке или снижение нагрева с увеличением продолжительности цикла и времени.

Машины МПА-8 и МПА-12 имеют до десяти программ для различных видов посуды и числа комплектов загрузки.

17.2. Рекомендации по проектированию посудомоечных машин

При проектировании посудомоечных машин основное внимание следует уделить вопросам повышения функциональных показателей, экономичности моделей и удобству их эксплуатации. Качество мойки посуды во многом определяется правильным выбором параметров потокообразования моющего раствора, давления струи раствора, количеством и эффективностью моющих средств, автоматически выдаваемых дозатором, а также температурой моющего раствора.

Как правило, проектирование начинается с анализа уже известных конструкций, выбора типа разбрызгивателя, определения вместимости моечной камеры при различных формах выходных отверстий разбрызгивателя и исследования ряда зависимостей, которые позволяют оптимизировать элементы конструкции. Определяют минимальное количество воды, способное

обеспечить нормальную циркуляцию и стабильную работу циркуляционного насоса. Исследования проводят при холодном и горячем водоснабжении с фильтром и без него, с чистой и загрязненной посудой. Зависимость давления от количества раствора в моечной камере приведена на рис. 17.8. Исходя из полученных результатов, выбирают частоту вращения циркуляционного насоса и давление. После этого при выбранном давлении определяют зависимость качества мытья от количества воды в моющей камере (рис. 17.9, а), давления воды в магистрали (рис. 17.9, б) и температуры моющего раствора (рис. 17,9 в).

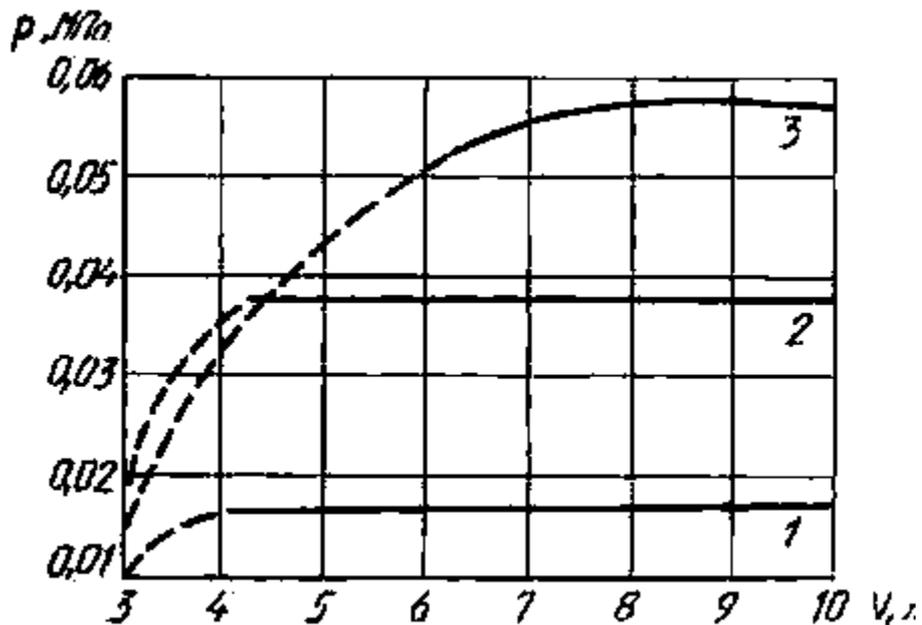


Рис. 17.8. Зависимость давления от количества моющего раствора при различной частоте вращения насоса: 1 - $n=1420$ об/мин; 2 - $n = 2100$ об/мин; 3 - $n = 2700$ об/мин; — нестабильная работа насоса; — стабильная работа насоса

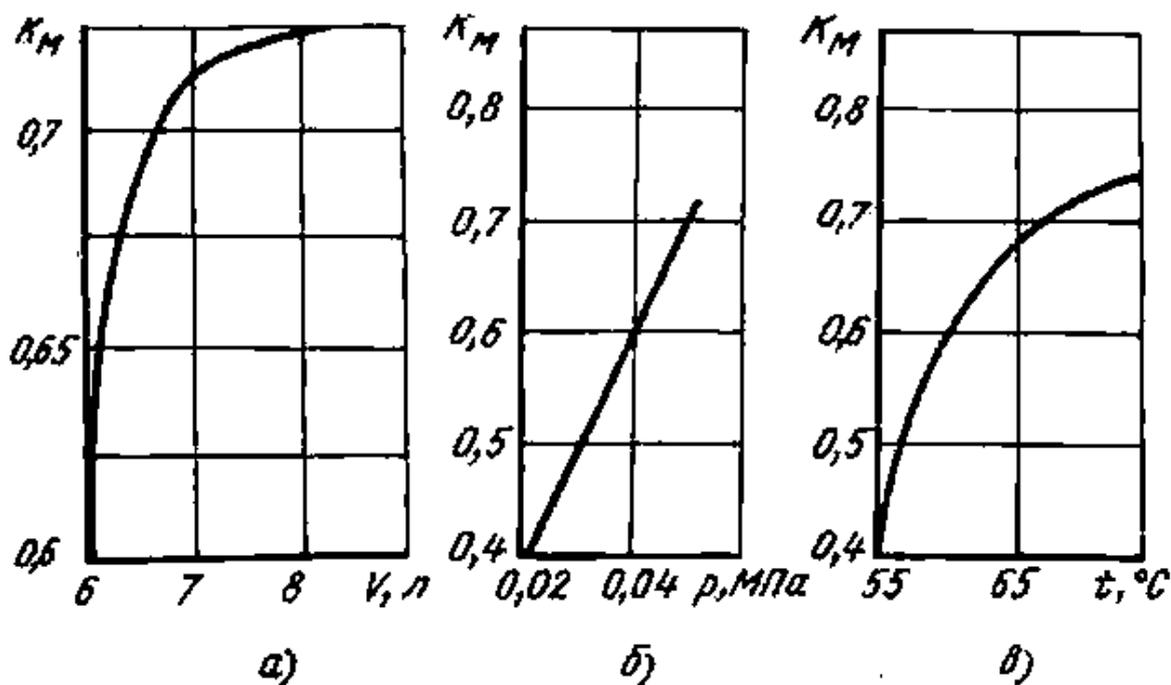


Рис. 17.9. Зависимость качества мойки K_M : а — от количества раствора в моечной камере; б — от давления p магистрали; в - от температуры моющего раствора

Затем анализируют результаты и выбирают конструкцию с соответствующими метрами. Данные анализа показали, что для принятой конструкции достаточным является 7 л моющего раствора; аналогичная зарубежная машина, например модель А1208 фирмы «Кенвуд» (КепиоаС США) использует 10 л раствора.

Созданная на основе проведенных исследований конструкция посудомоечной машины позволила снизить потребление воды на 30% и, соответственно, расход электроэнергии на ее подогрев, а также расход моющих и ополаскивающих средств и времени на мытье посуды.

Увеличение воды в моечной камере с 7 до 10 л (см. рис. 17.9, а) практически не повышает качества мытья, а расход электроэнергии, необходимый на подогрев моющего раствора, увеличивается на 18 %, т. е. увеличение количества воды не повышает качества мытья. На качество мытья значительно влияет давление в напорной магистрали (см. рис. 17.9,б). Однако давление воды ограничивается массой и конструкцией корзин: нельзя допустить колебание

(дрожание) посуды в процессе мытья, особенно тонкого хрустала и других хрупких изделий во избежание их повреждения. Для принятой конструкции машин оптимальной температурой подогрева моющего раствора и воды следует считать 65 °С, так как дальнейшее повышение температуры незначительно повышает качество мытья. Концентрацию моющих средств также не следует увеличивать более 0,004 весовых частей.

17.3. Испытание посудомоечных машин

Испытания посудомоечных машин проводят в соответствии со СТ СЭВ 2498—80 и ГОСТ 14087—80 (СТ СЭВ 1110—78) по методикам, изложенным в гл. 7. Для измерения моющей способности (качества мытья) применяют испытательную загрязненную посуду, соответствующую табл. 17.3.

Таблица 17.3. Загрязняющие вещества для испытания посудомоечных машин

Ассортимент изделий	Загрязняющие вещества
Овальное блюдо	Высококачественный маргарин с содержанием жира 80-86 %
Тарелки, ложки	Овсяная каша хлопьями размером 3—4 мм
Тарелки, вилки	Яичный желток из свежих куриных яиц, срок хранения, которых в холодильнике не превышает недели, массой 58 ±4 г
Тарелки раздаточные, ложки	Консервированный шпинат в виде целых листочков или щавель
Стеклянные стаканы	Консервированный томатный сок
Фарфоровые чашки	Японский чай или сорт чая, соответствующий ему

Загрязненную посуду загружают в машину. Посуда, столовые приборы, отобранные для испытаний, должны быть первого сорта, причем столовая посуда должна быть без украшений, средней толщины и из белого глазурованного фарфора. Стеклянные изделия должны иметь прямые края, быть прозрачными и не иметь украшений. Принадлежности для сервировки и приема пищи должны быть из нержавеющей стали, гладкими, без гравировки, не иметь режущих острых краев.

Затем засыпают моющие и ополаскивающие вещества и проводят один цикл мойки. Оценку производят по трехбалльной системе. Предметы осматривают в течение 10 с при освещении рассеянным светом 1000—1500 лк. После проведения цикла высокую оценку (два балла) получает совершенно не загрязненное изделие; один балл получает изделие, имеющее загрязненную площадь не более 4 мм, а ноль баллов получает неприемлемое изделие с загрязнением более 4 мм. Показатель $C_{\text{ч}}$ рассчитывают для каждой номенклатуры столовой посуды по формуле

$$K_m = C/2A,$$

где C - общая сумма баллов при оценке мытья всего комплекта;

$2A$ - максимально возможное число баллов по общему числу изделий.

Показатели качества сушки C измеряют одновременно с показателями качества мытья или независимо от них. Метод измерения показателей K_c аналогичен методу определения показателей K_m . В том случае, если измерения показателей K_m проводятся вместе с определением показателей K_c , то вначале измеряют показатели K_m , а затем K_c . Показатели K_c определяют спустя 30 мин после окончания цикла, по трехбалльной системе. «Сухим» считается изделие, на котором нет признаков влаги, причем не учитывается влага, находящаяся на участках сложной формы. Такое изделие оценивается в два балла. «Посредственное» изделие, имеющее каплю влаги или влажный след оценивается в один балл. «Влажным» считается изделие, на поверхности которого имеется более двух капель воды или влажный след и одна капля, или два влажных следа. Время оценки каждого изделия не должно превышать 3 с. Показатель K_c определяют по формуле

$$K_c = B/2A$$

где B - общее число баллов при оценке всего комплекта;

$2A$ - максимально возможное число баллов по общему числу изделий.

Список литературы

1. Лепаев Д.А. Уйғрузғор электр асбоблари ва машиналари ремонтлари слесари учун справочник, 4-тузатилган ва тўлдирилган русча нашр. тарж. – Т.: Меҳнат, 1988. – 280б.
2. Бондар Е.С., Кравцевич В.Я. Современные бытовые электроприборы и машины. – М.: Машиностроение, 1987 г. 224с.
3. Шипель П.Т., Брилевский М.Ю. Электрические помощники в быту. (справ. пособие). – М.: Урожай, 1981. 191с.
4. Басов А.М. и др. Электротехнология – М.: Агропромиздат. 1985.-256с.
5. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. – М.: Агропромиздат, 1990. 287с.
6. Малкин Л.Ш., Колин Л.В. Осушка и очистка малых холодильных машин. – М.: Машиностроение, 1982. 123 с.