

Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»  
ИППСТ, кафедра ТМТПО

Р.Н. Шарафутдинов

**БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
В ПРОБЛЕМНО-ПРОЕКТНОМ АСПЕКТЕ  
ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ**

Учебно-методическое пособие

Ижевск, 2010

УДК – 621.31.031(075)

ББК – 31.293-5я7

Ш-251

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ИППСТ.

Рецензент: кандидат физико-математических наук, доцент  
О.А. Бартенев.

**Шарафутдинов Р.Н.** Бытовая электротехника в проблемно-проектном аспекте. Тепловые электроприборы: Учеб.-метод. пособие. Ижевск, УдГУ 2010.–150 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены принципы построения и функционирования различных видов электронагревательных бытовых приборов. Показаны экологические, эргономические и технологические проблемы, возникающие в процессе производства, эксплуатации и утилизации данной группы бытовой электротехники. Даны примеры и рекомендации по самостоятельному выявлению проблем бытовой техники и поиску их решений, а также по выполнению проектов.

Пособие предназначено для студентов специальности «Технология и предпринимательство», а также рекомендуется для углубления знаний студентов различных технических специальностей. Может представлять интерес для учащихся общеобразовательных школ, средних профессиональных учебных заведений, пользователей бытовой электротехники.

Шарафутдинов Р.Н., 2010 г.

УДК – 689.345

ББК – 584p59

## Содержание

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Тенденции развития бытовой электротехники</b> .....	6
1.1. Бытовая электротехника как средство обучения.....	6
1.2. История развития бытовой электротехники.....	10
1.3. Устройство и принцип действия электронагревательных бытовых приборов.....	19
1.4. Устройство автоматического регулирования.....	24
Вопросы для самоконтроля и темы рефератов.....	28
Список литературы по первой главе.....	29
<b>Глава 2. Электроприборы для приготовления пищи</b> .....	31
2.1. Электроплиты.....	31
2.2. Бытовые СВЧ-печи.....	41
2.3. Электрокастрюли.....	51
2.4. Электросковороды.....	52
2.5. Приборы зарубежного производства.....	53
2.6. Анализ проблем.....	57
2.7. Проектирование электронагревательных приборов.....	68
Вопросы для самоконтроля, темы проектов и рефератов.....	73
Список литературы по второй главе.....	74
<b>Глава 3. Водонагревательные приборы</b> .....	77
3.1. Электрокипятильники.....	77
3.2. Электросамовары, электрочайники и кофеварки.....	78
3.3. Основные проблемы водонагревательных приборов.....	86
3.4. Особенности зарубежных водонагревательных приборов.....	88
3.5. Анализ проблем приборов для нагрева воды.....	91
3.6. Проектирование водонагревательных приборов.....	92
Вопросы для самоконтроля, темы проектов и рефератов.....	93
Список литературы по третьей главе.....	94

<b>Глава 4. Электроприборы для обработки тканей</b> .....	96
4.1. Электроутюги.....	96
4.2. Особенности утюгов зарубежного производства.....	106
4.3. Анализ проблем электроутюгов.....	108
4.4. Проектирование электроутюгов.....	109
Вопросы для самоконтроля, темы проектов и рефератов.....	110
Список литературы по четвёртой главе.....	111
<b>Глава 5. Обогревательные электроприборы</b> .....	113
5.1. Общая характеристика.....	113
5.2. Электрорадиаторы.....	113
5.3. Электрокамины.....	117
5.4. Электротепловентиляторы.....	120
5.5. Электроконвекторы.....	124
5.6. Воздушные завесы.....	126
5.7. Волновые обогреватели.....	127
5.8. Приборы для обогрева тела человека.....	132
5.9. Обзор зарубежной обогревательной электротехники.....	140
5.10. Анализ проблем обогревательных приборов.....	142
5.11. Проектирование электрообогревательных приборов.....	144
Вопросы для самоконтроля, темы проектов и рефератов.....	145
Список литературы по пятой главе.....	146
<b>Глава 6. Методические рекомендации</b> <b>по выполнению проблемно-проектных заданий</b> .....	148
6.1. Структура учебно-методического пособия.....	148
6.2. Последовательность выполнения проблемно-проектных заданий .....	151
6.3. Последовательность проектирования ТСО .....	152
6.4. Пример выполнения проекта ТСО .....	153
<b>Заключение</b> .....	155

## ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии рассматриваются принципы построения и функционирования основных современных электробытовых приборов. При этом особое внимание уделяется их сравнительным достоинствам, недостаткам и проблемам, которые проявляются во время их использования в быту.

Особенность учебного пособия состоит в том, что учебный материал изложен в соответствии с авторским проблемно-проектным подходом к обучению, который явился основой кандидатского диссертационного исследования.

В пособии обозначаются не только проблемы бытовой техники, но и проекты – идеи решения проблем и пути устранения недостатков. Часто эти проблемы и проекты находятся в скрытой, неявной форме. Это необходимо для того, чтобы предоставить читателю возможность самому выявить проблему и создать проект – найти решение проблемы, выразить идею в виде чертежа или эскиза. Следующим шагом может быть реализация проекта в лаборатории электрорадиотехнологии учебного заведения.

Такое проблемно-проектное изложение учебного материала направлено на формирование и развитие у читателя способностей выявления проблем и проектировочных умений.

Бытовые электроприборы рассматриваются в соответствии с общепринятой совмещённой классификацией. При этом даются рекомендации по разработке и изготовлению технических средств обучения: наглядных, демонстрационных, лабораторных и других, что может быть полезным для выполнения курсового и дипломного проектирования.

Учебное пособие предназначено для студентов ВУЗов специальности 030600 «Технология и предпринимательство» изучающих курс «Электрорадиотехника и электроника». Но также может быть полезно для всех желающих повысить свою грамотность в области эффективного пользования бытовой электротехникой и её оптимального выбора на современном рынке.

## **Г Л А В А 1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЫТОВОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

### **1.1. Бытовая электротехника как средство обучения**

Электрическая техника в широком понимании – это область науки и техники, охватывающая производство, передачу, распределение и использование электроэнергии [1]. Эти задачи решаются с помощью различных электротехнических устройств – электротехники в узком понимании. Одно из направлений электротехники – это бытовая электрическая техника, в которой электрическая энергия преобразуется в полезные виды работ: нагрев, освещение, движение, охлаждение и другие.

Бытовая электротехника во всём цивилизованном мире закономерно становится одним из приоритетных направлений развития электротехнической области науки и техники. Это объясняется потребностью человека в комфорте и уюте. Поэтому существует постоянный спрос на мировом рынке товаров и услуг на качественную в функциональном, эстетическом и эргономическом плане продукцию.

Разработчики и производители бытовой электротехники, опираясь на последние научно-технические достижения и разработки, создают всё более совершенные приборы для удовлетворения самого взыскательного вкуса потребителя. Появился даже новый класс бытовых приборов, эстетически вписывающихся в общий дизайн жилого помещения (широкие вариации формы, цвета, габаритов бытовых электроприборов устанавливаемых в состав домашней и офисной мебели).

На современном российском рынке бытовые приборы представлены в большинстве случаев в виде изделий импортного производства. Изменился не только дизайн приборов, но и расширились их функциональные возможности, усложнилась схемотехника устройств, произошёл сдвиг в сторону широкого использования микропроцессоров в системах управления и контроля. Фактически жизнь современного цивилизованного человека уже невозможно представить без необходимости использования бытовой электрической техники. Она стала не только мощным средством повышения уровня комфорта, гигиены, соз-

дания благоприятного микроклимата жилых и производственных помещений, но и элементом культуры, средством развития эстетического вкуса. Используя бытовые электроприборы, человек освобождает себя от тяжёлого физического труда в быту, что способствует увеличению его свободного времени. Это даёт возможность уделять больше времени для духовного развития.

Однако на фоне интенсивного развития бытовой техники и возрастания её функциональной сложности, увеличения разнообразия, происходит существенное отставание уровня грамотности пользователей в вопросах правильной эксплуатации электроприборов и их выбора на современном рынке. Это достаточно часто приводит к тому, что вместо пользы бытовая техника приносит их владельцам явный вред.

Причина этого явления заключается в том, что в общеобразовательной школе уделяется недостаточное внимание изучению электротехники, которое должно осуществляться в соответствующем разделе предмета «Технология». Во многих общеобразовательных школах этот раздел технологии практически не ведётся из-за недостаточности материально-технического оснащения и методического сопровождения учебного процесса. В частности недостаточно представлены для изучения бытовой электротехники технические средства обучения, учебные пособия и методики, отражающие современное состояние развития технологической среды в этой области.

Между тем, использование бытовых электроприборов в учебном процессе позволяет существенно повысить его эффективность и имеет перспективы. Повседневная жизнь современного человека достаточно насыщена электротехникой, и степень её насыщения всё время возрастает. Развитие современного учащегося с младенчества протекает в этой технологической среде. Бытовые приборы становятся неотъемлемой частью его жизни, элементами технологической культуры. Они всегда узнаваемы и привлекают к себе внимание. Грамотно организованный учебный процесс, в котором используется в качестве средств обучения бытовая электротехника и радиоэлектроника, всегда вызывает повышенный интерес у учащихся, что способ-

ствуется существенному повышению его эффективности. Этот интерес, сформированный у ученика ещё в детстве, необходимо использовать для достижения основных целей учебного процесса: обучения, развития и воспитания.

Бытовые электроприборы являются самыми эффективными средствами обучения в качестве объектов учебного проектирования включённого в программу технологии общеобразовательной школы, а также подготовки учителей технологии в высших учебных заведениях. Учащиеся и студенты хорошо знакомы с внешним видом бытовой техники и, естественно, им интересны её внутреннее устройство и принципы функционирования. При удовлетворении этого любопытства у учащихся проявляется более высокий уровень познания в виде желания самостоятельно проектировать и изготавливать простейшие электротехнические устройств бытового назначения, дорабатывать эргономический дизайн, дополнять функции существующих бытовых приборов.

Функционирование электроприборов основано на действии законов электротехники и радиоэлектроники. Поэтому их изучение позволяет учащимся глубже проникнуть в суть электротехнических законов и на наглядных примерах увидеть их практическое применение.

Проектная деятельность студентов (будущих учителей технологии) может быть выражена в виде учебного проектирования технических средств обучения с целью повышения эффективности учебного процесса, направленного на изучение школьниками электрорадиотехнологии. Такими проектами могут быть различные наглядные, демонстрационные, лабораторные стенды по изучению устройства и принципа действия бытовой электротехники. Это позволит будущему учителю технологии приобрести высокий дидактический потенциал.

Немаловажным моментом является то, что бытовые электроприборы наиболее доступны для школы. Электротехника достаточно быстро устаревает и выходит из рабочего состояния, часто не подлежит ремонту. При этом радиоэлементы могут использоваться вторично. Владельцы обычно такую отслужившую



свой срок технику выбрасывают. Количество негодной для дальнейшей эксплуатации бытовой техники огромно. Поэтому, когда она выбрасывается в окружающую среду, то тем самым наносится существенный вред экологической системе.

Однако было бы рационально её направлять в школы для использования в качестве технических средств обучения, которых там явно недостаточно. Отслужившая свой рабочий срок бытовая электротехника является дешёвым источником радиоэлементов и электрорадиотехнических устройств, что позволяет существенно сэкономить затраты на создание и развитие материально-технической базы учебных кабинетов электрорадиотехнологии школ и радиокружков.

Достоинства такого подхода очевидны. Во-первых, снизится количество бытовых электротехнических отходов, поступающих в окружающую среду. Во-вторых, в учебных заведениях появится материально-техническая база, которой на сегодняшний день недостаёт во многих школах для проведения учебных занятий по электрорадиотехнологии. Опыт показывает, что наличие достаточного количества различных видов учебной бытовой техники позволяет успешно проводить практические и лабораторные работы по изучению электрорадиотехнологии.

Школьники и студенты с явным интересом производят разборку устройств и демонтаж радиоэлементов. При этом с удовольствием изучают устройство и схемы соединения элементов приборов. Части разобранной бытовой техники являются материалом для создания наглядных, демонстрационных и лабораторных учебных стендов, а также для выполнения проектной деятельности учащихся.

Современные электробытовые приборы и электроника (телевизоры, мобильные телефоны, DVD-проигрыватели, утюги, пылесосы, чайники и другие) часто и достаточно быстро выходят из рабочего состояния. Это даёт возможность учебным заведениям своевременно и систематически обновлять учебную материально-техническую базу. И таким образом всё время соответствовать современному состоянию технологической среды.

## 1.2. История развития бытовой электротехники

Производство электрических машин и аппаратов зародилось в конце 19 века. Весь мир в это время переживал «настоящую электрическую горячку». Электротехника находила применение не только в промышленности, но и в домашнем обиходе [6].

Превращение электрической энергии в тепловую нашло широчайшее применение в быту и производстве. На этом принципе работают различные электронагревательные приборы: электрические печи, электроплитки, электрические паяльники, электрические духовки, электрорадиаторы и другие. На международной электротехнической выставке в Париже в 1881 году впервые были продемонстрированы аппараты для нагревательных целей, в том числе электроплиты, электроутюги и электрокамины, установленные в «квартире будущего». Эти экспонаты вызвали необычайный интерес у посетителей.

Энтузиазм, вызванный успехами электротехников по применению электричества в быту, вдохновил изобретателей. Новые электроприборы в то время создавались, чуть ли не ежедневно, и изобретали их даже домашние хозяйки.

Первым по настоящему массовым потребителем электрической энергии явилась система электрического освещения. Электрическая лампа и по нынешний день осталась самым распространенным электротехническим устройством. Развитие электрического освещения шло по двум направлениям: конструирование дуговых ламп и ламп накаливания [6].

Крупносерийный выпуск дуговых ламп с дифференциальным регулятором начали производить в конце 70-х годов заводы Сименса (с которыми объединились заводы Шуккерта), и такая лампа стала продаваться под наименованием «дуговая лампа Сименса».

С 80-х годов дифференциальные дуговые лампы стали единственным типом дуговых источников света, которые применялись для освещения улиц, площадей, гаваней, а также для освещения больших помещений производственного или общественного назначения, они стали обычными источниками света

в прожекторной и светопроекционной технике. Дальнейший прогресс электрического освещения был связан с изобретением лампы накаливания, которая оказалась более удобным источником света, имеющим лучшие экономические и световые показатели. Самая ранняя по времени лампа накаливания построена англичанином Деларю еще в 1809 г. (рис.1). В этой лампе накаливалась платиновая спираль внутри стеклянной трубки, из которой откачивался воздух. Следующий шаг сделан в 1838 г., когда бельгиец Жобар стал накаливать угольные стержни в разреженном пространстве. Эта лампа была, конечно, дешевле, но срок ее службы был незначительным. После 1840 г. предлагались многочисленные конструкции ламп накаливания: с телом накала из платины, иридия, угля или фита и т.д. Расширение области практического применения электроэнергии потребовало разработки электроизоляционных материалов. К 70-м годам XIX века закладываются основы новых отраслей техники - кабельной и электроизоляционной.

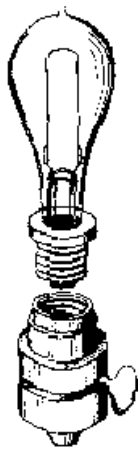
В 1870-1875 г. развернулись работы русского отставного офицера Александра Николаевича Лодыгина (1847—1923). Он сконструировал лампу накаливания с тонким угольным стерженьком, заключенным в стеклянном баллоне (рис.2). Стремясь увеличить время горения, Лодыгин установил несколько угольных стерженьков, расположенных так, чтобы при сгорании одного автоматически включался следующий. Первая публичная демонстрация ламп Лодыгина состоялась в 1870 г., а в 1874 г. он получил русскую привилегию (авторское свидетельство) на свою лампу. Затем он запатентовал свое изобретение в нескольких странах Западной Европы. Постепенно он усовершенствовал лампы. Если первые лампы работали 30 - 40 минут, то, когда он применил вакуумные колбы, срок службы увеличился до нескольких сотен часов. За изобретение лампы накаливания А. Н. Лодыгин был удостоен Ломоносовской премии Петербургской Академии наук.

Больше всего известности, почестей и славы в связи с электрической лампой выпало на долю Эдисона. Но он не изобрел лампу, а сделал нечто большее - он разработал во всех де-

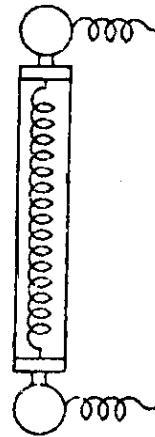
талях систему электрического освещения и систему централизованного электроснабжения. В 1879г. Эдисон заинтересовался проблемой электрического освещения. В том же году Эдисон получил первый патент на лампу с типовой спиралью высокого сопротивления, а затем - на лампы с угольными нитями, рис.3. Он разработал систему откачки баллонов, технологию крепления вводов и угольной нити. В 1880г. он устроил публичную демонстрацию в Менло-Парке. Эдисон превратил электрическую энергию в товар, продаваемый всем желающим, а электрическую установку - в систему централизованного электроснабжения. Это первый в истории электротехники пример комплексного решения крупной проблемы, оказавший огромное влияние на развитие материальной и общей культуры человечества.

Уже в 80-е годы начинается быстрое развитие электрического освещения, все более расширяющееся массовое производство ламп накаливания, вызвавшее дальнейшее развитие электромашиностроительной промышленности, электроприборостроения, электроизоляционной техники и совершенствование способов производства электроэнергии. Вслед за электроосвещением в обиход вошли не только отдельные приборы, но и целые группы приборов аналогичного назначения. Так были созданы для тепловой обработки пищевых продуктов: электроплиты, электрические духовые шкафы, электрокастрюли, электрожаровни, электрочайники и т.д. Тогда же появились первые приборы личной гигиены: электрощипцы для завивки волос, фены, изделия «мягкого тепла» (грелки, бинты, одеяла), приборы для глажения белья. Группа приборов микроклимата, разработанных в конце прошлого века, включала вентиляторы, увлажнители воздуха, электрокамины, электроконвекторы. Эти приборы были широко представлены на международных выставках в Вене (1885г.), Париже (1889г.), во Франкфурте (1891г.) [6].

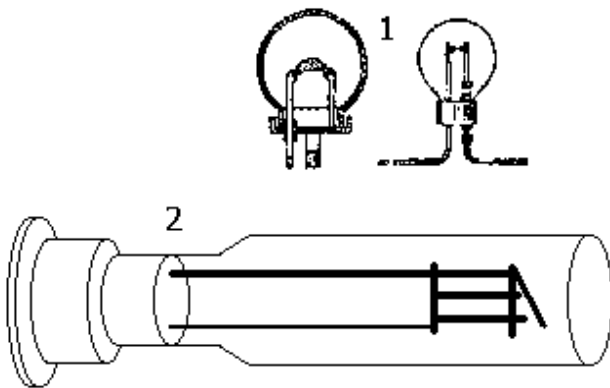
В России электрификация быта велась главным образом с помощью электрических изделий германской фирмы СИМЕНС.



**Рис.1.** Схема лампы накаливания Деларю [6].



**Рис.3.** Лампа Эдисона с шоко-  
лем, патроном и выключателем  
(1881г.) [6].



**Рис2.** Электрические лампы накаливания Лодыгина:  
1-с одним угольным стержнем; 2-с несколькими угольными стержнями разной длины (при перегорании верхнего стержня медная пластинка опускалась на следующий стержень и замыкала цепь) [6].

В 1853г. братья Сименс основали в Петербурге электротехническое предприятие. Позднее была основана Всероссийская электротехническая компания, производившая также и бытовые электроприборы. Но позволить себе роскошь пользоваться этими приборами могли лишь очень состоятельные люди, поскольку их эксплуатация обходилась в 4-5 раз дороже обычных. Более широкому распространению бытовой электротехники в России препятствовала её низкая надежность, а ремонтной базы в то время в России не было.

Второе поколение бытовых электроприборов, появилось в Европе и Америке в 30-40 годах двадцатого века. В то время, были модернизированы выпускаемые ранее приборы. Особенно возрос на них спрос в послевоенные годы.

Появились такие приборы и в нашей стране. В 1945 г. был начат выпуск пылесосов, а в 1951 г. – стиральных машин и холодильников. Одновременно шло освоение и приборов первого поколения. Наиболее интенсивно отечественная электротехника развивалась в 60-е годы. Именно тогда в районах новостроек крупных городов, таких как: Москвы, Ленинграда, Новороссийска, Иркутска - были установлены первые электроплиты.

Таким образом, на рубеже 19-20 века были созданы практически все типы бытовых электроприборов, применяемых и по сей день. В электроприборах наших дней используются те же принципы и элементы конструкций. А отличаются они от своих далеких предшественников лишь современным внешним оформлением, обеспеченным новыми материалами и технологией [5]. Перечень современных бытовых электроприборов пополнился устройствами, в которых заложены новые принципы, это, например, микроволновые печи, пьезоэлектрические приборы. За последние годы, значительно улучшилось качество и удобство обслуживания электроприборов.

Тенденции дальнейшего развития современной бытовой техники направлены на автоматизацию управления, на расширение функциональных возможностей, на повышение надёжности и безопасности эксплуатации, на улучшение дизайна и эргономики приборов. Особую роль в дальнейшем развитии электротехники играют новые материалы и технологии.

трических бытовых приборов сыграют компьютерные технологии, кибернетика и робототехника [4]. На их основе уже сейчас создаются отдельные модели интеллектуальных бытовых приборов с функцией речевого управления и сигнализации состояний работы. Идея создания роботов-уборщиков, роботов-охранников и т.п. уже давно интересует японских и южнокорейских инженеров, и, как показывают последние выставки, посвященные робототехнике, многие компании уже добились в этой области значительных результатов. Например, уже существует миниатюрный робот-пылесос, обладающий автономным электропитанием с автоматической подзарядкой от электросети, выполняющий работу полностью автономно путём анализа ситуации с помощью системы искусственного интеллекта [4].

Снижение цен на технику позволяет оборудовать роботов нового поколения несколькими видеокамерами и алгоритмами стереоскопического зрения без существенного их удорожания. Сейчас разработчики таких систем работают над интеллектуальной начинкой своих электронных машин, которая позволит роботам не только узнавать своих хозяев и членов их семьи, свободно ориентироваться в квартире, не натываясь на мебель и другие предметы, но и выполнять несложные и в то же время трудоемкие операции по дому и за его пределами, такие как домашняя уборка, стрижка газонов, слежение за детьми, охрана и т.п. [4].

Такой сценарий развития бытовой техники рождает новое понятие - «интеллектуальный дом». Под ним понимается помещение (дом или офис), в котором наряду с уже привычными для нас обстановкой и бытовыми приборами существует некая скрытая служба электронного сервиса, разработанная на основе современных цифровых технологий. В таком доме сложнейшие технологии разного рода (в числе которых — и технология компьютерного зрения, и технология распознавания речи и голоса, и всевозможные технологии, связанные с приемом-передачей данных) объединяются в комплексную систему. Она, благодаря простому и доступному для каждого пользователя внешнему интерфейсу, должна быть способна решать весьма сложные тех-

нологические задачи для удовлетворения потребностей человека в бытовых условиях.

Прообраз такой системы уже создан компанией LG. Результатом её новой производственной и маркетинговой программой, именуемая HomNet (Home Network), стала целая серия интеллектуальных бытовых приборов, причем некоторые из них уже можно приобрести в России и ряде других стран. Это превращенные в сетевые устройства и являющиеся членами семейства HomNet интернет-холодильник, стиральная машина, микроволновая печь и кондиционер.

При таком огромном разнообразии техники появляется проблема её изучения и классификации. В существующей литературе описаны следующие типы классификаций:

- по назначению приборов;
- по принципу их действия (преобразования электроэнергии в полезную работу);
- по наличию узлов автоматики (неавтоматические, полуавтоматические, автоматические);
- по потребляемой электрической мощности (малой мощности – до 100Вт, средней мощности – от 100 до 1000Вт и большой мощности – от 1000Вт до 2200 и более);
- по массогабаритным показателям (переносные, малогабаритные, стационарные);
- по использованию различных типов элементов в устройстве (микропроцессорные, ламповые, компрессионные);
- по способу управления (с ручным управлением, с дистанционным управлением, со звуковым, речевым или голосовым управлением);
- по наличию регулировочных узлов (регулируемые, нерегулируемые).

Однако разнообразных видов современной бытовой техники настолько велико, что применять к ним какой-либо один вид классификации не удаётся. Поэтому целесообразно объединять различные виды классификаций в совмещённую систему. Например, классификация по назначению и принципу действия бытовых приборов может выглядеть следующим образом:



### **1. Электронагревательные (тепловые) приборы:**

- для обработки тканей (электроутюги, паровые машины);
- для приготовления пищи (электроплиты, электросковороды, электрокастрюли, микроволновые печи, тостеры и т.п.);
- водонагревательные (кипятильники, электрочайники, электросамовары, электрокофейники);
- отопительные (электрорадиаторы, электрокамины, тепловентиляторы, тепловые пушки, электроконвекторы);
- для обогрева тела человека (электросапоги, электроодеяла, электрогрелки и т.п.).

### **2. Электроосветительные (световые) приборы:**

- накаливаемые (пустотные, газонаполненные, галогенные, тепловые);
- газоразрядные (тлеющие, дуговые);
- люминесцентные (дневного света, тёпло-белого света, холодно-белого света и т.п.);
- полупроводниковые (на основе светодиодов).

### **3. Электромеханические (двигательные) приборы:**

- кухонные (комбайн, электромясорубка, посудомоечная машина, электросоковыжималка, электрокофемолка, электромиксер, электровзбивалка и т.п.);
- микроклимата и уборки помещений (пылесосы, электрощётки, вентиляторы полотёры, кондиционеры);
- стиральные машины;
- индивидуального пользования (фены, электрорасчёски, электробритвы);
- электроинструмент (электродрели, перфорационная машина, электрорубанок, шлифовальная машина, и т.п.).

### **4. Холодильные машины:**

- компрессионные;
- абсорбционные;
- термоэлектрические.

### **5. Приборы оздоровительного действия:**

- аэроионизаторы (люстра Чижевского);

- водоочистители (электрохимические установки типа «Изумруд»);
- массажёры (типа «Коралл» и др.).

Предложенная классификация не решает проблемы, поскольку в современной технике интегрируются различные технические направления. Например, бытовой холодильник одновременно является теплотехнической, гидравлической и электротехнической машиной. Микропроцессоры, которые используются в системах управления бытовых приборов, относятся к цифровой вычислительной технике. Интернет-холодильник от LG уже разговаривает, поет, показывает телепрограммы и разве что не танцует. Вмонтированные в его корпус сенсорный ЖК-монитор и компьютер позволяют путешествовать по Интернету и заказывать продукты в онлайн-магазинах, вести список хранящихся продуктов и контролировать сроки годности [4].

Очевидно, что наступает рубеж в понимании сущности бытовой техники. Современный бытовой электроприбор уже настолько сложен, что по своей сути является бытовой машиной, и изучаться она должна комплексно с точек зрения всех существующих областей науки и техники.

Возможно, что в учебных заведениях следует ввести новый предмет «Современные машины», в котором будут рассматриваться на концептуальном уровне основные принципы построения и функционирования машин, их проблемы и перспективы развития. В этом ракурсе «интеллектуальный дом» с системой взаимосвязанных бытовых машин сам становится мегамашинной, внутри которой живет человек.

Дальнейшее развитие мегамашин может идти по пути их объединения в гипермашину, которой может стать вся технологическая среда. И от того, какие принципы построения и функционирования будут заложены в технические объекты технологической среды, насколько пользователь будет технологически грамотен, будет зависеть безопасность жизнедеятельности цивилизации в глобальном планетарном масштабе.

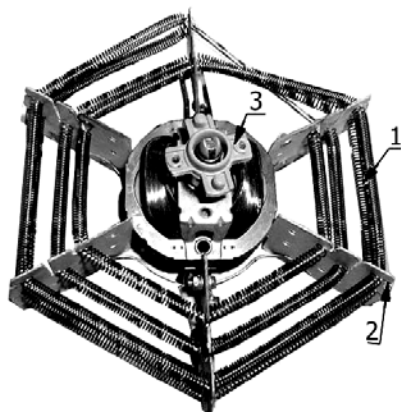
### 1.3. Устройство и принцип действия электронагревательных бытовых приборов

Принцип действия подавляющего большинства электронагревательных приборов основан на нагреве проводника при прохождении по нему электрического тока. Нагрев происходит в результате столкновения свободных электронов с атомами и ионами проводника. Количественное соотношение потерянной в проводнике электрической энергии и полученной тепловой энергии было установлено в 1844г. Э. Х. Ленцем немного ранее Джоуля [1].

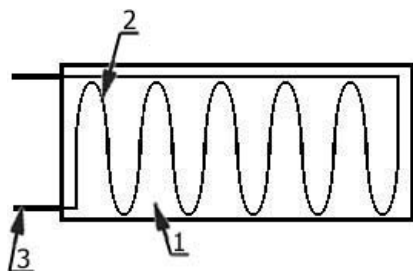
Наиболее эффективно электрическая энергия преобразуется в тепловую в различных сплавах металлов, обладающих достаточной жаростойкостью, высоким удельным сопротивлением и малым температурным коэффициентом удельного сопротивления. Жаростойкость, то есть малая разрушаемость этих сплавов при высоких температурах, обусловлена образованием на их поверхности оксидной пленки большой плотности. Она снижает проникновение кислорода в сплав и его испарение. К таким материалам относятся сплавы на основе никеля, хрома и алюминия и, соответственно называются нихромами, фехралями и хромалиями. Они представляют собой твердые растворы металлов с неупорядоченной структурой и поэтому обладают большими удельными сопротивлениями и малыми температурными коэффициентами сопротивления. В марках сплавов буквы обозначают главные части сплава: хром (Х), никель (Н), алюминий (Ю) и титан (Т). Цифра, стоящая за буквой, указывает среднее количество этого металла в сплаве. Так, в нихrome марки Х20Н80 содержится 20% хрома и 80% никеля (по массе). Из этих материалов изготавливают проволоку или ленту, которую навивают в спираль. Такой элемент называется электронагревателем открытого типа, рис.4. Для использования его в бытовых приборах приходится применять жаростойкие электроизоляционные материалы: керамические бусы, слюду, миканит (это прессованный слюдяной порошок), асбест и другие, рис.5, 6.



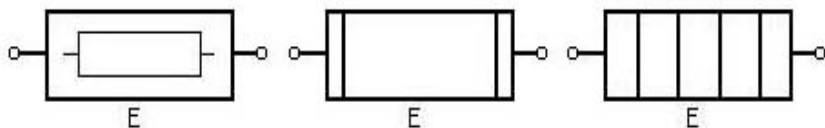
**Рис.4.** Спиралевидный нагревательный элемент открытого типа.



**Рис.5.** Электронагреватель тепловентилятора:  
1-спираль, 2-миканитовые пластины, 3-электродвигатель.



**Рис.6.** Плоский электронагреватель:  
1-слодяная пластина, 2-нихромовая спираль, 3-выводы.



**Рис.7.** Условные графические обозначения нагревательных элементов на электрических схемах.

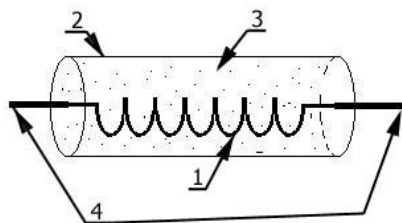
Условные графические обозначения нагревательных элементов на электрических схемах показаны на рис. 7.

Электронагреватель открытого типа имеет много недостатков. Он быстро изнашивается и электропожароопасен. Поскольку его рабочая температура составляет порядка  $800^{\circ}\text{C}$ , то при его работе в воздухе образуется угарный газ, снижается уровень влажности в помещении. Между электронагревателем и нагреваемым объектом всегда имеется прослойка воздуха, которая снижает теплопередачу и коэффициент полезного действия нагревательного прибора.

Частично эти недостатки устранены в трубчатых электронагревателях - ТЭН (рис.8, рис.9). Конструктивной особенностью его является то, что нихромовая спираль помещается в металлическую трубку с кварцевым песком, который обеспечивает электроизоляцию и теплопроводность при высокой температуре. Такая конструкция защищает спираль от воздействия внешних факторов, что увеличивает её срок службы. Поскольку металлический корпус ТЭН гальванически изолирован от электросети, то ТЭН можно непосредственно помещать в водную среду, рис.10. Нагреваемый объект, например, сковорода с продуктом питания, может иметь непосредственный тепловой контакт с ТЭН. Это улучшает теплопередачу, снижает рабочую температуру нагревательного элемента и повышает коэффициент полезного действия (КПД) прибора. Поэтому во многих современных электронагревательных приборах используются ТЭН.

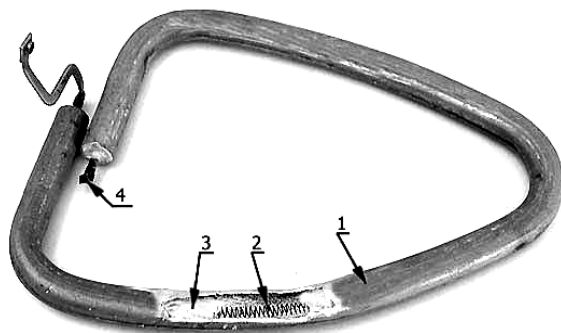
Основным конструктивным недостатком ТЭН является невозможность его ремонта при перегорании или обрыве спирали. В этом случае он подлежит полной замене [5].

В настоящее время промышленность выпускает различные по форме, мощности и другим параметрам ТЭН для различных приборов (рис.11, рис.12). Их номенклатура постоянно расширяется.



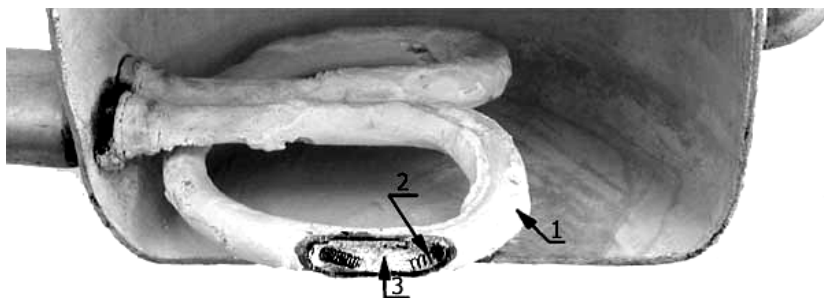
**Рис.8.** Устройство ТЭН:

1-нихромовая спираль, 2-металлическая трубка (корпус), 3-кварцевый песок, 4-электрические выводы для подачи электроэнергии.



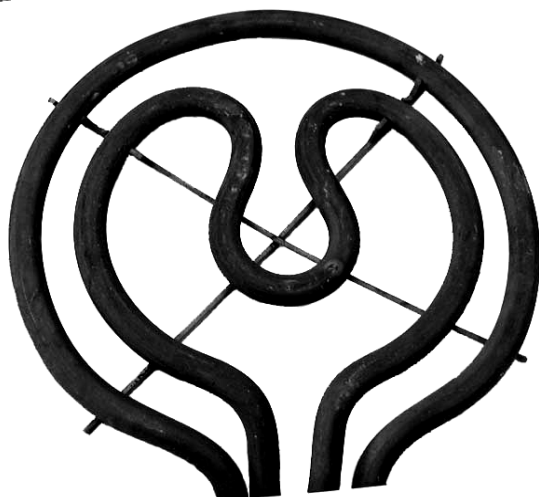
**Рис.9.** ТЭН утюга:

1-корпус, 2-спираль, 3-кварцевый песок, 4-электрические выводы.

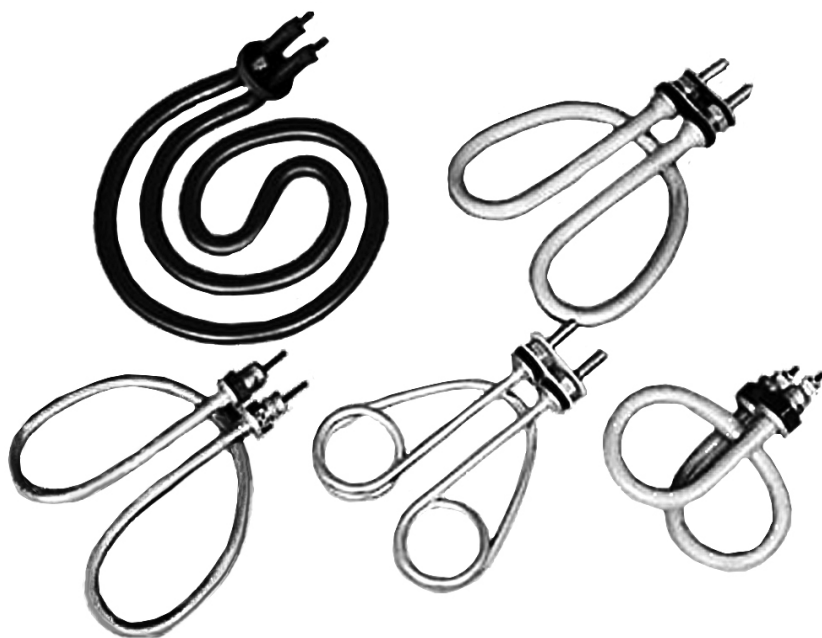


**Рис.10.** ТЭН чайника:

1-корпус с накипью, 2-спираль, 3-кварцевый песок.



*Рис.11. ТЭН электролитки.*



*Рис.12. ТЭН водонагревательных приборов.*

#### 1.4. Устройства автоматического регулирования

Производители и разработчики в целях экономии времени работы электронагревательных приборов, стремятся увеличить электрическую мощность и рабочую температуру электронагревателей. Это приводит к возрастанию их установившейся температуры до недопустимых пределов. Поэтому, чтобы исключить перегрев приходится периодически отключать нагреватель от электросети. Раньше пользователи приборов делали это вручную, например, при работе с электроутюгами первого поколения без терморегулятора. Необходимую рабочую температуру пользователь определял опытным путём. Такой режим работы приводит к нежелательным колебаниям температуры нагреваемого объекта, к преждевременному износу и выходу из строя нагревателя. Использование автоматических устройств коммутации позволяет более точно и быстро производить отключение и включение прибора для достижения и поддержания необходимой рабочей температуры. За счёт ограничения времени работы прибора, появляется возможность регулировать рабочую температуру, и даже стабилизировать её. В результате большую часть времени нагревательный элемент находится в недогруженном режиме, что значительно увеличивает срок его работы. Большинство автоматических устройств нагревательных приборов, основано на работе биметаллического теплового реле [2]. Важнейшим его элементом является биметаллическая пластина. Действие такого устройства основано на разности линейного удлинения двух пластин из металлов с различными коэффициентами линейного расширения (рис.13). Если пластины из двух металлов жестко соединить друг с другом и нагреть, то это приведет к тому, что составная пластина изогнется в сторону металла с меньшим температурным коэффициентом. Механическое усилие, развиваемое биметаллической пластиной при изгибании, используется для приведения в действие исполнительного элемента реле-контактов. Существуют различные типы таких автоматических устройств.

Термоограничитель, это устройство, ограничивающее температуру нагрева электроприбора путем автоматического

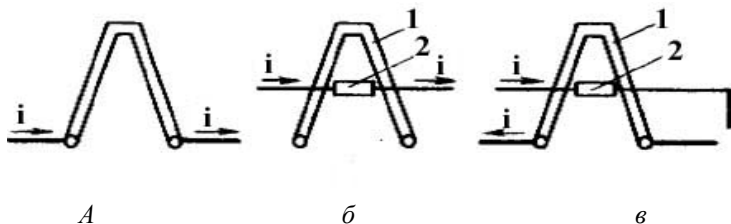


размыкания электроцепи. Он используется чаще всего как защита от перегрева. Замыкание цепи может производиться автоматически после охлаждения прибора (термоограничители с самовозвратом) или вручную - нажатием кнопки. Терморегулятор - устройство, позволяющее регулировать температуру нагрева электронагревателя. Термостабилизатор - устройство, автоматически поддерживающее в определенных пределах предварительно заданную температуру.

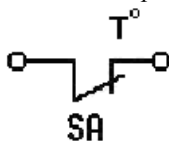
Регуляторы температуры и мощности по скорости замыкания и размыкания контактов подразделяются на быстродействующие и медленнодействующие. Быстродействующие терморегуляторы сложнее по конструкции, обеспечивают быстрое замыкание и размыкание контактов, что снижает их подгорание и обеспечивает большой срок службы. Размыкание и замыкание контактов медленнодействующих регуляторов происходит со скоростью изгиба биметаллической пластины (например, в электротюгах). Такие регуляторы проще по конструкции, но из-за искрения контактов менее долговечны. Нагрев биметаллической пластины может осуществляться либо непосредственно током цепи, проходящим по пластине (рис.14,а), либо косвенным способом, когда ток проходит по нагревательному элементу (рис.14,б). При этом теплота от нагревательного элемента передается пластине. При комбинированном способе нагрева ток проходит по пластине и нагревательному элементу (рис.14,в). Условное обозначение теплового реле на электрических схемах показано на рис.15. Конструктивные формы тепловых реле разнообразны (рис.16). В простейшем случае (рис.16,а), при нагреве пластина, изгибаясь, воздействует через изоляционный штифт на пружинный контактный рычаг и размыкает контакты. Установка срабатывания регулируется высотой неподвижного контакта. Возврат реле происходит автоматически при снижении температуры. Недостатками такой конструкции являются медленное размыкание контактов, их искрение, дребезг (хаотичная многократная коммутация) и быстрый износ [2].



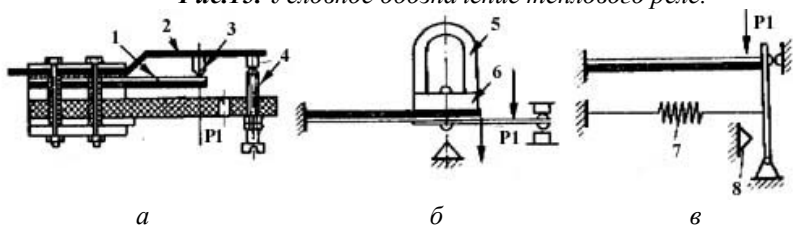
**Рис.13.** Принцип работы биметаллических реле:  
1 – биметаллическая пластина; 2 – нагревательный элемент [3].



**Рис.14.** Способы нагрева биметаллических пластин:  
1 – биметаллическая пластина; 2 – нагревательный элемент [2].



**Рис.15.** Условное обозначение теплового реле.



**Рис. 16.** Схема устройства биметаллических тепловых реле:  
1 – биметаллическая пластина, 2 – контактный рычаг, 3 – изоляционный штифт, 4 – контакты, 5 – постоянный магнит, 6 – ярлык, 7 – пружины, 8 – упор [2].

Система с небольшим магнитом, притягивающим связанный с биметаллической пластинкой ярлык (рис.16,б) более совершенна. При нагревании биметаллическая пластина стремится оторвать ярлык от магнита. Когда температура пластины достигает некоторого значения, соответствующего установке сраба-

тывания, усилие пластины преодолевает притяжение магнита. Пластина скачком смещается, переключая контакты. Возврат реле происходит автоматически после остывания пластины.

Тепловое реле может быть выполнено в виде защёлки (рис.16,в). При нагреве конец пластины изгибается и освобождает контактный рычаг. Под действием пружины контакты замыкаются. Движение контакта ограничивается упором. Эта система не имеет самовозврата, т.к. после остывания пластина не может вернуть контакты в исходное положение. Возврат реле здесь принудительный, обычно ручной [2].

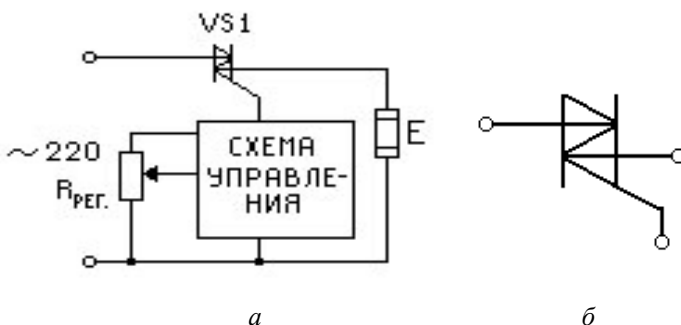
Биметаллические тепловые реле получили широкое распространение также как реле защиты электродвигателей от перегрева и предельных токов при длительных перегрузках [3].

Общими проблемами всех биметаллических тепловых реле являются: изменение установки срабатывания в зависимости от окружающей температуры, деформация пластины, быстрый износ, залипание контактов при их загрязнении, генерирование импульсных помех в электрическую сеть из-за дребезга контактов. Их достоинство заключается в простоте изготовления и дешевизне.

Более прогрессивными автоматическими устройствами регулирования и стабилизации температуры нагрева являются электронные регуляторы на основе быстродействующих бесконтактных электронных коммутаторов - тиристоров и симисторов. Они лишены недостатков электромеханических реле, поскольку устойчивое изменение электропроводности в них осуществляется на электронном уровне в р-п-р-п переходах за малое время (порядка микросекунд). Такие устройства в схемотехническом отношении более сложны, чем на основе биметаллической пластины. В состав электрической схемы электронных регуляторов входит электронный датчик температуры (терморезистор или р-п переход) обладающий высокой термочувствительностью, схема управления и электронный ключ – симистор (рис.17). Термодатчик располагается в непосредственной близости от нагреваемого объекта и преобразует величину нагрева в электрический сигнал. Величина сигнала оказывает непосредственное действие

на фазу импульсов отпирания симистора VS1 относительно периода синусоиды. Переменный резистор  $R_{\text{рег.}}$  позволяет вручную регулировать фазу импульсов, которая определяет время открытого состояния ключа VS1 и, соответственно, количество электроэнергии поступающей в нагреватель E (рис. 17а).

Достоинствами таких регуляторов является высокая точность регулирования и стабилизации температуры, долгий срок службы и высокая надёжность. К их недостаткам можно отнести чувствительность к импульсным сетевым помехам, генерация импульсных помех, более высокая стоимость и сложность изготовления. Дальнейшее развитие подобных устройств может идти по пути использования микропроцессоров в системах управления электронными ключами, применения помехоподавляющих сетевых фильтров, перехода на микроэлектронное исполнение.



**Рис.17.** Схема симисторного регулятора температуры:  
а- схема устройства, б- условное обозначение симистора.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Первая международная электротехническая выставка в Париже и её значение для развития электротехники.
2. Первые массовые потребители электрической энергии.
3. Два направления развития электрического освещения.
4. Самая ранняя по времени лампа накаливания.
5. Работы Александра Николаевича Лодыгина.
6. Работы Эдисона и их значение.
7. Развитие электрификации быта в России.
8. Особенности современных электроприборов.

9. Классификация бытовой электрической техники.
10. Проблемы развития бытовой электротехники.
11. Перспективы развития бытовых электроприборов.
12. Каков принцип действия электронагревательных приборов?
13. Какие достоинства и недостатки имеют автоматические регуляторы температуры нагрева тепловых электроприборов?
14. Какие достоинства и недостатки имеет ТЭН?
15. Каков принцип действия биметаллического теплового реле?
16. Перечислите достоинства и недостатки электронных регуляторов температуры по сравнению с регуляторами на основе биметаллического теплового реле.
17. Назовите достоинства и недостатки нагревательных элементов открытого типа.

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

1. Классификация бытовой электрической техники.
2. Работы Николы Тесла по созданию бытовой техники.
3. История развития зарубежной компании по производству бытовой техники (Scarlett England, или другая).
4. Принцип действия электронагревательных бытовых приборов.
5. Автоматические устройства регулирования и стабилизации температуры.
6. Достоинства и недостатки электрического нагрева.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ**

#### **Основная литература**

1. Бутырин, П.А. Электротехника / П.А. Бутырин. – М.: Академия, 2006. – 256 с.
2. Кобелев, А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники / А.Г. Кобелев. - М.: Высш.шк., 1994. - С.39-42, 109-137, 139-140, 144-147.
3. Лепаев, Д.А. Бытовые электроприборы / Д.А. Лепаев. - М.: «Горячая Линия – ТЕЛЕКОМ», 2004. – 443 с.

### **Дополнительная литература**

4. Морзеев, Ю.А. Зачем компьютеру зрение / Ю.А. Морзеев // Интеллектуальные помощники. Ч.5. - М.: КомпьютерПресс. – 2003. - №2. - С.25.

5. Черницкий, И.И. Ремонт электрических бытовых приборов и машин в домашних условиях / И.И. Черницкий. - М.: Знание, 1988. – 321 с.

### **Электронный ресурс**

6. Веселовский, О.Н. Очерки по истории электротехники [Электронный ресурс] / О.Н. Веселовский. - М.: МЭИ, 1993. – Режим доступа: <http://nehudlit.ru/books/detail8381.html>.

## Г Л А В А 2 ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЩИ

### 2.1. Электроплиты

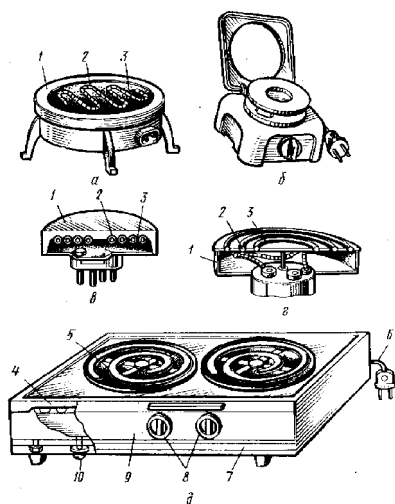
Электроплиты предназначены для решения одной из насущнейших повседневных проблем человека – приготовление пищи путём тепловой обработки продуктов питания. В этом отношении до появления электроприборов альтернативы открытому огню не было. Теперь же появилась реальная возможность повысить уровень комфорта и безопасности в этой сфере деятельности человека. Электроэнергия по своей сути экологически чиста и безопасна, если грамотно с ней обращаться. Однако по сей день, эти возможности реализованы лишь частично и существуют определённые проблемы, которые наглядно иллюстрируют приведённые в данном разделе примеры [7].

Почти все бытовые приборы, в том числе и электроплиты, делятся на две большие группы: переносные и стационарные.

Электроплитки (переносные приборы) komponуются одной или несколькими конфорками на одну, или несколько ступеней нагрева и выпускаются промышленностью на номинальные мощности, Вт: 800, 1000, 1200, 1500- одноконфорочные; 1600, 1800, 2000, 2200-двухконфорочные. В зависимости от вида электронагревателя они подразделяются на плитки: открытого, закрытого типа и с ТЭН [1].

Плитки открытого типа (рис.18,а) независимо от конструкции и внешнего оформления не имеют регулятора степени нагрева, их номинальная мощность соответствует 600 Вт. Спиралевидный нагреватель укладывается в паз керамического основания, которое помещается в корпус. Наибольшая температура спирали достигает 750-850<sup>0</sup>С. Единственным достоинством таких плиток является простота изготовления и ремонта.

В электроплитках закрытого типа (рис.18,б,в) применяются регуляторы мощности, которые выполнены на основе галетных переключателей. Они имеют несколько рабочих и одно нейтральное положение. Максимальная температура нагрева на поверхности таких плиток 450-550<sup>0</sup>С. Спиралевидные нагреватели размещаются в керамических бусах и закрываются сверху



а - открытого типа,  
 б - закрытого типа,  
 в - разрез плитки закрытого типа с нагревательной спиралью, изолированной керамическими бусами,  
 г - разрез плитки с нагревательным элементом трубчатого типа,  
 д - двухконфорочная плитка с трубчатыми нагревательными элементами;  
 1 - корпус, 2 - спираль, 3 - изоляция,  
 4 - крышка верхняя, 5 - нагревательный элемент, 6 - шнур питания с вилкой, 7 - крышка нижняя, 8 - переключатель мощности, 9 - корпус, 10 - гайка.

**Рис.18.** Устройство плиток.



**Рис.19.** Разновидности плиток: а,в- закрытого типа; б,г - с ТЕН.

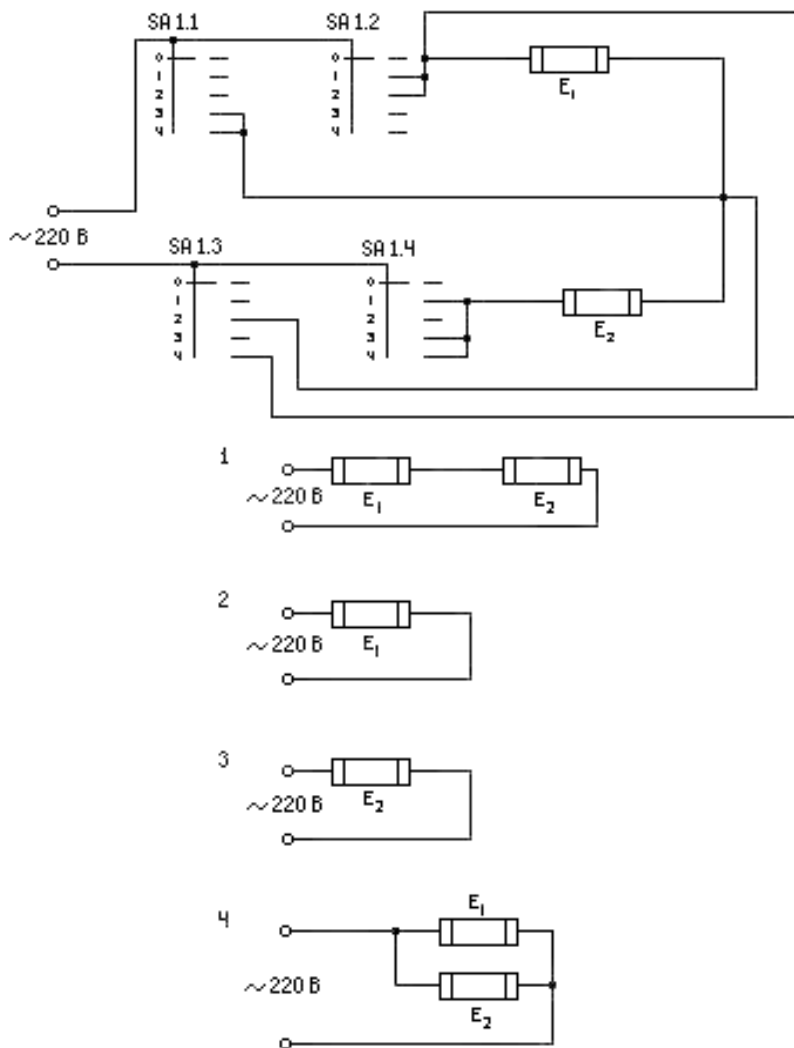


металлическим кожухом. В качестве такого кожуха может быть использован массивный круглый керамический брус, повышающий теплоемкость и обеспечивающий равномерный нагрев поверхности (рис.18,б). Однако такая конструкция увеличивает время разогрева плитки до 15-20 минут. Поэтому более привлекательными для потребителя являются плитки малой теплоёмкости (рис.18,в) и с ТЭН (рис.18,г). Из-за незначительной теплоёмкости таких плиток нагрев их происходит за 2-3 мин, а КПД достигает 65%. Передача теплоты в них происходит прямым путём и за счет излучения, что дает возможность применять обычную тонкостенную посуду [2].

Отечественная промышленность в настоящее время освоила выпуск самых разнообразных моделей электроплиток (рис.19). Их обозначения состоят из букв и цифр: ЭП - электроплитка; третья буква, - тип конфорки (Ч - чугунная, Т - нагреватель типа ТЭН; Ш - штампованная, П - пирокерамическая); далее через дефис указывается число конфорок, затем, - номинальная потребляемая мощность, а в конце обозначения, - номинальное напряжение. Например, электроплитка с одной чугунной конфоркой, номинальной потребляемой мощностью 1,5 кВт, на номинальное напряжение 220В условно обозначается так: ЭПЧ-1,5/220. Корпус электроплиток покрывают силикатными эмалями или другими видами покрытий, обеспечивающими эксплуатационную прочность и стойкость. Некоторые модели плиток оснащены световой сигнализацией работы прибора [2].

### **Электрическая схема электроплитки**

Основными элементами электрической схемы электроплитки являются коммутационный узел SA1 и ТЭН: E1, E2 (рис.20). Регулировка температуры достигается путем переключения в плитке ТЭН разной мощности. При переключении положений переключателя происходит смена комбинаций соединения ТЭН с электросетью (параллельно или последовательно), в результате чего изменяется общее сопротивление электроплитки и, соответственно, суммарная мощность. Это приводит к изменению установившейся температуры ТЭН.



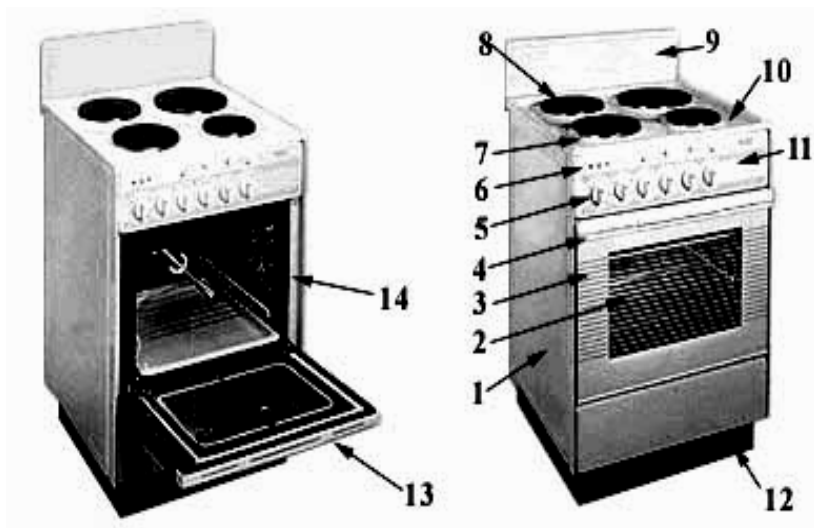
**Рис.20.** А - Принципиальная электрическая схема электролитки: SA1 - переключатель положений. Б - Способы соединения ТЭН с электросетью: E<sub>1</sub> - крайний ТЭН, E<sub>2</sub> - центральный ТЭН.

## Техническая характеристика плиток

Время разогрева конфорок (в зависимости от их типа и диаметра), мин	4—20
КПД%	56—70
Число ступеней переключения мощности, не менее	3
Мощность на минимальной ступени нагрева конфорок, Вт, диаметром, мм:	
145	250
180	300
Средний ресурс времени конфорок, ч:	
штампованных	2000
с ТЭН	5000

## Особенности конструкции электроплит

Электроплита является стационарным прибором (рис. 21). Она имеет два корпуса: наружный, покрытый силикатной эмалью, и внутренний жарочный шкаф, который изолирован асбестовой ватой и закрыт сверху листом алюминиевой фольги. В передней части электроплиты шарнирно устанавливается дверца, которая состоит из внутренней панели со стеклом и наружного корпуса со стеклом, что позволяет уменьшить потерю теплоты при работе электроплиты. Сверху электроплита закрывается съемной верхней крышкой. При приготовлении пищи крышку можно откидывать, а при санитарной уборке - снимать. На сборные панели устанавливается и закрепляется плита с конфорками, на которой расположены поддоны конфорок и ТЭН, опирающиеся на специальные подставки. Плита с конфорками и жарочный шкаф разделены воздушным пространством. В передней верхней части плиты размещается блок управления, состоящий из многопозиционных переключателей мощности конфорок и жарочного шкафа, терморегулятора и индикаторов режимов. Жарочный электрошкаф обогревается тремя ТЭН, расположенными: снизу, сверху, сзади, что позволяет нагревать продукт практически равномерно [1].



*Рис.21. Внешний вид электроплиты:*

*1 - облицовка, 2 - смотровое стекло дверцы жарочного шкафа, 3 - дверца жарочного шкафа, 4 - ручка дверцы, 5 - ручка терморегулятора, 6 - индикаторы работы, 7 - поддон конфорки, 8 - конфорка с ТЭН, 9 - верхняя крышка, 10 - основание конфорок, 11 - панель управления, 12 - основание.*

### **Электрическая схема электроплиты**

Для примера рассмотрим электрическую принципиальную схему электроплиты «Мечта-8» с двумя конфорками. Основными элементами электрической схемы плиты являются: ТЭН Е1 (в первой конфорке), Е2 (во второй конфорке), Е3-Е5 (в жарочном шкафу), коммутационный узел, состоящий из переключателей S1-S4, тепловое реле F типа Т-300, индикаторы HL1 и HL (газоразрядные для индикации работы ТЭН), HL3 (накального типа для подсветки жарочного шкафа), (рис.22). Мощность каждого ТЭН составляет порядка 1кВт. Изменение мощности конфорки достигается поворотом ручки переключателя мощности в любую сторону до фиксируемого положения и соответствует значениям, указанным ниже:

<b>Положения</b>	<b>Потребляемая мощность конфорок, Вт</b>	<b>Температура, °С</b>
0	0 (отключено)	комнатная
1	250	250-400
2	400	450-550
3	600	550-650
4	1000	650-750

При пользовании жарочным шкафом необходимо разогреть его в течение 10—15 мин на максимальной мощности, при этом терморегулятор устанавливается на деление 300 °С.

Дальнейший температурный режим выбирается в зависимости от вида приготавливаемого блюда.

Значения условных обозначений для переключателя мощности и нагревателей жарочного электрошкафа даны ниже:

<b>Обозначение положения</b>	<b>Смысловое значение обозначения</b>	<b>Рекомендуемые пределы регулирования температуры, °С</b>
0	0 (отключено)	—
1	Минимальный нагрев	50—100
2	Средний нагрев	50—160
3	Сильный нагрев	50—220
4	Максимальный нагрев	50—300

Для регулировки мощности и степени нагрева ТЭН жарочного шкафа используется 4-х позиционный переключатель S1. При установке его ручки в первое положение замкнутся контакты P1-2 и P2-3. При этом к электросети с помощью штепсельной вилки будут подключены: ТЭН E3 последовательно с параллельно соединёнными ТЭН E2 и E3. Электрический ток будет проходить по пути: нижний контакт вилки XP, F, P1-2, E4 и E5, E3, P2-3, верхний контакт штепсельной вилки XP. Поскольку ТЭН E3 подключен к ТЭН E4 и E5 последовательно, то

сопротивление цепи будет максимальным, а мощность и степень нагрева минимальными. Кроме того, будет светиться неоновый индикатор HL1 за счёт прохождения тока по цепи: нижний контакт вилки XP, F, P1-2, E4 и E5, R1, HL1, верхний контакт XP. Во втором положении включаются контакты P1-1, P2-3. В этом случае ток пойдёт по цепи: нижний контакт вилки XP, F, P1-1, E3, P2-3, верхний контакт XP. В этой ситуации будет работать только один ТЭН E3 и мощность будет больше за счёт уменьшения общего сопротивления при неизменном сетевом напряжении 220В. В третьем положении переключателя S1 замкнутся контакты P1-1, P2-2, что приведёт к подключению к электросети только параллельно соединённых ТЭН E4 и E5. Это позволит ещё увеличить мощность электроплиты. В четвертом положении будут включены все ТЭН параллельно друг другу - P1-1, P2-2, 3, что повысит мощность и температуру нагрева до максимально возможного значения. Выключатель S4 используется для включения лампы HL3 подсветки жарочного шкафа.

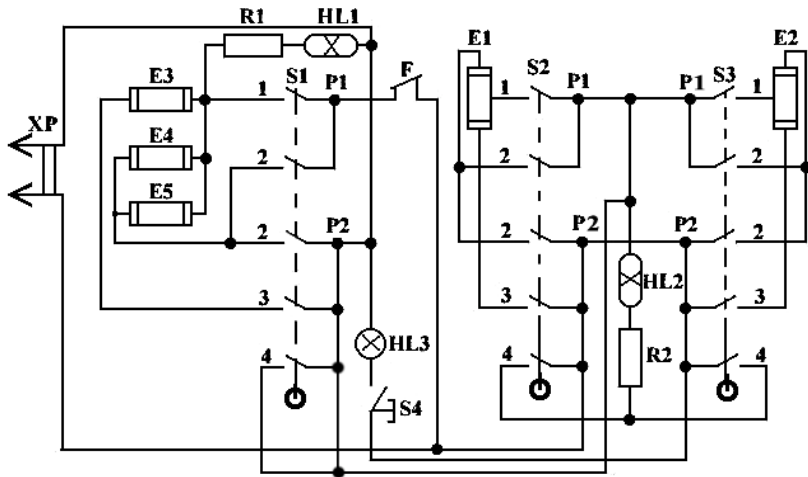


Рис.22 .Принципиальная электрическая схема электроплиты «Мечта-8» [2].

Аналогичным образом работает схема соединения ТЭН E1 и ТЭН E2. В каждом из них находятся две нихромовые спирали разной длины. Это даёт возможность комбинаций их соединений в параллельные и последовательные цепи путём соответствующих переключений и регулирования, таким образом, мощности каждого ТЭН. Четвертый контакт служит для включения индикатора HL2 при работе электроплиты [1].

Нагревательные элементы конфорок имеют мощность 1000 Вт каждый, их общее сопротивление составляет 200 Ом, а каждая в отдельности секция - 80 и 120 Ом. Нагревательные элементы жарочного шкафа имеют мощность 460 Вт, сопротивление каждого нагревателя 120 Ом.

Терморегулятор F (Т-300) предназначен для контроля за температурой в жарочном шкафу от 50 до 300°C. Индикаторные лампы HL1 и HL2 сигнализируют о подключении к сети нагревательных элементов конфорок и жарочного шкафа. Лампа подсветки жарочного шкафа HL3 включается кнопочным выключателем S4 в момент пользования жарочным шкафом.

### **Основные неисправности и ремонт электроплит**

Чаще всего в рассмотренных приборах выходят из строя электронагреватели. Это происходит из-за их перегрева и недопустимых механических внешних воздействий. В плитках открытого типа часто перегорает спираль из-за попадания на неё жидкости и продуктов питания. Второе место по частоте неисправностей занимает шнур питания. Из-за многократных перегибов в процессе эксплуатации прибора происходит перелом проводов. В переключателе ступеней мощности со временем подгорают контакты из-за их искрения при многократных переключениях, в итоге прибор выходит из строя.

Ремонт приборов заключается в выявлении их неисправностей и замене вышедших из строя узлов и элементов (ТЭН, переключателей, шнура питания). При перегорании спирали (или ТЭН) её (его) укорачивают, либо заменяют. После ремонта не рекомендуется эксплуатировать прибор на максимальной мощности, т.к. это приводит к чрезмерному перегреву корпуса и, как следствие, - к возгоранию рядом стоящих предметов. При

обрыве шнура неисправность устраняют с помощью его укорачивания или полной замены [1].

### **Основные недостатки и проблемы электроплит**

Наиболее существенной проблемой этой группы приборов являются: пожароопасность и вредное действие на воздушную среду жилого помещения. Из-за высокой температуры электронагревателей снижается влажность воздуха, увеличивается запылённость, образуется угарный газ. Существует опасность получения пользователем ожогов от работающих нагревательных элементов. Кроме того, при подгорании пищевых продуктов попадающих на нагревательные элементы, выделяются неприятные запахи, ухудшается внешний вид приборов (рис. 23).



*Рис. 23. Внешний вид плитки в процессе эксплуатации.*

Поскольку часть тепловой энергии свободно излучается в пространство, КПД плиток не достигает своего максимально возможного значения. Некоторые из этих недостатков можно устранить при использовании СВЧ-нагрева.



## 2.2 Бытовые СВЧ-печи

### Принцип действия

Нагрев пищевых продуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты существенно отличается от других способов нагрева, называемых традиционными [7]. Это отличие заключается как в способе подвода энергии к продукту, так и в распределении температуры по объему обрабатываемого изделия. Бытовые СВЧ-печи работают на частоте электромагнитного поля 2.45 гигагерца. Этот диапазон частот называют сверхвысокочастотным (СВЧ), а печи, работающие на этой частоте - СВЧ-печами, или микроволновыми печами. Длина электромагнитной волны в таких печах составляет 12,2 см. Электромагнитные волны обладают рядом свойств, одним из которых является их способность проникать в материалы, не проводящие или плохо проводящие электрический ток. Нагрев материалов в переменном электромагнитном поле обусловлен наличием молекул, положительные и отрицательные заряды которых находятся на определенном расстоянии. Такие молекулы называют полярными. Типичной такой молекулой является молекула воды. Под действием переменного электромагнитного поля полярная молекула непрерывно меняет ориентацию, т.е. поворачивается по направлению электрического поля. Частота поворота молекул соответствует частоте поля. Вынужденные колебания полярных молекул приводят к межмолекулярному трению, в результате чего во всем объеме материала выделяется теплота. Таким образом, работа переменного электрического поля по ориентации полярных молекул трансформируется в теплоту. В неидеальных диэлектрических материалах, т.е. в материалах, частично проводящих электрический ток, происходит дополнительный нагрев за счет их проводимости. Например, вода в пищевых продуктах содержит большое количество различных солей, которые диссоциируют на ионы служащие носителями электрических зарядов. Поскольку диэлектрики не имеют полярных молекул (например, растительное масло), то в переменном электромагнитном поле они не нагреваются.

Количество энергии СВЧ-поля трансформируемой в теплоту, выражается в единицах мощности деленных на единицу объема продукта - Вт/м<sup>3</sup> и пропорционально коэффициенту электрических потерь продукта. С увеличением частоты электромагнитного поля и его напряженности интенсивность нагрева возрастает, так как увеличивается удельная мощность внутреннего источника теплоты. Коэффициент поглощения зависит от химического состава продуктов, его влажности и температуры. При положительных температурах глубина проникновения СВЧ-поля в продукты составляет 1,5-3 см, а при отрицательных – 5-15 см и более. Все эти особенности учитываются при тепловой обработке пищевых продуктов в СВЧ-печах [1].

Большинство пищевых продуктов являются неидеальными диэлектриками и поэтому хорошо нагреваются в переменном поле СВЧ-диапазона. Быстрота нагрева и приготовления пищи в микроволновой печи сочетается с объемным нагревом продуктов практически без перепада температур в отдельных точках. Однако такие материалы как: стекло, бумага, фарфор, фаянс, многие полимеры, воздух нагреваться не будут. Они являются радиопрозрачными, поскольку электрическое поле проходит через них без потерь энергии. Керамическая посуда нагревается только за счет контакта с разогретым продуктом. При микроволновом нагреве время на приготовление пищи сокращается в 5-8 раз при средней скорости нагрева 0,3-0,5°С в секунду и глубине проникновения поля - 15-20 мм. С учетом того, что СВЧ-поле подводится ко всей внешней поверхности продукта, глубина проникновения может быть удвоена, т.е. составлять 30-40 мм.

### **Компоновка**

СВЧ-печь, это сложный аппарат, состоящий из нескольких электротехнических и электронных узлов. Независимо от конструктивного ее исполнения состоит из следующих основных элементов:

- 1) рабочая камера с дверцей и электродинамической системой, обеспечивающая требуемое распределение СВЧ-энергии в объеме;

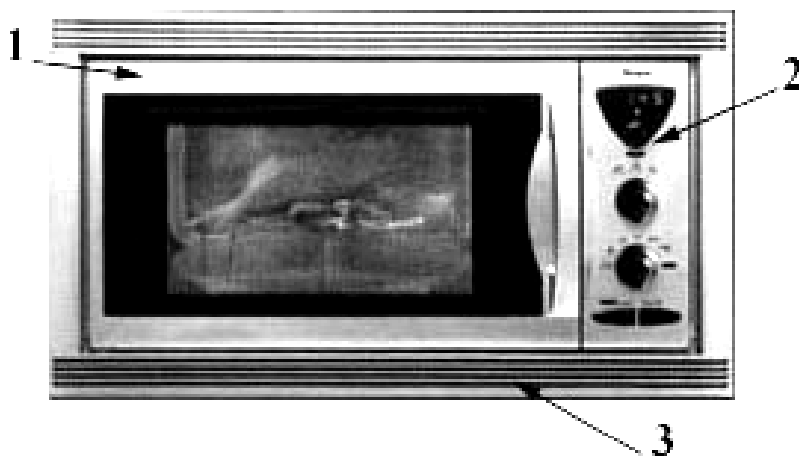
- 2) стабилизированный источник питания, обеспечивающий преобразование сетевого напряжения в необходимый для работы СВЧ-генератора вид. Обычно это повышающий (анодный) трансформатор с высоковольтным выпрямителем, понижающий трансформатор (накальный) для питания катода СВЧ-генератора;
- 3) СВЧ-генератор - магнетрон, преобразующий энергию постоянного тока в энергию электромагнитного поля СВЧ;
- 4) система воздушного охлаждения магнетрона и вентиляции рабочей камеры, состоящая из центробежного (реже осевого) вентилятора и воздуховодов;
- 5) устройства управления и автоматики, обеспечивающие последовательность включения печи, ее работу и защиту отдельных элементов.

Центральное место в конструкции печи занимает рабочая камера. В электронной технике она называется объемным резонатором и предназначена для размещения в ней обрабатываемых продуктов. В большинстве случаев камера имеет форму прямоугольного параллелепипеда (рис.24). Пищевые продукты размещаются на специальном диэлектрическом поддоне, который имеет с зазор от днища. Благодаря такому размещению электромагнитные волны отражаются от стенок рабочей камеры и проникают в обрабатываемый продукт со всех сторон. Источником СВЧ-излучения микроволновой печи является генераторная металлокерамическая электронная лампа – магнетрон, который размещается в верхней стенке рабочей камеры. Преобразование электрической энергии постоянного тока в СВЧ-энергию осуществляется с КПД 55—65 %. Срок службы магнетрона бытовой печи составляет 1,5—2,5 тысячи часов при мощности 0,5—1 кВт. Для охлаждения магнетрона и вентиляции рабочей камеры используются небольшие центробежные или осевые вентиляторы.

Для равномерного нагрева продукта в камеру вводят дискотор (мешалку) или вращающийся столик. Скорость вращения составляет порядка 10-60 об/мин. Особо высокие требования предъявляются к конструкции дверцы печи. Она должна обес-

печивать надёжную защиту от утечек СВЧ-энергии из рабочей камеры и возможность визуального контроля над процессом тепловой обработки. Для визуального контроля на дверцах имеется смотровое ситалловое окно, а в самой камере есть лампа подсветки. Для контроля плотности прилегания дверцы к камере в приборе имеется несколько специальных электронных устройств [1].

Микроволновое излучение является чрезвычайно вредным для человека, поэтому в конструкции печи предусмотрена специальная ловушка - четвертьволновый дроссель, который должен предотвратить утечку СВЧ-поля из рабочей камеры. Все защитные устройства печи работают надёжно только при отсутствии загрязнений на кромке рабочей камеры и дверцы, в месте их прилегания друг к другу.



**Рис.24.** Внешний вид микроволновой печи:  
1 – дверца, 2- панель управления, 3 – корпус.

Пульт управления СВЧ-печью состоит из ручки управления реле времени и кнопки выключения печи. Продолжительность обработки продукта устанавливается ручкой или кнопка-

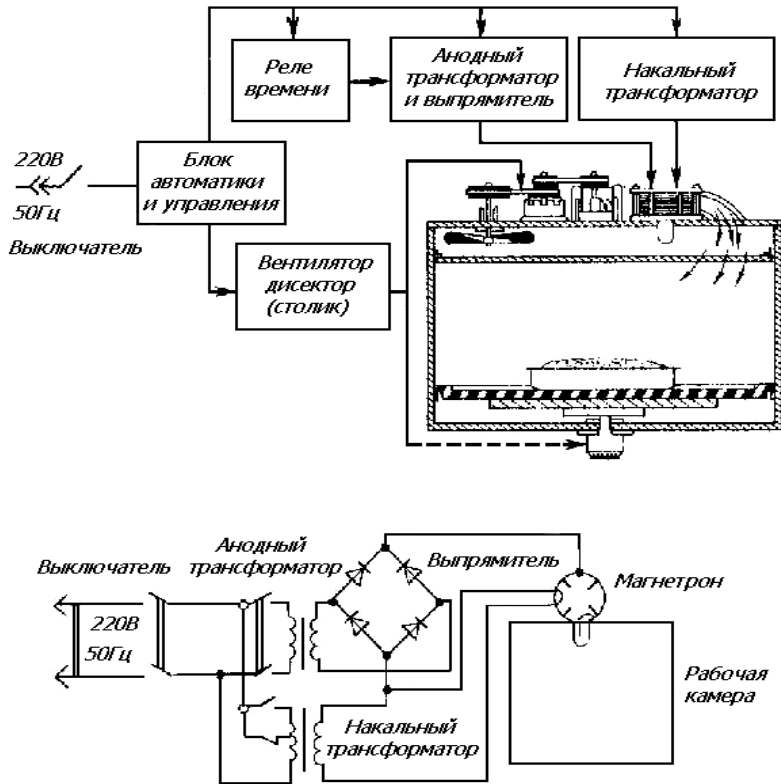
ми реле времени. Некоторые модели СВЧ-печей оснащены устройством для регулирования мощности СВЧ-генератора. Высокоавтоматизированные СВЧ-печи имеют сенсорное управление, микропроцессоры и даже микро-ЭВМ.

Автоматические устройства печи управляют продолжительностью работы генератора, то есть процессом тепловой обработки. Он задается на шкале реле времени с учётом того, чтобы в момент отключения СВЧ-генератора продукт был доведен до требуемого состояния (кулинарная готовность, разогрев, размораживание до требуемой температуры и т.д.). Для облегчения определения интервала тепловой обработки разрабатываются различные устройства, учитывающие начальную температуру продукта, его массу и вид изделия. Эти данные вводятся в логическое устройство печи, которое и определяет продолжительность тепловой обработки. При массовом производстве полуфабрикатов, предназначенных для тепловой обработки в СВЧ-печах, продолжительность нагрева указывается непосредственно на упаковке. Именно для такой продукции вместо реле времени со шкалой и поворотным датчиком требуемого интервала на пульте управления СВЧ-печи иногда есть ряд цветных кнопок. Нажатием кнопки, цвет которой соответствует цвету упаковки, автоматически задается требуемый интервал работы СВЧ-генератора [1].

### **Структурная схема микроволновой печи**

Последовательность включения СВЧ-печи и отдельных ее элементов приведена на блок-схеме (рис. 25). В работу печь включается обычно кнопкой, затем через цепи управления начинают работать: накальный трансформатор, обеспечивающий разогрев катода магнетрона, вентилятор охлаждения магнетрона, а также диссектор, или вращающийся столик. После загрузки рабочей камеры продуктом на реле времени задается продолжительность тепловой обработки и автоматически либо через кнопочный выключатель подается напряжение в анодный трансформатор. При этом начинает работать СВЧ-генератор. По истечении заданного срока тепловой обработки реле времени отключает магнетрон. Блок автоматики обеспечивает отключе-

ние магнетрона при открывании дверцы рабочей камеры и перегреве СВЧ-генератора. СВЧ-печь может включаться и в другой последовательности [1].



*Рис.25. Структурная и принципиальная схема микроволновой печи [1].*

### Принципиальная схема

Рассмотрим принципиальную схему печи с основными элементами, обеспечивающими работу магнетрона, рис.25. При

включении печи в сеть ток подается в накальный трансформатор, через который разогревается катод магнетрона. После разогрева катода включается анодный трансформатор, подающий высокое напряжение на выпрямитель, а с выпрямителя оно поступает в анодную цепь магнетрона. Магнетрон начинает генерировать СВЧ-энергию. Для повышения равномерности нагрева в СВЧ-печах можно использовать не один, а два магнетрона. В этом случае становится возможным использование в цепи питания магнетрона без выпрямительной схемы. При этом два магнетрона включаются непосредственно во вторичную обмотку анодного трансформатора по схеме двухполупериодного выпрямителя. Однако такие источники питания не получили большого распространения, поскольку использование двух магнетронов снижает надежность работы печи, усложняет ее конструкцию и увеличивает стоимость [1].

### **Некоторые особенности приготовления пищи в микроволновой печи**

При приготовлении продуктов питания в микроволновой печи необходимо учитывать их характеристики: размер, форму, наличие влаги, начальную температуру, плотность. Замороженные продукты перед тепловой обработкой должны оттаять и дойти до комнатной температуры, иначе изнутри приготовленного блюда может оказаться лед. Размораживание продуктов в микроволновой печи производится, как правило, на низких режимах мощности. При оттаивании овощей следует выложить их на блюдо, налить немного воды и накрыть крышкой либо фольгой для микроволновой печи. После того, как растает ледяная корочка на поверхности овощей, процесс оттаивания сильно ускоряется и овощи необходимо чаще перемешивать. Примерно так же размораживают и фрукты. Если же мясо заморожено большими кусками, то не стоит его оттаивать в микроволновой печи без особой на то необходимости. При размораживании тушек птицы нужно на некоторое время прикрывать тонкие выступающие части (крылья, ножки) специальной фольгой. Рыбу обычно размораживают при мощности ниже средней, затем обсушивают и готовят по рецепту. Меньше 200 граммов продук-

тов готовить в печи не рекомендуется, но и перегружать печь нельзя, лучше готовить в несколько приемов. При приготовлении в печи очень маленького количества продукта (меньше 200гр.), например, при сушке зелени, необходимо поставить в печь для нагрузки стакан с водой. Жир хорошо поглощает энергию и быстро нагревается, если же его распределить равномерно, он будет способствовать равномерному прогреву продуктов. Хорошим проводником тепла являются и кости, поэтому мясо, находящееся рядом с костями, будет готовиться быстрее. Сахар нагревается быстрее всех остальных продуктов и может быстро сгореть, если перед закладкой в печь он не был тщательно размешан с другими сыпучими продуктами или растворен. Продукты, покрытые кожей, пленкой, оболочкой - помидоры, картофель, яйца, печень - перед приготовлением нужно прокалывать, иначе внутри оболочки при испарении внутренней влаги создается избыточное давление. Приготовленные в микроволновой печи блюда даже по внешнему виду отличаются от приготовленных обычным способом, поэтому начинающим пользователям довольно сложно определить, готово блюдо или нет. Со временем приобретенный опыт позволит точно устанавливать время, необходимое для приготовления самых разнообразных продуктов. Но для этого потребуется много экспериментировать. Нельзя использовать посуду из стекла, содержащего металлы (например, некоторые сорта хрусталя). Металлическая посуда не пропускает внутрь микроволны, и поэтому в закрытой посуде из металла пища всегда будет оставаться холодной. Кроме того, использование металлической посуды может оказать неблагоприятное влияние на работу самой печи. Можно использовать и деревянную посуду, но только для разогревания, иначе она может рассохнуться [12].

### **Основные проблемы СВЧ-печей и пути их решения**

Магнетрон является наиболее чувствительным к режимам работы элементом печи. Одной из причин его неисправности является включение СВЧ-печи при незагруженной или малозагруженной рабочей камере. При таком включении генератор



работает в аварийном режиме из-за возврата не поглощенной продуктами энергии обратно, что приводит к его перегрузке.

Другой проблемой микроволновых печей является низкое качество приготовленных продуктов.

Основной целью тепловой обработки продуктов является повышение их вкусовых качеств и усвояемости. В этом отношении лучшим тепловым прибором является традиционная русская печь. Дело в том, что на вкусовые и другие кулинарные качества приготовляемого продукта заметно влияет спектр теплового излучения и линейность изменения температуры нагревательного элемента. Разогретые элементы русской печи (камни, кирпичная кладка, чугунные плиты) открытым огнём и особенно раскалёнными углями излучает преимущественно длинноволновый спектр теплового излучения. Это увеличивает глубину проникновения тепловых волн в продукт. Таким образом, теплодиффузия распространяется снаружи в глубину продукта и способствует насыщению его вкусовыми добавками. Тепловой спектр излучения электроплит смещён в коротковолновую область, поэтому глубина проникновения волн невысокая. Продукт часто успевает подгореть снаружи, оставаясь при этом недоприготовленным. Особенностью СВЧ-нагрева является то, что тепло выделяется изнутри продукта. Поэтому теплодиффузия распространяется из глубины наружу, при этом выводятся вкусовые добавки из продукта. В результате приготовленный продукт имеет насыщенную вкусовыми добавками верхнюю корочку, но безвкусную мякоть.

Существенной проблемой СВЧ-печей является высокая вероятность получения пользователем микроволнового ожога и воздействия излучением. Особенностью такого ожога является быстрое поражение нервных проводящих путей и костного мозга, которые имеют высокую электрическую проводимость. Воздействие микроволнового излучения малых мощностей до сих пор ещё мало изучено. Известно, что такое излучение способно спровоцировать онкологические заболевания, вызвать нарушения в центральной нервной системе. Практически мало изучен вопрос влияния микроволнового излучения на состав и молеку-

лярную структуру продуктов питания. По этой причине любители здорового образа жизни предпочитают не пользоваться СВЧ-печами [3].

Общечеловеческий опыт показывает, что абсолютно надёжной техники не существует. Особенно часто нарушается нормальная работа микропроцессорных систем управления и защиты сложных электробытовых приборов (в т.ч. СВЧ-печей). Это происходит чаще всего из-за сетевых импульсных помех и перебоев электропитания. По этой причине может возникнуть ситуация, когда защитная функция СВЧ-печи будет нарушена и пользователь окажется под воздействием микроволнового излучения большой мощности.

Развитие существующих микроволновых печей может идти по пути автоматизации процесса приготовления продуктов. Для этого необходим точный контроль температуры объектов. Одним из способов такого контроля может быть измерение температуры продукта при временном отключении магнетрона. При этом можно использовать систему, состоящую из толкателя и штанги с датчиком температуры. Данные измерения могут поступать через блок управления в реле времени, которое по достижении требуемой температуры продукта отключит СВЧ-генератор. Измеренная температура продукта высветится на специальном табло. Для контроля температуры продуктов также может быть использован инфракрасный датчик температуры, который осуществляет измерение дистанционно. Перед началом тепловой обработки задают конечную температуру продукта в блок управления. В процессе тепловой обработки температура продукта непрерывно измеряется инфракрасным датчиком и через усилитель выдается на блок управления, который по достижении заданной температуры отключает магнетрон. Кулинарную готовность пищевых продуктов можно определять по контролю относительной влажности воздуха, выходящего из рабочей камеры, изменению массы обрабатываемых продуктов.

Решение других проблем СВЧ-печей может осуществляться путём перехода на другие способы получения тепловой энер-

гии, например, с помощью оптических квантовых генераторов – лазеров.

### 2.3. Электрокастрюли

Основным назначением электрокастрюль является варка продуктов. Отечественные приборы имеют достаточно простое обозначение: ЭК-0,6/220 - электрокастрюля вместимостью 0,6 л, номинальное напряжение 220 В. Все они имеют встроенный термовыключатель для защиты от перегрева при выкипании воды, или при включении в сеть без воды. Кроме этого они снабжены терморегулятором, который позволяет регулировать температуру воды в диапазоне 65-95<sup>0</sup>С. Отечественная промышленность выпускает приборы с алюминиевым или стальным корпусом: электрокастрюли-пароварки для приготовления пищи на пару, электрокастрюли-скороварки для приготовления пищи при повышенном давлении [1].

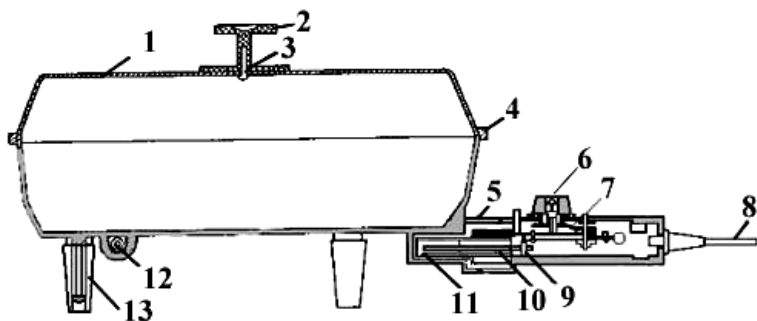
#### Техническая характеристика

Минимальная установка терморегулятора (для нагрева воды), °С	65
Максимальная установка терморегулятора (для нагрева воды). <sup>0</sup> С	95
Длина шнура питания, м	2
Время нагрева воды до температуры 95 <sup>0</sup> С, мин, не более:	
для электрокастрюль вместимостью до 3 л	20
до 4л	30

внутренний диаметр, мм	номинальная мощность, кВт	номинальная вместимость, л.
120	0.6	0.5
140	1.25	0.6
160	1.6	0.8
180	2	1
200	3	1.25
220	4	1.6

## 2.4. Электросковороды

Электросковороды используются для жарки различных продуктов и имеют типичный для всего класса приборов вид как, например, для типа ЭС-1,25/220 (рис.26). Корпус, как правило, выполнен из пищевого алюминиевого сплава. В днище заформован нагревательный элемент типа ТЭН, выводы которого выведены наружу на специальный прилив. В приливе есть отверстие, в которое устанавливается теплосъемник устройства регулирования температуры на дне сковороды. Контактные штифты нагревательного элемента ограждаются специальным кожухом, прикрепленным к корпусу. На контактные штифты устанавливается специальная колодка с термоограничителем. В процессе работы прибора теплосъемник нагревается, и температура передается на биметаллическое тепловое реле, которое включает сгорание продукта питания [1].



**Рис.26.** Электросковорода ЭС-1,25/220:

1 - крышка, 2 - ручка, 3,7 - винты, 4 - корпус электросковороды, 5 - кожух, 6 - ручка терморегулятора, 8 - шнур питания, 9 - винт настройки, 10 - биметаллическая пластина, 11 - теплосъемник, 12 - ТЭН, 13 - ножка [1].

## Техническая характеристика

Длина шнура питания, м	1,7
Минимальная установка терморегулятора (нагрев рабочей поверхности), °С	100
Максимальная установка терморегулятора (нагрев рабочей поверхности), °С	230±45
Время разогрева рабочей поверхности до температуры 180 С, мин, не более 6 минут [1].	

## 2.5. Приборы зарубежного производства

Зарубежные приборы превосходят отечественные в основном более высокими технологическими параметрами, органичным дизайном и большим номенклатурным разнообразием, рис. 27, 28.

### Технические характеристики некоторых приборов

#### Мини - печь **Delonghi O-150**, рис. 28,а.

Производство: Франция, фирма: DELONGHI.

Назначение: приготовление разнообразной мясной и рыбной пищи, выпекание изделий из теста, поджаривание тостов.

Мощность: печь 1000 Вт, гриль 1000 Вт.

Особенности: объем 12,5л (307х265х156мм); 120-минутный таймер; регулировка температуры термостата от 60 до 270<sup>0</sup>С; подсветка рабочей камеры; противень; решетка; съемная нижняя панель.

Габариты: 427х330х223 мм, вес 7,7 кг.

#### Тостер-духовка **Philips HD 4458**, рис. 27,г.

Производитель: PHILIPS.

Тостер-духовка обладает мощностью 700Вт, имеет: большое прозрачное окно духовки для удобства наблюдения, равномерный нагрев, съемный поддон для крошек, таймер с автоматическим отключением, широкий съемный противень, съемную решетку для удобства очистки, устройство сматывания шнура, защитный терморегулятор с постоянной настройкой, предупреждающий звуковой сигнал, индикатор включения/отключения, цвет: слоновой кости/перламутрово-синий.



*а - ST1161*



*в - ST1160*



*б - электроплита*



*г - тостер-духовка*



*е - блинница*



*д - Фритюрница Tefal Minute 400*

*Рис.27. Внешний вид зарубежных приборов.*

### **Пароварка Moulinex DB7, рис. 28,в.**

Производитель: MOULINEX.

Мощность: 900 Вт; 2 чаши по 4л каждая; парообразование: 16 г/мин; цвет: белый; чаша для риса 1,5 л.; таймер со звуковым сигналом 60 мин; автоматическое отключение; сверхбыстрое образование пара; два способа заполнения резервуара; холодные стенки для большей безопасности.

### **Микроволновая печь LG LG MC-807SLR, рис. 28,г.**

Производитель: LG ELECTRONICS.

Объем 30 литров; выходная мощность СВЧ - 850 Вт; мощность кварцевого гриля 1250 Вт; конвекция; гриль; вертел; автоприготовление (8 режимов); авторазмораживание (4 режима); система автожарки (3 режима); внутреннее покрытие из нержавеющей стали; цвет – серебристый.

### **Яйцеварка, рис. 28,д.**

Страна-производитель: Германия; мощность 350Вт; разовая загрузка: 7шт.; цвет: белый.

### **Электроплита Indesit KG 5043 WMR, рис. 27,б.**

Производитель: Италия; габаритные размеры: 85x53x53 см. В конструкции использованы чугунные конфорки классического типа. Количество конфорок: 4. Управление мощностью конфорок ступенчатое. Объем духовки 43л. Внутреннее освещение духовки: 1x25 Вт. Внутреннее покрытие эмалевое. Тип управления: механический. Имеется звуковой таймер: до 60 минут. Максимальная температура: 280°C; Четыре режима работы духовки, есть конвекция и вертел. Стекло дверцы духовки двойное. Есть ящик для посуды. Максимальная потребляемая мощность: 8.3 кВт. Цвет плиты белый.



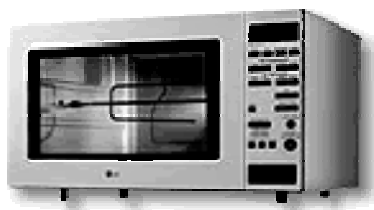
*а - мини-печь*



*б - плита-духовка Kaiser C60*



*в - пароварка*



*г - СВЧ-печь*



*д - яйцеварка*



*е - тостер*

**Рис.28.** Внешний вид импортных приборов.



## 2.6. Анализ проблем

Изложенный во второй главе дидактический материал содержит проблемы и пути их решения, часть которых находится в скрытой, неявной форме. Для их выявления необходимо провести анализ информации, ознакомиться с дополнительной литературой, и использовать средства массовой информации (СМИ), найти общие закономерности, выделить основные группы проблем, использовать опыт обращения с электронагревательной техникой в быту, а также проявить эрудицию в области новейших технологических открытий. Очевидно, что применение электроприборов для приготовления пищи, не только способствует повышению уровня комфорта в быту, но и может вызвать опасные для жизни человека и экологической системы последствия.

Можно выделить две основные группы проблем: **экологические**, которые негативно влияют на глобальную среду жизнедеятельности всего живого и **эргономические**, влияющие непосредственно на человека-пользователя. Кроме того, необходимо обозначить ряд проблем, связанных с разработкой и производством приборов. Эту третью группу проблем можно обозначить как **технологические**, определяющие технологичность, то есть её надёжность и срок службы устройств. Целесообразно сначала проанализировать экологические проблемы, поскольку они носят глобальный характер и влияют на всю планету в целом, на всё человечество и весь животный и растительный мир.

**Экологические проблемы** бытовой техники появляются в основном при её изготовлении и утилизации. Экологические показатели любого технического объекта характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации или потреблении продукции. К ним относятся, например, показатели: содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду; вероятность выбросов вредных частиц, газов, излучений и т.п. [15]. Номенклатура экологических показателей устанавливается с учетом международных стандартов, регламентов и требований ГОСТов в области охраны природы и использования природных ресурсов [18].

Продукция, производство и применение которой вызывает нарушение норм вредных воздействий на окружающую среду, подлежит модернизации или замене.

Анализ конструкций электроприборов для приготовления пищи позволяет сделать вывод о том, что все они имеют достаточно массивные металлические части. Следовательно, для их изготовления используется технологические циклы чёрной и цветной металлургии. Которые, в свою очередь, требуют в качестве сырья обогащённые руды. Добыча руд полезных ископаемых осуществляется в шахтах. Затем она транспортируется железнодорожным, водным и автодорожным транспортом. Не менее серьёзно проявляется проблема получения и передачи электроэнергии. Массовый рост количества эксплуатируемых бытовых электроприборов привела к значительному потреблению электроэнергии. Поскольку основная часть электроприборов в силу своей высокой энергоёмкости питается от электросети, то для обеспечения населения электроэнергией с каждым годом требуется повышать электрическую мощность электростанций. У гидроэлектростанций это достигается путём повышения уровня воды в русле рек с затоплением пойменных лугов и водной эрозией прибрежных зон. Для повышения электрической мощности тепловых электростанций необходимо увеличивать количество сжигаемого топлива, что увеличивает количество вредных выбросов в атмосферу. Эксплуатация атомных электростанций способствует накоплению радиоактивных отходов, которые до сих пор выбрасываются в мировой океан. Это, в свою очередь, в глобальном масштабе неблагоприятно сказывается на состоянии мировой экологической системы.

Очевидно, что все рассмотренные производственно-технологические звенья наносят существенный экологический вред. Приведём некоторые цифры, полученные из СМИ и глобальной сети Интернет. Главная проблема всех крупных городов мира - это автотранспорт, его вклад в загрязнение атмосферы города составляет более 80% [20]. Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Из 35 млн. тонн вредных выбросов 89% приходится на

выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Выбросы от автомобильного транспорта в России составляют около 22 млн. тонн в год. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в том числе канцерогенных. Нефтепродукты, продукты износа шин и тормозных колодок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты. Существенна роль транспорта в загрязнении водных объектов. Из распространенных выбросов наибольшее беспокойство вызывает попадание в воду нефтепродуктов [21]. Выбросы промышленных предприятий составляют 11%, выбросы объектов теплоэнергетики — 6% от суммарного объема выбросов загрязняющих веществ, составляющего 900 тыс. тонн в год [20]. Кроме того, транспорт является одним из основных источников шума в городах и вносит значительный вклад в тепловое загрязнение окружающей среды.

Не меньше экологических проблем возникает на этапе утилизации бытовой техники. Конструкции устройств бытовой техники включают в себя не только различные металлические части, но и пластиковые материалы. В России ежегодно образуется около 130 млн. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов (ТБО). Из 27 млн. т. ТБО (один кубический метр отходов до уплотнения весит 200кг) промышленной переработке подвергается порядка 3%, остальная масса отходов вывозится на свалки и полигоны захоронения с отчуждением земель в пригородной зоне. Значительное количество ТБО попадает на несанкционированные свалки, количество которых постоянно растет. Поэтому ТБО представляют собой источник загрязнения окружающей среды, способствуя распространению опасных веществ. Вместе с тем они содержат в своем составе ценные компоненты, которые могут быть использованы в качестве вторичных ресурсов. Основная масса ТБО и промышленных отходов образуется в городах и поселках городского типа (сфере компетенции местного самоуправления по Конституции РФ) [23].

Проблема санитарной очистки городских территорий от твердых бытовых отходов продолжает оставаться одной из наиболее актуальных и сложных инженерно-экологических проблем практически для всех субъектов Российской Федерации. Например, в одной только Москве за год перерабатывается около 900 тыс. тонн промышленных отходов и свыше 400 тыс. тонн отправляется за пределы города (вторсырье). Из образующихся 4 млн. тонн бытовых отходов 300 тыс. тонн подвергается мусоросжиганию, 700 тыс. тонн — мусороперегрузке, 100 тыс. тонн — мусоросортировке, на захоронение поступает более 3 млн тонн [20]. В выбросах мусоросжигательных заводов содержится большое количество загрязняющих веществ, таких как полиароматические углеводороды и диоксины, которые образуются при низкой температуре горения (из-за высокой влажности) и несорттированности ТБО, содержащих хлорсодержащие компоненты [8]. Содержание химических элементов в продуктах сжигания твердых бытовых отходов огромно. Токсические металлы выбрасываются в виде солей или оксидов, то есть в устойчивом виде, и могут лежать неопределенное число лет, накапливаясь постепенно, с пылью поступают в организм человека и животных. Поэтому предельно допустимые нормы (ПДК) могут оказаться неприменимыми к таким выбросам.

Другим источником загрязнения являются продукты неполного сгорания. Их список насчитывает свыше ста идентифицированных опасных веществ. Среди них и углеводороды (в том числе и ароматические), их хлорированные производные, токсичные фенолы и хлорфенолы, бром- и азотзамещенные вещества и полихлорированные дибензодиоксины. В число микрозагрязнений входят вещества крайне токсичные и крайне опасные для здоровья. К примеру, полиароматические углеводороды проявляют свои токсические свойства уже при столь малых концентрациях, что микроколичества их в газах являются крайне опасными. Для отравления достаточно долей нанограмма в кубометре. Самыми опасными из продуктов неполного сгорания являются диоксины: смесь полихлордибензо-пара-диоксинов и полихлордибензофуранов. Так как диоксины очень хорошо ад-

сорбируются, они почти полностью связаны с частицами пыли [22].

**Эргономические проблемы** не носят глобального характера и действуют непосредственно на пользователя бытовой техники. Эргономика, это научно-теоретическая и научно-экспериментальная дисциплина, исследующая психофизиологические факторы взаимодействия человека и техники в рамках единой системы «человек-машина», преследующая цель - снижение до минимума отрицательных воздействий условий труда на нервную систему человека и его работоспособность. В этой связи эргономика опирается на данные физиологии, психофизиологии и психологии человека и определяет некоторые требования к форме проектируемых объектов [24]. Эргономические показатели связаны с учетом свойств и особенностей человеческого организма и призваны соблюдать гигиенические (освещенность, токсичность, шум, вибрация, запыленность и др.), антропометрические (соответствие формы и конструкции изделия размерам и конфигурации человеческого тела), физиологические, психологические и другие требования. Эстетические показатели определяют внешнюю форму и вид продукции, её дизайн, привлекательность, выразительность, эмоциональность воздействия на потребителя и т.д. [19].

Гигиенические показатели определяются уровнями освещенности, вентилируемости, влажности, запыленности, температуры, радиации, токсичности, шума и вибрации и т. д.

Антропометрические показатели определяются соответствием изделия размерам и форме тела человека, распределению массы его тела, учитываются размеры головы и кисти руки. Антропометрическое соответствие характеризуется правильным выбором параметров конструкции относительно анатомических особенностей человеческого тела, его размеров, возможностей движения с учетом рабочего положения и пользования изделием в эксплуатации.

Физиологические и психофизиологические показатели определяются соответствием конструкции изделия следующим возможностям человека: силовым, энергетическим, физиологи-

ческим, зрительным, слуховым осязательным, обонятельным и вкусовым (психофизиологические). Психологические показатели конструкции изделия определяются соответствием закрепленных и вновь формируемых рабочих навыков человека его возможности по восприятию и переработке информации. Психологическое соответствие определяется особенностями чувств человека [24].

Эргономические показатели бытовой техники непосредственно связаны и взаимообусловлены с показателями её качества: эстетические, транспортабельности, безопасности, экономические [15].

Эстетические показатели характеризуют такие свойства, как художественную выразительность (оригинальность художественного замысла, соответствие стиля окружающей среде, образную и декоративную выразительность); рациональность формы (масштабная согласованность формы целого и частей, соответствие формы назначению изделия); целостность композиции (соподчиненность целого и частей, упорядоченность графических и изобразительных элементов); совершенство производственного исполнения (чистота выполнения контуров и сопряжений, четкость исполнения фирменных знаков и указателей); соответствие моде и т.д.

Показатели безопасности характеризуют свойства изделия, гарантирующие безопасность человека и других объектов на всех режимах его эксплуатации, при обслуживании, транспортировании и хранении. Номенклатуру показателей безопасности устанавливают в соответствии с требованиями стандартов ССБТ (Система государственных стандартов по безопасности труда). Основными показателями безопасной работы человека, безопасности эксплуатации технических средств служат: вероятность безопасной работы человека в течение определенного времени; быстрдействие при срабатывании защитных устройств; сопротивление изоляции токоведущих частей, с которыми возможно соприкосновение человека; электрическая прочность высоковольтных цепей; эффективность блокировки и аварийной сигнализации и другие.

Таким образом, эргономические проблемы бытовой техники находят своё отражение в показателях качества [17].

Очевидно, что электроприборы для приготовления пищи имеют много проблем эргономического характера. Они являются одними из наиболее мощных потребителей электроэнергии. Поэтому эта группа бытовой электротехники одна из наиболее электроопасных. Электропитание переменным током является источником электромагнитных излучений оказывающих вредное действие на организм человека и животных [6].

Непосредственная зависимость функционирования бытового прибора от электросети снижает удобство его эксплуатации. Шнур электропитания не только существенно ограничивает свободу эксплуатации пользователя, но и является самым уязвимым элементом прибора. Именно из-за поломки шнура и вилки питания электроприбора возникает наибольшее количество неисправностей. Высокие температуры электронагревательных элементов часто нарушают целостность электроизоляции, что повышает степень риска поражения пользователя электрическим током.

Многие электроприборы, как правило, импортного производства, имеют пластиковый корпус на основе полипропилена и т.п. Это не только снижает срок службы устройства из-за появления трещин в его корпусе, но отрицательно сказывается на состоянии кожи пользователя при непосредственном контакте с пластиковыми частями прибора.

Поскольку функционирование приборов основано на работе ТЭН, имеющих максимальную рабочую температуру около  $700^{\circ}\text{C}$ , то данное обстоятельство является причиной изменения нормального состава воздуха в жилом помещении. В частности, при таких температурах в воздухе образуется угарный газ  $\text{CO}$ , который вреден для человека и животных. Именно поэтому у пользователей появляются головные боли, когда они долго находятся возле электроплит, включенных на максимальную мощность. Кроме того, высокая температура нагревательных элементов и их достаточно лёгкая доступность повышает риск получения ожогов.

До сих пор не решена проблема подгорания пищевых продуктов во время их термообработки и необходимости систематической очистки рабочих поверхностей бытовых приборов от нагара.

Как альтернатива электронагревательным приборам для приготовления пищи на основе ТЭН, были созданы СВЧ-печи с целью улучшения санитарно-гигиенических показателей и снижения вредного воздействия на человека. Однако специальные исследования позволили выявить вредное воздействие приготовленных в микроволновых печах продуктов на организм человека и животных.

Как известно, микроволны интенсивно воздействуют на молекулы воды и другие полярные молекулы в пище, заставляя их вращаться с частотой в миллионы раз в секунду, создавая молекулярное трение, которое и нагревает пищевой продукт. Это трение наносит значительный ущерб молекулам и аминокислотам пищи, разрывая или деформируя их. Иными словами, микроволновая печь вызывает распад и изменения молекулярной и атомарной структуры продуктов питания в процессе излучения. При этом создаются новые соединения, не существующие в природе, называемые радиолитическими. Радиолитические соединения создают молекулярную гниль - как прямое следствие радиации [3].

Поэтому применение микроволновых печей в СССР было некоторое время запрещено. Было опубликовано международное предупреждение о вредных для здоровья веществах, биологических и экологических, получаемых при воздействии микроволн. Восточноевропейские ученые также выявили вредное воздействие СВЧ-излучений и создали жесткие экологические ограничения на их использования [13].

Микроволновые печи опасны для детей. Некоторые из аминокислот L-пролина, входящие в состав молока матери, а также в молочные смеси для детей, под воздействием микроволн преобразуются в d-изомеры, которые, считаются нейротоксичными (деформируют нервную систему) и нефротоксичными (ядовитыми для почек). Существенной проблемой является то,



что многих детей вскармливают на искусственных заменителях молока (детское питание), которые становятся ещё более токсичными из-за использования микроволновых печей [3].

В сравнительном исследовании «Приготовление пищи в микроволновой печи», опубликованном в 1992 году в США, говорится: «С медицинской точки зрения, считается, что введение в человеческий организм молекул подвергшихся воздействию микроволн, имеет гораздо больше шансов причинить вред, чем пользу. Пища из микроволновой печи содержит микроволновую энергию в молекулах, которая не присутствует в пищевых продуктах приготовленных традиционным путём» [3].

Проведённое краткосрочное исследование показало, что у людей, употреблявших приготовленные в микроволновой печи молоко и овощи, изменился состав крови, понизился гемоглобин и повысился холестерин, тогда как у людей, употреблявших ту же пищу, но приготовленную традиционным способом, состояние организма не менялось.

В 1991 году доктор Ханс Ульрих Хертел и один из профессоров Лозаннского Университета (Швейцария) опубликовали исследование, свидетельствующее о том, что пища, приготовленная в микроволновой печи, может создавать угрозу для здоровья, по сравнению с пищей приготовленной традиционными способами. Статья также изложена в журнале «Франц Вебер» №19, где было сказано, что употребление продуктов питания, приготовленных в микроволновых печах, несёт злокачественное воздействие на кровь [13].

**Технологические проблемы** отражают такие показатели как надёжность, безотказность, стойкость изделия к воздействиям факторов окружающей среды.

Надёжность - свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. Показатель надёжности - главный при оценке качества машин, механизмов, технических устройств. Он характеризует свойства изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, выражающих

способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Надежность, как сложное комплексное свойство, характеризуется четырьмя составляющими свойствами (безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность) и комплексными показателями.

Безотказность - свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Для изделий неремонтируемых или заменяемых после первого нарушения работоспособности показателями безотказности являются: средняя наработка до первого отказа; вероятность безотказной работы в течение определенного срока; интенсивность отказов.

Показатели, характеризующие стойкость изделия к воздействиям факторов окружающей среды, выражаются следующими свойствами: пылезащищенность, влагозащищенность, водонепроницаемость, ударопрочность, вибропрочность, устойчивость к воздействию внешнего магнитного поля и др. [15].

От этих показателей зависят затраты на приобретение бытовой техники, и общая потребность в её количестве на душу населения. Чем техника менее надёжна и быстрее устаревает морально и физически, тем в большем количестве её необходимо производить, что снижает такой показатель, как технологичность. Технологичность понимается как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [18]. Показатели технологичности характеризуют свойства изделия, определяющие приспособленность его конструкции к достижению наименьших затрат ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте [15]. К числу основных показателей технологичности относят: трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость, технологическую себестоимость. Трудоемкость изготовления изделия определяется количеством времени, затрачиваемого исполнителями на его производство, и выражается в норма-часах [15].

Энергоемкость изделия характеризует расходование энергии на его изготовление.

Технологическая себестоимость включает в себя стоимость технологических процессов изготовления изделия: стоимость сырья, материалов, покупных комплектующих изделий; основная заработная плата основных рабочих с начислениями на нее; расходы на содержание и эксплуатацию оборудования; стоимость израсходованных специальных инструментов и оснастки.

Показатели транспортабельности характеризуют пригодность продукции к транспортным операциям. К этим показателям относятся: средняя продолжительность подготовки продукции к транспортированию; средняя трудоемкость подготовки продукции к транспортированию; средняя продолжительность установки продукции на средство транспортирования определенного вида; коэффициент использования объема транспортного средства; средняя продолжительность разгрузки партии продукции из средств транспортирования определенного вида. Сюда же относятся стоимостные показатели, учитывающие материальные и трудовые затраты, а также возможные потери [15].

Очевидно, что технологичность современных электронагревательных приборов для приготовления пищи недостаточно высокая. Высокая потребляемая электрическая мощность (энергоемкость) в сочетании с высокой температурой нагрева ТЭН снижает надёжность и долговечность бытовой техники. Часто выходят из рабочего состояния терморегулятор и трубчатый электронагревательный элемент, которые не подлежат ремонту. Конструктивные части бытовых приборов данной группы весьма массогабаритные и имеют множество болтовых соединений, что требует ручной сборки при их производстве, повышает трудоемкость изготовления и технологическую себестоимость. Это также ухудшает такой показатель как транспортабельность. Корпус электронагревательных приборов для приготовления пищи имеет низкую пылезащищенность и водопроницаем. Из-за высокой тепловой утечки в окружающую среду снижается КПД (до 30-40%) приборов для приготовления пищи на основе ТЭН.

Низкая надёжность существующей бытовой техники и ограниченный набор функций требует от пользователя приобретения всё большего количества единиц и наименований приборов в течение своей жизни. Иными словами, современная семья с каждым годом эксплуатирует всё большее количество бытовой техники, соответственно возрастает и количество бытовых отходов.

Таким образом, проведённый анализ состояния бытовой электротехники для приготовления пищи позволил выявить значительное количество существенных экологических, эргономических и технологических проблем, требующих незамедлительного решения, что актуализирует проектную деятельность в рассмотренных направлениях.

Поиск решений выявленных проблем должен быть ориентирован в сторону разработки и реализации концепции экологического жилья в глобальном планетарном масштабе [11].

## **2.7. Проектирование электронагревательных приборов**

Глубокое понимание проблем бытовой техники позволяет приступить к такому важнейшему этапу творческой деятельности человека как проектирование, направленное на решение выявленных в ходе проведённого анализа задач. Тем не менее, для осуществления успешной проектной деятельности необходимо иметь определённую подготовку, знать основные методы, процедуры, приёмы решения задач проектирования, такие как: метод мозгового штурма, метод фокальных объектов, метод гирлянд ассоциаций, синектика и другие. С этой целью рекомендуется перед выполнением учебного проектирования изучить учебно-методическую литературу, посвящённую этим вопросам, например, пособие: Овечкин В.П., Причинин А.Е. «Основы проектной деятельности», Ижевск, 2007, а также соответствующие электронные ресурсы.

**Поиск решений экологических проблем** приводит к необходимости использования таких конструкционных материалов, которые при утилизации не оказывают вредного воздействия на экологические системы, могут быть вторично использованы при производстве новых бытовых приборов. На сегодняш-

ний день такие материалы и технологии известны, но пока мало применяются при изготовлении бытовой техники. В частности речь идёт о технологии базальтового литья.

Базальт - это камень, относящийся к материалам, долговечность которых превзошла тысячелетний рубеж. Это природный материал, который расплавляется в шахтной печи, отапливаемой природным газом при температуре около  $1280\text{C}^0$ . При температуре  $1200\text{C}^0$  базальтовый расплав отливается в песочные или металлические формы, откуда после кристаллизации вынимается и укладывается в туннельную печь для обжига до охлаждения (16 – 21 час). Изделия из плавленного базальта имеют самое широкое использование благодаря своим уникальным физическим свойствам:

- Высокая прочность при давлении.
- Износостойкость.
- Высокая химическая устойчивость.
- Нулевая влагопоглощаемость.
- Морозостойкость.
- Экологическая и гигиеническая безвредность.
- Долговечность.
- Оригинальный внешний вид природного материала [4].

Высокая прочность, устойчивость к колебаниям температур и химическая стойкость породы обусловили широкое применение базальта при строительстве и облицовке различных объектов. Базальт используется в строительстве как стеновой, так и облицовочный материал во внешней отделке цоколя, фундаментов зданий, для лестниц и полов. Легкость в обработке этого камня позволяет украшать изделия из него красивейшим орнаментом ручной работы. Базальт используются в качестве строительного камня, сырья для каменного (базальтового) литья, в виде пластин для внутренней и наружной облицовки зданий. Базальт – инертная горная порода, являющаяся естественным природным материалом. Изделия, произведенные на основе базальта безвредны для человека и окружающей среды [5]. Очевидно, что отлитые из базальта части конструкции, например, бытовой техники могут быть снова раздроблены, расплавлены и

отлиты в виде новых форм. Даже на этапе утилизации путём выброса базальтовые изделия не оказывают вредного действия на экологические системы, поскольку являются натуральными инертными материалами. Фактически из базальта могут быть отлиты все части любого бытового прибора, которые сегодня отливают из металла, за исключением тех случаев, когда металлические детали используются в качестве проводников электричества.

**Поиск решений эргономических проблем** приводит к необходимости создания не только новых безвредных материалов для изготовления корпуса бытового прибора, но и использования новых принципов функционирования. Поскольку основной функцией электронагревательного прибора является термообработка продуктов питания, то требуется найти новый безвредный бесконтактный преобразователь электроэнергии в тепловую энергию. Анализ существующих способов получения тепловой энергии из электричества позволяет прийти к выводу о том, что наиболее приемлемым для поставленной задачи искусственным источником тепла может быть волновой излучатель тепловой энергии.

Это может быть раскалённая нихромовая спираль, заключённая в кварцевую трубку. Такой волновой нагревательный элемент используется в некоторых электрокаминах. При использовании посуды из прозрачного для инфракрасного диапазона волн ударопрочного стеклокерамического материала, в сочетании с кварцевым тепловым элементом, можно добиться высокого качества приготовления продуктов. При этом исключается пригорание пищи к посуде, улучшаются гигиенические и эстетические показатели бытовой техники для приготовления пищи.

В перспективе, возможно, применение лазера инфракрасного диапазона волн в качестве бесконтактного нагревательного элемента. Лазерный нагрев - осуществляется оптическими и газовыми лазерами. Излучение распространяется узкими пучками, при использовании оптического лазера нагрев происходит импульсами, а при использовании газового лазера - процесс непре-

рывный [10]. Поэтому вся тепловая энергия лазера расходуется исключительно на нагреваемом объекте. Каждый тип лазера в первую очередь характеризуется длиной волны излучения. Длина волны определяет степень поглощения лазерного излучения биотканью, а, значит, и глубину проникновения, и степень нагрева [9]. Лазер позволяет сочетать в себе как режущий инструмент, так и нагревательный, что расширяет области его применения в быту. В частности может быть создан бытовой прибор - измельчитель с функцией одновременной тепловой обработки продуктов питания. За счёт использования системы зеркал можно создать объёмный нагрев пищевого продукта бесконтактным способом и абсолютно без вреда для пользователя. Лазер широко используется как оптический датчик объектов в пространстве за счёт оптической локации. Таким образом, лазерный нагревательный бытовой прибор может быть снабжён функцией контроля посторонних объектов в зоне нагрева для исключения причинения возможных ожогов пользователю. Также с помощью лазера, возможно, контролировать состояние нагреваемого объекта на предмет его пищевой готовности. Хотя лазер всё ещё остаётся достаточно сложным прибором, тем не менее, с появлением и совершенствованием лазерных светодиодов следует ожидать в ближайшие десятилетия появления широкой номенклатуры недорогих технических устройств на основе мощных лазеров, в том числе и в сфере быта.

Решением проблемы энергозависимости бытовых приборов от электросети и необходимости их подключения с помощью шнура питания может быть создание аккумуляторов электроэнергии повышенной ёмкости. При этом появляется возможность эксплуатации бытовой техники в условиях отсутствия электросети, например, в экскурсиях, поездках в природные зоны отдыха, в туристических походах, в чрезвычайных ситуациях и т.п. На сегодняшний день такие аккумуляторы пока не созданы и являются наиболее актуальной темой для разработчиков всех мировых промышленных организаций. Однако результаты многочисленных исследований и разработки новых накопителей электроэнергии и преобразователей солнечной

энергии в электричество явно демонстрируют существенные успехи в решении этих задач, в направлении увеличения энергоёмкости и электрической мощности автономных источников электроэнергии.

Решением проблем эстетического характера и соответствия дизайна бытовых приборов окружающей среде может быть разработка корпусов технических бытовых устройств в соответствии с внешним видом различных природных объектов в сочетании с натуральными материалами, такими как базальт. Например, уже созданы различные бытовые приборы в форме животных. В частности, известен мини-пылесос, выполненный в форме улитки. На этой улитке-пылесосе ребенок сможет ездить верхом. А пока «улитка» ползает по вашему дому, пылесос всасывает в себя всю пыль [16]. Ведущий инженер-акустик английской компании Bowers & Wilkins Лоуренс Дики создал уникальную бытовую акустическую систему в форме улитки, которая является идеальной формой для акустики [14].

Очевидно, что в виде форм раковин различных моллюсков можно создавать и формы корпусов бытовых электронагревательных приборов для приготовления пищи.

**Решение технологических проблем** логически вытекает из решений экологических и эргономических задач в силу их взаимообусловленности. Использование технологии базальтового литья позволяет существенно упростить производство приборов за счёт использования одного и того же материала с различными добавками, определяющими цветовую гамму изделия. Применение различных форм для отливания конструктивных частей бытовой техники позволяет автоматизировать этот процесс. Корпуса приборов на основе базальта имеют более высокую прочность и износостойкость, что позволяет существенно повысить срок службы прибора в бытовых условиях эксплуатации и исключить необходимость ремонта.

Совмещение нескольких функций в одном бытовом приборе позволяет сократить количество покупаемой техники. Например, можно совместить тостер с музыкальным центром.



Существенно повысить надёжность и долговечность электронагревательных приборов может применение в качестве регуляторов температуры нагрева электронагревателей симисторов – электронных ключей, которые работают в ключевом режиме и имеют высокий КПД.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Какой принцип используется при регулировании температуры ТЕН электроплит?
2. Каковы достоинства и недостатки СВЧ-печей?
3. Перечислите разновидности электронагревательных бытовых приборов для приготовления пищи.
4. Назовите основные неисправности электроплит и микроволновых печей.
5. Назовите основные экологические, эргономические и технологические проблемы бытовых электронагревательных приборов для приготовления пищи.
6. Чем отличаются приборы зарубежного производства от отечественных?
7. Перечислите основные пути развития приборов для приготовления пищи.

### **Темы проектов:**

1. Лазерный электроприбор для измельчения и тепловой обработки продуктов питания.
2. Кварцевая электроплита для приготовления пищи.

**Задания по выполнению проектов:** определите тему проекта, или выберете из числа предложенных преподавателем тем, проведите поиск информации по темам проекта. Разработайте дизайн корпусов бытовых приборов и выполните эскизы, чертежи конструкций. Опишите принцип действия новой бытовой техники и перечислите основные требования к бытовым приборам. Кроме того, будущим учителям технологии и предпринимательства, а также будущим педагогам профессионального обучения необходимо выполнить проект технического средства обучения в соответствии с выбранной темой проекта. Для эффективной

работы над проектами рекомендуется следовать методике выполнения проектов, изложенной в главе 7 данного учебно-методического пособия.

### **Темы рефератов**

1. Экологические, эргономические и технологические проблемы бытовой техники для тепловой обработки продуктов питания.
2. Перспективы развития бытовых электронагревательных приборов для приготовления пищи.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ**

#### **Основная литература**

1. Кобелев, А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники / А.Г. Кобелев. - М.: Высшая школа, 1994. - 320 с.
2. Лепаев, Д.А. Бытовые электроприборы / Д.А. Лепаев. - М.: «Горячая линия\_ТЕЛЕКОМ», 2004. - 443 с.

#### **Дополнительная литература**

3. Левит, Б.Б. Защита от электромагнитных полей. О влиянии на организм человека бытовых электроприборов, мобильных телефонов...: полный справочник / Б.Б. Левит. - М.: АСТ: Астрель, 2007. - 447 с.

#### **Электронный ресурс**

4. Базальтовое литьё [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zko-ural.ru/3.html>.
5. Базальтовое волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.real-termo.ru/bazalt.html>.
6. Бытовая техника: как защититься от электромагнитного поля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vpered.ru/archives/6>.
7. Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Электроплита>.
8. Зайцев, М.А. Проблемы ТБО и действия общественности [Электронный ресурс] / М.А. Зайцев. – Режим доступа: <http://lip-garbage.-narod.ru/tboinf.htm>.

9. Лазеры для хирургии и косметологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.medlaser.ru/surglasprop.htm>.
10. Лазерный нагрев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stal.biz/content/view/41/12/>.
11. Лапин, Ю.М. Экожилье - ключ к будущему [Электронный ресурс] / Ю.М. Лапин. – Режим доступа: <http://lib.ru/NTL/-ECOLOGY/LAPIN/ecohouse.-txt>.
12. Пеминова, Е.Н. Некоторые особенности приготовления пищи в микроволновой печи [Электронный ресурс] / Е.Н. Пеминова. – Режим доступа: <http://www.newhouse.ru/mistress-cookery/micro/osob.html>.
13. Почему в СССР были запрещены микроволновки? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vlasti.net/news/28503>.
14. Поющие улитки: Акустика как произведение инженерного искусства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/article/3849-poyuschie-ulitki/>.
15. Прохоров Ю.К. Управление качеством. Номенклатура показателей качества промышленной продукции: электронный учебник [Электронный ресурс] / Ю.К. Прохоров. - Режим доступа: [http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php?tutindex=18&index=7](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?tutindex=18&index=7).
16. Пылесос-улитка для детей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itnews.com.ua/27752.html>.
17. Ребрин, Ю.И. Управление качеством [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ю.И. Ребрин. - Таганрог: ТРТУ, 2004. - Режим доступа: [http://www.aup.ru/books/m93/2\\_2.htm](http://www.aup.ru/books/m93/2_2.htm).
18. Технологичность конструкции изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.yondi.ru/inner\\_c\\_article\\_id\\_887.-phtm](http://www.yondi.ru/inner_c_article_id_887.-phtm).
19. Чекмарев Д.А. Показатели качества товара [Электронный ресурс] / Д.А. Чекмарев. - Режим доступа: <http://works.tarefer.ru/48/100328/index.html>.
20. Экологическая политика мегаполиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.bronepol.ru/y7/i/index.php?ELEMENT\\_ID=6343](http://www.bronepol.ru/y7/i/index.php?ELEMENT_ID=6343).

21. Экологические проблемы развития автомобильного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.referat.ru/pub/item/9230>.
22. Экологические проблемы утилизации твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abitura.com/abstracts/-ecology.html>.
23. Электронный мусор - пути решения проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.komentarii.ru/tags/ekologicheskie-problemi/-15902/1>.
24. Эргономические показатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dizayne.ru/txt/3sozd0307.shtml>.

## Г Л А В А 3 ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

### 3.1. Электрокипятильники

Электрокипятильники, это бытовые приборы погружного типа, предназначенные для нагрева воды (рис.29). Они выпускаются следующих типов: ЭПМ - электрокипятильник малого габарита; ЭПО - электрокипятильник основного габарита; ЭПОТ - электрокипятильник основного габарита с термовыключателем. Электрокипятильники условно обозначаются буквами, означающими: Э - электрокипятильник, П - погружной; М - малого габарита; О - основного габарита; Т - с термовыключателем. Электрокипятильники имеют несъемный соединительный шнур длиной 1,7 м. Электрокипятильник погружной бытовой типа ЭПМ-0,3/220 предназначен для нагрева и кипячения воды. Он состоит из трубчатого, свернутого в спираль нагревательного элемента, переходной колодки и несъемного соединительного шнура с вилкой. Трубка электрокипятильника латунная, полированная с хромоникелевым гальванопокрытием, позволяющим легко снимать накипь. Спираль кипятильника изготовлена из проволоки Х20Н80 диаметром 0,12 мм. Количество витков-817. Расчетно-выпрямительная длина 2860мм. Сопротивление  $245_{-10}^{+18}$  Ом [1].

Электрокипятильник включают в сеть после предварительного погружения его в воду. Уровень воды должен находиться между рисками, обозначающими минимальное и максимальное погружение.

#### Техническая характеристика

Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	300
Объем воды, л	0,25
Габаритные размеры, мм	95×70
Масса, кг	0,1
Время нагрева воды от температуры 20 <sup>0</sup> С, мин, не более	6

Время нагрева воды в сосуде от температуры  $20^{\circ}\text{C}$  до температуры  $95^{\circ}\text{C}$  зависит от объема воды и номинальной мощности кипятильника:

Номинальная мощность кипятильника:

кВт	0,3	0,5	0,7	1	1,2	1,6	2
Объем воды, л.	0,25	0,5	1,5	3	4	5	7
Время нагрева, мин, не более	6	10	20	20	20	25	30



*Рис.29. Внешний вид кипятильников.*

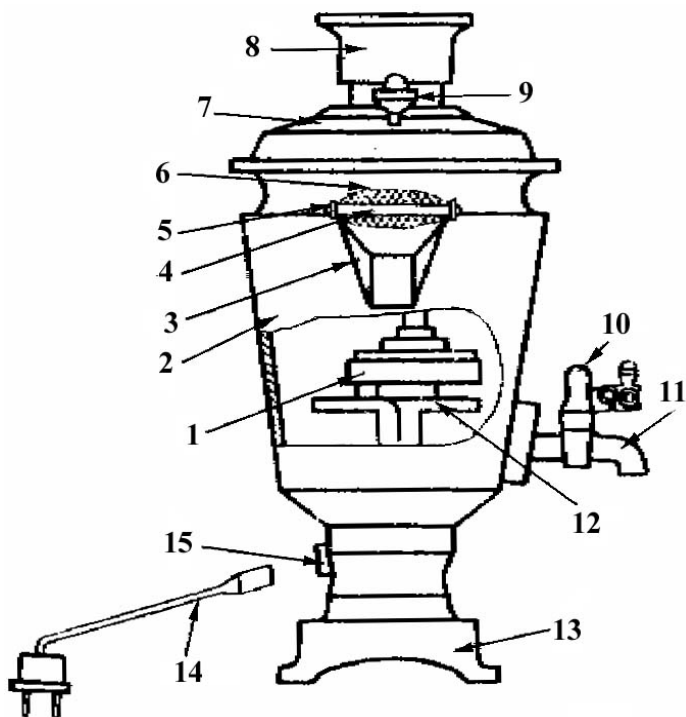
### 3.2.Электросамовары, электрочайники и кофеварки

Электросамовары и электрочайники, в отличие от электрокипяtilьников рассчитаны на залив воды во внутрь корпуса. Они изготавливаются следующих типов: ЭС (ЭЧ)-электросамовар (электрочайник) без термовыключателя; ЭСТ (ЭЧТ)-электросамовар (электрочайник) с устройством отключения при закипании воды; ЭСТЗ (ЭЧТЗ)-электросамовар (электрочайник) с термовыключателем и устройством отключения при закипании воды. В условное обозначение электросамовара и электрочайника входят: номинальная вместимость, потребляемая мощность и напряжение. Электросамовары и электрочайники выпускают на номинальное напряжение 220В переменного тока, в них устанавливаются съемные электронагревательные элементы типа ТЭН. Термовыключатель приборов должен предохранять электронагреватель от выхода из строя при выкипании воды. Устройство отключения при закипании воды обеспечивает отключение электросамовара или электрочайника за время не более 2 мин. после интенсивного закипания воды. Шнур питания данных приборов имеет длину 1,5 м. Конструкция электросамоваров и электрочайников обеспечивает свобод-

ный выход пара при закипании воды и исключает возможность ожога в процессе переноса приборов при открывании крышки [1].

### **Отличительные особенности электросамоваров**

Самовары выпускают различной формы: конической, грушевидной, желудевидной, овальной, цилиндрической и др. с никелевым или лаковым покрытием наружной поверхности. Основные детали электросамоваров изготавливают из латуни, внутренняя поверхность самовара луженная. Электросамовар типа ЭСТ 3,0/1,0-220 (рис.30) выпускают номинальной вместимостью 3,0л., номинальной потребляемой мощностью 1 кВт, номинальным напряжением 220В. В корпус самовара устанавливается ТЭН. Герметизация ТЭН осуществляется за счет жаростойкой резиновой прокладки. Поддон соединяется с корпусом с помощью резьбовой шпильки, ввёртываемой в основание ТЭН, закрепляется гайкой. В поддон устанавливается переходная прокладка, которая имеет внутри клеммы для присоединения проводов, а снаружи штифты для установки шнура с колодкой. В основание ТЭН заделывается пустотелая трубка, в которой помещается геркон, его выводы выведены на приборную вилку. По трубке при заливке воды перемещается поплавок с установленным в нем постоянным магнитом, который замыкает контакты геркона при заполненном самоваре, а в случае выкипания воды поплавок опускается, и контакты замыкаются, тем самым электроцепь питания электросамовара обесточивается. К корпусу самовара припаивается кран, закрываемый пробкой. Для переноса самовара служат ручки. Корпус сверху закрывается крышкой с ручками, на крышку устанавливается конфорка [1]. По степени защиты от поражения электротоком при эксплуатации электросамовар относится к приборам класса 0, то есть защита обеспечивается только электроизоляцией самого самовара, а в случае её повреждения - окружающей средой. Исполнение по степени защиты от влаги - каплезащитное.



**Рис.30.** Устройство электросамовара:

1- поплавок, 2- корпус, 3- кронштейн, 4- шпилька, 5- гайка глухая, 6- валик, 7- крышка, 8- конфорка, 9- ручка крышки, 10- пробка, 11- кран, 12- электронагреватель, 13- поддон, 14- шнур питания, 15- вилка приборная [1].



**Рис.31.** Внешний вид электросамоваров [5].



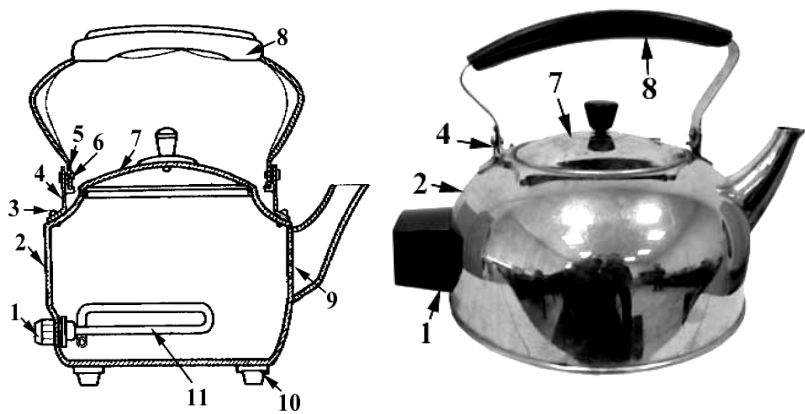
## **Отличительные особенности электрочайников**

Электрочайники типа ЭЧТ 2,0/1,25-220 выпускают номинальной вместимостью 2,0 л, номинальной потребляемой мощностью 1,25 кВт, номинальным напряжением 220В, рис.32. Они имеют устройство для отстрела шнура питания после закипания воды (рис.33). Корпус электрочайника изготавливают из алюминия или нержавеющей стали. Нагревательный элемент типа ТЭН (рис.33, 1) заделан в основании, в котором завальцовывается резьбовая втулка. С помощью резиновой прокладки и гайки данное устройство присоединяется к контуру электрочайника. К основанию ТЭН приваривается седло и шток, который служит направляющей для пружины. К основанию вместе с седлом и штоком прикрепляется биметаллическая пластина, выполненная в виде скобы. Бипластина имеет прямоугольные отверстия, в которые входит выступ пустотелого толкателя. При закипании воды и после ее интенсивного кипения 1-2 мин происходит перегрев основания нагревательного элемента, теплота передается на биметаллическую пластину, которая при нагреве изгибается в сторону металла имеющего меньший коэффициент линейного расширения, и освобождает толкатель. Пружина освобождается и выталкивает толкатель, он, ударяя по колодке шнура, производит его отстрел. При охлаждении биметаллическая пластина возвращается в исходное положение. При этом необходимо нажать на толкатель и произвести зацепление толкателя с бипластиной. Устройства для отстрела шнура имеет свой недостаток - необходимость подтягивания пружины вследствие её деформации [1, 2].

## **Отличительные особенности электрокофеварок**

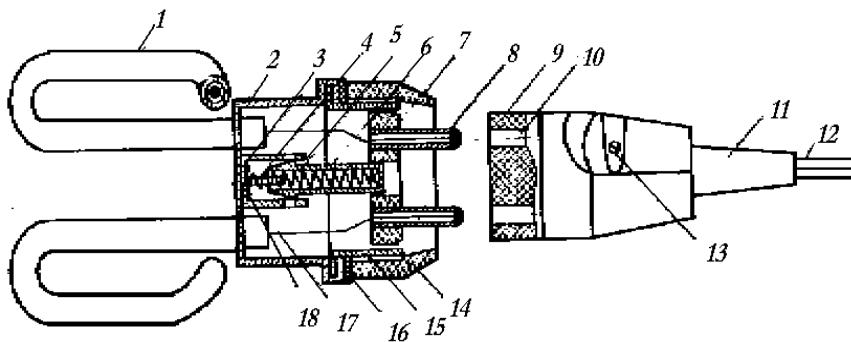
Кофеварка - устройство для приготовления кофе без необходимости кипячения воды в отдельной емкости [5].

Электрокофеварки (рис.34) изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 20888-81 следующих типов: ЭКВ - вакуумные; ЭКК - компрессорные; ЭКП - перколяционные; ЭКФ – фильтрационные.



**Рис.32.** Устройство электрочайника:

1- колодка, 2- корпус, 3, 6- заклёпка, 4- стойка, 5- шайба, 7- крышка, 8- ручка, 9- сетка, 10- ножка, 11- ТЭН.



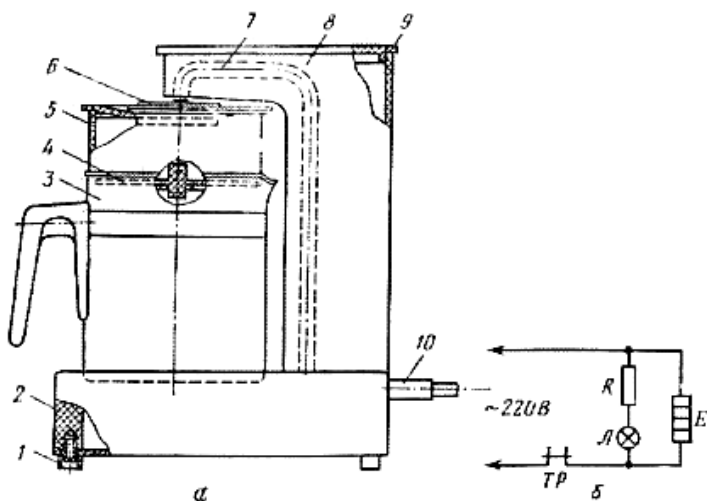
**Рис.33.** Устройство отстрела шнура:

1 — ТЭН, 2 — основание, 3 — биметаллическая пластина, 4 — шток, 5 — пружина, 6 — толкатель, 7 — втулка, 8 — штекер пустотелый, 9 — колодка, 10 — контакт трубчатый, 11 — кембрик, 12 — шнур питания, 13 — винт, 14 — гайка специальная, 15 — резьбовая втулка, 16 — прокладка, 17 — контактные провода, 18 — седло [1].

В ЭКВ приготовление кофе происходит путем однократного прохождения горячей воды или пара под давлением через слой молотого кофе. В ЭКП приготовление кофе происходит при многократном прохождении горячей воды или пара через слой молотого кофе. В ЭКФ приготовление кофе происходит путем однократного прохождения горячей воды через слой молотого кофе, находящегося в фильтре (сетке) дозатора. Температура приготовления кофе находится в пределах 80-95<sup>0</sup>С. В условное обозначение электрокофеварки входит: тип, номинальное количество приготавливаемого кофе, номинальная потребляемая мощность и номинальное напряжение. Обычно время приготовления одного литра кофе не превышает 20 минут.

В конструкциях электрокофеварок возможно применение дополнительных устройств и принадлежностей, повышающих их комфортность (устройство для поддержания кофе в горячем состоянии, реле времени, световая сигнализация, мерка для молотого кофе, бумажные фильтры, выключатель сети и др.). В основном это термоограничители и термовыключатели. Термоограничитель отключает электрокофеварку после приготовления кофе. Назначение термовыключателя - предохранять электронагреватель от выхода из строя при выкипании воды (кофе) и не допускать разрушения покрытий.

Компрессорная электрокофеварка «Бодрость» (рис.34,а) состоит из крышки, ванны с клапаном, трубки для подачи воды, парораспределителя, бункера для засыпки кофе, фильтра, стакана для готового кофе и платформы, в которой размещены: трубчатый нагревательный элемент, теплообменник, термоограничитель и сигнальная лампочка. Платформа установлена на амортизаторах. Кофеварка подключается к сети соединительным шнуром. Принцип действия электрокофеварки заключается в том, что вода, поступая из ванны через клапан в нагревательное устройство, доводится в нем до кипения и через трубку попадает в бункер [1, 2, 5].



**Рис. 34.** Внешний вид электрокофеварки «Бодрость»:

*a* – конструктивная схема; *б* – электрическая схема;  
 1 – амортизаторы; 2 – платформа; 3 – стакан; 4 – фильтр;  
 5 – бункер; 6 – парораспределитель; 7 – трубка подачи воды;  
 8 – клапан; 9 – крышка; 10 – соединительный шнур [1].

Горячая вода с паром проходит через слой кофе или чая и стекает в стакан, установленный на подогреваемой платформе. Кофеварка снабжена термоограничителем, который отключает нагревательное устройство при его перегреве. В момент отключения нагревательного устройства от сети сигнальная лампочка гаснет.

### Электрическая схема кофеварки

В состав электрической схемы (рис.34,б) кофеварки входит трубчатый нагревательного элемента *E*, резистор *R* типа МЛТ 0,5-51 кОм, сигнальная лампочка *L* типа ТН-0,3-3 и термоограничитель *ТР* на основе биметаллической пластины.

### Техническая характеристика электрокофеварки типа «Бодрость»:

Максимальная порция одной заварки, л.

0,5

Время приготовления одной порции кофе, мин.	8 – 13
Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	350
Габаритные размеры, мм.	193 x 127 x 210
Масса, кг.	1,3

### **Основные неисправности и простейший ремонт водонагревательных приборов**

В процессе эксплуатации водонагревательных приборов часто возникают различные неисправности, связанные с особенностями нагреваемого объекта – водой. При взаимодействии элементов бытового прибора и воды возможны следующие основные неисправности и способы их выявления:

- 1) Если вода не нагревается, то проверяют шнур и нагревательный элемент.
- 2) Если происходит течь через корпус в местах вывода контактов, то необходимо отделить нагревательный элемент и заменить прокладки между корпусом прибора и нагревательным элементом [8].

Чтобы заменить в электрочайнике ТЭН, нужно отвернуть гайку, через горловину чайника извлечь электронагреватель. Для установки нового нагревательного элемента необходимо со старого снять пружину и толкатель, для чего отпаять контактные провода, снять замочное кольцо, снять втулку с пустотелыми штекерами, отпаять концы бипластины термоограничителя и снять толкатель и пружину. Далее, необходимо собрать новый нагревательный элемент в обратной последовательности, убедиться в пригодности резинового кольца, установить его на ТЭН и установить ТЭН в корпус чайника. Правильно собранный электронагревательный элемент должен быть расположен параллельно дну чайника на расстоянии 3-10мм от него.

В процессе эксплуатации электрочайника и электросамовара рекомендуется периодически очищать нагревательный элемент от накипи и подтягивать гайки контактов. Не рекомендуется включать прибор без воды и оставлять прибор включенным без присмотра [1].

### 3.3. Основные проблемы водонагревательных приборов

Как известно, вода является универсальным растворителем, и это свойство её усиливается по мере роста температуры (на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  скорость растворения веществ в воде возрастает в 2 раза). Соответственно ТЭН, находящийся в воде и металлический корпус прибора будут растворяться.

Во-первых, это приводит к коррозии как самого ТЭН, так и металлического корпуса прибора. Во-вторых, вода от таких реакций явно теряет вкусовые качества, а растворённый в воде металл («металлический коктейль») постепенно отравляет организм [3].

Пластиковый корпус приборов импортного производства не всегда решает данную проблему, из-за наличия на рынке товаров продукции низкого качества. Низкокачественный пластиковый корпус некоторых импортных чайников, (как правило, подделок под «фирменные» приборы) при кипении воды отдаёт в неё много вредных для организма химических веществ.

Большинство отечественных водонагревательных бытовых приборов не имеют в своем составе автоматических термозащитных устройств и термовыключателей, а если они и есть, то, как правило, недостаточно надёжны в работе из-за грубой конструкции. Это часто приводит к выходу из строя ТЭН при выкипании воды, или при её отсутствии (если прибор был включен без воды). Созданное отечественными инженерами устройство отстрела шнура некоторых чайников слишком несовершенно и ненадёжно. Кроме того, оно рассчитано на выключение прибора лишь после выкипания воды.

Любители здорового образа жизни знают, что долго кипятить воду нельзя потому, что происходит разрушение её природной структуры. Систематическое употребление такой воды приводит к быстрому старению организма [10, 6].

Большинство электрочайников зарубежного производства снабжены термовыключателями, которые реагируют на момент закипания воды (время кипения в таких бытовых приборах не превышает нескольких секунд). Это способствует сохранению природной структуры воды. Кроме того, приборы ведущих ми-

ровых производителей бытовой техники имеют второе термозащитное устройство. Оно находится в основании ТЭН и реагирует при его перегреве. Это существенно повышает надёжность таких приборов и обеспечивает достаточно долгий срок службы.

Коррозию ТЭН можно существенно снизить, если использовать материалы нерастворимые в воде. Некоторые фирмы-изготовители наносят на ТЭН золотое покрытие, например, как у чайника модели Goold Tefal. Можно также создать металлокерамический ТЭН с наружным высокопрочным керамическим покрытием.

Повысить КПД приборов можно за счёт снижения теплопроводности их корпуса и, соответственно, уменьшения теплоотдачи в окружающую среду. Поэтому чайники, имеющие пластиковый корпус имеют наиболее высокий КПД. Очевидно, что наибольший КПД возможен в том случае, если корпус водонагревательного прибора будет иметь двойные стенки как у термоса.

Общая площадь нагреваемой воды намного превышает полезную площадь ТЭН, поэтому разработчикам приходится делать так, чтобы температура ТЭН существенно превышала температуру закипания воды. Это приводит к локальному перегреву воды, что нарушает её целебные природные свойства [3].

Усовершенствование приборов может идти по пути увеличения полезной площади ТЭН по отношению к объёму нагреваемой воды. Например, ТЭН в виде кубической решётки распределённой по всему объёму пространства, заполненного водой. Это позволяет снизить рабочую температуру ТЭН при сохранении высокой скорости нагрева воды.

Существенной проблемой водонагревательных приборов является образование накипи на ТЭН и корпусе приборов (рис.10, стр.23). Накипь существенно снижает теплопередачу от нихромового спиралевидного провода ТЭН к воде, что приводит к его перегреву и срабатыванию термозащитного устройства ещё до закипания воды. Если в приборе изготовителем не предусмотрен термоограничитель, то ТЭН часто перегорает. С накипью обычно борются с помощью «антинакипина» - химиче-

ского средства для растворения накипи. Однако рекомендуется для кипячения использовать мягкую или очищенную воду, например, с помощью водоочистных устройств. Они, как правило, не только очищают воду, но и снижают её жёсткость.

Дальнейшее развитие бытовых водонагревательных приборов может идти по пути уменьшения их потребляемой электрической мощности. Это может быть достигнуто за счёт покрытия корпуса приборов теплоизоляционным материалом.

Бытовые приборы для нагрева воды, возможно, будут совмещать в себе другие полезные для пользователя функции: таймера, часов, мобильной связи, радиоприёмника, термометра и т.п. Функция управления в будущем может осуществляться на естественном языке пользователя. Такое электронное устройство может быть основано на использовании микропроцессоров, образующих систему искусственного интеллекта.

Водонагревательные приборы в будущем, возможно, будут автономными за счёт робототехнических систем и управляться голосом или жестами пользователя. Материалы корпуса приборов могут стать экологически безопасными как на этапе производства, так и в процессе эксплуатации. Дизайн и эргономика бытовой техники в будущем существенно улучшатся. Внешне, возможно, они будут напоминать объекты естественной природы, для предупреждения возникновения эффекта технофобии.

### **3.4. Особенности зарубежных водонагревательных приборов**

Отличительными особенностями приборов зарубежного производства по сравнению с отечественными приборами являются: более высокая надёжность и потребляемая мощность, высокая скорость нагрева воды, более широкие функциональные возможности, а также более органичный дизайн, рис.35.

#### **Характеристики некоторых приборов:**

##### **Кофеварка SIEMENS TC40203, рис.35, а:**

Производитель: SIEMENS, стоимость 50 USD.



Мощность: 900Вт; ёмкость на 10 чашек. Имеется: шкала заполнения кувшина для кофе и емкости для воды, переключатель крепости кофе на 2-4 / 5-10 чашек, размер фильтра 1x4, выключатель с индикатором, держатель фильтра с каплеотсекателем, стеклянный кувшин с крышкой и шкалой-индикатором, подогрев, отсек для намотки кабеля.

### **Автоматическая чайварка Tefal Magic Tea 91924, рис.35, в:**

Производитель: TEFAL, стоимость 63 USD.

Мощность: 600Вт. Имеются: стеклянные прозрачные стенки для легкости в определении степени крепости чая, ситечко из нержавеющей стали для фильтрации от чаинок, автоотключение при достижении оптимальной температуры (не надо присматривать за работой прибора), приготовление до 1 л чая, или любого травяного отвара, безопасность пользования: крышка с замком, фиксирующая ситечко, ручка из теплоизолированного пластика, автоотключение при отсутствии воды.

### **Чайник Philips HD-4662,рис.35, б:**

Производитель: PHILIPS, стоимость 75 USD. Чайник METAL JUG HD 4662 имеет: мощность 2000-2400Вт, емкость 0,1-1,7л., двусторонний индикатор уровня воды, откидную защелкивающаяся крышку, автоматическое отключение, отключение в случае отсутствия воды, плавкий предохранитель, контрольную лампочка без шнура, отсек для шнура, цвет: матовая нержавеющая сталь +угольно, серый/сиреневый. Особенности прибора: звуковой сигнал готовности, плоский нагревательный элемент из нержавеющей стали с покрытием от накипи, подставка «Пируэт», поворот на 360°, функция быстрого повторного нагрева, съемный моющийся фильтр от накипи, подушечки для предотвращения скольжения.



*а - кофеварка SIEMENS*



*б - чайник Philips HD-4662*



*в - чайварка Philips*



*г - чайник ST 1001*

**Рис.35. Внешний вид зарубежных приборов.**

### 3.5. Анализ проблем приборов для нагрева воды

Поскольку одной из целей данного учебного пособия является развитие у читателей умений поиска и выявления проблем бытовой техники, то рекомендуется, начиная с данной главы, приступить к самостоятельному анализу и выявлению проблем водонагревательных приборов. Для облегчения выполнения этой задачи читателям предлагаются нижеследующие наводящие на проблемы замечания. В конструктивном плане электротехнические водонагревательные приборы достаточно схожи с предыдущей группой бытовой электротехники.

Очевидно, что экологические проблемы должны иметь общий характер для этих обеих групп. Поэтому анализ экологических проблем бытовых приборов для нагрева воды не составит особого труда для читателей. Обратите внимание на необходимость обработки ТЭН водонагревательных приборов химическими составами для растворения накипи. Массовое применение этих средств является существенной проблемой для состояния экологических систем.

Эргономические проблемы также во многом являются общими для приборов, рассмотренных в 1 и 2 главах. Однако у водонагревательных приборов есть эргономические проблемы, характерные только для этой группы. Они достаточно подробно изложены в третьей главе, что позволяет читателю самостоятельно выявить эти особенности. Рекомендуется для поиска дополнительной информации по проблемам водонагревательных приборов обратиться к электронным ресурсам глобальной сети Интернет. Обратите внимание на то, что кипячение воды является вынужденной мерой из-за низкого качества водопроводной системы. Термообработка воды применяется в основном для её обеззараживания и для снижения количества вредных минеральных и органических компонентов [3]. Систематическое употребление кипячёной воды не способствует продолжительной здоровой жизни человека, поскольку при кипячении разрушается её природная структура. Поэтому необходимо создавать условия для систематического употребления структурированной воды, позволяющие существенно продлить срок здоровой жиз-

ни, исключить преждевременное старение организма. Создание бытовых приборов для преобразования водопроводной кипячёной воды в структурированную состояние оздоровительного действия является актуальной темой [10, 6].

Технологические проблемы водонагревательных приборов во многом определяются их конструктивными особенностями и условиями эксплуатации. Главная особенность, это водная среда, которая оказывает постоянное воздействие на основные нагретые до высоких температур части прибора. Обратите внимание на состояние воды в современной системе водоснабжения. Во многих регионах вода имеет высокую жёсткость, что способствует образованию накипи на ТЭН водонагревательных приборах. Соответственно, надёжность и долговечность приборов будет определяться степенью устойчивости материалов к водной среде, которые применяются в данном виде техники, а также качеством герметичности корпуса и токоведущих элементов. Эти особенности существенно усложняют изготовление приборов для нагрева воды [7, 8, 11]. Особое внимание при поиске технологических проблем следует обратить на существенно более высокую температуру нагрева ТЭН, поскольку он рассчитан на нагрев водной среды, имеющей значительную теплоёмкость. Высокая температура ТЭН необходима, чтобы повысить скорость нагрева воды. И, вместе с тем, процесс испарения воды имеет эффект охлаждения нагревательных элементов, что также допускает использование ТЭН с максимально высокой температурой для предельной потребляемой мощности 2,2 кВт. Следовательно, контакт ТЭН с водой исключает его тепловой перегрев, если теплопроводность от нагревательного элемента достаточно высокая. В противном случае происходит выход его из рабочего состояния. Необходимо также отметить, что нагрев воды в водонагревательных приборах определяет рабочие положения элементов конструкций, а также дизайн.

### **3.6. Проектирование водонагревательных приборов**

Развитие проективных умений у студентов также является одной из основных целей учебного пособия. Для её эффективного достижения рекомендуется провести поиск инфор-

мации по выявленным вами проблемам. Особое внимание уделите решению проблемы исключения непосредственного контакта нагревательного элемента с водой, или замене металлического ТЭН водонагревательного прибора на неметаллический электронагреватель. Это необходимо, чтобы устранить водную коррозию и образование накипи на водонагревательных элементах прибора. Следует отметить, что существуют иные принципы нагрева воды, например, основанные на явлении кавитации, что позволяет создавать теплогенераторы без использования нагревательных элементов типа ТЭН [4, 9]. Кавитационные теплогенераторы нагревают воду до 95 градусов, что способствует сохранению природной структуры воды, которая обладает оздоровительным действием.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Назовите основные разновидности водонагревательных приборов.
2. Перечислите отличительные особенности бытовых приборов для нагрева воды по сравнению с приборами для приготовления пищи.
3. Назовите основные экологические, эргономические и технологические проблемы водонагревательных приборов.
4. Какие факторы влияют на образование накипи на ТЭН?
5. Каковы основные пути решения существующих проблем водонагревательных приборов?

### **Темы проектов:**

1. Водонагревательный прибор кавитационного типа.
2. Лазерный кипятильник.
3. Электрочайник с волновым кварцевым ТЭН.

Предложите свои проекты. Рекомендуется выполнить действия, указанные на стр.73 «Задания по выполнению проектов», применительно к перечисленным, или предложенным вами проектам по данной главе. В результате ваши идеи должны быть представлены в виде эскизов, чертежей, описаний

принципов действия, технических характеристик, технических требований к изготовлению.

### **Темы рефератов:**

1. Проблемы и перспективы развития водонагревательных приборов.
2. Технология кавитационного нагрева воды.
3. Кавитационные теплогенераторы.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ**

### **Основная литература**

1. Кобелев А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники / А.Г. Кобелев. – М.: Высшая школа, 1994. – С.39-42, 109-137, 139-140, 144-147.
2. Лепаяев, Д.А. Бытовые электроприборы / Д.А. Лепаяев. - М.: «Горячая линия - Телеком», 2004. – 443 с.

### **Дополнительная литература**

3. Скоробогатов Г.А., Осторожно! Водопроводная вода! / Г.А. Скоробогатов, А.И. Калинин. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2003. – 156 с.
4. Шаубергер, В.Г. Энергия воды. / В.Г. Шаубергер. - М.: Яуза, Эксмо, 2007.- 320 с.

### **Электронный ресурс**

5. Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кофеварка>.
6. Знакомьтесь: Её Величество Вода! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.agoge.ru/2008/04/09/voda01/\\$](http://www.agoge.ru/2008/04/09/voda01/$), <http://101god.ru/strukturirovannaya-voda-188.html>.
7. Как выбрать электрочайник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.3dc.ru/articles\\_chainik](http://www.3dc.ru/articles_chainik), <http://ekatalog.ru/n-6704.htm>.
8. Лепаяев, Д.А. Электроприборы для нагрева жидкостей [Электронный ресурс]: справочник слесаря по ремонту бытовых электр.

троприборов и машин / Д.А. Лепаев. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-1/14.htm>.

9.Методы преобразования энергии электрогидравлического удара и кавитации жидкости в тепло и иные виды энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ntpo.com/techno/techno2\\_2/7.shtml](http://www.ntpo.com/techno/techno2_2/7.shtml).

10.Структурированная вода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://101god.ru/strukturirovannaya-voda-188.html>.

11.Электроприборы для тепловой обработки пищи и приготовления напитков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new459.html>.

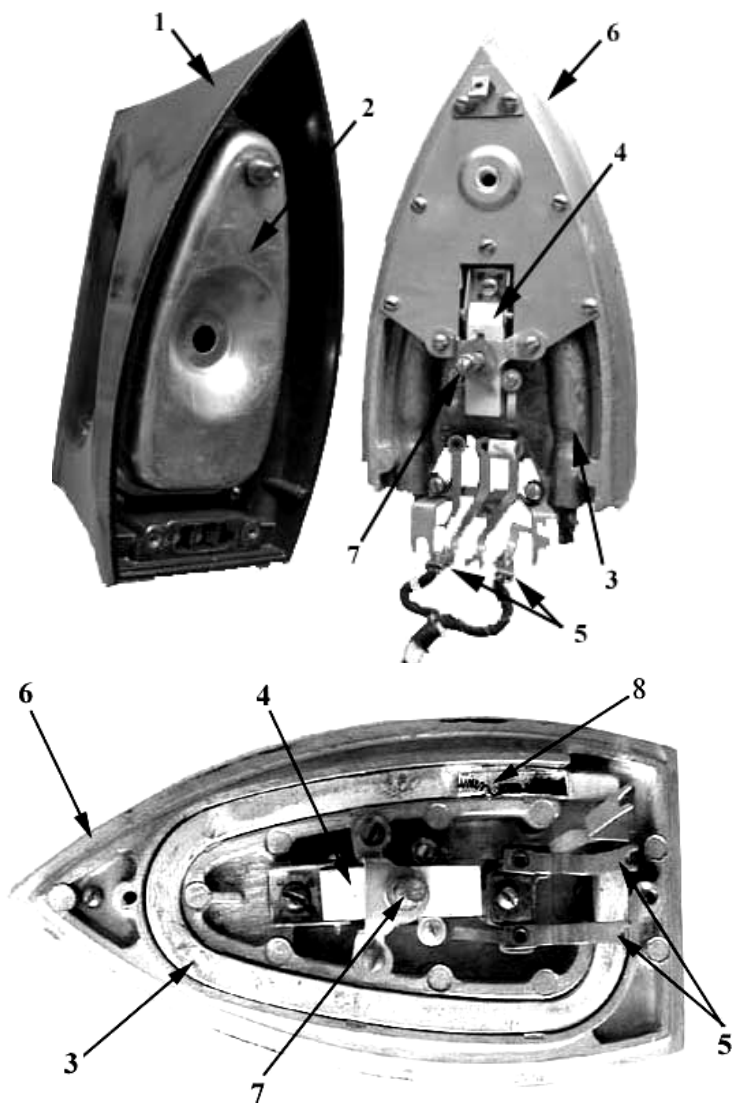
## Г Л А В А 4 ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТКАНЕЙ

### 4.1. Электроутюги

Утюг - элемент бытовой техники для разглаживания складок и заминов на одежде. Процесс разглаживания называют глажкой [5].

Электроутюги предназначены для отглаживания и отпаривания различных тканей. Согласно ГОСТ 307-81 выпускаются отечественной промышленностью следующих типов: УТ - с терморегулятором; УТП - с терморегулятором и пароувлажнением; УТПР - с терморегулятором, пароувлажнителем и разбрызгивателем; УТУ - с терморегулятором, утяжеленный. Кроме символов условий глажения на некоторых приборах указывается наименование ткани. Приборы типов УТП и УТПР имеют резервуары для воды работающие под давлением и имеют предохранительное устройство, отрегулированное на избыточное давление не более 50 кПа. Электроутюги имеют световую сигнализацию (кроме утюгов УТ). Приборы типов УТ и УТМ (малогабаритные) предназначены для сухого глажения. Большинство заводов страны выпускают электроутюги с алюминиевой подошвой. Некоторые модели утюгов имеют чугунную и стальную подошву. Стальные подошвы обладают большей теплоемкостью по сравнению с алюминиевыми, менее чувствительны к механическим повреждениям, имеют лучшее скольжение по материалам всех видов. В большинстве выпускаемых утюгов применяются быстрodeйствующие биметаллические терморегуляторы, ТЭН и установлены сигнальные лампочки, указывающие на включение утюга. В устаревших моделях применяются терморегуляторы замедленного действия, нагревательные элементы в виде нихромовых спиралей. ТЭН обычно запрессовываются в подошву или заливаются в неё. Утюги с пароувлажнителем (рис.36) имеют резервуары для воды вместимостью 160-200 мл. Температура парообразования в пределах 120-160<sup>0</sup>С. При установке парорегулятора на отметку «Пар» вода, залитая в полость ручки, каплями поступает в испарительную камеру и, испаряясь, выходит из отверстий подошвы [2].



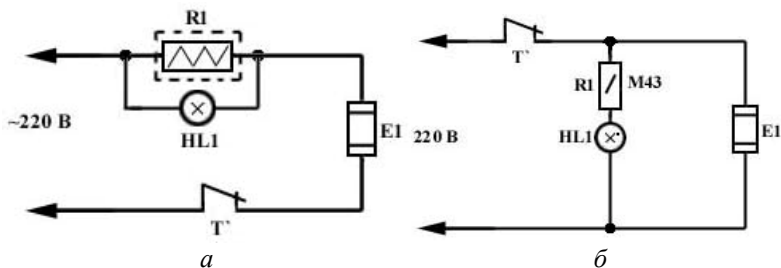


**Рис. 36.** Устройство электроутюга:  
 1- корпус; 2- бачок для воды; 3- ТЭН; 4- терморегулятор; 5- вы-  
 воды; 6- подошва, 7- ручка терморегулятора, 8 – спираль ТЭН.

При этом температура подошвы несколько уменьшается, что снижает качество отглаживания ткани. В ручке обычно расположен световой индикатор, который сигнализирует о включении утюга [1].

### Электрическая схема

Электрическая схема утюгов имеет два варианта подключения индикатора: с лампочкой накаливания, рис. 37а, и с лампочкой тлеющего разряда, рис.37,б. В первом варианте питание лампочки осуществляется с помощью низкоомного шунта сделанного из нихромового провода. На нём практически бесполезно рассеивается мощность около 14 ватт. При перегорании шунта сгорает лампочка и перестаёт работать утюг, поэтому эта схема явно ненадёжна. Индикатор тлеющего разряда потребляет маленькую мощность от электросети, через добавочное сопротивление R1, поэтому эта схема экономична и более надёжна.



*Рис. 37. Принципиальная электрическая схема утюга: а – с микатюрной лампой накаливания, б – с газоразрядной лампой .*

### Техническая характеристика электроутюгов:

ТИП	УТ	УТ	УТ	УТП	УТПР	УТУ
Номинальная потребляемая мощность, Вт	400	1000	1000	1000	1000	1000
Время разогрева подошвы, мин, не более:	3,5	2,5	3	3,5	5	7,5
Масса, кг., не более:	0,8	1,2	1,6	1,8	2	2,5

При установке указателя температуры на соответствующий символ, в центре подошвы утюга устанавливается следующее значение температуры (Т<sup>0</sup>С):

Положение	минимальная	номинальная	максимальная
•	75	95	115
••	105	130	155
•••	145	175	205

### Основные неисправности утюгов и их устранение

Чаще всего в электроутюгах возникают следующие неисправности:

1. Температура нагрева подошвы утюга не соответствует символам на ручке терморегулятора.
2. Утюг не работает при включении его электрическую цепь.
3. Электроутюг не отключается.
4. Утюг работает, но не горит лампочка при включении его в сеть.
5. Утюг парит при установке головки переключателя пара в положение «Сухо».
6. Электроутюг не парит при положении головки переключателя пара в положение «Пар» [6].

Для выявления и устранения простейших неисправностей можно руководствоваться следующими действиями:

- 1) если утюг не нагревается, а лампочка не горит, то рекомендуется проверить исправность шнура и подошвы утюга; при необходимости производят их замену;
- 2) если утюг нагревается, но лампочка не горит, то следует вывернуть лампочку и проверить её исправность; при необходимости её заменяют, затем, проверяют исправность добавочного сопротивления;
- 3) когда утюг плохо отпаривает, то необходимо проверить чистоту парового клапана в подошве; если он засорён, то его очищают тонким предметом, а затем проверяют, хорошо ли работает клапан в бачке.

Нужно помнить, что парообразование зависит от температуры нагрева подошвы. Если терморегулятор не отрегулирован, это скажется на парообразовании [11].

При пользовании утюгом рекомендуется для отпаривания применять только кипяченую воду. От неё в утюге остаётся меньше накипи, и не портится ткань. Часто нарушается настройка терморегулятора и происходит его отказ в работе. Это приводит к перегреву подошвы и выходу из строя ТЭН. Поэтому необходимо тщательно следить за нормальной работой прибора. По этой причине его нельзя оставлять включенным на длительное время без присмотра.

### **Основные проблемы утюгов и пути их решения**

Процесс отглаживания тканей основан на размягчении волокон под действием определённой для каждого типа материала температуры и приобретения пластичности. Подобно пластилину такая ткань легко приобретает форму плоскости подошвы утюга (происходит «стирание» старой информации). После воздействия температуры, волокна ткани остывают и теряют пластичность (происходит «запоминание» новой формы). Проблема здесь в том, что для каждого типа ткани существует своя оптимальная температура, которую нельзя превышать (иначе ткань подгорает). Заниженная температура не обеспечивает качественного отглаживания тканей.

В первых моделях утюгов не было терморегулятора, поэтому приходилось подбирать температуру опытным путём за счёт включения и выключения прибора вручную. Часто это приводило к порче отглаживаемой ткани. Сейчас ситуацию улучшает использование терморегуляторов. Все они основаны на биметаллическом тепловом реле, которое имеет низкую точность работы и надёжность. Это приводит к существенному дрейфу температуры подошвы утюга и её перегреву. Эта проблема особенно актуальна в настоящее время, когда на рынке товаров появились новые ткани со сложным составом волокон. Такие ткани требуют более точного значения температуры подошвы и её большей стабильности в процессе обработки. Для каждого типа такой ткани необходимо определённое оптималь-

ное значение температуры. К сожалению, отечественные утюги в этом отношении слишком несовершенны и для отглаживания большинства дорогих, сложных по составу тканей мало пригодны [3].

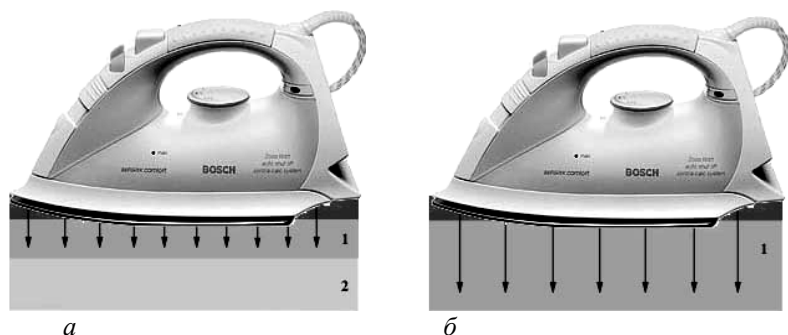
Усовершенствовать их можно за счёт использования электронного симисторного регулятора температуры (рис.17,стр.28), который имеет высокочувствительный термодатчик и надёжный регулятор мощности потребления электроэнергии - симистор.

Следующая проблема заключается в качестве подошвы утюга. У отечественных моделей подошва чаще всего изготавливается из алюминия, из-за чего она быстро покрывается царапинами и портит ткань. Специальные покрытия подошвы у лучших импортных утюгов исключают химическое взаимодействие её с тканью, поэтому она не пригорает. Однако, металло-керамическое покрытие, применяемое многими фирмами производителями, достаточно хрупкое и при ударах о твёрдые детали отглаживаемой одежды покрывается мелкими трещинами.

Заметно упрощает и повышает качество отглаживания пароувлажнение. Оно улучшает теплопередачу ткани, что способствует равномерному её нагреву по глубине (особенно это необходимо для объёмных тканей). Без отпаривания, как правило, ткань сверху пригорает из-за теплоизоляционных свойств воздуха находящегося в ткани (рис.38).

Чаще всего пар получают в утюгах путём нагрева воды подошвой. Вода каплями стекает через специальные каналы на горячую подошву и превращается в пар. Подошва при этом остывает. Это приводит к нежелательным колебаниям температуры подошвы и образованию мокрого пара с капельками воды.

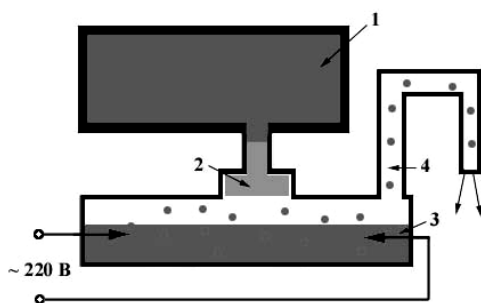
Поскольку вода часто бывает с частицами ржавчины, то на одежде могут оставаться пятна ржавчины. Для предупреждения данного явления некоторые фирмы-изготовители оснащают свои приборы водяными фильтрами, которые не только очищают воду, но и снижают её жёсткость. Более продвинутым решением проблемы является использование в дорогих моделях утюгов парогенератора (рис.39).



**Рис.38.** Достоинства пароувлажнения:

*а* – отглаживание без пароувлажнения: 1 – перегретый слой ткани, 2 – недогретый слой; *б* – с пароувлажнением: 1 – равномерно нагретый слой ткани.

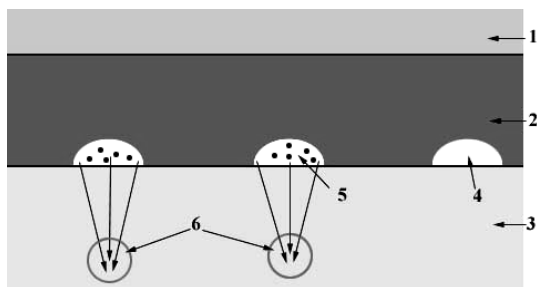
В нём вода нагревается непосредственно проходящим через неё током (за счёт электропроводности воды), поэтому здесь нельзя использовать дистиллированную воду (она электрический ток не проводит). Прямой нагрев воды способствует интенсивному парообразованию и повышению давления пара без капель воды (сухой пар). Таким паром можно даже отпаривать одежду на весу.



**Рис.39.** Парогенератор:

*1* – водяной бочок, *2* – клапан, *3* – электрод, *4* – пар.

Некоторые фирмы-изготовители утюгов делают на подошве специальные выемки (ямки). При попадании пара в эти выемки образуется так называемая паровая линза (сгусток пара) способствующая фокусировке тепловых волн вглубь ткани (рис.40) и улучшению скольжения подошвы утюга.



**Рис.40.** Схема образования паровой линзы:

1 – ТЭН, 2 – подошва, 3 – ткань, 4 – выемка, 5 – сгусток пара, 6 – локальный нагрев ткани за счёт фокусирования тепловых лучей.

Основной проблемой утюгов с пароувлажнителем является попадание воды на элементы электрической схемы с последующей их коррозией. При этом, часто выходит из строя терморегулятор, а затем и ТЭН. Использование в утюгах жёсткой воды приводит к образованию накипи в водопроводящих каналах подошвы и их засорению. Как правило, дорогие модели утюгов лишены этих недостатков [12].

### **Краткий обзор рынка утюгов импортного производства**

Цена более или менее достойного утюга составляет, по крайней мере, 30 долларов. Более совершенные и потому более дорогие модели способны выключаться из сети в случае вашей забывчивости, другие - гладить без шнура.

Но утюга, который бы совмещал в себе все эти качества одновременно, всё-таки нет. По некоторым оценкам, примерно четверть предложений на российском рынке приходится на долю утюгов фирмы Tefal. Следующую позицию занимают утюги Moulinex, - 17% от всего рынка. Каждый восьмой продаваемый утюг, это утюг фирмы Rowenta. Далее следуют утюги: Philips,

Siemens и Kenwood. Самые популярные утюги фирмы Tefal давно и сразу покорили наших хозяек стеклокерамическими подошвами. Подошвы утюгов Tefal покрыты запатентованным покрытием Supergliss и Supergliss Actif. Они великолепно скользят по ткани, хорошо моются. Ещё одно изобретение фирмы Tefal, - противоизвестковые кассеты Aquagliss. Специальная смола в кассете вбирает в себя минеральные вещества воды и не дает образовываться накипи на паровом утюге. Аналогичным устройством снабдил свои утюги Moulinex: съемная кассета Collector для сбора образующейся накипи. Moulinex продвигает на рынке утюги с хромированными подошвами и подошвами Silk Plas с антипригарным покрытием для синтетических тканей.

Систему пара освоили все компании, Moulinex же усовершенствовал подошву утюга второй зоной отпаривания и высушивания. К обычному горизонтальному отпариванию практически все фирмы-производители утюгов прибавили вертикальное.

Покрытия алюминиевые и тефлоновые постепенно оставляют свои позиции. Большим спросом начали пользоваться утюги с зеркальными (полированными различными способами) стальными подошвами.

Самое последнее достижение - уникальная разработка Braun, - так называемое сапфировое покрытие. Входят в моду освоенные почти всеми компаниями бесшнуровые утюги на подставках (сегодня они самые дорогие) и утюги с автоматическим отключением (вторые по дороговизне).

Фирма Rowenta решила проблему прожжённых шнуров, - шнур покрыт специально разработанным термостойким материалом. Но с повышением уровня совершенства утюга, стремительно увеличивается его цена.

При выборе утюгов необходимо знать некоторые основные понятия, характеризующие качество прибора:

• **СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ** - самое популярное. В свое время это было революционное открытие, - подошву покрыли необычной светлой эмалью, которая необы-



чайно легко скользит по ткани, практически не пригорает и не оставляет на ткани блеска.

- **ТЕФЛОНОВОЕ ПОКРЫТИЕ** - специальный химический состав не позволяет никакой синтетике прилипнуть к подошве при самой высокой температуре. Скользящие качества несколько ниже, чем у стеклокерамического покрытия, но антипригарные свойства очень высоки.

- **ПОКРЫТИЕ АЛЮТЕРМ** - специально полированная алюминиевая подошва. Дает легкость утюгу и неплохие скользящие качества. Если вы гладите аккуратно, то подошва не пригорит и не поцарапается.

- **ЗЕРКАЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ** - специально отполированная нержавеющая сталь. Это покрытие становится всё более популярным из-за своей устойчивости к ударам и царапинам. Нержавеющая сталь, - надежный материал.

- **ПОКРЫТИЕ «САПФИР»** - самое передовое на сегодняшний день, - это нержавеющая сталь, полированная сапфировым порошком. Сверхтвердое покрытие устойчиво не только к воздействию застёжкок-молний, или пуговиц, но даже к лезвию ножа.

- **УТЮГИ С ПАРОМ** - интенсивность пара выбирается автоматически для каждого вида ткани или принудительно в разных моделях. У утюгов с отпариванием принцип разглаживания основан не на принудительном выравнивании волокон под горячим прессом, а на практически «добровольном» распрямлении волокон под действием горячей влаги, - пара. Отпаривание позволяет легче и качественнее разгладить бельё или вещь.

- **ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПАР** - утюги со специальной технологией выброса и распределения пара в вертикальном положении. Такими утюгами очень удобно гладить большие вещи из тяжелой ткани, например, пальто или пиджаки.

- **СПРЭЙ** - система сбрызгивания пересушенной ткани из утюга. Вы нажимаете кнопку «спрэй», и утюг рассеивает струйку воды, как пульверизатор. А ведь обычно вы выпускали фонтан воды, набрав воды в рот.

- **СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ КАПЕЛЬ** - образование капель воды вследствие конденсации предотвращается благодаря регулировке подачи пара в зависимости от установленной температуры. Ваше белье никогда не будет в мокрых пятнах или неприятных разводах после глажки [10].

#### **4.2. Особенности утюгов зарубежного производства**

Отличительными особенностями приборов зарубежного производства по сравнению с отечественными приборами являются: более высокая надёжность, высокая скорость получения пара, более высокие технические характеристики, а также более органичный дизайн, рис.40.

#### **Основные характеристики некоторых приборов:**

##### **Утюг BOSCH TDA1503, рис.40, а**

Производитель: BOSCH, стоимость 77 USD. Мощность - 2200 Вт. Новая, исключительно твердая подошва из нержавеющей стали с тремя зонами отверстий обеспечивает интенсивную подачу и равномерное распределение пара, а также превосходное скольжение. Парогенератор с помпой обеспечивает мощное равномерное пароувлажнение и на 30% сокращает время глажения. Постоянная подача пара до 32г/ мин. Длительная подача пара в вертикальном положении. Система «капля-стоп» препятствует попаданию капель на ткань даже при низких температурах. Индикатор остаточного тепла. Встроенная система защиты от накипи. Увеличенная прозрачная емкость для воды 425 мл. Плавная регулировка температуры. Регулировка количества пара за счет продолжительности включения парогенератора. Функция разбрызгивания. Длинный, 2.5 м текстильный кабель с круговым шарнирным креплением. Место для намотки кабеля. Защита от перегрева.



*а - BOSCH*



*б - Philips HI-555*



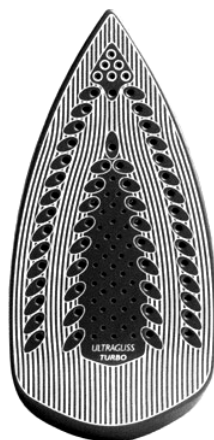
*в - Rowenta DM 830*



*г, дорожный Moulinex*



*д - Philips*



*е, металлокерамическая подошва*

**Рис.40.** Внешний вид утюгов зарубежного производства.

## **Утюг Philips HI-555, рис.40, б**

Производитель: PHILIPS, стоимость 79 USD. Утюг AZUR EXCEL PLUS со шнуром и без шнура. HI 555 имеет: мощность 1900Вт, подошву «Anodilium», переменную подачу пара до 30 г/мин, паровой удар 60 г/мин, прецизионный регулятор температуры, вертикальную подачу пара, постоянную встроенную защиту от накипи, систему «капля-стоп», функцию самоочистки, распылитель, длинный шнур - 2,5 м, встроенное устройство для сматывания шнура, желобок для пуговиц по всей подошве, эргономичную подставку с 3 положениями, глажение без шнура, глажение со шнуром, положение хранения, четырехпозиционный зажим для фиксации на столе, схему расположения отверстий для пара обеспечивающую удвоенную мощность.

### **4.3. Анализ проблем электроутюгов**

При анализе источников информации по проблемам электроутюгов рекомендуется особое внимание обратить на следующие проблемы:

- Главной особенностью утюгов является их высокая эксплуатационная загруженность в сочетании с высокими температурами нагрева рабочих поверхностей, водной рабочей средой, постоянным механическим воздействием на части корпуса и подошву. Это существенно снижает срок службы этой группы бытовых приборов по причине достаточно быстрого выхода из рабочего состояния [9].
- Зависимое от электросети электропитание, наличие электрошнура и достаточно большая масса при эксплуатации утюгов в значительной степени затрудняет обработку тканей и снижает функциональный комфорт [14].
- Современные утюги часто совмещают в себе парогенератор для отпаривания тканей, поэтому для них является актуальной проблема образования накипи и засорения каналов подошвы [4].
- Поскольку одежда содержит в себе кроме тканей твёрдые предметы (пуговицы, застёжки типа «Молния» и т.п.), то существенной проблемой является образование трещин и быстрый износ керамического и тефлонового покрытия подошвы.

- Однако, всё же, самой важной проблемой до сих пор остаётся порча ткани одежды во время отглаживания. Часто это происходит по вине потребителя, который установил слишком высокую температуру нагрева подошвы, что приводит к чрезмерному размягчению ткани и её прилипанию к подошве с последующим подгоранием. При этом портится подошва утюга и нуждается в очистке от нагара. Также портит ткань и водопроводная вода, содержащая ржавчину, избыток минеральных и органических компонентов в своём составе. Загрязнённая вода вместе с паром во время отглаживания попадает на ткань, образуя грязные пятна [13].
- Не смотря на то, что современные утюги снабжены терморегуляторами, тем не менее, существует проблема их отключения от электросети, что связано с забывчивостью пользователей. Такие ситуации часто вызывают возгорания и пожары [7].
- Эксплуатация утюгов, как правило, связана с необходимостью использования гладильных досок, которые достаточно проблематично размещать в современном интерьере.

Выявленные в ходе анализа проблемы необходимо разделить на основные группы: экологические, эргономические и технологические. Затем, следует приступить к этапу проектирования.

#### **4.4. Проектирование электроутюгов**

Выявленные проблемы могут решаться следующими путями:

- Применение новых экологически чистых материалов, не уступающих по прочностным характеристикам металлам (базальт, ударопрочное стекло, металлокерамика и т.п.).
- Использование новых источников тепловой энергии (волновые нагревательные элементы, лазеры и т.п.).
- Разработка и применение малогабаритных аккумуляторов электроэнергии высокой электроёмкости.
- Создание высококачественных водоочистных фильтров с функцией смягчения воды для парогенераторов утюгов [12].

- Разработка гладильных досок и хранилищ бытовой техники, органично встраиваемых в интерьер современного жилого помещения.
- Создание микропроцессорных систем определения типа ткани и стабилизации температуры под оптимальные для неё пределы [8].
- Расширение функций утюгов, их интеграция со звуковоспроизводящей техникой, с электронными часами и таймерами, с цифровыми термометрами, опрыскивателями домашних растений и т.п.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Назовите основные отличительные особенности электроутюгов по сравнению с приборами для приготовления пищи и нагрева воды.
2. По каким признакам можно классифицировать электроутюги?
3. Как устроен парогенератор утюга?
4. В чём достоинство пароувлажнения?
5. В чём необходимость регулирования и стабилизации температуры подошвы утюга?
6. Каков принцип действия терморегулятора утюга?
7. Назовите основные неисправности электроутюгов.
8. Перечислите основные экологические, эргономические и технологические проблемы утюгов.
9. Каковы пути совершенствования электроутюгов ?
10. Основные правила выбора утюгов на современном рынке.

### **Темы проектов:**

1. Базальтовый электроутюг.
2. Электроутюг волнового типа.
3. Электроутюг с микропроцессорным регулированием температуры нагрева подошвы.

### **Темы рефератов:**

1. История развития утюгов. Их сравнительные конструктивные и функциональные характеристики.
2. Терморегуляторы современных электроутюгов.

3. Основные экологические, эргономические и технологические проблемы электроутюгов.

4. Пути решения проблем и перспективы развития электроутюгов.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕТВЁРТОЙ ГЛАВЕ**

### **Основная литература**

1. Кобелев, А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники / А.Г. Кобелев. - М.: Высшая школа, 1994. - С.39-42, 109-137, 139-140, 144-147.

2. Лепаев, Д.А. Бытовые электроприборы: Устройство и ремонт: Справочное пособие / Д.А. Лепаев. - М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 443 с.

### **Дополнительная литература**

3. Кузина, Е.В. Энциклопедия открытий и изобретений человечества / Е.В. Кузина. – М.: Дом Славянской книги, 2006. - 695 с.

### **Электронный ресурс**

4. Анатомия современного утюга. Что такое защита от накипи? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techseller.ru/archives/47>.

5. Википедия: свободная энциклопедия. Утюг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Утюг>.

6. Давидовский И. Секреты ремонта утюгов [Электронный ресурс] / И. Давидовский. – Интернет, 2005 – Режим доступа: <http://vasha-kniga.ru/309-sekrety-remonta-utyugov.html>.

7. Защитные функции утюгов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fotos.com.ua/e-index.php?idPage=135>.

8. Еще раз о выборе утюга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vibiralkin.ru/news/detail.php?ID=1806>.

9. Как выбрать утюг? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://service.technonet.ru/modules/help/index.php?sub&id=7>.

10. По горячим следам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ivd.ru/document.xgi?id=4654>.

11. Ремонт импортного утюга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tehpoisk.ru/articles/remimputug>.
12. С легким паром! [Электронный ресурс]. :– Режим доступа: <http://www.irvispress.ru/cgi/index/review/small/electric-iron>.
13. Словарь терминов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://market.yandex.ru/faq.xml?CAT\\_ID=116736&hid=90568](http://market.yandex.ru/faq.xml?CAT_ID=116736&hid=90568).
14. Функциональный комфорт [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Функциональный\\_комфорт](http://ru.wikipedia.org/wiki/Функциональный_комфорт).



## Г Л А В А 5 ОБОГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ

### 5.1. Общая характеристика

Обогревательные приборы используются для отопления помещений и обогрева тела человека. Наиболее важной характеристикой любого обогревателя является мощность. Она зависит от площади помещения, на которую этот обогреватель рассчитан. Для не отапливаемого капитального помещения с хорошей теплоизоляцией необходимо около 1 кВт на  $30\text{м}^3$ . Для квартиры, имеющей центральное отопление, достаточно обогревателя мощностью 1,0 - 1,5 кВт на комнату площадью 20 –  $25\text{м}^2$ . Другой важной характеристикой обогревателя является его конструктивное исполнение или тип. Все обогревательные приборы классифицируются по следующим признакам:

- Способу передачи теплоты в окружающее пространство - конвективные, радиационные и радиационно-конвективные.
- Исполнению - настольные, напольные, потолочные, настенные и универсальные.
- Способу регулирования - нерегулируемые, со ступенчатым и бесступенчатым регулированием температуры отапливаемого помещения.
- Конструкции нагревательного элемента - открытые, закрытые, защищенные.
- Характеру эксплуатации - основное и дополнительное отопление (электрокамины, которые выпускаются различных конструкций для основного отопления и дополнительного, электрокамины-ковекторы, электроконвекторы, электрорадиаторы сухие и маслянонаполненные, отражательные печи, теплоэлектровентиляторы, теплообогреватели и другие нагревательные приборы).

### 5.2. Электрорадиаторы

Электрорадиаторы - отопительные приборы с теплоотдачей излучением и конвекцией от внешней рабочей поверхности. Они применяются как источник основного и дополнительного отопления [12].

Основные типы и номинальные мощности электрорадиаторов:

Тип	Наименование	Номинальная мощность, кВт
ЭРМА	Электрорадиатор маслонаполненный с терморегулятором для автоматического регулирования температуры воздуха в помещении	0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМБ	Электрорадиатор маслонаполненный с бесступенчатым регулированием мощности	0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМС	Электрорадиатор маслонаполненный со ступенчатым регулированием мощности	0,75; 1; 1,25; 1,5; 2
ЭРМТ	Электрорадиатор маслонаполненный с термовыключателем	0,5; 0,75

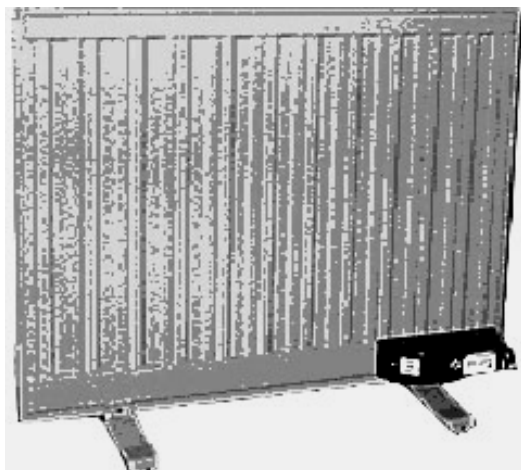
В обозначении моделей электрорадиаторов буквы означают: ЭР - электрорадиатор; М - маслонаполненный; А - с автоматическим поддержанием температуры воздуха в помещении; Б - с регулятором мощности; С - с переключателем мощности; Т - с термоограничителем.

Конструктивно электрорадиаторы подразделяются на сухие, то есть не имеющие промежуточного теплоносителя, с промежуточным теплоносителем, секционные и панельные.

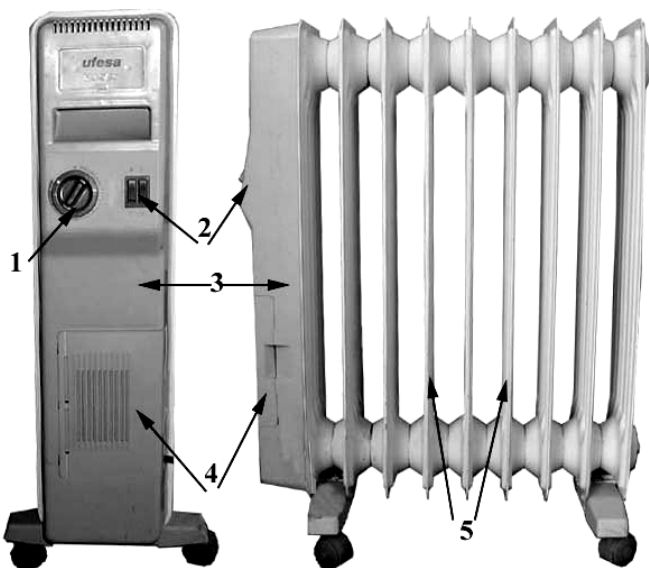
Электрорадиаторы, как правило, применяют для основного и дополнительного отопления помещений небольшой площадью. Они гигиеничны и безопасны в эксплуатации. Температура их корпуса не превышает 100-110<sup>0</sup>С.

Приборы с промежуточным теплоносителем (рис.41) представляют собой вертикальную штампованной из двух стальных сварных листов панель, имеющую внизу резервуар для масла с расположенными в нем ТЭН. В панели есть полости, заполненные теплоносителем, который, циркулируя, создает равномерное поле по поверхности радиатора.

Основным недостатком радиаторов с промежуточным теплоносителем является их большая масса - до 20кг на 1кВт мощности.



*Рис.41. Внешний вид панельного радиатора.*



*Рис.42. Внешний вид секционного радиатора:  
1 – регулятор температуры, 2 – выключатели режимов мощности, 3 – корпус, 4 – отсек для хранения шнура питания.*

В последнее время получают все большее распространение секционные электрорадиаторы (рис.42). Корпус этих приборов набирается из отдельных секций, стыки которых свариваются в верхней и нижней частях. При этом в корпусе образуются полости, соединенные между собой двумя-тремя вертикальными каналами. В нижней полости расположен ТЭН. В качестве теплоносителя обычно применяют минеральное масло. Панельные радиаторы при температуре корпуса 85-90<sup>0</sup>С отдают окружающему пространству тепло (примерно в равных долях) путем излучения и конвекции. При секционной конструкции радиаторов преобладает конвективная теплоотдача [2]. По исполнению электрорадиаторы могут быть напольными и настенными. Большая часть современных электрорадиаторов, предназначенных для дополнительного отопления, оснащена бесступенчатыми регуляторами мощности. Автоматические регуляторы температуры устанавливают значительно реже, так как мощность прибора недостаточна для регулирования температуры помещения. Все радиаторы обязательно имеют термоограничители.

### **Особенности использования масляного радиатора**

Принцип действия этого прибора, как уже было отмечено, довольно прост. Внутри герметичного металлического корпуса, наполненного минеральным маслом, находится электрическая спираль. Нагреваясь, она передает свое тепло маслу, масло - корпусу, а корпус - воздуху. Благодаря такой схеме температура поверхности масляного радиатора не превышает 110<sup>0</sup>С, что полностью исключает вероятность пожара. К тому же этот прибор не сжигает ни кислород, ни пыль, так что на воздух в квартире его работа не оказывает негативного воздействия. Никаких хлопот и забот, единственно, что надо помнить - для правильной циркуляции масла радиатор всегда должен стоять вертикально иначе он может просто перегореть. Приборы, рассчитанные на 1,5кВт и выше, имеют 2-3 ступени мощности. Благодаря этому при похолодании можно легко увеличить теплоотдачу. Такой радиатор хорош и тем, что его удобно использовать в помещениях разной величины: в маленькой комнате - на меньшей мощ-

ности, в большой - на максимуме. Эта же особенность позволяет эксплуатировать прибор в местах со «слабой» электропроводкой. Большинство современных масляных радиаторов оснащено термостатом. Это устройство позволяет в любых условиях поддерживать в помещении заданную температуру с точностью до 1°С. Такой прибор, мало того, что обеспечивает комфорт, но еще и существенно экономит электроэнергию, поскольку включается только при падении температуры ниже заданного уровня. При достижении оптимальной температуры в помещении прибор выключается. Целый ряд моделей оснащен таймером включения-выключения. С его помощью, уходя на работу, можно заранее подготовить себе «теплый прием». Как раз к приходу хозяина домой радиатор активизируется и прогреет комнату до комфортной температуры. И, наконец, встречаются приборы, представляющие собой гибрид радиатора с тепловентилятором. «Гибрид» быстрее нагревает помещение за счёт интенсивного продувания воздуха через нагретые элементы радиатора. Это частично компенсирует высокую инертность масляного радиатора. Ведь от времени включения в розетку до момента, когда прибор начнет интенсивно греть комнату проходит от десяти минут, до получаса. С другой стороны, традиционное масляное оборудование после отключения еще долго делится накопленным теплом [12].

### **5.3. Электрокамины**

Это инфракрасные электрообогреватели направленного излучения. Направленное тепловое излучение электрокамина осуществляется отражателем. Поскольку воздух является лучепрозрачной средой, то буквально через несколько минут после включения электрокамина, необходимых для разогрева нагревательных элементов, ощущается тепловой эффект. Это обуславливает применение электрокаминов для обогрева помещений с недостаточной теплоизоляцией, а также в открытых и полуоткрытых помещениях. Электрокамины различаются по виду нагревательного элемента (открытый, закрытый), форме отражения (сферический, параболический, цилиндрический, каплеобразный), исполнению (напольный, настольный, универсальный)

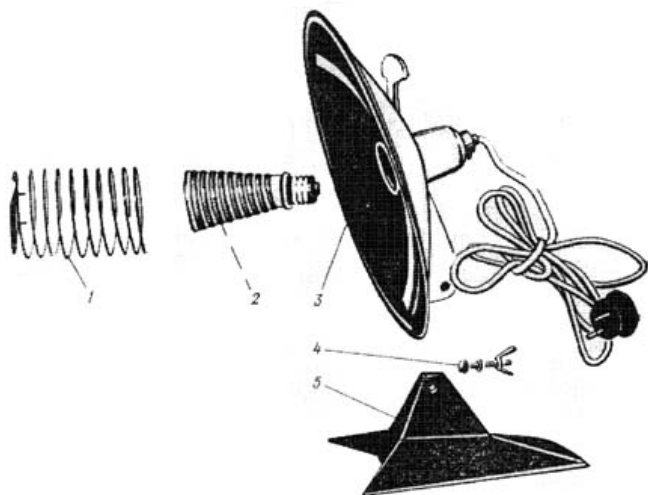
и наличию дополнительных устройств (имитация горения, бар). Согласно требованиям государственного стандарта изготавливаются напольные (ЭКП), настенные (ЭКС) и универсальные (ЭКУ) электрокамины следующих мощностей, кВт: 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 2. Максимальная температура нагревателя 900<sup>0</sup>С.

В электрокаминах со сферическим отражателем обычно применяются сосредоточенные нагреватели, с цилиндрическим - линейные. В качестве нагревателя в электрокаминах используются ТЭН, спирали в кварцевых трубках, биспираль на керамических основаниях и резисторная проволока, намотанная на керамические стержни. ТЭН наиболее надежны и технологичны, но на их оболочке практически невозможно достичь температуры свыше 700<sup>0</sup>С. Нагревательная спираль, помещенная в трубку из кварцевого стекла, наиболее приемлема для электрокаминов, но применение этого типа нагревателя ограничено из-за дефицитности и хрупкости кварцевого стекла. В большинстве электрокаминов с линейным нагревателем применяются кварцевые трубки диаметром 10 и 12 мм. Для увеличения отражения внутреннюю поверхность отражателей, изготовленных из алюминия, полируют и анодируют, а других - хромируют или никелируют. Также успешно применяются нагреватели с плотной намоткой спирали из оксидированной проволоки на гладкий керамический стержень.

Оксидная пленка обладает достаточными изоляционными свойствами для защиты от межвиткового замыкания. В электрокаминах со сферическим отражателем применяется нихромовая спираль, намотанная на керамическое основание. Однако этот тип нагревателя имеет низкую надежность - в случае отрыва спирали может произойти замыкание на корпус. В связи с этим приходится устанавливать дополнительные ограждения и закрывать торцы нагревателей с лицевой части камина. Большинство электрокаминов со сферическим отражателем имеют унифицированный конусообразный нагреватель с цоколем от электролампы. Электрокамины могут иметь дополнительные приспособления. Например, наиболее комфортные дорогие приборы выполняются в виде традиционных каминов на твердом топ-

ливе и для усиления внешнего эффекта снабжены устройствами, имитирующими горящие дрова или языки пламени. Некоторые камины размещаются в одном корпусе с элементами мебели, например баром и холодильником. С целью регулирования выделяемой мощности и теплоотдачи применяется секционирование нагревателей и ступенчатое включение мощности клавишами-включателями.

Электрокамин КОФ-0,5/1 (рис.43) применяется для местного обогрева направленными тепловыми лучами.



**Рис. 43.** Устройство электрокамина КОФ-0,5/1:

1 – ограждение, 2 – нагревательный элемент, 3 – отражатель, 4 – болт, 5 – основание [1].

Изменение направления теплового луча достигается поворотом отражателя на шарнире в вертикальной плоскости, а также поворотом всего камина в целом в нужном направлении. Нагревательный элемент представляет собой открытую нихромовую спираль, намотанную на керамический патрон. Камин имеет съемное ограждение, препятствующее случайному прикосновению к нагревательному элементу [1].

## 5.4. Электротепловентиляторы

Это отопительные электроприборы с теплоотдачей преимущественно принудительной конвекцией (рис.44).



*Рис.44. Внешний вид тепловентилятора:*

*1 - терморегулятор, 2 – корпус, 3 – защитная решётка выхода тёплого воздуха [8].*

Электротепловентиляторы изготавливаются следующих исполнений:

- По месту установки: П - напольные, Н - настольные, С - настенные, У - универсальные (напольно-настольные, напольно – настольные - настенные).
- По принципу действия - осевые, тангенциальные (турбинные), центробежные.
- По регулированию производительности - со ступенчатым регулированием, с бесступенчатым (плавным) регулированием.
- По регулированию мощности электронагревательного элемента - со ступенчатым регулированием, с бесступенчатым (плавным) регулированием.

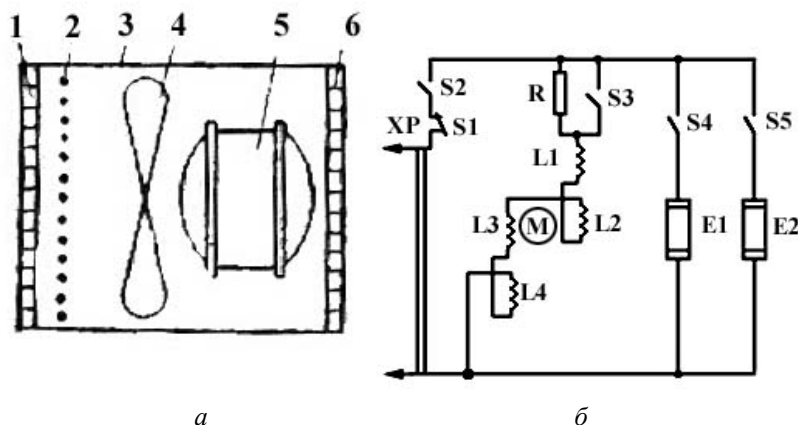


- По изменению направления воздушного потока - с неавтоматическим изменением направления воздушного потока в вертикальной плоскости; вертикальной и горизонтальной плоскостях; в плоскости, положение которой может меняться не автоматически.
- По климатическому исполнению УХЛ.
- По степени защиты от поражения электрическим током.

Тепловентиляторы снабжаются термовыключателем, который отключает прибор при возникновении ненормального режима работы (остановка электродвигателя, замыкание значительной части нагревательного элемента и др.). К устройствам комфортности электротепловентилятора относятся следующие элементы: ручка для переноса прибора, терморегулятор, отсек для уборки шнура или механизм автоматической его уборки, сигнальная лампочка. Принцип действия прибора достаточно прост. Электроэнергия при включении прибора поступает на электродвигатель асинхронного типа и нагревательные элементы. Вентилятор (рис.45а), приводимый в движение электродвигателем, создаёт воздушный поток, проходящий через электронагреватели. В результате этого воздушный поток нагревается [1].

### Техническая характеристика

Номинальная мощность нагревательного элемента, кВт	1; 1,25; 1,6; 2
Номинальная производительность м <sup>3</sup> /мин	1; 1,6; 2,5
Число частот вращения	не менее 2, или плавное
Количество ступней регулирования мощности нагревательного элемента	2 или плавное
Уровень громкости звука на расстоянии 1м, дБ:	
для производительности 1м <sup>3</sup> /мин	48
1,6 м <sup>3</sup> /мин	50
2,5 м <sup>3</sup> /мин	53
длина соединительного шнура сечением 0,75 мм <sup>2</sup> , м	2



**Рис.45.** Схема электротепловентилятора:

*а-схема расположения элементов: 1-выходное отверстие; 2-электронагреватель; 3-корпус; 4-крыльчатка вентилятора; 5-электродвигатель; 6-входное отверстие; б-электрическая схема: М-электродвигатель; E1, E2-нагреватели; S2-S5-выключатели; S1-термоограничитель [1].*

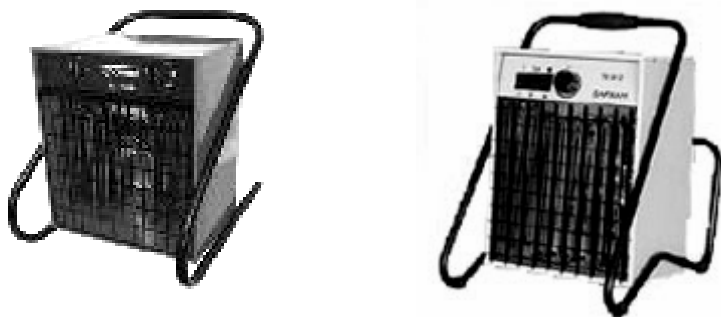
### Принципиальная схема

В отличие от ранее рассмотренных электронагревательных приборов электрическая схема (рис.45,б) тепловентилятора содержит асинхронный однофазный электродвигатель для создания воздушного потока. Схема также содержит выключатель S2, тепловое реле S1, ступенчатые регуляторы интенсивности воздушного потока S3 и температуры нагрева воздушного потока S4, S5. С помощью выключателя S3 осуществляется прохождение тока либо через балластный резистор R (при этом мощность, поступающая на двигатель минимальна), либо через проводник (мощность максимальна). С помощью выключателей S4 и S5 осуществляется работа тепловентилятора либо без нагрева воздуха (когда они находятся в отключенном состоянии), либо в режиме слабого нагрева (когда один из них включен), либо в режиме сильного нагрева (когда оба коммутатора включены) [1].

Основным достоинством тепловентилятора является лучшая, чем у радиаторов теплопередача. Однако у данного типа приборов есть и недостатки. Во-первых, нагрев помещения происходит неравномерно из-за плохой теплопроводности воздуха. Во-вторых, температура поверхности нагревательного элемента значительно больше  $90^{\circ}\text{C}$ , что приводит к изменению состава атмосферы. Дело в том, что при температуре ниже  $90^{\circ}\text{C}$  невозможно быстро и равномерно обогреть помещение (особенно большое) при недостаточно высоком уровне конвекции. Возможным решением данного противоречия может быть использование тепловой пушки [8].

### Тепловые пушки

«Тепловая пушка» - ближайший родственник бытового тепловентилятора (рис.46).



*Рис.46. Внешний вид российских тепловых пушек.*

Обычный тепловентилятор можно изредка включать дома, чтобы поднять температуру воздуха на пару градусов, а тепловая пушка способна функционировать сутками. Потому-то и выглядит она гораздо солиднее. Вместо привычного для тепловентиляторов хрупкого пластмассового корпуса у неё он стальной. Второе отличие - нагревательный элемент другой. У бытового тепловентилятора, это тоненькая спираль из нихрома, которая при работе прибора раскаляется «докрасна». Совсем другое дело - тепловая пушка. Её нагревательный элемент имеет

такую толщину, что перегорает лишь при «ударе молнии». К тому же, температура этого ТЭН не столь высока как у тепловентиляторов, обычно не больше  $90^{\circ}\text{C}$ . На современном рынке бытовые тепловые пушки в основном представлены моделями иностранных фирм-производителей. Вот по этим причинам стоимость тепловой пушки раз в 5 выше, чем у аналогичного по мощности тепловентилятора. В некоторых моделях тепловых пушек используется сотовая металлокерамика в качестве нагревательного элемента. У металлокерамического нагревательного элемента площадь теплоотдачи больше, чем у элемента из нихромового провода. При пропускании тока через металлокерамический элемент выделяется большое количество тепла. Оно под действием мощного воздушного потока вызываемого действием вентилятора распространяется по всему помещению. Достоинством такой тепловой пушки является то, что температура нагрева не превышает  $70^{\circ}\text{C}$  при значительном воздушном потоке. Это практически не вызывает изменений состава атмосферы и обеспечивает равномерный нагрев больших помещений. Основным недостатком является более низкий КПД, т.к. в конструкции тепловой пушки используется вентилятор большой мощности, потребляющий дополнительную электроэнергию [9].

### **5.5. Электроконвекторы**

Электроконвекторы являются альтернативой масляному радиатору. Иногда их называют нагревательной панелью. Название конвектор отражает принцип распределения горячего воздуха в помещении - естественную конвекцию (такой же, как и у масляного радиатора). То есть при нагревании воздух становится легче и поднимается вверх, а на его место поступает холодный воздух и также нагревается. Основное отличие конвекторов от масляных радиаторов — гладкий плоский корпус, способствующий к его стационарной установке не стене. Современные конвекторы (рис.47) весьма отдаленно напоминают знакомые нам с детства «тарелки» и электрокамины. И дело не только в дизайне. Последние модели не жгут пыль, не «съедают» кислород, и даже пожарные вычеркнули их из списка своих «врагов». Такого эффекта удалось достичь, заменив традицион-

ную раскаленную спираль «оребрённой» трубкой. Площадь нагревательного элемента заметно увеличилась, а его температура столь же резко упала. Потому-то корпус современного конвектора уже не такой горячий. Большинство приборов не может разогреться выше  $90^{\circ}\text{C}$ , а у ряда моделей температура декоративного кожуха вообще держится на уровне  $55^{\circ}\text{C}$ . Это существенно меньше, чем у многих отопительных приборов, а потому современные конвекторы - неплохое решение для детской. Достаточно сказать, что «батареи» водяного отопления, имеют температуру  $90$  градусов, а масляные радиаторы разогреваются до  $110-150^{\circ}\text{C}$ . Плюс ко всему для стопроцентной защиты многие приборы снабжены дополнительной защитой от перегрева. Если температура поверхности поднимется выше нормы (например, если хозяин вздумал посушить на конвекторе полотенце), автоматика тут же обесточит нагревательный элемент [2].



*Рис.47. Внешний вид конвекторов.*

То же самое произойдет, если уронить конвектор на пол или закрыть выход нагретому воздуху. Как только причина перегрева будет устранена, прибор продолжит свою работу. Еще одним преимуществом конвекторов нового поколения являются их малые габариты. Устройство, выдающее «на-гора»  $2\text{kW}$ , обычно весит  $6-8\text{ kg}$  и имеет толщину не более  $7\text{ cm}$ . Его просто вешают на стену в квартире, в магазине или офисе, то есть устанавливают стационарно. Все современные конвекторы имеют

встроенный термостат, благодаря которому температура в помещении может поддерживаться на заданном уровне, а сам прибор работает не постоянно, а в режиме коротких включений. Если на улице похолодало, перерывы в работе сокращаются. Такая схема не только бережет энергию, но и существенно продлевает срок службы конвекторов. Многие конвекторы могут комплектоваться специальным управляющим блоком, который позволяет программировать работу сразу нескольких приборов. Это очень удобно в большом офисе. Например, в целях экономии тепла, можно установить ночную температуру  $+15^{\circ}\text{C}$ , а за час до прихода сотрудников - протопить помещения по полной программе. И все это полностью автоматически.

### 5.6. Воздушные завесы

Воздушные завесы (рис.48) предназначены для разделения зон с разной температурой по разные стороны открытых проемов рабочих окон, входных дверей и ворот.



*Рис.48. Внешний вид воздушных завес.*

За счет создания вертикально идущего высокоскоростного воздушного потока образуется «невидимая дверь», которая не дает теплomu воздуху выходить наружу и не впускает холодный воздух в помещение. Таким образом улучшается внутренний температурный комфорт, исчезают сквозняки, значительно снижаются теплопотери, а следовательно и затраты на обогрев. Для улучшения внутреннего климата и дополнительного обогрева помещений имеется выбор моделей, как с электрическими элементами, так и с теплообменниками с подводом горячей воды для догрева выходящего из завес воздуха. При закрытых дверях

воздушная завеса может работать как тепловентилятор. Летом и в районах с теплым климатом воздушная завеса в равной степени является энергосберегающим оборудованием, которое обеспечивает значительное снижение затрат на кондиционирование помещений и поддержание низкой температуры в холодильных камерах.

Кроме того, во всех случаях помещение надежно изолируется от выхлопных газов, пыли и насекомых, а отсекающий поток воздуха остается незаметным для человека и не создает преграды для транспортных средств. Завесы имеют высокую надежность и долговечность двигателя, оборудованы встроенным пультом, задающим режимы потока воздуха и тепловой мощности, а также термостатом с диапазоном температур 0-35°C [10].

### **5.7. Волновые обогреватели**

Тепловая энергия (инфракрасный диапазон волн), излучаемая такими приборами, поглощается окружающими поверхностями, такими как пол, стены, мебель и т.п., что приводит к нагреву этих поверхностей. В свою очередь они отдают тепло воздуху. Тепловое излучение, аналогично обычному свету, не поглощается воздухом, поэтому вся энергия от прибора без потерь достигает обогреваемых поверхностей и людей в зоне его действия. Это позволяет выровнять температуру воздуха по высоте и снизить среднюю температуру воздуха в помещении, поскольку человек будет ощущать более высокую температуру за счет прямого поглощения энергии от прибора. Напомним, что снижение температуры на 1 градус дает 5% энергосбережения. При использовании конвективных систем обогрева температура воздуха изменяется по высоте - наиболее нагретый воздух скапливается у потолка. Волновые (инфракрасные) обогреватели позволяют избежать подобного нерационального распределения температуры и снизить тепловые потери. При этом нет избыточного нагрева воздуха, происходит выравнивание температуры между полом и потолком, что позволяет обеспечить до 40% энергосбережения. Инфракрасные обогреватели (рис.49) являются единственным видом обогревательных приборов, позволяющим осуществлять зональный или точечный обогрев за счёт

волнового воздействия. В случае зонального обогрева в разных частях помещения могут поддерживаться режимы с разной температурой. Точечный обогрев достигается путем размещения приборов над отдельными рабочими местами без обогрева всего помещения. Пребывание человека в зоне с пониженной теплоизоляцией (например, рядом с окном) обычно вызывает дискомфорт.



*Рис.49. Внешний вид волновых обогревателей.*

Волновые приборы, установленные в этих зонах, помогут скомпенсировать потери тепла и обеспечить комфорт, поскольку их работа не вызывает циркуляции воздуха в помещении, что гарантирует отсутствие сквозняков. Дополнительными возможностями обогревателей являются следующие: температура в помещении легко регулируется и точно поддерживается на заданном уровне при ее равномерном распределении, что обеспечивает повышенный комфорт; окружающие нас предметы имеют теплые поверхности; эти обогреватели удобны как источники дополнительного обогрева; возможен обогрев открытых площадок [7].



## Выбор и расположение волновых обогревателей

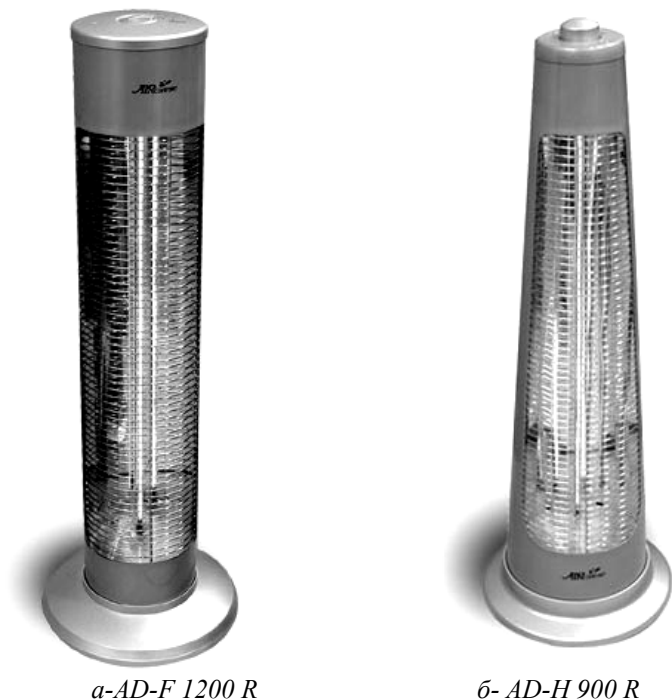
Каждая группа инфракрасных обогревателей предназначена для решения своего класса задач по обогреву применительно к размерам помещения и условиям эксплуатации оборудования. В помещениях с небольшой высотой потолка используются, как правило, приборы с относительно невысокой температурой излучающей поверхности, которые дают хорошее рассеивание тепла и обеспечивают высокую степень комфорта. В помещениях с высокими потолками, на открытых площадках и в случае локального обогрева предпочтителен выбор высокотемпературных обогревателей с открытыми элементами, которые дают более интенсивный и концентрированный поток. Расположение волновых обогревателей зависит от их типа и места, где необходимо осуществить обогрев. Установка обогревателей на потолке или на подвеске позволяет сохранить стены и пол свободными, что увеличивает полезный объем помещения. В случае повышенных требований к дизайну помещения, проблемы обогрева элегантно решаются установкой кассет НР (рис.49, а) в подвесной потолок и молдингов Термоплюс (рис.49, б,в) над оконными проемами. Таким образом, обогреватели защищены от непосредственного контакта и повреждения, что делает их незаменимыми при использовании в школах и детских учреждениях. Температура поверхности около 100°С, что обеспечивает мягкий и комфортный обогрев. Кассеты могут также использоваться для дополнительного обогрева отдельных рабочих мест (кассир, администратор), снижая воздействие холодных сквозняков.

### Техническая характеристика нагревателей

Тип нагревателя	Мощность, Вт	Температура, °С	Высота установки, м
<u>Кассеты НР</u>	300 - 600	90	1.8 - 3
<u>Молдинги</u>	300 - 900	180	1.8 - 3

## Карбоновые обогреватели

В сентябре 2000 года в Японии были успешно протестированы и запатентованы электрические карбоновые обогреватели с функцией «забота о здоровье». Карбоновый нагревательный элемент это новейшее изобретение XXI века (рис.50). Карбоновый обогреватель относится к классу волновых обогревателей, и прогревают не воздух, а окружающие его предметы и тело человека. Поэтому они не сушат воздух и не сжигают кислород.



*Рис.50. Внешний вид карбоновых обогревателей.*

В качестве нагревательного элемента в этих приборах было использовано карбоновое (углеродно-волокнистое) волокно, помещённое в вакуумные кварцевые трубки. У обогревателя с таким элементом теплопроводность намного выше, чем у обог-

ревателей с нихромовой спиралью. Карбоновый обогреватель потребляет 2-2.5 раза меньше электроэнергии, чем другие приборы этого типа при их сравнительно одинаковой эффективности нагрева. Поэтому использование этих обогревателей позволяет существенно сэкономить электроэнергию и снизить нагрузку на электросеть. Производимое тепло может быть направлено непосредственно на обогрев тела человека. При этом происходит аккумулялирование тепла (накопление тепла окружающими предметами). Нагревательный элемент имеет неограниченный срок службы и защищён от проникновения влаги. Конструктивная особенность обогревателя позволяет ему вращаться на 180 градусов, что даёт возможность обогревать, при потреблении в 900 Вт, площадь до 20 м<sup>2</sup>. Прибор автоматически отключается при падении или наклоне, а также при перегреве. После отключения он быстро охлаждается. А при включении происходит моментальный обогрев окружающих его объектов.

Карбоновый обогреватель (рис.50) имеет много других достоинств. Если нагревательный элемент обычных обогревателей обладает нагревательной эффективностью на расстоянии до одного метра, то карбоновый до 3-4 метров. Карбоновый обогреватель способен прогревать тело человека на большую глубину и таким образом улучшать циркуляцию крови в организме. Люди могут получать дополнительное лечение при артрите, при болях в спине и ногах. Моментальный обогрев способен обогреть тело человека или предметы за несколько минут, даже при отрицательной температуре на расстоянии 3-4 метров, в отличие от других обогревателей, которые должны прогреть сначала воздух в помещении. Немаловажной особенностью является прекрасный дизайн карбонового обогревателя [5].

### Основная характеристика моделей фирмы AirComfort:

<b>AD-F 1200 R</b> , площадь комнаты до 24 м <sup>2</sup> , высота потолка 3м	<b>AD-H 900 R</b> , площадь комнаты до 18 м <sup>2</sup> , высота потолка 3м
Высота : 80 см.	Высота : 80 см.
Мощность: 600/1200 Вт	Мощность: 450/900 Вт
Гарантия: 1 год	Гарантия: 1 год
Цена: <b>135\$</b>	Цена: <b>115\$</b>

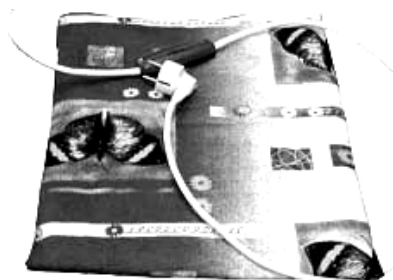
К недостаткам приборов этой группы можно отнести теоретическую возможность поломки кварцевой трубки при сильных ударах или падения с высоты, а также невозможность сушить непосредственно на обогревателе какие-то либо вещи, в противном случае, при достижении 98 градусов внутри прибора включится защита от перегрева.

### **5.8. Приборы для обогрева тела человека**

К этим приборам относятся электрогрелки электроодеяла, электросапоги, спальные мешки с электрообогревом и другие гибкие нагревательные устройства. Они все чаще используются в медицинских целях для общего или локального терапевтического воздействия на организм. Нагревательные элементы, используемые в устройствах для непосредственного обогрева человека, условно можно разделить на две группы. В первую входят такие, которые имеют плоские нагревательные элементы с выделением тепла по всей поверхности. К ним относятся тонкие пластинки и фольга из различных материалов, листы и пленка токопроводящей резины и пластмассы, текстильные материалы, проводимость которых обеспечивается их обработкой (графитизацией, металлизацией и т.п.). Вторая группа включает нагреватели, у которых линейный нагревательный элемент равномерно распределен по площади нагрева и закреплен на плоском изоляционном основании, например, на полимерной пленке. Нагревательный элемент в виде нити с помощью тех или иных технологических приемов закрепляется на основании. Равномерность нагрева обеспечивается за счет плотности размещения ветвей нагревательного элемента на поверхности изделия, теплопроводности подложки и слоев изоляции. Все приборы для обогрева тела человека имеют бытовое назначение и используются главным образом в домашних условиях, салонах транспортных средств и т.п. Кроме обогрева тела человека они позволяют уменьшить расход энергии на обогрев помещения и улучшить условия дыхания человека во сне.

Наиболее распространена конструкция электроодеяла, в которой нагревательным элементом является нихромовая проволока в электроизоляционной оболочке. Нагревательный эле-

мент зигзагообразно закрепляется на текстильном основании. Выпускаются электроодеяла с двумя электронагревателями, один из которых распределен по всей поверхности, а второй, размещенный на отдельном основании, занимает только часть поверхности и расположен в области ног (рис.51).



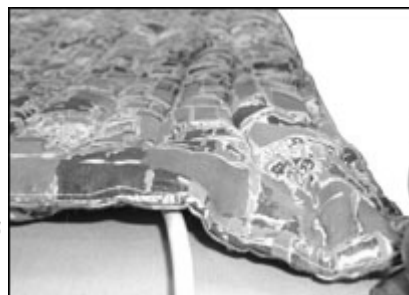
*а - электрогрелка*



*б - электросушилка*



*в - электросапог*



*г - электроодеяло*

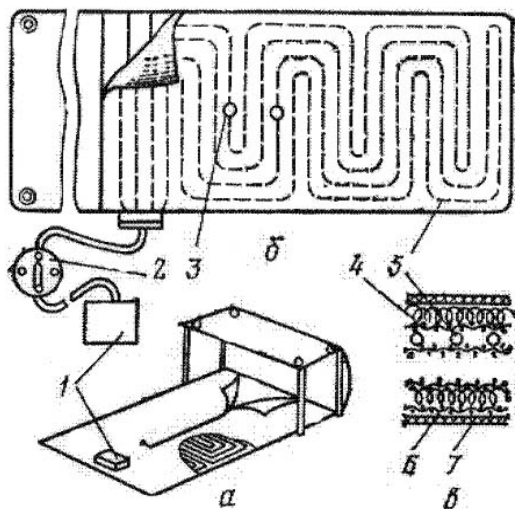
**Рис.51.** Внешний вид приборов для обогрева тела человека.

Управление каждым электронагревателем осуществляется отдельно, что позволяет устанавливать желаемые соотношения и степень обогрева обоими нагревателями. Наиболее распространенным гибким нагревательным прибором является электрогрелка, которая используется для локального обогрева. Большинство электрогрелок, предназначенных для общего при-

менения, выпускают в виде прямоугольника размером 30×40 см, потребляемой мощностью 60Вт, номинальным напряжением 220В.

Температуру в электроприборах для обогрева тела человека можно регулировать с помощью переключателя уровня мощности. Приборы имеют высокую надежность, просты в обращении, не боятся многократных изгибов в течение длительного времени. Их можно применять в домашних и полевых условиях, питаются они как от сети переменного, так и постоянного тока от аккумуляторной батареи.

Спальные мешки с электрообогревом (рис.52) удобны при ночевках на не отапливаемых базах отдыха, в походах, при ночевках на открытом воздухе.



**Рис.52.** Схема спального мешка:

*а-общий вид, б-нагреватель, в-разрез по слоям: 1-источник питания, 2-переключатель, 3-термовыключатель, 4-теплоизоляция; 5-нагреватель; 6-текстильный материал; 7-внешнее покрытие [1].*

В спальном мешке с общим обогревом нагревательным элементом являются две ветви проволоки, уложенные зигзагообразными петлями в верхнюю часть мешка. Нагревательный

элемент расположен между двумя слоями ткани. Сверху он закрыт дополнительной изоляцией в виде волокнистого изоляционного слоя, имеющего водонепроницаемое покрытие из резины. Нижняя часть мешка также представляет собой многослойную конструкцию. Два слоя ткани с расположенным между ними упругим слоем изоляционного материала сшивают вместе. Конструкцией спального мешка предусмотрен тент, предохраняющий человека от ветра и дождя. Электронагреватели питаются от автономного источника напряжением 12В [1].

### Техническая характеристика некоторых приборов

Наименование прибора	коврик ЭКФ-20	матрац ЭМФ-20	одеяло ЭОФ-20	грелка ЭГН-1	бинт-1 БЭ-1
Потребляемая мощность, Вт	20;40;80	30;60;120	30;60;120	15;30;60	60;120;250
Рабочая температура, °С	45	45	45	70	45

В последнее время наблюдается массовое распространение автомобильных электрообогревателей, рис. 53 [13].



*Рис.53. Автомобильный электрообогреватель «Теплофон Авто-12».*

### Технические характеристики автомобильных обогревателей:

Мощность Вт	Напряжение, В	Температура, С	Эл. защита (класс)	Вес, кг.	Габаритные размеры
40	12	38	III	0,8	950x400

Одной из новейших и очень полезных разработок на сегодняшний день является одежда с подогревом. Принцип обогрева основан на применении технологии излучения всё того же ранее упоминавшегося дальнего спектра инфракрасных волн [5]. Одежда с подогревом отличается от обычной одежды тем, что она оснащена нагревательными элементами, которые работают от обычных аккумуляторов, рис.54.



*Рис.54. Одежда с подогревом «Сибиряк».*

Данная разработка будет интересна практически всем от строителей и рыбаков до нефтяников и военных. Простота сис-



темы и её функциональность позволяет эксплуатировать одежду с подогревом в самых различных областях.

### **Основные характеристики одежды с подогревом:**

- Питание: 2 специальных аккумулятора.
- Емкость 2200 мА/ч, напряжение около 3.7В.
- Ток зарядки 1200 мА при напряжении 4.2В.
- Ток разрядки: 480мА.
- Время работы без подзарядки: 7-12 часов.

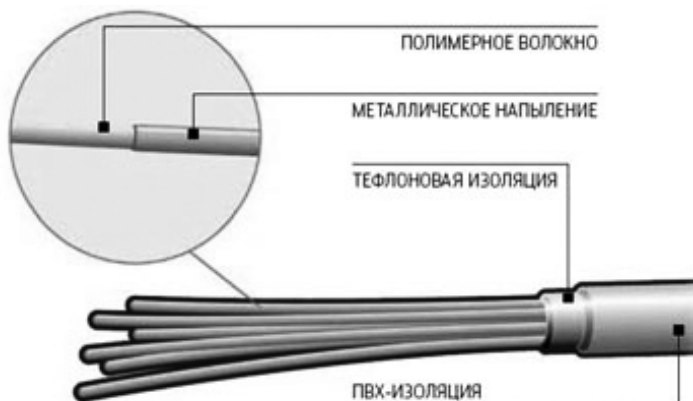
Обогрев тела человека осуществляется с помощью блока управления (работающего от аккумуляторов), размещенного в жилете или куртке и присоединенных к нему нагревательных элементов. Нагревательные элементы расположены в специальных внутренних карманах жилета и расположены в области спины и поясицы. Размеры и тип одежды могут быть различными. В базовом исполнении поставляется жилет различных размеров и цветов. В комплект входит зарядное устройство (в ряде моделей предусмотрена подзарядка от автомобильного прикуривателя). Заряда аккумуляторов хватает на 7-12 часов, возможность перезарядки минимум 500 раз. Возможно применение данной портативной нагревательной системы в различных типах одежды (пошив одежды на заказ).

Несомненным достоинством прибора является то, что при нагреве он не излучает электромагнитных волн, поскольку функционирует на постоянном токе [6].

### **Тепловолокно**

Это нагревательный элемент в виде композиционной полимерной нити, обладающей гибкостью текстиля и электропроводными свойствами металлического провода, рис 55 [11]. Тепловолокно было разработано в 1996 г. в США. В отличие от металлических и углеродных нагревательных элементов успешно используется в условиях многократных деформаций и обеспечивает сравнительно невысокие температуры нагрева. В качестве основы в производстве тепловолокна использована полимерная нить с температурой плавления 160-170°C, что обеспечивает

безопасность применения в условиях интенсивного нагрева и исключает риск воспламенения.



*Рис.55. Тепловолокно.*

Нанесенное на поверхность волокна металлическое тонкопленочное покрытие толщиной 5-7 микрон, фактически обеспечивает свойства электропроводности и резистивности собственно самой нити, следовательно, и возможность теплообразования при прохождении электрического тока. Контакт между нитью из термоволокон и металлическим проводом в системах нагрева бытовых приборов характеризуется свойствами однородного контакта по типу «металл-металл», что исключает возникновение неблагоприятного эффекта переходного сопротивления. Разработанная компанией ТермоСофт технология изготовления соединительной муфты обеспечивает изделиям, использующим термоволокна, гарантийный срок службы 5 лет. При этом допускается ежемесячная стирка изделий в автоматической стиральной машине.

Конструкция нагревательной нити из термоволокон выполнена таким образом, что в случае нештатной ситуации использования, сопровождающейся высокой температурой нагрева изделия, полимерная основа термоволокна расплавляется при температуре 160-170°C. При этом разрывается электрическая цепь, и нагрев прекращается, то есть сама нить является и тер-

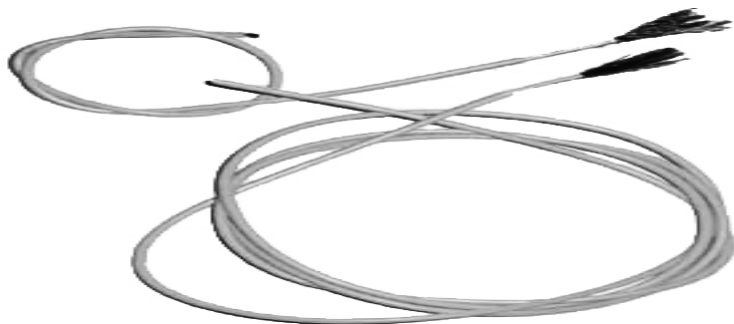
мопредохранителем. Поскольку внешняя электроизоляция нити остается целой до температуры 190-200 °С, то безопасность по току также обеспечивается, прежде всего, свойствами самой нити.

Таким образом, системы нагрева изделий на основе применения термоволокон являются не только эффективными, мягкими, легкими и гибкими, но и абсолютно безопасными. Сегодня тепловолокно после 10 лет технологической эволюции приобрело свойства высокотехнологичного интеллектуального продукта. В частности, на основе тепловолокна изготавливаются следующие изделия: электрогрелки, электронаматрасники, электроодеяла, системы подогрева сидений автокресел, жилеты с электроподогревом и другие элементы одежды, а также накидки медицинские.

Достоинствами обогревательных приборов на основе тепловолокна являются:

- Мягкость и удобство. Нагревательные элементы совершенно незаметны.
- Гибкость и эластичность. В отличие от проволочных нагревателей тепловолокно эластично, изделия податливы, легко складываются и сминаются.
- Безопасность и надежность. Тепловолокно не ломается и не может воспламениться и вызвать ожог, поскольку имеют функцию терморегуляции и термоотключения.
- Прочность и долговечность. Текстильное плетение и армирование делают нагревательные элементы из тепловолокна (по сравнению с проволочными) существенно более устойчивыми к перегибам, рис.56.
- Тонкость и легкость. Нагревательные элементы могут располагаться ближе к нагреваемой поверхности, так как не требуют дополнительной термоизоляции.
- Быстрота нагрева. Тепловолокно нагревается со скоростью 1°С/сек.
- Экономичность. Рассмотренная технология позволяет снижать затраты на потребляемую энергию, гарантийное и ремонтное

обслуживание, не требует затрат на теплоизоляционные материалы.



*Рис.56. Тепловолоконные элементы.*

## **5.9. Обзор зарубежной обогревательной электротехники**

Современные бытовые обогревательные приборы зарубежного производства отличаются большим типовым разнообразием и высокими техническими параметрами. В отличие от российских приборов они более надёжны в работе, эстетически привлекательны и удобны в пользовании (рис.57).

### **Серия Tiger, рис.57а.**

Производитель: Компания Frisco AB, Швеция. Включает в себя переносные тепловые пушки и вентиляторы в крепком и компактном корпусе, что позволяет использовать их в гаражах, мастерских, магазинах и т.п., в основном для временного обогрева. Вентиляторы этой фирмы являются переносными приборами, но также могут крепиться на стену. Представленная на рисунке модель обладает мощностью 9кВт, при весе 10.2кг. и размере 350x530x475мм. Производительность соответствует 720м<sup>3</sup>/час.



*а - тепловая пушка Tiger*



*г - электрокамин*



*б - обогреватель*



*д - масляный радиатор*



*в - конвектор*

**Рис. 57.** Внешний вид зарубежных обогревательных приборов.

### **Обогреватель Binatone HFH2408, рис.57б.**

Производитель: Англия, фирма BINATONE. Особенности: горизонтальная модель, 2 режима обогрева, на 1000Вт и 2000 Вт, функция охлаждения, регулируемый термостатический контроль, защита от перегрева и переохлаждения, не нагревающийся корпус, индикатор включения – отключения.

### **Конвектор Siemens 2 NC5 082 4L, рис.57в.**

Производитель: Германия. Стоимость 104\$. Более дешевые, чем модели других фирм, упрощенные по конструкции и комплектации модели. Они предназначены только для сухих помещений. Точность поддержания температуры в помещении составляет 1°C. По уровню безопасности, экономичности, экологичности и эффективности не уступают остальным приборам этого класса. При мощности 1КВт имеет вес 4.7кг., общая длина 645мм.

### **Электрокамин ND20, рис.57г.**

Производитель: Германия, Dimplex. Стоимость 470\$. Имеет мощность 900-1800Вт. Нагревательным элементом является закрытая спираль. Размер-600х390х660mm. Вес-20кг. Есть термостат и настройка «пламени», обладает эффектом пламени без тепла, снабжён 2-х режимным регулятором температуры. Модель снабжена пультом дистанционного управления.

### **Масляный радиатор DeLonghi серии Dragon 82021, рис.53,д.**

Производитель: Италия, компания DeLonghi, стоимость 115 USD. Мощность составляет от 1 до 2.5КВт. Снабжён термостатом.

## **5.10. Анализ проблем обогревательных приборов**

Особенностью данного класса приборов является их расположение в непосредственной близости от тела человека. Это обстоятельство делает актуальной проблему воздействия электромагнитного излучения на человека [3]. Приборы, работающие от источника постоянного тока, лишены этого недостатка.

Тем не менее, здесь появляется проблема больших массогабаритных показателей автономных источников электропитания, в частности, аккумуляторов.

Непосредственная близость к телу человека нагревательных элементов создаёт проблему привыкания терморцепторов кожи человека к постоянному нагреву локальной части тела. Это приводит к потере её чувствительности к теплу, что может вызвать перегрев и ожог. Обогревательные приборы являются самой пожароопасной группой бытовой техники, поскольку часто эксплуатируются продолжительное время в предельных режимах и имеют открытые части, нагретые до высоких температур как, например, у электрокаминов. Эта группа бытовой электротехники в силу своих особенностей эксплуатации потребляет наибольшее количество электроэнергии и тем самым часто создаёт продолжительные токовые перегрузки в бытовой электропроводке, приводящие к пожарам. Большинство электроприборов отопительного типа снабжены терморегуляторами и термовыключателями на основе биметаллического теплового реле, которое во время переключения вызывает коммутационные помехи в электросети. Это приводит к неустойчивой работе многих радиоэлектронных бытовых устройств, подключенных к общей электросети.

Высокая запылённость бытовых помещений приводит к осаждению пыли на нагревательных элементах отопительных приборов. Во время эксплуатации тепловых электроприборов пыль сгорает и существенно ухудшает санитарно-гигиенические показатели воздушного пространства жилых помещений. Кроме того, нагретые до  $700^{\circ}\text{C}$  нагревательные элементы некоторых приборов способствует образованию угарного газа  $\text{CO}$ .

Электрообогреватели с принудительной конвекцией теплового потока наименее надёжны, поскольку электроventиляторы часто выходят из рабочего состояния, из-за чего перегреваются и сгорают нагревательные элементы.

Напольные электрообогреватели занимают достаточно много места в современном интерьере жилого помещения.

Производители электрообогревательных приборов с целью снижения себестоимости продукции применяют достаточно дешёвые материалы, в частности, пластики, которые снижают эргономические и экологические показатели бытовой техники.

### **5.11. Проектирование электрообогревательных приборов**

Проблема электроприборов для обогрева тела человека, связанная с привыканием терморелецепторов к теплу может быть решена при использовании электронных систем терморегулирования и термоограничения за счёт выключения прибора. Аналогичным образом решается и проблема пожароопасности.

Исключить взаимовлияние бытовых электроприборов через бытовую электросеть возможно лишь при использовании независимых автономных источников электропитания. Применение аккумуляторов электроэнергии, обладающих малыми массой и размерами, позволяют также решить целый ряд проблем, связанных с недостаточной мобильностью и удобством эксплуатации.

Высокие температуры нагревательных элементов определяются необходимостью при их небольших размерах быстро нагреть жилое помещение. Решить данную проблему возможно лишь путём встраивания электронагревательных элементов в стены жилых помещений на этапе строительства жилых домов, а также применения новых принципов получения тепла [4]. Это позволит, с одной стороны, увеличить площадь отдачи тепла нагревателями за счёт увеличения их размеров и снизить их рабочую температуру, а с другой стороны, они при такой конструкции не занимают место в интерьере жилого пространства и не нарушают его эстетический вид. Наиболее приемлемым вариантом электронагревателя для такой конструкции может быть тепловолокно. Для исключения электромагнитного загрязнения жилого пространства, такие тепловые приборы следует питать постоянным током, полученным за счёт выпрямления переменного тока электросети, или использовать аккумуляторные батареи.

Проблема конструкционных материалов корпусов бытовых электроприборов может решаться за счёт использования



натуральных и экологически чистых материалов, таких как базальт, карбон, сапфир и другие, имеющих высокие санитарно-гигиенические показатели.

В целом же проблемы электроприборов для обогрева помещений и тела человека должны решаться параллельно с проблемой утечки тепла за счёт применения высококачественных теплоизоляционных материалов. Это позволит снизить эксплуатационные нагрузки на электроприборы, следовательно, снизить их электропотребление, рабочие температуры, массу и габариты, существенно повысить срок службы и надёжность электронагревателей.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Назовите отличительные особенности электрообогревательных приборов в сравнении с другими типами нагревательной техники.
2. Перечислите основные виды бытовой электрообогревательной техники.
3. В чём достоинство волнового обогрева?
4. Назовите отличительные особенности карбоновых обогревателей.
5. Перечислите основные неисправности электрообогревательных приборов.
6. Назовите основные экологические, эргономические и технологические проблемы рассмотренной группы бытовых электроприборов.
7. Каковы пути совершенствования бытовых электроприборов для обогрева помещений и тела человека?

### **Темы проектов:**

1. Встроенный тепловолоконный электрообогреватель помещений.
2. Кресло (диван) с электроподогревом.
3. Электрообогревательные перчатки.
4. Ботинки (сапоги) с электроподогревом.
5. Электрообогревательный головной убор.

## **Темы рефератов:**

1. Разновидности и принцип действия электрообогревательных приборов.
2. Основные проблемы электроприборов обогревательного типа.
3. Встроенные электрообогреватели помещений.
4. Пути развития бытовой электротехники для обогрева помещений и тела человека.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПЯТОЙ ГЛАВЕ**

### **Основная литература**

1. Кобелев А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники / А.Г. Кобелев. - М.: Высшая школа, 1994. - С. 139-140, 144-147.
2. Лепаев, Д.А. Бытовые электроприборы / Д.А. Лепаев. - М.: «Горячая линия-ТЕЛЕКОМ», 2004. – 443 с.

### **Дополнительная литература**

3. Левит, Б.Б. Защита от электромагнитных полей. О влиянии на организм человека бытовых электроприборов, мобильных телефонов...: полный справочник / Б.Б. Левит. - М.: АСТ: Астрель, 2007. – 447 с.
4. Шаубергер, В.Г. Энергия воды. / В.Г. Шаубергер. - М.: Яуза, Эксмо, 2007.- 320 с.

### **Электронный ресурс**

5. Карбоновые обогреватели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.atmor.ru/r0001\\_09.shtml](http://www.atmor.ru/r0001_09.shtml).
6. Одежда с подогревом «Сибиряк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gpris.ru/gwww/jelet.html\\$](http://www.gpris.ru/gwww/jelet.html$).
7. Солнце в вашем доме – инфракрасные обогреватели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroyamat.spb.ru/article/127>.
8. Тепловентиляторы и калориферы КЭВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.1teplo.ru/pages/otopit11.html>.
9. Тепловые пушки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rusklimat.ru/catalog/teplovie-pushki-zavesi/teplovie-pushki\\$](http://www.rusklimat.ru/catalog/teplovie-pushki-zavesi/teplovie-pushki$).

10. Тепловая воздушная завеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avanrus.ru/articles/article28.html>.
11. Что такое ТепловолокноТМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.thermoshop.ru/lib/3.html>.
12. Электрорадиаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electromaster.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=120>.
13. Электрообогреватель (автомобильный) Теплофон Авто-12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teplofon.ru/26/75.html>.

## **ГЛАВА 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОБЛЕМНО-ПРОЕКТНЫХ ЗАДАНИЙ**

### **6.1. Структура учебно-методического пособия**

Каждая глава данного учебно-методического пособия завершается заданиями по выявлению проблем и проектированию бытовых электротехнических приборов. Автор пособия рекомендует систематически выполнять проблемно-проектные задания, поскольку они способствуют развитию проекторочных умений, способностей анализировать информацию, выявлять проблемы и находить их решения, что позволяет сформировать инновационный потенциал будущего педагога.

В структуре учебно-методического пособия содержится следующие категории информации:

- справочный материал, описывающий устройство, принцип действия и особенности эксплуатации бытовых электроприборов;
- недостатки и проблемы бытовой электротехники, представленные в тексте, как в явной, так и в скрытой форме;
- анализ представленных проблем и их решений;
- источники информации по рассматриваемым темам.

Такая структура учебного материала позволяет читателю получить сведения о принципах построения и функционирования современных электробытовых приборов и приобрести навыки анализа их недостатков, выявления и решения проблем.

Под недостатком мы понимаем какой-либо изъян, несовершенство бытовой электротехники. Например, бытовые электроприборы, как правило, имеют шнур электропитания и для функционирования им необходима электрическая сеть. Это существенно ограничивает область их применения и вызывает неудобство при их эксплуатации, шнур питания подвержен частым поломкам в процессе использования электроприборов. Многие бытовые приборы отечественного производства имеют низкую надёжность, недостаточно эстетичный внешний вид, слишком высокие массогабаритные показатели, по сравнению с

бытовой электротехникой зарубежного производства. Это также можно отнести к недостаткам.

Под проблемой понимается задача, требующая разрешения. Не каждый недостаток следует воспринимать как проблему, поскольку многие недостатки не носят существенных изъянов, которые бы нарушали нормальное функционирование бытовых электроприборов и вызывали бы резкое отрицательное воздействие на человека и природную среду. Большинство недостатков имеют характер несовершенства техники, которые устраняются в процессе развития науки и техники, внедрения в области производства товаров народного потребления новых технических разработок. Однако, существуют и такие недостатки бытовых электроприборов, которые отрицательно воздействуют на организм человека и экологические системы, проявляют себя как источники повышенной электропожароопасности. С такими недостатками мириться нельзя и необходимо незамедлительно вести поиск путей их устранения. Подобные существенные недостатки являются теми задачами, которые требуют проведения исследований и незамедлительного решения, это и есть проблемы.

Рекламные материалы различных производителей и справочная информация о бытовых электроприборах, как правило, не содержат упоминаний о недостатках и проблемах. Поэтому развитие умений выявлять и находить решения этих проблем у будущих учителей и педагогов различных технических направлений, а также у многочисленных пользователей бытовой техники является актуальной задачей.

Для достижения этой задачи недостатки и проблемы в содержании учебного материала данного пособия находятся не только в явной, но и в скрытой форме, что требует от читателя внимательного анализа текста и изучения дополнительных источников информации. В первой главе недостатки и проблемы изложены достаточно подробно, а также проводится их анализ, что позволяет читателю познакомиться с принципом анализа информации и выявления проблем техники. В последующих главах проблемы в явной форме излагаются в значительном со-

крашении и читателю приходится увеличивать долю самостоятельной работы по выявлению проблем.

В качестве методической помощи в конце каждой главы предлагается список вопросов для самоконтроля, возможные темы проектов, задания по выполнению проектов и темы рефератов.

Вопросы для самоконтроля позволяют акцентировать внимание читателя на важнейших моментах учебного материала. Примеры тем проектов позволяют понять принципы определения возможных тем проектирования.

Задания по выполнению проектов отражают основные этапы проектирования. Одним из определений проектирования является процесс создания проекта, прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния. Термин «проект» имеет много определений. В данном случае под проектом будем понимать идею, позволяющую решить проблему, воплощённую в форму описания, эскиза, чертежа, раскрывающую сущность замысла и возможность его реализации.

Темы рефератов рекомендуются для углублённого изучения предлагаемого учебного курса в качестве самообразования. Самообразование есть творческая работа по развитию своей личности, расширению эрудиции, углублению миропонимания. Самообразование являет собой важную составляющую творческо-преобразовательной, духовной деятельности человека, один из механизмов превращения репродуктивной деятельности в продуктивную.

Предложенная форма изложения учебного материала позволяет осуществить постепенный переход от пассивного восприятия информации к активной позиции, к анализу текста на предмет выявления проблем, к поиску дополнительной информации по теме изучения, к проектной деятельности, направленной на решение проблем.

Такая учебная работа способствует развитию у студентов и читателей данного учебно-методического пособия умений проводить анализ информации и выявлять проблемы, а также проектировочных умений.

Для будущих учителей технологии и предпринимательства, а также для педагогов различных технических направлений важно не только уметь выявлять проблемы бытовой техники и находить их решения. Но также необходимо показать эти проблемы и проекты своим ученикам. Поэтому выявление проблем и проектирование бытовой техники, необходимо завершать созданием проекта технического средства обучения (ТСО), в котором в наглядной форме нашли бы своё отражение вопросы устройства и принципа действия бытового прибора, а так же проблемы и пути их решения.

## **6.2. Последовательность выполнения проблемно-проектных заданий**

1. После внимательного изучения очередной главы учебно-методического пособия выявите проблему, определите те параметры и характеристики бытового прибора, которые вы бы хотели значительно улучшить. А также выявите те недостатки, которые, по вашему мнению, необходимо устранить. Сформулируйте проблему, адекватную вашим интересам и предпочтениям. На начальном этапе обучения можно воспользоваться предложенными вариантами проблем. Однако, в дальнейшем вам необходимо научиться самостоятельно выявлять проблемы. Можете выбрать тему проекта из списка, данного в конце каждой главы учебно-методического пособия. Тип устройства в качестве объекта проектирования должен быть аналогичен рассмотренному в текущей главе типу бытового прибора.

2. Проведите поиск информации по проблеме. Для чего снова внимательно изучите содержание тех частей главы пособия, в которых рассмотрены проблемы данной группы бытовой техники и пути их решения. Это необходимо, что бы представить общий круг затрагиваемых по данной тематике вопросов. Затем, обратитесь к внешним источникам информации, которые представлены в конце каждой главы для углублённого изучения данной проблематики. В качестве дополнительного источника информации по данным проблемам могут служить лекционный курс «Электрорадиотехника и электроника», читаемый студен-

там 3-го курса специальности «Технология и предпринимательство» в ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет».

3. Определите наиболее перспективные модели бытовой техники, проанализируйте имеющиеся решения проблем, предложите свои идеи, направленные на устранение общих проблем данной группы бытовых приборов. Генерирование идей может быть осуществлено различными методами: «мозговой штурм», «метод фокальных объектов», метод «гирлянд ассоциаций и метафор».

4. Разработайте дизайн внешнего вида бытовых приборов и выполните эскизы, а также при необходимости чертежи конструкций.

5. Опишите принцип действия нового бытового электроприбора и перечислите основные технические требования к нему. Отрадите в описании нового прибора ваши новые решения, которые устраняют выявленные вами недостатки бытовой электротехники.

6. Будущим учителям технологии и предпринимательства, а также будущим педагогам других технических профилей необходимо выполнить проект технического средства обучения (ТСО) в соответствии с выбранной темой проекта. ТСО должно в наглядной форме представлять не только устройство и принцип действия существующих бытовых приборов и их проблемы, но и примеры решения этих проблем.

### **6.3. Последовательность проектирования ТСО**

1. Изучите ТСО находящиеся в лаборатории «Электрорадиотехники и электроники» (кабинет №208, 3 корп. УдГУ).

2. Определите недостатки этих ТСО. Предложите пути устранения этих недостатков. Для чего проконсультируйтесь с преподавателем, ведущим данный лекционный и лабораторный курс.

3. Разработайте новый вариант ТСО, представьте его в виде эскиза или чертежа. ТСО должно наглядно представлять ученикам внешний вид бытового прибора, его внутреннее устройство и принцип действия, а также основные проблемы. Особо важно



показать пути решения проблем в виде эскиза нового бытового электроприбора, в котором решаются выявленные проблемы.

#### 6.4. Пример выполнения проекта ТСО

На рис. 58 представлен проект наглядного стенда по устройству и принципу действия некоторых тепловых приборов.

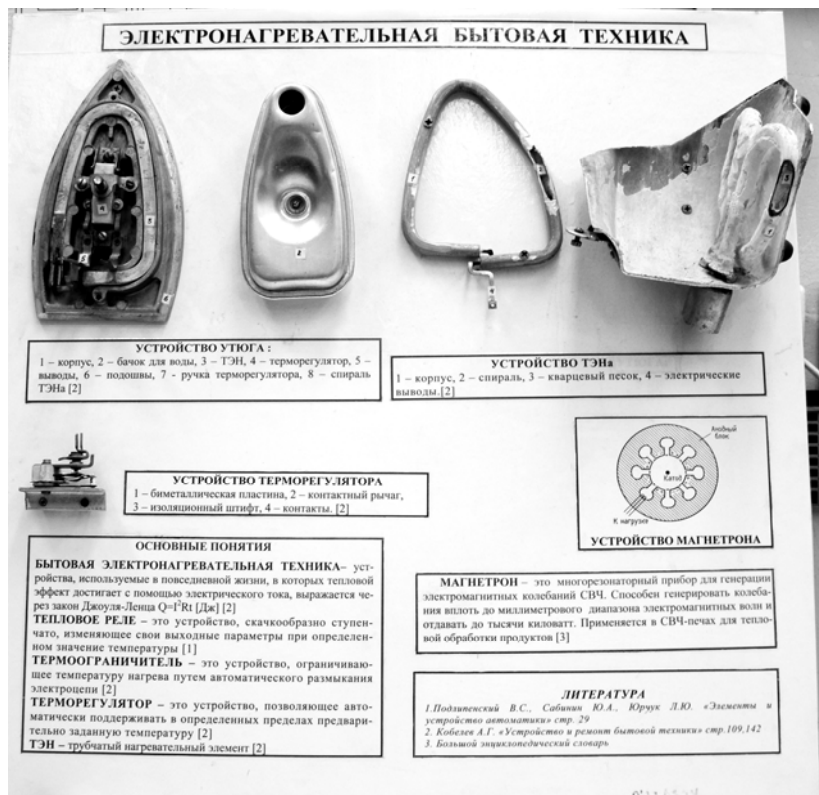
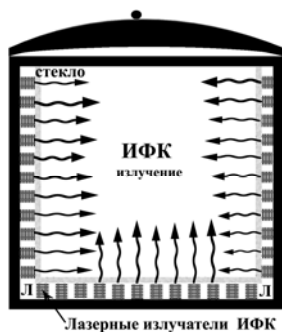


Рис. 58. Внешний вид технического средства обучения наглядного стенда «Тепловые приборы».

На стенде представлены тепловые приборы различных групп: водонагревательные устройства и приборы для обработки тканей. Наглядно показано, что они построены

по общему принципу и имеют в своём составе ТЭН – трубчатый электронагреватель. Показано также устройство ТЕН и его основные проблемы. В частности, образование накипи на его поверхности и перегорание нихромовой нити электронагревателя. Подробно рассмотрен терморегулятор электроутюга. Также представлен перспективный путь развития тепловой техники. Это использование магнетрона - металлокерамического элемента, обеспечивающего бесконтактный нагрев за счёт испускания волн сверхвысокочастотного диапазона. Это исключает образование накипи и существенно повышает надёжность элемента. Однако, СВЧ-излучение вредно для человека и животных. Поэтому необходимо найти решение этой проблемы. В рассмотренном проекте ТСО такое решение отсутствует.

Поэтому данный стенд требует дополнения. В частности можно предложить идею использования лазерных излучателей инфракрасного (теплого) диапазона волн, имеющего длинноволновый спектр излучения. На рис. 59. изображён эскиз «лазерной» сковородки.



*Рис. 58. Эскиз «лазерной» сковородки.*

Основными нагревательными элементами являются тепловые лазеры. Длинноволновое излучение проникает через прозрачные стеклянные стенки в рабочую камеру, где находятся продукты питания, подлежащие тепловой обработке. Достоинства такого бытового теплового электропри-

бора очевидны. Это отсутствие вредных излучений, высокая надёжность и долговечность.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Главными достоинствами получения тепла путём преобразования электроэнергии являются высокие санитарно-гигиенические показатели, удобство эксплуатации и привлекательный дизайн приборов, в которых реализуется данный принцип, поскольку здесь не требуется сжигать горючие материалы.

Однако отсюда возникает масса проблем. Электронагревательные приборы потребляют достаточно большую электрическую мощность, что делает их зависимыми от электросети. Именно это обстоятельство создаёт ещё большие, глобальные проблемы экологического характера, связанные с получением электроэнергии в мировых масштабах.

Необходимость передавать электроэнергию на большие расстояния от электростанций до потребителя вынуждает использовать переменный ток промышленной частоты, что порождает проблему электромагнитного загрязнения среды жизнедеятельности. Для построения электростанций, трансформаторных систем, линий электропередач требуется значительное количество продукции цветной и чёрной металлургии.

Из года в год увеличивается количество производимых и находящихся в эксплуатации электробытовых приборов. Все они призваны повышать уровень комфорта и дизайна жилых и производственных помещений. Однако их эксплуатация приносит пользователям не только пользу, а часто являются источниками пожаров и несчастных случаев от поражения электричеством. Обзор проблем существующих электробытовых приборов нагревательного типа показал, что практически все приборы имеют существенные недостатки, которые могут быть решены уже сейчас, или в недалёком будущем.

Для решения этих задач необходимо целенаправленно готовить специалистов, разработчиков новой бытовой техники, способных самостоятельно выявлять проблемы и находить их решения методом проектирования.

В учебно-методическом пособии предлагается для подготовки таких специалистов, новый, проблемно-проектный подход к изучению бытовой электротехники.

Проблемно-проектные задания направлены на выявление и решение студентами и читателями настоящего учебно-методического пособия двух видов проблем: технико-технологических и методических.

Технико-технологические проблемы отражают задачи, направленные на устранение несовершенства технических устройств (бытовых электроприборов). Это могут быть существенные функциональные и эргономические ограничения, низкая надёжность и громоздкость устройств, а также вредное воздействие на экологические системы и человека.

Проблемы методического характера представляют собой затруднения, связанные с передачей знаний учебного материала с помощью ТСО, созданием условий взаимодействия учителя (преподавателя) и учащихся (студентов) для достижения обновлённых целей обучения (гуманистической парадигмы, личностно ориентированных технологий и других), развитием и воспитанием всех участников педагогического процесса, причём с учётом современных тенденций развития образования.

Таким образом, основными компонентами проблемно-проектных заданий является самостоятельное выявление студентами и читателями настоящего пособия технико-технологических и методических проблем с последующим их решением. Это способствует при систематическом характере выполнения заданий развитию проектировочных умений и повышению уровня подготовки будущего учителя и педагога к техническому и педагогическому проектированию.

Ринат Наильевич Шарафутдинов

**БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
В ПРОБЛЕМНО-ПРОЕКТНОМ АСПЕКТЕ  
ТЕПЛОВЫЕ ПРИБОРЫ**

Учебно-методическое пособие

Отпечатано в авторской редакции  
с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 10.02.10. Формат 60x84 1/16.  
Бумага для ВХИ. Печать на ризографе.  
Тираж 50 экз. Заказ № 256.

Типография ГОУВПО «Удмуртский государственный университет».  
426034, г. Ижевск, ул. Удмуртская, 1, корп.4.