ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ

1.9
4418

В.П.Царев, И.В.Сидин

Кварцевые электронные часы

Допущено Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника
для профессионально-технических училищ

Москва "Высшая школа" 1990

ББК 34.9
Ц 18

ИНВ. № 969019

Рецензенты: С.А. Воробьев, В.К. Гончар

Царев В.П., Сидин И.В.

Ц18 Кварцевые электронные часы: Учеб. для ПТУ. – М.: Высш. шк., 1990. – 240 с.: ил.

ISBN 5-06-000951-3

Приведены сведения о материалах, деталях и узлах, применяемых для изготовления часов. Изложены управление цифровыми часами, правила и порядок настройки контрольно-измерительного оборудования, используемого при ремонте электронных часов.

Для учащихся профтехучилищ, а также для обучения рабочих на производстве.

Ц $\frac{3402010000\,(4307000000) - 454}{052\,(01) - 90}$ 131 – 90

ББК 34.9
6П5.8

ISBN 5-06-000951-3

© В.П. Царев, И.В. Сидин, 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отечественная часовая и электронная промышленность выпускает механические, электронно-механические, стрелочные и цифровые часы, которые, в свою очередь, делятся на наручные, настольные, карманные, настенные, автомобильные, напольные и др.

В последнее время основным направлением развития как мировой часовой промышленности, так и советской является ускоренная разработка и освоение массового выпуска часов на основе электроники.

Наибольшее распространение получили кварцевые электронно-механические часы со стрелочной (аналоговой) индикацией времени и кварцевые электронные часы с цифровой индикацией на жидких кристаллах.

Выпуск кварцевых электронно-механических и электронных часов с каждым годом увеличивается, так как применение электроники, кварцевой стабилизации частоты, автономного питания значительно повышает точность хода, длительность работы, надежность часов, существенно расширяет их функциональные возможности.

Наряду с ростом объемов выпуска кварцевых электронных часов возрастает количество модификаций, расширяется их ассортимент. Продолжается дальнейшая разработка более сложных и современных моделей, отвечающих самым разнообразным требованиям потребителей.

Непрерывно расширяется и совершенствуется система технического обслуживания и ремонта кварцевых электронных часов. Возрастает количество стационарных мастерских и приемных пунктов по ремонту часов. С каждым годом растет потребность в квалифицированных кадрах регулировщиков кварцевых электронных часов.

В данном учебнике приводятся общие сведения о кварце-

вых часах, технические характеристики и классификация электронных цифровых часов. Рассмотрены основные материалы, применяемые при изготовлении часов, их химические и физические свойства. Подробно рассматривается устройство, конструкция и принцип работы отдельных узлов и деталей часовых механизмов, без усвоения которых невозможно понять принцип работы часов и квалифицированно осуществлять их ремонт.

На базе отдельных моделей рассмотрен порядок сборки, разборки и регулировки часов, возможные неисправности и пути их устранения.

Большое разнообразие выпускаемых моделей часов, особенно наручных, а также их широкие функциональные возможности при ограниченном количестве кнопок управления вызывают определенные трудности при эксплуатации часов и в то же время требуют досконального изучения правил управления часами специалистами, занимающимися их ремонтом и регулировкой. Поэтому в книгу введена глава, в которой подробно рассмотрено управление цифровыми часами.

В электронных часах, в отличие от механических и электронно-механических, нет движущихся частей. Поэтому визуально определить неисправность в большинстве случаев невозможно. Для наблюдения физических процессов, происходящих в схеме, служат электронные приборы: частотомер, осциллограф, прибор диагностики. В книге приводится материал по их устройству, правилам пользования, что значительно ускоряет и облегчает работу ремонтника, повышает ее качество.

Настоящий учебник предназначен для подготовки специалистов в профессионально-технических училищах и на заводах-изготовителях кварцевых часов. Может использоваться для повышения квалификации работников, занятых ремонтом кварцевых электронных часов.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСАХ

§ 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЧАСОВ

Первыми часами были солнечные. Они имели простое устройство: в центре круга, разделенного на 12 частей, вертикально устанавливали шест или столб. При движении солнца тень от шеста перемещалась по кругу, указывая время.

Затем появились водяные и песочные часы. Песочные часы, более удобные, чем водяные, представляют собой два сообщающихся сосуда, в которых песок в течение определенного времени пересыпается из верхнего в нижний сосуд, после чего их переворачивают. Несмотря на невысокую точность песочных часов, ими пользуются для грубого отсчета интервалов времени и в наши дни в лабораториях, медицинских учреждениях.

На смену песочным, водяным и солнечным пришли механические часы со стрелками. Сначала они назывались башенными, так как устанавливались в высоких башнях. Вращение стрелки осуществлялось через систему колес, которые приводились в движение опускающейся гирей.

В дальнейшем для более точного отсчета времени применили маятник, а затем систему баланс—спираль. В XIX и XX вв. механические часы непрерывно совершенствовались. Уменьшались их размеры, повышалась точность хода, вводились дополнительные функции.

Длительная эволюция совершенствования механических часов в настоящее время фактически достигла предела.

Внедрение электроники в часы началось в 60 — 70-е годы с замены анкерного задатчика опорных колебаний кварцевым опорным генератором. Такие часы получили название электронно-механических и широко выпускаются в настоящее время. Они состоят из кварцевого генератора, делителя, шагового или балансового двигателя, колесного и стрелочного механизмов.

Совершенствование технологии производства больших интегральных схем, разработка электронных индикаторов позволили создать полностью электронные часы.

В 1971 г. впервые появились часы с цифровой индикацией, которая заменила продолжавшееся более 200 лет отображение времени при помощи стрелок. Это были часы на светодиодах с генератором импульсов. В таких часах электрические импульсы кварцевого генератора поступают в делитель частоты, на выходе которого вырабатываются секундные импульсы. С выхода делителя импульсы подаются на счетчики времени, количество которых зависит от объема информации, отображаемой часами. Информация из счетчиков, преобразованная дешифраторами, поступает на электронный индикатор.

Из-за большой потребляемой мощности, не допускающей постоянной индикации в часах с автономным питанием, наручные часы на светодиодных индикаторах не нашли широкого применения, но небольшими партиями выпускаются и в настоящее время.

Наиболее широко распространены индикаторы на жидких кристаллах, главными достоинствами которых являются низкое напряжение питания, малая потребляемая мощность, высокая контрастность, длительный срок службы.

Если на начальной стадии электронные цифровые часы индицировали только часы и минуты, то в результате дальнейшего неуклонного наращивания функциональных возможностей сегодня самые простые из них кроме времени показывают число, месяц или день недели. А более сложные модели содержат секундомер, будильник, таймер, калькулятор, радиоприемник. Готовятся к производству часы, которые будут сообщать время голосом. По существу, сложные модели электронных часов представляют собой прибор, осуществляющий измерение, накопление, обработку и вывод различной информации.

Такой стремительный прогресс в области электронных часов – результат разработки и освоения в серийном производстве комплектующих изделий электронной техники новых поколений, применения новых технологических процессов сборки. От больших интегральных схем (БИС) с уровнем интеграции 2000 транзисторов до сверхбольших БИС с микропроцессорной структурой и уровнем интеграции до 50 000 транзисторов; от жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ) с параллельным управлением до 80 знаков к ЖКИ с мультиплексным управлением до 1000 знаков; от брусковых кварцевых резонаторов объемом 279 мм^3 к камертонным, объемом 9 мм^3; от серебряно-цинковых химических источников тока (ХИТ)

сроком сохраняемости 2 года к марганцево-литиевым сроком сохраняемости 5 лет – таков путь развития элементной базы электронных часов.

§ 2. КОНСТРУКЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЧАСОВ И ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Отечественная часовая промышленность насчитывает несколько десятков предприятий, выпускающих часы и комплектующие детали к ним. Механические и электронно-механические часы выпускают такие крупнейшие часовые заводы, как 1-й Московский ("Полет"), 2-й Московский ("Слава"), Угличский ("Чайка", Минский ("Луч"), Пензенский ("Заря"), Петродворцовый ("Ракета"), Ростовский ("Витязь") и др.

В 70-е годы этот список пополнили предприятия электронной промышленности, освоившие выпуск полностью электронных наручных ("Электроника 5"), настольных ("Электроника 2", "Электроника 4", "Электроника 6", "Электроника 20" и др.) и автомобильных ("Электроника 12") часов.

Наибольший процент в производстве как механических, так и кварцевых электронных составляют наручные часы.

Первыми советскими электронно-механическими (аналоговыми) кварцевыми наручными часами были часы с балансовым двигателем с механизмом 3055 и с шаговым двигателем с механизмом 3050, которые имели двойной календарь мгновенного действия в отличие от аналогичных конструкций ряда зарубежных фирм, где применяются календарные устройства немгновенного действия.

Однако кварцевые наручные часы с балансовым двигателем дальнейшего развития не получили. Создание новых конструкций с шаговым двигателем пошло по пути миниатюризации электронной базы, создания универсальных и малых калибров, уменьшения их высоты, снижения потребления энергии в основных узлах и блоках часов.

Второй этап развития кварцевых аналоговых наручных часов связан с освоением нашей часовой промышленностью элементной базы, послужившей основой для создания механизмов нормального калибра 3056 и 3056А, а также механизма 1956. Новые конструктивные решения ряда узлов и деталей этих механизмов дали возможность сократить число деталей в механизме часов по сравнению с механизмом 3050.

В настоящее время часовые заводы выпускают кварцевые наручные часы с высотой механизма до 2,5 мм. Это часы с механизмом 2356 и 2456.

Цифровые электронные наручные часы выпускаются в основном с диаметром (калибром) электронного блока 29 – 30 мм (мужские) и 18 – 20 мм (женские и юношеские).

Первые модели электронных часов имели в своем составе 2 элемента питания и толщину электронного блока 6 – 7,5 мм. В результате совершенствования технических характеристик, снижения энергопотребления, перехода на новую элементную базу, применения более совершенной технологии сборки удалось перейти на питание от одного элемента и снизить толщину электронного блока до 3,5 – 5 мм. А в часах "Электроника 58", где корпус часов используется в качестве сборочного элемента, удалось полностью отказаться от блочной конструкции и уменьшить количество сборочных деталей.

Развитие электронных часов сопровождалось постоянным расширением их функциональных возможностей. Если первая модель наручных часов "Электроника Б6-02" имела всего 2 функции (часы, минуты), то уже через 2 – 3 года выпускались электронные часы (30351, 30350, 30353, 30351А, 18351 и др.), выполняющие 5 – 7 функций (часы, минуты, секунды, месяц, число, день недели, год).

По мере развития электронных цифровых часов в них появились функции секундомера (30354, 30355), будильника (30364, 30355, 29367, 28375 и др.), таймера (30354), звукового указания полного часа (30364, 29367, 30355 и др.), поясного времени (30354, 29361), задатчика ритма и пульсометра ("Электроника 56"), цифровой настройки хода (29366, 29376, 29375,...), автоматического перехода с зимнего времени на летнее и наоборот. В большинстве моделей имеется подсветка для считывания информации в темное время суток, в некоторых – отключение индикатора в целях снижения энергопотребления (30355, 29367, 30354), возможность работы в 12-часовом режиме (18351, 22356, 30353), ускоренная установка информации.

Для выпускаемых в настоящее время моделей характерны современный дизайн, невысокая толщина, малый вес вследствие широкого применения пластмассовых корпусов всевозможных цветов и корпусов из алюминия.

Электронные настольные и автомобильные часы за время своего развития претерпели значительно меньше изменений. Первые их модели ("Электроника Б6-403", "Электроника 2-05") изготавливались с применением накальных индикаторных ламп и имели много дискретных элементов электронной схемы: микросхем, транзисторов, резисторов и т.д.

Современные же модели изготавливаются в основном на люминесцентных или жидкокристаллических индикаторах и

управляются одной большой интегральной схемой. Небольшое число навесных элементов обеспечивает нормальное функционирование микросхемы и индикатора. Большинство из них имеет функции часов, минут, будильник, иногда календарь или секундомер, а некоторые модели и сигнал об окончании каждого часа, музыкальный сигнал, от двух до 14 программ включения звукового сигнала, а также исполнительные схемы для программного управления внешними устройствами (электрическими лампами, радиоаппаратурой и др.).

В настоящее время электронные цифровые часы начинают широко применяться в составе ряда радиотехнических изделий — совместно с радиоприемником, видеомагнитофоном, микрокалькулятором и др., где они обеспечивают программное включение или выключение в заданное время соответствующих устройств.

§ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСОВ

Точность хода — основной параметр, определяемый средним суточным или мгновенным ходом часов.

Средний суточный ход — разность поправок часов в начале первых и в конце n суток, приведенная к суткам:

$$\omega_{ср} = \frac{U_n - U_1}{n},$$

где $\omega_{ср}$ — средний суточный ход, с/сут; U_1 — поправка часов в начале первых суток; U_n — поправка часов в конце n суток (n =4 сут и более).

Мгновенный ход часов — средний ход часов (с/сут), снимаемый на приборе проверки хода часов в течение короткого промежутка времени.

Точность хода определяется стабильностью работы кварцевого резонатора. Дестабилизирующими факторами для кварцевых резонаторов являются воздействие температуры окружающей среды, механических нагрузок, ударов и старение. Ударные нагрузки вызывают необратимый уход частоты. Для их устранения при проектировании конструкции часов предусматривается введение в схему генератора возможности подстройки ухода частоты, что находит применение в большинстве случаев. Дрейф частоты от старения зависит только от времени и направлен в одну сторону, его компенсацию можно предусмотреть за счет коррекции частоты генератора. Труднее с температурным уходом частоты, поскольку температурные воздействия меняют знак с изменением не только внешних климатических условий, но и суточных колебаний, зависящих

от положения часов, – на руке владельца (25 + 30 °С) или вне руки (10 + 40 °С). Известно, что температурная стабильность кварцевых резонаторов растет с повышением их рабочей частоты. С этой точки зрения для обеспечения высокой точности хода часов технически целесообразно применять высокочастотные кварцевые резонаторы. Однако потребление мощности делителем частоты растет почти пропорционально входной частоте. Поэтому для размещения в объеме наручных часов элементов питания, обладающих приемлемым запасом энергии, целесообразно использовать кварцевые резонаторы с более низкой частотой.

Габаритные размеры резонаторов также зависят от их рабочей частоты. Компромиссным решением явилась рабочая частота 32,768 кГц (коэффициент деления делителя 2^{15}). Резонаторы на эту частоту и используют в современных часах.

Настройка часов в производстве осуществляется в температурном диапазоне 25 ± 5 °С, т. е. в диапазоне эксплуатации наручных часов.

Учитывая температурные зависимости кварцевого резонатора и других элементов генератора, средний суточный ход кварцевых часов с резонатором на 32,768 кГц в диапазоне температур 25 ±5 °С принимается равным от ±0,5 с/сут до ±10 с/сут, что практически приемлемо для массового покупателя. Тем более что эта точность на порядок и более выше точности механических хронометров, имеющих средний суточный ход ± 5 – 30 с/сут. Для достижения более высокой точности необходим генератор со схемой термокомпенсации. Однако это значительно увеличивает габаритные размеры часов.

Автономность работы определяется как время, в течение которого часы могут функционировать от одного комплекта элементов питания без их замены. Источником энергии в электронных часах являются малогабаритные ХИТ. Из выпускаемых в настоящее время малогабаритных элементов питания наиболее высокими техническими параметрами обладают серебряно-окисные и литиевые ХИТ, имеющие наиболее высокие ЭДС (1,5 – 3,0 В) и удельную емкость. Широкое их распространение обусловлено приемлемым сочетанием конструктивных и электрических характеристик, позволяющих в свою очередь достичь требуемых конструктивных характеристик часов, а также обеспечить автономность работы последних от 1 до 7 лет.

По сравнению с СЦ-элементами литиевые применяются реже, что обусловлено необходимостью увеличения толщины часов.

В наручных часах могут также использовать марганцево-цинковые и воздушно-цинковые ХИТ. Однако при тех же габа-

ритных размерах, что и СЦ-элементы, они имеют значительно меньшую емкость, поэтому и срок их службы в часах гораздо меньше.

В отдельных случаях увеличения автономности работы добиваются применением систем преобразования и накопления других видов энергии, воздействующих на часы в процессе эксплуатации. В мировой практике известны наручные электронные часы с преобразователем солнечной энергии, а также тепловой энергии, выделяемой человеком. Массовое применение этих источников тока электронных наручных часов сдерживается по причине низкой эффективности систем накопления энергии, а также сложностью и высокой ценой схем преобразования энергии.

Энергия ХИТ в процессе эксплуатации расходуется на саморазряд и питание электронной схемы часов. Саморазряд достигает у серебряно-цинковых элементов 5 – 10 %, у литиевых – 2 – 3 % в год.

Ток потребления электронных часов, в свою очередь, складывается из токов потребления генератора, пересчетной части и индикатора. Для электронно-механических часов ток потребления пересчетной части (колесной системы) определяется той долей мощности двигателя, которая затрачивается на преодоление трения в зубчатом редукторе, а ток потребления индикатора – мощностью двигателя, затрачиваемой на вращение стрелок. В современных моделях электронных часов ток потребления индикатора не превышает 1 мкА. Основная часть мощности расходуется в генераторе часов, делителе и счетчиках. Для часов на жидкокристаллических индикаторах с опорной частотой генератора 32 768 Гц средний ток потребления не превышает 3 – 4 мкА. Это позволяет использовать в таких часах малогабаритные тонкие ХИТ.

Гораздо более тяжелая энергетическая ситуация в часах на светодиодных индикаторах (СДИ). Лучшие современные СДИ для обеспечения достаточной яркости индикатора должны потреблять ток 3 мА/сегмент. С целью экономии энергии управление СДИ в электронных часах за счет использования известной инерционности светоощущения человеческого глаза обычно строится в мультиплексном режиме. Для четырехразрядного индикатора принято выбирать скважность, равную 4. Подсчитано, что включенный четырехразрядный индикатор при импульсном токе 3 мА/сегмент в среднем потребляет ток 15 мА.

Будучи постоянно включенным, он разрядит серебряно-окисный элемент типа 357 в течение 10 – 12 ч. Единственно возможный выход из этой ситуации заключается в том, что

электронные часы на СДИ строятся с индикацией "по вызову", т. е. для определения времени по таким часам требуется включить индикатор. При этом для экономии энергии индикатор автоматически отключается через 1,5 – 2 с после включения. Принято считать, что владелец часов обращается к ним не более 25 раз в сутки. В этом случае при определении только времени часы на СДИ работают в режиме индикации не более 50 с в сутки. Таким образом, эквивалентный средний ток потребления индикатора составит 8 мкА. Считая, что генератор и счетные схемы электронных часов на СДИ потребляют такой же ток, как и электронные часы на ЖКИ, получаем общий средний ток потребления в часах на СДИ 14 – 15 мкА. С учетом обычно имеющейся в часах на светодиодах индикации календаря и секунд средний ток будет равен 18 мкА.

Следовательно, для обеспечения автономности хода не менее 1 года элементы питания в этих часах всегда больших размеров, а значит, и большей емкости.

Конструктивные характеристики определяются габаритами электронного блока. Например, диаметр электронных блоков различных мужских моделей электронных наручных часов (ЭНЧ) преимущественно равен 26 – 30 мм, женских – 18 – 22 мм.

Толщина блоков с функциями часов, календаря, секундомера и элементами типа СЦ-21 составляет 4,0 – 6,5 мм, с ХИТ типа СЦ-30 – 5,5 – 6,5 мм, а в часах с функциями программируемой звуковой сигнализации – 5,5 – 7,5 мм. Применение в часах новой элементной базы – резонаторов РК 110, элементов питания типа СЦ-55, СЦ-57 – позволило в 1,5 – 2 раза уменьшить толщину электронных блоков.

Следует также отметить, что конструктивные характеристики электронного блока не отражают его форму. Действительно, электронный блок, имеющий скосы со стороны крышки часов, позволяет уменьшить толщину корпуса по диаметру, что ведет к снижению общего зрительного восприятия толщины часов.

Несмотря на имеющиеся достижения, задача уменьшения толщины электронного блока часов, в том числе с функциями программируемой звуковой сигнализации, и особенно женских моделей, очень актуальна.

§ 4. КЛАССИФИКАЦИЯ ЧАСОВ

Условное обозначение часов складывается из фирменного названия, обозначения электронного блока и обозначения корпусного оформления часов.

Под электронным блоком понимают конструктивно оформленную электрическую схему часов.

В основу обозначения электронного блока положен его калибр (диаметр), функциональные и дополнительные возможности и основные отличительные особенности.

Для электронных блоков некруглого исполнения за калибр принимают приведенный калибр равновеликого по площади круга, который определяется по формуле

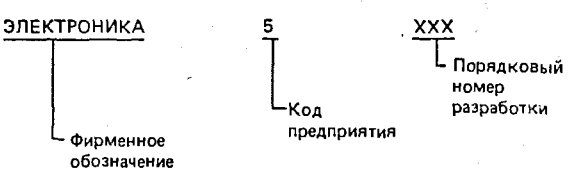
$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}},$$

где S – площадь электронного блока некруглого исполнения (мм).

В настоящее время еще встречаются три системы обозначений электронных часов.

I. Первым моделям часов, разработанным в 1976 – 1979 гг., были присвоены следующие обозначения (сх. 1).

Схема 1



Причем первые модели (202, 203, 204) имели в названии элемент Б6, обозначающий, что часы – изделие культбыта ("Электроника 5 Б6-203").

По этой системе обозначались модели с 202 по 209 ("Электроника 5-207"). При модернизации часов каждой модели прибавлялась одна из прописных букв: А, Б, В, Г ... ("Электроника 5-203А").

II. В 1980 г. обозначение часов было приведено в соответствие с обозначением, действующим в часовой промышленности на механические и электронно-механические часы.

По этой системе каждому типовому электронному блоку наручных, карманных часов и часов-кулонов присваивают пятизначное обозначение. Первые две цифры обозначают калибр электронного блока в миллиметрах, остальные – функциональные и дополнительные возможности, основные отличительные особенности часов. Корпусное оформление состоит из семи знаков и записывается через дробь. Полное обозначение схематически имеет вид (сх. 2):

Схема 2

Обозначение электронного блока в зависимости от функциональных и дополнительных возможностей (порядковый номер разработки) и основных отличительных особенностей устанавливают в интервале цифр от 350 до 400 (табл. 1).

Таблица 1

Обозначение	Функциональные, дополнительные возможности и основные отличительные особенности
350	Индикация часов (часы, минуты, секунды); с ЖКИ
351	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца или день недели); с ЖКИ
352	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); с ЖКИ
353	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели, год); с ЖКИ
354	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация каденларя (число, день недели); секундомер; с ЖКИ
355	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, день недели); секундомер; программируемая звуковая сигнализация; с ЖКИ
356	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца); с ЖКИ
357	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца); таймер; с программируемой звуковой сигнализацией; с ЖКИ

Обозначение	Функциональные, дополнительные возможности и основные отличительные особенности
358	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели, год); указание объединенных по дням недели чисел конкретных месяцев и года (табель-календарь); с ЖКИ
359	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); указание характеристик сердечного ритма человека; с ЖКИ
360	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели, год); с литиевым элементом питания; с ЖКИ
361	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, день недели); вычисление времени двух часовых поясов; программируемая звуковая сигнализация; цифровая настройка хода; с ЖКИ
362	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); секундомер; программируемая звуковая сигнализация; с ЖКИ
363	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число с учетом високосных лет и количества дней в соответствующем месяце, порядковый номер месяца, день недели); вычисление времени двух часовых поясов; программируемая звуковая сигнализация; с ЖКИ
364	Индикация часов (часы, минуты, секунды); программируемая звуковая сигнализация; с ЖКИ
365	Индикация часов (часы, минуты, секунды); программируемая звуковая однотонная и музыкальная сигнализация; с ЖКИ
366	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); цифровая настройка хода часов; с ЖКИ
367	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); секундомер; программируемая звуковая однотональная и музыкальная сигнализация; с ЖКИ
368	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца); программируемая звуковая сигнализация; с ЖКИ
369	Индикация часов (часы, минуты, секунды); индикация календаря (число, порядковый номер месяца, день недели); цифровая настройка хода часов; с СДИ

Обозначение корпусного оформления часов приведено в табл. 2.

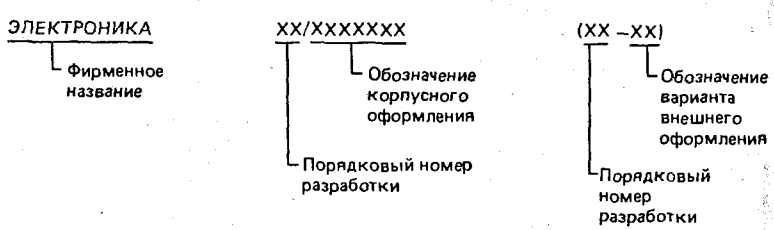
Таблица 2

Обозначение	Материал, вид покрытия и другие виды отделки корпуса
0	Анодирование с электрическим окрашиванием
1	Хромирование
2	Золото
3	Золочение
4	Нержавеющая сталь и другие металлы без покрытия
5	Пластмасса
...	...
9	Нитрид титана

Например, обозначение "Электроника 5-18351А/0231105-01" расшифровывается следующим образом: 18 – диаметр электронного блока; 351 – функциональные возможности (см. табл. 1); А – первая модернизация; 023 – номер корпуса; 1 – материал, из которого изготовлен корпус или вид покрытия (см. табл. 2); 105 – номер стекла; 01 – вариант оформления стекла.

III. Обозначение часов, которое введено с 1985 г., состоит из фирменного названия, обозначения порядкового номера разработки (условное обозначение) и обозначения корпусного оформления (через дробь). Вместо семизначного обозначения корпусного оформления в торговом названии может быть через дефис указан порядковый номер варианта внешнего оформления в интервале от 01 до 99 (см. 3).

Схема 3



Обозначение порядкового номера разработки, соответствующее конкретному обозначению электронного блока, устанавливают в интервале цифр от 01 до 99;

от 01 до 49 – для настольных, напольных, настенных часов;

от 50 до 89 – для наручных, карманных часов и часов-кулонов;

от 90 до 99 – для автомобильных часов.

Обозначения порядкового номера варианта внешнего оформления часов устанавливают в интервале цифр от 01 до 99 для каждого номера разработки.

Модернизированным моделям часов присваивают дополнительно к торговому названию основной модели одну из прописных букв русского алфавита.

Все вышесказанное можно проиллюстрировать следующими примерами: "Электроника 50-01", "Электроника 62-10", "Электроника 51А-03" (наручные часы); "Электроника 01-01", "Электроника 12-04", "Электроника 13В-03" (настольные часы); "Электроника 91-01", "Электроника 93Д-02" (автомобильные часы).

Однако торговое обозначение не несет информации о часах в части их функциональных возможностей, материала корпуса, вида покрытия корпуса. В связи с этим предусмотрена расшифровка 1-й и 2-й частей торгового названия часов. В паспорте на часы после торгового названия в скобках будет указано обозначение конструктивного исполнения часов и через дробь расширенное обозначение внешнего оформления часов. Например, часы наручные электронные "Электроника 50-01" (20351/1345120), где 20 – диаметр электронного блока, 351 – функциональные возможности электронного блока (см. табл. 1), 134 – обозначение варианта корпуса, 5 – обозначение материала корпуса (см. табл. 2), 120 – обозначение варианта маски.

Контрольные вопросы

1. В чем преимущество часов на ЖКИ по сравнению с часами на светодиодных индикаторах? **2.** В результате чего удалось добиться снижения толщины электронных часов? **3.** С чем связан уход частоты кварцевого генератора и какими путями он компенсируется? **4.** От чего зависит автономность работы электронных часов? **5.** Как расшифровать обозначения часов: "Электроника 5-30353А", "Электроника 52-03А"?

Камчатская обл. библиотека
ИНВ. № 969019

ГЛАВА 2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

§ 5. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Металлы — светлые вещества, обладающие характерным металлическим блеском и пластичностью. Все металлы имеют относительно высокую тепло- и электропроводность, причем их электропроводность уменьшается с ростом температуры. Характеристики и свойства металлов определяются строением их атомов.

Атомы металлов, несмотря на их малые размеры, неоднородны. Каждый атом состоит из положительно заряженного тяжелого ядра, расположенного в центре, и окружающих ядро отрицательно заряженных *электронов.* Число электронов равно порядковому номеру элемента в таблице Д.И. Менделеева. В ядре атома находятся положительно заряженные элементарные частицы, называемые *протонами.* Количество протонов равно количеству окружающих ядро электронов. Кроме протонов в ядре находятся тяжелые электрически нейтральные элементарные частицы, называемые *нейтронами.*

Масса электрона в 1840 раз меньше массы протона или нейтрона. Почти вся масса атома сосредоточена в его ядре. Электроны быстро вращаются вокруг ядра. Внешние, так называемые валентные, электроны у всех металлов относительно слабо связаны с ядром. Металлы легко отдают валентные электроны, вступая в химические реакции с неметаллами, а также при приложении небольшой разности электрических потенциалов. Слабой связью валентных электронов с ядром и объясняются характерные металлические свойства.

К металлам относится около $^3/_4$ всех химических элементов.

При комнатной температуре все металлы, кроме ртути, представляют собой твердые тела, имеющие кристаллическое

строение. Для кристаллов характерно строго определенное расположение в пространстве атомов, образующих кристаллическую решетку.

Металлы имеют кристаллические решетки различных типов. Каждая кристаллическая решетка может быть охарактеризована элементарной кристаллической ячейкой — наименьшим комплексом атомов, повторяя который многократно, можно построить весь кристалл. У металлов чаще всего встречаются три типа элементарных кристаллических ячеек: объемно центрированная кубическая, гранецентрированная кубическая и гексагональная плотноупакованная.

В кубической объемно центрированной решетке (рис. 1, *а*) восемь атомов располагаются по вертикали и один в центре куба, на пересечении диагоналей. Объемно центрированную решетку имеют кристаллы железа (при комнатной температуре), хрома, вольфрама, молибдена, ванадия и многих других металлов. Эта решетка характеризуется всего одним параметром — расстоянием между центрами двух атомов, расположенных по одному ребру (*а*).

Многие металлы, используемые в технике, имеют гранецентрированную кубическую решетку (рис. 1, *б*). В элементарной ячейке гранецентрированного куба ионы расположены по вертикали куба и в центре каждой грани (на пересечении ее диагоналей). Центр куба (пересечение диагоналей куба) остается свободным. Такую решетку имеют кристаллы меди, никеля, алюминия, свинца, серебра и некоторых других металлов. Гранецентрированная решетка также характеризуется одним параметром — длиной ребра куба (*а*).

Элементарная ячейка гексагональной плотноупакованной решетки (рис. 1, *в*) представляет собой шестигранную призму,

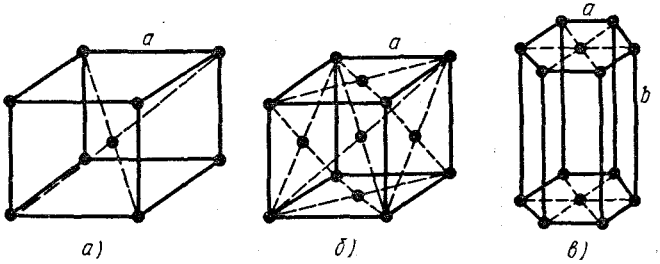


Рис. 1. Кристаллические решетки металлов:
а — кубическая объемно центрированная, *б* — кубическая гранецентрированная, *в* — гексагональная плотноупакованная

по основаниям которой расположены правильные шестиугольники. По вершинам шестиугольников и в их центрах находятся атомы. Кроме того, посередине между основаниями вклинивается правильный треугольник с атомами по вершинам. Такую решетку имеют титан, кобальт, цинк, магний и некоторые другие металлы. Гексагональная решетка характеризуется двумя параметрами: длиной ребра шестиугольника (a) и высотой призмы ($в$).

Сила, приложенная к металлу, вызывает деформацию. Деформация может быть упругой, исчезающей после снятия нагрузок, и пластической, остающейся после снятия нагрузок. Если сила, приложенная к металлу, будет достаточно большой и вызовет смещение ряда атомов, расположенных в данной плоскости, на целый параметр решетки, то сдвинутый ряд атомов будет снова находиться в устойчивом состоянии. Вслед за ионами сместятся электроны. Сила взаимодействия между рядами атомов не будет нарушена. Произойдет остаточная деформация кристаллов без разрушения металла. Поэтому все металлы пластичны.

Совсем по-другому происходит сдвиг в кристалле с неметаллическим характером связи. Рассмотрим это на примере кристалла поваренной соли, представляющем собой химическое соединение NaCl. В этом кристалле имеются положительно заряженные ионы натрия и отрицательно заряженные ионы хлора. Характер взаимодействия между ионами электростатический. Ближайшими соседями положительно заряженного иона натрия являются отрицательно заряженные ионы хлора, и наоборот. Если увеличить приложенную силу для того, чтобы сдвинуть верхний ряд атомов относительно нижнего на целый параметр, то в этом случае после сдвига одноименные ионы окажутся друг против друга. Как известно, одноименные ионы отталкиваются, в результате по линии сдвига обрауется трещина.

Причина высокой электропроводности металлов заключается в слабой связи электронов с положительно заряженным ядром. Достаточно приложить небольшую разность электрических потенциалов к концам металлического тела, чтобы вызвать перемещение электронов – электрический ток.

Рассмотрим причины высокой теплопроводности металлов. Атомы в узлах кристаллической решетки совершают колебательные движения. Средняя амплитуда этих колебаний определяет температуру металла. Чем выше температура, тем больше средняя амплитуда колебаний. В неметаллах в передаче тепловой энергии от одного участка к другому принимают участие только ионы. В металлах, кроме ионов, в процессе передачи

тепла участвуют также легкоподвижные электроны. Поэтому скорость передачи тепла в металлах значительно выше, чем в неметаллах.

Кристаллы металлов имеют небольшие размеры. Поэтому металлические изделия состоят из большого числа кристаллов. Например, в 1 $см^3$ стального проката содержатся десятки тысяч кристаллов. Все они произвольно ориентированы. Хотя у каждого кристаллика свойства зависят от напряжения, у металлического изделия в целом свойства в любом направлении одинаковы. В любом направлении оказывается приблизительно равное количество кристаллов, ориентированных вдоль этого направления осями наибольшей и наименьшей прочности, тепло- и электропроводности и т.д.

Для научных целей путем весьма медленного охлаждения можно получить очень крупные кристаллы металла, весящие десятки и сотни граммов. Кусок металла, представляющий собой один кристалл, называется *монокристаллом.*

Металлическое изделие с произвольным расположением зерен называется *квазиизотропным.*

В некоторых случаях при помощи пластической деформации и последующей термической обработки добиваются преимущественной ориентации кристаллов во всем металлическом изделии. Например, получив в трансформаторной стали определенную преимущественную ориентацию зерен, можно добиться снижения потерь при перемагничивании стального набора трансформатора.

Как уже отмечалось выше, металл состоит из большого числа кристаллов неправильной формы – зерен. Границы между отдельными зернами чистого металла служат местами скопления дефектов строения кристаллической решетки. При переходе от одного зерна металла к другому меняется направление кристаллической решетки. По границе между зернами имеется слой из атомов, принадлежащих частично кристаллической решетке одного зерна, частично решетке другого. Причем чем больше разница в ориентировке соседних зерен, тем больше несовершенств по границе между ними. Атомы примесей в чистых металлах стремятся расположиться преимущественно по границам зерен, где кристаллическая решетка уже имеет несовершенства строения и где появление инородного атома вызывает меньшие дополнительные искажения.

Металлические сплавы – вещества, получаемые сплавлением двух или более элементов, обладающие характерными металлическими свойствами. Металлические сплавы получают сплавлением двух различных металлов или металлов с неметалла-

ми при преимущественном содержании металлов. Строение сплавов сложнее, чем чистых металлов.

В технике металлические сплавы применяют шире, чем чистые металлы. Сплавы часто обладают ценными механическими, технологическими, электрическими, магнитными и другими свойствами, которыми не обладают чистые металлы. В жидком состоянии большинство металлов растворяются друг в друге в любых пропорциях. В технике сплавы получают путем взаимного растворения их составляющих в жидком состоянии. При кристаллизации в процессе последующего охлаждения получаются твердые сплавы. Но из этого правила есть исключения. Например, жидкий свинец почти не растворяется в жидкой меди и в жидком железе. Не растворяются друг в друге в жидком состоянии металлы с большой разницей в объемах атомов и температурах плавления.

При кристаллизации жидкого сплава могут получаться твердые металлические сплавы с различным строением.

Механическая смесь двух чистых металлов А и В получается в том случае, когда в процессе кристаллизации сплава из жидкого состояния разнородные атомы не входят в общую кристаллическую решетку. В механической смеси каждый металл образует самостоятельные кристаллы. Кристаллы каждого из металлов, находящиеся в этом сплаве, обладают теми же строением и свойствами, которыми они обладают в куске чистого металла.

Твердый раствор – сплав, у которого атомы растворимого элемента размещены в кристаллической решетке растворителя. В кристаллах твердого раствора существует только один тип кристаллической решетки. Растворителем является тот элемент, кристаллическую решетку которого имеет твердый раствор. Растворимый элемент имеет твердый раствор. Растворимый элемент может либо замещать элемент-растворитель в узлах кристаллической решетки, либо располагаться в междоузлиях.

Все металлы растворяются друг в друге в твердом состоянии. Большинство металлов может растворяться друг в друге только до определенных пределов. Например, олово может растворяться в свинце в количестве не более 19,5 % по весу, а свинец в олове – до 2,6 %. Если твердый раствор двух металлов может существовать только в определенных пределах концентраций, то такой раствор называют ограниченным. Некоторые пары металлов способны давать твердые растворы при любом соотношении между компонентами, образующими сплав. Такие твердые растворы называют неограниченными.

Атомы металлов отличаются размерами и свойствами.

Когда часть узлов в кристаллической решетке металла-растворителя занимают атомы растворимого металла, происходит искажение кристаллической решетки. В этом и заключается причина ограниченной растворимости. Когда искажения кристаллической решетки достигнут очень большой величины, решетка становится неустойчивой и наступает предел растворимости.

Непременным условием неограниченной растворимости является одинаковый тип кристаллической решетки обоих металлов. Но даже металлы, имеющие одинаковый тип кристаллической решетки, близкие размеры и свойства, не всегда образуют твердые растворы с неограниченной растворимостью.

Химические соединения металлы образуют как с металлами, так и с неметаллами. Химическое соединение характеризуется определенной температурой плавления, скачкообразным изменением свойств при изменении состава.

Химические соединения металлов с неметаллами образуются при строго определенных соотношениях входящих в них элементов, соответствующих нормальным валентностям. Атомы металлов в таких соединениях отдают свои валентные электроны неметаллам. Химические соединения металлов с неметаллами не обладают металлическими свойствами.

Химические соединения между двумя металлами или металлом и элементом со свойствами, переходными между металлом и неметаллом, обладают металлическими свойствами. Химические соединения дают металлы, далеко стоящие друг от друга в периодической таблице элементов Д.И. Менделеева и сильно отличающиеся по своим свойствам. Металлические свойства у химических соединений выражены слабее, чем у чистых металлов и твердых растворов. Химические соединения обладают повышенной твердостью и пониженной пластичностью.

§ 6. ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

Чугун и углеродистая сталь являются наиболее распространенными среди железоуглеродистых сплавов.

Чугуном называется сплав железа с углеродом, содержащий более 2 % углерода. Наибольшее распространение получили чугуны с содержанием углерода от 2,8 до 3,5 %. Кроме углерода в чугунах содержатся кремний и марганец, а также вредные примеси – сера и фосфор.

Чугуны могут быть белыми, серыми, ковкими и высокопрочными. Отличительной особенностью каждой группы чугунов является химическое состояние углерода (связан в цементит или свободен) и форма графитных включений.

В белом чугуне весь углерод находится в химически связанном состоянии в виде цементита. Он очень тверд, практически не поддается обработке резанием, в связи с чем его применение весьма ограничено.

В сером чугуне весь углерод или значительная его часть находится в свободном состоянии в виде графита. Он обладает более низкой температурой плавления, чем углеродистая сталь, лучше заполняет формы сложной конфигурации благодаря высокой жидкотекучести. Хорошо поддается обработке резанием.

В ковком чугуне углерод полностью или частично входит в состав включений углерода отжига. Получается путем термической обработки белого чугуна. Является хорошим заменителем стального фасонного литья.

В высокопрочном чугуне углерод образует шаровидные включения графита, которые в меньшей степени, чем включения любой формы, ослабляют металлическую основу, и прочность чугуна получается высокой. При шаровидной форме графита серый чугун обалает пластичностью и ударной вязкостью более высокой, чем у лучших перлитных чугунов с чешуйчатым графитом. В высокопрочном чугуне сочетаются высокие механические свойства стали и технологические качества серого чугуна. Литейные свойства его высоки, он легче обрабатывается резанием.

Углеродистые стали – это сплавы железа с углеродом, содержащие углерода до 2 %. Кроме углерода эти стали содержат до 0,8 % марганца, до 0,4 кремния, а также до 0,05 серы и до 0,045 % фосфора.

Широкое применение находят низкоуглеродистые стали, содержащие до 0,25 % углерода. Они хорошо поддаются обработке давлением, гибке и правке в горячем и холодном состоянии, хорошо свариваются. Кроме того, они обладают удовлетворительными механическими свойствами: хорошо воспринимают динамические нагрузки, достаточно прочны при температурах до 450 °С. Эти стали самые дешевые и наименее дефицитные.

Способы выплавки стали оказывают существенное влияние на механические свойства и качество готовых изделий.

Основная часть стали выплавляется в мартеновских печах.

Продувкой в бессемеровском конвертере получают углеродистую сталь с содержанием углерода до 0,5 %. При одинаковом содержании углерода бессемеровская сталь имеет более высокую прочность и твердость, чем мартеновская, так как в бессемеровской стали содержится повышенное количество растворенных азота и фосфора – элементов, упрочняющих сталь, но делающих ее одновременно и более хрупкой. Применение

кислородного дутья в конвертерах значительно ослабляет этот недостаток конвертерной стали. Сталь, полученная в конвертерах с кислородным дутьем и основной футеровкой, приближается по своим свойствам к мартеновской.

Кроме способа выплавки на свойства стали большое влияние оказывает способ раскисления, по которому стали делятся на спокойные, полуспокойные и кипящие.

По назначению углеродистые стали разделяются на конструкционные и инструментальные. Конструкционные стали, в свою очередь, делят на строительные и машиностроительные.

Строительные стали с содержанием углерода до 0,25 % хорошо свариваются, хорошо деформируются в горячем и холодном состоянии, но прочность их относительно невысока.

Машиностроительные стали прочнее строительных и могут подвергаться закалке с высоким отпуском, в результате чего улучшаются их механические свойства. Однако эти стали хуже свариваются и плохо поддаются деформации в холодном состоянии.

Инструментальные стали содержат от 0,7 до 1,4 % углерода.

Углеродистые стали бывают обыкновенного качества, качественные и высококачественные.

§ 7. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Железо, чугун и сталь представляют собой черные металлы. Все остальные металлы и сплавы относятся к цветным. В мировой добыче черные металлы составляют около 90 %. Цветные металлы и сплавы дороже черных, технология их добычи сложнее. Однако многие цветные металлы и сплавы обладают особо ценными свойствами: высокой электро- и теплопроводностью, коррозийной стойкостью и т.д.

Из всех цветных металлов в технике наиболее часто применяют медь и алюминий.

Чистая медь обладает рядом ценных технических свойств. Ее электропроводность несколько ниже, чем у серебра, но выше, чем у всех остальных металлов. Удельное электросопротивление – 0,01724 Ом . мм^2. Имеет высокую теплопроводность. Широко используется в электротехнике для изготовления проводников тока, а также в тех случаях, когда требуется очень высокая теплопроводность.

Все примеси, кроме бериллия, ухудшают электропроводность меди, но особенно сильно – железо, мышьяк, кремний, фосфор. Элементы, обладающие полной растворимостью в меди и слабо искажающие ее решетку, в значительно меньшей степени снижают ее электропроводность.

Медь весьма устойчива против атмосферной коррозии и почти не подвергается коррозии в пресной воде, отличается хорошей коррозионной стойкостью во многих средах.

В то же время медь имеет небольшую механическую прочность, она подвержена ползучести при комнатной температуре. Существует пять марок меди: М0, М1, М2, М3, М4. Чем больше цифра в марке меди, тем больше в ней примесей. Наиболее чистую электролитическую медь марки М0, содержащую 99,95 % меди, применяют для изготовления проводников тока и сплавов высокой чистоты.

Сплавы меди прочнее чистой меди, поэтому их часто применяют в технике.

Латунь – медный сплав, в котором преобладающим компонентом является цинк. Кроме меди и цинка, латуни могут иногда содержать небольшие примеси других элементов. Марки латуни начинаются с буквы Л. За буквой следуют цифры, указывающие содержание меди (наиболее дорогого и дефицитного компонентного сплава). Если кроме меди и цинка латунь содержит примеси других элементов, то за буквой Л следует буква, принятая для условного обозначения примеси. В этом случае после цифры, указывающей содержание меди, через дефис следует цифра, указывающая содержание примеси. Принято все элементы обозначать русскими буквами: О – олово; С – свинец; Ж – железо; Мц – марганец; Н – никель; К – кремний; А – алюминий; Ф – фосфор. Например, ЛМцА 57-3-1 – латунь с содержанием 57 % меди, 3 % марганца и 1 % алюминия, а остальное цинк.

Коррозионная стойкость латуни определяется главным образом защитными свойствами оксидной пленки, образующейся на поверхности латуни. Такая пленка обладает малыми эластичностью и прочностью, на ее создание требуется время. Высокую коррозионную стойкость имеет латунь с присадкой 5 % никеля.

В часовой промышленности из латуни марок ЛС59-1 изготавливают корпуса часов с последующим покрытием различными сплавами.

Бронзы – сплавы меди, в которых основным легирующим компонентом является любой металл, кроме цинка. Цинк также может входить в состав бронз, но в них он не является основным легирующим элементом. Содержание цинка в бронзах относительно невелико. Его вводят для удешевления.

Большинство бронз обладает хорошими литейными свойствами и хорошо обрабатывается резанием.

Обозначения марок бронз начинаются буквами Бр. Далее

следуют буквы, соответствующие легирующим элементам бронзы. Цифры указывают содержание этих элементов в процентах. Например, БрС40 содержит 40 % свинца, а БрОФ6,5-0,25 – 6,5 % олова и 0,25 % фосфора. Фосфор вводят в состав бронзы для улучшения антифрикционных свойств, так как он образует твердые включения.

Бронзы служат хорошим материалом для литых корпусов мелкой арматуры. В качестве арматурных применяют бронзы с добавками цинка, свинца, олова. Цинк в количестве 4 – 6 % растворяется в меди. В оловянистой бронзе в присутствии цинка повышаются твердость и износостойкость. Свинец образует самостоятельные включения и улучшает обрабатываемость резанием.

Для изделий, соприкасающихся с морской водой, применяют Бр ОЦСН3-7-5-1.

Алюминиевые бронзы применяют в качестве коррозионно-устойчивого материала для изготовления деталей, соприкасающихся со слабой серной кислотой, органическими кислотами и растворами солей. Наличие железа, никеля и марганца придает бронзе повышенные механические свойства и позволяет термически уплотнять ее.

Наибольшей прочностью из всех бронз обладает бериллиевая бронза БрБ2, содержащая около 2 % бериллия. Бронзу применяют в закаленном и состаренном состоянии. Бериллий при комнатной температуре растворяется до 0,2 %, но с повышением температуры растворимость его резко возрастает. Бронзу закаливают при 780 – 800 °С. Получается пересыщенный твердый раствор.

Бериллиевая бронза хорошо поддается прокатке, хорошо сваривается и обрабатывается резанием. Коррозионная стойкость высокая. Ее применяют для изготовления токоведущих пружинящих контактов, мембран и т.д. Бронза относительно дорога ввиду высокой стоимости бериллия.

Нейзильбер – сплав меди с никелем и цинком. Содержит около 15 % никеля и 20 % цинка. Маркируется как МНЦ15-20. Применяется в виде лент.

Алюминий – серебристо-белый металл с матовым оттенком. Удельный вес 2,7 г/см^3. Температура плавления 660 °С.

Чистый алюминий применяют в электротехнике для изготовления проводников тока. Теплопроводность и электропроводность алюминия несколько ниже, чем у чистой меди. Все примеси ухудшают тепло- и электропроводность алюминия.

Коррозионная стойкость чистого алюминия высокая бла-

годаря защитной пленке окисла. Алюминий стоек в атмосферных условиях и под воздействием концентрированной азотной кислоты, но легко разрушается соляной, серной кислотами и щелочами. Чем чище алюминий, тем выше его коррозионная стойкость.

Алюминий допускает глубокую вытяжку, хорошо сваривается газовой и контактной сваркой. Резанием обрабатывается хуже латуни.

Существует десять марок чистого алюминия. Марки алюминия высокой чистоты начинают с букв АВ. Для производства корпусов часов используется АВ4. Чем больше нулей в марке, тем чище алюминий. Алюминий высокой чистоты применяют для изготовления фольги, идущей на электрические конденсаторы и для других целей. Токоведущие детали изготавливают из алюминия А000, А00.

Основная масса алюминия расходуется на производство алюминиевых сплавов. Для этого применяют алюминий марок А1, А2, А3. Все алюминиевые сплавы в зависимости от того, каким способом получают из них детали и изделия, относят к деформируемым или литейным.

Деформируемые сплавы — сплавы, подвергающиеся обработке давлением на прессах, в штампах или на прокатных станках. Среди них особенно широко распространены высокопрочные сплавы — **дуралюмины**, применяемые в тех областях техники, где требуются малый удельный вес, хорошая обрабатываемость давлением и высокие механические свойства. Упрочение дуралюминов получается за счет легирования медью и магнием. Для повышения коррозионной стойкости в них вводят марганец. Прочность дуралюминов в 4 — 5 раз выше, чем у чистого алюминия.

Марки дуралюминов начинаются с буквы Д, за которой следует кодирующая цифра, определяющая химический состав. Высокопрочный дуралюмин маркируют Д16.

Для повышения коррозионной стойкости дуралюмин с двух сторон покрывают листами чистого алюминия и несколько раз прокатывают при 450 °С. Алюминий образует слой толщиной 3 — 5 % от толщины листа на каждую сторону. В процессе прокатки дуралюмин и чистый алюминий прочно свариваются. За счет диффузии образуется переходный слой промежуточного состава. Коррозионная стойкость такого дуралюмина, как у чистого алюминия.

Для повышения механических свойств дуралюмин подвергается термической обработке, состоящей из закалки с последующим старением.

Силумины – сплавы алюминия с кремнием, добавляемым в количестве от 4 до 13 %. Для повышения прочности в некоторые силумины вводят медь, магний и другие элементы. В начале марки алюминиевого литейного сплава пишут буквы АЛ; за буквами следует кодирующая цифра, определяющая химический состав сплава.

Титан по мировым запасам руды занимает четвертое место после алюминия, железа и магния. Но ввиду трудности получения металлического титана из руд в технике его стали применять недавно. Температура плавления чистого титана 1660 °С. Титан имеет относительно небольшой удельный вес – 4,5 г/см^3. Он обладает высокой химической стойкостью в атмосферных условиях, морской воде, во многих кислотах и щелочах. Коррозионная стойкость его выше, чем у нержавеющей стали. При небольшом удельном весе титановые сплавы почти не уступают сталям по прочности.

Технический титан ВТ1 содержит 99,2 % титана. Основные примеси: до 0,3 % железа, до 0,1 % углерода, до 0,15 % кислорода и азота. Титан ВТ1 хорошо обрабатывается давлением в горячем состоянии, допускает штамповку из листа деталей несложной формы в холодном состоянии. Хорошо сваривается, удовлетворительно обрабатывается резанием. Технический титан применяют для конструкций с рабочей температурой до 300 – 350 °С.

Для повышения прочности в титан добавляют хром, алюминий, ванадий и молибден.

По мере совершенствования технологии производства титан и его сплавы будут все шире применяться во многих отраслях промышленности.

§ 8. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ В ЧАСОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозия – разрушение металла вследствие химического или электрохимического взаимодействия его с внешней средой.

Различают два основных типа коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия возникает из-за химического взаимодействия металлов со средой, не являющейся проводником электрического тока. При этом виде коррозии металлы вступают в химическое взаимодействие с активными веществами внешней среды, чаще всего с кислородом. В результате на поверхности металла образуется пленка из продуктов коррозии (окисная) и металл начинает разрушаться. Скорость химичес-

кой коррозии зависит от свойств образующейся окисной пленки: ее плотности и прочности связи с поверхностью металла.

Электрохимическая коррозия возникает при воздействии на металл электролитов, т. е. жидкостей, проводящих электрический ток. Электрохимическая коррозия является наиболее распространенным видом коррозии. Она сопровождается возникновением не только химических, но и электрических процессов, которые протекают аналогично процессам, происходящим в гальваническом элементе.

Для защиты металлов от коррозии применяются следующие методы.

1. Изготовление специальных антикоррозионных сплавов путем легирования их элементами, повышающими коррозионную стойкость, и подбор металлических материалов, устойчивых в данной среде.

2. *Электрохимическая* (протекторная) защита. Этот метод основан на том, что при контакте двух различных металлов в электролите металл с более низким электродным потенциалом разрушается, защищая от разрушения металл с более высоким потенциалом. Металл, который, разрушаясь, защищает от коррозии другой металл, называется протектором.

3. Защита обработкой коррозионной среды путем удаления из нее веществ, опасных в коррозионном отношении (например, удаление кислорода из воды предварительным нагреванием ее при пониженном давлении), или введением в состав внешней среды специальных веществ, *являющихся замедлителями* (ингибиторами) коррозии.

4. Применение металлических и неметаллических защитных покрытий, изолирующих металл от воздействия на него внешней среды.

Защита металлическими покрытиями состоит в нанесении на поверхность металлических изделий защитных слоев из металлов, обладающих обычно более высокой коррозионной стойкостью, чем основной металл.

По способу нанесения различают электролитическое, плакирующее, металлизационное, диффузионное и горячее покрытия. Металлические защитные покрытия широко применяются на практике.

К неметаллическим покрытиям относятся лакокрасочные покрытия, эмали, смазки, окисные защитные пленки, покрытия полимерами.

Лакокрасочные покрытия являются наиболее широко распространенным способом защиты металлов от коррозии. Они дешевле металлических покрытий, но уступают им по проч-

ности. Для надежной защиты металлов от коррозии лакокрасочная пленка должна быть сплошной, прочной, водонепроницаемой, эластичной.

§ 9. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К полупроводниковым обычно относят материалы, удельное сопротивление которых при комнатной температуре составляет $10^{-3} - 10^{8}$ Ом · см. По величине удельного сопротивления они занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. Количество полупроводниковых материалов, известных в настоящее время, далеко превышает число металлов и диэлектриков. К основным полупроводниковым материалам относят германий (Ge), кремний (Si), селен (Se), интерметаллические соединения (GaAs), окислы и другие химические соединения.

В отличие от чистых металлов сопротивление чистых полупроводников с ростом температуры не увеличивается, как у металлов, а уменьшается. Проводимость полупроводниковых материалов зависит от количества и природы вводимых примесей, а также от воздействия электрического и магнитного полей, света и других факторов. При введении в германий 0,001 % примеси его проводимость увеличивается в десять тысяч раз.

Полупроводники представляют собой кристаллы с регулярной структурой. Кристаллическое твердое тело – это единая система атомов, связанных между собой валентными связями. Каждый электрон, входящий в состав атома, обладает определенной энергией (находится на определенном энергетическом уровне). Совокупность уровней образует *энергетический спектр* электронов атома. Перемещение электрона с более низкого уровня на более высокий происходит в том случае, если ему сообщается дополнительная энергия извне. Обратное перемещение электрона сопровождается потерей им энергии. Электроны стремятся занять уровни с наименьшей энергией. Поэтому нижние уровни заполнены электронами, а верхний пуст. Такое состояние атома называют *невозбужденным.*

При сближении атомов в кристалле энергетические уровни электронов атома расщепляются на полосу энергетических уровней (зону). Энергетические зоны разделены промежутком, не содержащим энергетических состояний, называемым *зоной запрещенных уровней,* или *запрещенной зоной.* Запрещенные зоны соответствуют таким значениям энергии, которыми электрон не может обладать в кристаллической решетке.

Это является следствием дискретности энергетических состояний в атоме.

При сближении атомов в первую очередь расщепляются энергетические уровни с *большей энергией, образуя зону возбуждения,* или *зону проводимости.* При дальнейшем уменьшении расстояния между атомами происходит расщепление уровней валентных электронов, образующих *валентную зону.*

Валентная зона и зона проводимости представляют наибольший интерес, так как от энергетического состояния электронов в этих зонах зависят электрические свойства тел. В соответствии с взаимным расположением этих зон твердые тела условно делят на металлы (проводники), полупроводники и диэлектрики (непроводники).

У металлов валентная зона и зона проводимости перекрываются при междуатомных расстояниях, равных периоду кристаллической решетки. Запрещенная зона у них отсутствует, т. е. все валентные электроны участвуют в проводимости.

У полупроводников заполненная валентная зона отделена от зоны проводимости небольшой запрещенной эоной 0,5 — 3 эВ. За счет энергии, полученной извне (электрическое поле, свет и др.), электроны валентной зоны могут преодолеть запрещенную зону и частично заполнить зону проводимости, обеспечив небольшую электропроводность материалу.

В диэлектриках ширина запрещенной зоны велика (> 3 эВ), поэтому внешними воздействиями нельзя сообщить электрону энергию, соответствующую зоне проводимости. Валентная зона у них целиком заполнена, в зоне проводимости электроны отсутствуют. Электропроводность таких веществ практически равна нулю.

Рассмотрим механизм электропроводности в чистом кристалле кремния. При нагреве полупроводника вследствие теплового возбуждения один из электронов может получить энергию выше энергии запрещенной зоны. Этот электрон переходит в зону проводимости, где энергия электрона может изменяться под воздействием сил электрического поля. Вследствие этого возможно направленное перемещение его в электрическом поле. Поэтому переход электрона в зону проводимости означает появление *электронной электропроводности, или n-электропроводности.*

Одновременно с появлением электрона в зоне проводимости в валентной зоне возникает незаполненная связь вблизи того атома, от которого ушел электрон. Ее называют *дыркой.*

С уходом электрона из валентной связи появляется свободное место, которое может быть занято одним из валентных

электронов соседних связей. Переход электрона из соседней связи соответствует перемещению дырки в обратном направлении. Движение дырки есть поочередная ионизация неподвижных атомов.

Как уже говорилось, наличие электронов в зоне проводимости приводит к появлению электронной электропроводности, а наличие дырок вызывает появление *дырочной электропроводности.* Суммарную электропроводность в химически чистом полупроводнике называют *собственной электропроводностью.*

Необходимо отметить, что процесс образования электронов и дырок является обратимым. Свободный электрон может возвратиться при определенных условиях в нарушенную связь, т. е. перейти из зоны проводимости в валентную зону, заполняя в ней один из свободных уровней. Переход сопровождается выделением энергии. Этот процесс называют *рекомбинацией.*

При отсутствии внешнего электрического поля электроны и дырки в кристалле совершают хаотическое тепловое движение. Если же к кристаллу приложить напряжение, то носители заряда будут перемещаться направленно. Такое движение их называют *дрейфом.* Дрейф электронов создает дрейфовый ток.

Как отмечалось выше, на процесс образования носителей заряда большое влияние оказывает наличие атомов примесей. Примеси в кристалле полупроводника ведут себя двояко: они либо отдают свой электрон, либо захватывают электрон из решетки основного кристалла, создавая тем самым избыток электронов или дырок.

Если концентрация электронов существенно превышает концентрацию дырок, то можно считать, что в данном кристалле основными носителями заряда являются электроны.

Такие полупроводники называют *электронными,* или *n-полупроводниками.* Атомы же примеси, поставляющие электроны в зону проводимости, называют *донорами.*

Атомы примеси, захватывающие электроны из валентной зоны полупроводника, называют *акцепторами.* Энергию, необходимую для переброса электрона из валентной зоны на уровень примеси, называют *энергией активации акцепторной примеси.*

В полупроводнике с акцепторной примесью основными носителями заряда являются дырки, неосновными — электроны. Полупроводники с такими примесями называют *дырочными,* или *p-полупроводниками.*

Иногда примесные полупроводники содержат как доноры, так и акцепторы. У таких полупроводников характер проводимости зависит от разности концентраций доноров и акцепторов.

§ 10. ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

Термин **жидкий кристалл** (ЖК) впервые ввел в 1889 г. немецкий физик О. Леманн. Он обнаружил, что в определенном диапазоне температур некоторые вещества обладают аномальными свойствами – текучестью жидкого материала и одновременно их молекулы сохраняют определенный порядок расположения, который встречается в твердых кристаллических веществах. При этом вещество обладает оптической анизотропией. В дальнейшем было установлено, что ЖК-состояние встречается примерно у одного из 200 органических соединений. Кроме того, было установлено, что в зависимости от молекулярной структуры возможны различные структурные ЖК: холестерические, нематические и смектические. Наибольшее применение в настоящее время находят нематические жидкие кристаллы, так как они обладают наименьшей вязкостью и потому обеспечивают наибольшее быстродействие.

Жидкие кристаллы представляют собой органические соединения с молекулами цилиндрической формы в виде палочек, движущихся относительно друг друга. ЖК-молекулы видны только при большом увеличении.

ЖК-материалы находятся в фазе, которая является промежуточной между твердой и жидкой фазой и в которой молекулы жидкого кристалла обладают текучестью, подобно молекулам жидкости, однако имеют порядок молекул, соответствующий твердым кристаллам. Температурный диапазон этой фазы (мезофазы) лежит между температурой точки плавления твердой фазы и температурой точки осветления и находится в пределах от -10 до $+(80-100\ ^\circ C)$. Получены материалы, работающие при еще более низких температурах. Важным свойством молекул является способность располагаться вдоль направления обработки пластин и управляться электрическим полем, т. е. располагаться вдоль силовых линий поля.

§ 11. ПОЛЯРИЗАТОРЫ

Явление **поляризации** света было открыто в 1860 г. нидерландским физиком Гюйгенсом, который наблюдал этот эффект в твердых кристаллах. Искусственные поляризаторы, которые используются в настоящее время, были изобретены в 1928 г.

Современные поляризаторы обычно изготавливают с дихроичными молекулами, такими, как молекулы иода, или с красителями, наносимыми на растягиваемые полимеры, такие, как поливиниловый спирт или поливинилхлорид. Эффект поля-

ризации света в дихроичных одноосных кристаллах возникает вследствие того, что доля поглощенного света изменяется в зависимости от направления оси кристалла.

Поляризаторы, в которых молекулы иона используются в качестве поляризующих элементов, применяют наиболее часто. Их дихроичные свойства проявляются при выравнивании молекул иода в том же направлении, что и направление одноосного растяжения поливинилацетатных слоев.

Полиризация возникает благодаря структуре из полиенов, соединенных двойными связями. Поляризующие элементы стержневидной формы, такие, как молекулы иода и красителя, выстраиваются преимущественно в одном направлении, располагаясь между мицеллами, формируемыми в растянутом полимере.

Главная часть поляризатора в нормальном состоянии содержит мембрану из растянутого поливинилового спирта, на которой абсорбированы дихроичные поля.

§ 12. ЧАСОВЫЕ КАМНИ

Часовые камни изготавливают из искусственного рубина, поскольку данный материал обладает большой износостойкостью, высокой твердостью, хорошо обрабатывается и, что очень важно, поддается полированию. Камни из искусственного рубина, обладая хорошей смачиваемостью, удерживают от стекания часовое масло, обеспечивая минимальный износ трущихся поверхностей и длительную работу часового механизма. Кроме того, камни из искусственного рубина с течением времени не окисляют часовое масло и не вызывают изменения его свойств. В зависимости от назначения различают накладные, палеты, импульсные и сквозные камни.

Накладные камни имеют полусферическую поверхность и применяются в качестве подпятников для снижения трения в опорах.

Палеты имеют форму прямоугольной призмы. В зависимости от угла, образованного плоскостью импульса и плоскостью основания, различают палеты входа и палеты выхода. Палеты выхода имеют более острый угол, чем палеты входа.

Импульсные камни имеют форму цилиндрического штифта и в разрезе представляют собой неполный эллипс. Применяются для передачи взаимодействия от баланса к анкерной вилке.

Сквозные камни имеют различную форму и подразделяются на сквозные с цилиндрическим отверстием, сквозные с нецилиндрическим отверстием и сквозные сферические. Сквозные

камни с цилиндрическим отверстием применяют в качестве подшипников для цапф трибов, осей колесной системы, а сквозные сферические – для цапф оси баланса.

Во всех сквозных камнях для удержания часового масла имеется специальное углубление – масленка.

В электронно-механических часах в зависимости от сложности механизма, наличия дополнительных устройств применяют 17 и более камней. В большинстве моделей количество камней указывается на циферблате.

§ 13. ЧАСОВЫЕ МАСЛА

Масла для смазывания часовых механизмов являются продуктами вакуумной перегонки нефтяных масел, костного жира и твердых углеводов.

Качество масел, их правильное использование имеют немаловажное значение для надежной и стабильной работы часового механизма.

Часовые масла должны наноситься на тщательно промытые, сухие поверхности деталей, полностью очищенные от пыли, грязи и промывочных жидкостей. Нанесение масла на плохо подготовленную поверхность ведет к изменению физико-химических свойств, растеканию, загустеванию и высыханию его, что вызывает увеличение трения, а в дальнейшем останов часов.

Для обеспечения работы часового механизма в заданных пределах технических характеристик масла должны обладать следующими свойствами:

высокой смазывающей способностью;

хорошо смачивать трущиеся поверхности, но при этом незначительно растекаться;

не изменять вязкость при изменении температуры от – 10 до + 50 °С;

быть нейтральными;

не содержать воды или каких-либо механических примесей.

Марки масел отличаются как по своему составу, так и по свойствам. Поэтому необходимо строго соблюдать правила применения часовых масел, так как в наилучшей степени масло функционирует в тех механизмах, для которых оно предназначено.

В зависимости от размеров и выполяемых функций деталей в механизме рекомендуется применять следующие марки масел:

МБП-12 – для смазывания баланса и палет в наручных и карманных часах;

МЗП-6 – для смазывания зубчатых передач в наручных, карманных и других часах;

ПЧМ-5 – для смазывания малогабаритных наручных часов;

МН-30, МН-45, МН-60 – для смазывания часовых механизмов и приборов точной механики.

Нормальное функционирование масла в часовом механизме определяется не только качеством и назначением масла, но и точной его дозировкой при смазывании деталей механизма. Величина дозы зависит от калибра и особенностей часового механизма. Для точного дозирования масла применяется большое количество приспособлений, в том числе лопаточные и полуавтоматические (игольчатого типа) маслодозировки.

Часовые масла должны храниться в закрытых флаконах при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 30 %, в местах, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей, отопительных установок, атмосферных осадков и агрессивных сред.

Масло из флакона в масленку переносится с помощью чистой стеклянной палочки. Не рекомендуется наливать масло из флакона через горлышко, так как оно смоет в масленку пылинки и загрязнения, прилипшие к горлышку.

§ 14. СИЛИКАТНОЕ И ОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО

Силикатное стекло – микроскопически однородное аморфное вещество, полученное при затвердевании сплава окислов. Стеклообразующие окислы: SiO_2, Al_2O_3, B_2O_3, P_2O_5.

По назначению технические стекла разделяются на листовые, оптические, электротехнические, тугоплавкие, легкоплавкие, специальные.

Оптические стекла отличаются высокой однородностью и прозрачностью, электротехнические – низкими диэлектрическими потерями. К специальным относятся стекла прозрачные для ультрафиолетового света, стекла для оптических квантовых генераторов.

Свойства стекла определяются его химическим составом и структурой, а также поверхностными и внутренними дефектами.

Стекла обладают низкой теплопроводностью, небольшим тепловым расширением и термостойкостью до температур 100 – 1200 °С.

В обычном состоянии стекла хрупки, имеют высокую твердость, однако при нагреве постепенно размягчаются и становятся жидкостью.

Химическая стойкость стекла в агрессивных средах высокая (за исключением плавиковой и фосфорной кислот и щелочей).

Оптические свойства стекла зависят от его химического состава, структуры и состояния поверхности. Изменение химического состава стекол меняет их окраску и пропускную способность. Обычные стекла задерживают ультрафиолетовые лучи, а кварцевое стекло для них прозрачно.

Электрические свойства стекла характеризуются высокими значениями удельного сопротивления ($10^{13} - 10^{18}$ Ом · см), большой электрической прочностью (16 – 50 кВ/мм), низкими значениями тангенса угла потерь tg δ (0,0018 – 0,0175) и сравнительно большой диэлектрической проницаемостью (3,5 – 16). При нагреве в интервале температур 200 – 400 °С удельное сопротивление уменьшается в $10^{8} - 10^{10}$ раз и стекло теряет изолирующие свойства.

Как диэлектрик стекло используют для колб осветительных ламп и радиоламп, в электровакуумных устройствах, для изоляторов и для герметизации интегральных схем.

Органическое стекло в отличие от силикатного относится к пластмассам. Выпускается как бесцветным, так и окрашенным в различные цвета. Легко склеивается, растворяется в дихлорэтане. Имеет теплостойкость до 60 °С. Легко формуется, обрабатывается, полируется. Механическая прочность его невелика.

В производстве часов органическое и силикатное стекло применяют для изготовления деталей внешнего оформления, причем органическое стекло находит значительно более широкое применение.

§ 15. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

Припои применяются для создания электрических соединений между отдельными деталями, узлами и проводниками электронных схем.

В зависимости от температуры плавления припои разделяются на легкоплавкие (мягкие), с температурой плавления ниже 450 °С, и тугоплавкие (твердые), с температурой плавления выше 450 °С.

К *легкоплавким* относятся оловянно-свинцовые, оловянно-кадмиевые и другие припои, содержащие олово, свинец, сурьму, висмут и др. Широкое распространение получили припои ПОС-40, ПОС-61, ПОС-90. В марках припоев буквы обозначают сокращенное название припоя (ПОС – припой оловянно-свинцовый), а числа указывают процентное содержание олова.

Остальное количество до 100 % составляют свинец, висмут и другие металлы.

К *тугоплавким* относятся припои на основе меди и серебра марок ПМЦ-36, ПМЦ-54, ПСр-25, ПСр-45. ПМЦ – припой медно-цинковый, число указывает процентное содержание в припое меди, ПСр – припой на основе серебра, цифра справа указывает процентное содержание серебра в припое.

Флюсы предназначены для растворения и удаления окислов с поверхности спаиваемых деталей. Во время пайки они должны надежно защищать от окисления поверхности металла и припоя. По своему составу флюсы разделяются на химически активные (кислотные) и химически пассивные (бескислотные). Выбор флюса для пайки зависит от соединения металлов и сплавов и применяемого припоя.

Активные флюсы на основе буры, борной кислоты, хлористого цинка используют при пайке тугоплавкими припоями деталей из черных и цветных металлов (железо, сталь, бронза, никель, нихром и др.).

Для пайки легкоплавкими припоями применяются *бескислотные флюсы:* канифоль сосновая, ЛТИ-1, флюс КЭ (канифоль 15 – 28 %, остальное этиловый спирт).

§ 16. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Изоляционными материалами, или диэлектриками, называются вещества, обладающие очень низкой электрической проводимостью.

Изоляционные материалы характеризуются следующими параметрами.

Диэлектрическая проницаемость (Е) – величина, показывающая во сколько раз увеличится емкость воздушного конденсатора, если пространство между его обкладками заполнить вместо воздуха данным диэлектриком. Диэлектрическая проницаемость воздуха принимается равной единице, а для всех других диэлектриков она больше единицы.

Диэлектрическая прочность характеризует способность диэлектрика выдерживать без пробоя высокое электрическое напряжение.

Диэлектрические потери – потери энергии, происходящие в диэлектрике, который помещен в переменное электрическое поле. Теряемая энергия расходуется на нагревание диэлектрика. Количественно диэлектрические потери характеризуются тангенсом угла потерь $\operatorname{tg}\delta$. Чем меньше $\operatorname{tg}\delta$, тем лучше диэлектрик.

Различают органические и неорганические изоляционные

материалы. К органическим относятся вещества животного (шелк, воск) и растительного (бумага, резина, канифоль, лаки, смолы и масла) происхождения, а также пластмассы. К неорганическим относятся слюда, кварц, стекло, стеклоэмаль, специальные сорта керамики.

В производстве кварцевых и электронных часов наиболее широко применяются органические изоляционные материалы.

Бумага и лакобумага используются для изготовления конденсаторов, а также в качестве изолирующего материала для обмоток в трансформаторах.

Электрокартон — картон, пропитанный парафином или специальным лаком. Применяется при изготовлении каркасов трансформаторов.

В качестве изоляционного материала широко применяются *пластмассы* — материалы, полученные на основе высокомолекулярных органических веществ — полимеров.

Характерной особенностью пластмасс является их способность переходить при нагревании в пластическое состояние и под давлением хорошо формоваться в изделия. Они обладают малой плотностью и поэтому значительно легче металлов. Имеют высокую коррозионную стойкость в различных агрессивных средах, а также достаточно высокие механические свойства.

Недостатками пластмасс являются невысокая теплостойкость и теплопроводность, склонность многих видов пластмасс к старению.

При изготовлении часов широкое применение находят такие пластмассы, как текстолит, стеклотекстолит, органическое стекло, полистирол, полихлорвинил.

Текстолит — сложный прессованный материал из хлопчатобумажной ткани, пропитанной смолой. Он отличается сравнительно высокой механической прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами, хорошо обрабатывается резанием. К недостаткам относятся водопоглощение и низкая теплопроводность.

Стеклотекстолит — пластмасса, изготовленная на основе стеклянной ткани и смолы. Обладает повышенной прочностью на растяжение, хорошими электроизоляционными свойствами.

Из текстолита и стеклотекстолита изготавливают печатные платы часов.

Полистирол — прозрачная стекловидная пластмасса. Обладает высокими электроизоляционными свойствами. Хорошо окрашивается в различные цвета. Используется для изготовления различных изоляционных деталей (каркасов, стоек, клавишей, ручек, корпусов часов) методом прессования, литья

под давлением и обработки на станках. Полистирол горюч, растворяется в дихлорэтане, бензоле. Теплостойкость его невысокая – 60 – 80 °С.

Полихлорвинил – прозрачный и окрашенный эластичный материал. Обладает высокой электрической прочностью, отличается химической стойкостью к кислотам и щелочам. Находит широкое применение для изоляции монтажных проводов. Недостатком полихлорвинила являются низкая нагревостойкость и способность растворяться в ацетоне.

Органическое стекло также является изоляционным материалом (подробнее см. § 14).

Контрольные вопросы

1. С чем связаны пластичность и теплопроводность металлов? 2. Что такое предел растворимости металла? 3. Чем отличается белый чугун от серого? 4. Какие Вы можете назвать стали и чем они отличаются друг от друга? 5. Чем объясняется высокая коррозионная стойкость латуни и алюминия? 6. Какие существуют методы защиты от коррозии? 7. От чего зависит проводимость полупроводниковых материалов? 8. Что такое *n*- и *p*-полупроводники? 9. Для чего необходимы флюсы?

ГЛАВА 3. ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

§ 17. РЕЗИСТОРЫ

Резисторы применяются в электрических схемах в качестве делителей напряжения, коллекторных нагрузок, а также для создания определенного режима питания микросхем, транзисторов, индикаторов. Резисторы могут быть постоянными и переменными. В зависимости от токопроводящего материала различают металлические, углеродистые, проволочные резисторы. В электронных часах наиболее широко применяются постоянные металлические резисторы типа МЛТ – металлопленочный лакированный теплостойкий (рис. 2).

Основанием резистора служит керамическая труба, или стержень *4*, на который нанесен тонкий проводящий металлический слой *3*. Для получения необходимого сопротивления подбирается толщина слоя металла и прорезается спиральная канавка в нем. Проводящий слой соединен с металлическими выводами *1*. Для защиты от влаги и механических воздействий токопроводящий слой и контактные колпачки покрывают влагостойкой эмалью *2*.

Параметры резисторов: номинальное сопротивление и его допустимое отклонение (обозначены на корпусе резистора); номинальная мощность – максимальная рассеиваемая мощность без отклонения параметров за допустимые; стабильность – сохранение величины сопротивления с течением времени, при изменении температуры окружающей среды, условий эксплуатации и т.д.

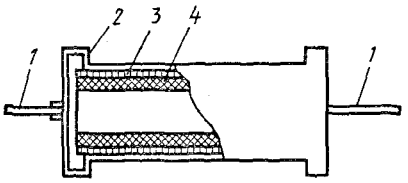


Рис. 2. Устройство постоянного резистора:
1 – выводы, *2* – эмалевое или лакокрасочное покрытие, *3* – металлический слой, *4* – керамическая трубка (стержень)

Маркировка резисторов включает следующие элементы: тип резистора, мощность (Вт), номинальная величина сопротивления (Ом, кОм, МОм), класс точности. Мощность рассеяния маркируется на резисторах, имеющих достаточно большие габариты, а на резисторах малых размеров мощность не обозначается, так как ее можно определить по размерам резисторов.

Величина сопротивления на малых резисторах обозначается буквами: Е – омы, К – килоомы, М – мегомы.

Сопротивление от 100 до 910 Ом выражается в долях килоома, а от 100 до 910 кОм – в долях мегома. Обозначение номинального сопротивления: 2М7 – 2,7 МОм; 27Е – 17 ОМ; 27К – 27 кОм; К27 – 270 Ом; 2К7 – 2,7 кОм.

Класс точности обозначается в процентах: ± 5 %, ± 10 %, ± 20 %, что соответствует I, II, III классам точности.

Примеры маркировки: МЛТ-2 27 кОм ± 5 %, МЛТ-1 910 кОм ± 10 %.

§ 18. КОНДЕНСАТОРЫ

Конденсаторы применяют для разделения постоянной и переменной составляющих тока, сглаживания пульсаций напряжения, в резонансных контурах и т.д.

В зависимости от конструкции все конденсаторы разделяются на три группы: постоянной емкости, полупеременные (подстроечные), позволяющие изменять емкость в небольших пределах, и переменной емкости.

Конденсатор представляет собой устройство, состоящее из двух металлических пластин (обкладок), разделенных тонким слоем диэлектрика. Диэлектриком служат различные материалы: бумага, слюда, керамика, воздух и др. Особую группу представляют собой электролитические конденсаторы, в которых диэлектриком является оксидная пленка. Они применяются в цепях постоянного и пульсирующего тока низкой частоты и только при определенной полярности напряжения на обкладках.

Параметры конденсаторов: номинальная величина емкости, численно равная заряду на обкладках при напряжении, равном единице; рабочее напряжение – напряжение, которое конденсатор выдерживает длительное время без пробоя; класс точности – допускаемое отклонение емкости в процентах от номинальной величины; температурный коэффициент емкости (ТКЕ) – относительное изменение емкости конденсатора при изменении температуры на 1 °С.

Емкость конденсаторов измеряется в фарадах (Ф), микро-

фарадах (мкФ), нанофарадах (нФ) и пикофарадах (пФ), между которыми существует следующее соотношение: $1\ Ф = 10^6$ мкФ = $= 10^9$ нФ = 10^{12} пФ. Величина емкости конденсатора зависит от геометрических размеров пластин и вида диэлектрика.

На корпусе конденсатора обычно указываются основные характеристики: тип, номинальная емкость, допускаемые отклонения от номинала (%), рабочее напряжение. Может ставиться марка завода-изготовителя, месяц и год выпуска.

Буквами обозначают: материал диэлектрика (Б – бумажный, МБ – металлобумажный, П – пленочный, МП – металлопленочный, С – слюдяной, К – керамический, Э – электролитический), вид защиты от внешней среды (О – опрессованный или открытый, Д – дисковый, П – плоский, Г – горшкообразный, Ц – цилиндрический), особые свойства (В – высоковольтный, М – малогабаритный, Ч – частотный). Например: КТ – керамический трубчатый, МБГП – металлобумажный герметизированный плоский).

В электронных часах широко применяются электролитические, трубчатые, дисковые, керамические подстроечные конденсаторы типов К50-6, К50-16, КТ, КД, КТЧ.

§ 19. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ. СТАБИЛИТРОНЫ

Полупроводниковый диод (рис. 3) представляет собой сплав (контакт) двух полупроводниковых материалов с различными типами проводимости и обладает способностью пропускать ток в одном направлении – от слоя *p* к слою *n*. Контакт двух полупроводников с различной проводимостью называют *электронно-дырочным переходом*, или *p – n-переходом* (рис. 4).

В результате диффузии основных носителей электрического заряда (электроны в *n*-области, дырки в *p*-области), находящихся вблизи *p – n*-перехода, в соседнюю область с носителями противоположного знака и взаимной рекомбинации у *p – n*-перехода образуется двойной слой пространственного заряда, который своим полем противодействует дальнейшей диффузии.

Если к *p*-области приложить отрицательный относительно

Рис. 3. Устройство полупроводниковых диодов: *а* – точечный диод, *б* – плоскостной диод

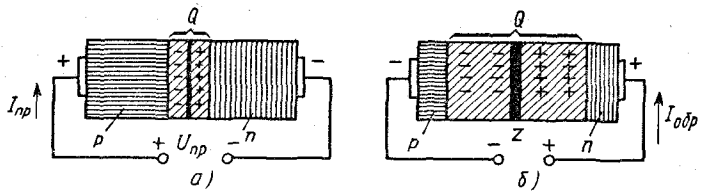


Рис. 4. p – n-переход:
а – при прямом смещении, *б* – при обратном смещении

n-области потенциал, то потенциальный барьер возрастет и ток в цепи будет обусловлен только неосновными носителями заряда (обратный, или дрейфовый, ток). На рис. 5 это нижняя ветвь характеристики.

Если к p-области приложить положительный относительно n-области потенциал, то потенциальный барьер снижается и при увеличении напряжения исчезает. Ток через потенциальный барьер обусловлен основными носителями заряда, и, как видно из рис. 5, незначительное увеличение напряжения вызывает резкое увеличение прямого тока (верхняя ветвь характеристики).

На основе p – n-переходов изготовляют выпрямительные, импульсные, СВЧ-диоды, стабилитроны.

При больших обратных смещениях резко возрастает обратный ток вследствие пробоя p – n-перехода (рис. 6). Если при этом мощность, выделяющаяся в p – n-переходе, поддерживается на допустимом уровне, диод сохраняет работоспособность и после пробоя. Такой пробой является основным рабочим режимом для диодов, называемых стабилитронами.

Параметры диодов: прямой ток $I_{пр}$ – величина тока, протекающего через диод в прямом направлении; обратный ток $I_{обр}$ – значение тока, протекающего через диод в обратном

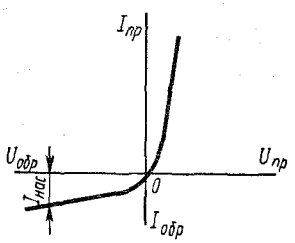


Рис. 5. Вольт-амперная характеристика p – n-перехода

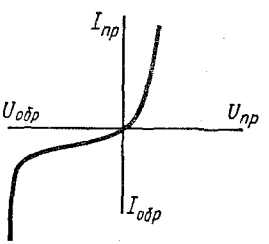


Рис. 6. Вольт-амперная характеристика стабилитрона

направлении при заданном обратном напряжении; максимально допустимое обратное напряжение $U_{обр.\ max}$ – наибольшее напряжение, которое можно подавать в запорном направлении на диод в течение длительного времени; прямое падение напряжения $U_{пр}$ – среднее падение напряжения на диоде, работающем в схеме выпрямления переменного тока.

Обозначение диодов состоит из шести элементов.

Первый элемент определяет исходный материал, из которого изготовлен полупроводниковый прибор (Г – германий, К – кремний, А – арсенид галлия); второй – подкласс прибора (Д – диоды выпрямительные, универсальные, импульсные, Ц – выпрямительные столбы и блоки, С – стабилитроны, В – варикапы, А – диоды СВЧ, И – туннельные диоды и др.); третий – назначение диода (его расшифровка приведена в табл. 3); четвертый и пятый – порядковый номер разработки прибора, и обозначается от 01 до 99; шестой элемент – деление технологического типа на группы.

Например, КД215А – кремниевый полупроводниковый диод средней мощности, номер разработки 15, группа А; КС168А – кремниевый стабилитрон малой мощности, напряжение стабилизации 6,8 В, последовательность разработки А.

Таблица 3

Обозначение	Полупроводниковые диоды
	Выпрямительные:
1	а) малой мощности (прямой ток не более 0,3 А)
2	б) средней мощности (прямой ток более 0,3 А, но не более 10 А)
3	*Универсальные* (с рабочей частотой не более 1000 МГц)
	Импульсные:
4	а) со временем восстановления обратного сопротивления более 150 нс
5	б) со временем восстановления обратного сопротивления более 30 нс, но не более 150 нс
6	в) со временем восстановления обратного сопротивления не менее 5 нс и не более 30 нс
7	г) со временем восстановления обратного сопротивления не менее 1 нс и не более 5 нс

Обозначение	Полупроводниковые диоды
8	д) со временем восстановления обратного сопротивления менее 1 нс
	Выпрямительные столбы и блоки:
1	а) столбы малой мощности (прямой ток не более 0,3 А)
2	б) столбы средней мощности (прямой ток более 0,3 А, но не более 10 А)
3	в) блоки малой мощности (прямой ток не более 0,3 А)
4	г) блоки средней мощности (прямой ток более 0,3 А, но не более 10 А)

§ 20. ТРАНЗИСТОРЫ

Транзистором называют электропреобразовательный полупроводниковый прибор с двумя $p-n$-переходами, предназначенный для усиления и генерирования электрических колебаний.

Различают транзисторы типа $n-p-n$ или $p-n-p$ (рис. 7). Центральная область называется базой ($Б$). Она отделена $p-n$-переходами от двух других областей – эмиттера ($Э$) и коллектора ($К$). Переходы называют соответственно эмиттерными и коллекторными.

Рассмотрим работу транзистора типа $n-p-n$ (рис. 8, *а*). К переходу база–эмиттер в прямом направлении приложено

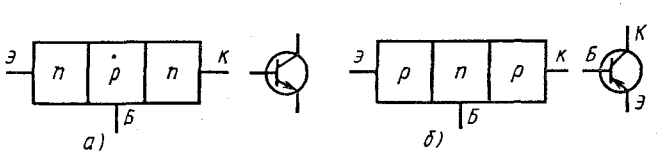


Рис. 7. Структура и обозначение $n-p-n$ (*а*) и $p-n-p$ (*б*) транзисторов

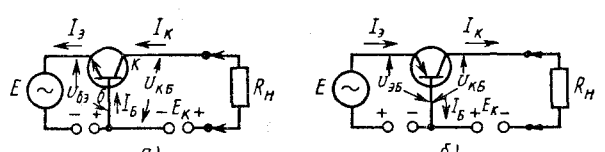


Рис. 8. Подача питающих напряжений на транзисторы

напряжение $U_{БЭ}$. Потенциальный барьер при этом уменьшается. Через переход течет ток эмиттера $I_Э$, обусловленный инжекцией электронов из эмиттера в базу. К коллекторному переходу приложено запирающее напряжение $U_{КБ}$, которое повышает потенциальный барьер этого перехода, увеличивая тем самым его сопротивление.

Так как база имеет ширину несколько микрон, то бо́льшая часть инжектированных из эмиттера в базу электронов достигает коллекторного перехода, захватывается его полем и втягивается в коллектор, создавая ток коллектора $I_К$. Часть электронов рекомбинирует с основными носителями базы — дырками, обусловливая ток базы $I_Б$.

Таким образом, ток эмиттера есть сумма базового и коллекторного токов:

$$I_Э = I_Б + I_К .$$

Отношение приращения коллекторного тока к приращению эмиттерного тока называется *коэффициентом передачи тока эмиттера.*

Изменение $I_{БЭ}$ приводит к изменению $I_Э$ и, следовательно, к изменению $I_К$. Большое сопротивление смещенного в обратном направлении коллекторного перехода позволяет выбрать большую величину сопротивления нагрузки в коллекторной цепи, т. е. в этой цепи мощность электрического сигнала может быть значительно больше мощности, затраченной в цепи эмиттерного перехода.

Аналогичные процессы имеют место и в транзисторах типа $p - n - p$, только электроны и дырки в них меняются местами, а полярность источников питания следует изменить на обратную (рис. 8, *б*).

Устройство транзистора показано на рис. 9.

Транзистор может быть включен в схему тремя способами: с общим эмиттером (рис. 10, *а*), с общей базой (рис. 10, *б*), с общим коллектором (рис. 10, *в*). В каждой из схем напряжение сигнала на общем электроде принимается за нуль.

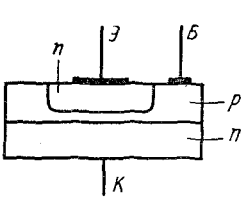


Рис. 9. Устройство транзистора

Схема с общим эмиттером дает большое усиление по напряжению, по мощности, несколько меньшее — по току. Входное сопротивление схемы не более 2 кОм, выходное — до 100 кОм. Схема изменяет фазу сигнала на выходе на 180° по сравнению с входом. Схема с общим эмиттером находит наибольшее применение.

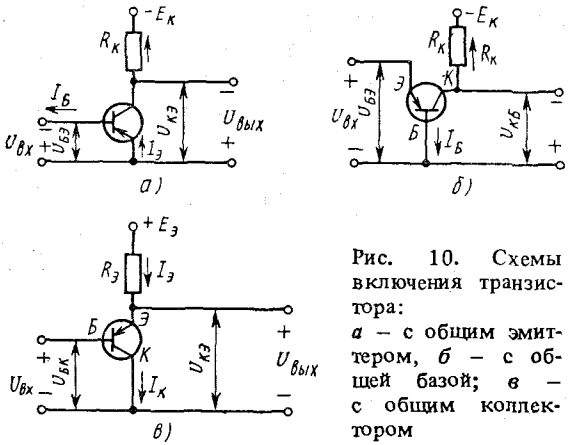


Рис. 10. Схемы включения транзистора:
а – с общим эмиттером, *б* – с общей базой; *в* – с общим коллектором

Схема с общей базой имеет низкое входное сопротивление (100 Ом) и очень высокое (до 1 МОм) выходное сопротивление. Усиление по току отсутствует, усиление по напряжению – как в схеме с общим эмиттером. Выходное напряжение повторяет по форме входной сигнал. Применяется для усиления высоких частот и в усилителях мощности.

Схема с общим коллектором, называемая эмиттерным повторителем, отличается высоким входным ($>$ 200 кОм) и низким выходным ($>$ 10 кОм) сопротивлением. Усиление по напряжению отсутствует, усиление по току менее 100, усиление по мощности небольшое. Применяется для согласования высокого выходного сопротивления предыдущего каскада с малым входным сопротивлением следующего, обычно выходного, каскада.

Физические процессы в транзисторе не изменяются при любой схеме включения, но характеристики его становятся другими. Наиболее употребительные характеристики транзистора – статические выходные характеристики для схемы с общей базой (11, *а*) и общим эмиттером (рис. 11, *б*). Они выражают зависимость тока коллектора $I_К$ от постоянного напряжения на коллекторе относительно общего электрода при различных значениях входного тока. Область, в пределах которой характеристики идут под небольшим наклоном к горизонтальной оси, называется активной и используется при работе транзистора в усилительных режимах.

Обозначение транзистора состоит из шести элементов.

Первый элемент определяет исходный полупроводниковый материал, из которого изготовлен прибор (Г – германий, К –

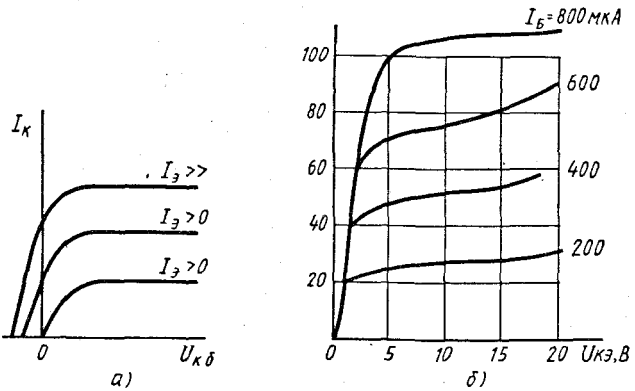


Рис. 11. Выходные статические характеристики транзистора, включенного по схеме с общей базой (*а*) и общим эмиттером (*б*)

кремний, А – арсенид галлия); второй – подкласс полупроводникового прибора (для биполярных транзисторов вторым элементом обозначения является буква Т); третий – назначение прибора; четвертый и пятый – порядковый номер разработки технологического типа прибора, и обозначается от 01 до 99; шестой элемент – деление технологического типа на параметрические группы, и обозначается буквами от А до Я.

Например, КТ315Б: транзистор кремниевый, маломощный, высокочастотный, номер разработки 15, группа Б.

Расшифровка значений третьего, четвертого и пятого элементов условного наименования транзисторов приведена в табл. 4.

Таблица 4

Обозначение	Классы транзисторов
101-199	Малой мощности низкой частоты
201-299	Малой мощности средней частоты
301-399	Малой мощности высокой частоты
401-499	Средней мощности низкой частоты
501-599	Средней мощности средней частоты
601-699	Средней мощности высокой частоты
701-799	Большой мощности низкой частоты
801-899	Большой мощности средней частоты
901-999	Большой мощности высокой частоты

Примечание. Низкая частота (НЧ) – не более 3 МГц; средняя частота (СЧ) – более 3 МГц, но не более 30 МГц; высокая частота (ВЧ) более 30 МГц.

§ 21. ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

В кварцевых электронных часах в качестве источников питания используются, как уже упоминалось ранее, химические источники тока (ХИТ). К ним относятся аккумуляторы и гальванические элементы (батарейки), получившие наибольшее распространение.

Химические источники тока – *устройства, вырабатывающие электрическую энергию за счет прямого преобразования химической энергии окислительно-восстановительных реакций* (рис. 12).

Основные типы ХИТ, применяемые в электронных часах, – окисно-ртутные, окисно-серебряные, литиевые элементы и пр.

Наиболее широкое применение получили серебряно-цинковые ХИТ. Они обладают меньшей емкостью при одинаковых размерах с ртутно-цинковыми, но при этом могут изготовляться с пониженным внутренним сопротивлением, что обеспечивает возможность их применения для питания лампочки подсветки. Кроме того, они работоспособны при пониженных температурах, не содержат токсичных реагентов, имеют более высокое напряжение (1,55 против 1,35 В). Напряжение 1,55 В является оптимальным для питания многих узлов электронных часов.

Активные составные части элемента – электроды размещены в двух герметически закрытых, изолированных друг от друга изоляционным кольцом, металлических оболочках вместе с электролитом, сепаратором и другими частями.

Оболочка не вступает ни в какие реакции с составными

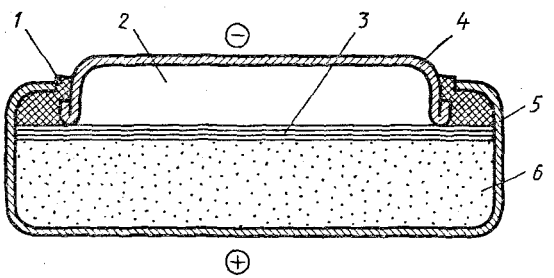


Рис. 12. Устройство ХИТ:
1 – изоляционная прокладка, *2* – вещество отрицательного электрода, *3* – сепаратор, *4* – крышка элемента (отрицательный электрод), *5* – корпус элемента (положительный электрод), *6* – вещество положительного электрода

частями элемента и служит лишь для размещения в ней активных составных частей. Тем не менее в ХИТ конструкции именно этих частей имеют существенное значение. Отрицательная уплотняющая часть состоит из трехслойного материала: внешний слой – из чистого никеля, внутренний – из чистой меди или олова, средний слой – из железа или немагнитной высококачественной стали. Положительный электрод – сталь никелированная.

В корпусе расположена таблетка катодной массы (положительный электрод) – смесь окиси серебра и графита. Графит играет роль токопроводящей добавки.

В качестве анодной массы (отрицательного электрода) служат цинковые опилки.

На поверхности положительного электрода размещается многослойная разделительная система – сепаратор из полиэтиленовой или полипропиленовой пленки, щелочестойкой ткани или бумаги. Кроме функции обычного механического разделения и хорошей полной проводимости сепаратор должен препятствовать образованию внутри ХИТ короткозамкнутых мостиков из серебра, цинка и окиси цинка и быть стоек к окислению.

В порах катода, анода и сепаратора находится щелочной электролит NaOH (едкий натр) или KOH (едкое кали). Особенность щелочных электролитов – способность просачиваться сквозь малейшие щели.

Явление вытекания электролита можно наблюдать в виде простой жидкости или кристаллов соли, которые представляют собой результат взаимодействия электролита с атмосферным углекислым газом CO_2 и превращением его в карбонаты.

NaOH имеет худшую способность просачивания, он применяется для получения хорошей сохраняемости. Но ХИТ с электролитом NaOH имеют более высокое внутреннее сопротивление, чем с KOH. Поэтому для улучшения токовой характеристики в ХИТ применяют более активный электролит KOH. Элементы с этим электролитом обладают хорошими разрядными характеристиками при низкой температуре.

Герметизация ХИТ осуществляется путем завальцовки верхней кромкой корпуса полимерной герметизирующей прокладки вокруг крышки.

В зависимости от применения электролита (NaOH или KOH) СЦ ХИТ делятся на слаботоковые и сильнотоковые. ХИТ с KOH имеют несколько худшие сохраняемость и сопротивляемость утечке электролита через герметизирующую прокладку, они взрывоопасны при коротких замыканиях полюсов, но

имеют лучшие характеристики при пониженных температурах.

При разряде СЦ ХИТ окись одновалентного серебра Ag_2O превращается в серебро Ag, а цинковый анод окисляется через промежуточные реакции до окиси цинка ZnO. Общая реакция:

для серебряно-цинковых ХИТ $Ag_2O + 2Zn \rightarrow 2Ag + 2ZnO$;

для ртутно-цинковых ХИТ $HgO + Zn \rightarrow Hg + ZnO$.

Значительно больший срок службы по сравнению с серебряно- и ртутно-цинковыми имеют литиевые источники тока. В качестве анодного материала здесь применяется литий — элемент с высокой энергетической плотностью и небольшим весом, а в качестве активной массы положительного электрода — двуокись марганца. Поскольку литий, являясь сильным восстановителем, может быть использован только в полностью обезвоженных средах, электролитом в этих ХИТ служат органические вещества. Их можно использовать при низких температурах (до — 20 °С). Для уменьшения сопротивления ХИТ в некоторых конструкциях увеличивают поверхность электродов путем увеличения диаметра элементов. Напряжение литиевых ХИТ 3,0 — 3,4 В.

Рассмотрим некоторые характеристики ХИТ.

Напряжение ХИТ зависит от типа электрохимической системы и величины тока разряда. Начиная с некоторого значения тока разряда дальнейшее его увеличение вызывает резкое падение напряжения.

Предельная величина тока характеризует способность ХИТ работать при больших токовых нагрузках. ХИТ считается слаботоковым, если выдерживает пиковые нагрузки менее 1 мА.

Внутреннее сопротивление ХИТ зависит от электрохимической системы, размеров и от температуры окружающей среды. Последнее обстоятельство очень важно при эксплуатации электронных часов в условиях низких температур, поскольку при снижении температуры от + 20 до — 20 °С внутреннее сопротивление ХИТ может возрастать в 30 раз и достигает 300 Ом. Понижение тока в схеме в этом случае может привести к отказу часов.

В процессе разряда ХИТ из-за уменьшения концентрации исходных реагентов и соответственного увеличения концентрации продуктов реакции происходит снижение напряжения. График его изменения во времени называют *разрядной кривой* (рис. 13). Идеальная разрядная кривая — прямая линия, параллельная оси абсцисс, по которой отложено время разряда. При применении ХИТ с разрядной кривой такого вида практически исключается погрешность точности хода часов, вызванная зависимостью частоты кварцевого генератора от напряжения питания ХИТ.

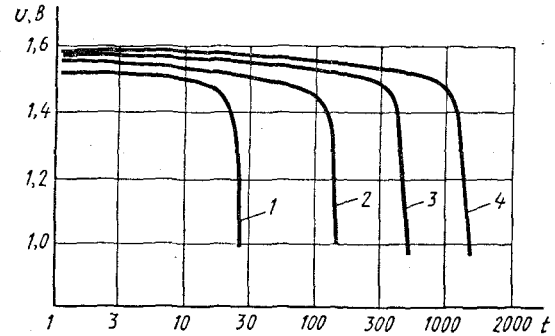


Рис. 13. Изменение разрядных кривых в зависимости от сопротивления нагрузки:
1 – 500 Ом, *2* – 2000 Ом, *3* – 6500 Ом, *4* – 15 000 Ом.

Площадь под разрядной кривой, ограниченной некоторой точкой конечного напряжения разряда, отнесенная к сопротивлению нагрузки, характеризует *электрическую емкость ХИТ*. Емкость, отдаваемая при разряде, зависит от многих факторов: электрохимической системы, размеров и формы ХИТ, сопротивления нагрузки, температуры окружающей среды, конечного напряжения разряда. При малых токах разряда емкость, отдаваемая источником питания, увеличивается благодаря более полной выработке активной массы.

При хранении ХИТ их емкость снижается вследствие побочных химических процессов. Это явление, называемое *саморазрядом*, обычно характеризуют потерей емкости в процентах от ее первоначального значения в единицу времени (месяц, год). Саморазряд ограничивает срок хранения ХИТ. Он зависит от электрохимической системы, размера, конструкции и технологии изготовления, от температуры окружающей среды.

Перед установкой в часы ХИТ необходимо обязательно протирать чистой сухой салфеткой для удаления с полюсов имеющихся окислов и загрязнений. Использованные ХИТ всех систем запрещается хранить навалом, так как при этом из-за остаточного напряжения и короткого замыкания происходит нагревание элементов и их разгерметизация.

§ 22. МИКРОСХЕМЫ

Интегральные микросхемы – функциональные узлы радиоэлектронной техники, изготовленные методом интегральной технологии.

Различают полупроводниковые, пленочные и гибридные интегральные микросхемы.

Наиболее широкое распространение получили полупроводниковые микросхемы, у которых все соединения и элементы выполнены на поверхности и внутри полупроводникового материала.

Полупроводниковые микросхемы изготавливают из кремниевых пластин диаметром 40 – 100 мм и толщиной 0,2 – 0,5 мм. Все элементы микросхемы – резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы – получают в полупроводниковой пластине методами ионного легирования, диффузии, эпитаксии, напыления и др. Соединения между отдельными элементами выполняют напылением алюминия на изолированную поверхность кремния, свободную от изоляции в тех местах, где происходит соединение (контакт). Для соединения кристалла с выводами по периметру микросхемы формируют контактные площадки.

Сборку интегральных микросхем осуществляют следующим образом (рис. 14). На кремниевой пластине в зависимости от количества элементов изготавливают несколько сотен функциональных схем. После прохождения всего технологического цикла изготовления пластину разделяют на отдельные кристаллы. Каждый кристалл, который представляет собой основу микросхемы, закрепляют на основании корпуса с выводами. Затем контактные площадки при помощи золотой или алюминиевой проволоки соединяют с выводами микросхемы. Для защиты кристалла от воздействия внешней среды на основание надевают крышку и корпус герметизируют.

По функциональным возможностям интегральные микросхемы разбиты на усилители, триггеры, генераторы, детекторы и др. В каждой функциональной группе микросхемы разделены по выполняемым функциям (детекторы частоты, генераторы сигналов шума и т.д.). В соответствии с классификацией микросхемам присваивают обозначения.

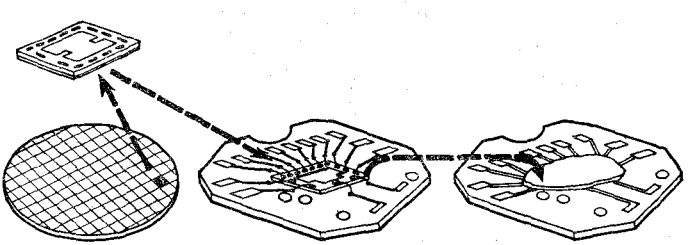


Рис. 14. Порядок сборки микросхемы

В серийно выпускаемых электронных часах применяют микросхемы серий К176, К161, К145, К512, а также специальные большие интегральные схемы (БИС), разработанные для конкретных моделей наручных, дорожных и настольных часов.

Микросхемы К176ИЕ5, К176ИЕ12, К176ИЕ18 построены по схеме счетчика с последовательным переносом, имеют в своем составе усилители-инверторы, служащие в качестве активных элементов задающего генератора.

Микросхема К176ИЕ5 состоит из двух счетчиков, в одном из которых находится девять триггеров, а в другом – шесть. Вход девятиразрядного счетчика связан с выходом задающего генератора и на выходе этого счетчика выделяются импульсы с частотой следования в 2^9 раз меньшей, чем частота генератора. При последовательном соединении девятиразрядного и шестиразрядного счетчиков (что достигается попарным соединением выводов *1, 2* и *6, 7*) образуется пятнадцатиразрядный делитель частоты входных импульсов. На выходе *5* выделяются секундные импульсы. Микросхема имеет установочный вход для перевода всех счетчиков в нулевое состояние.

Микросхема К176ИЕ12 состоит из трех основных узлов: усилителя – формирователя сигналов задающего генератора, пятнадцатиразрядного делителя частоты и делителя на 60. На выходах счетчика сигналы имеют следующее значение: на выводе *4* – секундные импульсы, на выводе *6* – импульсы с частотой 2 Гц, используемые для установки показаний, на выводе *11* – импульсы с частотой 1024 Гц для блока звуковой сигнализации, на выводах *3, 2, 1, 15* – стробирующие импульсы с частотой повторения 128 Гц для управления сетками многразрядных катодолюминесцентных индикаторов в режиме динамической индикации. Установка всех разрядов в нулевое состояние производится по установочному входу (вывод 5) напряжением высокого уровня.

Делитель на 60 имеет два входа, один из которых (вывод *9*) предназначен для установки триггеров в нулевое состояние, а другой (вывод *7*) является счетным входом. На выходе делителя (вывод *10*) образуются импульсы с частотой следования в 60 раз меньшей, чем частота входных сигналов. При внешнем соединении выхода счетчика 2^{15} и входа делителя частоты на 60 на выходе делителя будут выделяться импульсы с периодом повторения 1 мин.

В микросхеме К176ИЕ18, в отличие от К176ИЕ12, для установки делителя и счетчика в нулевые состояния оставлен только один общий вход, устранен вход делителя на 60, поскольку внутренним соединением секуидные импульсы поданы

на вход делителя. Введен дополнительный вход (вывод *9*), при поступлении на который на выводе *7* появляется последовательность импульсов 1024 Гц, прерываемая с частотой 1 Гц и предназначенная для блока звуковой сигнализации.

В состав серии К176 входит также многофункциональная микросхема К176ИЕ13, применяемая в электронных часах с динамической индикацией. Она выполняет функции счетчиков единиц и десятков минут, единиц и десятков часов, узла программирования сигнального устройства.

Внутренний коммутатор обеспечивает поочередное подключение счетчиков всех разрядов к пяти информационным выходам микросхемы.

Сигналы с этих выходов поступают на дешифратор.

Микросхема К176ИД2 выполняет функции дешифратора двоичного кода с преобразованием его в семиэлементный код для управления индикатором. Функциональным аналогом микросхемы К176ИД2 является микросхема К176ИД3. Отличие этого дешифратора от рассмотренного состоит в том, что он имеет высоковольтный выход и способен выдерживать напряжение до 27 В. Такой дешифратор применяется для управления многоразрядным катодолюминесцентным индикатором в часах с динамической индикацией. При использовании для управления катодолюминесцентным индикатором дешифратора К176ИД2 необходимо применять согласующее устройство, выполненное на микросхеме К161КН1. Эта микросхема представляет собой набор из семи ключевых элементов, каждый из которых имеет назависимый вход и выход, и подключается между выходом дешифратора К176ИД2 и индикатором.

В состав серии К176 входят также счетчики типа К176ИЕ3, К176ИЕ4, построенные на основе регистра сдвига с перекрестной обратной связью. Микросхема К176ИЕ4 состоит из пятиразрядного счетчика и дешифратора его состояний с преобразованием выходного двоичного кода счетчиков в семисегментный код для управления индикатором.

Микросхема К176ИЕ3 аналогична К176ИЕ4. Отличие состоит в том, что пятиразрядный счетчик в процессе работы принимает шесть состояний из десяти возможных. Такой режим работы счетчика обеспечен внутренними связями, исключающими четыре "лишних" состояния. После шестого входного импульса все триггеры счетчика сбрасываются в нулевое состояние. Сигналы с выводов *4* и *2* соответственно микросхем К176ИЕ4 и К176ИЕ3 используются как сигналы, устанавливающие счетчики единиц и десятков часов в нулевое состояние по достижению ими состояний, соответствующих 24 ч.

Серия К512 состоит из микросхем, представляющих собой делители частоты с различными коэффициентами деления. Делители частоты К512ПС2 и К512ПС7 при использовании кварцевого резонатора на частоту 32768 Гц позволяют получить на выходе секундные импульсы. Микросхемы К512ПС8 и К512ПС9 могут реализовать на одной микросхеме генератор минутных импульсов, таймер, счетные устройства с программируемым коэффициентом деления. Конструктивно микросхемы выполнены в пластмассовых и металлостеклянных корпусах с числом выводов 8, 14 и 16.

Микросхема К145ИК1901 изготавливается на основе МДП-транзисторов (металл–диэлектрик– полупроводник) с индуцированным *p*-каналом и обеспечивает выполнение следующих функций: отсчет и выдачу на индикацию единиц и десятков часов, единиц и десятков минут, отсчет и выдачу на индикацию по вызову единиц и десятков секунд, установку времени срабатывания звукового сигнала будильника, работу в режиме таймера.

Кроме рассмотренных выше, в часах применяются специальные микросхемы, разработанные для каждой конкретной модели часов. Например, микросхемы Р-49 и ЧБ-32 предназначены для отсчета текущего времени и выдачи информации на люминесцентный или светодиодный индикатор и применяются в часах "Электроника 12-23" и "Электроника 12-41".

§ 23. ИНДИКАТОРЫ

Индикаторы в электронных цифровых часах применяются для отображения информации, вырабатываемой схемой часов.

По способу получения изображения индикаторы подразделяются на активные и пассивные. Активные индикаторы под действием приложенного напряжения излучают свет, а пассивные только преобразуют падающий световой поток при приложении электрического поля к электродам. К первым относятся вакуумные катодолюминесцентные и полупроводниковые светодиодные индикаторы. Ко вторым – жидкокристаллические.

Индикаторы на основе жидких кристаллов получили в настоящее время широкое распространение благодаря малой потребляемой мощности. Низкие управляющие напряжения и токи позволяют непосредственно управлять этими индикаторами с помощью КМОП интегральных микросхем. Четкость и контрастность ЖК-индикаторов возрастают в условиях яркого солнечного света, в то время как в других типах индика-

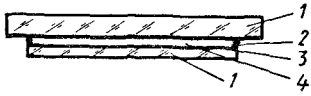


Рис. 15. Разрез ЖКИ, представляющий базовую конструкцию:
1 – стеклянная пластина, *2* – герметизирующий материал, *3* – прозрачный электрод, *4* – жидкий кристалл

торов увеличение внешней освещенности приводит к ухудшению считывания информации.

Современные ЖК-индикаторы представляют собой устройство, содержащее жидкокристаллическое вещество, помещенное между тонкими стеклянными пластинками, соединенными между собой при помощи стекла или пластического материала (рис. 15). Внутренние стороны обоих стеклянных проводящих электродов покрываются специальной химической пленкой или подвергаются специальной обработке для ориентирования молекул жидкого кристалла в определенном направлении. Длинные оси молекул при контакте с поверхностью ориентируются вдоль направления молекул ориентированного слоя. Снаружи от обеих стеклянных пластин наложены поляризационные пленки, пропускающие только компоненту света с поляризацией, параллельной оси данного поляризатора. Как видно

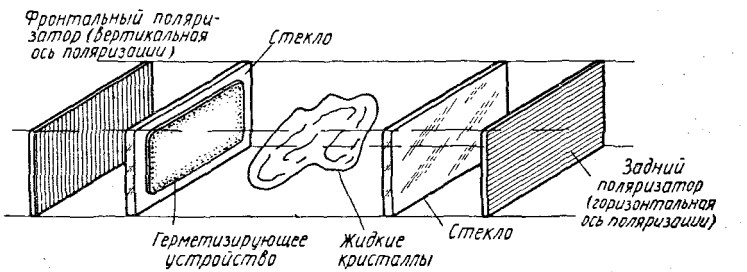


Рис. 16. Устройство ЖКИ

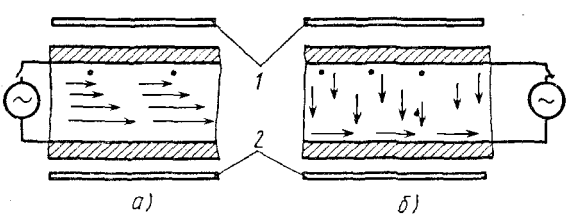


Рис. 17. Расположение молекул в закрученной нематической ячейке:
а – при отсутствии напряжения, *б* – при наличии напряжения; *1, 2* – поляризаторы

из рис. 16, оси поляризаторов взаимно перпендикулярны и свет не проходит через систему.

В электронных часах применяются закрученные нематические ЖКИ. В закрученной нематической ячейке молекулы поворачиваются на 90° от переднего электрода к заднему, если электрическое поле отсутствует (рис. 17, *а*), т. е. ориентация молекул у электродов взаимно перпендикулярна. Если плоскость поляризации падающего света параллельна одному из поверхностных направлений ориентирования, то плоскость падающего света в жидком кристалле поворачивается таким же образом, как и закрученная нематическая структура при прохождении света через ячейку. В результате индикатор пропускает свет.

При прикладывании между электродами напряжения, превышающего пороговый уровень, направление ориентации молекул становится параллельным полю и закрученная структура полностью пропадает (рис. 17, *б*). Плоскость поляризации падающего света не изменяется таким слоем ЖК. При совместном использовании подходящих пластин поляризации на обеих сторонах индикатора осуществляется высокий оптический контраст между областями с полем и без поля. Рабочее напряжение для таких ЖКИ около 3 В.

Проводники на переднем стекле используются для формирования изображений, на заднем служат общим выводом.

Многие ЖК-индикаторы содержат отражатель, напыленный или приклеенный к заднему поляризатору. Между отражателем и поляризатором может находиться световод–полупрозрачная пластинка, которая служит для подсветки информации индикатора при низких уровнях внешней освещенности.

ЖК-индикаторы управляются только переменным напряжением. При этом управляющие сигналы на включенные сегменты и общий электрод должны быть сдвинуты по фазе на

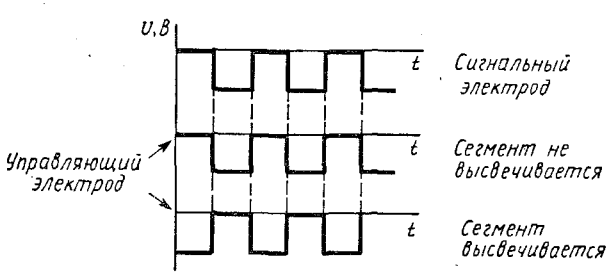


Рис. 18. Форма напряжения на электродах индикатора

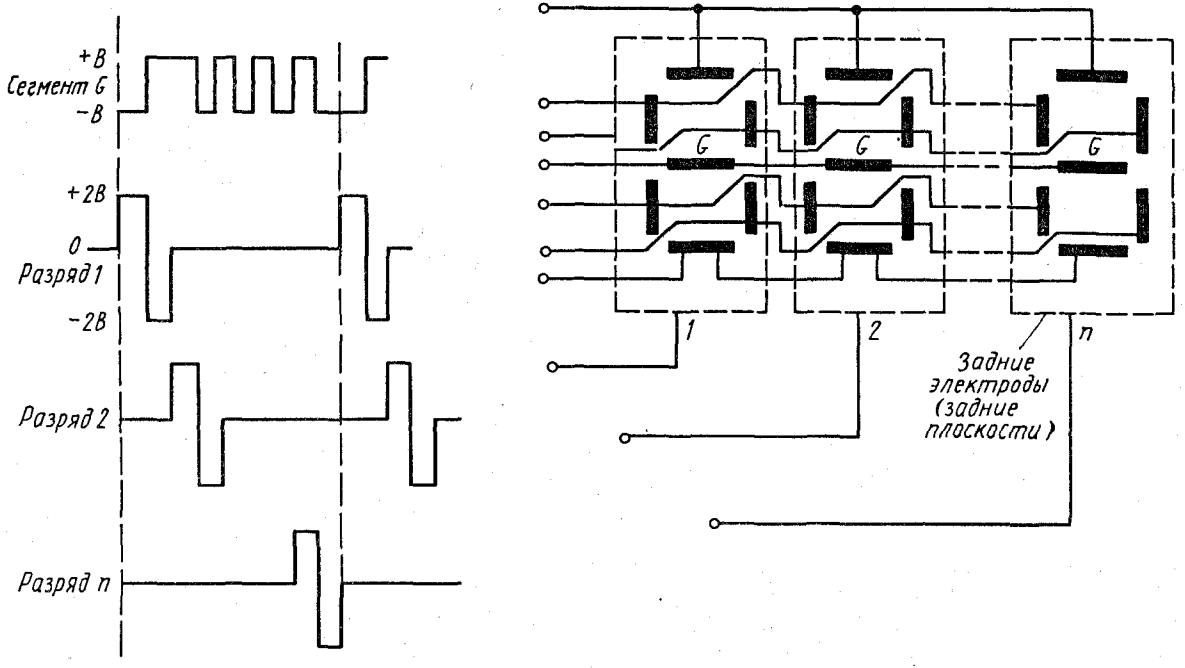


Рис. 19. Подключение электродов и импульсы управления мультиплексных ЖКИ

180° (рис. 18). В то же время на выключенных сегментах должно присутствовать напряжение по фазе, совпадающее с напряжением на общем электроде. Этим обеспечивается отсутствие частичного высвечивания выключенных сегментов из-за емкостной связи между ними и примыкающими к ним выводами.

Наличие постоянного напряжения на электродах индикатора вызывает деградацию ЖК-вещества и уменьшает срок службы индикатора.

Часто возникает необходимость уменьшить число внешних контактов индикатора, особенно если он имеет более 40 сегментов. Это достигается использованием мультиплексного метода управления. При применении этого метода соответствующие сегменты объединяются в группы. На рис. 19 приводится индикатор, каждая цифра которого имеет раздельный задний электрод, а соответствующие электроды сегментов каждой цифры на передней пластине ячейки объединяются вместе.

Как видно по формам сигнала, задние электроды каждой цифры последовательно выбираются независимо от информации, которая должно быть отображена. Информация заносится в индикатор цифра за цифрой в те передние сегменты, которые возбуждаются в соответствии с сигналами адресации, поступающими на задние электроды.

Практически используют другие способы разбиения, так как пересечение цепей электродов создает технические трудности при изготовлении индикаторов.

К недостаткам ЖК-индикаторов относятся возможность считывания информации под ограниченным углом и только при наружном освещении или при наличии подсветки, низкое быстродействие при низких температурах и малый интервал рабочих температур.

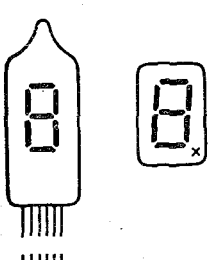


Рис. 20. Вакуумные накаливаемые индикаторы

Вакуумным накаливаемым индикатором называют электровакуумный прибор с расположенными внутри него элементами излучения в виде нитей накаливания (рис. 20). Вакуумный индикатор состоит из стеклянного баллона, внутри которого на изолированном основании подвешены на опорах нити накаливания в виде знаков или цифр. Каждая цифра может представлять отдельную нить накала, при этом все цифры пространственно разделены. Однако в большинстве случаев выпускаются индикаторы с взаимно расположенными нитями накаливания, позволяющими на

одном знакоместе высвечивать различные цифры (семисегментные индикаторы). Как цифры, так и сегменты выполняются из вольфрамового сплава, который, обладая высоким сопротивлением, при пропускании через него тока разогревается до 1250 °С и начинает излучать свет. Один вывод от всех нитей накаливания делается общим, а другой через специальную схему управления подключается к источнику напряжения.

Накаливаемые индикаторы обладают самой высокой яркостью, что позволяет эксплуатировать их в условиях любой внешней освещенности, вплоть до прямого солнечного света. Они имеют небольшое рабочее напряжение накала (3 – 7 В), большую долговечность.

К недостаткам относятся большой ток потребления, выделение тепла при работе, возникающие блики от стеклянного баллона.

Полупроводниковые светодиодные индикаторы представляют собой одно- или многоэлементную матрицу с расположенными на ней светодиодами в виде сегментов.

Светоизлучающий диод – полупроводниковая пластина с p – n-переходом, при пропускании через которую постоянного или импульсного тока она становится источником электромагнитного излучения в световой части диапазона. Принцип работы светодиода состоит в том, что при подаче прямого смещения потенциальный барьер p – n-перехода снижается и происходит инжекция электронов в область p и дырок в область n. В процессе рекомбинации неосновных носителей в переходе выделяется энергия в виде фотонов, т. е. процесс сопровождается световым излучением, частота которого зависит от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала.

Для получения светодиодов с различным цветом свечения (красным, желтым или зеленым) используют различные полупроводниковые материалы – арсенид и фосфид галлия, карбид кремния и др. Индикаторы могут изготавливаться бескорпусными или находиться в металлическом, металлокерамическом и пластмассовом корпусах. Во всех конструкциях для увеличения размеров знака используют фокусирующие и диффузионные линзы, прозрачные пластмассовые корпуса и др.

Рабочие напряжения индикаторов находятся в пределах 1,5 – 3,5 В, благодаря чему индикаторы хорошо согласуются с устройствами на интегральных микросхемах и транзисторах. Ток, потребляемый индикатором, лежит в пределах 3 – 20 мА, а в импульсном режиме может достигать 500 мА и более, что позволяет получать большую силу света в импульсе излучения.

Изображение цифры составлено из семи прямых сегмен-

тов, расположенных в виде цифры 8 (рис. 21). Каждый сегмент представляет собой отдельный светодиод, изолированно расположенный на общей металлической подложке. Пропуская ток через один или группы соответствующих светодиодных элементов, получают светящееся изображение нужной цифры. Общий электрод может объединять либо катоды, либо аноды всех излучающих элементов.

Вакуумным люминесцентным индикатором называют электровакуумный прибор с термокатодом, содержащий управляющую сетку и набор анодов-сегментов, покрытых катодолюминофором (рис. 22).

Конструктивно индикатор представляет собой стеклянный баллон, в котором размещены все элементы. Аноды-сегменты выполняют в виде углублений в плоском керамическом основании и каждый сегмент соединяют с выводом ножки баллона. На дно углубления наносят токопроводящий слой, который сверху покрывают низковольтным катодолюминофором. Оксидный катод прямого накала представляет собой одну или несколько тонких прямых нитей из вольфрама, закрепленных параллельно анодам-сегментам. Управляющая сетка индикатора плоская, мелкоструктурная, с крупной ячейкой и минимальным диаметром провода. Сетка находится под положительным потенциалом и служит для равномерного распределения потока электронов по всей поверхности анодов-сегментов. Система электродов помещена в стеклянный вакуумный баллон прямоугольной или плоской формы. На внутреннюю поверхность баллона нанесена прозрачная токопроводящая пленка, которая соединена с катодом и служит для устранения эффекта электризации баллона. Выводы электродов выполняют проволочными гибкими луженными или в виде коротких жестких штырей. Отсчет выводов в цифровых индикаторах ведется от укороченного гибкого вывода или от увеличенного расстояния между двумя соседними штырями.

Рис. 21. Одноразрядный светодиодный индикатор

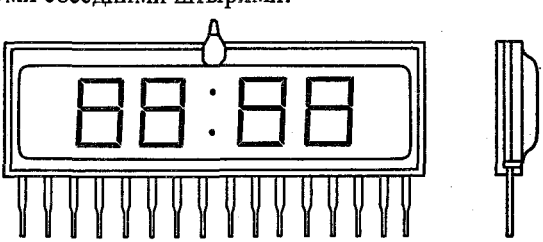


Рис. 22. Вакуумный люминесцентный индикатор

Источником электронной эмиссии в люминесцентных индикаторах служит катод прямого накала, к выводам которого подают напряжение 0,85 – 5 В. На аноды-сегменты и управляющую сетку подают одинаковые положительные относительно катода напряжения: 20 – 30 В в статическом или 50 – 70 В в импульсном режиме работы. Раскаленный катод испускает электроны, которые под воздействием положительного электрического поля управляющей сетки и анода движутся к аноду. Поток электронов, ускоряясь, пролетает по инерции сквозь редкую сетку, попадает в поле притяжения анода и продолжает движение только к тем анодам-сегментам, на которые в этот момент времени подано рабочее напряжение. Положительно заряженная сетка рассасывает пространственный заряд у катода и формирует электронный поток.

Равномерный поток электронов, ударяясь о катодолюминофор, нанесенный на аноды-сегменты, вызывает их свечение. Схема управления обеспечивает отсутствие напряжения на неработающих анодах-сегментах, что исключает явление паразитной подвески. Яркость свечения зависит как от напряжения на аноде, так и от тока анода.

§ 24. КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ

Кварцевые резонаторы, применяемые в аналоговых и цифровых электронных часах, являются элементами положительной обратной связи в схеме генераторов и служат для стабилизации частоты колебаний генератора. Для работы в часах созданы специальные резонаторы, имеющие частоту резонанса 32768 Гц, такие, как РВ 72, РК 101, РК 296, РК 233, РК 110 А, РК 206.

Кварцевый резонатор представляет собой электромеханическое устройство, обладающее пьезоэлектрическим эффектом. Электрические параметры резонатора и его первоначальная настройка в основном определяют стабильность частоты генератора.

По конструкции различаются вакуумные резонаторы, давление внутри баллона которых ниже атмосферного, и резонаторы, давление внутри баллона которых мало отличается от атмосферного и обычно составляет 0,1 – 0,3 атм. Баллон может заполняться сухим азотом или гелием.

Кварцевый резонатор обладает двумя видами резонанса: последовательным и параллельным. В схеме генератора часов резонатор работает в промежутке между двумя резонансами и выполняет роль индуктивности.

Конструктивно кварцевый резонатор состоит из кварце-

держателя и смонтированного в нем пьезоэлемента (п/э), снабженного отводами. Отводы служат для электрического соединения электродов пьезоэлемента со стойками каркаса и механического закрепления пьезоэлемента. Пьезоэлемент представляет собой кварцевую пластину (или брусок), вырезанную из монокристалла кварца под определенным углом к его кристаллографическим осям, прошедшую соответствующий процесс обработки, с нанесенными электродами из серебра. Для сцепления серебра на кварцевую пластину предварительно наносится подслой нихрома.

Для возбуждения колебаний к пьезоэлементу через электроды подводится переменное напряжение. Пьезоэлемент, обладающий обратным пьезоэффектом, начинает колебаться синхронно с приложенным напряжением. Во время колебаний п/э его форма изменяется относительно линии плоскости, проходящей через геометрический центр п/э, причем эта линия или плоскость не испытывает деформаций. На ней располагаются узловые точки колебательных волн, т. е. такие точки, которые в процессе колебания п/э остаются неподвижными. Для уменьшения потерь на трение п/э крепится в держателе резонатора отводами, припаянными к его электродам в узловых точках колебаний. Крепление в других точках вносит значительное затухание в колебания п/э. Различным видам колебаний соответствует свое особое расположение узловых точек.

В процессе сборки и настройки пьезокварцевые резонаторы проходят настройку частоты, так как частота колебаний п/э после напыления электродов отличается от номинальной.

По устройству вибратора резонаторы делятся на брусковые и камертонные. У брусковых резонаторов п/э представляют собой прямоугольную пластинку (брусок небольшой толщины), частота настройки которой определяется соотношением его длины и площади поперечного сечения (рис. 23). Однако с уменьшением размеров бруска увеличиваются технологические трудности по его сборке, так как даже небольшое отклонение места пайки от узла стоячей волны вызывает значительное отклонение параметров резонатора от номинальных значений. Для уменьшения габаритных размеров резонатора без ухудшения его параметров пошли по пути изготовления п/э *U*-образной формы, т. е. в виде камертона, получив фиксированную точку узла стоячей волны. Камертонные резонаторы являются наиболее перспективными и постепенно вытесняют брусковые (рис. 24).

Как отмечалось выше, стабильность частоты генератора, а значит и точность хода часов, в основном определяется пара-

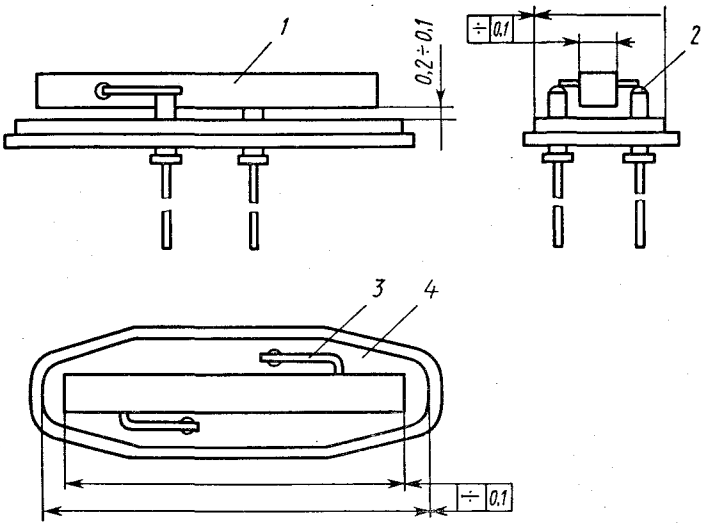


Рис. 23. Устройство брускового кварцевого резонатора:
1 – пьезоэлемент, *2* – выводы, *3* – отводы, *4* – корпус

метрами кварцевого резонатора. Главной в этом отношении является температурно-частотная характеристика (ТЧХ) резонатора. Для резонаторов, используемых в электронных часах, график изменения частоты $\Delta f/f$ в зависимости от изменения температуры представляет собой параболу (рис. 25). Как видно из рисунка, точность хода часов зависит от положения экстремальной точки ТЧХ. Исследования показывают, что для получения точности хода часов ± 15 с в месяц в диапазоне температур от 20 до 30 °С необходимо иметь значение экстремальной точки 25 ± 5 °С.

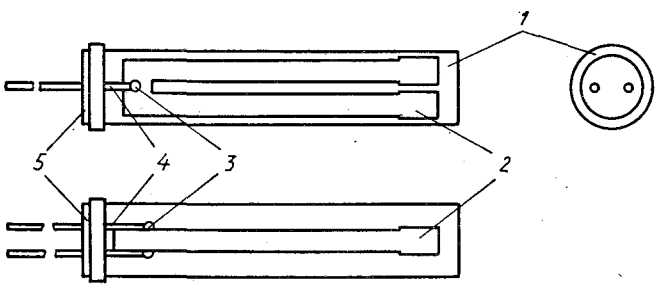


Рис. 24. Устройство камертонного кварцевого резонатора:
1 – корпус, *2* – пьезоэлемент, *3, 5* – основания, *4* – выводы

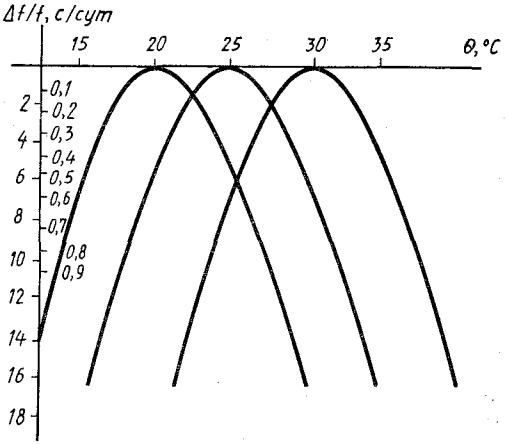


Рис. 25. Температурно-частотная характеристика резонатора

Параметром, который определяет стабильность и настройку резонатора, является его добротность, определяемая как отношение энергии накопленной к энергии рассеянной при генерации колебаний. Добротность применяемых резонаторов составляет от 30 000 до 200 000 и значительно превышает добротность генератора.

§ 25. ЗВУКОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Наиболее широкое применение находят в последние годы пьезоэлектрические керамические зуммеры.

Пьезоэлектрический зуммер (звонок) представляет собой диск из поляризованной пьезоэлектрической керамики, который прикрепляется к вибратору – тонкому металлическому диску и образует с ним единое целое (рис. 26). Внешний диаметр зуммера 10 – 50 мм, а толщина (включая диск из пьезокерамики) 0,4 – 1,0 мм.

Если на два электрода диска из пьезокерамики подать сигнал переменного тока, это вызовет сжатие и расширение диска, приводящее к возникновению колебаний изгиба, что, в свою очередь, вызовет появление звуковых волн. Данное явление

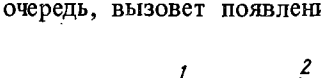


Рис. 26. Устройство пьезоэлектрического зуммера:
1 – пьезоэлемент, *2* – мембрана

носит название обратного пьезоэлектрического эффекта, т. е. изменение геометрических размеров пьезоэлемента под воздействием переменного электрического поля.

Пьезоэлектрический звонок резонирует на определенной фиксированной частоте.

Для получения максимального звукового давления необходимо подавать на зуммер сигнал с частотой, близкой к резонансной. Величина резонансной частоты зависит от размеров зуммера, способа его крепления и от звукового влияния окружающей среды. Резонансная частота зуммера обратно пропорционально квадрату радиуса диска.

Для получения высокой громкости звучания зуммера его жестко закрепляют в корпусе часов или в крышке корпуса, играющей роль резонатора, делают отверстия.

Основные достоинства пьезоэлектрических зуммеров: низкое рабочее напряжение; продолжительный срок службы вследствие бесконтактной структуры; возможность работы при очень низких токах; малая толщина конструкции; отсутствие при работе искрения, что исключает помехи на другие электрические цепи; возможность воспроизводить с помощью электронных цепей различные тона.

§ 26. ТРАНСФОРМАТОРЫ. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Из всего существующего многообразия трансформаторов (низкочастотные, высокочастотные, импульсные, входные, выходные, силовые и др.) в электронных часах применяются только силовые трансформаторы. Они предназначены для преобразования напряжения сети в более низкие напряжения, необходимые для питания анодных, накальных и других цепей в часах.

Трансформатор состоит из сборного Ш-образного пластинчатого (ТСЧ-4) или витого ленточного (ТСЧ-2) магнитопровода, каркаса из электрокартона или гетинакса и обмоток, изготовляемых из медного провода марки ПЭВ или ПЭЛ. Диаметр провода выбирается в зависимости от величины тока, протекающего в обмотке. Намотка осуществляется рядами, виток к витку. Ряды между собой изолируются конденсаторной или кабельной бумагой.

Первичная обмотка, рассчитанная на напряжение 220 В, может иметь отводы для подключения к сети 127 В и 110 В. Количество витков для вторичных обмоток зависит от напряжения вторичной обмотки и рассчитывается по формуле:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2},$$

где U_1 – напряжение первичной обмотки; U_2 – напряжение вторичной обмотки; n_1 – количество витков первичной обмотки; n_2 – количество витков вторичной обмотки.

Вторичных обмоток может быть несколько или одна с несколькими отводами.

Основными неисправностями трансформаторов являются обрыв внутри обмотки, обрыв выводов, межвитковое замыкание. Обрывы легко проверяются тестером, а межвитковое замыкание определяют по довольно сильному нагреву трансформатора через 3 – 5 мин после включения в сеть.

Переключатели предназначены для коммутации различных цепей электронных схем.

Наиболее широко в электронных часах применяются переключатели П2К, имеющие различное число контактных групп. Они могут применяться как отдельно, так и совместно в группе из 2 – 4 переключателей с зависимой и независимой друг от друга фиксацией, с фиксацией положения и без нее.

При выходе из строя рабочих контактных групп и наличии свободных работоспособность восстанавливается параллельным подключением рабочих контактов к свободным.

§ 27. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ МЕХАНИЗМОВ АНАЛОГОВЫХ ЧАСОВ

Основными узлами механизмов аналоговых часов являются элемент питания, электронный блок, шаговый или балансовый двигатель, платина и мосты, основная колесная система, стрелочный механизм, механизм перевода стрелок.

Как уже говорилось, элементом питания служит химический источник тока, обеспечивающий электрической энергией электронный блок и двигатель часов.

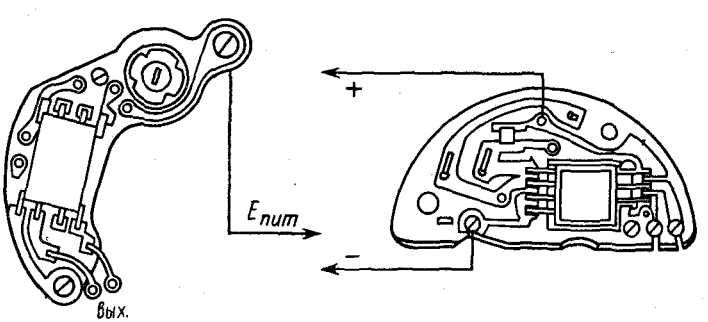


Рис. 27. Блоки кварцевого генератора для различных моделей часов

Электронный блок, или блок кварцевого генератора (БКГ), преобразует энергию элемента питания в импульсы управления двигателем. Он представляет собой печатную плату (рис. 27), на которой расположены навесные элементы: интегральная микросхема, кварцевый резонатор, подстроечный конденсатор (триммер), резистор, конденсатор постоянной емкости. Печатная плата выполнена из фольгированного стеклотекстолита, на котором путем травления сформированы проводники. Все навесные элементы входят в состав генератора, работающего на частоте 32 768 Гц (рис. 28). Активные элементы генератора расположены в микросхеме. Частота, вырабатываемая генератором, увеличивается усилителем-инвертором и поступает на пятнадцатикаскадный делитель частоты, на выходе которого включен формирователь разнополярных импульсов частотой 1 Гц (рис. 29). Для настройки частоты генератора на номинальную служит триммер.

Платина – основание для сборки часового механизма. Для установки колес и других деталей механизма платина имеет специальные углубления и отверстия. Их расположение и форма различны для каждой модели.

Второй точкой опоры для вращающихся частей (колес, баланса) служат небольшие пластины – **мосты**, размеры и форма которых зависит от конструкции часов. Как и платины, мосты имеют углубления и отверстия для установки деталей.

В зависимости от сложности кварцевых часов применяются различные типы мостов: мост передаточного, минутного колеса, центральный, основной колесной передачи, механизма перевода стрелок, мост календаря и др. Обычно часы содержат 3 – 4 моста.

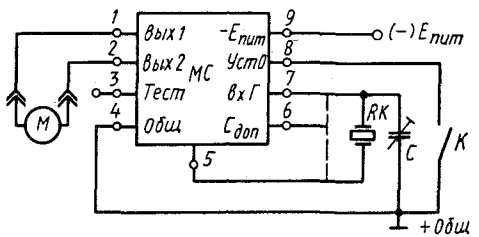


Рис. 28. Электрическая схема БКГ

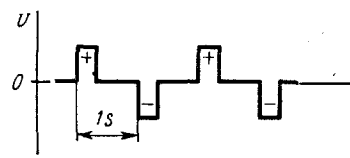


Рис. 29. Формы выходных импульсов БКГ

Оси колес и других деталей должны устанавливаться строго перпендикулярно относительно платины и моста, поэтому их соответствующие от-

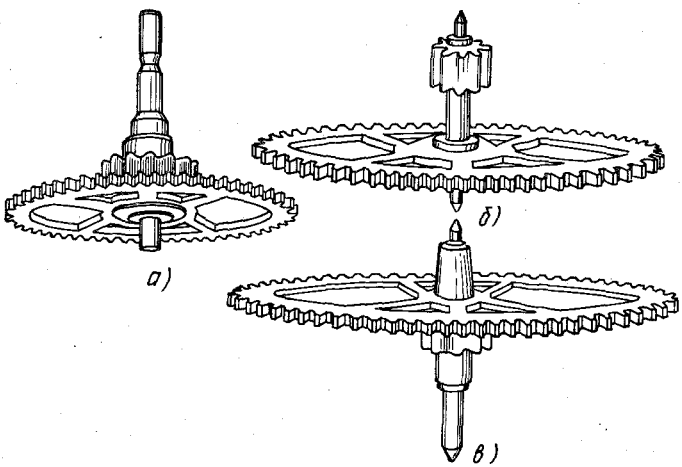


Рис. 30. Детали основной колесной системы:
а – центральное колесо с трибом, *б* – промежуточное колесо с трибом, *в* – секундное колесо с трибом

верстия должны быть строго соосны. В этих целях в платины и мосты запрессовывают специальные втулки и посадочные штифты, на которые надевают мосты. Крепление мостов к платине осуществляют винтами. Платина и мосты обычно имеют защитные покрытия для предупреждения коррозии.

Основная колесная система состоит из триба двигателя, секундного колеса с трибом, промежуточного колеса с трибом, центрального колеса с трибом (рис. 30). *Триб* – зубчатое колесо небольшого диаметра, имеющее, как правило, менее 20 зубьев. Вращение от одного колеса к другому передается обычно через трибы. Колеса и трибы, входящие в зацепление, для уменьшения потерь на трение изготовляют из различных материалов: колеса – из латуни или бериллиевой бронзы, трибы – из стали. В этих же целях зубья и цапфы трибов полируют до высокого класса чистоты. Также для уменьшения трения в отверстия платин и мостов запрессовывают часовые камни, обладающие высокой износоустойчивостью.

В более сложных часах в состав основной колесной системы может входить несколько передаточных, а также дополнительных колес.

В зависимости от конструкции часов, расположения секундной стрелки, толщины часов конструкция трибов и колес может быть различной.

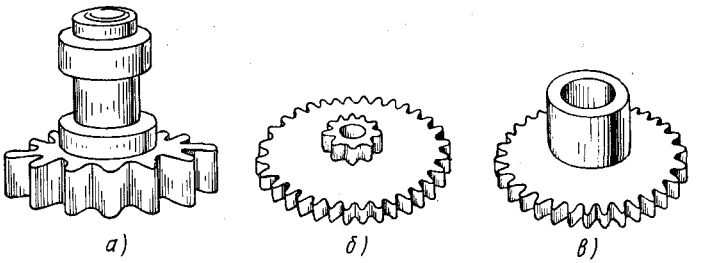


Рис. 31. Детали стрелочного механизма:
а – триб минутной стрелки, *б* – минутное колесо, *в* – часовое колесо

Стрелочный механизм состоит из часового колеса, минутного колеса с трибом, триба минутной стрелки и фольги (рис. 31).

Часовое колесо представляет собой зубчатое колесо с цилиндрической втулкой, на которую надевается часовая стрелка. Часовые колеса изготавливают из латуни. Цилиндрическим отверстием колесо свободно надевают на триб минутной стрелки.

Минутное колесо также изготавливают из латуни с покрытием слоем никеля или золота, а триб колеса – из стали. Триб и колесо между собой жестко связаны. Минутное колесо передает вращательное движение от триба минутной стрелки на часовое колесо через свой триб. Оно насаживается на колонку или штифт, запрессованный в платину.

Триб минутной стрелки имеет зубчатое колесо, цилиндрическую колонку для посадки минутной стрелки, проточку под обжимку. Изготавливается из стали. Отверстием, проходящим через ось, триб надевают на цапфу центрального триба и путем обжимки проточки создают фрикционное соединение его с центральным трибом. Фрикционное соединение заставляет триб минутной стрелки вращаться вместе с центральным трибом при работе часового механизма и в то же время при переводе стрелок позволяет ему поворачиваться относительно центрального триба.

Фольга представляет собой тонкую латунную ленту и применяется для обеспечения надежного зацепления часового колеса, триба минутной стрелки и триба минутного колеса при работе часового механизма.

Механизм перевода стрелок состоит из переводной головки, вала перевода, переводного колеса, переводного рычага, рычага муфты и муфты.

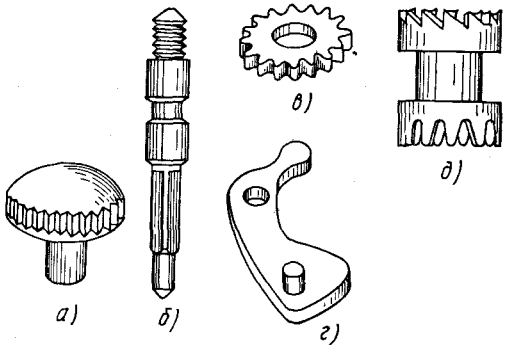


Рис. 32. Детали механизма перевода стрелок: *а* – переводная головка, *б* – переводной вал, *в* – переводное колесо, *г* – переводной рычаг, *д* – муфта кулачковая

Переводная головка (рис. 32, *а*) по окружности имеет зубчатую накатку для удобства перевода стрелок. Она изготавливается из того же материала, что и корпус (латунь, сталь), и имеет одинаковое с ним покрытие. Соединение ее с переводным валом осуществляется при помощи резьбы.

Переводной вал (рис. 32, *б*) имеет сложную форму и изготавливается из стали. В проточку цилиндрической части переводного вала входит переводной рычаг.

Переводное колесо (рис. 32, *в*) устанавливают на колонке платины. В платине сделаны специальные выступы для уменьшения трения переводного колеса о платину. По наружному диаметру колесо имеет модульные зубья. Изготавливают переводные колеса обычно из стали с последующей термической обработкой.

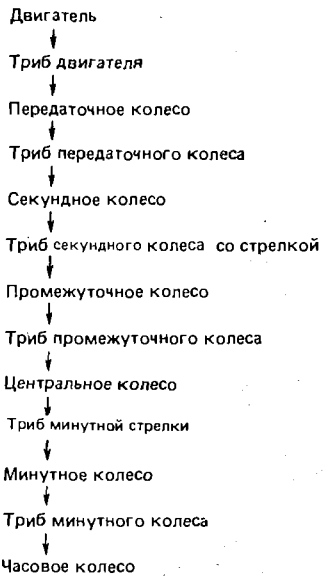
Переводной рычаг (рис. 32, *г*) устанавливается на ось переводного рычага, а конец его находится в проточке переводного вала. Ось переводного рычага прижата к платине и может при нажатии перемещаться, выводя переводной рычаг из проточки переводного вала.

Муфта кулачковая (рис. 32, *д*) может свободно перемещаться вдоль переводного вала. Фиксация ее на валу осуществляется при помощи квадратного отверстия. Расположенными по диаметру зубьями она передает вращение от переводного вала к переводному колесу.

Взаимодействие узлов осуществляется в основном так, как показано на схеме 4. При вращении триба ротора шагового или балансового двигателя вращение передается на передаточ-

ное колесо и через его триб на секундное колесо. Далее через триб секундного колеса на промежуточное колесо и через его триб на центральное колесо с трубкой. На трубку центрального колеса фрикционно насажен триб минутной стрелки со стрелкой. С триба минутной стрелки через минутное колесо и его триб движение передается часовому колесу с часовой стрелкой.

Схема 4



Для перевода стрелок при перемещении вала переводного ключа кулачковая муфта вступает во взаимодействие с переводным колесом, связанным с минутным колесом. Одновременно рычаг муфты перемещает пластину стопорения, которая своим упругим концом соединяет штифт БКГ с массой. При этом шаговый двигатель отключается, что вызывает останов всей колесной системы.

Другим упругим концом пластина стопорения упирается в передаточный триб, что вызывает проскальзывание фрикциона на трибе минутной стрелки и тем самым обеспечивает стопорение секундной стрелки при переводе часовой и минутной стрелок.

§ 28. ДВИГАТЕЛИ КВАРЦЕВЫХ ЧАСОВ

В электронно-механических часах применяются шаговые, балансовые и камертонные двигатели. Последние в настоящее время сняты с производства из-за низкой надежности.

Шаговые двигатели находят в часах самое широкое применение из-за их компактности, довольно высокой надежности, хорошей устойчивости к ударным нагрузкам. Основная задача шагового двигателя – преобразование энергии электрических сигналов во вращательное движение. Учитывая небольшие размеры часов и вследствие этого ограниченную емкость малогабаритных химических источников тока, шаговые двигатели

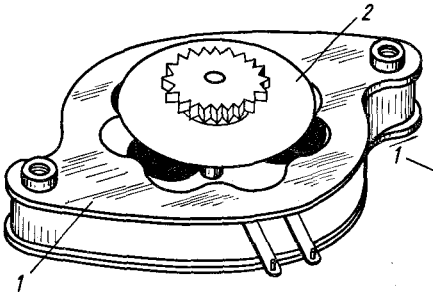


Рис. 33. Шаговый двигатель со встроенными катушками:
1 – статор, *2* – ротор

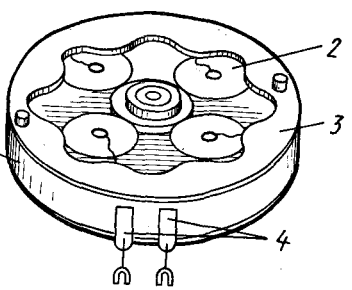


Рис. 34. Статор шагового двигателя со встроенными катушками:
1 – основание, *2* – катушка, *3* – фиксаторы, *4* – выводы

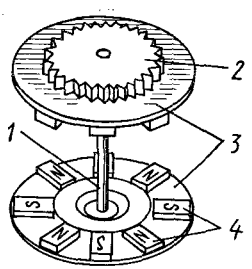


Рис. 35. Ротор шагового двигателя со встроенными катушками:
1 – ось, *2* – триб, *3* – полуроторы, *4* – магниты

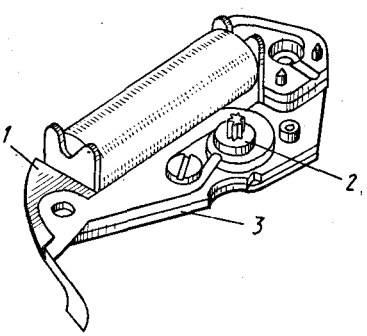


Рис. 36. Шаговый двигатель с выносной катушкой:
1 – статор, *2* – ротор, *3* – основание

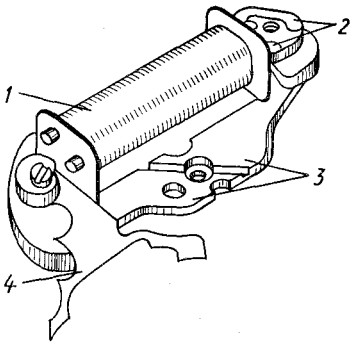


Рис. 37. Статор шагового двигателя с выносной катушкой:
1 – катушка с сердечником, *2* – выводы, *3* – полюсные наконечники, *4* – боковой токосъемник

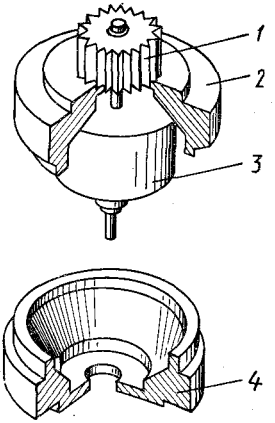


Рис. 38. Ротор шагового двигателя с выносной катушкой:
1 – ось с трибом, *2* – крышка, *3* – магнит, *4* – втулка

должны иметь как можно меньший ток потребления и высокий к. п. д.

Различают шаговые двигатели с выносной катушкой и с встроенными катушками (рис. 33 – 38).

В *шаговых двигателях с выносной катушкой* катушка с обмоткой управления и магнитопроводом расположена с одной стороны ротора, а не вокруг него. Ротор представляет собой цилиндр из магнитотвердого материала с симметрично расположенными полюсами. Он находится внутри статора из магнитомягкого материала.

В месте расположения ротора статор имеет два узких участка с малым поперечным сечением, обладающих вследствие этого низкой магнитной проницаемостью относительно других участков магнитопровода, т. е. эти участки играют роль рабочих зазоров магнитопровода. При подаче импульса на обмотку управления в них создается магнитное поле. Фиксация ротора осуществляется наличием зоны максимальной проводимости магнитопровода на участке с большим поперечным сечением.

При подаче импульса на обмотку управления и протекании в ней тока в магнитопроводе индуцируется магнитное поле с различной полярностью по обе стороны от участков статора с узким сечением. Под воздействием этого поля на полюса ротора он повернется на 180° и зафиксируется в данном положении до прихода следующего импульса. Второй импульс обратной

полярности вызовет обратное намагничивание статора, в результате чего ротор вновь повернется на 180°, и т. д.

В *двигателе со встроенными катушками* обмотка управления состоит из четырех последовательно соединенных катушек, расположенных симметрично внутри статора. Ротор представляет собой два диска, жестко соединенных осью, на которую насажен триб. На каждом диске ротора по внешней окружности равномерно расположены восемь магнитов. Полярность каждой пары соседних магнитов противоположна. Для фиксации ротора статор имеет восемь выступов, проходящих в непосредственной близости от магнитов ротора.

При подаче импульса на обмотку управления по ней протекает ток, который создает электромагнитное поле статора. В результате взаимодействия поля статора с полем постоянных магнитов возникает вращающий момент, который поворачивает ротор на один шаг, равный 45°. Ротор снова находится в фиксированном состоянии, при этом полярность постоянных магнитов относительно катушек возбуждения меняется на обратную. Для поворота ротора еще на один шаг необходимо на катушки подать импульс обратной полярности.

Импульсы управления разнополярные, с частотой 1 Гц и длительностью 31,25 мс.

Балансовый двигатель (рис. 39), или магнитоэлектрический привод, состоит из источника тока, электронного блока, магнитной системы и импульсной катушки.

Магнитная система представляет собой одну или две пары постоянных магнитов, расположенных на балансе разноименны-

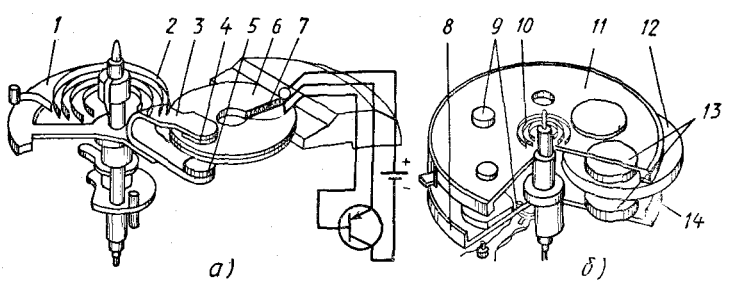


Рис. 39. Балансовый двигатель:
а – спусковой регулятор, *б* – узел баланс–спираль;
1 – баланс, *2* – спираль, *3* – магнитопровод, *4, 5* – постоянные магниты, *6* – импульсная катушка, *7* – катушка освобождения, *8, 11* – диски баланса, *9* – противовесы, *10* – спираль, *12* – катушка, *13* – постоянные магниты, *14* – обод баланса

ми полюсами навстречу друг другу и образующих в воздушном зазоре магнитное поле.

Импульсная катушка состоит из двух катушек: возбуждения и освобождения, и подключается к электронному блоку.

В состоянии покоя баланса катушки расположены между постоянными магнитами так, что их оси симметрии совпадают.

Для получения стабильных колебаний необходим начальный механический импульс, приводящий баланс в движение. При движении баланса с закрепленными на нем постоянными магнитами в катушке освобождения наводится эдс, которая открывает транзистор. В его коллекторной цепи и в катушке возбуждения протекает ток, создающий вокруг нее магнитное поле. Магнитное поле катушки возбуждения, взаимодействуя с полем постоянных магнитов, создает вращающий момент баланса, который поддерживает его колебания.

При обратном движении баланса все повторяется: в катушке возбуждения наводится эдс, которая открывает транзистор. Импульс тока в коллекторной цепи протекает по катушке освобождения и создает вокруг нее магнитное поле. Это поле, взаимодействуя с полем постоянных магнитов, расположенных на балансе, увеличивает вращающий момент, компенсируя потери на трение и др. В данном случае баланс за период колебания получает два электромагнитных импульса, поддерживающих его колебания.

Конструкция системы баланс—спираль может быть и такой, как на рис. 39, *б*.

Баланс представляет собой два круглых диска, верхний из которых соединен со спиралью. Постоянные магниты закреплены на верхнем и нижнем дисках симметрично, а диаметрально противоположно им на дисках установлены противовесы. Катушка возбуждения и катушка освобождения соединены с электронным блоком и в состоянии покоя расположены между магнитами. Работа баланса происходит так же, как и предыдущего.

§ 29. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЧАСАХ

К дополнительным относятся календарные, сигнальные, противоударные устройства, секундомеры, устройства отсчета поясного времени, таймеры и др.

Наиболее широко, как в электронно-механических, так и в электронных часах, применяются **автоматические календарные устройства**. В простых моделях электронных часов осуществляется счет и индикация чисел месяца. Более сложные

модели, кроме того, производят отсчет дней недели и лет. В обоих случаях электронная схема автоматически учитывает количество дней в месяце (28, 29, 30, 31) в зависимости от установленного номера месяца.

В электронно-механических часах различают календарные устройства мгновенного и затяжного действия. В первом случае смена показаний осуществляется в течение 10 – 15 мин, во втором – 2 – 3 ч.

Сигнальные устройства (будильники) имеет большинство моделей электронных настольных и карманных часов, многие модели электронных наручных часов и отдельные модели электронно-механических часов.

Если в электронных часах устройство звуковой сигнализации реализуется довольно просто, без значительных изменений схемы, то в механических и электронно-механических часах это связано со значительным усложнением кинематической схемы часов. Поэтому электронно-механические часы с сигнальным устройством встречаются довольно редко.

Противоударные устройства в электронно-механических часах с балансовым двигателем применяют для исключения поломок и деформаций оси баланса при ударах. Противоударное устройство представляет собой сборочный узел, основными элементами которого являются накладка, бушон, сквозной и накладной камни, фиксирующая пружина.

При ударе в осевом направлении ось баланса давит на накладной камень и смещает его вверх. Затем под воздействием пружины камень возвращается обратно. Ось баланса смещается вверх до упора утолщенной частью в торец накладки. Амортизация удара происходит за счет пружины.

При ударе в боковом направлении ось баланса давит на бушон с запрессованным сквозным камнем и смещается в сторону до тех пор, пока утолщенной частью не упрется в стенку накладки. В данном случае силу удара принимает на себя утолщенная часть оси и поломки не происходит[1].

Работу секундомера, таймера, устройств поясного времени, цифровой настройки хода, задатчика ритма рассматривать подробно нецелесообразно, так как схемотехнически эти дополнительные устройства входят в состав больших интегральных схем и ремонту и регулировке не подлежат.

---

[1] Более подробно устройство различных календарных, сигнальных и противоударных устройств рассмотрено в кн.: *Попов В.Д., Гольдберг Н.Д.* Устройство и технология сборки часов. М., 1982.

§ 30. ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

Структурная схема электронных цифровых часов (рис. 40) состоит из генератора синусоидальных колебаний, делителя частоты, блока счетчиков, дешифраторов, индикатора, блока коррекции и блока питания.

Генератор синусоидальных колебаний вырабатывает колебания с частотой 32 768 Гц. Для получения высокостабильных колебаний в качестве задатчика опорных колебаний применяется кварцевый резонатор. На практике широко применяется способ построения генератора по схеме Пирса на основе несимметричного мультивибратора с кварцевым резонатором в цепи обратной связи. При использовании данной схемы нет необходимости в специальном каскаде формирования импульсов, поскольку сигналы на выходе мультивибратора приближаются по форме к прямоугольным импульсам. В схеме генератора предусмотрена подстройка частоты, а следовательно, и точности хода.

Делитель частоты, состоящий из последовательно включенных триггеров, служит для получения импульсов с частотой 1 Гц, получающихся путем последовательного деления на 2 частоты генератора 32 768 Гц. С промежуточных выходов делителя снимаются сигналы, используемые для управления индикаторами (32, 64 Гц) и часами (1, 2, 8 Гц). Импульсы с частотой 1 Гц поступают на вход блока счетчиков.

Блок счетчиков, как и делитель частоты, состоящий из триггеров, служит для счета времени. Каждый счетчик (секунд, минут и т.д.) состоит из нескольких последовательно включенных триггеров и характеризу-

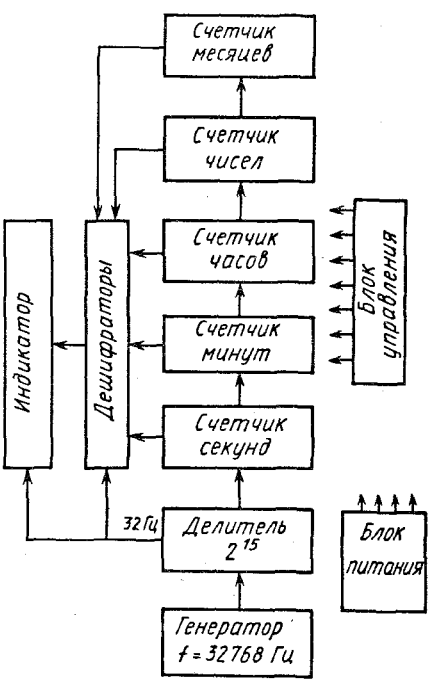


Рис. 40. Структурная схема электронных часов

ется коэффициентом счета, значение которого определяется местом данного счетчика в схеме блока.

Так, счетчики единиц секунд и минут имеют коэффициент счета 10. У счетчиков десятков секунд и минут коэффициент счета равен 6. В итоге общий коэффициент счета равен 60. Это значит, что на выходе второго счетчика формируются импульсы с периодом повторения 1 мин, а на выходе четвертого – 1 ч.

Для обеспечения отсчета единиц и десятков часов в схему соединения счетчиков вводится логическая обратная связь, которая в простом случае представляет собой схему совпадения, на входы которой поступают сигналы с определенных выходов счетчиков, а формируемый этой схемой сигнал поступает на входы сброса счетчиков в нулевое состояние.

Блок дешифраторов осуществляет преобразование двоичных сигналов в сигналы управления индикаторами. В случае статической индикации дешифратор включается на выходе каждого счетчика. В случае динамической – применяется один дешифратор, который подключается последовательно к выходам счетчиков (рис. 41). В том случае, если дешифратор не может обеспечить надежное включение индикатора, применяет-

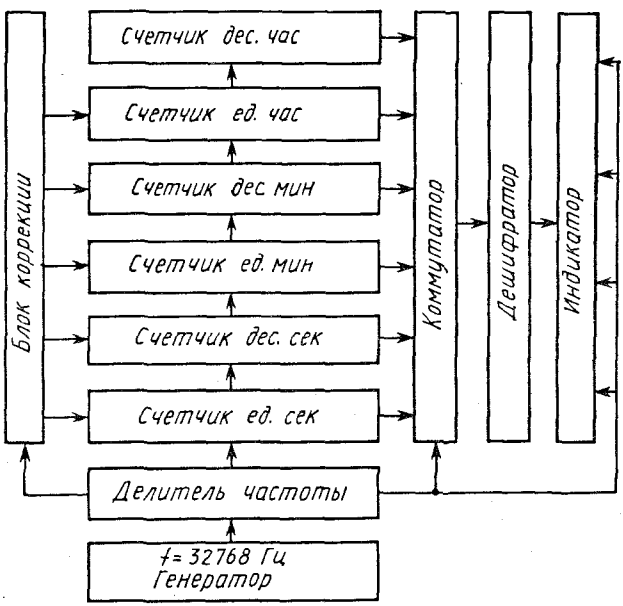


Рис. 41. Структурная схема электронных часов с динамической индикацией

ся дополнительный блок сопряжения. Узлы сопряжения выполняют на транзисторах, либо на основе микросхем, содержащих набор транзисторов.

Индикатор электронных часов представляет собой либо совокупность индикаторных ламп, либо многоразрядный прибор.

Блок управления служит для корректировки текущего времени, обнуления секунд, установки счетчиков в исходное состояние. В простейшем варианте этот блок представляет собой электронный коммутатор с кнопочным управлением, осуществляющий подключение выхода делителя ко входам соответствующих счетчиков. При такой коммутации установка требуемых состояний счетчиков производится с частотой 1 или 2 Гц. В более сложном исполнении блок управления включает логический узел, обеспечивающий автоматическую коррекцию чисел, месяцев, лет и другой информации.

Блок питания снабжает энергией все узлы электронных часов. Для наручных часов блок питания включает в себя один или два химических источника тока — батарейки и преобразователь напряжения, применяемый при работе часов от одного элемента питания с напряжением 1,5 В и служащий для удвоения напряжения, которое необходимо для питания отдельных блоков и индикатора.

Во многих настольных часах наряду с автономным применяется питание от сети. В этом случае блок питания включает трансформатор для понижения напряжения, выпрямитель со стабилизатором и может выдавать как одно, так и несколько напряжений. Часто в настольных часах применяется резервное питание (аккумулятор), служащее для предотвращения сбоев при кратковременном отключении сети.

§ 31. КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР

В электронных часах кварцевый генератор является самым ответственным узлом, поскольку обеспечивает основной параметр часов — суточный ход, и единственным узлом, требующим настройки.

Кварцевый генератор часов (рис. 42) состоит из кварцевого резонатора *ZQ* с номинальной частотой 32 768 Гц (типа РВ-72, РК-296 и др.), усилителя-инвертора и резисторов *R1* и *R2*, расположенных в микросхеме, конденсаторов *C1*, *C2* и *C3*.

Кварцевый резонатор служит для формирования опорной частоты. Его применение позволяет получить сравнительно высокую стабильность частоты при простой схеме и несложной конструкции возбудителей.

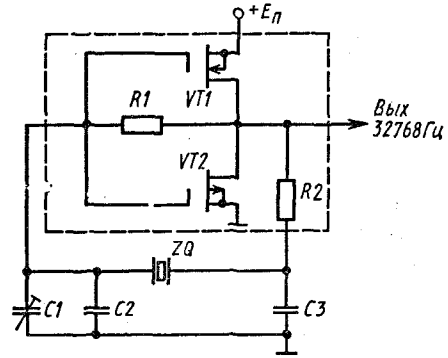


Рис. 42. Принципиальная схема кварцевого генератора

Усилитель-инвертор используется в качестве активного элемента задающего генератора.

Резисторы и конденсаторы применяются для обеспечения режимов работы генератора.

Резистор *R1* (сопротивление которого примерно 10 – 30 МОм), включенный в цепь отрицательной обратной связи по постоянному току, вводит инвертор в линейный режим, где он обладает усилительными свойствами. Ввиду того что резистор имеет большое сопротивление, он не влияет на частотные свойства кварцевого резонатора.

Резистор *R2* служит для уменьшения рассеиваемой мощности на кварцевом резонаторе и улучшения формы прямоугольных импульсов.

Конденсаторы *C1, C2, C3* и резонатор *ZQ* образуют колебательный контур, в котором кварцевый резонатор используется в качестве индуктивности.

Генератор настраивается на номинальную частоту 32 768 Гц путем подбора величины конденсатора *C2* и вращения ротора переменного конденсатора *C1*.

При подаче на схему генератора и микросхему напряжения питания генератор возбуждается. Синусоидальные колебания поступают на усилитель-инвертор и далее на 1 каскад делителя

Рис. 43. Схемы кварцевого генератора:
а – на микросхеме К176ИЕ5, *б* – на микросхеме К176ИЕ12, К176ИЕ18

частоты. Инвертор должен обладать усилительными свойствами.

В практических схемах настольных часов кварцевый генератор выполняется на микросхемах К176ИЕ5, К176ИЕ12, К176ИЕ18 (рис. 43).

§ 32. СЧЕТЧИКИ. ДЕЛИТЕЛИ. ДЕШИФРАТОРЫ

Счетчики предназначены для подсчета количества импульсов, поступающих на вход. **Делители** служат для деления частоты генератора до величины, применяемой для счета. Как счетчики, так и делители состоят из цепочки триггеров, количество которых определяется максимальным числом счета или степенью деления частоты. Число триггеров характеризует разрядность счетчика или делителя.

Триггер — это электронное устройство с двумя устойчивыми состояниями равновесия. Из одного состояния равновесия в другое триггер переключается под действием входных сигналов.

Различают асинхронные и синхронизируемые триггеры. Если состояние триггера изменяется только в момент действия синхронизирующего сигнала, подаваемого на специальный вход, то такой триггер называется синхронизируемым, или тактируемым. (Синхронизирующие импульсы также называются тактовыми.) Состояние же асинхронного триггера изменяется при поступлении на его входы сигналов в любой момент времени. Наличие сигналов на выходе триггера зависит от сигналов, действующих на входе в данный момент времени.

Обычно триггеры имеют два выхода: прямой и обратный (инверсный), и несколько входов, число которых зависит от типа и назначения триггера. Приняты следующие обозначения входов триггеров:

R — вход установки триггера в нулевое состояние;

S — вход установки триггера в единичное состояние;

C — вход синхронизации;

D — вход для подачи информационных сигналов;

T — счетный вход.

В цифровой электронной технике широкое применение получили тактируемый D-триггер, счетный T-триггер и RS-триггер.

D-триггер (рис. 44) имеет два входа: синхронизации и информационный. Если сигнал на входе синхронизации отсутствует ($C=0$), состояние триггера устойчиво и не зависит от поступления сигналов на информационный вход. При поступлении на вход синхронизации сигнала ($C=1$) информация

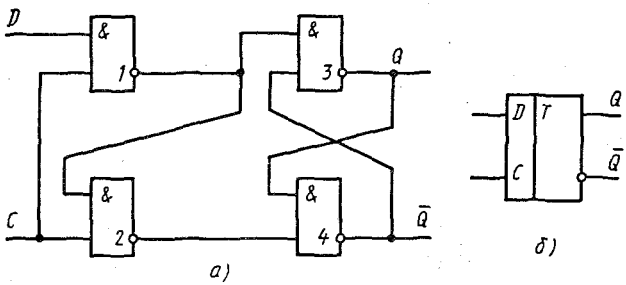


Рис. 44. Построение (*а*) и условное обозначение (*б*) тактируемого *D*-триггера

на выходе Q будет повторять информацию на входе D.

Временные диаграммы работы *D*-триггера изображены на рис. 45.

Счетный *T*-триггер (рис. 46) имеет один управляющий вход T и два выхода Q и $\bar{Q}$. Смена устойчивых состояний в данном триггере будет происходить при каждом перепаде (положительном или отрицательном) напряжения на входе. Счетный *T*-триггер можно получить из синхронизируемого *D*-триггера, если соединить его инверсный выход с информационным входом. Такой триггер можно использовать как делитель частоты или счетчик, потому что, как видно из временной диаграммы, частота сигнала на выходе $\bar{Q}$ в два раза ниже частоты сигнала на входе. На рис. 47 приведена схема и временные диаграммы четырехразрядного счетчика с последовательным переносом, в котором использованы *D*-триггеры. В данной схеме инверсный выход предыдущего триггера соединен со счетным входом последующего. Коэффициент деления (счета) равен 2^n, где n – число триггеров в схеме счетчика. В нашем случае коэффициент счета $2^4 = 16$, т. е. после прихода на первый триггер 16 импульсов на выходе четвертого появится только один.

По описанному принципу построена микросхема К176ИЕ5А, состоящая из двух счетчиков, а одном из которых девять триггеров, а в другом шесть. Вход девятиразрядного счетчика соединен с выходом генератора, работающего на частоте 32 768 Гц. В результате деления в 2^9 раз на выходе счетчика получаются импульсы с частотой 64 Гц, используемые для управления индикатором. Если же выход девятиразрядного счетчика соединить со входом шестиразрядного счетчика, то мы получим коэффициент деления всего делителя 2^{15}, т. е. на выходе делителя будут присутствовать секундные импульсы с частотой 1 Гц.

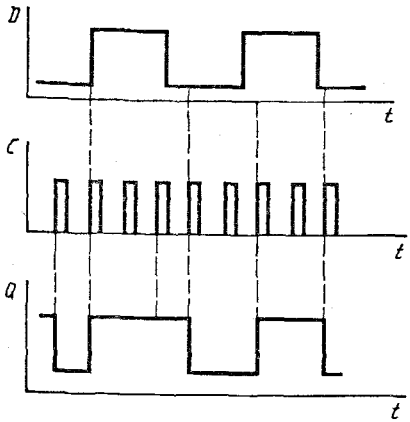


Рис. 45. Временны́е диаграммы на входе и выходе тактируемого *D*-триггера

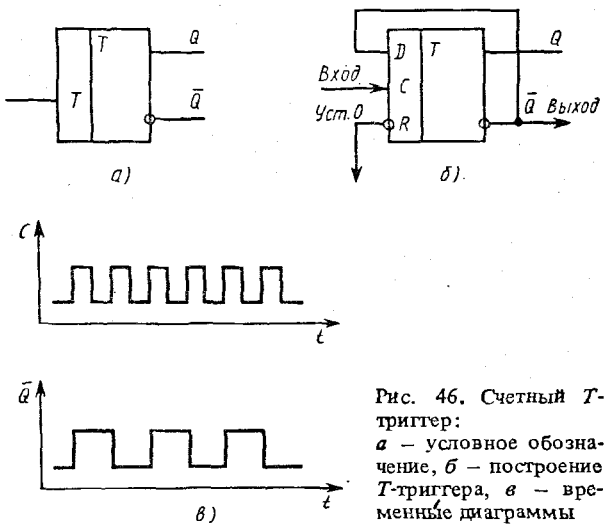


Рис. 46. Счетный *T*-триггер:
а – условное обозначение, *б* – построение *T*-триггера, *в* – временны́е диаграммы

Если необходимо получить коэффициент деления, отличный от 2^n, применяют счетчики на основе регистра сдвига с перекрестной обратной связью, схема и временные диаграммы которого приведены на рис. 48. В данной схеме прямые выходы предыдущего триггера соединяются с информацион-

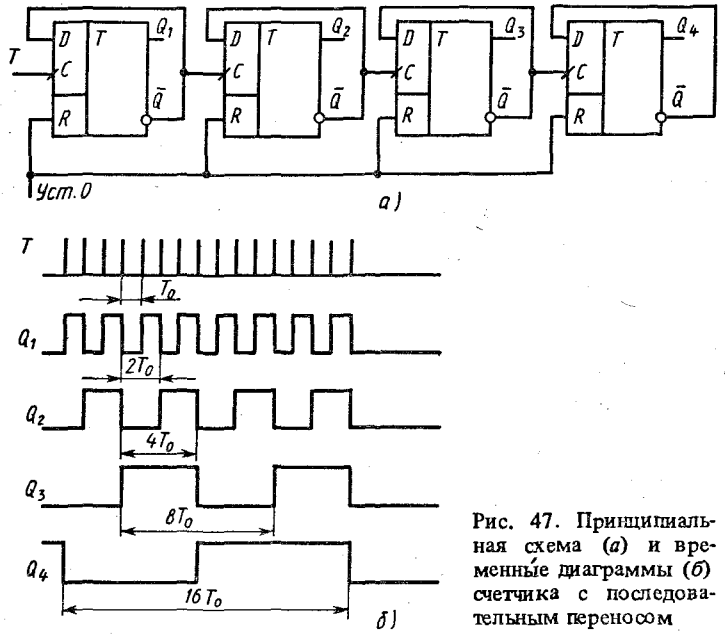


Рис. 47. Принципиальная схема (*а*) и временны́е диаграммы (*б*) счетчика с последовательным переносом

ным входом последующего, а инверсный выход последнего триггера с входом первого. Счетные импульсы также подаются на вход синхронизации. Счетчик имеет коэффициент счета $2n$. Перед началом счета подачей сигнала на вход R необходимо установить все триггеры в нулевое состояние. Тогда на инверсном выходе последнего триггера, а следовательно, и на информационном входе первого будет присутствовать единица. Теперь с приходом счетных импульсов эта единица будет поочередно записываться в каждый триггер. После заполнения последнего триггера на его инверсном выходе появится 0 и весь счетчик начнет заполняться нолями, и т.д. (см. рис. 48). При построении счетчика в часах по данной схеме для получения коэффициента счета 6 (десятки минут) необходимы три триггера, 10 (единицы минут) — пять триггеров и т.д., что не всегда удобно, так как требуется большое число триггеров. По данному принципу построены микросхемы К176ИЕ3, К176ИЕ4 и др.

Дешифраторы в электронных часах служат для преобразования двоичного кода работы счетчиков в семисегментный код работы индикатора (рис. 49). Другими словами, дешифратор, считывая информацию с выхода каждого счетчика, где

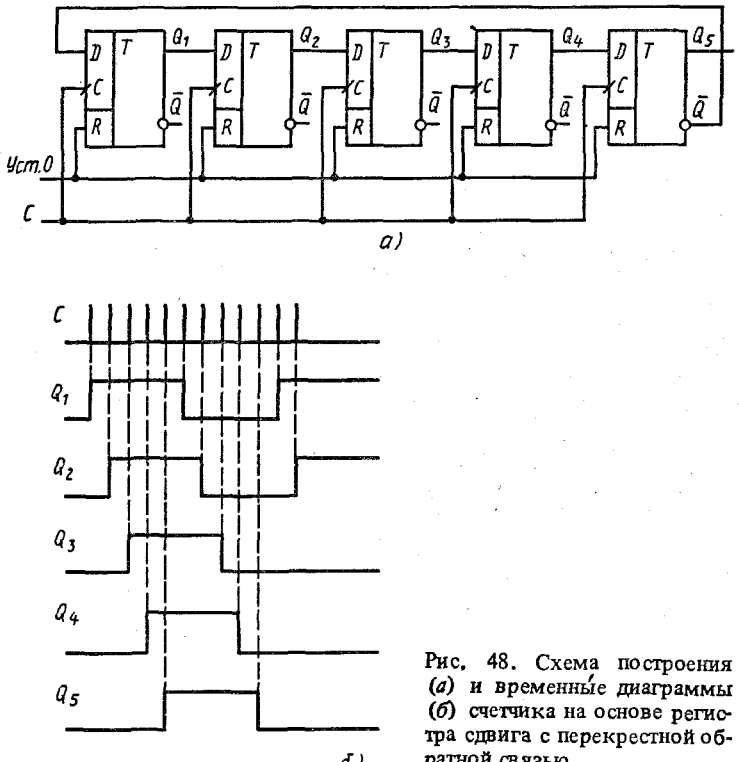


Рис. 48. Схема построения (*а*) и временны́е диаграммы (*б*) счетчика на основе регистра сдвига с перекрестной обратной связью

она присутствует в двоичном коде (1 — высокий уровень на выходе или 0 — низкий), включает соответствующие сегменты цифр индикатора.

Соответствие десятичного, двоичного и семисегментного кодов приведено в табл. 5.

Таблица 5

Десятичный код	Двоичный код				Семисегментный код						
	8	4	2	1	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1

Продолжение табл. 5

Десятичный код	Двоичный код				Семисегментный код						
	8	4	2	1	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

§ 33. БЛОК ИНДИКАЦИИ

Блок индикации необходим для визуального считывания информации, поступающей с цифровой схемы.

В настольных, настенных, автомобильных электронных часах очень широко применяются электровакуумные (накальные и катодолюминесцентные) и полупроводниковые (светодиодные) индикаторы.

Работа *накальных индикаторов* основана на принципе осветительной лампы накаливания. Большое потребление тока требует применения между дешифраторами и индикаторами усилителей тока. Для совместного включения микросхем с накальными индикаторами применяют схему сопряжения (рис. 50, *а*), состоящую из транзисторного ключа с общим коллектором.

В момент поступления на базу транзистора с выхода дешифратора логического "0" он закрывается и ток через него, а следовательно через сегмент, не протекает, и сегмент не светится.

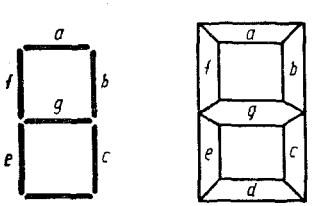


Рис. 49. Изображение цифры в семисегментном коде

В момент поступления логической "1" транзистор открывается, через него и соответствующий сегмент начинает протекать ток, который вызывает разогрев и свечение сегмента. Резистор $R_{огр}$ играет роль ограничителя тока и выбирается в зависимости от тока накала сегмента и максимально допустимого тока через транзистор. Малая величина резистора $R_{огр}$

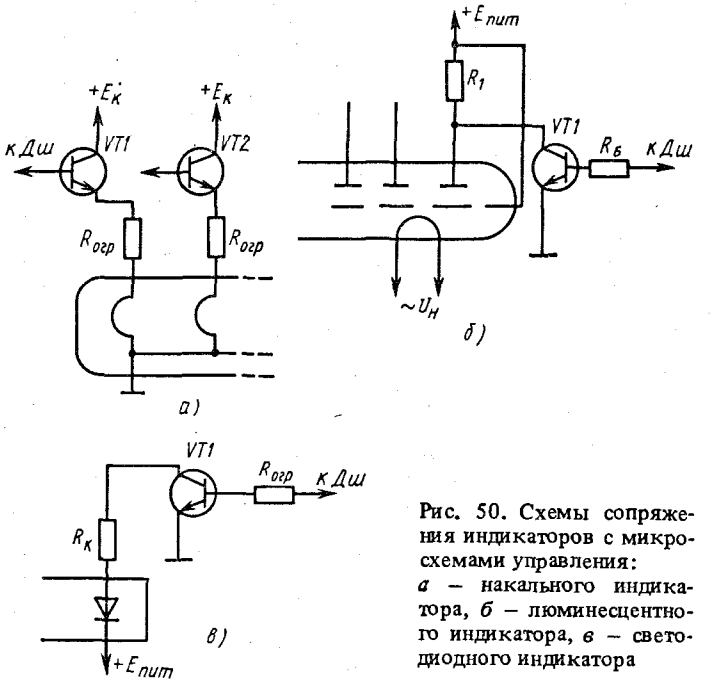


Рис. 50. Схемы сопряжения индикаторов с микросхемами управления: *а* – накального индикатора, *б* – люминесцентного индикатора, *в* – светодиодного индикатора

вызовет большой ток через сегмент и быстрый его выход из строя или выход из строя транзистора из-за теплового пробоя перехода.

Если сопротивление резистора больше номинального, яркость сегмента будет недостаточна или же сегмент вообще не будет высвечиваться.

Гораздо более широкое распространение, чем накальные, в настольных и автомобильных часах получили *люминесцентные индикаторы* (рис. 50, *б*). Их основными достоинствами являются значительно меньшее потребление электроэнергии, более высокий к. п. д., возможность применения без согласующих элементов, т. е. подключение непосредственно к выходам дешифраторов.

Нить накала (катода) люминесцентного индикатора, являющаяся общей для всех его разрядов, питается переменным напряжением (1,5 – 2,0 или 5 В). При протекании тока происходит ее разогрев и испускание электронов. Отрицательно заряженные электроны под действием начальной скорости проходят редкую сетку и притягиваются положительным полем покрытых люминофором анодов-сегментов, бомбардируя их

и вызывая свечение. Таким образом, будет происходить высвечивание только тех анодов-сегментов, на которые подано довольно высокое (20 – 30 В) положительное напряжение.

В случае отсутствия на аноде положительного напряжения сегмент высвечиваться не будет, так как поток электронов в его направлении будет притягиваться сеткой, находящейся под небольшим положительным напряжением.

При поступлении с выхода дешифратора на базу транзистора логического "0" он закроется и на коллекторе, а соответственно и на аноде, будет присутствовать полное напряжение $+E_К$. Сегмент высвечивается.

При поступлении с выходе дешифратора на базу транзистора логической "1", т. е. высокого положительного напряжения (3 – 7 В), транзистор откроется и напряжение на его коллекторе, а значит и на аноде, станет близким к нулю. При высоком положительном напряжении на базе транзистор входит в режим насыщения, его коллекторный ток достигает максимума и согласно формуле $U_К = E_К - I_К R_К$ напряжение на коллекторе близко к нулю. Сегмент высвечиваться не будет. Иногда в данном случае говорят, что транзистор (переходом эмиттер–коллектор) шунтирует анод индикатора.

Полупроводниковые (светодиодные) индикаторы в отличие от люминесцентных работают при низких питающих напряжениях (единицы вольт), но в то же время потребляют значительный ток (5 – 20 мА). Небольшие размеры светодиодных индикаторов позволяют применять их в малогабаритных часах (наручных), однако значительное потребление электроэнергии ограничивает ресурс работы часов с автономными источниками тока.

Из-за значительного тока потребления светодиодные индикаторы требуют применения согласующего транзисторного ключа. При этом светодиод включается последовательно в коллекторную цепь транзистора. Резистор $R_{огр}$ играет роль ограничителя тока, как и в накальном индикаторе (рис. 50, *в*).

При подаче с выхода микросхемы на базу транзистора положительного потенциала (логической "1") он открывается и через светодиод протекает ток, вызывающий его свечение.

При подаче с выхода микросхемы на базу транзистора напряжения низкого уровня (логического "0") он закрывается и ток через светодиод не протекает. Сегмент не высвечивается.

Наибольшее распространение в настоящее время в наручных и некоторых типах настольных часов получили *жидкокристаллические индикаторы*, имеющие небольшие габаритные размеры, большую информативность, низкое потребление энергии,

возможность подключения к выходам дешифраторов без согласующих элементов.

В большинстве моделей электронных часов ЖКИ управляется сигналами прямоугольной формы частотой 32 или 64 Гц, снимаемых с делителя частоты. Данные сигналы подаются на дешифратор и общий электрод индикатора.

Если с выхода дешифратора на соответствующий сегмент поступают импульсы в фазе с напряжением на общем электроде, то разность напряжений между сегментом и общим электродом равна нулю и сегмент не высвечивается (см. рис. 18).

В случае, когда с выхода дешифратора на сегмент поступает сигнал в профивофазе к импульсам на общием электроде, разность напряжений между сегментом и общим электродом в любой момент времени будет почти равна напряжению источника питания. При этом жидкокристаллическое вещество теряет свою прозрачность, и мы видим сегмент.

Для нормальной работы ЖКИ необходимо переменное напряжение не менее 2 В. Поэтому в электронных наручных часах, где применяется один элемент питания с напряжением 1,5 В, обязательно наличие удвоителя напряжения.

В последние годы наиболее широкое применение, как в часах с люминесцентными и светодиодными, так и с жидкокристаллическими индикаторами, находит динамическая индикация – *мультиплексное управление* (рис. 51). Сущность динамической индикации заключается в поочередном подключении каждого разряда индикатора к счетчику через дешифратор. Основное достоинство данного метода индикации состоит в значительном снижении энергопотребления индикатора, а также снижения в несколько раз количества его выводов. Одноименные сегменты во всех разрядах соединяются вместе и имеют общий вывод. Данное решение позволяет применять в составе микросхемы только один дешифратор, который блоком управления подключается поочередно к выходам счетчиков. Информация на выходе счетчиков в двоичном коде преобразуется дешифратором в код работы индикатора. Переключение дешифратора к счетчикам и соответственно разрядам индикатора происходит с достаточно высокой частотой, чтобы не было заметно мигания. В этом случае используется "инерционность" зрения человека, т. е. при смене отдельных событий с частотой более 25 раз в секунду они воспринимаются как непрерывное событие. Во многих цифровых часах для управления индикатором применяется промежуточная частота деления 128 Гц, т. е. каждый разряд высвечивается 32 раза в секунду. В каждый отдельно взятый момент времени будет высвечиваться тот

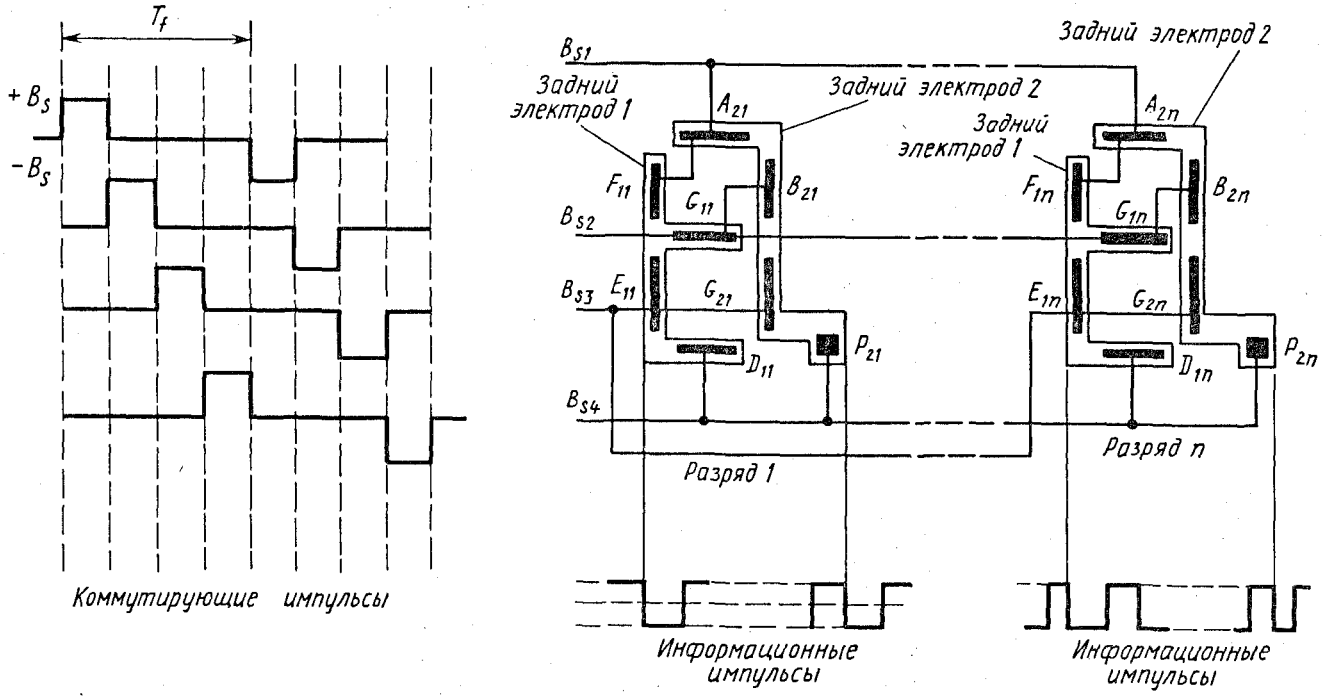


Рис. 51. Устройство и импульсы управления индикатором в динамическом режиме

разряд, на управляющую сетку которого подан положительный потенциал. Информация заносится в индикатор последовательно, цифра за цифрой.

Обязательным условием всех схем с динамической индикацией является жесткая синхронизация управляющих сигналов, которые должны поступать на сетки с взаимным сдвигом по времени.

§ 34. БЛОК ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Многие часы, как наручные, так и настольные, кроме функций времени и календаря имеют программируемое **сигнальное устройство (будильник)**.

Схема будильника (рис. 52) состоит из двух блоков. В блок программирования входят дешифратор часов и минут (в сложных часах дополнительно может входить дешифратор секунд или дней недели), а также схема совпадения на диодах *VD1 – VD4*, переключатели *S1 – S4* и резистор *R1*.

Входы дешифраторов подключаются к соответствующим выходам счетчиков блока счета и индикации текущего времени.

В блок звуковой сигнализации входят микросхема *DD1* (схема *И*), транзистор *VT1*, звонок *HA1* и катушка индуктивности *L1*.

Время срабатывания сигнального устройства задается переключателями *S1 – S4*. На рис. 52 установлено время 12 ч 22 мин. В исходном состоянии диоды *VD1 – VD4* открыты отрицательным потенциалом, поданным через резистор *R1* на их катоды, поэтому на входе *1* микросхемы *DD1* низкий уровень напряже-

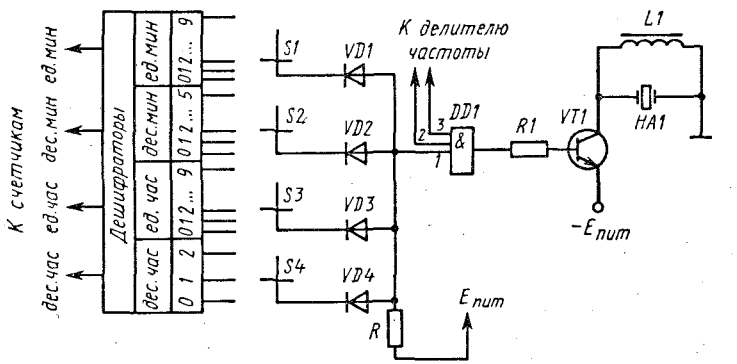


Рис. 52. Схема блока звуковой сигнализации

ния. Микросхема закрыта, и ее состояние не зависит от наличия сигналов на входах *2* и *3*. Транзистор *VT1* заперт, ток в цепи коллектор–эмиттер и, следовательно, через звонок не протекает и звуковой сигнал не подается.

При совпадении запрограммированного времени с текущим диоды *VD1 – VD4* закроются и потенциал на их катодах и на входе *1* микросхемы *DD1* значительно возрастет, т. е. станет равным 1. Так как на входах *2* и *3* микросхемы *DD1* постоянно присутствуют сигналы с частотами 2 Гц и 2048 Гц, то при поступлении единицы на вход *1* микросхема сработает и транзистор *VT1* откроется. В цепи коллектор–эмиттер и через звонок *HA1* потечет ток – будет звучать сигнал. Транзистор в схеме играет роль усилителя тока.

Прерывание сигнала осуществляется с частотой 1 или 2 Гц импульсами, подаваемыми на вход *3* микросхемы *DD1*.

В качестве звонка применяются пьезоэлектрические или электродинамические преобразователи электрических сигналов в звуковые волны (подробнее см. § 25).

На практике могут применяться различные варианты построения схемы блока программирования и блока звуковой сигнализации.

В простейшем варианте блок программирования представляет собой многовходовую схему *И*. Выход схемы подключен к устройству звуковой сигнализации, а каждый вход через переключатель соединяется с соответствующим выходом дешифратора. Схема сработает только тогда, когда на каждом подключенном к схеме совпадения выходе дешифратора появятся сигналы с единичным уровнем.

В более сложных вариантах блок звуковой сигнализации воспроизводит один или несколько музыкальных сигналов (мелодий), подает звуковой сигнал в запрограммированное время и каждый час, имеет регулировку громкости звучания.

§ 35. БЛОК ПИТАНИЯ

В качестве **блока питания** большинства моделей электронных настольных часов используется универсальный блок БП6-1-1, который обеспечивает необходимые режимы питания схемы часов и индикатора ИВЛ1-7/5 (рис. 53).

Обмотка *1 – 2* трансформатора является первичной и через предохранитель и соединительный шнур подключается к сети.

С обмотки *3 – 4* пониженное переменное напряжение поступает на выпрямительный мост *VD1 – VD4* (КД209А). С

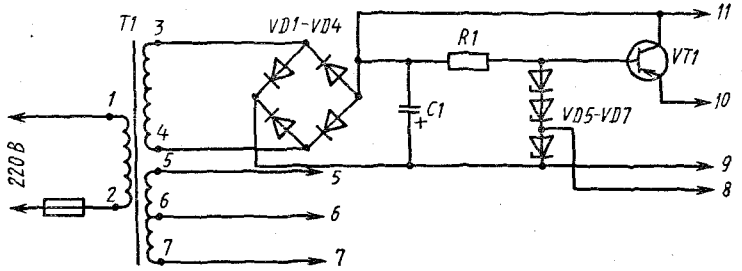


Рис. 53. Принципиальная схема блока питания

выхода моста выпрямленное напряжение (36,5 В) поступает на вход стабилизатора. Конденсатор *C1* служит для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения.

Стабилизатор (*R1, VT1, VD5 – VD7*) выдает опорное стабилизированное напряжение 8 – 9,5 В при токе нагрузки 3 мА между точками *8, 9*, а также 25 – 29,5 В и токе нагрузки 30 мА между контактами *9, 10*. Разброс стабилизированных напряжений объясняется технологическим разбросом параметров стабилитронов.

Между кондактами *9* и *11* присутствует нестабилизированное напряжение 35 – 38 В с выхода выпрямительного моста.

Обмотка *5 – 7* трансформатора используется для питания переменным напряжением цепи накала индикатора (~ 5В). Средняя точка (вывод *6*) служит общей точкой вывода катода индикатора.

§ 36. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

В цифровых часах блок управления необходим для установки текущего времени минут, часов и точного времени (нулевых показаний секунд), а также показаний календаря (числа, дня недели, номера месяца, года) и другой необходимой информации.

Обнуление информации: секунд, а иногда часов и минут, т. е. установка соответствующих счетчиков в нулевое состояние осуществляется подачей логической единицы на входы *R*счетчиков (рис. 54). В практических схемах на входы *R* через ограничительный резистор подается напряжение питания.

Различают принудительное и автоматическое обнуление счетчиков.

При принудительном обнулении напряжение источника питания через ограничительный резистор подается на вход микросхемы при помощи переключателя или кнопки.

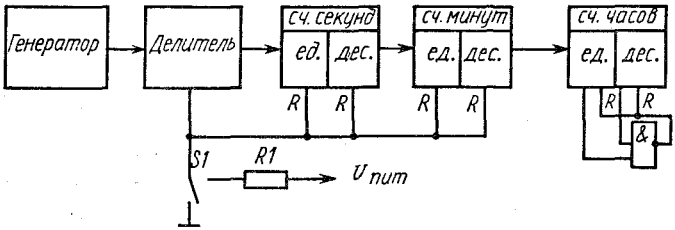


Рис. 54. Схема обнуления счетчиков

При отсутствии напряжения питания и затем при его включении счетчики блока программирования могут устанавливаться в произвольное состояние. Поэтому в часах с будильником часто вводится автоматическое обнуление счетчиков.

Схема блока управления состоит из переключателей, через контакты которых производится подача управляющих импульсов непосредственно на входы счетчиков, что позволяет быстро устанавливать необходимую информацию (рис. 55). Для управления используется импульсная последовательность 1, 2, 4, 8 или 16 Гц, снимаемая с соответствующих выходов делителя частоты.

Для исключения ложного срабатывания счетчиков в момент переключения входы счетчиков развязываются конденсаторами. Также с аналогичной целью между счетчиками могут включаться дифференцирующие *RC*-цепи.

Во всех схемах электронных цифровых наручных, дорожных и карманных часов и во всех моделях настольных часов последнего выпуска рассмотренные решения заложены в микросхемах, поэтому блок управления представляет собой систему кнопок или переключателей, с помощью которых по заданному алгоритму осуществляется управление часами. При нажатии соответствующей кнопки коррекции напряжением высокого уровня открывается электронный ключ и импульсная последовательность начинает поступать непосредственно на вход данного счетчика.

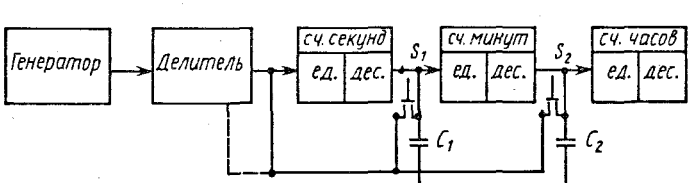


Рис. 55. Схема блока коррекции информации

Контрольные вопросы

1. От чего зависит сопротивление резисторов? 2. В чем отличие стабилитрона от диода? 3. Чем отличается схема включения транзистора с общим эмиттером от схемы включения с общим коллектором? 4. Какие функции в элементе питания выполняет сепаратор? 5. В чем преимущества и недостатки литиевых элементов? 6. От чего зависит срок службы ХИТ? 7. Что такое нематические ЖКИ? 8. Что такое динамическая индикация? 9. Чем отличается камертонный резонатор от брускового? 10. От чего зависит громкость звучания пьезоэлемента? 11. От чего зависит напряжение вторичной обмотки трансформатора и как его можно рассчитать? 12. Чем отличается мост от платины? 13. В чем отличие ШД с выносной катушкой от ШД с встроенными катушками? 14. Чем отличается схема часов с динамической индикацией от схемы с обычной индикацией? 15. Что такое триггер, дешифратор?

ГЛАВА 4. УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ЧАСАМИ

§ 37. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

Индикация часов, минут, секунд характерна для всех моделей выпускаемых ЭНЧ и большинства моделей настольных часов. Разница состоит только в том, что некоторые модели показывают секунды по вызову ("Электроника 5-18351", "Электроника 5-18394", "Электроника 5-29351" и др.), а остальные постоянно. Выпускаются часы, позволяющие определять время в двух часовых поясах, т. е. в них фактически объединяются двое часов, допускающих любую предварительную установку времени ("Электроника 5-30354", "Электроника 5-29361").

В электронных часах реализуется принятый в большинстве стран григорианский календарь. Простые часы дают информацию о текущем числе и месяце; более сложные указывают, кроме того, день недели и год. Число, номер месяца, год воспроизводятся цифровым способом, день недели — позиционным или буквенным в виде одно- или двухбуквенных сокращений наименований дней недели. Во многих моделях ("Электроника 5-30354", "Электроника 5-30355", "Электроника 5-29367" и др.) номер месяца не индицируется в основном режиме, хотя присутствует при начальной установке информации календаря. Производимый часами счет месяцев позволяет автоматически организовать в каждом из них счет чисел до 30 или 31.

Измерение с высокой точностью интервалов времени в спорте, научных исследованиях, на производстве находит широкое применение. Электронные цифровые часы, обладая высокими точностными показателями, цифровым способом индикации легко позволяют реализовать функции секундомера: измерение интервалов времени, их суммирование, измерение

промежуточного времени, измерение времени последующего события с момента окончания предыдущего ("Электроника 5-30354").

Режим измерения интервалов времени используется для определения времени отдельного процесса, никакой закономерностью не связанного с последующим. В данном режиме результат измерений непрерывно отражается на индикаторе.

Режим суммирования интервалов времени применяется для измерения времени какого-либо процесса, протекающего с перерывами, если время последующих должно быть исключено из его длительности, т. е. определяется "чистое" время.

Режим измерения промежуточного времени используется для счета времени от начала какого-либо события до его различных фаз. При этом соответствующей кнопкой управления останавливаются показания индикатора, а отсчет времени продолжается.

Отсчет времени в режиме секундомера производится с точностью 0,01 – 1,0 с.

Наряду с функциями секундомера в часах нашли применение функции таймера (обратного секундомера). Данные модели ("Электроника 5-30354", "Электроника 5-30357") показывают остаток времени до окончания события, например, периода хоккейного матча, длительность которого предварительно задана.

Удобны в эксплуатации часы с программируемой звуковой сигнализацией, так называемые будильники. Большинство из них имеет одну программу контрольного времени (часов, минут), период действия одни сутки ("Электроника 5-30357", "Электроника 5-30364", "Электроника 22-01", "Электроника 2-14" и др.). Модель "Электроника 5-29361" имеет две программы контрольного времени будильника. При наступлении запрограммированного времени часы подают однотональный или музыкальный сигнал, а в модели "Электроника 2-14" имеется и семикратное повторение его через определенное время.

В последних моделях наручных электронных часов реализована функция подстройки точности хода самим владельцем с помощью кнопок управления. При этом владелец по сигналам точного времени определяет, на сколько секунд или десятых долей секунды спешат или отстают часы за сутки, и вносит в часы рассчитанную поправку коэффициента деления – часы ежесуточно будут корректировать свой ход на величину поправки.

Часы-радио "Электроника Р-403" имеют в своем составе кроме часов радиоприемник с двумя диапазонами: ДВ и СВ;

выполнены в настольном варианте и кроме функции индикации текущего времени, будильника, радиоприемника осуществляют автоматическое включение и выключение радиоприемника в заданное время, отключение радиоприемника через 32 мин в режиме "Сон".

§ 38. УПРАВЛЕНИЕ ПЯТИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЧАСАМИ

"Электроника 5-18351", "Электроника 5-22356", "Электроника 5-30351"

Часы указанных моделей имеют одинаковые функциональные возможности и показывают текущее время в часах, минутах и секундах, а также числа и номера месяцев.

В часах "Электроника 5-22356" в отличие от других женских моделей, применен больший индикатор, имеется подсветка для считывания информации в темное время суток, люк для замены элементов питания владельцем.

В часах первого выпуска вместо номера месяца высвечивается день недели в цифровом виде: 1 – понедельник, 2 – вторник, 3 – среда, 4 – четверг, 5 – пятница, 6 – суббота, 7 – воскресенье.

Часы данных моделей могут работать как в 12-, так и в 24-часовом режиме.

В основном режиме часы показывают текущее время в часах от 0 до 23 или от 1 до 12 и в минутах от 00 до 59. Часы и минуты разделены мигающей точкой, символизирующей ход часов.

В часах выпуска до 1982 г. в режиме работы от 0 до 23 ч при первом нажатии и отпускании кнопки ПВ[1] индикация текущего времени исчезает, появляются показания единиц текущих минут и секунд. Так, если текущее время было 20.21, то появится 1.44 или вместо 44 любое текущее показание секунд. При повторном нажатии кнопки появляются показания порядкового номера дня недели и числа месяца. При отпускании кнопки вновь появляется индикация текущего времени с разделительной точкой, мигающей в секундном ритме.

В режиме работы от 1 до 12 ч при первом нажатии кнопки ПВ индикация текущего времени исчезает и появляется время в часах от 1 до 12 с указанием части суток: А – до полудня, Р – после полудня. Например, 10Р означает десять часов после

[1] Здесь и далее обозначение кнопок: ПВ – правая верхняя, ПН – правая нижняя, ЛН – левая нижняя, ПС – правая средняя.

полудня, или двадцать два часа. При отпускании кнопки индикация часов прекращается, но появляются показания единиц текущих минут и секунд. При повторном нажатии кнопки ПВ появляются показания дня недели и числа месяца. При отпускании кнопки вновь появляется индикация времени с мигающей разделительной точкой.

В часах более позднего выпуска в режиме работы от 0 до 23 ч при первом нажатии и отпускании кнопки ПВ индикация текущего времени исчезает, появляются показания номера месяца и числа. Через 3 с часы автоматически вернутся в режим индикации текущего времени. Если после первого нажатия до истечения 3 с еще раз нажать кнопку ПВ, на месте минут появятся секунды. Для возврата в исходное состояние необходимо нажать кнопку ПВ третий раз.

В режиме работы от 1 до 12 ч при первом нажатии кнопки ПВ индикация текущего времени исчезает и появляется индикация текущего времени в часах от 1 до 12 с указанием части суток: А – до полудня, Р – после полудня. При отпускании кнопки индикация часов прекращается, появляются показания номера месяца и числа. При повторном нажатии кнопки ПВ появляются показания секунд. После первого нажатия и отпускания кнопки ПВ через 3 с часы возвратятся в режим индикации текущего времени.

Установка показаний текущего времени и календаря производится кнопками ПВ и ПН в строгой последовательности по отношению к основному режиму. Изменение показаний происходит с интервалом в 1 с.

Установка показаний текущего времени и календаря в часах первого выпуска

Нажатием кнопки ПВ устанавливается основной режим, т. е. текущее время в часах и минутах, разделенных мигающей точкой.

Установка календаря. Чтобы на месте часов высветилась цифра дня недели, надо нажать и отпустить кнопку ПЧ. При нажатии кнопки ПВ индикация дней недели начинает изменяться каждую секунду. В момент появления нужного показания кнопку необходимо отпустить.

Чтобы на месте минут высветилось число месяца, надо нажать и отпустить кнопку ПН второй раз. Как и в первом случае, нажатием кнопки ПВ устанавливается необходимое число.

Установка часов. Для появления показания часов нужно нажать и отпустить кнопку ПН третий раз. Нажатием кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз появятся показания минут. Нажатием кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Установка точного времени. Нажатием кнопки ПН пятый раз и отпусканием ее при шестом сигнале точного времени часы возвращаются в основной режим.

Если в часах необходимо установить только точное время, то четырехкратным нажатием кнопки ПН вызывается индикация минут и кнопкой ПВ устанавливаются показания минут на единицу больше, чем на контрольных часах. При совпадении показаний с контрольными часами или в момент прихода шестого сигнала по радио нужно нажать и отпустить кнопку ПН.

Перевод часов из 24-часового режима в 12-часовой и наоборот. Для этого в основном режиме надо дважды нажать и отпустить кнопку ПН. При третьем нажатии необходимо держать ее нажатой 3–4 с. Для выхода в основной режим требуется нажать кнопку ПН еще два раза.

В часах более позднего выпуска для перевода часов из 24-часового в 12-часовой в основном режиме нужно нажать и удерживать кнопку ПН. При этом каждые 3 – 4 с часы будут переходить из режима в режим.

Установка текущего времени и календаря в часах более позднего выпуска аналогична установке времени и календаря в моделях 18351Б, 30351А и т.д.

"Электроника 5-18351Б", "Электроника 5-18351.1", "Электроника 5-18391", "Электроника 5-18394", "Электроника 5-29351Б", "Электроника 5-29391", "Электроника 5-30351А"

Часы "Электроника 5-30351А", "Электроника 5-29351Б" представляют собой дальнейшую модернизацию модели 30351. В них применяется один элемент питания, на индикаторе высвечиваются надписи "Месяц", "Число" в режиме календаря, имеется люк для замены элемента питания самим владельцем, применена ускоренная установка показаний.

Часы "Электроника 5-29391" (часы-сувенир "Время-1") аналогичны часам "Электроника 5-303351А", но в них отсутствует люк для замены элементов питания.

Часы "Электроника 5-18351Б", "Электроника 5-18351.1"

представляют собой модернизацию модели "Электроника 5-18351". В часах "Электроника 5-18351Б" установлен только один элемент питания СЦ-21, имеются подсветка индикатора, люк для замены элемента питания, ускоренная установка показаний. Модель "Электроника 5-18351.1" выполнена на новой элементной базе и поэтому тоньше всех предшествующих женских электронных часов.

Часы "Электроника 5-18391" выполнены в виде кулона, а модель "Электроника 5-18394", изготавливаемая в пластмассовых корпусах различного цветового оформления, предназначена для детей школьного возраста.

Все часы имеют три режима индикации: текущего времени в часах и минутах, разделенных мигающей точкой, – основной режим; информации календаря (числа и номера месяца); секунд.

Перевод часов из основного режима в режим календаря осуществляется нажатием кнопки ПВ. После отпускания кнопки ПВ информация календаря высвечивается на индикаторе в течение 2 с, затем происходит автоматический переход в основной режим.

Перевод часов в режим индикации секунд осуществляется двойным нажатием кнопки ПВ из основного режима или единичным нажатием из режима календаря. Возврат в основной режим индикации осуществляется нажатием кнопки ПВ.

Переход часов в режим установки (коррекции) показаний производится нажатием кнопки ПН. При этом устанавливаемое показание мигает 2 раза в секунду. В режиме установки каждому нажатию кнопки ПВ соответствует изменение устанавливаемого показания на единицу. Ускоренная установка показаний осуществляется нажатием кнопки ПВ и удержанием ее в течение 3 с. При этом происходит последовательное увеличение показаний на 8 единиц. При отпускании кнопки ПВ увеличение показаний мгновенно прекращается.

Сброс информации из любого режима индикации в исходное для начала отсчета состояние 1 ч 01 мин 01 с, 1-й мес, 1-е число осуществляется путем одновременного нажатия кнопок ПВ и ПН.

Установка часов. Для этого в основном режиме нужно нажать и отпустить кнопку ПН. Начинается пульсация часов. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания часов.

Установка минут. При нажатии кнопки ПН второй раз начинается пульсация показаний минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания минут.

Для выхода из режима установки требуется нажать кнопку ПН третий раз.

Установка календаря. Чтобы началась пульсация порядкового номера месяца, нужно нажать и отпустить кнопку ПВ и в течение 2 с нажать кнопку ПН. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимое показание месяца. Если же началась пульсация часов, двойным нажатием кнопки ПН необходимо вывести часы из режима установки текущего времени и установку месяца повторить сначала.

После установки месяца нужно нажать кнопку ПН второй раз – начинается пульсация числа. Нажатием кнопки ПВ устанавливается число.

Выход из режима установки календаря осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН третий раз. При этом пульсация прекращается. Через 2 с режим календаря сменится на основной режим.

Установка (обнуление) секунд. Двойным нажатием кнопки ПВ часы переводятся в режим секунд. Затем нужно нажать кнопку ПН, а в момент шестого сигнала, передаваемого по радио, отпустить. При этом обнуление секунд в диапазоне 30 – 59 с сопровождается одновременным увеличением показаний минут на единицу.

§ 39. УПРАВЛЕНИЕ ШЕСТИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЧАСАМИ "Электроника 5-30350", "Электроника 5-30350К"

Часы постоянно показывают текущее время в часах, минутах и секундах, а также день недели. Информация календаря: день недели, число месяца (на месте минут), номер месяца (на месте секунд) – высвечивается при нажатии на кнопку 4[1]. При отпускании кнопки 4 вновь высвечивается индикация текущего времени.

Дни недели в обоих режимах высвечиваются постоянно. Индикация дней недели буквенная (слева направо): П – понедельник, В – вторник, С – среда, Ч – четверг, П – пятница, С – суббота, В – воскресенье.

В часах данных моделей имеется возможность отключения элементов питания при длительном хранении часов, для чего одновременно надо нажать кнопки 2 и 3, и показания на индикаторе исчезнут. Включаются часы одновременным нажатием кнопок 1 и 2.

---

[1] Нумерация кнопок осуществляется по часовой стрелке начиная с правой верхней. В данной модели сверху вниз.

Необходимые показания текущего времени устанавливаются в следующем порядке:

секунд — заблаговременным, до начала сигналов точного времени нажатием кнопки 3 и отпусканием ее в момент поступления шестого сигнала или в 00 с на других часах.

минут — нажатием кнопки 2 и отпусканием ее после установки необходимых показаний минут;

часов — нажатием кнопки 1 и отпусканием ее после установки нужного часа.

Показания календаря устанавливаются в таком порядке:

дня недели — сначала нажатием кнопки 4 без отпускания и нажатием кнопки 1; затем отпусканием после установки нужного дня недели поочередно кнопок 1 и 4;

числа месяца и номера месяца — нажатием кнопки 4 без отпускания и кнопок 2 и 3.

При установке информации календаря необходимо сначала отпускать кнопки 1, 2, 3, а затем кнопку 4, так как в противном случае произойдет сбой текущего времени. Чтобы этого не произошло, нужно сначала установить информацию календаря, а затем текущего времени.

При установке календаря необходимо иметь в виду, что в часах применен автоматический счет чисел в зависимости от месяца: 31 день в марте, 30 — в апреле и т.д.

§ 40. УПРАВЛЕНИЕ СЕМИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЧАСАМИ

"Электроника 5-30353", "Электроника 5-30353А", "Электроника 5-29360"

Часы указанных моделей имеют в своем составе одинаковые жидкокристаллические индикаторы, обладают идентичными электрическими параметрами. Отличаются они друг от друга типами применяемых в них элементов питания и способами их установки, а также сроком службы часов без замены элементов питания. В часах модели 30353А элемент питания можно установить с помощью специального лючка, не отвинчивая гайку, которая прижимает к корпусу нижнюю крышку. В модели 29360 установлен литиевый элемент питания ДМЛ-120, обеспечивающий непрерывную работу в течение трех лет.

Данные часы показывают текущее время в часах, минутах, секундах, а также день недели, числа месяца (дату), порядковый номер месяца и год (две последние цифры); могут работать в 12- и 24-часовом режимах.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, черточка, указывающая день недели, и секунды (состояние С) или часы, минуты, черточка, указывающая день недели, и дата (состояние Д). В состоянии Д пульсирует разделительная точка между часами и минутами, высвечивается транспарант "ДАТА", а в состоянии С разделительная точка не мигает, изменяются показания секунд в правом верхнем углу индикатора. Перевод часов из состояния Д в состояние С осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПВ, из состояния С в состояние Д нажатием и отпусканием этой же кнопки дважды.

Режим календаря. На индикаторе высвечивается число, порядковый номер месяца, год и черточка, указывающая день недели. В режим календаря часы переводятся нажатием кнопки ПВ из состояния С или двойным нажатием этой кнопки из состояния Д. Из режима календаря в состояние Д часы переводятся нажатием кнопки ПВ или автоматически через 2 с со времени последнего воздействия на кнопку ПВ.

Установка текущего времени

Установка точного времени. Кнопкой ПВ часы переводятся в состояние С. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация секунд. По другим часам, идущим точно или по шестому сигналу, передаваемому по радио, нужно нажать и отпустить кнопку ПВ – показания секунд обнуляются. При счете секунд от 0 до 29 секунды обнулятся без увеличения числа минут, а при счете 30 – 59 показания минут увеличатся на единицу. Обнуление секунд сопровождается выходом часов из режима установки в основной режим – состояние С.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН два раза начинается пульсация минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация часов. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

Установка дней недели. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз начинает пульсировать черточка, указывающая день недели. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается день недели.

Для вывода часов из режима установки необходимо нажать и отпустить кнопку ПН пятый раз.

Автоматический выход из режима установки в основной

режим происходит через 8 с после последнего воздействия на кнопку ПВ или ПН, за исключением режима установки секунд, из которого при нажатии кнопки ПВ возвращаение в основной режим происходит мгновенно.

Установка показаний календаря

Нажатием кнопки ПВ часы переводятся в режим календаря – на индикаторе высвечивается число, номер месяца, год, черточка, указывающая день недели. В течение 2 с после нажатия кнопки ПВ надо нажать кнопку ПН – начинается пульсация года. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимое показание года.

Установка месяца. При нажатии и отпускании кнопки ПН втрой раз начинается пульсация порядкового номера месяца. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания номера месяца.

Установка числа. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация числа. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается число.

При нажатии и отпускании кнопки ПВ чертверый раз начинает пульсировать черточка, указывающая день недели. Из режима установки часы выводятся нажатием и отпусканием кнопки ПН пятый раз.

Если оставить число или день недели пульсирующими – через 8 с часы автоматически выйдут из режима установки.

Перевод часов из 24- в 12-часовой режим работы в состояниях С или Д осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН два раза. Затем нужно нажать ее третий раз и удерживать в нажатом состоянии. Каждые 4 с часы будут переходить соответственно в 12- и 24-часовой режим работы. При работе в 12-часовом режиме в верхнем левом или правом углу индикатора высвечивается черточка. Наличие черточки в левом углу индикатора означает "до полудня", в правом – "после полудня". Когда часы будут находиться в нужном режиме, следует отпустить кнопку ПН.

При работе в 12-часовом режиме на месте часов в режиме календаря высвечивается месяц, на месте минут – число, в 24-часовом режиме – наоборот.

"Электроника 5-29366"

Часы данной модели показывают текущее время в часах, минутах, секундах, день недели, число и порядковый номер месяца.

Имеются ускоренная установка показаний, автоматический учет летнего и зимнего времени, цифровая настройка хода.

Элемент питания в часах рассчитан на срок работы часов до 3 лет.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды, день недели и число. Двоеточие между часами и минутами неподвижно. Обозначим это состояние буквой В (время).

Режим календаря. На индикаторе высвечиваются день недели, число и номер месяца – состояние К (календарь).

Режим цифровой настройки хода. На месте минут высвечиваются значение поправки суточного хода, символ режима и десятичная запятая между третьим и четвертым разрядами индикатора. Возможна установка поправки от 00 до 6,3 с как в положительную, так и в отрицательную сторону. При отрицательных значениях поправки индицируется знак " – ".

Особенности управления часами

Из состояние В в состояние К часы переводятся нажатием и удерживанием кнопки ПВ, при отпускании кнопки снова возвращаются в основной режим – состояние В.

Нажатием кнопки ПН в состоянии В часы переводятся в режим установки показаний текущего времени и календаря, при нажатии и удерживании кнопки ПН в течение 3 с – в режим установки поправки суточного хода.

Возвращение в основной режим осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН еще раз.

В режиме установки текущего времени и календаря после каждого нажатия кнопки ПВ показания времени увеличиваются на единицу. При удержании кнопки ПВ более 1 с показания увеличиваются автоматически в 10 раз быстрее и при этом не мигают; при отпускании кнопки ПВ ускоренная установка показаний прекращается.

В режиме цифровой настройки хода (состояние ЦНХ) после каждого нажатия кнопки ПВ абсолютная величина поправки увеличивается на 0,1. При удерживании кнопки ПВ происходит ускоренная смена значения поправки. При этом показание значения поправки не мигает. При отпускании кнопки ПВ ускоренная установка прекращается.

После замены элемента питания одновременным нажатием

и отпусканием кнопок ПВ, ПН, ЛН производится пуск часов. Через 1 с после отпускания кнопок счет показаний начинается с 0 ч 00 мин 00 с, 1-го числа, дня недели – понедельника, 1-го месяца.

Установка текущего времени и календаря

Установка показаний текущего времени и календаря производится из состояния В основного режима.

Установка точного времени. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация секунд. По другим часам, идущим точно, или по шестому сигналу, передаваемому по радио, нажимается и отпускается кнопка ПВ. При этом при счете секунд от 0 до 29 увеличения показаний минут не происходит, а при счете от 30 до 59 показания минут увеличиваются на единицу.

Одновременно с обнулением секунд часы автоматически возвращаются в основной режим.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН дважды начинается пульсация показаний минут. Нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация показаний часов. Нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются показания часов.

Установка дня недели. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз начинается пульсация дней недели. Нажатиями или нажатием и удерживанием кнопки ПВ более 1 с устанавливаются показания дня недели.

Установка числа. При нажатии и отпускании кнопки ПН пятый раз начинается пульсация показаний числа. Нажатиями или нажатием и удерживанием кнопки ПВ более 1 с устанавливается число.

Установка месяца. При нажатии и отпускании кнопки ПН шестой раз начинается пульсация показаний номера месяца. Нажатиями или нажатием и удерживанием кнопки ПВ более 1 с устанавливаются необходимые показания номера месяца.

Переход в основной режим осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН седьмой раз.

Установка поправки суточного хода

Для настройки точности хода необходимо знать, на сколько секунд за сутки часы отстают или уходят вперед. Для этого

по шестому сигналу, передаваемому по радио, устанавливается точное время так, как описано выше (см. с. 111). Через 3 – 5 сут ход часов сверяется также по шестому сигналу точного времени. Допустим, за 4 сут часы ушли вперед на 2 с. Значит, в среднем за сутки часы спешат на 0,5 с (2 : 4 = 0,5).

При нажатии и удерживании в течение 2 с кнопки ПН часы перейдут в состояние ЦНХ: на месте минут начинает пульсировать значение поправки. Если действующая поправка была 0,0, то необходимо внести поправку 0,0 – (+ 0,5) = – 0,5 с. Если действующая поправка была 0,4 (знак "+" не высвечивается), то новое значение поправки 0,4 – (+ 0,5) = – 0,1 с, и т.д.

Если же часы за 4 сут отстали на 2 с, то значение поправки, которую необходимо ввести в часы (без учета действующей), надо брать со знаком " – ". В данном случае 0,0 – (– 0,5) = = 0,5 и 0,4 – (– 0,5) = 0,9. Нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливается необходимая поправка. Нажатием кнопки ПН часы переводятся в основной режим.

§ 41. ЧАСЫ-СЕКУНДОМЕР "ЭЛЕКТРОНИКА 5-30354", "ЭЛЕКТРОНИКА 5-29354"

Электронные наручные цифровые часы данных моделей – это часы-секундомер. Они показывают текущее время в часах, минутах и секундах, а также день недели, число и порядковый номер месяца (в режиме установки); могут работать как секундомер с прямым или обратным счетом с точностью до 0,1 с. В режиме прямого секундомера имеется возможность фиксирования промежуточных результатов с точностью до 0,1 с. Предусмотрено отключение индикатора – при этом счет времени и точность хода сохраняются.

Возможна одновременная работа часов в режиме текущего времени и режиме секундомера или таймера. Имеется подсветка.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды или дата. При этом рамка вокруг надписей "СЕК–Р ▶", "◀ СЕК–Р" отсутствует или горит постоянно. Состояние, когда на индикаторе высвечиваются секунды в основном режиме, обозначим буквой В (время), а когда дата – буквой Д (дата). В состоянии часов В разделительная точка не мигает – изменяются показания секунд. В состоянии Д

между показаниями часов и минут точка мигает, символизируя ход часов. Перевод часов из состояния В в состояние Д и наоборот осуществляется нажатием кнопки ЛН.

Режим прямого секундомера. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды, десятые доли секунд (по вызову) обычно в нулевом состоянии. Точка между часами и минутами неподвижна, пульсирует рамка вокруг надписи "СЕК–Р ▶". Данное состояние можно обозначить буквой С (секундомер).

Режим таймера. На индикаторе также высвечиваются часы, минуты, секунды и десятые доли секунды (по вызову). Точка между часами и минутами неподвижна, пульсирует рамка вокруг надписи "◀ СЕК–Р". Данное состояние можно обозначить буквой Т (таймер).

Перевод часов из основного режима в состояние С и Т осуществляется нажатием кнопки ПН.

Если из основного режима (состояние В или Д) необходимо перевести часы в режим таймера, а при нажатии кнопки ПН начинает мигать рамка прямого секундомера "СЕК–Р ▶", то необходимо еще одним нажатием кнопки ПН возвратить часы в основной режим, а затем еще раз нажать кнопку ПН и удерживать ее 3 с. При этом пульсация рамки вокруг надписи "СЕК–Р ▶" прекратится и начнет пульсировать рамка вокруг надписи "◀ СЕК–Р", что свидетельствует о включении режима таймера.

Перевод часов из режима таймера в режим секундомера осуществляется также кнопкой ПН – нажатием и отпусканием ее, а затем нажатием и удерживанием в течение 3 с.

При смене прямого (обратного) счета секундомера на обратный (прямой) счет информация секундомера автоматически обнуляется и при последующем возврате в начальный режим не восстанавливается.

Если при запущенном секундомере или таймере нажатием кнопки ПН перевести часы в основной режим, то о включенном состоянии секундомера (таймера) говорит постоянно горящая рамка вокруг надписи "СЕК–Р ▶" или "◀ СЕК–Р".

Вход в режим, а также выход из режима установки информации, осуществляется нажатием кнопки ЛН и удержанием ее в течение 3 с. При этом каждому нажатию кнопки ПВ соответствует изменение устанавливаемых показаний на единицу. Устанавливаемое показание мигает 2 раза в секунду.

С целью экономного использования элемента питания в часах предусмотрен режим отключения индикатора. Выключение индикатора осуществляется из основного режима (состояние В или Д) нажатием кнопки ПВ и удержанием ее в тече-

ние 3 с. Для включения индикатора необходимо снова нажать кнопку ПВ с задержкой 3 с.

При замене в часах элемента питания одновременно нужно нажать кнопки ПВ, ПН, ЛН для перевода часов в исходное состояние.

Подсветкой рекомендуется пользоваться не более 3 с в сутки.

Установка текущего времени и календаря

Нажатием кнопки ПН часы переводят в основной режим (состояние В или Д). При нажатии кнопки ЛН и удерживании ее в течение 3 с начинается пульсация секунд. Во время шестого сигнала, передаваемого по радио, или по другим часам, идущим точно, нажатием кнопки ПВ устанавливаются нулевые показания секунд.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ЛН второй раз начинается пульсация часов. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания часов.

Установка минут. После нажатия кнопки ЛН третий и четвертый раз начнется пульсация десятков и единиц минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания десятков и единиц минут.

Установка календаря. При нажатии и отпускании кнопки ЛН пятый раз информация текущего времени исчезает и на месте часов начинает пульсировать порядковый номер месяца, который устанавливается для дальнейшей автоматической установки числа месяца: 30 дней в июне, 31 — в июле, 31 — в августе и т.д.

Установка числа. При нажатии и отпускании кнопки ЛН шестой раз начинается пульсация числа. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимое число.

Установка дня недели. Для этого нужно нажать и отпустить кнопку ЛН седьмой раз и кнопкой ПВ установить необходимый день недели.

При нажатии кнопки ЛН восьмой раз происходит вывод часов из режима установки. Пульсация дней недели прекращается.

Нажатием и удерживанием кнопки ЛН в течение 3 с после установки любых показаний текущего времени и календаря производится вывод часов из режима установки в основной режим индикации (состояние Д).

Управление часами в режиме секундомера. Кнопкой ПН часы переводятся в режим секундомера. Об этом свидетельствует пульсирующая рамка вокруг надписи "СЕК–Р ▶".

Пуск и остановку секундомера производят кратковременными нажатиями кнопки ПВ.

Уточнение результата до десятых долей секунды в состоянии секундомера "СТОП" производится нажатием кнопки ЛН – на месте секунд появятся десятые доли секунды. После отпускания кнопки ЛН происходит возврат секундомера в состояние "СТОП".

Для повторного запуска секундомера нужно снова нажать и отпустить кнопку ПВ.

Обнуление секундомера осуществляется нажатием и удержанием кнопки ПВ в течение 3 с в любом его состоянии.

Для фиксирования промежуточного результата нужно нажать кнопку ЛН в состоянии секундомера "ПУСК". При этом показания на индикаторе останавливаются, а сам секундомер продолжает отсчет времени.

При нажатии кнопки ЛН второй раз на месте секунд высвечиваются десятые доли секунды промежуточного результата. После отпускания кнопки на индикаторе высвечивается текущее время работы секундомера.

Если секундомер не обнулен, т. е. находится в состоянии "СТАРТ" или "СТОП", и после нажатия и отпускания кнопки ПН часы вернулись в основной режим, то включенное состояние секундомера в этом случае подтверждается наличием на индикаторе неподвижной рамки вокруг надписи "СЕК–Р ▶".

Управление часами в режиме таймера

Кнопкой ПН часы переводят в режим таймера. При этом на индикаторе начинает пульсировать рамка вокруг надписи "◀СЕК–Р".

Управление часами в режиме таймера (обратного секундомера) рассмотрим на примере хоккейного матча, который состоит из трех периодов, по 20 мин каждый. Для контроля остатка чистого времени каждого периода и применяется принцип работы таймера.

Чтобы набрать полное время периода, нужно нажать и удержать кнопку ЛН в течение 3 с – начинается пульсация часов. Так как в данном случае часы устанавливать не требуется, нужно еще раз нажать и отпустить кнопку ЛН. Кнопкой ПВ устанавливается число десятков минут на 2. Единицы минут, десятки и единицы секунд устанавливаются аналогично нажатиями кнопок ЛН и ПВ. Для выхода из режима установки еще раз нажимается кнопка ЛН. Пульсация должна прекратиться. Таймер находится в исходном состоянии.

Управление таймером осуществляется кнопкой ПВ, каждому нажатию которой соответствуют команды "СТАРТ", "СТОП", При этом таймер измеряет остаток времени, заложенного в начале отсчета.

Сброс информации или обнуление таймера осуществляется при нажатии кнопки ПВ и удерживании ее в течение 3 с.

Для уточнения десятых долей секунды остатка времени нужно нажать кнопку ЛН в состоянии таймера "СТОП". После отпускания кнопки часы вернутся в предыдущее состояние таймера.

Обратный отсчет времени будет продолжаться до состояния секундомера 0 ч 00 мин 00,0 с, после чего счет будет продолжаться в прямом направлении, что позволяет определить время, прошедшее сверх установленного отрезка.

Режим секундомера можно использовать в качестве второго поясного времени, если установить необходимое начальное время отсчета. Для этого нажатием кнопки ПН часы переводятся в режим секундомера. При нажатии и удерживании кнопки ЛН в течение 3 с секундомер переходит в режим установки – пульсируют показания часов. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания часов. Нажатиями кнопки ПН вызывается поочередно пульсация десятков и единиц минут, десятков и единиц секунд. В каждом случае нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

После установки единиц секунд нажатием кнопки ЛН секундомер выводится из режима установки. Пульсация прекращается. Нажатием кнопки ПВ запускаются "вторые" часы.

§ 42. ЧАСЫ-БУДИЛЬНИК

"Электроника 5-30355", "Электроника 5-30357", "Электроника 5-29367"

Часы модели 5-30357 показывают текущее время в часах, минутах, секундах, а также число, день недели и порядковый номер месяца (в режиме установки). Могут работать как секундомер (с точностью до 0,1 с и полным временем счета – 23 ч 59 мин 59,9 с) и будильник; подают кратковременный сигнал по истечении каждого часа; имеют подсветку.

Часы могут одновременно работать в двух режимах: текущего времени и секундомера, текущего времени и будильника. Имеется возможность отключения индикатора с сохранением счета времени и программы будильника.

В модели 5-30355 вместо прямого установлен обратный

секундомер (таймер), а часы модели 5-29367 при совпадении показаний текущего и контрольного времени срабатывания будильника подают прерывистый звуковой сигнал в течение 10 с или по желанию владельца один из двух музыкальных сигналов.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются показания часов, минут, дня недели и секунд – состояние С. Точка, разделяющая часы и минуты, неподвижна. В состоянии Д высвечиваются часы, минуты, день недели, дата (разделительная точка пульсирует, видна надпись "ДАТА").

Перевод часов из состояния С в состояние Д и наоборот осуществляется нажатием кнопки ЛН.

Режим секундомера. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды (обычно в нулевом состоянии), а при нажатии кнопки ЛН – десятые доли секунды. Указатель режима секундомера пульсирует, черточка, указывающая день недели, не высвечивается. Режим секундомера можно обозначить сокращенно "СЕК".

Режим будильника. На индикаторе также высвечиваются часы, минуты и секунды, пульсирует указатель режима будильника, указатель дня недели (черточка) отсутствует. Точка, разделяющая часы и минуты, неподвижна.

В режиме будильника имеется два состояния: Б1, когда будильник включен (высвечиваются часы, минуты, секунды), и Б2, когда будильник выключен (на месте часов и минут высвечиваются горизонтальные черточки " –. – – "). Точка, разделяющая часы и минуты, неподвижна, пульсирует указатель режима будильника.

Перевод часов в режиме будильника из состояния Б1 в состояние Б2 и наоборот осуществляется нажатием кнопки ПВ.

В режимы будильника и секундомера часы переводятся из основного режима (состояние С или Д) нажатием кнопки ПН. Если при нажатии кнопки ПН часы перешли в режим секундомера, а необходим режим будильника, то нужно повторно нажать кнопку ПН – часы перейдут в режим текущего времени. Затем следует еще раз нажать и удерживать кнопку ПН в течение 3 с: пульсация указателя режима секундомера прекратится, начнет пульсировать указатель режима будильника – часы перейдут в состояние Б2.

В основной режим (состояние С или Д) часы переводятся также нажатием кнопки ПН. При этом часы переходят в то

состояние, из которого были переведены в режим будильника.

В часах данных моделей первого выпуска при смене режима будильника на режим секундомера или наоборот программа будильника может не сохраняться.

В режим установки текущего времени и календаря часы переводятся нажатием и удерживанием в течение 3 с кнопки ЛН. В режиме установки каждое нажатие кнопки ПВ увеличивает устанавливаемые показания, которые пульсируют с частотой 2 раза в секунду, на единицу.

Установка текущего времени и календаря

Установка точного времени. При нажатии и удерживании в течение 3 с кнопки ЛН начинают пульсировать секунды. По другим часам, идущим точно, или в момент поступления шестого сигнала, передаваемого по радио, нужно нажать кнопку ПН. При счете секунд от 0 до 29 секунды обнуляются, а при счете от 30 до 59 показания минут увеличиваются на единицу.

Установка часов. Для этого необходимо нажать и отпустить кнопку ЛН второй раз. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания часов.

Установка десятков и единиц минут. При нажатии и отпускании кнопки ЛН третий раз начинается пульсация десятков минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания десятков минут. Аналогично четвертым нажатием кнопки ЛН вызывается пульсация единиц минут и кнопкой ПВ устанавливаются показания минут.

Установка календаря. При нажатии и отпускании кнопки ЛН пятый раз индикация времени исчезает, а на месте часов начинают пульсировать показания порядкового номера месяца, который устанавливается для автоматического отсчета числа до 30 или 31 в соответствующем месяце. Кнопкой ПВ устанавливается необходимое показание месяца.

Установка числа. Нужно нажать и отпустить кнопку ЛН шестой раз, а кнопкой ПВ установить необходимое число.

Установка дня недели. При нажатии и отпускании кнопки ЛН седьмой раз начинается пульсация черточки, указывающей день недели. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания дня недели.

Выход из режима установки. При нажатии и отпускании кнопки ЛН восьмой раз пульсация информации прекращается. При нажатии и удерживании кнопки ЛН в течение 3 с после установки любых показаний (часов, минут и т.д.) часы из режима установки перейдут в основной режим индикации (состояние С).

Управление часами в режиме будильника

Установка времени срабатывания будильника аналогична установке текущего времени.

Нажатием кнопки ПН часы переводятся в режим будильника (состояние Б1 или Б2). Если часы перешли в состояние Б2, нужно нажать кнопку ПВ и часы перейдут в состояние Б1: на индикаторе высвечивается время будильника в часах, минутах и секундах, черточка дня недели отсутствует, пульсирует символ режима будильника.

Установка часов. При нажатии и удерживании в течение 3 с кнопки ЛН начинают пульсировать показания часов. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ЛН вторично начинают пульсировать десятки минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания.

При нажатии и отпускании кнопки ЛН третий раз начинают пульсировать единицы минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

Установка секунд. Необходимо нажать и отпустить кнопку ЛН четвертый раз. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания десятков секунд. После нажатия кнопки ЛН пятый раз кнопкой ПВ устанавливаются единицы секунд.

Выход из режима установки. При нажатии и отпускании кнопки ЛН шестой раз на индикаторе высветится знак " – . – –", при нажатии кнопки ПВ – установленное время.

Перевод в основной режим осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН. Включенное состояние будильника подтверждается наличием на индикаторе неподвижного символа режима будильника.

Выключение звуковой сигнализации. В основном режиме в момент появления звукового сигнала нужно нажать и отпустить кнопку ПВ.

Непрограммное включение сигнализации будильника (проверка работы будильника). Нажатием кнопки ПН часы переводят из основного режима в режим будильника – на индикаторе высвечивается состояние Б1. После этого нажимается кнопка ПВ и удерживается не менее 2 с.

Выключение будильника. При нажатии и отпускании кнопки ПВ на индикаторе высвечивается знак " –. – – ". Нажатием кнопки ПН часы переводятся в основной режим – символ будильника не высвечивается.

В состоянии С основного режима часы будут подавать кратковременный звуковой сигнал по окончании каждого

полного часа. В состоянии Д кратковременный звуковой сигнал подаваться не будет.

В часах "Электроника 5-29367" для выбора прерывистого звукового или одного из двух музыкальных сигналов во время звучания любого сигнала надо нажать и отпустить кнопку ЛН. Начинает звучать другой сигнал. Каждому нажатию кнопки ЛН будет соответствовать смена звукового сигнала.

Управление часами в режиме секундомера

Кнопкой ПН часы переводятся в режим секундомера – на индикаторе пульсирует указатель режима секундомера. Запуск и остановка секундомера производится нажатием кнопки ПВ ("СТАРТ/СТОП"). Для уточнения десятых долей секунды в состоянии секундомера "СТОП" нужно нажать и удерживать кнопку ЛН: на месте секунд высветятся показания десятых долей секунды. Возврат секундомера в состояние "СТОП" происходит после отпускания кнопки ЛН.

Управление часами в режиме таймера

Нажатием кнопки ПН часы переводятся в режим таймера – на индикаторе высвечиваются нули, пульсирует указатель режима таймера. Для работы таймера необходимо установить заданное время.

Установка часов. При нажатии и удерживании в течение 3 с кнопки ЛН начинают пульсировать показания часов, которые устанавливаются кнопкой ПВ.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ЛН второй раз начинают пульсировать показания десятков минут, которые устанавливаются нажатиями кнопки ПВ. После третьего нажатия и отпускания кнопки ЛН кнопкой ПВ устанавливаются единицы минут.

Установка секунд. При нажатии и отпускании кнопки ЛН четвертый раз начинают пульсировать десятки секунд. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

При нажатии и отпускании кнопки ЛН пятый раз кнопкой ПВ устанавливаются показания единиц секунд.

Вывод часов из режима установки. При нажатии и отпускании кнопки ЛН шестой раз на индикаторе высветится набранное время. Вывод часов из режима установки также произойдет после установки любой информации при нажатии и удерживании в течении 3 с кнопки ЛН. Таймер выводится в исходный режим (состояние "СТОП").

Пуск и остановка таймера. Для этого нужно нажать кнопку ПВ. Если пуск таймера осуществляется из обнуленного состояния, счет времени автоматически начинается с 10 ч и ведется в обратном направлении.

Сброс показаний таймера. Необходимо нажать кнопку ПВ и удерживать ее в течение 3 с в любом состоянии таймера. По окончании установленного времени подается сигнал длительностью 10 с.

Одновременная работа часов в режиме текущего времени и таймера. При работающем таймере нажатием кнопки ПН часы переводятся в основной режим – символ режима таймера неподвижен.

Отключение и включение индикатора. В основном режиме при нажатии кнопки ПВ и удерживании ее в течение 3 с информация исчезает. Включение индикатора также производится нажатием и удерживанием кнопки ПВ 3 с.

"Электроника 5-29364", "Электроника 5-30364"

В часах данных моделей по сравнению с моделью "Электроника 5-30357" отсутствуют режимы секундомера и календаря.

Часы показывают текущее время в часах, минутах, секундах, подают прерывистый звуковой сигнал при наступлении заранее устанавливаемого времени, а также короткий сигнал по истечении каждого полного часа, имеют подсветку.

Режимы работы

Основной режим (состояние А). На индикаторе высвечиваются часы, минуты и секунды. В правом верхнем углу индикатора могут высвечиваться символы режима будильника и подачи сигнала каждый час – при их включенном состоянии.

Режим установки времени срабатывания будильника (состояние Б). На индикаторе высвечиваются показания часов и минут, символ режима будильника. Часы из состояния А основного режима в состояние Б переводятся нажатием кнопки ЛН.

В режим установки текущего времени часы переводятся нажатием кнопки ПН в состоянии А, а в режим установки времени срабатывания будильника – нажатием кнопки ПН в состоянии Б.

В режимах установки времени срабатывания будильника и текущего времени каждому нажатию кнопки ПВ соответствует увеличение устанавливаемых показаний на единицу.

Включение и выключение будильника производится в состоянии Б нажатием кнопки ПВ.

Для того чтобы запустить часы после замены элемента питания, необходимо одновременно нажать кнопки ПВ, ПН, ЛН — на индикаторе высвечиваются показания 0 ч 00 мин 00 с; включаются режимы будильника с временем срабатывания 0 ч 00 мин и подачи сигнала по истечении полного часа; звучит сигнал.

Установка текущего времени

Кнопкой ЛН часы устанавливаются в состояние А.

Установка точного времени. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация секунд. По другим часам, идущим точно, или по шестому сигналу, передаваемому по радио, нажимается и отпускается кнопка ПВ. При счете секунд от 0 до 29 их показания обнуляются без увеличения показаний минут; при счете секунд от 30 до 59 обнуление сопровождается увеличением показаний минут на единицу. Часы при этом переходят в основной режим (состояние А).

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН дважды начинают пульсировать показания часов, которые устанавливаются кнопкой ПВ.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинают пульсировать десятки минут, которые устанавливаются кнопкой ПВ. Для установки единиц минут нажимается и отпускается кнопка ПН четвертый раз. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания единиц минут.

Вывод часов из режима установки в основной режим производится нажатием и отпусканием кнопки ПН пятый раз.

Установка времени срабатывания будильника

Нажатием кнопки ЛН часы переводятся в состояние Б — на индикаторе высвечиваются показания часов и минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация показаний часов, которые устанавливаются кнопкой ПВ.

Установка минут. При вторичном нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация десятков минут, которые устанавливаются кнопкой ПВ. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация единиц минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания единиц минут.

Вывод часов из режима установки. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз часы возвратятся в состояние

Б. При этом будильник находится во включенном состоянии. Для его выключения нужно нажать кнопку ПВ: символ режима будильника исчезает. Нажатием кнопки ЛН часы переводятся в состояние А.

Звуковой сигнал будильника подается, когда текущее время совпадает с установленным временем срабатывания будильника.

Прерывается звуковой сигнал нажатием кнопки ПВ.

Включение звукового сигнала по желанию (для проверки работоспособности) осуществляется одновременным нажатием и отпусканием кнопок ПВ и ЛН.

При наличии на индикаторе смивола подачи сигнала по истечении каждого часа при нулевых показаниях минут и секунд подается звуковой сигнал.

§ 43. ЧАСЫ С ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАРЕМ "ЭЛЕКТРОНИКА 5-29358"

Часы данной модели отличаются от других часов наличием табель-календаря любого месяца с указанием года, порядкового номера месяца и указателя столбца воскресных дней конкретного месяца и года (с 1960 по 2015 г.). Таблица чисел от 1 до 31 отображена на стекле.

Часы показывают текущее время (в часах, минутах, секундах), число, день недели, номер месяца и год. Могут показывать часы, минуты, секунды другого часового пояса.

Применение в часах литиевого элемента питания позволило довести автономность работы без его замены до 3 лет.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, день недели и секунды, разделительная точка при этом неподвижна (состояние С), или же высвечиваются часы, минуты, день недели, дата, а точка пульсирует, символизируя ход часов (состояние Д). Из состояния С в состояние Д часы переводятся нажатием кнопки ПВ.

Режим календаря. На индикаторе высвечиваются номер месяца, число, день недели, год. В режим календаря часы переводятся из состояния С нажатием кнопки ЛН.

Режим табель-календаря. На индикаторе высвечиваются год, порядковый номер месяца, знак "В", условно обозначающий воскресные дни, и черточка – указатель столбца воскресных дней таблицы чисел, отображаемой на стекле корпуса часов.

В режим табель-календаря часы переводятся нажатием кнопки ЛН из состояния С.

В режим установки календаря часы переводятся из состояния Д нажатием кнопки ПН, а в режим установки текущего времени – нажатием этой же кнопки из состояния С.

В режиме календаря или табель-календаря при каждом нажатии кнопки ПВ показания числа или месяца увеличиваются, а при нажатии кнопки ПН – уменьшаются. При одновременном нажатии и удерживании в течение 2 с кнопок ПВ и ПН происходит ускоренная смена чисел и месяцев, при отпускании этих кнопок смена дат и месяцев прекращается. После прохождения 12-го месяца автоматически будут изменяться показания года в сторону увеличения при нажатии кнопки ПВ или в сторону уменьшения при нажатии кнопки ПН.

Режим индикации времени другого часового пояса. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды. Разделительная точка неподвижна. В этот режим часы переводятся нажатием кнопки ЛН из состояния Д.

В режим установки времени другого часового пояса часы переводятся нажатием кнопки ПН.

В режимах установки показаний текущего времени, времени другого часового пояса или календаря при каждом нажатии кнопки ПВ устанавливаемые показания увеличиваются на единицу. При нажатии и удержании в течение 2 с и более кнопки ПВ начинается ускоренная смена показаний в сторону увеличения, их пульсация прекращается. При отпускании кнопки ПВ ускоренная смена показаний заканчивается.

Через 12 с после последнего нажатия на кнопку ПВ или ПН часы автоматически выйдут из режима установки текущего времени или календаря, или времени другого часового пояса.

Установка текущего времени

Часы переводятся в состояние С основного режима.

Установка точного времени. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация секунд. По другим часам, идущим точно, или по шестому сигналу точного времени, передаваемому по радио, нажимается и отпускается кнопка ПВ. При счете секунд от 0 до 29 их показания обнуляются, а при счете от 30 до 59 с их обнуление сопровождается увеличением показаний минут на единицу: часы выходят из режима установки в состояние С.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН два раза начинается пульсация минут. Нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удерживанием ее более 2 с устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация часов, показания которых устанавливаются кнопкой ПВ.

Установка дня недели. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз начинается пульсация черточки, указывающей дни недели. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается день недели.

Выход из режима установки. При нажатии и отпускании кнопки ПН пятый раз пульсация показаний прекратится.

Установка показаний календаря

Нажатием кнопки ПВ часы переводятся из состояния С в состояние Д.

Установка числа. При нажатии и отпускании кнопки ПН два раза начинается пульсация числа, которое устанавливается кнопкой ПВ.

Установка месяца. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация порядкового номера месяца, установка которого производится кнопкой ПВ.

Установка года. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз начинается пульсация показаний года. Нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удерживанием ее более 2 с устанавливаются необходимые показания года.

Установка календаря может производиться также из состояния С основного режима. При нажатии и отпускании кнопки ЛН часы перейдут в режим календаря. При нажатии и отпускании кнопки ПВ показания будут увеличиваться, а при нажатии и отпускании кнопки ПН – уменьшаться. Ускоренное изменение в сторону увеличения или уменьшения происходит при нажатии и удержании более 2 с соответственно кнопок ПВ и ПН.

Работа с часами в режиме табель-календаря

Для перевода часов в режим табель-календаря нужно в состоянии Д основного режима нажать и отпустить кнопку ЛН. Каждое нажатие и отпускание кнопок ПВ и ПН соответственно увеличивает или уменьшает показания номера месяца на единицу. Одновременно будет изменяться для каждого месяца и положение черточки, указывающей воскресные дни в данном месяце. Показания года будут изменяться после прохождения 12-го месяца. Удерживая кнопки ПВ и ПН нажатыми более 2 с, можно получить ускоренную смену информации.

После перехода из режима табель-календаря в режим теку-

щего времени набранная информация табель-календаря не сохраняется. При возвращении снова в режим табель-календаря автоматически устанавливается 1960 г., 11-й мес.

Зная, что период повторения табель-календаря составляет 28 лет, можно установить календарь для любого года. Например, надо установить воскресные дни марта 1898 г. Для этого прибавляйте по 28 до тех пор, пока год не войдет в промежуток 1960 – 2015. Для нашего случая: 1898 + 28 + 28 = 1982. Это значит, воскресные дни марта 1898 г. будут соответствовать числам воскресных дней марта 1982 г.

Установка времени другого часового пояса

Для этого нужно нажать кнопку ЛН в состоянии Д основного режима. Если часы перешли в режим табель-календаря, нажатием кнопки ЛН следует возвратить часы в состояние Д. Затем надо еще раз нажать и удерживать не менее 2 с кнопку ЛН. Часы перейдут в режим времени другого часового пояса.

Установка секунд в режиме времени другого часового пояса не предусмотрена, так как их отсчет совпадает с отсчетом секунд текущего времени.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ЛН начинается пульсация минут. Нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удерживанием ее более 2 с устанавливаются показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ЛН второй раз начинается пульсация часов, показания которых устанавливаются кнопкой ПВ.

Нажатием кнопки ЛН часы переводятся в состояние Д основного режима.

Для перевода часов в режим табель-календаря нужно нажать кнопку ЛН и удерживать ее более 2 с.

§ 44. ЧАСЫ С ЦИФРОВОЙ НАСТРОЙКОЙ ХОДА "ЭЛЕКТРОНИКА 5-29361"

Часы данной модели имеют самое большое количество функций. Показывают текущее время в часах, минутах, секундах, число месяца, порядковый номер месяца, год в цифровом виде, день недели в буквенном виде. Одновременно с текущим временем показывают часы и минуты другого часового пояса, часы и минуты одной из двух программ будильника. Кроме этого, в часах предусмотрена подача одиночного звукового сигнала по истечении каждого полного часа, ускоренная уста-

новка показаний, цифровая настройка точности хода самим владельцем. Имеются автоматический выбор летнего и зимнего времени, подсветка.

Режимы работы часов

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды текущего времени, день недели и число. Точка между часами и минутами неподвижна, видна черточка между днем недели и числом. Можно обозначить это состояние буквами ТВК (текущее время и календарь).

Режимы текущего времени и времени другого часового пояса. На месте дня недели и числа высвечиваются часы и минуты другого часового пояса. Точка между часами и минутами текущего времени неподвижна, а между часами и минутами другого часового пояса мигает ежесекундно. Обозначим это состояние ТВ2 (текущее время и время 2-го часового пояса).

Режим текущего времени и времени срабатывания будильника 1 (состояние Б1) и будильника 2 (состояние Б2). На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды текущего времени, а сверху — часы, минуты контрольного времени будильника 1 или будильника 2. Точка между часами и минутами как текущего времени, так и будильника неподвижна. Высвечивается символ будильника 1 или будильника 2.

Режим цифровой настройки хода (ЦНХ). На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды текущего времени и значение поправки суточного хода, символ режима ЦНХ. В случае отрицательной поправки ее значение индицируется со знаком " – ".

Если будильник 1 и будильник 2 (или один из них) находятся во включенном состоянии, то в состояниях ТВК и ТВ2 высвечиваются символы состояний Б1 или Б2. При этом символ подачи одиночного звукового сигнала по истечении каждого часа высвечивается постоянно.

В данной модели, в отличие от других, индикация текущего времени осуществляется постоянно, происходит смена только информации дополнительных режимов: календаря, времени другого часового пояса, будильников, цифровой настройки хода.

Особенности управления часами

Часы из состояния ТВК в состояние ТВ2 переводятся нажатием кнопки ЛН. При этом на месте числа и дня недели высвечивается время другого часового пояса в часах и минутах.

В режим Б1 часы переводятся нажатием кнопки ПН из состояния ТВК, а в режим Б2 нажатием кнопки ПН из состояния ТВ2. Возврат в исходное состояние ТВК или ТВ2 происходит автоматически через 4 с или повторным нажатием кнопки ПН.

В режим ЦНХ часы переводятся нажатием и удерживанием в течение 2 с кнопки ПС.

В режим установки текущего времени и календаря часы переводятся нажатием кнопки ПС из состояния ТВК.

В режим установки времени другого часового пояса часы переводятся нажатием кнопки ПС из состояния ТВ2; в режим установки времени срабатывания будильника 1 нажатием кнопки ПС из состояния Б1, а в режим установки будильника 2 – нажатием кнопки ПС из состояния Б2.

В режимах установки текущего времени и календаря, времени другого часового пояса, времени срабатывания будильника 1 и будильника 2 каждому нажатию кнопки ПВ соответствует увеличение устанавливаемых показаний на единицу. При удерживании кнопки ПВ в течение 2 с смена показаний в сторону увеличения происходит автоматически в 10 раз быстрее и прекращается после отпускания кнопки ПВ. В режиме ускоренной установки показания не мигают.

В режиме цифровой настройки хода каждому нажатию кнопки ПВ будет соответствовать изменение поправки хода на 0,1 с.

После замены элемента питания одновременным нажатием кнопок ПВ, ПН и ЛН показания сбрасываются в исходное состояние. При этом на индикаторе будет высвечиваться 0 часов 00 минут 00 секунд, день недели – четверг, 0 число, 0 месяц, 00 год; время срабатывания будильников – 00 часов, 00 минут.

Установка текущего времени и календаря

Нажатием кнопок часы переводятся в режим текущего времени и календаря.

Установка точного времени. При нажатии и отпускании кнопок ПС начинается пульсация секунд. По другим часам, идущим точно, или по шестому сигналу точного времени, передаваемому по радио, нужно нажать и отпустить кнопку ПВ. При счете секунд от 31 до 59 обнуление секунд происходит с одновременным увеличением числа минут на единицу.

При счете секунд от 0 до 30 увеличения минут на единицу не происходит. В момент обнуления часы автоматически возвратятся в основной режим.

Установка минут. При нажатии кнопки ПС второй раз начнется пульсация показаний секунд, а при нажатии кнопки ПН их пульсация прекратится и начнут пульсировать минуты. Нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удерживанием ее более 2 с устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН второй раз начнется пульсация показаний часов, которые устанавливаются кнопкой ПВ.

Установка дня недели. При нажатии и отпускании кнопки ПН третий раз начинается пульсация показаний дней недели. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимый день недели.

Установка числа. При нажатии и отпускании кнопки ПН четвертый раз начинается пульсация показаний числа. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимое число.

Установка номера месяца. При нажатии и отпускании кнопки ПН пятый раз начинается пульсация показаний номера месяца. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается необходимый номер месяца.

Установка года. При нажатии и отпускании кнопки ПН шестой раз начинается пульсация показаний года. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются показания года. При установке года индицируются две последние цифры номера года от 00 до 99.

При нажатии кнопки ПН седьмой раз часы снова перейдут в режим установки секунд.

Выход из режима установки осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПС. Часы переходят в основной режим.

Если необходимо установить, например, только показания минут, нажатием кнопок ПС и ПН вызывается пульсация минут, кнопкой ПВ устанавливаются показания минут, а нажатием кнопки ПС часы выводятся из режима установки.

При установке порядкового номера месяца и года под соответствующими показаниями высвечиваются пояснительные надписи "МЕС", "ГОД".

Установка времени другого часового пояса

Кнопкой ЛН часы переводятся в режим времени другого часового пояса – на месте дня недели и числа высвечиваются часы и минуты другого часового пояса.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПС начинается пульсация показаний часов, которые устанавливаются нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удержанием ее более 2 с.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация минут. Нажатиями кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Выход из режима установки осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПС. Часы переходят в основной режим.

Установка времени будильника 1 и будильника 2

Кратковременный сигнал по окончании каждого часа включается и выключается кнопкой ПВ в состояниях ТВК и ТВ2. При этом соответственно появляется или исчезает знак режима.

При включенном сигнале по окончании каждого часа (при нулевых показаниях минут и секунд) подается одиночный звуковой сигнал длительностью 0,1 с.

При совпадении текущего и установленного времени срабатывания будильника 1 подается прерывистый звуковой сигнал длительностью 10 с, а при срабатывании будильника 2 – сигнал длительностью 30 с.

Включается и выключается режим будильника кнопкой ПВ в соответствующем состоянии: будильник 1 – в состоянии Б1, будильник 2 – в состоянии Б2. При включении режима мигает соответствующий символ режима будильника.

Установка времени срабатывания будильника 1. Для этого часы переводятся в состояние Б1.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПС начинается пульсация показаний минут. Нажатиями кнопки ПВ или нажатием и удерживанием ее более 2 с устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН во время пульсации показаний минут начинается пульсация показаний часов, которые устанавливаются кнопкой ПВ.

Выход из режима установки осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПС. Часы переходят в состояние Б1.

Затем часы переводятся в основной режим. О включенном состоянии будильников свидетельствуют постоянно высвечивающиеся символы соответствующего режима (Б1 или Б2).

Установка времени срабатывания будильника 2 производится из состояния Б2 аналогично.

Цифровая настройка хода

Для настройки точности хода в часах необходимо точно знать, на сколько секунд спешат или отстают часы за сутки. По сигналам точного времени необходимо установить на часах

точное время: в режиме ТВК нужно нажать и отпустить кнопку ПС и при поступлении по радио шестого сигнала нажать и отпустить кнопку ПВ. Через 3 – 5 дн надо снова сверить время. Допустим, часы за 5 сут ушли вперед на 4 с, значит, за сутки – на 0,8 с (4 : 5 = 0,8).

При нажатии и удерживании в течение 2 с кнопки ПС часы перейдут в состояние ЦНХ: пульсирует символ режима цифровой настройки хода и высвечивается значение поправки. Нажатиями кнопки ПВ устанавливается значение поправки. Если действующая поправка была 0,0, получаем 0,0 – (+ 0,8) = – 0,8. Если действующая поправка была, например, 0,5 (знак "+" не высвечивается), то новая поправка хода будет 0,5 – (+ 0,8) = = – 0,3.

Нажатием кнопки ПС часы переводятся в основной режим. Часы будут самостоятельно корректировать ежесуточно свой ход на величину поправки.

Если точность хода не улучшится, следует с учетом действующей поправки повторно провести корректировку точности хода.

§ 45. ЧАСЫ С ИНДИКАЦИЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ "ЭЛЕКТРОНИКА 56"

Часы данной модели (рис. 56) предназначены для использования при занятиях физкультурой и спортом с целью конт-

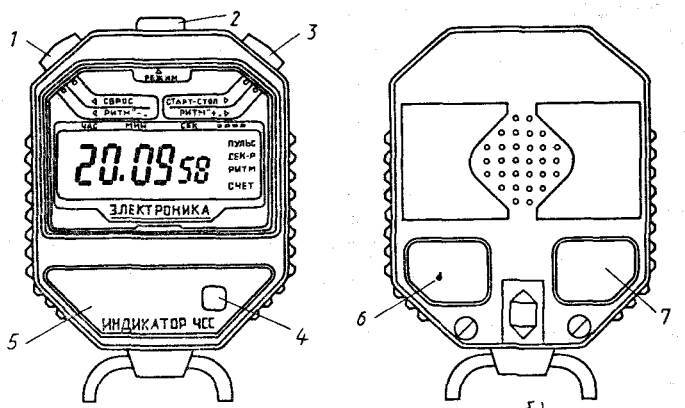


Рис. 56. Часы "Электроника 56":
а – вид спереди, *б* – вид сзади; *1 – 4* – кнопки управления часами, *5 – 7* – пластины

роля относительного объема физических нагрузок, частоты сердечных сокращений (пульса) и задания ритма выполнения физических упражнений.

Они показывают текущее время в часах, минутах, секундах; производят измерение и суммирование интервалов времени в режиме секундомера, подачу и счет звуковых импульсов с заданным ритмом, индикацию частоты пульса. Кроме того, в часах имеются ускоренная установка показаний, звуковое указание времени окончания каждого часа, звуковое указание воздействия на кнопки.

При работе в режимах текущего времени, задатчика ритма, сумматора импульсов, индикации частоты пульса одновременно часы могут работать в режиме секундомера или сумматора импульсов.

Режимы работы

Основной режим. На индикаторе высвечиваются часы, минуты и секунды. Разделительная точка неподвижна. Высвечивается символ подачи сигнала окончания каждого часа (при его включенном состоянии).

Режим секундомера. На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды, обычно в нулевом состоянии, и неподвижная рамка вокруг надписи "СЕК-Р". Точность отсчета секундомера с момента его включения и до достижения показаний 1 ч 00 мин 00 с – 0,1 с. При этом высвечиваются разделительные знаки: " ▾ " – между разрядами часов и минут, " ▾▾ " – между разрядами минут и секунд. Разделительная точка между разрядами часов и минут отсутствует. После достижения секундомером показаний 1 ч 00 мин 00 с точность отсчета становится 1 с. При этом между разрядами часов и минут высвечивается неподвижная разделительная точка.

Режим задатчика ритма. На индикаторе высвечиваются нулевые показания в разряде минут и неподвижная рамка вокруг надписи "РИТМ". В этом режиме осуществляется подача звуковых сигналов с заданной частотой и индикация показаний ритма от 31 до 240.

Режим сумматора импульсов. На индикаторе высвечиваются нулевые показания в разрядах часов, минут, секунд и неподвижная рамка вокруг надписи "СЧЕТ". В данном режиме осуществляются сумирование и индикация суммы звуковых импульсов от 000000 до 999999, прошедших с момента начала счета и до остановки.

Режим индикации частоты пульса. На индикаторе высве-

чиваются нулевые показания в разряде минут и неподвижная рамка вокруг надписи "ПУЛЬС". Мигает символ режима.

Особенности управления часами

После замены элемента питания часов при одновременном нажатии и отпускании кнопок *1, 2, 3* (см. рис. 56) происходит начальная установка показаний: 0.00 00 – в основном режиме; 00 00 0 – в режиме секундомера; 31 – в режиме задатчика ритма; 000000 – в режиме сумматора импульсов; 00 – в режиме индикации частоты пульса; подается одиночный звуковой сигнал; часы автоматически переходят в основной режим.

Включение звукового указания каждого часа в основном режиме осуществляется нажатием и отпусканием кнопки *3*. При этом на индикаторе появляется неподвижный символ режима. При нулевых показаниях минут и секунд подается кратковременный звуковой сигнал. Выключение звукового указания окончания каждого часа производится нажатием и отпусканием кнопки *3* второй раз.

Считывание показаний частоты пульса необходимо производить при равномерном мигании символа режима, не двигаясь и не смещая пальцев по пластинам часов. Усилие нажатий пальцев на пластины должно быть постоянным. Нельзя пользоваться режимом индикации частоты пульса вблизи электропроводов высокого напряжения, генераторов, электродвигателей и других мощных источников электромагнитных полей. Отсутствие индикации или неустойчивые показания не являются критерием состояния здоровья человека. Показания частоты пульса, отличающиеся от большинства показаний более чем на пять сокращений в минуту, не учитывают.

В режиме задатчика ритма осуществляется подача одиночных звуковых сигналов. Количество звуковых сигналов в минуту устанавливается потребителем из значений следующего ряда: 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 69, 71, 74, 77, 80, 83, 87, 91, 96, 101, 107, 113, 120, 128, 137, 148, 160, 175, 192, 213, 240.

Установка текущего времени

Установка точного времени. В основном режиме при нажатии и удерживании в течение 1 с кнопки *1* (см. рис. 56) начинается пульсация секунд. В момент поступления сигнала точ-

ного времени нужно нажать и отпустить кнопку *3*. При этом в диапазоне показаний секунд 0 – 29 происходит обнуление, а в диапазоне 30 – 59 – обнуление показаний секунд с увеличением показаний минут на единицу.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки *1* второй раз начинается пульсация показаний минут. Последовательными нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки *3* устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки *1* третий раз начинается пульсация показаний часов. Последовательными нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки *3* устанавливаются необходимые показания часов.

Выход в основной режим осуществляется нажатием и отпусканием кнопки *1* четвертый раз.

В режиме установки показаний каждому нажатию кнопки *3* соответствует увеличение устанавливаемых показаний на единицу. При нажатии и удерживании более 1 с кнопки *3* автоматическое увеличение показаний происходит в 8 раз быстрее. При этом устанавливаемые показания не мигают. При отпускании кнопки *3* ускоренное изменение показаний прекращается.

Управление часами в режиме секундомера

В основном режиме индикации нужно нажать и отпустить кнопку *2*. На индикаторе появляется неподвижная рамка вокруг надписи "СЕК-Р".

Пуск секундомера. Нажимается и отпускается кнопка *3*.

Остановка секундомера. Нажимается и отпускается кнопка *3* второй раз.

Повторный пуск секундомера. Нажимается и отпускается кнопка *3* третий раз.

Обнуление показаний секундомера. Кнопка *1* нажимается и отпускается в состоянии "СТОП".

Каждое нажатие кнопок *1* и *3* в режиме секундомера сопровождается кратковременным звуковым сигналом.

Счет секундомера в режимах текущего времени, задатчика ритма, сумматора импульсов и индикации частоты пульса подтверждается наличием на индикаторе мигающей рамки вокруг надписи "СЕК-Р".

Управление часами в режиме задатчика ритма

В основном режиме при нажатии и отпускании два раза кнопки *2* или один раз в режиме секундомера на индикаторе появится неподвижная рамка вокруг надписи "РИТМ".

Последовательными нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки *3* (при увеличении показаний) или кнопки *1* (при уменьшении показаний) устанавливаются показания ритма.

Каждому нажатию кнопки *3* (кнопки *1*) соответствует увеличение (уменьшение) показаний ритма на последующее значение ряда, приведенного выше. При нажатии и удерживании более 1 с кнопки *3* (кнопки *1*) автоматическое увеличение (уменьшение) показаний происходит в 8 раз быстрее.

При достижении границ регулировки ритма (31 или 240) подается звуковой сигнал.

Управление часами в режиме сумматора импульсов

В основном режиме при нажатии и отпускании три раза кнопки *2* на индикаторе появится неподвижная рамка вокруг надписи "СЧЕТ".

Включение сумматора. Нажимается и отпускается кнопка *3*. Включение сумматора подтверждается наличием неподвижной рамки вокруг надписи "РИТМ" и звуковыми импульсами.

Выключение сумматора. Нажимается и отпускается кнопка *3* второй раз.

Обнуление сумматора. После остановки сумматора нажимается и отпускается кнопка *1*.

При достижении объема счета 999999 счет начинается с 000000.

Работа сумматора импульсов в режимах текущего времени, секундомера, индикации частоты пульса подтверждается наличием звуковых импульсов и мигающей рамкой вокруг надписей "РИТМ" и "СЧЕТ".

Выход из режима сумматора в основной режим осуществляется нажатием и отпусканием кнопки *2*.

Управление часами в режиме индикации частоты пульса

Переход в режим индикации частоты пульса осуществляется из любого режима.

Для этого нужно взять часы так, чтобы указательные пальцы обеих рук касались пластин *6* и *7* соответственно, большой палец левой руки – пластины 5, затем большим пальцем правой руки нужно нажать и удерживать кнопку *4* (см. рис. 56). Исходное состояние индикатора – 00.

Режим индикации частоты пульса подтверждается наличием неподвижной рамки вокруг надписи "ПУЛЬС".

Выход из режима осуществляется автоматически через 4 с после отпускания кнопки *4* или при нажатии и отпускании кнопки *2* после отпускания кнопки *4*.

Выход из режима индикации частоты пульса осуществляется в тот режим, из которого производился переход в данный режим.

§ 46. КАРМАННО-НАСТОЛЬНЫЕ ЧАСЫ

"Электроника 2-11"

Данная модель часов выполнена в настольно-карманном исполнении.

Часы показывают текущее время в часах, минутах и секундах, могут работать в режиме будильника – подавать прерывистый звуковой сигнал в установленное время длительностью 1 мин, короткий звуковой сигнал по окончании каждого полного часа.

Основной режим работы часов – режим индикации текущего времени.

Порядок управления часами

Пуск часов. Согласно обозначениям на корпусе устанавливается элемент питания типа А316 – на индикаторе высветятся показания: 0 ч 00 мин 00 с, может включиться звуковой сигнал, который выключается нажатием кнопки "УСТАНОВ". Если на индикаторе появится любая другая информация, одновременно нажимаются кнопки "РЕЖИМ", "ВЫБОР", "УСТАНОВ" и происходит общий сброс показаний в нулевое состояние: высветится 0 ч 00 мин 00 с.

Установка текущего времени. Нажатием кнопки "ВЫБОР" часы переводятся в режим установки – на индикаторе начинается пульсация секунд. При нажатии и отпускании кнопки "УСТАНОВ" пульсация секунд прекратится, на месте секунд появятся нули. При счете секунд от 30 до 59 показания минут увеличиваются на единицу. Для установки точного времени нужно нажать и отпустить кнопку "УСТАНОВ" в момент окончания шестого сигнала, передаваемого по радио. После установки точного времени часы автоматически вернутся в основной режим индикации текущего времени.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки "ВЫБОР" два раза начинается пульсация часов. Нажатиями на кнопку "УСТАНОВ" устанавливаются необходимые показания часов.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки "ВЫБОР" третий раз начинается пульсация десятков минут, которые устанавливаются кнопкой "УСТАНОВ". Затем при нажатии и отпускании кнопки "ВЫБОР" четвертый раз начинается пульсация единиц минут. Нажатиями кнопки "УСТАНОВ" устанавливаются необходимые минуты.

Переход в основной режим производится нажатием и отпусканием кнопки "ВЫБОР" пятый раз – пульсация на индикаторе прекращается.

В режиме установки показаний текущего времени каждому нажатию кнопки "УСТАНОВ" будет соответствовать изменение показаний на единицу.

Перевод часов из основного режима в режим будильника осуществляется нажатием кнопки "РЕЖИМ". В режиме будильника звуковой сигнал можно включать и отключать нажатием кнопки "УСТАНОВ". После каждого нажатия этой кнопки в правом верхнем углу индикатора будет поочередно появляться и исчезать символ будильника. Наличие символа говорит о том, что будильник включен. При совпадении установленного времени с текущим раздается прерывистый звуковой сигнал. Звуковой сигнал не включается при отсутствии символа в правом верхнем углу индикатора.

Установка времени срабатывания будильника

Нажатием кнопки "РЕЖИМ" часы переводятся в режим будильника.

Установка часов. При нажатии кнопки "ВЫБОР" начинается пульсация часов. Нажатиями кнопки "УСТАНОВ" устанавливаются необходимые часы.

Установка минут. При нажатии кнопки "ВЫБОР" второй раз начинается пульсация десятков минут, которые устанавливаются кнопкой "УСТАНОВ". Затем при нажатии кнопки "ВЫБОР" третий раз начинается пульсация единиц минут. Нажатиями кнопки "УСТАНОВ" устанавливаются необходимые минуты.

Выход из режима установки будильника производится нажатием кнопки "ВЫБОР" четвертый раз. Пульсация прекращается. При нажатии кнопки "РЕЖИМ" часы переходят в основной режим.

Звуковой сигнал может быть выключен нажатием кнопки "УСТАНОВ" или автоматически по истечении 1 мин. Если во время звучания сигнала нажать кнопку "ПОВТОР", то он повторится через 5 мин. Цикл повторного сигнала – три раза через каждые 5 мин.

Для включения звукового сигнала одновременно нажимаются кнопки "РЕЖИМ" и "УСТАНОВ". При отпускании кнопок звуковой сигнал отключается.

Включение и выключение звукового сигнала по окончании каждого полного часа производится в основном режиме нажатием кнопки "УСТАНОВ". При каждом очередном нажатии этой кнопки в правом верхнем углу индикатора будет появляться или исчезать символ включения сигнала окончания каждого часа. При наличии такого символа в момент смены показаний минут с 59 на 00 звучит короткий одиночный звуковой сигнал.

"Электроника 22-01"

Часы данной модели карманные, но могут использоваться и как настольные.

Они показывают текущее время в часах и минутах, могут одновременно работать в режиме секундомера, будильника, второго поясного времени, имеют подсветку.

Предусмотрено повторное включение звукового сигнала через 5 мин после окончания первого сигнала. Длительность звукового сигнала 1 мин.

Органы управления часами

Переключатель режима "СЧС, ПВР, СГН" служит для переключения часов соответственно в режимы секундомера, поясного времени и установки времени срабатывания сигнала (будильника).

Переключатель "УСТ, НОРМ" предназначен для перевода часов из режима текущего времени "НОРМ" в режимы дополнительных функций "УСТ": секундомера, поясного времени и установки времени будильника.

Кнопка "СВЕТ/ПВТ" служит для включения подсветки, а также повторного звучания сигнала: нажатие ее во время звучания сигнала прерывает его и дает команду на включение сигнала повторно.

Выключатель "СИГНАЛ, ВКЛ-ВЫКЛ" отключает и включает будильник в любом режиме часов. При повторном включении программа будильника сохраняется.

Кнопки "УСТ", "СЕК", "ЧАС", "МИН" служат для установки текущего времени, времени срабатывания будильника, пуска, остановки и обнуления секундомера.

Установка текущего времени

Переключатель "УСТ, НОРМ" переводится в положение "НОРМ". На индикаторе появляются показания часов и минут. Пульсирует разделительное двоеточие и символ режима будильника, если выключатель "СИГНАЛ" находится в положении "ВКЛ".

По другим часам, идущим точно, или по шестому сигналу точного времени, предеваемому по радио, одновременно нажимаются и отпускаются кнопки "УСТ" и "СЕК": счет секунд начинается с нуля. Затем одновременно нажимаются кнопки "УСТ" и "МИН", при этом ежесекундно будет происходить увеличение минут на единицу.

Необходимые показания часов устанавливаются одновременным нажатием кнопок "УСТ" и "ЧАС".

Работа в режиме секундомера

Переключатель "УСТ, НОРМ" устанавливается в положение "УСТ", переключатель режима работы – в положение "СЧС". На индикаторе могут высвечиваться произвольные цифры на месте часов и минут или нули. При одновременном нажатии кнопок "УСТ" и "МИН" на индикаторе появится 0.00 – секундомер готов к работе. Запуск и остановка секундомера производятся одновременным нажатием кнопок "УСТ" и "ЧАС", обнуление – "УСТ" и "МИН". Максимальное время счета 23 мин 59 с. При переходе в режим текущего времени счет секундомера сохраняется.

Установка времени срабатывания будильника

Переключатель "УСТ, НОРМ" переводится в положение "УСТ", переключатель режима работы – в положение "СГН", переключатель "СИГНАЛ" – в положение "ВКЛ": в правой части индикатора появляется символ будильника. Одновременным нажатием кнопок "УСТ, МИН", "УСТ, ЧАС" устанавливается нужное время, после чего переключатель "УСТ, НОРМ" переводится в положение "НОРМ". О включенном состоянии будильника свидетельствует пульсирующий в режиме текущего времени символ режима будильника.

Установка поясного времени

Переключатель "УСТ, НОРМ" переводится в положение "УСТ", переключатель режима работы – в положение "ПВР":

на индикаторе высвечиваются часы и минуты поясного времени. Одновременным нажатием кнопок "УСТ", "МИН" устанавливаются необходимые минуты, при этом показания минут будут увеличиваться на единицу. Затем одновременным нажатием кнопок "УСТ", "ЧАС" устанавливаются необходимые часы. Счет текущего времени при этом сохраняется.

При переводе переключателя "УСТ, НОРМ" в положение "НОРМ" на индикаторе появится текущее время, а счет поясного времени будет продолжаться в памяти часов.

Однако, если в положении "УСТ" переключатель режима работы перевести из положение "ПВР" в положение "СЧС" или "СГН", счет поясного времени не сохранится.

При переводе переключателя режима работы в любое другое положение и нахождении переключателя "УСТ, НОРМ" в положение "УСТ" информация предыдущего режима не сохраняется.

§ 47. УПРАВЛЕНИЕ НАСТОЛЬНЫМИ ЧАСАМИ "Электроника 2-14"

Настольные часы "Электроника 2-14" являются результатом модернизации модели "Электроника 2-11", но превосходят их по эксплуатационным параметрам и удобству в управлении.

Часы показывают текущее время в часах, минутах и секундах по 12-часовой системе исчисления с указанием символа "после полудня", в них предусмотрено автоматическое включение музыкального или прерывистого звукового сигнала будильника при наступлении заранее установленного времени, а также автоматическое повторное включение прерывистого звукового сигнала будильника и автоматическое включение четырехкратного звукового сигнала по окончании каждого часа.

Рис. 57. Органы управления часами "Электроника 2-14"

Имеется возможность ручного включения музыкального сигнала, принудительного отключения музыкального или прерывистого звукового сигнала будильника, установки текущего времени на 12.00.00, ускоренного или медленного перевода в прямом и обратном направлениях показаний текущего времени и времени включения будильника. В них можно регулировать громкость звуковых сигналов.

Органы управления часами

Переключатель "ГРОМК" позволяет устанавливать три разных уровня громкости всех звуковых сигналов, а переключатель "ПРОГРАММА" – осуществлять выбор одной из четырех программ автоматической работы музыкального или прерывистого звукового сигнала будильника.

В положении "ПОВТОР" при совпадении показаний текущего времени с временем будильника включается музыкальный сигнал длительностью 30 с. Если музыкальный сигнал во время звучания не был отключен принудительно, то через 3 мин включится прерывистый звуковой сигнал будильника длительностью 1 мин (на индикаторе должно высвечиваться текущее время и символы "ПС", " (((·))) "). Такие сигналы повторяются семь раз.

При работе будильника символ "ПС" (повтор сигнала) мигает в течение всего цикла и прекращается после его окончания или принудительного отключения будильника.

В положении "ПОВТОР" сигналы будильника выключаются переводом переключателя "РЕЖИМ" в любое другое положение или нажатием на клавишу "СВЕТ/ВЫКЛ.БУД". При нажатии на данную клавишу в паузах между сигналами цикл работы будильника не прерывается. Будильник выключается только при нажатии на клавишу "СВЕТ/ВЫКЛ.БУД" в момент звучания музыкального или прерывистого звукового сигнала.

В положении " (((·))) " при совпадении показаний текущего времени с временем будильника выключается на 1 мин прерывистый звуковой сигнал будильника. При этом на индикаторе высвечиваются показания текущего времени и символ " (((·))) ".

В положении при совпадении показаний теку-

щего времени с временем будильника включается музыкальный сигнал. При этом на индикаторе высвечиваются показания текущего времени и символ "(((·)))".

В положении "ВЫКЛ" автоматические режимы включения музыкального и прерывистого звукового сигналов будильника выключены. На индикаторе высвечиваются показания только текущего времени.

Переключатель "РЕЖИМ" обеспечивает выбор одного из трех режимов работы:

Н – нормальный (основной) режим. На индикаторе высвечиваются показания текущего времени;

ТВ – режим установки текущего времени;

РБ – режим установки будильника. На индикаторе высвечиваются время срабатывания будильника, символ "(((·)))" и буквы "AL" (AL ARM – будильник). Разделительное двоеточие между часами и минутами не пульсирует.

Если переключатель "РЕЖИМ" находится в положении Н, то при нажатии на кнопку РБ "(◂I)" на индикаторе высвечиваются показания времени срабатывания будильника.

Если переключатель "РЕЖИМ" находится в положении ТВ, то нажатием кнопки РБ производится медленный или ускоренный перевод в сторону уменьшения текущего времени, а если в положении РБ – то времени будильника.

Если переключатель "РЕЖИМ" находится в положении Н, то нажатием на кнопку "(I▸)" производится внепрограммное включение музыкального сигнала.

Если переключатель "РЕЖИМ" находится в положении ТВ, то нажатием кнопки "(I▸)" производится медленный или ускоренный перевод в сторону увеличения текущего времени, а если в положении РБ, то времени срабатывания будильника.

При нажатии кнопки "КОРРЕКЦИЯ" показания секунд обнуляются, точное время можно установить по шестому сигналу, передаваемому по радио.

Клавиша "СВЕТ/ВЫКЛ. БУД" служит для выключения всех звуковых сигналов, а также включения и выключения звукового сигнала по окончании каждого часа (переключатель "РЕЖИМ" должен находится в положении ТВ).

Порядок управления часами

Крышку люка питания выдвигают в направлении, указанном стрелкой. При необходимости очищают контактные площадки элементов питания от окиси и грязи. Соблюдая полярность, элементы питания устанавливают в часы и отсек закрывают крышкой. Острым стержнем нажимают кнопку "ПУСК", расположенную в углублении рядом с отсеком питания. Через 1 с после отпускания кнопки на индикаторе должна установиться информация 12. 00. 00, и часы начинают отсчет времени.

Установка текущего времени

Переключатель "РЕЖИМ" переводится в положение ТВ. Кнопками "|▶" или "◀|" устанавливаются необходимые показания текущего времени: при нажатии кнопки "|▶" показания времени будут изменяться в сторону увеличения, а при нажатии кнопки "◀|" – в сторону уменьшения.

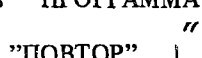
При каждом кратковременном нажатии на одну из этих кнопок показания времени изменяются на 1 мин, при длительном (более 5 с) нажатии происходит быстрое изменение показаний времени в сторону уменьшения или увеличения.

При установке времени "после полудня" в левом нижнем углу индикатора высвечивается символ " ", а "до полудня" – символ не высвечивается.

Для установки точного времени нажимается кнопка "КОРРЕКЦИЯ" и отпускается в момент поступления шестого сигнала по радио или по показаниям других часов, идущих точно. При счете секунд до 29 показания обнуляются, при счете секунд от 30 до 59 показания минут увеличиваются на единицу.

Установка контрольного времени будильника

При переводе переключателя "РЕЖИМ" в положение РБ на индикаторе появятся показания контрольного времени будильника. Кнопками "◀|" или "|▶" устанавливаются необходимые показания: при нажатии кнопки "|▶" показания времени будут изменяться в сторону увеличения, а при нажатии кнопки "◀|" – в сторону уменьшения. После этого переключатель "РЕЖИМ" переводится в положение Н.

Переключатель "ПРОГРАММА" устанавливается в одно из трех положение: "ПОВТОР", "  ".

Показания будильника в основном режиме вызываются кнопкой РБ, а музыкальный сигнал в режиме текущего времени включается кнопкой

Для включения или выключения звукового сигнала по окончании каждого часа переключатель "РЕЖИМ" переводится в положение ТВ и нажимается клавиша "СВЕТ/ВЫКЛ.БУД". Звуковой сигнал будет подаваться при наличии в левом верхнем углу индикатора символа

"Электроника 4-13"

Часы данной модели показывают текущее время в часах, минутах, секундах, могут работать в режиме будильника, таймера, секундомера.

Кроме этого, в часах предусмотрена фиксация показаний счетчика секунд без прекращения его работы, т. е. при повторном пуске счетчика на индикаторе появляется значение минут и секунд текущего времени. Также имеется возможность регулировки громкости и тона звукового сигнала.

Режимы работы

Основной режим. Отличительным признаком показаний текущего времени является мигание разделительных точек, расположенных между разрядами часов и минут.

Режим будильника. На индикаторе высвечиваются часы и минуты времени срабатывания будильника, разделительные точки между часами и минутами отсутствуют.

Режим таймера. На индикаторе высвечиваются минуты и секунды времени таймера. Если это время не устанавливалось, то при переходе в режим появится информация 55. 55. При пуске таймера на индикаторе будет наблюдаться уменьшение информации с тактом 1 с. По достижении значения 00 мин 00 с выдается звуковой сигнал окончания заданного промежутка времени.

Режим секундомера. На индикаторе в разряде часов высвечивается информация минут текущего времени, а в разряде минут – информация секунд, увеличивающаяся на единицу. Имеется фиксация показаний счетчика секунд без прекращения его работы, т. е. при повторном пуске счетчика на индикаторе появляется значение минут и секунд текущего времени. Предусмотрена возможность пуска счетчика секунд с момента

00 мин 00 с. Однако при этом информация о текущем времени не сохраняется.

При включении часов в сеть автоматически устанавливается исходное состояние, при котором на индикаторе появляется информация 00 ч 00 мин при этом отсчета времени не происходит.

Для пуска часов необходимо нажать на любую кнопку на их задней стенке, при этом начинается пульсация разделительных точек, символизирующих ход часов.

Назначение кнопок управления:

В – вызов показаний текущего времени;

К – коррекция (обнуление) показаний времени;

Ч – установка значений часов;

М – установка значений минут;

Т – пуск таймера;

0 – остановка секундомера;

С – вызов секундомера;

Б – вызов времени срабатывания будильника.

Установка текущего времени

Установка точного времени. При нажатии и отпускании по шестому сигналу точного времени кнопки К на индикаторе появится информация 00.00.

Установка часов и минут. При нажатии кнопки Ч информация в разряде часов изменяется каждые 0,5 с в сторону увеличения. Нажатием кнопки М устанавливаются показания минут.

Если перед нажатием на кнопку К в разряде минут была информация 50 мин и более, то одновременно с обнулением минут и секунд информация часов увеличится на единицу.

Работа часов в режиме будильника

При нажатии кнопки Б часы перейдут в режим установки времени срабатывания звукового сигнала. Поочередно нажимая кнопки Ч и М нужно установить на индикаторе необходимое время срабатывания звукового сигнала. При установке времени от 23 ч 50 мин до 00 ч 00 мин срабатывания звукового сигнала не происходит.

При совпадении показаний текущего времени с установленным временем срабатывания будильника выдается звуковой сигнал длительностью 50 – 60 с.

Принудительное отключение звукового сигнала осуществляется нажатием на клавишу. При нажатой клавише срабатывания будильника не происходит.

Для отключения звукового сигнала до следующего совпадения значений времени нажимается кнопка В.

Работа часов в режиме секундомера

При нажатии кнопки С часы перейдут в режим отсчета секунд. Для фиксации показаний секунд нажимается кнопка 0. Возврат в режим отсчета секунд происходит при повторном нажатии кнопки С.

Пуск секундомера со значений 00 мин 00 с осуществляется нажатием кнопки К. При этом происходит сбой текущего времени.

Работа часов в режиме таймера

При нажатии кнопки Б на индикаторе появится время срабатывания будильника. Если время срабатывания будильника не устанавливалось, на индикаторе появится информация 55.55, что соответствует времени 55 мин 55 с.

Поочередно нажимая кнопки Ч и М, нужно установить необходимое время отсчета в минутах и секундах.

При нажатии кнопки Т на индикаторе будет наблюдаться уменьшение информации на единицу до достижения значения 00.00.

§ 48. ЧАСЫ "ЭЛЕКТРОНИКА 55"

Часы показывают текущее время в часах, минутах, секундах, а также день недели, число, месяц, год (до 2019 г.), подают звуковой сигнал при совпадении текущего времени с ранее запрограммированным (режим будильника), могут осуществлять измерение, суммирование интервалов времени и фиксацию промежуточного результата с точностью отсчета до 0,1 с (режим секундомера), работают в режиме таймера с подачей звукового сигнала по истечении набранного времени, имеют цифровую настройку хода с индикацией значения вносимой поправки.

Кроме этого, в часах предусмотрена подача короткого звукового сигнала по истечении каждого полного часа, звукового сигнала при нажатии кнопок управления часами, имеется подсветка.

Возможна одновременная работа часов в режиме текущего времени и режиме секундомера или таймера.

Режимы работы

Основной режим (состояние А). На индикаторе высвечиваются часы, минуты, секунды, число, день недели. Разделительная точка не мигает.

Режим календаря (состояние Б). На индикаторе высвечиваются год, месяц, число, день недели. Разделительная точка не высвечивается.

Режим будильника (состояние В). Высвечиваются часы и минуты, указатель режима будильника. Разделительная точка не мигает.

Режим секундомера (состояние Г). Высвечиваются часы, минуты, секунды, десятые доли секунды, указатель режима секундомера. Разделительная точка не мигает.

Режим таймера (состояние Д). Высвечиваются минуты и секунды, указатель режима таймера. Разделительная точка отсутствует.

Режим цифровой настройки хода (состояние Е). Высвечиваются значение поправки хода (при отрицательных значениях индицируется знак "–"), знак режима ЦНХ и десятичная запятая между третьим и четвертым разрядами ЖКИ.

Перевод часов из основного режима в другое состояние осуществляется нажатием кнопки ПН, возвращение в основной режим – при отпускании кнопки ПН.

При каждом нажатии и отпускании кнопки ЛН часы будут осуществлять переход: из состояния А в режим будильника; из режима будильника в режим секундомера; из режима секундомера в режим таймера; из режима таймера в режим установки показаний времени и календаря.

В режиме установки показаний нажатиями кнопки ПН производится выбор устанавливаемой информации.

Перевод часов в режим цифровой настройки хода осуществляется из режима таймера нажатием кнопки ЛН и удерживанием ее в течение 3 с. Режим ЦНХ подтверждается наличием символа "ЦНХ". Переход из режима ЦНХ в основной режим производится нажатием кнопки ЛН.

В режиме установки текущего времени и календаря каждому нажатию кнопки ПВ соответствует увеличение устанавливаемых показаний на единицу. При удерживании кнопки ПВ происходит автоматическое увеличение показаний на десять единиц. При этом устанавливаемые показания не мигают. При отпускании кнопки ПВ ускоренное изменение показаний прекращается.

В режиме цифровой настройки хода каждому нажатию

кнопки ПВ соответствует увеличение абсолютной величины поправки хода на 0,1. Знак поправки изменяется при переходе через значение 0,0.

Установка текущего времени и календаря

Нажатиями кнопки ЛН часы переводятся в режим установки показаний времени и календаря. Начинается пульсация секунд. В момент шестого сигнала точного времени нужно нажать и отпустить кнопку ПВ. В диапазоне показаний секунд 0 – 29 происходит обнуление, а в диапазоне 30 – 59 – обнуление показаний секунд с увеличением минут на единицу.

Установка минут. Нужно нажать и отпустить кнопку ПН. Последовательными нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Установка часов. При нажатии и отпускании кнопки ПН второй раз начинается пульсация часов. Последовательными нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются показания часов.

После третьего, четвертого, пятого и шестого нажатий кнопки ПН начинается пульсация соответственно показаний года, числа, номера месяца, дня недели. Нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания.

После нажатия кнопки ПН седьмой раз часы снова перейдут в режим установки секунд.

При нажатии и отпускании кнопки ЛН часы перейдут в основной режим. Переход в основной режим осуществляется также автоматически через 30 с после последнего воздействия на кнопки.

Установка времени срабатывания будильника

Установка часов. Кнопкой ЛН часы переводятся в режим будильника. При нажатии и отпускании кнопки ПН начинается пульсация часов. Нажатиями или нажатием и удерживанием более 1 с кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания часов будильника.

Установка минут. При нажатии и отпускании кнопки ПН второй раз начинается пульсация минут. При помощи кнопки ПВ устанавливаются необходимые показания минут.

Выход из режима установки осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПН третий раз.

Особенности режима будильника. Включение и выключение будильника осуществляется кнопкой ПВ в режиме будильника. При включении будильника на индикаторе присутствует символ будильника.

Прерывание звукового сигнала будильника осуществляется нажатием и отпусканием кнопок ПВ и ПН.

Принудительный вызов звукового сигнала производится одновременным нажатием и отпусканием кнопок ПВ и ПН.

Включение и выключение подачи звукового сигнала по истечении каждого часа производится в основном режиме кнопкой ПВ. При этом на индикаторе появляется и исчезает знак режима.

При включенном устройстве подачи сигнала по истечении каждого часа при нулевых показаниях минут и секунд подается одиночный звуковой сигнал длительностью 0,1 с. Нажатие на кнопки управления сопровождается подачей звукового сигнала (кроме режима установки).

Управление часами в режиме секундомера

Нажатиями кнопки ЛН часы переводятся в режим секундомера.

Пуск секундомера осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ПВ. На индикаторе с частотой 1 Гц пульсируют знаки " " и "▲".

Остановка секундомера производится нажатием и отпусканием кнопки ПВ. Знак "▲" неподвижен, а знак " " исчезнет.

Обнуление показаний секундомера происходит при остановленном секундомере нажатием и отпусканием кнопки ПН.

При нажатии кнопки ПН в режиме идущего секундомера осуществляется фиксация промежуточного результата. При этом на индикаторе указатель секундомера "▲" пульсирует, а знак " " неподвижен. Возврат в режим идущего секундомера производится нажатием и отпусканием кнопки ПН.

При нажатии и отпускании кнопки ПВ в режиме фиксации промежуточного результата происходит остановка секундомера – знаки "▲, " неподвижны. При нажатии и отпускании кнопки ПН на индикаторе появится время остановленного секундомера ("▲" неподвижен, "" отсутствует). При нажатии и отпускании кнопки ПВ осуществляется

переход в режим идущего секундомера – оба символа мигают.

По достижении полного объема счета (23 ч 59 мин 59,9 с) в режиме счета секундомера показания обнуляются, при этом счет не прерывается.

Нажатие на кнопки ПВ и ПН в режиме идущего секундомера сопровождается кратковременным звуковым сигналом.

Выход в основной режим из любого состояния режима секундомера осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ЛН. В основном режиме при идущем секундомере знак "▲" мигает.

Управление часами в режиме таймера

Нажатиями кнопки ЛН часы переводятся в режим таймера (обратный секундомер). Для начальной установки времени таймера нужно нажать или нажать и удерживать более 2 с кнопку ПН.

Пуск таймера производится нажатием и отпусканием кнопки ПВ. Нажатие на кнопку сопровождается кратковременным звуковым сигналом. Режим запуска таймера подтверждается наличием на индикаторе пульсирующего указателя режима таймера.

Для остановки таймера еще раз нужно нажать и отпустить кнопку ПВ. Нажатие также сопровождается кратковременным звуковым сигналом. Объем установки времени таймера – 60 мин. При наступлении 00 мин 00 с автоматически включается на 5 с звуковой сигнал.

Выход в основной режим из любого состояния режима таймера осуществляется нажатием и отпусканием кнопки ЛН. Нажатие сопровождается кратковременным звуковым сигналом. В основном режиме при включенном таймере пульсирует знак режима работы таймера.

Работа с часами в режиме цифровой настройки хода производится так же, как и в часах "Электроника 5-29361", "Электроника 5-29366".

Контрольные вопросы

1. В каких часах имеется 12-часовой режим индикации? **2.** Как можно отключить индикатор в часах "Электроника 5-207"? **3.** В каком случае в часах "Электроника 5-209" подается звуковой сигнал каждый час и как его можно отключить? **4.** Что такое ЦНХ? **5.** Как можно проверить работоспособность будильника в часах "Электроника 5-29367", "Электроника 2-14"?

ГЛАВА 5. УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ЧАСОВ

§ 49. ЧИСТКА АНАЛОГОВЫХ ЧАСОВ

Работоспособность, надежность и долговечность аналоговых кварцевых часов в значительной мере зависят от периодичности и качества чистки часового механизма. Остановка часов из-за загрязнения часового механизма составляет большой процент от всех встречающихся неисправностей, возникающих при эксплуатации часов, поэтому чистка (мойка) является одним из важнейших процессов при ремонте аналоговых часов.

Если раньше основным был ручной способ чистки, то сейчас для чистки в основном применяются моечные машины как зарубежного, так и отечественного производства: "Вакматик" (Швейцария) и ПР-492 (СССР), осуществляющие одновременно чистку и смазку механизма при частичной его разборке. Перед мойкой из механизма необходимо извлечь элементы питания (ЭП), блок кварцевого генератора (БКГ), двигатель, контакты питания, которые не подлежат мойке.

Чистка механизма может производиться химическим способом, который зависит от концентрации и состава моющих жидкостей, механическим, зависящим от режима и скорости вращения жидкости, и ультразвуковым, основанным на отрыве частиц загрязнения.

Подбор растворителей для чистки определяется их растворяющим и моющим действием, способностью легко испаряться или отмываться с деталей механизма часов. Так как универсальных растворителей не существует, следует пользоваться несколькими промывочными растворами, сложными по своему составу.

Промывочные жидкости должны быть чистыми и не должны оказывать коррозийного действия на металлы. Так, дистиллированная вода применяется для удаления моющих растворов с поверхностей деталей. Дальнейшая обезвоживающая

промывка производится испаряющимися веществами: бензином, ацетоном.

Качество промывки зависит не только от подбора растворителей, но и от последовательности их применения. Процесс промывки ускоряется при повышении температуры растворителей и моющих жидкостей, оптимальная температура которых должна быть 50 – 60 ° С.

В моечной машине моющие жидкости необходимо применять в следующем порядке. Первая емкость наполняется бензином; вторая и третья – раствором, состоящим из 50 г/л мыла жидкого, 100 г/л спирта этилового ректифицированного технического, 10 – 15 г/л аммиака водного технического 25 %-ного, 2 г/л кислоты щавелевой. Раствор разбавляется дистиллированной водой в отношении 1 : 4; четвертая и пятая – водой дистиллированной; шестая емкость – бензином или ацетоном.

Удаление промывочных жидкостей с поверхностей деталей часового механизма является важнейшим требованием, поэтому после окончания промывки рекомендуется немедленное просушивание. Лучший вид сушки – обработка обеспыленным сжатым воздухом при температуре 60 – 80 °С или сушка в тепловых шкафах. После промывки и сушки на деталях механизма не допускаются остатки загрязнений, следы подтеков, пятен, слипание деталей.

§ 50. УСТРОЙСТВО, РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА АНАЛОГОВЫХ ЧАСОВ С БАЛАНСОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Устройство, ремонт и регулировку часов с балансовым двигателем рассмотрим на примере автомобильных часов типа АЧЖ.

Данные часы показывают время в часах, минутах и секундах, имеют подсветку шкалы циферблата. Работают от электрической сети автомобиля с номинальным рабочим напряжением питания 12 В постоянного тока.

Механизм часов на 6 рубиновых камнях с бесконтактной магнитоэлектрической системой привода балансового регулятора обеспечивает точность хода ± 60 с/сут при напряжении 12 ± 0,5 В и температуре 20 ± 5 °С.

Возможна подстройка точности хода в пределах ± 3 мин.

Механизм часов состоит из колесной системы, стрелочного механизма, электронного блока и колебательной системы баланс–спираль с преобразователем (рис. 58).

При поступлении электрических импульсов от магнито-

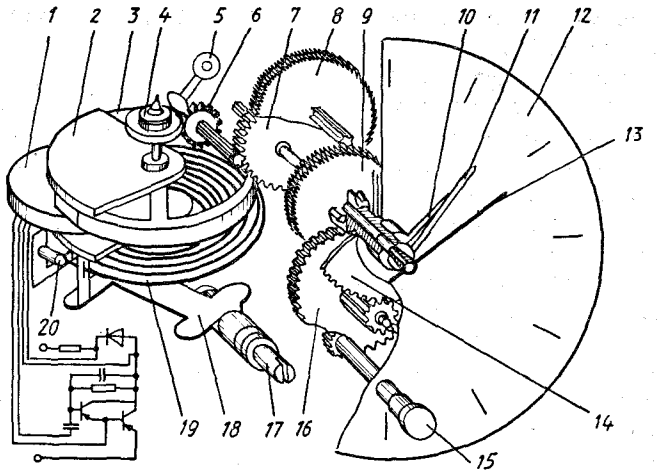


Рис. 58. Устройство часов с балансовым двигателем АЧЖ:
1 – катушка, *2* – узел магнитопровода, *3* – узел баланса, *4* – узел преобразователя, *5* – узел тормозной пружинки, *6* – узел ходового колеса, *7* – узел секундного колеса, *8* – узел промежуточного колеса, *9* – узел минутного колеса, *10* – часовая стрелка, *11* – минутная стрелка, *12* – циферблат, *13* – секундная стрелка, *14* – узел часового колеса, *15* – ручка перевода стрелок, *16* – узел вексельного колеса, *17* – винт, *18* – регулятор, *19* – спираль, *20* – штифт

электрического привода система баланс–спираль совершает колебательные движения, которые через дисковый преобразователь обеспечивают вращение колесной системы и движение стрелок.

Дисковый преобразователь *4* вращает узел ходового колеса *6*. Через ходовой триб вращение передается на узел секундного колеса *7*, на ось которого напрессована секундная стрелка *13*, далее через узел промежуточного колеса *8* – на узел минутного колеса *9*, на ось которого напрессована минутная стрелка *11*. Триб минутного колеса входит в зацепление с узлом вексельного колеса *16*. Через его триб вращение передается часовому колесу *14* и часовой стрелке *10*, которая напрессована на втулку часового колеса.

Преобразователь (рис. 59) состоит из палетных дисков узла баланса и ходового колеса.

В исходном положении узла баланса вступающий в работу зуб ходового колеса находится перед отогнутой частью нижнего палетного диска (баланс находится в положении равновесия).

При подключении напряжения питания верхний палетный

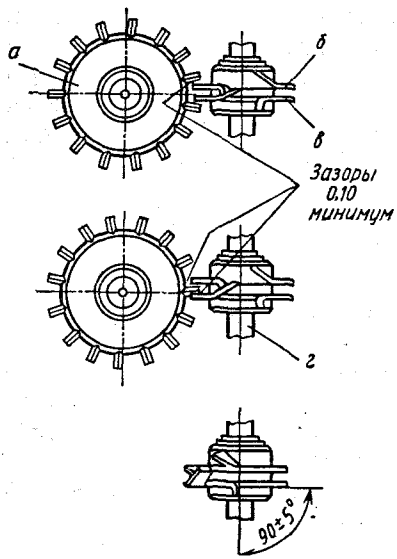


Рис. 59. Преобразователь:
а – ходовое колесо, *б* – верхний палетный диск, *в* – нижний палетный диск, *г* – ось баланса

диск подхватывает ромбовидный зуб ходового колеса и поднимает его вверх до ввода в зазор между палетными дисками.

В зазоре зуб остается в течение вращения узла баланса до крайнего положения и обратно к положению равновесия. При возвращении узла баланса к положению равновесия зуб ходового колеса отогнутой частью нижнего палетного диска поднимается до выхода на ребро диска и остается на ребре до завершения узлом баланса одного полного колебания. За одно колебание узла баланса ходовое колесо поворачивается на один зуб. Тормозная пружинка *5* (см. рис. 58) предотвращает произвольный поворот ходового колеса.

Электронная схема (рис. 60) собрана на двух полупроводниковых транзисторах КТ 315А и КТ 315Б. Для выбора рабочей точки транзистора, т. е. для обеспечения наилучшего режима работы схемы, между базой и коллектором транзистора *VT1* включен резистор *R2*. При движении баланса постоянные магниты пересекают витки обмотки освобождения, наводя в них эдс, которая управляет транзистором *VT2*, вызывая импульс тока в импульсной обмотке. Импульс тока, проходящий по импульсной обмотке, создает вокруг нее электромагнитное поле, которое, взаимодействуя с магнитным полем постоянных магнитов, стремится вытолкнуть подвижные постоянные магниты в направлении движения баланса, сообщая тем самым им-

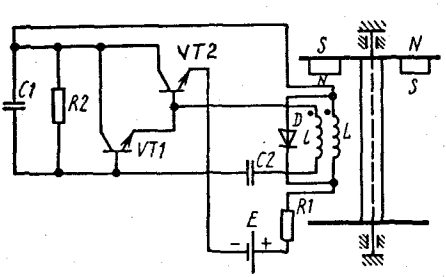


Рис. 60. Электронная схема часов

пульс балансу. Обмотка освобождения подключена к базе транзистора *VT1* через разделительный конденсатор (обе обмотки выполнены вместе и представляют собой одну неподвижную катушку на электрическом блоке). Паразитная генерация схемы срывается конденсатором *C1*, включенным между базой и коллектором транзистора *VT1*. Все радиодетали собраны на одной плате.

Порядок разборки часов АЧЖ

Развальцевать ободок, раскусив его кусачками, снять ободок и декоративное кольцо.

Отвернуть гайку на оборотной стороне металлического кожуха.

Снять ручку перевода стрелок. Отвернув винт, снять пружину, шайбу, стекло, ободок, светофильтр.

Вынуть механизм из металлического и полиэтиленового кожухов, выталкивая колонки механизма из кожухов.

Снять секундную и минутную стрелки. Отвернуть винты крепления циферблата, снять циферблат с часовой стрелкой и часовым колесом, минутное и вексельное колеса, шайбу.

Отвернуть винт, снять мост перевода и регулировочный винт.

Отвернуть втулки крепления электронного блока.

Снять узел электронного блока. Во избежание обрывов витков катушки при снятии электронного блока узел баланса повернуть в сторону тормозной планки.

Снять втулки над электронным блоком.

Отвернуть винт тормозной планки, снять планку.

Расштифтовать спираль в месте крепления стрелки к кронштейну, отвернуть винт-опору баланса на 2 – 3 оборота, снять баланс.

Снять шайбы, прижину и вал перевода.

Снять тормозную пружину.

Отвернуть винт крепления моста, снять мост и ходовое колесо.

Отвернуть втулки крепления платины, снять платину, промежуточное и секундное колеса.

Порядок сборки часов АЧЖ

На платину установить секундное колесо со смазанной шайбой и промежуточное. Установить другую платину и привернуть втулку.

Установить регулировочный винт, мост перевода, привернуть винт.

Установить ходовое колесо и ходовой мост.

Установить тормоз ходового колеса, отрегулировать усилие давления тормозной пружины к трибу ходового колеса.

Смазать камни-опоры под баланс со стороны регулятора и ходового моста.

Установить узел баланс–спираль, заштифтовать спираль, статическое положение баланса отрегулировать поворотом колодки спирали на оси баланса.

Проверить расположение палет преобразователя относительно зубьев ходового колеса, по мере необходимости произвести установку палет.

Установить тормозную планку, привернуть винтом.

Смазать колесную систему.

Установить втулки под электронный блок, при этом металлическую втулку 045 установить на колонку, ближайшую к ходовому колесу.

Установить электронный блок и привернуть втулку.

Проверить самопуск механизма при напряжении 8 В.

Установить триб перевода, надеть на него пружину и две шайбы.

Законтрить тормоз ходового колеса, винты ходового моста, тормозной планки, винт-опору баланса клеем.

Смазать опоры минутного и вексельного колес.

Установить минутное и вексельное колеса, смазать наружную поверхность втулки минутного колеса.

Установить на минутное колесо шайбу.

Установить циферблат, привернуть винты циферблата, в случае необходимости закрасить винты черной краской. Установить минутную и секундную стрелки.

Установить полиэтиленовый кожух с прокладкой, металлический кожух, шайбы, привернуть гайки.

Установить светофильтр, кольцо, стекло.

Установить на вал перевода шайбу, пружину, привернуть ручку перевода, предварительно дав клей в резьбовое отверстие вала перевода.

Подключить часы к источнику питания, проверить мгновенный суточный ход при напряжении 12 В.

Установить ободки, завальцевать часы.

Особенности сборки часов

При сборке электронно-механических часов АЧЖ необходимо пользоваться латунным пинцетом.

Перед сборкой механизма платины, колеса, ходовой мост для уменьшения растекания масла в местах смазки нужно проэпиламировать в эпиламе ЭН-3. Эпилам представляет собой жидкость, которая наносится на поверхность, подвергающуюся смазке.

При высыхании эпилама на поверхности детали остается тонкая пленка, препятствующая растеканию масла в процессе эксплуатации часов.

На платины и мост эпилам наносится в места смазки маслодозировкой. После нанесения эпилама детали сушат на воздухе в течение 3 мин. Эпиламирование производится непосредственно перед сборкой и нанесением часовых масел.

Установка тормозной пружины производится так, чтобы усилие ее давления на триб ходового колеса было 1,5 — 2 г. Практически это значит, что пружину нужно подвести до касания с трибом с едва заметным ее изгибом.

Установку пластмассовой втулки под электронный блок производят на колонку, находящуюся со стороны регулятора.

Перед установкой электронного блока следует убедиться в отсутствии инородных тел на магнитах баланса и лака на контактной платине электронного блока.

При установке регулировочного винта нужно следить, чтобы усик регулятора попал в резьбу винта.

Показания часовой и минутной стрелок должны быть согласованы между собой. При совмещении минутной стрелки с 12-часовой отметкой шкалы отклонение часовой стрелки от этой отметки не должно превышать линейной или угловой величины, соответствующей одному минутному делению.

При установке полиэтиленового кожуха следует убедиться в наличии контакта между платиной электронного блока и контактом кожуха.

После установки ручки перевода нужно убедиться в четком возврате ручки в исходное положение.

При сборке механизма винт-опору под баланс, винты тормозной планки и ходового моста, колодку тормозной пружины, штифт спирали нужно законтрить клеем БФ-2.

При подключении часов к источнику питания необходимо учесть, что "+" источника питания подается на патрон лампочки подсветки и контакт полиэтиленового кожуха, "—" — на контакт "31".

Требования к установке спирали. Спираль должна иметь плоскую форму, витки спирали не должны иметь перегибов, трещин, изломов и других дефектов, видимых в лупу четырех-

кратного увеличения. Шаг спирали должен иметь одинаковую величину по всему диаметру.

Плоскость спирали должна быть параллельна плоскости обода баланса. Непараллельность плоскостей спирали и обода баланса, видимая в лупу четырехкратного увеличения, не допускается.

Витки спирали не должны соприкасаться между собой при максимальной амплитуде колебаний баланса.

Внешний виток спирали должен быть в одной плоскости и располагаться посередине ширины щели регулятора независимо от положения регулятора.

При подборе новой спирали количество витков после вибрации должно быть 10,5 — 11,5.

Регулировка хода часов. Регулировка на точность хода часов с балансовым двигателем производится за счет изменения рабочей длины спирали и правильной установки спирали по плоскости, центру и игре в щели регулятора.

Установка часов на подставке должна строго соответствовать рабочему положению.

Для регулировки мгновенного суточного хода должен применяться прибор ППЧ-7А или ППЧ-6А.

Если мгновенный суточный ход имеет знак "—", изменение длины спирали следует производить вращением регулировочного винта по стрелке "+"; если мгновенный суточный ход имеет знак "+", следует вращать винт по стрелке "—".

В отрегулированных часах мгновенный суточный ход в рабочем положении не должен превышать — 40 ... + 30 с при напряжении 12 В и ± 120 с при напряжении 10 и 15 В.

В случае большой разницы в показаниях мгновенного суточного хода при напряжениях 10 и 15 В регулировку следует производить за счет уменьшения зазора между магнитами и тормозной планкой.

При регулировке точности хода часов необходимо обращать внимание на величину усилия тормозной пружины на ось ходового колеса. При регулировке нельзя уменьшать или увеличивать натяг тормозной пружины свыше величины, гарантирующей правильное взаимодействие ходового колеса с балансом и колесной системой.

Регулировка точности хода должна производиться до установки деталей внешнего оформления.

После установки деталей внешнего оформления следует повторить проверку мгновенного суточного хода в рабочем положении при напряжении питания 10, 12, 15 В.

Возможные неисправности и их устранение представлены в табл. 6.

Таблица 6

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод определения и устранения дефекта
1. Останов часов. Отсутствует движение секундной стрелки, часы периодически останавливаются	Окисление, коррозия контактных клемм "31", или "+12 В"	Зачистить клеммы питания до полного удаления окислов
	Обрыв проводов питания	Запаять провода
	Отказ электронного блока:	
	1) на электронный блок не подается напряжение	Проверить тестером целостность проводников и наличие надежных контактов
	2) выход из строя транзисторов Т1 или Т2	Тестером проверить исправность транзисторов на обрыв или короткое замыкание, предварительно выпаяв из схемы
	3) выход из строя стабилитрона, конденсаторов или резисторов	Проверить тестером исправность стабилитрона и конденсаторов на КЗ или обрыв, резисторы – на соответствие сопротивления указанному в схеме
	4) обрыв или КЗ импульсной обмотки освобождения	Проверить тестером обмотку на обрыв или наличие КЗ. Сопротивление катушек должно быть в пределах 800 – 1400 Ом
	5) ток, потребляемый электронным блоком, превышает допустимый	Измерить тестером ток потребления часов. При работающем механизме ток потребления не должен превышать 3,0 мА. При повышенном токе проверить исправность элементов схемы, а также наличие на плате между токоведущими дорожками КЗ и окислов

Продолжение табл. 6

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод определения и устранения дефекта
	Слом или деформация цапф балансового двигателя	Визуально осмотреть цапфы и убедиться в их неисправности
	Деформация палетных дисков узла преобразователя	Визуально убедиться в деформации палетных дисков. Произвести формовку
	Деформация или слом зубьев ходового колеса	Заменить узел ходового колеса
	Неисправность спирали (перегибы, трещины витков и т.д.)	Витки спирали не должны иметь перегибов, изломов, трещин. Шаг спирали должен иметь одинаковую величину по всему диаметру. Плоскость спирали должна быть параллельна плоскости обода баланса. Витки спирали не должны соприкасаться между собой при максимальной амплитуде колебания баланса. Внешний виток спирали должен быть в одной плоскости и должен располагаться посередине щели регулятора независимо от положения регулятора
	Зацеп стрелок	Подогнуть стрелки, исключить зацеп
	Неисправность колесной системы:	
	1) механические повреждения деталей; покол камней. Полом или деформация цапфы оси колеса. Сломан или погнут зуб колеса	Визуально убедиться в наличии механических повреждений деталей колесной системы. Неисправные детали заменить

Продолжение табл. 6

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод определения и устранения дефекта
	2) загрязнение смазки, коррозия деталей, наличие в механизме инородных тел	При наличии загрязнений механизм последовательно промыть в трех емкостях с бензином-растворителем марки "Галоша", в двух емкостях с горячим мыльным раствором, трех емкостях с дистиллированной водой. Просушить детали струей воздуха
	3) нарушены осевые и радиальные зазоры деталей и сборочных единиц колесной системы	
2. Часы неточно ходят ("спешат" или "отстают")	Загрязнение механизма	Промыть механизм
	Разрегулировка механизма	Регулировочным винтом установить точность хода часов ± 40 с. Если мгновенный суточный ход при напряжении 10 и 15 В больше ± 120 с, то следует производить регулировку за счет уменьшения зазора между магнитами и тормозной планкой.

§ 51. УСТРОЙСТВО, РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА ЧАСОВ С ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Устройство, ремонт и регулировку часов с шаговым двигателем (рис. 61) рассмотрим на примере часов "Луч 2350", "Луч 2356", "Луч 2360".

В состав механизма часов входят: блок платины, блок шагового двигателя (ШД), блок кварцевого генератора (БКГ), элемент питания. Внешнее оформление часов включает корпус, циферблат и стрелки. В часах "Луч 2350", "Луч 2360" есть также блок календаря и суточное колесо.

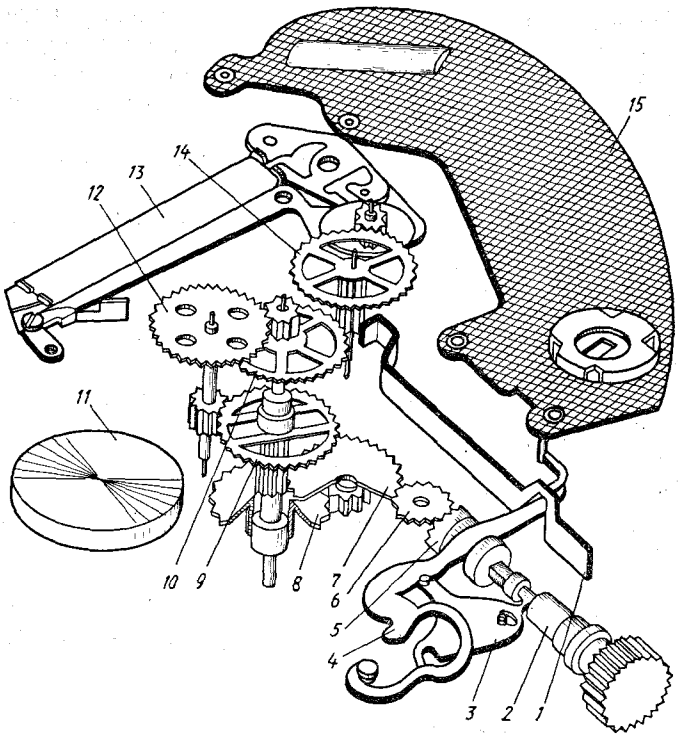


Рис. 61. Устройство кварцевых часов с шаговым двигателем:
1 – тормозной рычаг, *2* – переводной вал с головкой, *3* – переводной рычаг, *4* – рычаг муфты, *5* – кулачковая муфта, *6* – переводное колесо, *7* – минутное колесо, *8* – часовое колесо, *9* – центральное колесо с трибом минутной стрелки, *10* – секундное колесо, *11* – элемент питания, *12* – промежуточное колесо, *13* – шаговый двигатель, *14* – передаточное колесо, *15* – блок кварцевого генератора

Блок платины состоит из основной колесной системы, служащей для передачи вращения от шагового двигателя к часовой, минутной и секундной стрелкам, механизма перевода стрелок, устройства стопорения секундной стрелки и обнуления делителя электронного блока. Прерывистое вращательное движение от шагового двигателя, совершающего 30 об/мин (60 поворотов по 180° с выстоем после каждого поворота), через систему зубчатых колес передается на концентрично расположенные секундный триб, триб минутной стрелки и часовое колесо, несущие на себе стрелки, которые совершают соответственно 1 об/мин, 1 об/ч и 2 об/сут. Движение стрелок прерывистое с частотой 1 Гц.

При переводе стрелок для устранения вращения редуктора используется фрикцион, образованный трибом минутной стрелки и центральным колесом. Механизм перевода стрелок включает вал ключа, переводной рычаг, рычаг муфты, муфту и переводное колесо.

Вал ключа в часах "Луч 2356" может занимать два положения. В первом положении (головка вала у корпуса часов) никаких операций не производится и головка вала свободно вращается в обе стороны. Во втором положении (головка вала оттянута от корпуса) производится перевод стрелок и установка их на точное время.

Вал ключа в часах "Луч 2350", "Луч 2360" может занимать три положения. В первом положении (головка вала у корпуса часов) никаких операций не производится и головка вала свободно вращается в обе стороны.

Во втором положении (головка вала оттянута от корпуса) производится корректировка показаний чисел месяца календарного устройства без изменения временной информации. При этом муфта, сидящая на валу, под действием рычагов от осевого движения вала перемещается из нейтрального положения к периферии часов, и вращательное движение вала ключа через муфту, систему зубчатых колес и звездочку корректировки передается на числовое кольцо.

В третьем положении (головка вала оттянута от корпуса в крайнее положение) производится перевод стрелок, установка их на точное время и корректировка показаний дней недели календаря.

От осевого перемещения вала ключа муфта через переводной рычаг и рычаг муфты перемещается к центру часов и вступает по взаимодействие с переводным колесом, связанным с часовым колесом, которому передается вращение вала ключа. Одновременно рычаг муфты перемещает пластину стопорения, которая своим упругим концом входит в контакт со штифтом блока кварцевого генератора, осуществляя его соединение с "массой". При этом происходит отключение шагового двигателя и обнуление делителя интегральной схемы. Отключение шагового двигателя вызывает останов всей колесной системы.

Другим своим упругим концом пластина стопорения при перемещении упирается в зубчатый венец передаточного триба, что позволяет, благодаря проскальзыванию фрикциона на трибе минутной стрелки, обеспечить стопорение секундной стрелки при переводе часовой и минутной стрелок.

По окончании перевода стрелок головка вала ключа воз-

вращается к корпусу часов и муфта занимает нейтральное положение. При этом передаточный триб освобождается от стопора и стрелки получают вращение от шагового двигателя.

Шаговый двигатель, установленный в часах, относится к типу двигателей с выносной катушкой. Двигатель закрытого исполнения. Вращающий момент шагового двигателя создается при прохождении через его катушку коротких импульсов управления, поступающих с выходов блока кварцевого генератора.

Блок кварцевого генератора (рис. 62) предназначен для преобразования постоянного напряжения источника питания в импульсы управления шаговым двигателем со стабильной частотой следования 1 Гц.

Блок кварцевого генератора включает непосредственно кварцевый генератор с номинальной частотой 32 768 Гц, делитель частоты и формирователь импульсов управления.

Активные элементы электронного генератора, а также каскад делителей частоты и формирователь управляющих импульсов выполнены по интегральной технологии на одном кристалле кремния размером 2,5 х 2,6 мм.

Система обнуления высших разрядов делителя и логика интегральной микросхемы обеспечивают следование первого выходного импульса и, следовательно, первого скачка секундной стрелки через секунду после размыкания контакта пластины стопорения со штифтом электронного блока, т. е. после возвращения головки вала ключа в исходное положение — к корпусу часов.

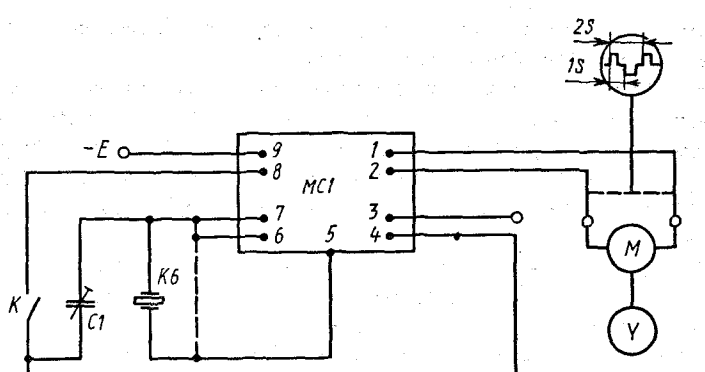


Рис. 62. Блок кварцевого генератора для кварцевых часов 2356

Система обнуления позволяет снизить ток потребления при хранении часов. Ток, потребляемый электронным блоком в динамическом режиме, не более 0,9 мкА.

В часах используется электрохимический элемент питания с номинальным напряжением 1,5 В. Конструкция крепления элемента питания позволяет производить его замену при снятой крышке корпуса часов.

Электрический сигнал генератора после деления его частоты каскадом делителей и формирования выходным каскадом поступает в виде прямоугольных разнополярных импульсов с частотой следования 1 Гц на шаговый двигатель, вращая его ротор. Триб, закрепленный на роторе, через колесную передачу вращает стрелочный индикатор. Корректировка показаний стрелочного индикатора осуществляется с помощью механизма перевода стрелок.

Календарное устройство (блок календаря) в часах "Луч 2350" предназначено для показаний чисел месяца и дней недели, в часах "Луч 2360" – для показаний чисел месяца. Смена показаний чисел месяца и дней недели замедленная. Время переключения календаря не более 3 ч.

Блок календаря состоит из моста календаря, мальтийского креста с втулкой, переключателя, фиксатора с роликом, ограничителя, числового кольца, диска дней недели, замка и винтов.

Диск дней недели приводится в движение и фиксируется с помощью жесткосвязанного и соосного с ним мальтийского креста.

Мальтийский крест постоянно, кроме момента переключения, зафиксирован диском переключателя.

Числовое кольцо представляет собой диск с внутренним зубчатым венцом. Он постоянно, кроме момента переключения, зафиксирован рычажным фиксатором.

Фиксатор осуществляет кинематическое замыкание между числовым кольцом и мальтийским крестом, что позволяет освободиться от пружинного фиксатора, применяемого в существующих моделях часов с календарем. Фиксатор с кинематическим замыканием существенно уменьшает нагрузочный момент календаря.

Переключатель представляет собой диск с двумя выступами: соосный и жесткосвязанный с диском фиксации мальтийского креста.

Вращение часового колеса передается на суточное колесо, сообщающее вращение переключателю. Переключатель прилегает своей плоскостью к плоскости суточного колеса, при этом штифт, запрессованный в диск переключателя, входит в сектор,

лежащий между спицами суточного колеса. Таким образом, спица и штифты выполняют роль поводка для передачи вращательного движения от суточного колеса на переключатель. Колесо и переключатель расположены несоосно, поэтому при вращении суточного колеса с постоянной угловой скоростью скорость вращения переключателя изменяется в течение суток.

Взаимное расположение центров вращения суточного колеса и переключателя, поводкового штифта, переключающих выступов индикаторных элементов выбрано таким образом, чтобы переключение календаря происходило в период вращения переключателя с наибольшей угловой скоростью. Это позволяет сократить время переключения.

При вращении переключателя связанный с ним диск освобождает от фиксации мальтийский крест, а один из выступов переключателя осуществляет его поворот. В ходе поворота мальтийского креста его выступы освобождают фиксатор, который, в свою очередь, освобождает числовое кольцо. При этом второй выступ переключателя производит поворот числового кольца.

После поворота числового кольца на один шаг и мальтийского креста, а следовательно, и диска дней недели на $^1/_7$ оборота, числовое кольцо и мальтийский крест снова фиксируются. Далее цикл повторяется.

Применение в календаре кинематического способа фиксации индикаторных элементов позволяет существенно снизить нагрузочный момент, создаваемый механизмом календаря на часовом колесе.

Корректировка показаний чисел месяца производится без потери временной информации вращением вала ключа в фиксированном в осевом направлении положении. Конструкция календаря позволяет производить корректировку в любое время суток как в сторону увеличения, так и уменьшения дат.

Порядок разборки часов

Открыть крышку часов. Отвести пинцетом боковой токосъемник и вынуть элемент питания, снять прокладку. Элемент питания брать только за цилиндрическую часть корпуса.

Отвернуть два винта крепления механизма, снять пластины крепления механизма, а затем рамку.

Отвернуть четыре винта крепления блока кварцевого генератора, снять блок кварцевого генератора, вынуть прокладку. Блок кварцевого генератора брать только за плату, не касаясь навесных элементов.

Отвернуть винт экрана шагового двигателя, снять экран.

Установить головку перевода в первое фиксированное положение (головка прижата к корпусу), отвести переводной рычаг в крайнее положение, вынуть вал ключа.

Вынуть механизм из корпуса. Вставить ключ перевода, вернуть переводной рычаг в исходное положение.

Снять секундную, минутную и часовую стрелки.

Отвернуть два винта циферблата, снять циферблат, фольгу, часовое колесо ("Луч 2356").

Отвернуть два винта циферблата, снять циферблат, отвернуть три винта блока календаря, снять блок календаря, фольгу, часовое кольцо, суточное колесо ("Луч 2350", "Луч 2360").

Отвернуть три винта ангренажного моста, снять ангренажный мост.

Снять промежуточное, секундное, передаточное колеса, токосъемник, накладку и пластину стопорения. Отвернуть два винта крепления шагового двигателя, снять шаговый двигатель. Шаговый двигатель брать только за статор, не касаясь катушки.

Отвернуть винт крепления рычага муфты. Снять рычаг муфты, переводной рычаг, муфту, вал ключа.

Отвернуть два винта крепления минутного (вексельного) моста, снять мост.

Снять переводное, минутное и центральное колеса.

Разборка блока календаря. Снять замок, диск недельный (шайбу).

Отвернуть два винта, снять числовое кольцо. Отвернуть винт, снять ограничитель и фиксатор с роликом.

Снять пружину переключателя, переключатель и мальтийский крест с втулкой. Триб корректировки, колесо и звездочку корректировки не снимать.

Порядок сборки часов

Установить в подставку платину циферблатной стороной вверх.

Смазать центральную втулку, колоики под переводное и минутное колеса лопаточной маслодозировкой одной дозой масла РС-1. Смазать триб минутной стрелки в месте сопряжения с центральным колесом одной дозой масла МЧМ-5.

Установить центральное, минутное и переводное колеса, накрыть мостом минутного (вексального) колеса, привернуть винтами. Проверить глубину зацепления колес, осевые зазоры колес. Вращение колес в паре должно быть плавным, без заеданий и рывков.

Установить платину в подставку мостовой стороной вверх. Смазать вал ключа маслом МЦ-3.

Установить в платину муфту, вал перевода, переводной рычаг, рычаг муфты, привернуть винт рычага муфты.

Смазать маслом РС-1 рычаг муфты в месте сопряжения со штифтом переводного рычага, расточку и зубья муфты.

Установить пластину стопорения, накладку, токосъемник. Дать по одной дозе масла на буртик и торец секундного триба. Установить секундное, промежуточное и передаточное колеса, накрыть ангренажным мостом, привернуть мост винтами.

Проверить качество вращения колесной системы с помощью латунной иглы за промежуточное колесо. Скат должен быть плавный, без заеданий и рывков.

Проверить осевые зазоры колес. При необходимости произвести исправление камня в мосту передвижкой или подбором деталей.

Отвернуть винты, снять ангренажный мост, промежуточное и передаточное колеса, установить шаговый двигатель, привернуть винтами.

Проверить осевой зазор триба ротора шагового двигателя. При необходимости снять мост, перепрессовать камень.

Установить экран шагового двигателя, привернуть винтом.

Установить под подстроечный конденсатор прокладку, БКГ, привернуть винтами.

Дать по одной дозе масла МЧМ-5 во все камневые опоры механизма.

Сборка блока календаря. Проверить отсутствие заусенцев в расточках моста, осевые зазоры звездочки и колеса корректировки, плавность их вращения.

Установить числовое кольцо, привернуть два винта, проверить плавность вращения кольца.

Установить мальтийский крест, недельный диск, замок. Проверить плавность вращения мальтийского креста с недельным диском. При установке не допускается деформация недельного диска.

Установить переключатель, зафиксировать пружиной. Проверить вращение переключателя и взаимодействие с мальтийским крестом. Нельзя допускать тугое вращение переключателя и задевание за зубья мальтийского креста.

Взять фиксатор с роликом, проверить вращение ролика и осевой зазор. Установить фиксатор на штифт моста таким образом, чтобы ролик вошел между зубьями числового кольца.

Установить ограничитель, привернуть винтом.

Проверить срабатывание календаря, вращая иглой переклю-

чатель по часовой стрелке. При этом числовое кольцо и мальтийский крест должны переключаться. Совместить день недели с числом, для чего ослабить замок, повернуть диск дней до совмещения дня с числом. Закрепить замок.

Порядок установки блока календаря в механизм

Установить на триб минутной стрелки часовое колесо, фольгу. Смазать одной дозой масла МЧМ-5 отверстие в платине под штифт суточного колеса.

Установить суточное колесо в механизме так, чтобы одно из его окон было направлено в сторону часового колеса.

Развернуть переключатель таким образом, чтобы переключатель был направлен к зубу мальтийского креста.

Установить блок календаря в механизм, для чего сориентировать его трибом корректировки к муфте. Привернуть мост винтами.

Установить на механизм циферблат, привернуть винтами.

С помощью пуансонов напрессовать часовую, минутную и секундную стрелки. Согласовать показания часовой и минутной стрелок.

Для часов с календарем часовую стрелку напрессовать на двухчасовую отметку циферблата после окончания переключения числового кольца.

Проверить работу механизма перевода стрелок. Вал ключа должен иметь два или три (для моделей "Луч-2350", "Луч-2360") надежно фиксированных положения. Переключение вала ключа из одного положения в другое должно происходить без заеданий, самопроизвольное переключение не допускается.

В положении ключа "перевод стрелок" секундная стрелка должна стоять, в противном случае необходимо заменить пластину стопорения или подогнуть ее рабочую часть. Очистить корпус часов. Отвести переводной рычаг, установить механизм в корпус, вставить вал ключа, возвратить рычаг в исходное положение. Установить рамку корпуса, пластины крепления, привернуть двумя винтами.

Регулировку и испытание часов

Положить часы на индукционный датчик прибора П157 циферблатом вниз.

Плавным вращением ротора подстроечного конденсатора установить мгновенный ход в диапазоне ± 0,2 с/сут, закрыть крышку часов.

При отсутствии приборов П157 или П157М регулировку мгновенного хода можно производить с помощью частотомера Ч3-34, Ч3-54 или др. Необходимо подготовить частотомер для измерения периода следования импульсов.

Подключить щупы частотомера к корпусу часов (к плюсовому выводу элемента питания) и к одному из выходов БКГ.

Плавным вращением ротора подстроечного конденсатора установить показания частотомера в пределах 2.000000 ± 5 мкс, что соответствует мгновенному ходу в диапазоне ± 0,2 с/сут.

Установить стрелки часов на текущее время в соответствии с сигналом точного времени или по контрольным часам.

Испытать часы в течение 4 сут в положении "циферблатом вверх".

Сверить показания часов по сигналам точного времени. Средний суточный ход должен быть не более 1 с/сут.

Вращением вала ключа на себя проверить срабатывание недельного диска и числового кольца.

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл. 7.

Таблица 7

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод устранения дефекта
1. Отсутствует движение секундной стрелки, часы периодически останавливаются	Разряд элемента питания	Заменить бракованный элемент питания
	Окисление контактных поверхностей элемента питания и токосъемника	Промыть спиртом и протереть насухо или заменить токосъемник и элемент питания
	Зацеп стрелок	Отформовать стрелки, исключив зацеп
	Отказ БКГ	Убедиться, что на выходе БКГ отсутствуют прямоугольные разнополярные импульсы. Заменить БКГ
	Отказ ШД	Проверить тестером сопротивление обмотки ШД. При обрыве или наличии КЗ заменить ШД.
	Пластина стопорения заклинила колесную	Заменить пластину стопорения

Продолжение табл. 7

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод устранения дефекта
	систему в исходном положении вала ключа (из-за деформации пластины стопорения нет зазора между пластиной и трибом в исходном положении вала ключа)	
	Загрязнение механизма	Визуально убедиться в наличии загрязнения. Разобрать и промыть механизм
	Наличие инородного тела в механизме	Разобрать и промыть механизм
2. Отсутствие коррекции времени	Не вращается ролик фиксатора	Заменить фиксатор
3. Отсутствует смена дней недели и чисел месяца	Слабое крепление диска дней недели на втулке мальтийского креста	Заменить замок
	Не закреплен переключатель на оси (выпала пружина)	Установить пружину
	Коробление диска дней недели, большое торцевое биение диска дней недели	Заменить числовое кольцо
	Затирание числового кольца	Заменить числовое кольцо
	Отсутствует свободное перемещение фиксатора	Заменить фиксатор
4. Отсутствует перевод стрелок	Полом рычага муфты	Заменить рычаг муфты
5. Выпадает ключ перевода	Сломан переводной рычаг	Заменить переводной рычаг
6. Треск при переводе стрелок	Полом зубьев минутного колеса	Заменить минутное колесо
7. Слабая фиксация переводного ключа	Слабый рычаг муфты	Заменить рычаг муфты
8. Нет точности хода	Отклонение точности хода кварцевого генератора от номинальной	Отрегулировать точность хода подстроечным конденсатором

Возможная неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод устранения дефекта
	Отказ кварцевого резонатора	Если при настройке частота в режим не входит – заменить кварцевый резонатор
	Отказ КТ4-24-5/25	При настройке частота изменяется скачкообразно или не изменяется – заменить КТ4-24
9. Быстрый разряд элемента питания	Загрязнение механизма	Промыть механизм
	Короткое замыкание обмоток ШД	Проверить тестером ШД на КЗ. Заменить ШД
	Отказ БКГ	Заменить БКГ

§ 52. УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ НАРУЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

Все электронные элементы часов входят в состав электронного блока, который является основным узлом часов и может функционировать автономно. В состав электронного блока входит плата в сборе, индикатор, элемент питания, обойма или стакан, контакты из токопроводящей резины, другие конструктивные элементы (отражатель, световод, пружины и т.д.). Может также входить электродинамический или пьезоэлектрический звонок.

Плата представляет собой сборочный узел. Она состоит из собственно печатной платы, на которой выполнен весь монтаж элементов электрической схемы: БИС, кварцевый резонатор, подстроечный конденсатор, конденсатор постоянной емкости, входящий в генератор, конденсатор преобразователя напряжения, лампочка, транзистор-усилитель сигнала для телефона, контакты коррекции.

Основной несущей конструкцией электронного блока является обойма, где размещается плата, индикатор и другие элементы схемы.

Контакты из токопроводящей резины служат для передачи электрического сигнала от платы к индикатору.

Система питания часов состоит из одного или двух последовательно включенных элементов, обеспечивающих номинальное напряжение.

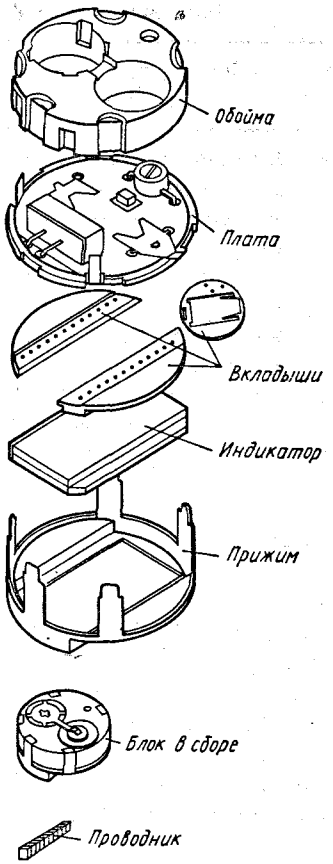


Рис. 63. Устройство наручных часов "Электроника5-Б6-203"

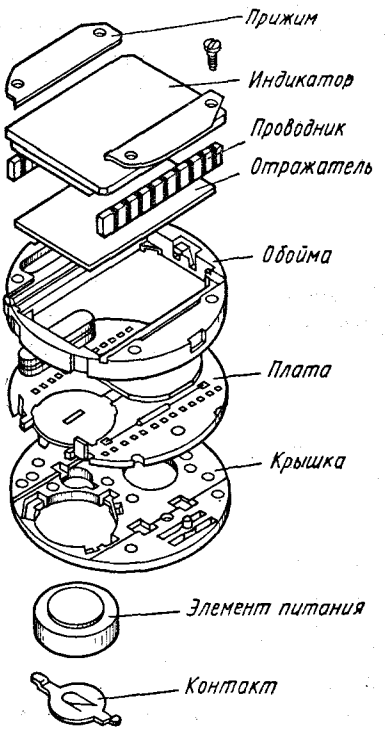


Рис. 64. Устройство наручных часов "Электроника 5-207"

Индикатор преобразует электрические сигналы, поступающие с платы в видимое изображение.

На рис. 63 и 64 показано устройство часов "Электроника 5-Б6-203" и "Электроника 5-207".

Во всех моделях наручных электронных часов применяется кварцевый резонатор на номинальную частоту 32 768 Гц. Работа задающего генератора обеспечивается при помощи активных элементов, входящих в состав БИС, а стабилизация частоты осуществляется с помощью кварцевого резонатора и навесных элементов генератора. Сигнал генератора с частотой 32 768 Гц

поступает на вход пятнадцатиразрядного делителя частоты. С выхода делителя снимаются импульсы частотой 1 Гц. Построение функциональных схем отдельных моделей существенно отличается друг от друга.

Так в часах "Электроника 5-202" сигнал с частотой 1 Гц подается на последовательно соединенные счетчики секунд, минут и часов. После дешифрации эта информация выводится на индикатор. Для нормальной работы индикатора с выхода девятого разряда делителя частоты снимается сигнал частотой 32 Гц.

Часы "Электроника 5-206" собраны по более сложной схеме. Здесь частота 1 Гц подается одновременно на блок синхронизации, который вырабатывает тактовые и синхронизирующие импульсы, и на блок обработки временной информации. В блоке обработки временной информации осуществляются счет и хранение всей информации часов. Вывод этой информации на индикатор производится с помощью блока вывода информации, включающего дешифратор. Управление часами осуществляется при помощи блока управления, связанного с кнопкой вызова и кнопкой коррекции. Наличие в часах только одного элемента вызвало необходимость установки в них преобразователя напряжения, так как для питания индикатора требуется напряжение 3 В.

В часах "Электроника 5-209", кроме уже указанных узлов и блоков, применено арифметическое устройство, производящее обработку данных о текущем времени, времени включения звукового сигнала, смене режимов работы часов. Регистровое оперативное запоминающее устройство, входящее в состав БИС часов, служит для хранения информации о времени включения звукового сигнала.

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл. 8.

§ 53. УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КАРМАННЫХ ЧАСОВ

Устройство и ремонт автомобильных часов рассмотрим на примере часов "Электроника Б1-22" (рис. 65).

Часы питаются от источника постоянного тока с номинальным напряжением 12 В. В качестве индикатора применяется люминесцентный индикатор типа ИВЛ2-7/5.

Кварцевый генератор вырабатывает импульсы частотой 32 768 Гц, которые поступают на делитель частоты, входящий в состав БИС. Делитель частоты имеет коэффициент деления

Таблица 8

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
1. Нет информации на ЖКИ	Вышли из строя ЭП	Извлечь ЭП из блока, замерить тестером падение напряжения на элементе питания при нагрузке 100 Ом. Если падение напряжения меньше 1,3 В, значит элемент неисправен	Заменить неисправный элемент
	Брак ЖКИ или токопроводящей резины	Убедиться в наличии сигнала 32 Гц на контактной площадке "общего" вывода ЖКИ. Проверить ЖКИ на наличие сколов и трещин	Заменить неисправные ЖКИ или токопроводящую резину
	Брак резонатора	Подключить параллельно бракованному резонатору годный и убедится, что работоспособность часов восстановилась	Заменить резонатор
	Брак микросхемы	Убедиться в отсутствии сигнала 32 Гц на контрольной точке платы	Заменить плату
	Окисление или загрязнение ЭП или контактов платы	Визуально убедиться наличии окисления или загрязнения	Промыть ЭП и контакты спиртом и протереть салфеткой
2. Не высвечиваются отдельные сегменты	Отсутствует контакт в соединении ЖКИ с платой	Убедиться в наличии загрязнений или окислов на контактных площадках платы и индикатора	Промыть контакты спиртом
	Брак ЖКИ	Убедиться, что сигнал частотой 32 Гц на индикатор с платы поступает	Заменить индикатор
	Брак микросхемы	Убедиться в отсутствии сигнала частоты 32 Гц на контактной площадке платы	Заменить плату

Продолжение табл. 8

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
3. Темные пятна на ЖКИ	Брак ЖКИ	Визуально убедиться в разгерметизации ЖКИ или в отслоении поляроидной пленки	Заменить ЖКИ
4. Нет коррекции	Отсутствует контакт между "+" ЭП и корпусом	Убедиться в поломке или деформации контакта	Заменить или отформовать контакт
	Загрязнены или окислены контакты или кнопки коррекции	Визуально убедиться в наличии на контактах грязи или окислов	Промыть спиртом контакты и кнопки коррекции
	Деформированы контакты коррекции	Визуально убедиться, что соответствующие контакты коррекции постоянно замкнуты с кнопками коррекции или же кнопки коррекции не доходят до контактов	Отформовать контакты
5. Не горит лампочка подсветки	Брак лампочки	С помощью тестера убедиться в неисправности лампочки	Заменить лампочку
	Отсутствует контакт между кнопкой и контактом подсветки	Визуально убедиться в наличии окислов и загрязнений между кнопкой и контактом коррекции	Промыть контакт спиртом
6. Нет звукового сигнала	Отсутствует электрический контакт телефона с платой	Визуально убедиться в отсутствии контакта или его деформации	Отформовать или заменить контакт
	Неисправна катушка возбуждения	С помощью тестера замерить сопротивление катушки, которое должно быть не менее 70 Ом для электродинамического телефона и 135 ± 5 Ом для пьезоэлектрического телефона	Заменить катушку
	Брак транзистора	Убедиться, что при наличии сигнала на базе транзистора на коллекторе он отсутствует	Заменить транзистор

Продолжение табл. 8

	Брак микросхемы	В режиме звукового сигнала убедиться в отсутствии сигнала на базе транзистора	Заменить плату
7. Беспорядочное высвечивание сегментов	Брак микросхемы	Анализ не требуется	Заменить микросхему
8. Неточность хода	Брак резонатора	С помощью частотомера убедиться, что при настройке частота изменяется, но в режим не входит	Заменить резонатор
	Брак подстроечного конденсатора	Убедиться, что при настройке частота не изменяется или изменяется скачкообразно	Заменить подстроечный конденсатор
9. Ток потребления выше нормы	Окисление токоведущих дорожек на плате	Визуально убедиться в наличии окислов на токоведущих дорожках платы, наличии замыкаий между дорожками	Промыть плату спиртом и протереть салфеткой
	Брак ЖКИ	Измерить ток потребления блока, а затем платы. Определить ток потребления индикатора	Заменить индикатор
	Брак микросхемы	Демонтировать электронный блок. Измерить ток потребления платы. Проверить исправность конденсатора преобразователя	Заменить плату

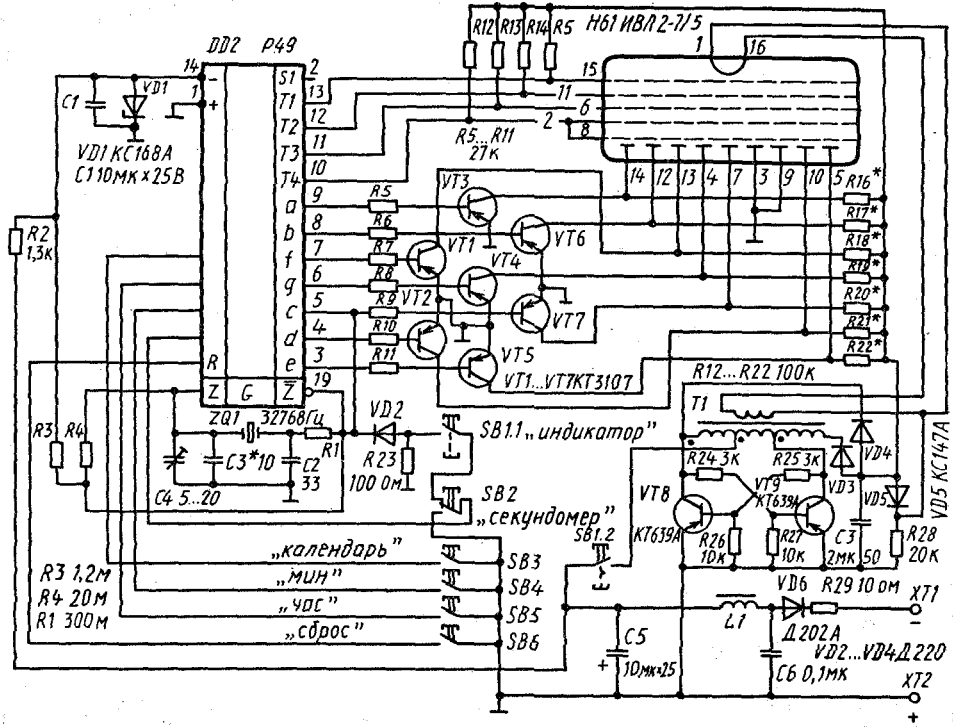


Рис. 65. Принципиальная схема автомобильных часов "Электроника Б1-22"

2^{15} и делит частоту входного сигнала до 1 Гц, которая поступает на счетчики секунд, минут и часов, соединенных последовательно. К выходу счетчиков часов подключены счетчики дней недели и чисел месяца.

Импульсы частотой 256 и 512 Гц с делителя частоты поступают на схему управления и коммутатор, который с этой частотой подключает счетчики разрядов к дешифратору и таким образом обеспечивает мультиплексный режим управления индикатором. Дешифратор преобразует двоичный код счетчиков в семисегментный код индикатора. Сегменты индикатора подключаются к микросхеме через узел согласования, выполненный на транзисторах *VT1 – VT7* типа КТ3107. Управление разрядами осуществляется непосредственно микросхемой Р-49. Напряжение питания микросхемы стабилизировано стабилитроном *VD1* типа КС168А. Напряжение накала 2,3 В и напряжение управляющих сеток и анодов сегментов 26 В получается с помощью преобразователя напряжения, выполненного на транзисторах КТ639А и ферритовом трансформаторе.

Выпрямленное с помощью диодов *VD3, VD4* типа Д220 напряжение 26 В подается на сетки и аноды-сегменты через стабилитрон *VD5* типа КС147А для создания запирающего напряжения на невключенных разрядах и сегментах, которое подается через резисторы *R12 – R22*.

Блок управления выполнен на переключателях типа П2К, которые подключают соответствующие выводы микросхемы к нулевому потенциалу для выполнения поданной команды.

На выходе микросхемы отсутствует информация, если какая-либо функция не включена. Это необходимо для того, чтобы во время длительной стоянки автомобиля снизить потребляемый ток от источика питания. Для включения индикации текущего времени необходимо нажать кнопку "ИНДИКАЦИЯ", которая подает напряжение на преобразователь и подключает вывод *18* микросхемы Р-49 через резистор *R23* к нулевому потенциалу. На выходах микросхемы появляется информация и на индикаторе отображается текущее время. Особенностью работы микросхемы Р-49 является то, что через 1 с после подачи команды на вывод *18* показания часов и минут изменяются на показания текущих секунд. Для получения непрерывной индикации часов и минут на резистор *R23* подается потенциал сегмента через диод *VD2* с целью компенсации нулевого потенциала. Для получения индикации текущих секунд вывод *18* микросхемы подключается непосредственно к нулевому потенциалу.

Часы подключаются к источнику через фильтр, элементы

Таблица 9

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
1. Индикация не включается	Оборвана цепь: контакт, резистор или переключатель	Убедиться в отсутствии напряжения после контакта, резистора, дросселя или переключателя, которое должно быть 12 В	Заменить неисправную деталь
	Вышел из строя трансформатор	При помощи осциллографа убедиться в отсутствии напряжения на выводах трансформатора преобразователя напряжения	Заменить трансформатор
	Неисправны транзисторы преобразователя напряжения	Убедиться в том, что напряжение на коллекторах транзисторов больше 18 В или напряжение на базах находится за пределами 0,5 – 0,8 В	Заменить неисправные транзисторы
2. Непроизвольно включаются отдельные разряды	Не работает задающий генератор. Брак кварцевого резонатора	При помощи осциллографа убедиться в том, что напряжения на входе *19* и выходе *20* микросхемы равны соответственно 0,3 – 0,6 В и 2 – 5 В	Заменить кварцевый резонатор
	Вышла из строя БИС	Подключить заведомо исправный кварцевый резонатор параллельно стоящему в схеме. Если генератор не заработал, то неисправна микросхема	Заменить БИС
3. Не светятся отдельные сегменты	Неисправны транзисторы	Отсутствие импульсов на коллекторе транзистора при наличии их на базе указывает на неисправность транзистора	Заменить неисправный транзистор
	Вышла из строя БИС	Убедиться в отсутствии импульсов на выводах *3, 4, 5, 6, 7, 8* или *9*	Заменить БИС

Продолжение табл. 9

4. Постоянно горят отдельные сегменты	Неисправны транзисторы	Убедиться в отсутствии импульсного напряжения 24 – 27 В на коллекторе транзистора при наличии на базе напряжения 06 – 08 В	Заменить неисправный транзистор
	Неисправна микросхема	При помощи осциллографа убедиться в наличии на выводах *3 – 9* микросхемы постоянного напряжения 0,6 – 0,8 В	Заменить микросхему
5. Подсвечиваются невключенные разряды	Снижено пробивное напряжение выхода разряда микросхемы Р-49	При помощи осциллографа убедиться в том, что амплитуда напряжения на выходе разряда в закрытом состоянии меньше напряжения на катоде стабилитрона *VD5*	Снижая величину резисторов *R12 – – R14* или *R15* до 10 кОм, добиться устранения подсветки невключенного разряда

которого предназначены для ограничения тока в цепи при выходе из строя преобразователя напряжения (*R29*), защиты от включения напряжения обратной полярности, защиты схемы часов от выбросов напряжения регулятора напряжения автомобиля.

Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл. 9.

§ 54. КАРМАННЫЕ ЧАСЫ "ЭЛЕКТРОНИКА 2-11"

В качестве основного управляющего устройства часов использована микросхема в 62-выводном пластмассовом корпусе с планарными выводами.

Питание микросхемы осуществляется напряжением 1,45 В, ток потребления менее 2 мкА. Поскольку питание индикатора осуществляется напряжением 3 В, в микросхеме имеется узел удвоения напряжения.

На рис. 66 показана электрическая схема данной модели часов.

В качестве задающего генератора часов служит генератор с кварцевой стабилизацией частоты. Частота задающего генератора 32 768 Гц, частота счетных импульсов 1 Гц. Выбор указанной частоты определяется возможностью получения высокой точности хода часов при минимально возможном потреблении мощности и минимально возможных габаритных размерах кварцевого резонатора. Имеющийся в составе микросхемы делитель частоты имеет коэффициент пересчета 2^{15} и делит частоту кварцевого генератора: до 1 Гц – для подачи на регистры текущего времени, до 32 Гц – для управления индикатором, до 4096 и 8 Гц – для формирования звукового сигнала.

Частота 4096 Гц определяет основную тональность звукового сигнала, а частота 8 Гц – прерывистость звукового сигнала. Счетчики секунд, минут и часов в регистре текущего времени имеют заданные коэффициенты пересчета 60 и 24.

Регистр программируемой звуковой сигнализации осуществляет счет импульсов и хранение ранее записанной информации. Сравнение информации, поступающей с регистра программируемой звуковой сигнализации (ПЗС) и регистра текущего времени, осуществляет компаратор, входящий в состав микросхемы.

При совпадении информации в этих регистрах компаратор вырабатывает сигнал включения звуковой сигнализации. Переключение часов из основного режима работы в режим ПЗС (установка и индикация времени включения звукового сигнала) и обратно осуществляется кнопкой "РЕЖИМ".

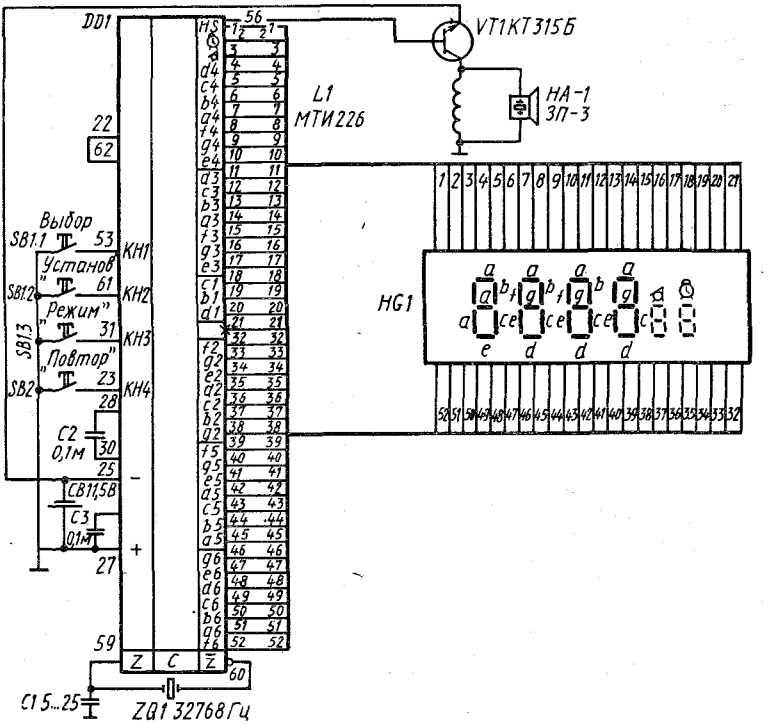


Рис. 66. Принципиальная схема карманных часов "Электроника 2-11"

Устройство формирования звукового сигнала обеспечивает смещение импульсов частотой 4096 и 8 Гц. При совпадении текущего времени и времени, записанного в регистре ПЗС, в течение 1 мин формируется прерывистый сигнал, включающий керамический звонок.

Устройство формирования повторных включений обеспечивает повторное включение звукового сигнала до трех раз после включения ПЗС с интервалом 5 мин.

В начале каждого часа устройство выбора времени дает разрешение на формирование одиночного звукового импульса. Длительность импульса – 125 мс, частота тона 4096 Гц.

В качестве информационного табло применен жидкокристаллический индикатор ИЖЦ 3-6/7 (в последних выпусках ИЖЦ 15-8/7), который питается импульсами частотой 32 Гц.

На общий вывод индикатора подаются тактовые импульсы,

Таблица 10

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
1. Нет информации на ЖКИ	Брак ЭП	Извлечь элемент питания из корпуса часов и замерить на нем напряжение на нагрузке 100 Ом	Заменить ЭП
	Окисление контактов *питания электронного* блока	Убедиться визуально в наличии окислов на контактах	Промыть спиртом контакты
	Нарушен контакт в местах пайки контактов питания, элементов монтажа на плате, нет контакта на выходах *25* или *27* микросхемы	Извлечь электронный блок из корпуса часов. Осмотреть визуально состояние токоведущих дорожек платы, места пайки, монтажа платы	Восстановить нарушенные контакты, пропаять переходные отверстия
	Нарушен контакт в месте пайки резонатора, выводов *59* или *60* микросхемы, оборваны выводы резонатора, неисправен конденсатор *C1*	Подать напряжение на электронный блок и убедиться в отсутствии сигнала 32 Гц на выводе *1* (*21*) микросхемы. Проверить наличие сигнала 32 768 Гц на выходе кварцевого генератора. При отсутствии сигнала проверить исправность конденсатора *C1*	Пропаять выводы резистора и микросхемы. Заменить или пропаять конденсатор *C1*
	Не работает преобразователь напряжения (нет контакта выводов *28, 30* микросхемы), неисправен конденсатор *C2*	Визуально осмотреть состояние пайки выводов *28, 30* микросхемы. С помощью осциллографа убедиться в наличии прямоугольных импульсов – 1,5 В на одной обкладке конденсатора и отсутствии пульсирующего напряжения – 1,5 – 3,3 В на другой обкладке	Заменить конденсатор *C2*
	Вышел из строя ЖКИ	Убедиться в наличии сигнала 32 Гц на выводе *1* (*21*) микросхемы. Проверить контактирование ЖКИ с микросхемой	Заменить ЖКИ
	Вышла из строя микросхема	Проверить функционирование электронного блока. Ток потребления должен быть не более 15 мкА	Заменить микросхему

Продолжение табл. 10

2. Не высвечиваются отдельные сегменты ЖКИ	Отсутствует контакт в соединении ЖКИ с микросхемой	Визуально осмотреть токопроводящие резинки	Промыть спиртом, а при наличии деформации заменить
	Брак ЖКИ по токоведущим дорожкам (окисление, разрыв, царапины)	Визуально убедиться в наличии царапин, разрывов, сколов ЖКИ	Заменить ЖКИ
	Брак микросхемы	Осциллографом проверить выходы микросхемы на соответствующие сегменты ЖКИ. Убедиться, что амплитуда импульсного сигнала на одном или нескольких выводах микросхемы меньше 2,8 В или импульсы на выводах микросхемы совпадают по фазе с сигналами общего электрода (выводы *1, 21*)	Заменить микросхему
3. Нет звукового сигнала	Отсутствует электрический контакт звонка ЗП-3 с платой	Визуально проверить распайку звонка, целостность токоведущих дорожек	Устранить дефект
	Неисправен импульсный трансформатор	Проверить обмотки импульсного трансформатора на обрыв	Заменить импульсный трансформатор
	Неисправен транзистор схемы включения звонка	В режиме ПЗС проверить осциллографом наличие на коллекторе транзистора отрицательных прямоугольных импульсов	Заменить транзистор КТ315Б
	Вышла из строя микросхема	С помощью осциллографа убедиться в том, что на базе транзистора отсутствует прямоугольный сигнал в режиме ПЗС	Заменить микросхему
4. Нарушена точность хода	Брак кварцевого резонатора	Убедиться, что при настройке частоты показания изменяются, но в режим не входят	Заменить резонатор
	Брак подстроечного конденсатора	Убедиться, что при настройке частота не изменяется или изменяется скачкообразно	Заменить подстроечный конденсатор
5. Нет коррекции, не работают кнопки	Отсутствует контакт между общей шиной и управляющими входами микросхемы из-за окисления контакных площадок на плате	Визуально определить наличие окисной пленки или загрязнения на контактных площадках платы или диафрагмы	Промыть спиртом контактные площадки на плате. Контактирующие поверхности диафрагмы зачистить лезвием

не изменяющиеся по фазе во времени. На сегменты индикатора подаются аналогичные по форме, амплитуде и длительности импульсы, которые совпадают или сдвинуты на 180° относительно тактовых импульсов.

В устройстве звуковой сигнализации используется транзистор КТ315 и трансформатор МТИ-226 (в новых моделях дроссель *D1*), служащий для получения повышенного напряжения, необходимого для нормальной работы пьезокерамического звонка ЗП-3, который является источником звука.

Возможные неисправности и способы их устранения представлены в табл. 10.

§ 55. УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ НАСТОЛЬНЫХ ЧАСОВ

Все выпускаемые электронные настольные часы условно можно разделить на три группы:

часы на дискретных элементах с обычным способом управления индикатором;

часы на дискретных элементах с мультиплексным управлением индикатором;

часы на одной БИС с мультиплексным управлением индикатором.

Часы третьей группы обычно состоят из БИС, индикатора, типового блока питания, устройства звуковой сигнализации, кнопок коррекции и небольшого числа резисторов и конденсаторов, обеспечивающих необходимые режимы работы микросхемы. Дефектация и ремонт данных часов обычно не вызывает трудностей из-за небольшого числа узлов и деталей.

Более сложными в определении неисправностей являются часы первой и второй групп, состоящие из значительно большего количества элементов, выход из строя любого из которых приводит к отказу часов. Поэтому мы подробно рассмотрим устройство и неисправности двух типов часов, относящихся соответственно к первой и второй группам.

"Электроника Б6-403"

Принципиальная схема часов (рис. 67) состоит из кварцевого резонатора, работающего на частоте 32 768 Гц, усилителя инвертора, расположенного в микросхеме *DD4* (К176ИЕ12), резисторов *R1* и *R2*, конденсаторов *C2, C3, C4*. Настройка генератора на номинальную частоту производится подстроечным конденсатором *C4*. Импульсы частоты 32 768 Гц поступают на вход делителя частоты, входящего в состав микросхемы

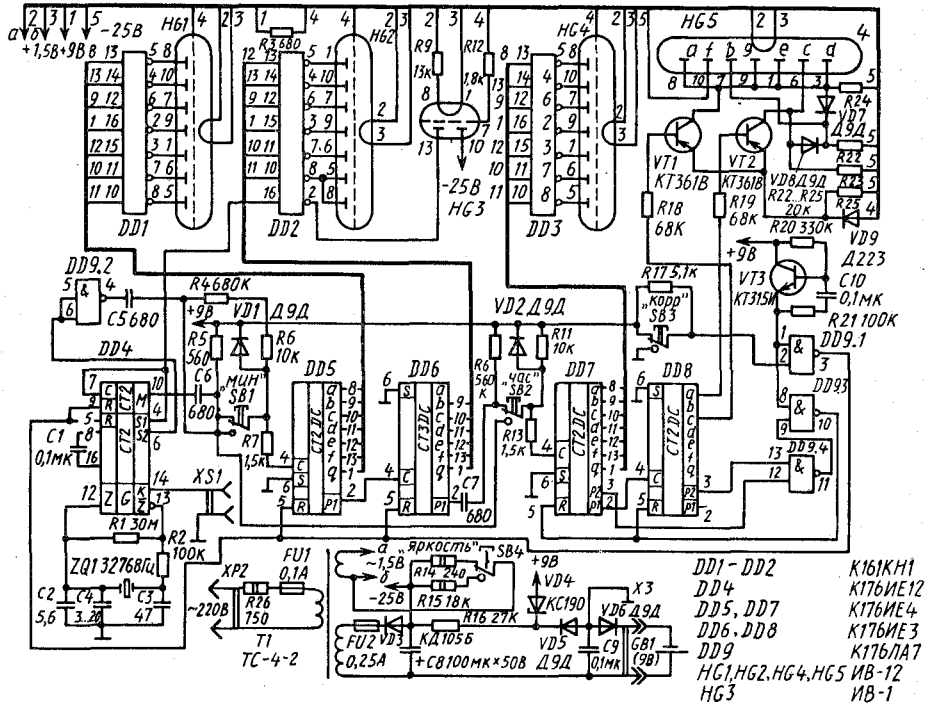


Рис. 67. Принципиальная схема настольных часов "Электроника Б6-403"

DD4. На выходе *4* этой микросхемы появляются прямоугольные импульсы частотой 1 Гц, которые через согласующий ключ, расположенный в микросхеме *DD2*, подаются на анод индикатора *HG3* и вызывают мигание разделительных точек, символизирующих ход часов. Одновременно эти секундные импульсы подаются на вход счетчика с коэффициентом пересчета 60, который также находится в составе микросхемы *DD4*. С выхода этого счетчика минутные импульсы, сформированные дифференциальной цепью по заднему фронту, поступают на вход двоичного счетчика с коэффициентом пересчета 10 и дешифратором в семисегментный код, который выполнен на микросхеме *DD5* (К176ИЕ4). Исходное состояние этой и других микросхем в часах устанавливается путем подачи сигнала "ЛОГ1" на вход *R*.

Семисегментный код для управления индикатором формируется на выводах *1, 8, 9, 10, 11, 12, 13* микросхемы *DD5*, а на выводе *5* появляется выходной сигнал, имеющий частоту, в десять раз меньшую частоты входного сигнала. С этого выхода сигнал поступает на вход двоичного счетчика с дешифратором, имеющим коэффициент пересчета 6, реализованный на микросхеме *DD6* (К176ИЕ3). На выходах *1, 9, 10, 11, 12, 13* формируются сигналы для управления индикатором разряда десятков минут. Поскольку индикатор отображает цифры только от 0 до 5, аноды-сегменты *a* и *g* соединены вместе. Это позволило высвободить в микросхеме *DD2* (К161КН1) один ключ для управления разделительными точками индикатора *HG3* (ИВ-1).

С выхода *2* микросхемы *DD6* импульсы с периодом следования 1 ч через дифференциальную цепь и контакты переключателя поступают на вход микросхемы *DD7* (К176ИЕ4), которая осуществляет счет часовых импульсов, сформированных дифференциальной цепью по заднему фронту. На выходе 2 этой микросхемы происходит выделение каждого десятого импульса, поступающего на вход *C(4)*, а на выходах *1,8 – 13* формируются сигналы семисегментного кода для управления сегментами индикатора разряда единиц часов *HG4*. После каждого четвертого импульса, поступающего на вход микросхемы *DD7*, на ее выходе формируется сигнал, который используется для выработки команды "СБРОС" в разрядах единиц и десятков часов.

Микросхема *DD8* (К176ИЕ3) осуществляет счет и дешифрацию импульсов десятков часов. На выходах *8* и *10* формируются сигналы управления индикатором десятков часов. Поскольку индикатор отображает только цифры 1 и 2, то аноды

a, d, e и *g* соединены и подключены к коллектору транзистора *VT1* (КТ361В), анод *f*, как не участвующий в формировании цифр 1 и 2, подключен к отрицательному выводу блока питания, а анод *b*, участвующий в формировании обеих цифр, подключен через развязывающие диоды *DD7, DD8* одновременно к коллекторам транзистора *VT1* и транзистора *VT2*, управляющего работой анода *c*. Так при открытом транзисторе *VT2* и закрытом *VT1* положительный потенциал через диод *VD9* поступает на анод *c* и через диод *VD8* на анод *b* – на индикаторе горит цифра 1. При закрытом транзисторе *VT2* и открытом *VT1* положительный потенциал подается на аноды *a, d, e* и *g* и одновременно через диод *VD7* на анод *b* – на индикаторе высвечивается цифра 2.

Согласование анодов остальных индикаторов с выходами дешифраторов микросхем *DD5, DD6, DD7* осуществляется с помощью микросхем *DD1, DD2, DD3* (К161КН1), каждая из которых состоит из семи дискретных ключей. В ранее выпускаемых моделях часов ключи собирались на дискретных элементах – транзисторах и резисторах. На выходе *3* микросхемы *DD8* после каждого второго входного импульса формируется сигнал для выработки команды "СБРОС" в разрядах "ЧАСЫ". В момент одновременного прихода сигнала "ЛОГ. 1" на входы логического элемента *DD9.4* (К176ЛА7) на его выходе *11* формируется сигнал "ЛОГ.0", который, проходя через элемент *DD9.3*, инвертируется и осуществляет сброс счетчиков микросхем *DD7* и *DD8*, при этом на индикаторе высвечивается 00 ч.

Узел управления часами состоит из четырех переключателей *SB1 – SB4*, предназначенных для ввода информации в разряды минут и часов, для осуществления коррекции изменения яркости свечения индикаторов. Ввод информации в разряды минут осуществляется кнопкой *SB1*. При этом импульсы с периодом следования 0,5 с выхода *6* микросхемы *DD4* через инвертор *DD9.2* и конденсатор *C5* поступают на вход микросхемы *DD5* и вызывают ускоренное последовательное изменение информации в разрядах минут. При достижении необходимого значения в этих разрядах кнопку отпускают. Точно так же происходит установка времени в разрядах часов с помощью кнопки *SB2*. Коррекция часов, т. е. обнуление счетчиков разрядов минут, а также обнуление счетчиков делителя частоты и счетчика секундных импульсов, входящих в состав микросхемы *DD4*, производится с помощью кнопки *SB3*, после нажатия которой на входе *2* логического элемента появляется сигнал "ЛОГ. 0", а на его выходе – сигнал "ЛОГ. 1", вызывающий обнуление указанных счетчиков.

Таблица 11

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
1. При включении часов индикаторы не светятся	Оборван сетевой провод, неисправен предохранитель	Проверить сетевой провод и предохранитель с помощью тестера	Заменить неисправный провод или предохранитель
	Неисправен трансформатор, обрыв одной из обмоток	Проверить тестером исправность трансформатора	Заменить неисправный трансформатор
	Отсутствует анодное напряжение индикаторов	Проверить детали выпрямителя и фильтра напряжения 25 В	Заменить неисправный элемент
2. Сегмент одного из индикаторов не горит	Отсутствует контакт вывода сегмента с лепестком ламповой панели	Проверить наличие окислов на выводе индикатора	Зачистить вывод индикатора, при необходимости заменить ламповую панель
	Неисправен соответствующий ключ в микросхеме К161КН1	Проверить осциллографом наличие сигнала на входе ключа, затем на выходе. Если на входе сигнал есть, а на выходе нет – микросхема неисправна	Заменить микросхему
	Неисправен один из транзисторов *VT1, VT2*	Проверить исправность транзисторов тестером	Заменить неисправный транзистор
	Неисправна одна из микросхем *DD5, DD6, DD7*	При помощи осциллографа убедиться в отсутствии сигнала на соответствующем выходе одной из микросхем	Заменить микросхему
	Неисправен индикатор	Проверить индикатор заменой новым	Заменить индикатор
3. Не происходит обнуление всех разрядов часов при включении в сеть или в момент 24 ч	Неисправны транзистор *VT3*, конденсатор *C10*, резисторы *R20, R21*	Убедиться, что на эмиттере транзистора *VT3* уровень "ЛОГ. 1" присутствует сразу после включения часов в сеть	Заменить неисправный элемент

Продолжение табл. 11

	Неисправна одна из микросхем *DD7, DD8*	Убедиться в отсутствии сигнала на выходе *3* микросхемы *DD7* при подаче на ее вход четных импульсов или в отсутствии сигнала на выходе микросхемы *DD8* при подаче на ее вход двух импульсов	Заменить микросхему
	Неисправен логический элемент	Если на выходах *12, 13* элемента *DD9. 4* сигналы совпадения "ЛОГ. 1" есть, но при этом нет сигнала "ЛОГ. 0" на выходе *11*, то элемент неисправен	Заменить микросхему *DD9*
4. Неточность хода	Неисправен резонатор РК 101	При настройке частота изменяется, но в режим не входит	Заменить резонатор
	Неисправен подстроечный конденсатор	При настройке частоты показания не изменяются или изменяются скачкообразно	Заменить подстроечный конденсатор
	Неисправны резисторы *R1, R2* или конденсаторы *C2, C3*	Проверить тестером резисторы и конденсаторы	Заменить неисправный элемент

Кнопкой *SB4* можно производить включение в цепь катодов резисторов разных номиналов и тем самым регулировать яркость свечения индикаторов. Для обнуления информации при включении часов в электросеть собрана специальная схема, состоящая из транзистора *VT3*, резисторов *R20, R21* и конденсатора *C10*. С момента включения часов в сеть конденсатор *C10* через резистор *R20* начинает заряжаться. До момента зарядки на эмиттере транзистора *VT3* присутствовал низкий уровень напряжения ("ЛОГ. 0"). Этот уровень подается одновременно на входы элементов *DD9. 1, DD9. 3*. На выходах этих элементов присутствовал уровень "ЛОГ. 1", который обнулял все счетчики часов. По мере заряда конденсатора до напряжения 6,5 – 8 В, т. е. до уровня "ЛОГ. 1", на выходах элементов *DD9. 4, DD9. 3* устанавливается уровень "ЛОГ. 0", разрешающий работу всех микросхем часов. На индикаторе отображаются 00 ч 00 мин.

Напряжения для работы схемы часов поступают с блока питания, выполненного по однополупериодной схеме выпрямления, со стабилизацией напряжения. Диоды *VD5* и *VD6* служат для развязки при подключении резервного питания.

Возможные неисправности и их устранение представлены в табл. 11.

"Электроника 6-15"

Принципиальная схема часов показана на рис. 68. Кварцевый генератор часов состоит из кварцевого резонатора, работающего на частоте 32 768 Гц, усилителя инвертора, входящего в состав микросхемы *DD1* (К176ИЕ12), конденсаторов *C1, C2, C3* и резисторов *R1* и *R2*. Настройка генератора на номинальную частоту производится перестроечным конденсатором *C3*. Дискретные элементы служат для обеспечения режима работы генератора.

Кроме инверторов в состав микросхемы *DD1* входит делитель частоты с коэффициентом деления 2^{15} и счетчик по модулю 60. Счетчик имеет самостоятельный счетный вход, который соединяется с выходом делителя частоты, в результате чего на выходе счетчика (вывод *10*) присутствуют импульсы с периодом следования 1 мин. Счетчик и делитель имеют отдельные управляющие входы. При подаче на эти входы уровня "ЛОГ. 1" на всех выходах микросхемы установятся логические уровни, соответствующие исходному состоянию всех счетчиков и делителей частоты. На выводе *14* микросхемы *DD1* присутствует усиленное по мощности импульсное напря-

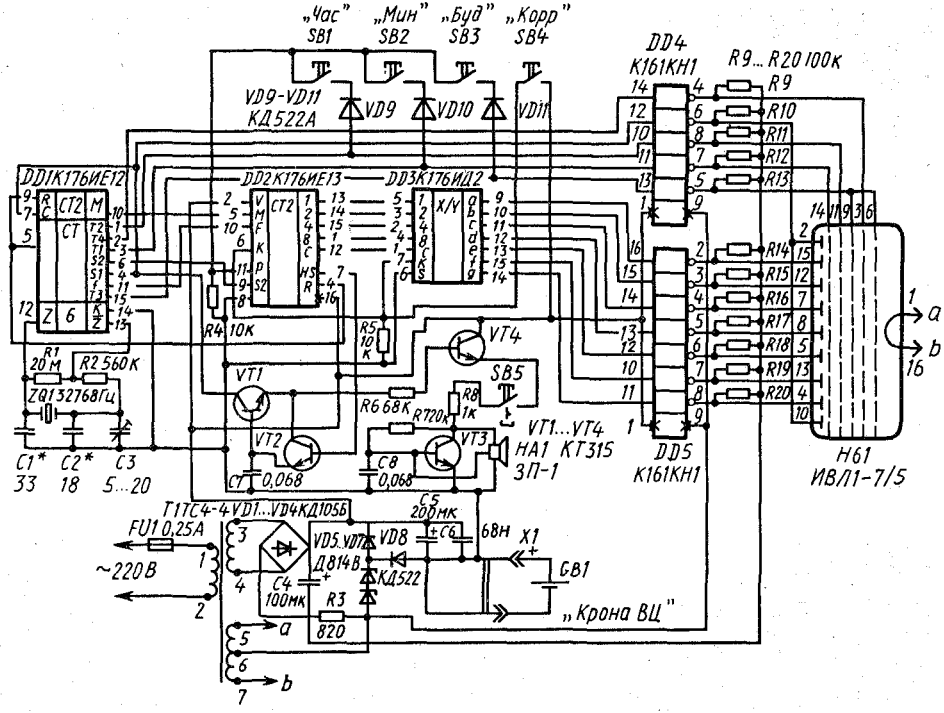


Рис. 68. Принципиальная схема настольных часов "Электроника 6-15"

жение с частотой задающего генератора, которое используется для контроля частоты. Микросхема *DD1* также формирует на выходах *T1, T2, T3* и *T4* тактовые импульсы частотой 128 Гц и длительностью 2 мс, сдвинутые один относительно другого на четверть периода для обеспечения работы часов в мультиплексном режиме. Эти импульсы подаются через кнопки *SB1 – SB4* на управляющий вход *P* микросхемы *DD2*.

Для обеспечения мигания разделительной точки импульсы частотой 1 Гц через ключ, входящий в состав микросхемы *DD4* (К161КН1), поступают на анод-сегмент (вывод *10*) индикатора *HG1* (ИВЛ1-7/5). С выхода *S2* микросхемы *DD1* импульсы с частотой 2 Гц поступают на вход *S2* микросхемы *DD2* и стробируют находящийся в этой схеме блок управления.

Для обеспечения работы узла формирования звукового сигнала с выхода *HS DD2* снимаются импульсы, которые поступают на базу транзистора *VT2*. На тактовый вход *M DD2* подаются импульсы с периодом следования 1 мин, а на тактовый вход *F* подаются импульсы с частотой 1024 Гц. При наличии этих импульсов на выходах *1, 2, 4, 8* микросхемы *DD2* присутствует информация о текущем времени в последовательном двоичном коде, причем кодовая комбинация на информационных выходах меняется с частотой стробирующих импульсов, равной 512 Гц. При подаче на вход *P* микросхемы *DD2* импульсов мультиплексирования происходит принудительная смена информации в разрядах минут и часов с тактом 0,5 с, который определяется периодом следования импульсов на входе *S2* этой же микросхемы.

Установка времени срабатывания сигнального устройства производится подачей на вход *P* одновременно с импульсами установки часов или минут импульсов, снимаемых с вывода *15* микросхемы *DD1*. После прекращения подачи импульсов на вход *P* на информационных выходах микросхемы *DD2* появится кодовая комбинация, соответствующая текущему времени. При совпадении текущего времени с программой сигнального устройства на выходе *HS* появляются прямоугольные импульсы с частотой 128 Гц, скважностью 8. Эти импульсы существуют в течение 1 мин. Транзистор *VT2* выполняет роль детектора. Продетектированный и сглаженный сигнал подается на базу транзистора *VT1*, открывая его. На коллектор транзистора *VT1* поступают импульсы с частотой следования 1 Гц с выхода *S1* микросхемы *DD1*. Таким образом, в течение 1 мин на эмиттере транзистора *VT1* присутствует последовательность импульсов с частотой следования 1 Гц, которая через ограничительный резистор *R6* подается на базу транзистора *VT4*. Тран-

зистор *VT4* является ключевым каскадом, разрешающим работу автогенератора, собранного на транзисторе *VT3*. В исходном состоянии транзистор *VT4* закрыт и напряжение питания не поступает на схему автогенератора. Пьезокерамический звонок одновременно выполняет роль элемента положительной обратной связи. Автогенератор вырабатывает напряжение звуковой частоты, близкой к резонансной частоте пьезокерамического звонка, которая составляет приблизительно 2,5 кГц. Отключение звукового сигнала осуществляется переключателем *SB5*.

Для преобразования информации о текущем времени, присутствующей на выходе микросхемы *DD2* в двоичном коде, в информацию для вывода на семисегментный индикатор служит дешифратор *DD3* (К176ИД2). На вход *С* (вывод *1*) дешифратора подаются стробирующие импульсы. При появлении на входе уровня "ЛОГ. 1" происходит запись информации, присутствующей в этот момент на входах *1, 2, 4, 8*. С приходом следующего импульса "ЛОГ. 1" прежняя информация стирается и происходит запись информации, существующей в данный момент времени. На выходах микросхемы *DD3* возможно получение инверсного кода путем подачи на модулирующий вход (вывод *6*) уровня "ЛОГ. 1". Согласование маломощных выходов микросхем *DD1* и *DD3* с индикаторами выполнено с помощью микросхем *DD4* и *DD5* (К16КН1), которые представляют собой семиканальные коммутаторы с инвертирующими выходами.

Импульсы мультиплексирования через согласующие ключи осуществляют последовательную подачу на сетки индикатора отпирающего потенциала. Информация на выходах дешифратора во время действия импульсов мультиплексирования последовательно изменяется и соответствует во время действия первого импульса единицам минут текущего времени, во время действия второго импульса – десяткам минут и т.д. В результате аноды-сегменты индикатора поочередно выдают информацию о единицах минут, десятках минут, единицах часов, десятках часов текущего времени. Благодаря инерционным свойствам зрительной системы человека воспринимается слитное изображение. Управление анодом *К* и *Л* (разделительные точки) осуществляется с частотой 1 Гц. Резисторы *R9 – R20* включены для устранения подсветки выключенных сегментов. Через эти резисторы на выключенные сегменты и сетки подается отрицательный относительно катода потенциал, надежно запирающий анод или разряд индикатора в целом.

Блок питания часов обеспечивает необходимые питающие

Таблица 12

Неисправность	Вероятная причина неисправности	Метод выявления дефекта	Способ устранения дефекта
1. При включении часов индикатор не светится	Обрыв сетевого шнура или предохранителя	Проверить сетевой провод и предохранитель с помощью тестера	Заменить провод или предохранитель
	Обрыв нити накала индикатора	Убедиться в наличии обрыва между выводами *1* и *16* индикатора с помощью тестера	Заменить индикатор
	Обрыв одной из обмоток трансформатора	Проверить обмотки трансформатора с помощью тестера	Заменить трансформатор
2. Не мигает разделительная точка	Неисправна микросхема *DD1* или согласующий ключ в *DD4*	С помощью осциллографа убедиться в наличии импульсов частотой 1 Гц на выходе *S1* микросхемы *DD1*. При наличии импульсов убедиться в исправности ключа микросхемы *DD4*	Заменить неисправную микросхему
3. Ярко светится только один разряд индикатора	Неисправен кварцевый резонатор	Убедиться в отсутствии сигнала частотой 32 768 Гц на выводе *14* микросхемы *DD1*. Проверить кварцевый резонатор, подключив параллельно установленному исправный	Заменить кварцевый резонатор
4. Неверная информация во всех разрядах	Неисправна микросхема *DD2*	С помощью осциллографа проверить соответствие последовательности импульсов на выходах *1, 2, 4, 8* микросхемы *DD2* информации на индикаторе	Заменить микросхему *DD2* (К176ИЕ13)
	Неисправны транзисторы *VT1 – VT4*	Проверить транзисторы с помощью тестера	Заменить неисправный транзистор
	Неисправен пьезокерамический звонок ЗП-1	Убедиться в отсутствии звучания звонка при наличии импульсов на коллекторе транзистора *VT3*	Заменить звонок ЗП-1

Продолжение табл. 12

5. Не горит один или несколько сегментов	Неисправен индикатор	Проверить исправность индикатора, подключив параллельно ему исправный	Заменить индикатор
	Неисправна микросхема *DD3*	При исправности индикатора анализ не требуется	Заменить микросхему *DD3*
	Неисправна микросхема *DD5*	Проверить наличие импульсов на входе и выходе ключей микросхемы *DD5*. Если на выходе импульсы отсутствуют, а на входе есть – микросхема неисправна	Заменить микросхему
6. Неверный счет времени	Неисправна микросхема *DD2*	Проверить наличие и форму входных импульсов на выводе *5* микросхемы *DD2*. При наличии импульсов микросхема неисправна	Заменить микросхему *DD2*
	Неисправна микросхема *DD1*	Проверить частоту импульсов на выходе *10* микросхемы *DD1*. Если частота завышена – микросхема неисправна	Заменить микросхему *DD1*

напряжения для всех узлов часов. С выхода выпрямителя постоянное напряжение 36 В подается на стабилизатор, состоящий из стабилитронов *VD5 – VD7* и резистора *R3*. Со стабилитрона *VD5* снимается напряжение 9 В для питания микросхем. Диод *VD8* служит для коммутации источника резервного питания при отключении часов от сети. Напряжение накала индикатора снимается с выводов *5* и *7* трансформатора.

Возможные неисправности и их устранение приведены в табл. 12.

§ 56. РЕМОНТ ПЛАТ ЭЛЕКТРОННЫХ НАРУЧНЫХ ЧАСОВ

Плата в электронных часах представляет собой сборочный узел, состоящий, в зависимости от функциональных возможностей часов, из различных элементов.

Основным элементом платы является полупроводниковая микросхема, которая располагается в небольшом углублении. Соединение контактных площадок микросхемы и платы осуществляется алюминиевой или золотой проволокой при помощи ультразвуковой сварки. После разварки, с целью исключения влияния окружающей среды на работу микросхемы, кристалл герметизируется при помощи компаунда (специальной смолы), который, затвердевая, надежно защищает кристалл.

Ремонт и дальнейший контроль параметров плат должен проводиться при температуре воздуха 25 ± 5 °С и атмосферном давлении $8{,}4 \times 10^4 - 10 \times 10^4$ Па.

При работе с платами у работников обязательно наличие устройства для снятия статзаряда. В противном случае при ремонте и испытаниях возможен пробой микросхемы, после чего плата восстановлению или ремонту не подлежит.

Запрещается касаться руками мест паек, области герметизации кристалла. Платы необходимо брать только за торцы.

Во избежание повреждений платы нельзя использовать рядом с агрессивными средами, подвергать воздействию механических нагрузок, а также высоких (выше 45 °С) и низких (ниже – 1 °С) температур.

Работоспособность плат по их функциональному назначению допускается проверять в составе блоков или часов в соответствии с ТУ на блоки или часы соответственно.

Гарантийный срок эксплуатации плат в составе часов – 18 мес со дня продажи через розничную торговую сеть и 8 мес со дня выдачи отремонтированных часов заказчику (при использовании плат для выполнения ремонта), но не более 2 лет со дня изготовления плат.

Для ремонта и проверки плат используют аналогичное, что и при ремонте часов, оборудование: осциллограф С1-48Б или С1-68, частотомер Ч3-34, Ч3-35, прибор диагностики "Электроника 500" или ИП-23, микроскоп МБС-9 и др.

Порядок подготовки оборудования для ремонта плат такой же, как и для ремонта часов.

Проверка годности плат

Взяв за торцевую поверхность, поместить плату в контактное устройство прибора диагностики.

Нажать кнопку "МИН" и, касаясь щупом прибора диагностики контрольной точки с выходом 64 (32) Гц, проверить наличие сигнала на выходе и его форму.

Нажать кнопку "МАКС". Проверить диапазон перестройки частоты генератора платы по частотомеру, вращая часовой отверткой ротор подстроечного конденсатора. Диапазон перестройки должен быть не менее 32 768 ± 0,46 Гц, что соответствует 31 249, 57 – 31 250, 43 мкс по периоду 32 Гц или 15 624, 78 – 15 625,21 мкс по периоду 64 Гц.

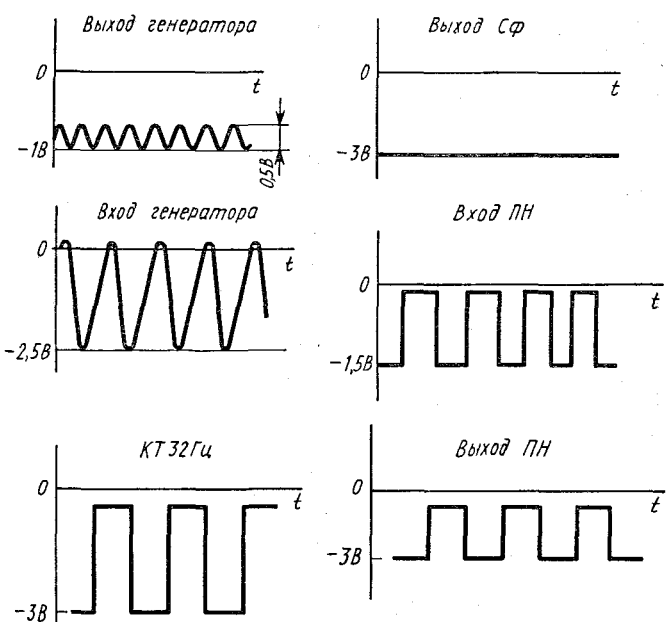


Рис. 69. Осциллограммы в контрольных точках годной платы

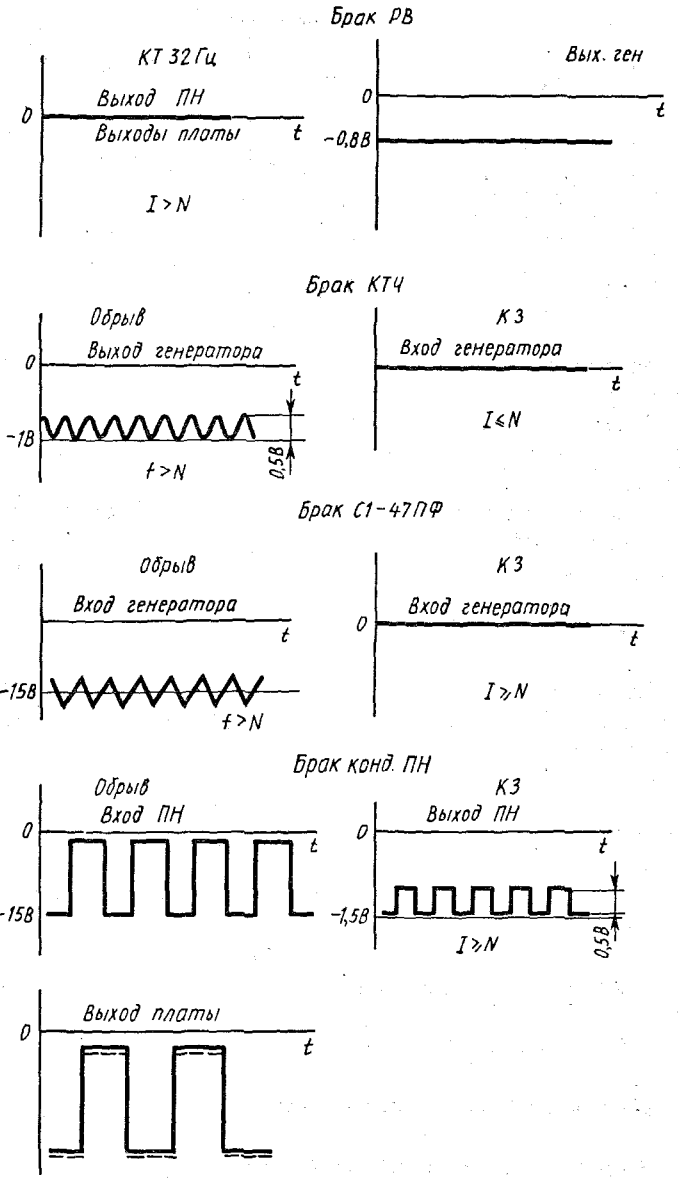


Рис. 70. Осциллограммы в контрольных точках при выходе из строя отдельных деталей платы

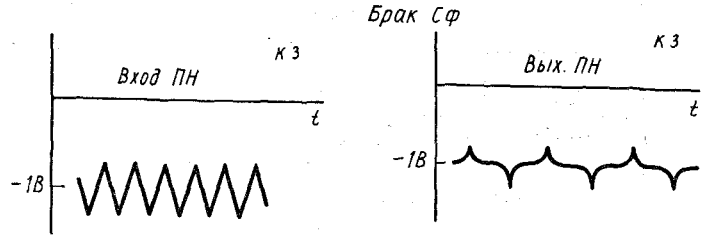


Рис. 70. Продолжение

Настроить генератор на частоту 32 768 Гц с точностью ± ± 0,04 Гц.

Замерить по прибору диагностики ток потребления. Величина тока должна соответствовать значениям, указанным в прилож. 4.

В случае отсутствия запуска генератора после подачи напряжения необходимо произвести начальный сброс, подав плюс питания одновременно на два или три контакта коррекции.

Ремонт плат

Наиболее удобно осуществлять ремонт плат при помощи осциллографа и частотомера или прибора диагностики, так как при оценке годности деталей, входящих в состав платы, необходимо учитывать форму сигналов на контрольных точках, их величину, частоту и общий ток потребления платы.

На рис. 69 представлены формы сигналов, снятые в различных контрольных точках годной платы. Для некоторых типов плат форма и величина сигналов могут незначительно отклоняться от изображенных.

На рис. 70 приведены формы сигналов при выходе из строя отдельных деталей платы: резонатора, конденсаторов.

§ 57. ЧАСТОТОМЕР Ч3-34А, Ч3-54

Назначение и принцип действия

Частотомер электронно-счетный Ч3-34А (рис. 71) предназначен для автоматического измерения частоты электрических колебаний; периода электрических колебаний; интервалов времени; отношения частот; выдачи кодированных сигналов результатов измерений.

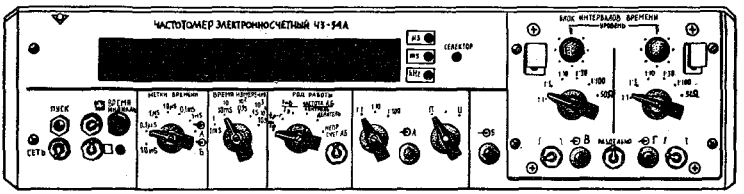


Рис. 71. Частотомер Ч3-34А

Принцип действия частотомера основан на подсчете числа периодов неизвестной частоты за известный высокочастотный отрезок времени, называемый *временем измерения*. При времени измерения 1 с количество подсчитанных периодов и есть значение измеряемой частоты (Гц). На цифровом табло прибора автоматически регистрируется результат измерения с указанием порядка и размерности. При другом времени измерения (0,001, 0,01, 0,1, 10 с) для получения непосредственного отсчета автоматически переносится запятая и индицируется соответствующая размерность. Различное время измерения получается путем последовательного деления частоты опорного генератора декадными ступенями.

При измерении периода или временны́х интервалов время измерения равно измеряемому периоду или временно́му интервалу, а подсчитываемые за это время колебания образуются декадным делением и умножением частоты опорного генератора и называются *метками времени*.

При измерении отношения частот время измерения равно периоду низшей из сравниваемых частот, в течение этого времени подсчитывается количество колебаний высшей из сравниваемых частот.

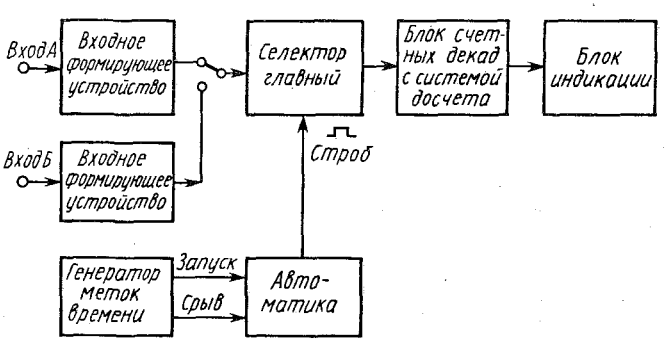


Рис. 72. Структурная схема измерения частоты

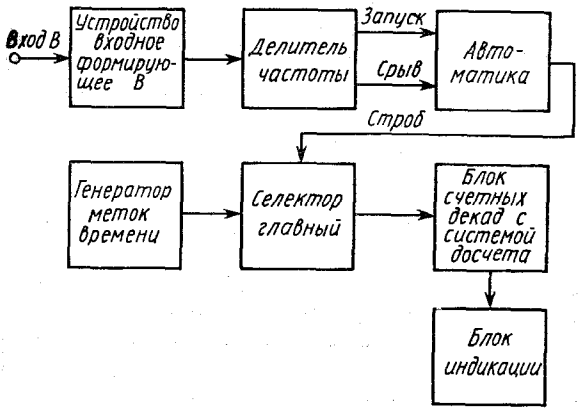


Рис. 73. Структурная схема измерения периода

Измерение частоты производится по структурной схеме (рис. 72). Измеряемая частота через входное формирующее устройство *А* или *Б* и главный селектор поступает на блок счетных декад с системой досчета. Селектор открывается строб-импульсом, вырабатываемым схемой автоматики, которая управляется выходными импульсами генератора меток времени.

Измерение периода производится по структурной схеме (рис. 73). Входной сигнал через входное формирующее устройство *В* поступает на автоматику, формирующую строб-импульс. Длительность строб-импульса равна периоду измеряемого сигнала. На вход счетных декад с системой досчета поступают метки с генератора меток времени.

Более точное измерение периода производится с использованием декадных делителей частоты. В этом случае входной сигнал после формирования поступает на декадные делители, где его период умножается на 10, 10^2, 10^3 или 10^4 раз, а затем поступает на схему автоматики. Длительность строб-импульса в этом случае равна периоду измеряемого сигнала, умноженному на коэффициенты деления используемых делителей.

Измерение отношения частот производится по структурной схеме (рис. 74). Низшая из частот формируется входным формирующим устройством *В* и управляет схемой автоматики.

Высшая из сравниваемых частот усиливается входным формирующим устройством *А* или *Б*, через селектор подается на вход счетных декад с системой досчета.

Измерение интервала времени и длительности импульса производится по структурной схеме (рис. 75).

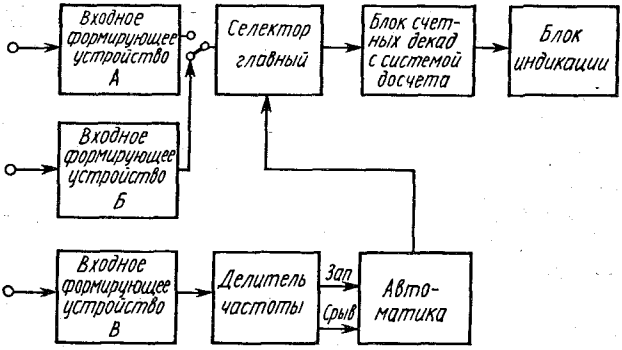


Рис. 74. Структурная схема измерения отношения частот

Импульсы, интервал времени между которыми нужно измерить, подаются на входные формирующие устройства *В* и *Г*. Схема автоматики вырабатывает строб-импульс, длительность которого равна измеряемому интервалу времени.

На счетные декады с системой досчета поступают метки от генератора меток времени.

При измерении длительностей импульса входной сигнал подается на запараллеленные входы *В* и *Г*, а выбор фронта для запуска и срыва автоматики производится тумблерами "⌐, ⌙".

Самоконтроль прибора производится по структурной схеме (рис. 76). На блок счетных декад с системой досчета поступают внутренние метки времени от генератора меток времени. Автоматика управляется метками, только более низкочастотными, от того же генератора меток времени.

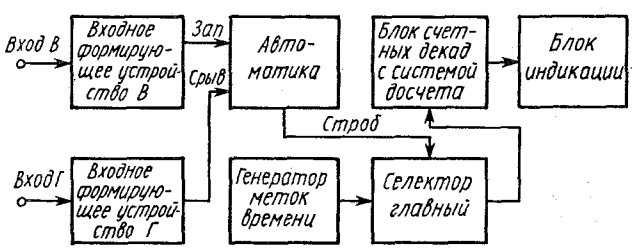


Рис. 75. Структурная схема измерения интервалов времени и длительности импульсов

Подготовка прибора к работе

Рабочее место, на котором будет эксплуатироваться прибор, должно иметь надежное заземление. Перед включением необходимо соединить земляную клемму прибора с заземлением рабочего места.

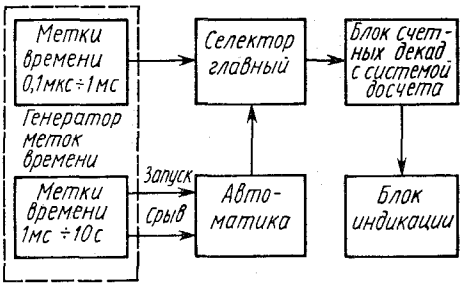


Рис. 76. Структурная схема самоконтроля

Перед включением прибора в сеть тумблеры "СЕТЬ" и "⊠" (включение термостата) должны находиться в выключенном состоянии (см. рис. 71). Перед включением прибора необходимо убедиться в правильности установки тумблера переключения напряжения сети, проверить соответствие номиналов предохранителей надписям около держателей предохранителей.

Кабель питания прибора включается в сеть, а затем включаются тумблеры "СЕТЬ" и "⊠". При работе от внутреннего кварцевого генератора тумблер "ВНЕШНИЙ ГЕНЕРАТОР", расположенный на задней панели прибора, должен быть в нижнем положении.

При включении прибора должна загореться лампочка индикации работы термостата и девять ламп ИН-14 индикаторного табло.

Прибор прогревается в течение 30 мин. После прогрева термостатированного блока кварцевого генератора лампа индикации работы термостата периодически зажигается и гаснет.

После включения прибора производится проверка правильности работы основных узлов прибора в следующем порядке:

установить тумблер "✋ ○" в положение "○";

установить потенциометр "ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ" в положение, обеспечивающее удобное время индикации (можно в крайнее левое):

поставить переключатель "РОД РАБОТЫ" в положение „ЧАСТОТА А, Б / КОНТРОЛЬ",

произвести несколько отсчетов контрольной частоты для каждого положения переключателя "МЕТКИ ВРЕМЕНИ": "10 nS"; "01 μS"; "1 μS"; "10 μS"; "01 mS"; "1 mS". При этом изменять положение переключателя "ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ" от "1 mS" до "10 S".

Показания прибора, соответствующие различным положениям переключателей "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" и "ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ" должны отличаться только положением запятой и состоять из единицы с определенным количеством нулей (см. инструкцию по эксплуатации). Допустимо высвечивание на индикаторе во всех соответствующих разрядах девяток.

Следует также помнить, что при большом уровне индустриальных помех питающей сети в приборе возможны сбои счета.

Порядок работы с прибором

Измерение частоты по входу А или Б. Поставить переключатель "РОД РАБОТЫ" в положение „ЧАСТОТА А, Б / КОНТРОЛЬ".

Произвести проверку работоспособности прибора в режиме "КОНТРОЛЬ".

Поставить переключатель "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" в положение "→) А", аттенюатор канала A в положение "1 : 1".

Поставить переключатель полярности запуска канала А в любое положение.

Установить переключатель "ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ" в положение "1 S".

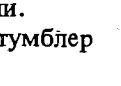
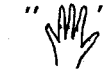
Подать измеряемый сигнал 32 768 Гц с выхода генератора через установку "Электроника 500" на гнездо "→) А"

Примечание. Недопустимо подключение частотомера непосредственно к выходу кварцевого генератора (без установки диагностики), так как из-за низкого входного сопротивления канала A ($\geqslant$ 50 кОм) и канала $Б$ (50 Ом) произойдет шунтирование высокоомного выхода кварцевого генератора (вплоть до срыва колебаний).

Установить переключатель аттенюатора канала А в положение, обеспечивающее наибольшее ослабление входного сиг-

нала, при котором прибор устойчиво считает. Максимальному ослаблению входного сигнала соответствует положение переключателя "1 : 100".

Установить ручкой "ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ" удобное для отсчета время индикации.

При ручной работе тумблер "  " перевести в положение "  " и осуществлять измерения нажатием кнопки "ПУСК".

Перевести переключатель "ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ" в положение, обеспечивающее необходимую точность измерения.

При измерении низких частот (до 0,5 МГц) для исключения влияния высокочастотных помех можно включать "ФИЛЬТР НЧ", который, однако, несколько снижает чувствительность прибора.

При измерении частоты по входу Б необходимо поставить переключатель "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" в положение "→Б".

Подать измеряемую частоту на гнездо "→Б", переключатель "РОД РАБОТЫ" установить в положение „ЧАСТОТА А,Б / КОНТРОЛЬ", выбрать необходимое время измерения и время индикации.

Измерение периода. Произвести проверку работоспособности прибора в режиме "КОНТРОЛЬ".

Установить переключатель "РОД РАБОТЫ" в положение "$T_в$".

Установить переключатель "РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕСТНО" в положение "РАЗДЕЛЬНО".

Установить аттенюатор канала В в положение "1 : 1" или "1 : 3" и подать измеряемый сигнал на гнездо блока интервалов времени "→В"

Установить переключатель "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" в положение "10*nS*".

Установить переключатель "МНОЖИТЕЛЬ ПЕРИОДА" в положение "1".

Произвести настройку канала В. Для этого вращением ручки "УРОВЕНЬ" (от упора) слева направо добиться уверенного счета. При необходимости изменять степень ослабления входного сигнала аттенюатором, т. е. устанавливать его последовательно в положение "1 : 10", "1 : 30", "1 : 100".

Установить ручкой "ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ" удобное для отсчета время индикации.

Установить переключателями "МЕТКИ ВРЕМЕНИ" и "МНОЖИТЕЛЬ ПЕРИОДА" требуемую точность измерений.

Примечания: 1. При наблюдении сигнала 32 Гц с контрольной точки тумблер "⌐¨¬" установить в любое положение.

2. Для удобства работы тумблер "ПАМЯТЬ", расположенный на задней панели, включить в верхнее положение. При этом на индикаторе будет происходить изменение только сменившейся информации. 3. При работе с памятью и в случае стабильно работающего кварцевого генератора в ЭНЧ о правильной работе частотомера свидетельствует периодическое загорание индикаторной лампочки "СЕЛЕКТОР", что свидетельствует о прохождении измеряемого сигнала по цепи измерения. 4. Работа с частотомерами Ч3-34, Ч3-35, Ч3-54 аналогична рассмотренной.

§ 58. ОСЦИЛЛОГРАФ С1-68

Назначение и принцип действия

Осциллограф универсальный С1-68 предназначен для наблюдения и исследования формы электрических процессов путем визуального наблюдения и измерения их временных и амплитудных значений.

Структурная схема осциллографа (рис. 77) состоит из входного аттенюатора, входного каскада усилителя вертикального отклонения луча, предварительного каскада усилителя вертикального отклонения луча, оконечного каскада усилителя вертикального отклонения луча, калибратора амплитуды и времени, схемы синхронизации, триггера управления разверткой, генератора пилообразного напряжения, схемы блокировки запуска, схемы формирования бланкирующих импульсов, выходного усилителя развертки, узла питания, электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Исследуемый сигнал подается на гнездо "⊖ 1МΩ 50 pF".

При помощи входного аттенюатора, который представляет собой компенсированный делитель напряжения, выбирают величину сигнала, удобную для наблюдения и исследования на экране ЭЛТ. Усилитель вертикального отклонения луча (вход-

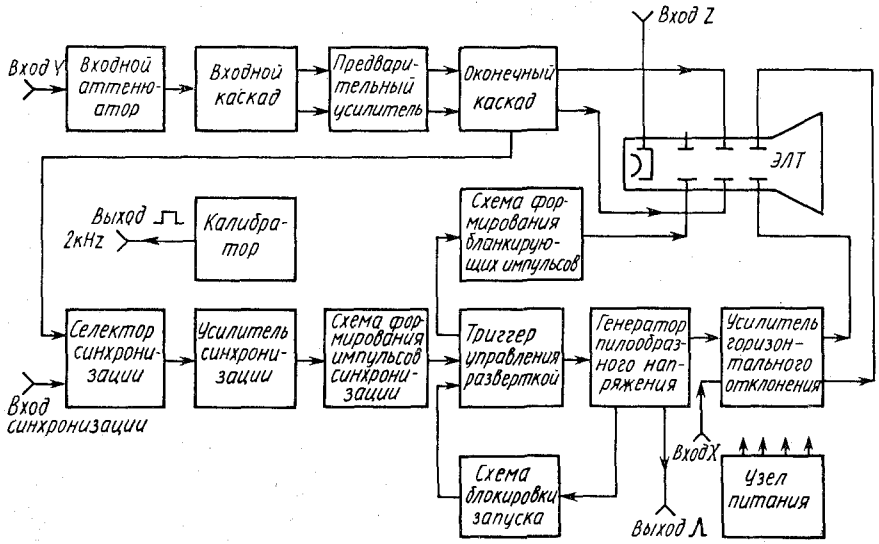


Рис. 77. Структурная схема осциллографа С1-68

ной каскад, предварительный усилитель и оконечный усилитель) усиливает сигнал до необходимой величины перед поступлением его на вертикально отклоняющие пластины. Для запуска и синхронизации развертки может быть использован сигнал, усиленный усилителем вертикального отклонения луча – при внутренней синхронизации, или внешний сигнал, поданный на гнездо входа синхронизации "⊖ВНЕШ" – при внешней синхронизации.

Схема синхронизации и запуска развертки вырабатывает прямоугольные импульсы постоянной амплитуды, независимо от величины и формы приходящего сигнала.

Благодаря этому достигается устойчивый запуск генератора развертки, вырабатывающего пилообразное напряжение. Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем горизонтального отклонения и поступает на отклоняющие пластины ЭЛТ. В приборе предусмотрена возможность поступления внешнего сигнала на усилитель развертки при подаче его на гнездо "⊖X", при этом усилитель развертки отключается от схемы генератора.

Схема управления яркостью ЭЛТ вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на специальные бланкирующие пластины и гасят луч ЭЛТ во время обратного хода развертки.

Калибр вырабатывает прямоугольные импульсы, которые используются для калибровки усиления усилителя вертикального отклонения и для калибровки длительности развертки. В осциллографе предусмотрено получение яркостных меток при подаче внешнего сигнала на гнездо "⊖Z".

Узел питания обеспечивает питающими напряжениями всю схему прибора.

Подготовка прибора к работе

Протереть прибор чистой сухой тряпкой перед установкой на рабочее место. Для удобства работы с прибором ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках, используется как подставка. Для установки нужно нажать ее одновременно в местах крепления, повернуть и отпустить, зафиксировав под нужным углом. Прибор во время работы должен быть установлен так, чтобы воздух свободно поступал в него и выходил из него. Вентиляционные отверстия кожуха прибора не должны

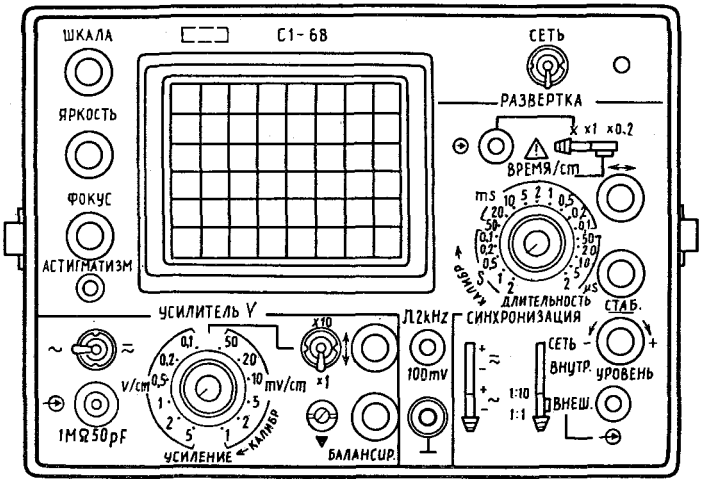


Рис. 78. Органы управления осциллографа С1-68

быть закрыты. Перед включением прибора необходимо убедиться в соответствии подсоединенного шнура выбранному источнику питания, проверить положение тумблера напряжения сети и соответствие номиналов плавких вставок надписям около держателей плавких вставок.

Перед включением прибора органы управления (рис. 78) установить:

ручки "ЯРКОСТЬ" и "ФОКУС" – в среднее положение;

переключатель входа "≃, ~" – в положение "≃";

переключатель аттенюатора "V/cm, mV/cm" – в положение "2 mV/cm";

ручку "УСИЛЕНИЕ" – в крайнее правое положение ("КАЛИБР");

тумблер "х 10, х 1" в положение "х 10";

ручки "↕", "↔", "БАЛАНСИР" – в среднее положение;

тумблер "СЕТЬ" – в положение "ВЫКЛЮЧЕНО";

переключатель "⊖X", "х 1, х 0,2" – в положение "х 1";

переключатель "ВРЕМЯ/cm" – в положение "0,5 mS";

ручку "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" – в крайнее правое положение ("КАЛИБР");

ручку "СТАБ" – в крайнее правое положение;

ручку "УРОВЕНЬ" – в среднее положение;

тумблер "⎍, —" , расположенный на правой стенке, – положение в "⎍";

тумблер "ВКЛ" переключения пластин (на боковых стенках) – в положение "ВЫКЛЮЧЕНО";

переключатель вида полярности синхронизации " –, +, ~" – в положение " +, –, ~";

переключатель вида синхронизации ("СЕТЬ, ВНУТР, ВНЕШ") – в положение "ВНУТР".

Соединить прибор соответствующим шнуром с сетью и тумблером "СЕТЬ", включить его. При этом должна загореться сигнальная лампочка. Если линия развертки не совпадает с горизонтальными линиями шкалы, то потенциометром "УСТ. ЛИНИИ ЛУЧА" нужно добиться их совпадения.

Отрегулировать через 2 – 3 мин после включения яркость и фокусировку линии развертки с помощью ручек "ЯРКОСТЬ", "ФОКУС" и шлица "АСТИГМАТИЗМ". Переместить луч в пределы рабочей части экрана ручками "↕" и "↔". После пятнадцатиминутного прогрева прибора сбалансировать усилитель вертикального отклонения луча, проделав для этого следующие операции:

установить тумблер " x 10, x 1" в положение "x 10" и ручкой "↕" установить луч в центре экрана;

установить тумблер "x10, x1" в положение "x 1" и ручкой "БАЛАНСИР" снова установить луч в центре экрана.

Повторять эти операции до тех пор, пока линия развертки не перестанет перемещаться при переключении тумблера "x 10, x 1".

Произвести калибровку коэффициента отклонения и длительности развертки.

Для калибровки используется точный и стабильный по амплитуде и частоте собственный сигнал калибровочного напряжения размахом 100 mV, 1 В и частотой 2 кГц, который следует подавать на вход осциллографа с гнезда "⎍ 2кГц100 mV". Калибровка коэффициента отклонения проводится при крайнем правом положении ручки "УСИЛЕНИЕ", а калибровка коэффициента развертки – при крайнем правом положении ручки "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ". При желаемом размере изображения калибровочного сигнала, равном 50 мм, калибровку проводить в положениях входного аттенюатора "2 mV/cm", "20 mV/cm", "0,2 V/cm" в зависимости от положения тумблера "x 1, x 10" и размаха калибровочного сигнала (100 мВ или 1 В).

После проведения калибровки тумблер "⎍, —" установить в положение " — ".

После этого прибор готов к работе и можно приступать к проведению необходимых наблюдений и измерений.

Отрегулировать ручкой "ШКАЛА" яркость подсвета делений на шкале ЭЛТ. Фильтр перед экраном ЭЛТ служит для увеличения контрастности изображения, а также для устранения бликов и отражений от поверхности экрана ЭЛТ. На экран ЭЛТ нанесена шкала, используемая для измерения по вертикали и горизонтали. Шкала разделена на 6 десятимиллиметровых делений по вертикали и 8 десятимиллиметровых делений по горизонтали. На осевых линиях шкалы каждое большое деление разделено на 10 равных частей.

Подать сигнал с ЭНЧ на гнездо "⊖ 1MΩ 50 pF" усилителя вертикального отклонения соответствующим кабелем.

Для проведения необходимых наблюдений сигналов с выхода контрольной точки 32 Гц и с выхода генератора 32 768 Гц изображение на экране прибора должно быть устойчивым и иметь величину, удобную для рассмотрения. Для этого установить необходимый вид связи, ослабление входного делителя усилителя вертикального отклонения, режим работы развертки, вид синхронизации. Переключатель входа канала вертикального отклонения "≃, ~ " оставить в любом положении, для исследуемых сигналов его положение роли не играет.

Значение коэффициента отклонения усилителя вертикального отклонения, обозначенное на передней панели "mV/cm, V/cm" верно лишь при крайнем положении ручки "УСИЛЕНИЕ", которая спарена с переключателем входного аттенюатора и имеет в крайнем правом положении механическую фиксацию.

Установить ручкой "СТАБ" режим работы развертки (ждущий, автоколебательный). Повернуть ручку "СТАБ" вправо до появления развертки, получить автоколебательный режим. Поворотом ручки влево на 5 — 10° от точки срыва развертки установить ждущий режим.

Выбрать источник синхронизации переключателя вида синхронизации ("СЕТЬ, ВНУТР, ВНЕШ"). Для наблюдений сигналов в ЭНЧ может быть использован режим синхронизации "СЕТЬ" и "ВНУТР". В положении переключателя "ВНУТР" сигнал поступает из канала вертикального отклонения луча.

Переключатель полярности синхронизации дает возможность выбирать вид связи и полярность сигнала, запускающего развертку.

В положении переключателя " ≃ " обеспечивается устойчивая синхронизация сигналами частотой от 1 Гц до 1 МГц,

а также сигналами с малой частотой повторения. В этом режиме ручкой "↕" вертикального канала можно изменять уровень запуска. В положении " ~ " постоянная составляющая запускающего сигнала не поступает на вход схемы синхронизации. Этот режим запуска может быть использован в большинстве случаев при частоте сигнала от 50 Гц до 1 МГц, т. е. при наблюдении в данном режиме сигнала с частотой 32 Гц возможно неустойчивое изображение.

Выбрать ручкой "УРОВЕНЬ" точку на синхронизирующем сигнале, в которой запускается схема развертки. Когда ручка "УРОВЕНЬ" вращается в правую сторону, схема синхронизации запускается более положительным участком запускающего сигнала, а при вращении в левую сторону – более отрицательным.

Установить длительность развертки такой, чтобы можно было наблюдать форму исследуемого сигнала при помощи ручки "ВРЕМЯ V/cm" и тумблера множителя " x 1, x 0,2". Плавная регулировка длительности развертки осуществляется при помощи ручки "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ", спаренной с ручкой переключателя "ВРЕМЯ/cm". Значения длительности развертки, обозначенные на передней панели прибора, верны в крайнем правом положении ручки "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ". В этом положении ручка потенциометра имеет механическую фиксацию.

Порядок работы

Установить ручку переключателя вида синхронизации в положение "ВНУТР", а ручку "УРОВЕНЬ" вывести в крайнее правое положение. Переключатель "ВРЕМЯ/cm" установить в положение "2mS" или "5 mS". Тумблер множителя развертки "X, x 1, x 0,2" – в положение " x 1". Установить переключатель "V/cm, mV/cm" в положение "1". Тумблер " x 10, x 1" – в положение " x 1" (возможна установка соответствующих переключателей в положения "0,1" и " x 10"). Подать сигнал от установки "Электроника 500" или непосредственно с контрольной точки ЭНЧ на гнездо "⊖ 1MΩ 50 pF". Переключатель выбора полярности поставить в положение " ≃ ". Вращать ручку "СТАБ" вправо до появления изображения на экране ЭЛТ. Ручку "СТАБ" установить в положение при котором происходит пропадание изображения. Затем поворотом ручки "УРОВЕНЬ" добиться стабильного положения изображения. Если изображение неустойчиво, снова ручкой "СТАБ" найти порог пропадания развертки и ручкой "УРОВЕНЬ" установить изображение.

Если развертка не появляется, еще раз проверить пункты подготовки прибора к работе, а особенно положение ручек "ЯРКОСТЬ", "↕", "↔".

При наблюдении сигнала 32 768 Гц с выхода кварцевого генератора переключатель "ВРЕМЯ/cm" установить в положение "20 μS" или "10 μS".

Работа с осциллографом С1-48Б или С1-76 аналогична рассмотренной выше.

§ 59. ПРИБОРЫ ДИАГНОСТИКИ

"Электроника 500"

Прибор "Электроника 500" (рис. 79) предназначен для контроля функционирования часов, блоков и плат, измерения тока потребления, частоты или периода сигналов на контрольных точках (совместно с частотомером).

Для измерения периода или частоты используется щуп, в котором собран истоковый повторитель для согласования высокого выходного сопротивления каскадов ЭНЧ с низким входным сопротивлением частотомера. Прибор имеет два внутренних стабилизированных источника напряжения – для питания часов и щупа. Наличие в силовом трансформаторе на вторичной обмотке отводов на 8, 12, 24, 36 В позволяет запитывать маломощные паяльники, а наличие плавной регулировки напряжения – регулировать в определенных пределах температуру паяльника.

Порядок работы с прибором

Установить тумблер *29* переключателя напряжения питающей сети в положение 220 или 127 В. Подключить провод заземления к клемме *30* на задней стенке прибора.

Установить тумблер *2* включения сети в левое положение, а все кнопки в отжатое положение. Установить переключателем *35* соответствующее напряжение паяльника, а ручку *34* регулировки накала – в крайнее левое.

Подсоединить контактное устройство к разъему *11*, а щуп к разъему *12* на передней панели прибора.

Подключить осциллограф и частотомер к гнездам *15* и *16* на передней панели.

Подключить прибор к сети и перевести тумблер *2* включения сети в правое положение. Должна загореться лампочка индикации включения сети.

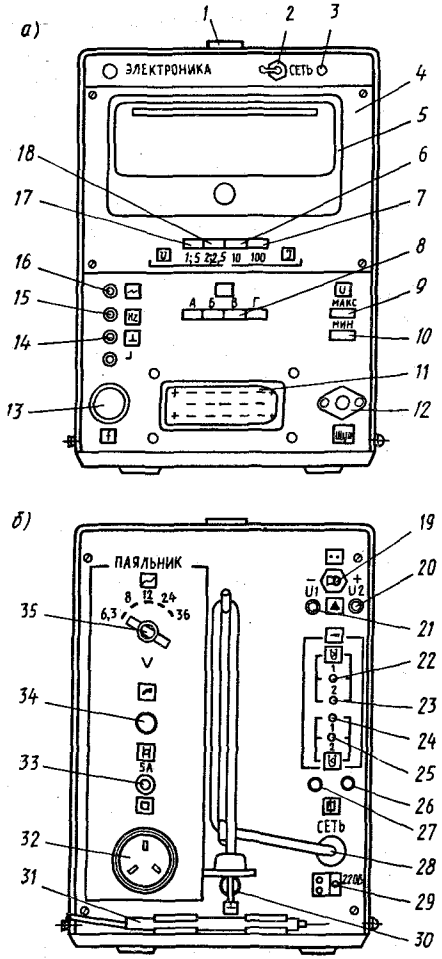


Рис. 79. Прибор "Электроника 500":
а – вид спереди, *б* – вид сзади; *1* – ручка для переноса прибора, *2* – тумблер включения сети, *3* – лампочка "Сеть", *4* – блок измерительного прибора, *5* – измерительный прибор, *6* – кнопка "10 Мка", *7* – кнопка "100 Мка", *8* – блок кнопок коррекции, *9* – кнопка включения максимального напряжения, *10* – кнопка включения минимального напряжения, *11* – разъем для подключения контактного устройства, *12* – разъем для подключения щупа, *13* – гнездо щупа, *14* – гнездо заземления, *15* – гнездо подключения частотомера, *16* – гнездо подключения осциллографа, *17*, *18* – кнопки включения напряжения U_1 и U_2, *19* – тумблер переключения полярности напряжения на КУ, *20* – контрольное гнездо напряжения U_2, *21* – контрольное гнездо напряжения U_1, *22*, *23* – потенциометры установки максимального напряжения U_1 и U_2, *24*, *25* – потенциометры установки минимального напряжения U_1 и U_2, *26*, *27* – предохранители сети, *28* – шнур включения сети, *29* – тумблер переключения напряжения сети, *30* – клемма заземления, *31* – щуп, *32* – розетка для подключения паяльника, *33* – предохранитель паяльника, *34* – ручка регулировки накала паяльника, *35* – переключатель напряжения паяльника

Нажать кнопку *17* "U1-5В", а затем кнопку *9* "МАКС" и установить потенциометром *22* "1" максимальное напряжение источника 1 – 3 В.

Нажать кнопку *10* "МИН" и установить потенциометром *24* "1" минимальное напряжение источника "1", равное 2,6 В.

Нажать кнопку *18* "U2-2,5 В" и установить потенциомет-

рами *23* и *25* максимальное и минимальное значение напряжения источника "2", соответственно равное 1,5 и 1,3 В.

Необходимая полярность напряжения источников "1" и "2" устанавливается тумблером *19* переключения полярности на задней панели прибора.

Подключить микропаяльник к розетке *32* и ручкой *34* регулировки накала установить соответствующий ток накала паяльника.

Произвести проверку работы щупа, для чего вставить щуп в калибровочное гнездо осциллографа с напряжением в 1 В. На экране осциллографа должны наблюдаться неискаженные прямоугольные импульсы.

Установить проверяемое изделие в контактное устройство.

Подсоединить щуп к контрольной точке ЭНЧ и по шкале экрана осциллографа измерить амплитуду сигнала, которая должна быть не ниже 2,5 В. Одновременно по частотомеру контролировать период сигнала в контрольной точке. В случае больших отклонений сигнала от нормы проверить настройку частотомера. При нормальной его работе это говорит о неисправности резонатора ЭНЧ.

Нажать кнопку *6* "10 мкА" и замерить по прибору ток потребления проверяемого изделия в режиме индикации.

Нажать кнопку *10* "МИН" и проконтролировать функционирование электронного блока ЭНЧ при минимальном напряжении питания.

Измеритель параметров ИП-23

Измеритель параметров электронных часов (рис. 80) предназначен для измерения тока потребления электронных блоков

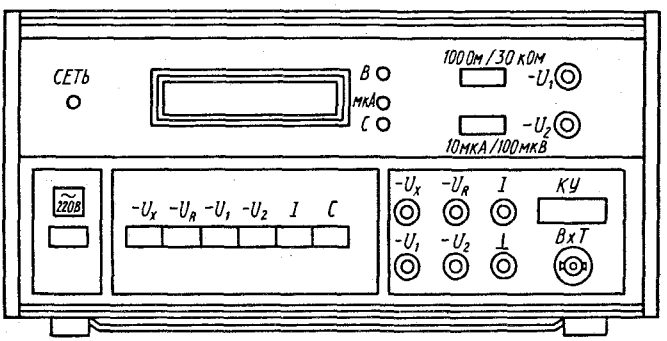


Рис. 80. Измеритель параметров электронных часов ИК-23

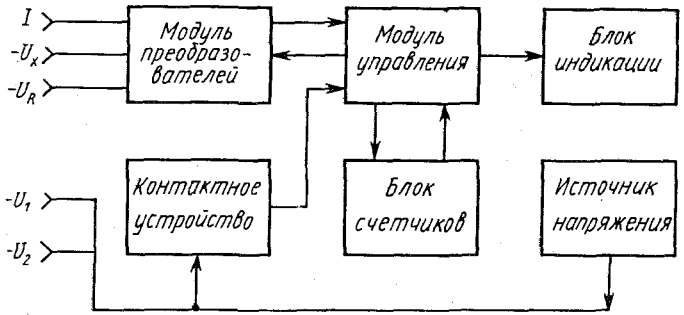


Рис. 81. Структурная схема измерителя параметров

и плат электронных часов, постоянного напряжения при разных входных сопротивлениях измерителя и точности хода часов бесконтактным методом. Результаты измерений индицируются в цифровой форме.

Прибор применяется при совместной работе с контактным устройством ЭЭ-2233.

Структурная схема измерителя показана на рис. 81.

Модуль пребразователей служит для преобразования входных величин тока и напряжения в последовательность импульсов с частотой, которая пропорциональна величине входных токов и напряжений. Измеряемые токи и напряжения подаются на модуль преобразователей через входные гнезда.

Модуль управления необходим для формирования сигналов управления, при помощи которых обеспечивается алгоритм работы модуля преобразователей и модуля счетчиков. В модуле управления также находится делитель частоты для сигналов с контактного устройства и дешифраторы для управления работой блока индикации.

Контактное устройство предназначено для контактирования с измеряемыми электронным блоком, платой или часами и передачей измеряемых сигналов на блок управления.

Контактное устройство содержит антенну для бесконтактного съема частоты и усилитель-формирователь для усиления и формирования сигнала, период повторения которого характеризует мгновенный ход ЭНЧ.

Блок счетчиков обеспечивает подсчитывание поступающих на него импульсов, запись этого числа в регистры памяти с последующим переносом на дешифраторы в модуль управления.

Источники напряжения обеспечивают выдачу питающих напряжений часов, регулируемых в диапазоне от 0 до – 4В.

Блок содержит два источника напряжений с выходом этих напряжений на выходные гнезда и на контактное устройство.

Блок индикации отображает поступающую на него информацию в цифровой форме.

Порядок работы с прибором

Соединить измеритель (см. рис. 80) с контактным устройством при помощи разъема. Подключить его к сети переменного тока напряжением 220 В и перевести переключатель "СЕТЬ" в нажатое состояние. При этом должен засветиться индикатор "СЕТЬ".

Через 30 мин после прогрева прибора нажать кнопку "– U1" и переменным резистором " – U_1 " установить напряжение – 3,0 В по цифровому индикатору.

Аналогично установить напряжение "– U_2 ", равное – 1,5 В.

Нажатием кнопки "I" включить прибор в режим измерения токов.

При помощи щупов или зондов контактного устройства подключить исследуемые часы или плату часов к измерителю.

При величине измеряемого тока больше 10 мкА кнопкой "10/100" переключить предел измерения на "100".

Для измерения постоянного напряжения при помощи кнопки "– U" переключить измеритель в режим измерения напряжений.

При помощи измерительных щупов, подключенных к гнездам "– U_X" и "$\perp$", подключить исследуемые часы к измерителю.

Для измерения напряжений при низких входных сопротивлениях измерителя при помощи кнопки "– U_X" переключить измеритель в режим " – U_R ".

Подключить измерительные щупы к гнездам "– U_R" и "$\perp$" и при помощи них произвести контактирование на часах или плате.

Необходимую величину входного сопротивления установить при помощи переключателя "100/30 000".

Для измерения точности хода часов при помощи кнопки "С" переключить измеритель в режим измерения точности хода.

Исследуемые часы положить на контактное устройство. Через 2 – 3 с сосчитать значение точности хода на индикаторе.

§ 60. АМПЕРВОЛЬТОММЕТРЫ

Ампервольтомметр (тестер) – переносной многопредельный комбинированный прибор для измерения переменного и

постоянного тока, переменного и постоянного напряжения и омического сопротивления цепи.

По принципу работы тестер относится к приборам выпрямительной системы. Его стрелочный измеритель магнитоэлектрического типа пригоден для измерения только постоянного тока и постоянного напряжения. Измерение же переменного тока и переменного напряжения производится с предварительным выпрямлением, причем выпрямитель, собранный на полупроводниках, входит в схему прибора.

С помощью тестера ведут измерения в цепях переменного тока с частотой от 45 Гц до 20 – 40 кГц. Когда ток синусоидальный, прибор показывает его действующее значение. В цепях, где форма тока отличается от синусоиды, прибор показывает его среднее значение.

Для ремонта электронных часов необходимо иметь прибор с классом точности 1,5 на постоянном токе и 2,5 на переменном.

Исходя из режимов работы схем различных моделей электронных часов желательно иметь прибор с пределами измерения: постоянного напряжения – от 1,5 до 50 В, переменного – от 3 до 250 В, постоянного тока – от 50 мкА до 0,5 А, переменного тока – от 1 мА до 0,3 А и сопротивления – от 50 Ом до мегомов. Для измерений желательно иметь прибор с возможно большим входным сопротивлением цепи, которое измеряется в килоомах на вольт (кОм/В).

На рис. 82 представлен ампервольтомметр Ц4353. Для получения правильных результатов измерений и для предупреждения

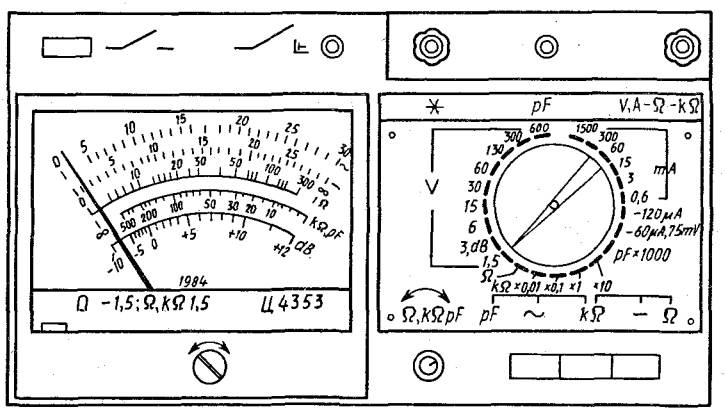
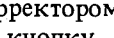
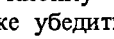


Рис. 82. Ампервольтомметр Ц4353

возможных повреждений необходимо: выдержать прибор не менее 2 ч в рабочих климатических условиях применения, если до этого прибор длительное время находился в климатических условиях, отличающихся от рабочих; установить электрохимический источник тока в батарейный отсек; установить прибор в горизонтальное положение; корректором установить стрелку на нулевую отметку; нажатием на кнопку "  " включить автоматическую защиту или же убедиться, что она включена; если нужно, проконтролировать неисправность внутреннего источника тока и работоспособность устройства защиты – при нажатии на кнопку "  " должно сработать устройство защиты, после чего повторно включить автоматическую защиту. (Схемы включения прибора при различных измерениях указаны на тыльной стороне корпуса прибора, на крышке батарейного отсека.)

Порядок работы с прибором

Включить одну из кнопок переключателя рода работы "⎓", " ~ ", "к Ω" или нужную пару кнопок в зависимости от измеряемой величины.

Установить переключатель диапазонов измерений в одно из фиксированных положений, соответствующее предполагаемому значению измеряемой величины.

Перед измерением сопротивления в диапазоне измерений "Ω" ручкой установки нуля омметра установить стрелку на отметку " ∞" шкалы "Ω". В диапазоне измерений "к Ω" и перед измерением емкости этой же ручкой установить стрелку на отметку 0 шкалы "к Ω, pF", предварительно при измерении сопротивлений закоротив зажимы для измерения сопротивления.

При измерении напряжения переменного тока в диапазоне измерений 3 В, отсчет показаний производится по шкале "dB".

Подключить прибор к исследуемому участку цепи и произвести отсчет результата измерения по соответствующей шкале отсчетного устройства.

§ 61. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Требования к организации рабочего места для ремонта кварцевых электронных часов определяются требованиями, предъявляемыми к организации ремонта электронных приборов и механических часов.

Так, помещение должно иметь заземляющий контур, к

которому будут подсоединяться приборы, паяльник, антистатический браслет и приспособления.

Полы должны быть выполнены из материалов с низким удельным сопротивлением (дерево, специальный пластик и др.), так как в противном случае возможна их электризация.

Необходимо поддерживать температуру внутри помещения в пределах 25 ± 5 °С, так как именно при такой температуре генератор часов обеспечивает заданные точностные характеристики.

К каждому рабочему месту должно быть подведено заземление, к которому раздельно подключаются приборы и приспособления. Поверхность стола выполняется из материалов, обладающих высоким удельным сопротивлением.

При ремонте кварцевых наручных и карманных электронных часов на рабочем месте допускается установка металлического листа небольших размеров (150 х 200 мм), заземленного через резистор сопротивления 1 МОм. В этом случае допускается работа без заземляющего антистатического браслета.

Во всех остальных случаях наличие антистатического браслета обязательно.

Электростатические заряды накапливаются на теле и одежде человека, рабочем месте. При воздействии статзаряда на блоки и узлы электронных часов может произойти пробой, т. е. полный отказ микросхемы, являющейся основным узлом в часах, могут измениться ее параметры, что вызовет неверное функционирование часов, возможно уменьшение срока службы деталей электронных блоков.

При ремонте электронных часов с питанием от сети пользоваться металлическим листом не рекомендуется, так как при проверке рабочих режимов во включенном состоянии это может привести к короткому замыканию и выходу часов из строя.

Необходимо предусмотреть также заземление жала паяльника и наличие на рабочем месте вытяжной вентиляции для удаления образующихся при пайке паров свинца.

Применяемое контрольно-измерительное оборудование должно быть аттестовано и иметь бирку поверителя со сроком следующей проверки. Перечень необходимого для ремонта и настройки часов оборудования, приборов и приспособлений приводится в инструкциях по ремонту часов. Допускается применение приборов, отличных от указанных в инструкциях, но обеспечивающих измерение параметров с заданной точностью.

На рабочем месте должны находиться образцовые часы, по которым производится установка точного времени. Сверка

образцовых часов осуществляется по сигналам точного времени.

При работе с часами разрешается использовать любой микропаяльник мощностью до 25 Вт и рабочим напряжением до 12 В. Температура нагрева паяльника не должна превышать 210 ± 10 °С. Время пайки должно быть не более 2 с.

Применяемый при ремонте инструмент должен находиться в исправном состоянии. Необходимо также учитывать, что при регулировке частоты генератора (при настройке точности хода) подстроечным конденсатором (триммером) нужно применять диэлектрическую отвертку с немагнитным жалом. Замену элементов питания можно производить при помощи

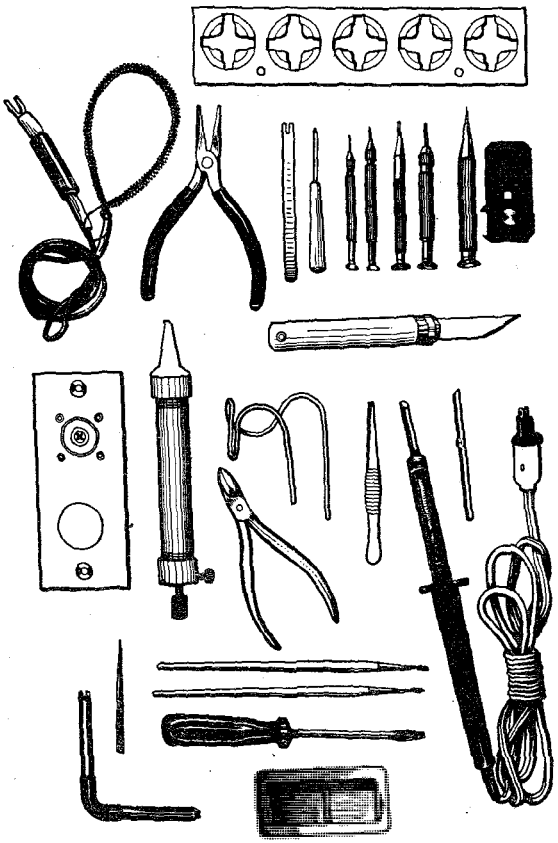


Рис. 83. Инструменты, применяемые при ремонте кварцевых электронных часов

пластмассового пинцета или металлического с изолированными наконечниками, которые исключают короткое замыкание полюсов элементов при установке.

Для установки и снятия шагового двигателя необходимо пользоваться латунным пинцетом, который не намагничивается.

Тара для хранения часов и их узлов должна быть антимагнитной и антистатической.

Применяемый при ремонте кварцевых электронных часов инструмент показан на рис. 83.

§ 62. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

Ремонт электронных часов необходимо выполнять в строгом соответствии с требованиями техники безопасности при работе с электрооборудованием и электроприборами напряжением до 1000 В, требованиями безопасности при работе с расплавленными припоями, содержащими свинец, с флюсами, ртутью и др.

Помещение, в котором ведутся работы по ремонту часов, должно быть оснащено местной, эффективно действующей вытяжной вентиляцией.

Покрытие стола регулировщика (часовщика) должно быть выполнено из электроизоляционного материала. При работе под ногами должен находится резиновый коврик.

Работы по ремонту часов должны проводиться с надетым антистатическим браслетом, который заземляется на шину через сопротивление 1 МОм. Подключение браслета без сопротивления категорически запрещается.

Все имеющееся измерительное оборудование должно быть заземлено. Провода заземления должны иметь наконечники и быть по возможности короткими. В местах подключения проводов к сети не должно быть воспламеняющихся материалов, могущих вызвать пожар.

Включение приборов в сеть следует производить после того, как подключены все приборы, выполнены необходимые подсоединения и регулировщик убедился в безопасности их подсоединения.

Необходимо следить за исправностью питающего шнура, штепсельной розетки, вилки.

Не допускается производить пайку в схемах при включенном питании, а также смену ламп и устранение других неисправностей.

Во избежание пожара или ожогов горячий паяльник необходимо располагать в удобном месте и класть на подставку

из несгораемых материалов. Нельзя допускать разбрызгивания припоя при встряхивании паяльником во избежание попадания припоя и флюса в лицо, глаза. Удерживать проводники или детали при пайке следует пинцетом или плоскогубцами. Напряжение питания электропаяльника должно быть не больше 36 В.

Зачистку проводов монтажным ножом нужно производить на деревянной подставке движением ножа "от себя".

Во избежание поражения электрическим током, травмирования и воздействия паров оловянно-свинцовых припоев при выполнении ремонтных работ не допускается:

работать неисправным инструментом;

оставлять оборудование и часы, находящиеся под напряжением, без присмотра;

проверять наощупь наличие напряжения и нагрев токоведущих частей схем;

применять для соединения приборов провода с поврежденной изоляцией;

ставить завышенные или нестандартные плавкие вставки в предохранители;

хранить и принимать пищу на рабочих местах.

Отвертки, кусачки и плоскогубцы должны иметь изолированные ручки, а провода измерительных приборов – хорошую изоляцию и изолирующие ручки у щупов.

Большую осторожность необходимо соблюдать при ремонте настольных часов, питающихся от сети и находящихся под напряжением.

Запрещается работать с открытым корпусом включенных в сеть часов при наличии в мастерской одного работника, а также находиться около рабочего места лицам, не прошедшим инструктаж по технике безопасности.

На местах, предназначенных для работы по ремонту часов, должны отсутствовать сильноэлектризующиеся материалы.

На случай воспламенения часов или измерительных приборов на видном и легкодоступном месте должен находиться углекислотный огнетушитель. Тушение пенным огнетушителем или водой электроустановок, находящихся под напряжением, категорически воспрещается.

При возникновении пожара необходимо в первую очередь отключить напряжение. В случае невозможности отключения напряжения горящие провода и приборы необходимо тушить углекислотным огнетушителем, а горящие жидкости – песком.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к установке спирали в часах АЧЖ? 2. Какие дефекты возможны при останове часов АЧЖ? 3. В чем причины периодической остановки часов с ШД? 4. Почему может происходить сбой информации в электронных наручных часах? 5. Назовите возможные дефекты в ЭНЧ при отсутствии информации, коррекции? 6. Чем вызывается быстрый разряд ЭП? 7. В чем причины отсутствия индикации в автомобильных часах? 8. Какие дефекты могут возникать в часах при выходе из строя резонатора? 9. Как можно определить неисправность триммера? 10. Назовите возможные дефекты при отсутствии звукового сигнала в настольных и наручных электронных часах. 11. Какие могут быть неисправности блока питания? 12. Как можно проверить ток потребления в наручных часах при помощи тестера?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Химические источники тока для кварцевых электронных часов

Тип элемента питания	Номинальная емкость	Габаритные размеры, мм		Нагрузочные сопротивления	Напряжение на нагрузке, В
		диаметр	высота		
Элементы питания, изготавливаемые в СССР					
ЭСЦГД-0,2-У2	175	11,6	5,6	25	1,25
СЦ-0,18	180	11,6	5,6	25	1,25
СЦ-32	110	11,6	4,2	100	1,3
СЦ-30	60	11,6	2,7	100	1,3
СЦ-0,12-У2	120	11,6	4,2	100	1,2
СЦ-55	43	11,6	2,1	100	1,3
СЦ-21	38	7,9	3,6	100	1,25
СЦ-0,03	30	9,5	2,1	100	1,2
СЦ-57	24	7,87	2,7	100	1,25
СЦ-59	30	9,5	2,1	100	1,25
ДМЛ-120	115	23	2,5	30×10^3	2,6
ФЛ-2016	60	20	1,6	30×10^3	2,6
Зарубежные элементы питания					
Ucar 357	190	11,6	5,4	30	1,2
Varta 541	190	11,6	5,4	30	1,2
B-SR44H	190	11,6	5,4	30	1,2
SR44	138	11,6	5,4	30	1,2
Ucar 392	38	7,9	3,6	100	1,2
Ucar 386	120	11,6	4,2	30	1,2
Varta 548	120	11,6	4,2	30	1,2
SR 43	72	11,6	4,2	30	1,2
Varta 537	30	9,5	2,1	100	0,9
Ucar 371	30	9,5	2,1	100	0,9
RW 315	30	9,5	2,1	100	0,9
ES-71	30	9,5	2,1	100	0,9

Приложение 2

Сопротивление катушек шаговых двигателей

Шифр механизма	Сопротивление катушки, кОм	Шифр механизма	Сопротивление катушки, кОм
3050	$4 \pm 0,4$	1956	$3,6 \pm 0,2$
3056	$5,7 \pm 0,5$	2356	$4,4 \pm 0,2$
3056А	$2,7 \pm 0,3$	2456	$4,0 \pm 0,2$

Функциональные возможности электронных цифровых часов

Обозначение	Часы	Минуты	Секунды	День недели	Месяц	Число месяца	Год	Подсветка	Секундомер
5–30350	x	x	x	x	x	x			
5–18351	x	x	x		x	x			
5–22356	x	x	x		x	x		x	
5–18351Б	x	x	x		x	x		x	
5–30351	x	x	x		x	x		x	
5–30351А/29394/	x	x	x		x	x		x	
5–30353	x	x	x	x	x	x	x	x	
5–30353А	x	x	x	x	x	x	x	x	
5–29360	x	x	x	x	x	x	x		
5–30354	x	x	x	x	x	x			x
5–30355	x	x	x	x	x	x		x	x
5–30364	x	x	x					x	
5–29367	x	x	x	x	x	x		x	x
5–18394.1	x	x	x		x	x			
5–29361	x	x	x	x	x	x	x	x	
5–18391	x	x	x		x	x			
5–29375	x	x	x		x	x		x	
5–29376	x	x	x	x	x	x		x	

Таймер	Будильник	Музыкальный сигнал	Сигнал каждый час	Цифровая настройка хода	Часовой режим	Ускоренная настройка хода	Элемент питания					
							СЦ-32	СЦ-21	СЦ-30	СЦ-55	СЦ-57	СЦ-59
							x					
					x			x				
					x							x
						x		x				
					x			x				
						x		x				
					x			x				
					x			x				
					x							
x												x
	x		x									x
	x		x									x
	x	x	x					x				
								x				
	x		x	x		x			x			
						x		x				
	x		x	x		x		x		x		
				x		x		x		x		

Обозначение	Часы	Минуты	Секунды	День недели	Месяц	Число месяца	Год	Подсветка	Секундомер
5–29377	x	x	x	x	x	x	x	x	
5–29378	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5–76372	x	x	x						x
5–29354	x	x	x	x	x	x		x	x
5–20351	x	x	x		x	x		x	
3–58	x	x	x		x	x		x	
5–29368	x	x	x		x	x			
5–20353	x	x	x	x	x	x	x	x	
5–29351Б	x	x	x		x	x			

Приложение 4

Токи потребления в кварцевых электронно-механических часах

Шифр механизма	Ток потребления		
	часов, мкА не более	часов в режиме обнуления, мкА не более	электронного блока, мкА не более
3050	14	–	4
3056	12	–	2
3056А	4	1,8	1,8
1956	3,5	1,5	1,5
2356	2,0	0,9	0,8
2456	2,0	1,0	1,0

Таймер	Будильник	Музыкальный сигнал	Сигнал каждый час	Цифровая настройка хода	Часовой режим	Ускоренная настройка хода	Элемент питания					
							СЦ-32	СЦ-21	СЦ-30	СЦ-55	СЦ-57	СЦ-59
	x		x	x		x		x				
x	x		x	x		x				x		
	x					x	x					
x								x				
										x		
								x				
	x			x					x			
						x					x	
						x		x				

Приложение 5

Параметры ЭНЧ

Тип ЭНЧ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мкА	Точность хода, с/сут
Б6-02	3	11	0,5
Б6-202	3	8	0,5
Б6-203	3	4	1
Б6-203А	1,5	4	1
Б6-203Б	1,5	3,6	1
Б6-204	3	4	0,5
Б6-204А	1,5	3,6	0,5
Б6-204Б	1,5	3,6	0,5
Б6-206	1,5	4	0,5

Тип ЭНЧ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мкА	Точность хода, с/сут
Б6-206А	1,5	4	0,5
Б6-206Б	3	3,7	0,5
Б6-207	1,5	6	0,5
Б6-208	1,5	6	0,5
Б6-209	1,5	6	0,5
30364	1,5	4	0,5
18391	1,5	4	1,5
18351-1	1,5	2,8	0,5
29361	1,5	3,7	0,5
29366	3	2	0,5
29358	3	3	0,5
29367	1,5	3	0,5
29364	1,5	3,5	0,5
18394	1,5	4	15
18394-1	1,5	4	15
29353	1,5	4,3	0,5

Приложение 6

Таблица соответствия частоты, периода и точности хода

Частота генерации, Гц	Период следования импульсов 32 Гц, мкс	Отклонение точности хода, с/сут	Частота генерации, Гц	Период следования импульсов 32 Гц, мкс	Отклонение точности хода, с/сут
32770,28	31247,84	+6,0	32769,68	31248,42	+4,4
32770,25	31247,87	+5,9	32769,64	31248,45	+4,3
32770,20	31247,90	+5,8	32769,61	31248,49	+4,2
32770,16	31247,95	+5,7	32769,57	31248,53	+4,1
32770,14	31248,00	+5,6	32769,54	31248,56	+4,0
32770,10	31248,03	+5,5	32769,50	31248,60	+3,9
32770,06	31248,06	+5,4	32769,46	31248,63	+3,8
32769,02	31248,10	+5,3	32769,42	31248,67	+3,7
32769,98	31248,14	+5,2	32769,38	31248,71	+3,6
32769,95	31248,17	+5,1	32769,35	31248,75	+3,5
32769,91	31248,21	+5,0	32769,31	31248,78	+3,4
32769,88	31248,24	+4,9	32769,24	31248,82	+3,3
32769,84	31248,28	+4,8	32769,23	31248,86	+3,2
32769,80	31248,32	+4,7	32769,19	31248,89	+3,1
32769,76	31248,35	+4,6	32769,16	31248,93	+3,0
32769,72	31248,39	+4,5	32769,12	31248,96	+2,9

Частота генерации, Гц	Период следования импульсов 32 Гц, мкс	Отклонение точности хода, с/сут,	Частота генерации, Гц	Период следования импульсов 32 Гц, мкс	Отклонение точности хода, с/сут
32769,08	31248,00	+2,8	32767,41	31250,58	−1,6
32769,04	31249,04	+2,7	32767,30	31250,61	−1,7
32768,00	31249,07	+2,6	32767,33	31250,66	−1,8
32768,97	31249,11	+2,5	32767,29	31250,69	−1,9
32768,93	31249,14	+2,4	32767,25	31250,73	−2,0
32768,89	31249,18	+2,3	32767,22	31250,76	−2,1
32768,85	31249,22	+2,2	32767,18	31250,80	−2,2
32768,81	31249,25	+2,1	32767,14	31250,85	−2,3
32768,78	31249,29	+2,0	32767,10	31250,89	−2,4
32768,71	31249,30	+1,9	32767,07	31250,91	−2,5
32768,74	31249,32	–	32767,03	31250,94	−2,6
32768,70	31249,36	+1,8	32767,99	31250,98	−2,7
32768,66	31249,40	+1,7	32766,96	31251,02	−2,8
32768,63	31249,43	+1,6	32766,92	31251,05	−2,9
32768,59	31249,47	+1,5	32766,88	31251,08	−3,0
32768,55	31249,51	+1,4	32766,84	31251,12	−3,0
32768,51	31249,55	+1,3	32766,80	31251,16	−3,2
32768,47	31249,58	+1,2	32766,77	31251,20	−3,3
32768,44	31249,61	+1,1	32766,73	31251,23	−3,4
32768,40	31249,65	+1,0	32766,69	31251,26	−3,5
32768,36	31249,69	+0,9	32766,62	31251,30	−3,6
32768,32	31249,72	+0,8	32766,61	31251,34	−3,7
32768,28	31249,76	+0,7	32766,57	31251,38	−3,8
32768,24	31249,79	+0,6	32766,53	31251,42	−3,9
32768,18	31249,88	+0,5	32766,49	31251,45	−4,0
32768,17	31249,86	+0,4	32766,45	31251,49	−4,1
32768,13	31249,90	+0,3	32766,41	31251,52	−4,2
32768,09	31249,93	+0,2	32766,37	31251,56	−4,3
32768,05	31249,96	+0,1	32766,34	31251,59	−4,4
32768,02	31250,00	+0,0	32766,30	31251,62	−4,5
32767,97	31250,04	−0,1	32766,26	31251,66	−4,6
32767,93	31250,07	−0,2	32766,22	31251,70	−4,7
32767,90	31250,10	−0,3	32766,19	31251,73	−4,8
32767,87	31250,14	−0,4	32766,15	31251,77	−4,9
32767,83	31250,18	−0,5	32766,11	31251,80	−5,0
32767,79	31250,22	−0,6	32766,08	31251,84	−5,1
32767,75	31250,26	−0,7	32766,04	31251,88	−5,2
32767,72	31250,29	−0,8	32766,00	31251,92	−5,3
32767,34	31250,33	−0,9	32765,86	31251,95	−5,4
32767,64	31250,36	−1,0	32765,93	31251,98	−5,5
32767,60	31250,40	−1,1	32766,88	31251,03	−5,6
32767,56	31250,43	−1,2	32765,83	31252,00	−5,7
32767,52	31250,46	−1,3	32765,80	31252,10	−5,8
32767,48	31250,50	−1,4	32765,75	31252,13	−5,9
32767,44	31250,55	−1,5	32765,72	31252,16	−6,0

Перечень стандартизованного оборудования

Наименование оборудования	Модель или номер стандарта	Краткая характеристика	Назначение
Частотомер электронно-счетный	Ч3-35, Ч3-35А Ч3-34, Ч3-34А, Ч3-33, Ч3-54	Точность настройки частоты внутреннего кварцевого генератора $\pm 10^{-7}$	Контроль частоты кварцевого генератора, контроль хода
Источник питания постоянного тока	Б5-43	Диапазон питающих напряжений 0 – 10 В, дискретность 0,01 В	Подача питающего напряжения при проверке плат и блоков
Осциллограф	С1-48Б С1-68 С1-76	Погрешность измерения уровня напряжения в пределах ± 10 %	Контроль сигналов контрольных точек на плате и блоке
Микроамперметр	М-95	Погрешность в пределах ± 2,5 %	Контроль токов потребления
Вольтметр универсальный цифровой	В7-27	Погрешность измерения напряжения на пределе 10 В ± 1 %. Погрешность измерения постоянного тока на пределе 10 мкА – 1 %, 10 мА – 2 %	Измерение питающего напряжения, тока потребления, сопротивления при проверке плат и блоков
Микроскоп	МБС-9		Контроль обрывов и коротких замыканий проводников печатных плат
Пинцет медицинский	ГОСТ 21241 – 77	120х0,6	Установка деталей при сборке электронного блока, при монтаже и демонтаже комплектующих изделий печатных плат
Амперовольтомметр	Ц-4315, Ц-4323		Измерение токов и напряжения

Примечание. Допускается применение оборудования, соответствующего по техническим характеристикам оборудованию, приведенному в перечне.

Индикаторы, микросхемы, резонаторы и элементы питания, применяемые в электронных цифровых часах

Тип часов	Шифр	ЭП или блок питания	Индикатор	Резонатор	Микросхема или плата с БИС
Б6-202 (К)	30350 (К)	СЦ-32	ЦИЖ-9	РК-72, РК-296	3.660.012
Б6-203	18351	СЦ-21	ИЖКЦ2-4/3	РК-233	3.660.022
Б6-203А	22356	СЦ-30	3.001.015	РК-233	3.660.020
Б6-203Б	18351Б	СЦ-21	ИЖЦ4-4/7	РК-110	3.660.037
Э-5	18351.1	СЦ-21	ИЖЦ7-4/7	РК-110	3.660.041
Э-5	18351.1М	СЦ-21	ИЖЦ13-4/7	РК-110	3.660.070
Э-51	20353	СЦ-59	ИЖЦ14-6/7	CFS-145	3.660.061
Б6-204	30351А	СЦ-21	ИЖКЦ2-4/5	РК-296	3.660.001
Б6-204А	30351А	СЦ-21	ИЖКЦ2-4/7	РК-296	4.883.000
Б6-204АМ	29351АМ	СЦ-21	ИЖЦ9-4/7	РК-110	3.660.056
Б6-204А	29391	СЦ-21	ИЖЦ9-4/7	РК-110	3.660.035
Б6-204Б	29351Б	СЦ-21	ИЖЦ2-4/7	РК-110А, РК-206	3.516.048
Э5-204А	29391	СЦ-21	ИЖЦ2-4/7	РК-110	3.660.074
Э-61	29391	СЦ-21	ИЖЦ9-4/7	РК-110	3.660.074
Э5-206	30353	СЦ-21	ИЖКЦ1-6/5	РК-296	3.360.013
Э5-206А	30353А	СЦ-21	ИЖКЦ1-6/5	РК-296	4.883.002
Э5-206АМ	29353А	СЦ-21	ИЖЦ11-6/7	РК-110	3.660.065
Э5-206Б	29360	ДМЛ-120	ИЖКЦ1-6/5	РК-296	3.660.010
Э5-207	30354	СЦ-30	ИЖКЦ2-6/5	РК-296	3.660.019

Продолжение приложения 8

Тип часов	Шифр	ЭП или блок питания	Индикатор	Резонатор	Микросхема или плата с БИС
Э5-209	30355	СЦ-30	ИЖЦ1-6/7	РК-296	3.660.024
Э5-209	29364	СЦ-21	ИЖЦ6-6/7	РК-110	4.883.018
Э-5	29367	СЦ-21	ИЖЦ7-6/7	РК-110	3.660.049
Э-5	29361	СЦ-55	ИЖЦ1-10/7	РК-110А	3.660.035
Э-5	29366	ФЛ2016	ИЖЦ5-8/7	РК-110	3.660.042
Э-5	30364	СЦ-30	ИЖЦ6-6/7	РК-296	3.660.039
Э-5	18394	СЦ-21	ИЖЦ7-4/7	РК-110	3.660.041
Э-5	18394.1	СЦ-21	ИЖЦ13-4/7	РК-110	3.660.070–04
Э-5	18391	СЦ-21	3.001.022	РК-110А	3.660.052
Э-5	18391.1	СЦ-21	ИЖЦ13-4/7	РК-110	3.660.070–03
Э-5	РШ.2100000	СЦ-21	3.001.022	РК-110	3.660.052
Э-52	29375	СЦ-21	ИЖЦ8-8/7	РК-110	3.660.053
Э-53	29376	СЦ-21	ИЖЦ7-8/7	РК-110	3.660.053–01
Э-54	29377	СЦ-21	ИЖЦ9-8/7	РК-110	3.660.053–02
Э-55	29387	СЦ-57	ИЖЦ9-8/7	РК-110	3.660.053–03
Э-56	76372	СЦ-32	ИЖЦ22-6/7	РК-110	3.660.063, 3.660.064
Э-58	–	СЦ-21	ИЖЦ13-4/7	РК-110	3.660.078
Э5-207М	29354	СЦ-21	ИЖЦ7-6/7	РК-110	3.660.073
Э-5	52371	СЦ-32	ИЖЦ10-6/7	РК-296	3.660.054

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев С. Применение микросхем серии К 176. – М., 1984. № 4.

Альтшуллер Г. и др. Кварцевые генераторы. – М., 1984.

Аналоговые и цифровые интегральные схемы / Под ред. С.В. Якубовского. – М., 1973.

Богоцкий В.С., Скундин А.М. Химические источники тока. – М., 1981.

Горшков С. Электронные часы на ИМС МОП структуры. – М., 1981. Вып. 74. С. 66.

Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М., 1982.

Интегральные микросхемы: Справочник / Под ред. Б.В. Тарабарина. – М.; 1984.

Калашников В.И., Щербинин И.И. Электронные часы. – М., 1981.

Ковалев В.Г., Лебедев О.Н. Электронные часы на микросхемах. – М., 1985.

Коровин Н.В. Новые химические источники тока. – М., 1978.

Лисицын Б.Л. Жидкокристаллические индикаторы. – М., 1982. № 11.

Лисицын Б.Л. Низковольтные индикаторы. – М., 1985.

Незнайко А.П., Геликман Б.Ю. Конденсаторы и резисторы – М., 1974.

Орлов В.А. Малогабаритные источники тока. – М., 1970.

Основы материаловедения / Под ред. И.И. Сидорина. – М., 1976.

Основы промышленной электроники / Под ред. В.Г. Герасимова. – М., 1986.

Попова В.Д., Гольдберг Н.Д. Устройство и технология сборки часов. – М., 1982.

Романов В.В. Серебряно-цинковые аккумуляторы. – М., 1969.

Сидин И.В., Крицкий Л.В. Часы электронные цифровые. – Минск, 1987.

Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М., 1980.

Тарасов С.В. Приборы времени. – М., 1976.

Фридрихов С.А. Мовин С.М. Физические основы электронной техники. – М., 1982.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. **Общие сведения об электронных часах** 5

§ 1. История развития часов 5
§ 2. Конструкции отечественных часов и их совершенствование 7
§ 3. Технические характеристики часов 9
§ 4. Классификация часов 12

Глава 2. **Краткие сведения из материаловедения** 18

§ 5. Металлы и сплавы 18
§ 6. Железоуглеродистые сплавы 23
§ 7. Цветные металлы и сплавы 25
§ 8. Коррозия металлов в часовом производстве. Способы защиты от коррозии 29
§ 9. Полупроводниковые материалы 31
§ 10. Жидкие кристаллы 34
§ 11. Поляризаторы 34
§ 12. Часовые камни 35
§ 13. Часовые масла 36
§ 14. Силикатное и органическое стекло 37
§ 15. Припои и флюсы 38
§ 16. Изоляционные материалы 39

Глава 3. **Детали и узлы электронных часов** 42

§ 17. Резисторы 42
§ 18. Конденсаторы 43
§ 19. Полупроводниковые диоды. Стабилитроны 44
§ 20. Транзисторы 47
§ 21. Химические источники тока 51
§ 22. Микросхемы 54
§ 23. Индикаторы 58
§ 24. Кварцевые резонаторы 65
§ 25. Звуковые устройства 68
§ 26. Трансформаторы. Переключатели 69
§ 27. Основные узлы механизмов аналоговых часов 70
§ 28. Двигатели кварцевых часов 76
§ 29. Дополнительные устройства в часах 79
§ 30. Построение схемы электронных часов 81
§ 31. Кварцевый генератор 83
§ 32. Счетчики. Делители. Дешифраторы 85
§ 33. Блок индикации 90

§ 34. Блок звуковой сигнализации 95
§ 35. Блок питания 96
§ 36. Блок управления 97

Глава 4. Управление цифровыми электронными часами 100

§ 37. Функциональные возможности электронных часов 100
§ 38. Управление пятифункциональными часами 102
"Электроника 5-18351", "Электроника 5-22356", "Электроника 5-30351" 102
"Электроника 5-18351Б", "Электроника 5-18351.1", "Электроника 5-18391", "Электроника 5-18394", "Электроника 5-29351Б", "Электроника 5-29391", "Электроника 5-30351А" 104
§ 39. Управления шестифункциональными часами 106
"Электроника 5-30350", "Электроника 5-30350К" 106
§ 40. Управление семифункциональными часами 107
"Электроника 5-30353", "Электроника 5-30353А", "Электроника 5-29360" 107
"Электроника 5-29366" 109
§ 41. Часы-секундомер "Электроника 5-30354", "Электроника 5-29354" 112
§ 42. Часы-будильник 116
"Электроника 5-30355", "Электроника 5-30357", "Электроника 5-29367" 116
"Электроника 5-29364", "Электроника 5-30364" 121
§ 43. Часы с табель-календарем "Электроника 5-29358" 123
§ 44. Часы с цифровой настройкой хода "Электроника 5-29361" 126
§ 45. Часы с индикацией частоты сердечных сокращений "Электроника 56" 131
§ 46. Карманно-настольные часы 136
"Электроника 2-11" 136
"Электроника 22-01" 138
§ 47. Управление настольными часами 140
"Электроника 2-14" 140
"Электроника 4-13" 144
§ 48. Часы "Электроника 55" 146

Глава 5. Устройство и ремонт часов 151

§ 49. Чистка аналоговых часов 151
§ 50. Устройство, ремонт и регулировка аналоговых часов с балансовым двигателем 152
§ 51. Устройство, ремонт и регулировка часов с шаговым двигателем 161
§ 52. Устройство и ремонт наручных электронных часов 172
§ 53. Устройство и ремонт автомобильных и карманных часов 174
§ 54. Карманные часы "Электроника 2-11" 182
§ 55. Устройство и ремонт настольных часов 186
"Электроника Б6-403" 186
"Электроника 6-15" 192
§ 56. Ремонт плат электронных наручных часов 198
§ 57. Частотомер Ч3-34А, Ч3-54 201
§ 58. Осциллограф С1-68 208

§ 59. Приборы диагностики 215
"Электроника 500" 215
Измеритель параметров ИП-23 217
§ 60. Ампервольтомметры 219
§ 61. Организация рабочего места 221
§ 62. Техника безопасности и охрана труда 224
Приложения 227
Литература 237

Учебное издание

Царев Валерий Павлович
Сидин Иван Васильевич

КВАРЦЕВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ

Зав. редакцией Э.С. Котляр. Редактор М.А. Ткачева-Степанченко. Художественный редактор Е.Д. Косырева. Технический редактор Л.М. Матюшина. Корректор О.М. Пахомова. Оператор Н.В. Хазраткулова

ИБ № 8481

Изд. № НП-33. Сдано в набор 28.02.90. Подп. в печать 12.07.90. Формат 84x108/32. Бум. кн.-журн. Гарнитура Пресс-Роман. Печать высокая. Объем 12,60 усл. печ. л. 12,81 усл. кр.-отт. 13,57 уч.-изд. Тираж 50 000 экз. Зак. № 1260. Цена 35 коп.

Издательство "Высшая школа", 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Набрано на наборно-пишущей технике издательства.

Отпечатано в Ярославском полиграфкомбинате при Госкомпечати СССР. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.