# Практическое занятие № 3

# Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания электронных часов

**Цель занятия:** изучить основы разработки алгоритма организации и проведения технического обслуживания электронных часов.

# Теоретический материал

К основным возможностям прибора можно отнести измерение отклонения точности хода, сопротивления катушки двигателя, напряжения батареи, а также определение уровня прерывания импульсов шагового двигателя. Analyzer Q1 позволяет просматривать результаты измерений на дисплее, а также сохранять и распечатывать их в виде протоколов и диаграмм, передавать на компьютер. Прибор оборудован датчиком для приема акустических, емкостных и магнитных сигналов, что позволяет тестировать кварцевые механизмы часов как уже установленные в корпус, так и отдельные модули.

Прежде всего рекомендуется проверить источник питания как расходный элемент. Затем тестируется работа электронного блока – выдает ли он импульсы двигателю. Если генератор импульсов исправен, следует проверить работоспособность шагового двигателя и колесной передачи.

**Проверка точности хода**

Самой простой и быстрой процедурой является проверка отклонения хода часов, которая позволяет выяснить работоспособность электронного блока механизма. Если в механических часах данный вид диагностики основан на анализе интервалов между шумами, генерируемыми в процессе работы узла спуска, то прибор Analyzer Q1 умеет улавливать и анализировать сразу несколько принципиально разных типов сигналов: магнитное поле, создаваемое катушкой шагового двигателя, импульс тока на ее обмотке, емкостный сигнал от ЖК-дисплея (для часов с ЖК-дисплеем), электрическое поле или механические колебания кварцевого генератора.

Для проведения простейшей проверки не требуется вскрывать часы: достаточно поместить их на приемник сигнала на рабочей панели и перевести Analyzer Q1 в режим Rate and consumption test (диагностика точности хода и потребляемой мощности). После того как прибор «поймает» сигнал кварцевого резонатора, загорится светодиод quartz 32 kHz (кварц 32 кГц), а после обнаружения импульсов двигателя светодиод stepmotor (шаговый двигатель) начнет мигать в ритме с ними.

При этом на дисплей будут выведены расширенные параметры:

* отклонение частоты кварцевого резонатора (мелкие цифры в верхней правой части экрана);
* действительное отклонение хода часов (большие цифры в верхней левой части дисплея);
* параметры импульса двигателя: период, ширина и уровень импульса.

При этом действительное отклонение хода часов может быть меньше отклонения резонатора – многие современные механизмы имеют схему коррекции импульсов. Период коррекции (Inhibition period) может быть различен для разных механизмов, он может быть определен прибором автоматически или задан мастером на основании данных производителя.

Кварцевый генератор работает исправно, если отображенное на дисплее отклонение кварца составляет от +0,0 до +6 сек/день. Для действительного (скорректированного) отклонения хода часов нормой являются значения от +0,0 до 0,5 сек/день.

**Диагностика с внешним источником питания**

Другие возможности открываются при подаче энергии не от штатной батарейки часов, а от Analyzer Q1. В частности, в этом режиме можно провести измерение точности хода часов на основании измерения тока, протекающего через обмотку двигателя, определить потребляемую мощность, минимальное рабочее напряжение, а также сопротивление двигателя. При этом также определяются параметры импульсов двигателя: период, ширина и уровень. Для использования этого режима часы удобно разместить на зеркальной поверхности, которая позволит видеть движение стрелок. Прибор имеет два подвижных контактных щупа, вместо которых можно использовать измерительные кабели. При проведении замеров очень важно выбрать правильное напряжение питания. Номинальное напряжение наиболее широко распространенных серебряно-оксидных батарей составляет 1,55 В, реже используются литиевые батареи с номинальным напряжением в 3 В. Analyzer Q1 позволяет регулировать подаваемое на механизм напряжение в диапазоне от 0 до 3,5 В.

При работе от встроенного в прибор источника питания дисплей помимо данных о действительном отклонении хода часов, полученных на основе анализа скачков в потреблении тока, отображает информацию об отклонении частоты кварцевого генератора, потребляемом токе в момент прохождения импульса двигателя и потреблении тока интегральной микросхемой. Важным параметром, характеризующим работоспособность интегральной схемы и состояние колесной передачи, является минимальное рабочее напряжение. Определить его можно и при помощи встроенного в прибор источника питания. Присоединив тоководы к механизму, следует постепенно увеличивать подаваемое напряжение с 0,5 В до номинального, наблюдая за стрелками: напряжение, при котором они придут в движение, является минимальным рабочим напряжением. Можно идти и от обратного: постепенно понижать напряжение с 1,55 В до момента, пока часы не остановятся. Значение минимального рабочего напряжения выше 1,35 В говорит о неисправности колесной передачи или ее загрязнении.

**Тестирование батареи**

Analyzer Q1 позволяет определить состояние источника питания кварцевых часов. Напряжение современных батареек остается постоянным почти до самого конца срока службы и начинает падать, когда она полностью разрядится. Проверить источник можно путем измерения напряжения в трех режимах: без нагрузки (NoLoad), с низкой нагрузкой (LowDrain) и с высокой нагрузкой (HighDrain).

Напряжение без нагрузки обычно измеряется при сопротивлении в 1 МОм, что приблизительно соответствует сопротивлению интегральной схемы. Для определения напряжения под слабой нагрузкой прибор автоматически включает в цепь сопротивление в 2 кОм на протяжении 10 мс каждую секунду. Это соответствует процессу, происходящему в момент подачи импульса на шаговый двигатель. Для тестирования под сильной нагрузкой после присоединения батареи к прибору необходимо нажать на кнопку «Старт»: примерно на 1 секунду к источнику питания будет подведена нагрузка в 100 Ом, что имитирует включение подсветки дисплея ЖК-часов или сигнал будильника. Измерения под высокой нагрузкой нельзя повторять несколько раз, поскольку это быстро разряжает батарею.

В таблице 2 приведены типичные значения напряжения для различных типов батарей. Тест батареи показывается только то, что батарея пока еще не разрядилась или же полностью разрядилась. К сожалению, измерить оставшуюся емкость невозможно.

**Проверка сопротивления и изоляции обмотки двигател**я Способность встроенного в прибор источника питания подавать

низкое напряжение используется для тестирования сопротивления обмотки шагового двигателя. Analyzer Q1 помогает обнаружить обрыв или короткое замыкание в обмотке шагового двигателя, нарушение изоляции между обмоткой двигателя и его сердечником или между обмоткой двигателя и платой.

Данный тест выполняется при очень низком напряжении, чтобы предотвратить поломку механизма из-за неправильного соединения контактов. Перед выполнением теста необходимо удалить из часов батарею. Для проверки исправности катушки необходимо подсоединить мобильные контактные щупы к концам ее обмотки (М) и включить режим Resistance (coil) test (тест сопротивления катушки). Полярность при этом не имеет значения. Сопротивление исправной катушки должно лежать в диапазоне от 1 до 2,5 кОм. Очень большое сопротивление говорит об обрыве обмотки, а очень низкое – о коротком замыкании.

Для проверки пробоя между катушкой и платой механизма один из контактов необходимо подвести к обмотке, а другой – к плате (точка Р на схеме). Нормальные значения сопротивления составляют от 700 кОм до нескольких мегаом (Мом). Примерно такое же сопротивление прибор должен показать между платой (точка Р) и «минусовым» контактом батарейки (точка «–В»).

**Использование генератора сигналов**

Помимо встроенного источника тока, Analyzer Q1 имеет и встроенный генератор импульсов. Это позволяет протестировать шаговый двигатель и механическую часть кварцевых аналоговых часов независимо от электронной схемы и ускорить поиск механических повреждений, таких как заедание стрелок, или проблем, связанных со сменой даты.

Для проверки двигателя необходимо вынуть из механизма батарейку, подсоединить щупы к концам обмотки катушки и включить на приборе генератор сигналов (Signal generator). После этого можно задать режим в соответствии со спецификой конкретного механизма.

**Анализ диаграмм импульсов**

Прибор Analyzer Q1 может записывать текущие импульсы тока шагового двигателя в виде осциллограммы. Форма импульсов предоставляет дополнительную информацию о состоянии часов – в частности, анализ диаграммы импульсов помогает обнаружить неисправности в колесной системе. Для этого можно сравнить полученные результаты с таковыми для механизма того же типа, но в хорошем состоянии. Ширина импульса и уровень прерывания отображаются в числовой форме.

В исправном механизме потребляемый ток будет увеличиваться непрерывно с момента начала импульса, достигнет максимума, затем будет некоторое время уменьшаться, а потом опять увеличиваться до самого конца импульса. Если в часах есть какие-то механические поломки, ток будет увеличиваться непрерывно с начала подачи импульса, достигнет максимума и останется таким до конца импульса. Кроме того, если часы блокированы, часто можно наблюдать асимметрию между положительными и отрицательными импульсами, так как каждый второй импульс подается с противоположной полярностью. Значительная асимметрия между положительными и отрицательными импульсами у работающих часов указывает на проблемы с шаговым двигателем.

**Тест зуммера**

Если часы имеют устройство для подачи звукового сигнала (будильник, таймер), Analyzer Q1 позволяет протестировать и его. Для этого используется режим так называемого теста зуммера, в котором прибор генерирует биполярный тестовый сигнал с настраиваемым напряжением и фиксированной частотой в 2 кГц. Этот сигнал можно подать на зуммер и на слух проверить его исправность.

# Контрольные вопросы

1. Как осуществляется проверка точности хода?
2. Как осуществляется диагностика с внешним источником питания?
3. Как проводится тестирование батареи?
4. Как осуществляется анализ диаграмм импульсов?
5. Как проводится тест зуммера?