

Александр Ростов (г. Зеленоград), Валерий Гринченко (г. Санкт-Петербург)

Электронный модуль ARCADIA3 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с коллекторными приводными моторами (часть 2)

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Продолжение.
Начало в №12, 2016 г.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

Рассмотрим элементы и цепи управления исполнительными устройствами СМ.

Симисторы управляются по следующим цепям:

- **Клапан предварительной стирки EVP:** выв. 21 МК М500 (рис. 3, 4) — R206 — Q202 — Q215 — контакт 1 соединителя J201.
- **Клапан основной стирки EVL:** выв. 15 М500 — R205 — Q201 — Q209 — контакт 6 соединителя J201.
- **УБЛ:** выв. 1 М500 — R281 — Q217 — Q204 — контакт 5 соединителя J203. При подаче сетевого напряжения на термотаблетку РТС в составе УБЛ она нагревается и инициирует замыкание силовой контактной группы, коммутирующей сетевую шину LA (L, LINE) на другие силовые цепи в составе ЭМ (помпа, приводной мотор, ТЭН и клапаны залива воды).
- **Помпа PS** управляется двумя параллельно включенными симисторами (Q212, Q214), в свою очередь, управляемые по отдельным независимым цепям:
 - выв. 16 М500 — R350 — Q315 — Q214 — контакт 9 соединителя J200;
 - выв. 20 М500 — R351 — Q314 — Q212 — контакт 9 соединителя J200.
- **Приводной мотор:** выв. 12 М500 — R377 — Q322 —

R380-R384, R388 — Q206 — силовые контактные группы реле реверса K201, K202 мотора.

Реле управляются по следующим цепям:

- **Реле K200 коммутации статора приводного мотора** коммутирует цепь питания всей обмотки статора или только ее части (через отдельный вывод). Реле устанавливается опционально и используется в режиме высоких оборотов мотора (отжим). При отсутствии реле между его силовыми контактами устанавливается перемычка JP202. Реле управляется по цепи: выв. 30 М500 — R367 — Q319 — обмотка реле K200.
- **Реле реверса K201, K202** меняют фазировку питания обмотки ротора приводного мотора в реверсивном режиме работы (стирка). Они управляются по цепям (в скобках указана цепь для реле K202): выв. 26 (24) М500 — R365 (R370) — Q318 (Q320) — обмотка реле K200 (K201).
- **Реле ТЭН K203** управляется двумя ключами по двум независимым цепям. Нагрузкой обоих ключей является обмотка реле K203 (один ключ коммутирует линию 12 В, а второй — подключение общего провода). Перечислим эти цепи:
 - коммутация со стороны 12 В: выв. 63 М500 — R304 — Q302, Q303 — обмотка реле K203;
 - коммутация со стороны общего провода: выв. 14 М500 — R309 — Q304 — обмотка реле K203.

Элементы контроля и измерительные цепи

На плату ЭМ поступают следующие контрольные сигналы:

- **Температуры воды в баке СМ с датчика NTC** (датчик подключен к контактам 1, 2 соединителя J300). Сигнал поступает по цепи: контакт 2 (NT1) J300 — R231 — D202 — R507 — выв. 47 МК М500 (рис. 3, 4).
- **Уровня воды в баке СМ.** Сигнал снимается с выхода цифрового прессостата (контакт 5 (SU) соединителя J300) и далее поступает по цепи: R236 — R505 — выв. 47 М500. Прессостат питается с этого же соединителя J300 (5 В) и, в зависимости от уровня воды в баке СМ, формирует импульсный сигнал в диапазоне частот 0... 10,5 Гц (применительно к модели прессостата ST-540).
- **С тахогенератора** (датчик подключен к контактам 6, 7 соединителя J200) поступает по цепи: контакт 7 J200 — R371, R372 — Q321 — R519 — выв. 35 М500.
- **С датчика утечки воды** (датчик подключен к контактам 1, 3 соединителя J301) поступает по цепи: контакт 1 J301 — C200 — R221 — Q205 — R500 — выв. 56 М500. Необходимо заметить, что в указанной цепи имеется дифференцирующая цепь R220 C200 R221, которая при срабатывании датчика формирует на МК одиночный импульсный сигнал. Для обеспечения работы системы самодиагностики в составе ЭМ формируются следующие служебные сигналы:

Таблица 2. Обозначение и назначение выводов МК R5F52105ADFM применительно к схеме ЭМ

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
1	P03	Выход управления симистором Q204 УБЛ
2	VCL	Соединен с общим проводом через конденсатор C513
3	MD	Соединен с +5 В через резистор R532
4	XCIN	Соединен с общим проводом
5	XCOUТ	Не используется
6	RES#	Соединен с +5 В через резистор R533
7	P37/XTAL	Вход контрольного сигнала о состоянии симистора Q204 УБЛ
8	VSS	Общий провод
9	P36/EXTAL	Соединен с общим проводом через резистор R534
10	VCC	Напряжение питания +5 В
11	P35	Соединен с общим проводом через резистор R535
12	P32	Выход управления симистором Q206 приводного мотора
13	P31	Соединен с общим проводом через резисторы R536, R538
14	P30	Выход управления реле K203 ТЭН (коммутация с общим проводом)
15	P27	Выход управления симистором Q209 клапана EVL основной стирки
16	P26	Выход управления симистором Q214 помпы PS
17	P17	Соединен с контактами 1, 2 (SDA, шина I ² C) сервисного соединителя J400 и контактом 1 соединителя J401 через цепь R241 Q206 R244 R531
18	P16	Соединен с контактами 3, 4 (SCL, шина I ² C) сервисного соединителя J400 и контактом 2 соединителя J401 через цепь R253 Q210 R269 R530
19	P15	Вход сигнала с детекторов о состоянии симисторов Q212, Q214 помпы
20	P14	Выход управления симистором Q212 помпы PS
21	PH3	Выход управления симистором Q215 клапана EVP предварительной стирки
22	PH2	Соединен с общим проводом через резистор R528
23	PH1	Вход сигнала о состоянии силовой контактной группы УБЛ/вход сетевой синхронизации МК
24	PH0	Выход управления реле K202 реверса приводного мотора
25	P55	Соединен с общим проводом через резистор R527
26	P54	Выход управления реле K201 реверса приводного мотора
27	PC7	Соединен с +5 В через резистор R326
28	PC6	Соединен с общим проводом через резистор R526
29	PC5	Не используется
30	PC4	Выход управления реле K200 коммутации статора приводного мотора (опционально)
31	PC3	Соединен с общим проводом через резистор R525
32	PC2	Вход сигнала с детекторов о состоянии симистора Q206 приводного мотора
33	PВ7	Соединен с общим проводом через резистор R520

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
34	PВ6	Вход контроля сетевой шины LA на контакте 4 (DLIN) соединителя J203 УБЛ (используется опционально)
35	PВ5	Вход сигнала с тахогенератора приводного мотора
36	PВ3	Соединен с общим проводом через резистор R512
37	PВ1	Не используется
38	VCC	Напряжение питания +5 В
39	PВ0	Соединен с общим проводом через резистор R511
40	VSS	Общий провод
41	PA6	Соединен с общим проводом через резистор R518
42	PA4	Соединен с общим проводом через резистор R509
43	PA3	Вход сигнала о состоянии цепи питания ТЭН (срабатывания реле K203 и возможного обрыва ТЭН)
44	PA1	Соединен с общим проводом через резистор R508
45	PA0	Соединен с общим проводом
46	PE5	Вход потенциального сигнала с датчика температуры NTC
47	PE4	Вход импульсного сигнала с электронного прессостата
48	PE3	Соединен с общим проводом через резистор R515
49	PE2	Соединен с контактом 4 (шина RX) соединителя J401 через цепь R255 Q209 R261. Используется опционально, в противном случае перечисленные выше компоненты не устанавливаются
50	PE1	Соединен с контактом 3 (шина TX) соединителя J401 через цепь R258 Q216 R267 R273. Используется опционально, в противном случае устанавливается перемычка R259, а R258, Q216, R267 не устанавливаются
51	PE0	Вход сигнала о токе, протекающем через симисторы Q212, Q214 помпы (используется опционально)
52	VREFL	Соединен с общим проводом
53	P46	Соединен с общим проводом через резистор R506
54	VREFH	Соединен с +5 В
55	P44	Вход сигнала о состоянии силовой контактной группы УБЛ
56	P43	Вход импульсного сигнала с датчика утечки воды
57	P42	Соединен с общим проводом через резистор R240
58	P41	Соединен с общим проводом через резистор R502
59	VREFL0	Соединен с общим проводом
60	P40	Соединен с делителем напряжения R503 R287 R277
61	VREFH0	Соединены с +5 В
62	AVCC0	Соединены с +5 В
63	P05	Выход управления реле K203 ТЭН (коммутация с линии +12 В)
64	AVSS0	Общий провод

● БЫТОВАЯ ТЕХНИКА

● Состояния симистора Q204

УБЛ. Сигнал поступает по цепи: нижний по схеме (рис. 3) вывод симистора Q204 — VD203 — R288, R289 — Q203 — R226 — выв. 7 M500.

● Состояния силовой контактной группы УБЛ.

Сигнал поступает по двум цепям:

- контакт 3 DLOUT соединителя J203 — D201 — R208, R275 — D209 — R284 — выв. 55 M500;
- контакт 3 DLOUT соединителя J203 — R209, R210 — R521 — Q310, Q309, Q308 — выв. 23 M500. Указанная цепь кроме дублирующей функции срабатывания силовой контактной группы УБЛ также обеспечивает сетевую синхронизацию МК.

Также необходимо отметить, что в ЭМ опционально может присутствовать цепь, контролирующая поступление сетевого напряжения (шина LA) на вход силовой контактной группы УБЛ (контакт 4 DLIN соединителя J203). Сигнал снимается с контактов 1, 4 соединителя J203 и далее поступает по цепи: R101, R102 — D106 — R513 — выв. 34 M500.

● Состояния цепи питания ТЭН.

Сигнал снимается с точки соединения контакта 1 (Н1) соединителя J202 с силовой контактной группой реле K203. Далее он поступает по цепи: D107 — R105, R274 — Q208 — R517 — выв. 43 M500.

● Контроля состояния симисторов Q212, Q214 и всей си-

вой цепи питания помпы в

целом. В этой цепи используются два независимых детектора (положительной и отрицательной полуволн), нагруженных на общую нагрузку (в данном случае приемником указанных сигналов является соответствующий порт МК). Сигнал снимается с контакта 9 соединителя J200 и далее разделяется по цепям:

- детектор положительных полуволн: D307 — R354, R355 — Q316;
- детектор отрицательных полуволн: D308 — R360, R361 — Q317 — R364.

Далее сигналы с детекторов объединяются и через резистор R529 поступают на выв. 19 МК M500.

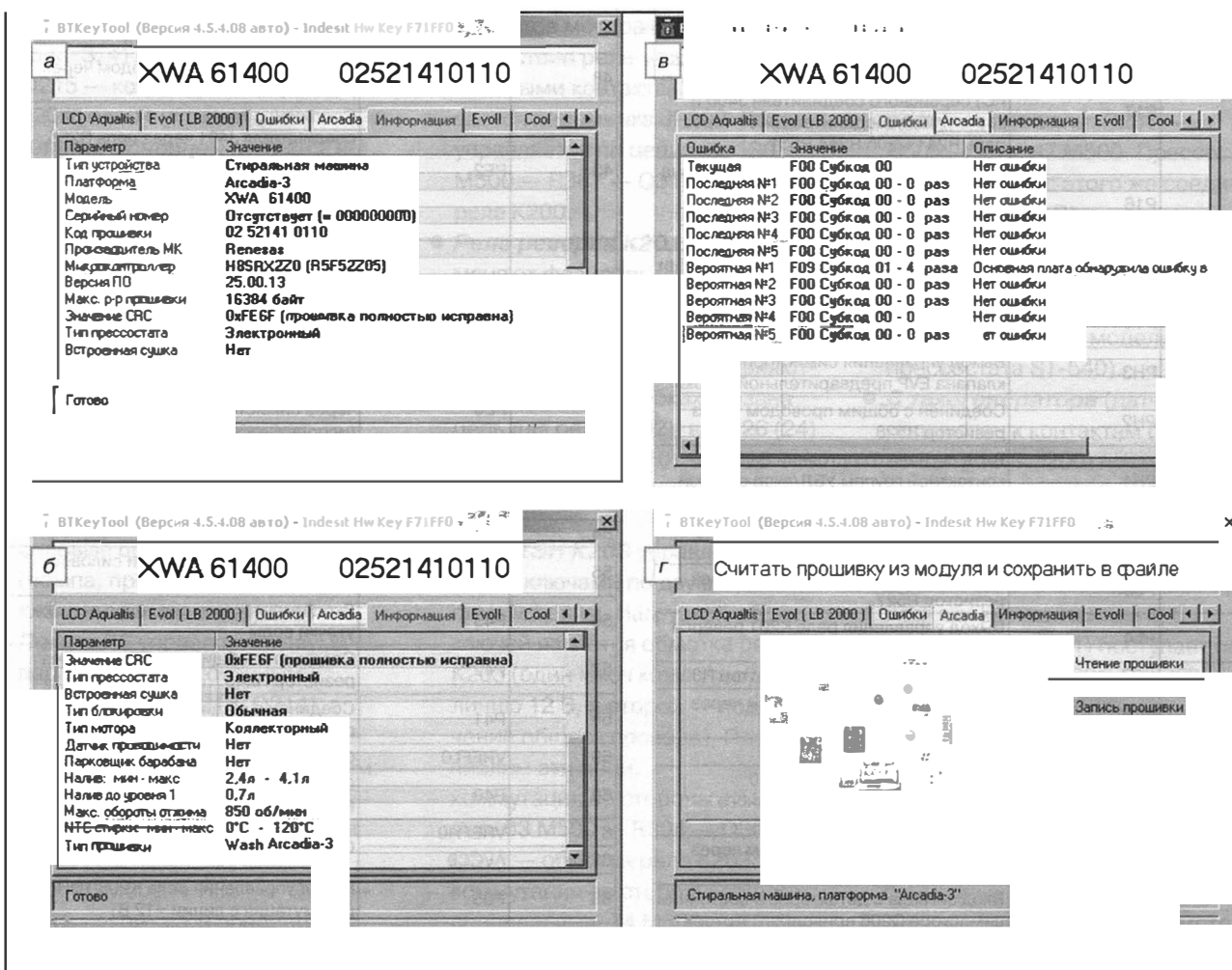


Рис. 6. Основные вкладки программы VTKeyTool (v4.5.4.08): а — вкладка «Информация» (часть 1); б — вкладка «Информация» (часть 2); в — вкладка «Ошибки»; г — вкладка «Чтение/запись прошивки»

Таблица 3. Коды маркировки и основные характеристики полупроводниковых SMD-компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
5BW	Биполярный транзистор BC807-25	p-n-p, $U_{cb}=45$ В, $I_c=500$ мА, корпус SOT-23-3
6BW	Биполярный транзистор BC817-25	p-n-p, $U_{cb}=45$ В, $I_c=500$ мА, корпус SOT-23-3
3FW	Биполярный транзистор BC857B	p-n-p, $U_{cb}=50$ В, $I_c=100$ мА, корпус SOT-23-3
1AM	Биполярный транзистор BC846A	p-n-p, $U_{cb}=65$ В, $I_c=100$ мА, корпус SOT-23-3
A7	Сборка из двух универсальных диодов (соединены последовательно с отводом в точке соединения) BAW99	$U_{обр} = 75$ В, $I_{np} = 150$ мА, корпус SOT-23-3
T4	Универсальный импульсный диод 1N4148W	$U_{обр} = 75$ В, $I_{np} = 150$ мА, корпус SOD-123
E/RS1J	Быстродействующий выпрямительный диод S1J	$U_{обр} = 600$ В, $I_{np} = 1$ А, корпус DO-214AC
S1M	Быстродействующий выпрямительный диод S1M	$U_{обр} = 1000$ В, $I_{np} = 1$ А, корпус DO-214AC
LD50	Интегральный стабилизатор напряжения LD1117х50xx	$U_{ст} = 75$ В, $I_{вых ст} = 800$ мА, корпус SOT-223
R52Z05AAFM	Заказная (модифицированная) версия МК широкого применения R5F52105ADFM	

- **Контроля тока через симисторы Q212, Q214 помпы.** Сигнал снимается с точки соединения резисторов R335-R337 с левыми (по схеме на рис. 3) выводами симисторов и далее поступает по цепи: R386 — D212 — R285, R286 — выв. 51 M500. Данная цепь используется опционально, в большинстве случаев резисторы R335, R337, R386 не устанавливаются, в этом случае R336 имеет номинал 0 Ом.
- **Контроля состояния симистора Q206 и всей силовой цепи питания приводного мотора в целом.** В этой цепи также используются два независимых детектора (положительной и отрицательной полуволн), нагруженных на общую нагрузку. Сигнал снимается с верхнего по схеме (см. рис. 3) вывода симистора Q206 и далее разделяется по цепям:
 - детектор положительных полу- волн: D309 — R352, R353 — Q312;
 - детектор отрицательных полу- волн: D306 — R325, R329 — Q311 — R330.
 Далее сигналы с детекторов объединяются и через резистор R524 поступают на выв. 32 МК M500.

Микроконтроллер

В ЭМ применяется модифицированная версия МК R5F52105ADFM фирмы RENESAS. Эта микросхема входит в семейство процессоров RX210 и выполнена в корпусе LQFP-64. На корпу-

се МК имеется маркировка R52Z05AAFM, что указывает на заказную версию данного прибора. По некоторым данным, главное отличие этой заказной версии МК от исходного источника заключается в изменении программного кода встроенного загрузчика. Вероятно, это сделано для того, чтобы адаптировать указанный МК к единым стандартам платформы ARCADIA — в том числе, к ее системе диагностики и пр. Как известно, до недавнего времени в ЭМ на платформе ARCADIA использовались только простейшие 8-битные МК производства FREESCALE и RENESAS. Применение в этой платформе 32-битного МК с более широкими, чем у предшественников, возможностями, вероятно, потребовало изменения в нем не только программы-загрузчика, но и других опций, например, внутренних конфигурационных настроек и др. На возможностях программирования нового МК остановимся ниже. Чтобы в дальнейшем избежать путаницы, будем условно называть МК с маркировкой R52Z05AAFM по наименованию его исходной версии — R5F52105ADFM.

МК R5F52105ADFM обеспечивает управление всеми компонентами и узлами в составе СМ. Перечислим его основные особенности:

- 32-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 20 кбайт;

- Встроенный генератор с внешним тактированием, работающий на частоте до 20 МГц (может работать без внешнего кварцевого резонатора). Тактовая частота процессорного ядра составляет 50 МГц;
 - Flash-память объемом 128 кбайт;
 - 48 универсальных портов ввода-вывода;
 - Набор из 8- и 16-битных таймеров (4 и 10 шт. соответственно);
 - 12-битный АЦП;
 - 10-битный ЦАП;
 - Последовательные интерфейсы SCI, I²C и SPI.
- Тактирование узлов в составе МК обеспечивается внутренним тактовым генератором, а также внешней цепью формирования сигнала сетевой синхронизации (см. описание выше). Обозначение и назначение выводов МК R5F52105ADFM приведено в таблице 2.

Примечание. Во втором столбце таблицы 2 даны неполные (только основные) обозначения выводов — на самом деле их функционал, как и обозначения, гораздо шире. С более подробной информацией на эту тему можно ознакомиться в [9]. В качестве примера — выв. 20 МК (универсальный порт P14) может использоваться как вывод одного из таймеров (MTI0C4B/TMRI3/POE#8), одного из последовательных интерфейсов (RXD1/SMISO1/SSCL1) или для других целей (IRQ0 — вход преры-

вания, RTC1C0 — вход часов реального времени).

Об инженерном программировании ЭМ

Технология инженерного программирования рассматриваемого ЭМ по сравнению с модулями ARCADIA не претерпела каких-либо изменений. Конфигурационные файлы, статистическая информация доступны специалистам с помощью программного и аппаратного инструментария, официально распространяемого производителем и альтернативными разработчиками. Все это не касается только основного ПО — альтернативным разработчикам пока удалось его считать лишь частично, для сервисных центров данный продукт производителем не распространяется.

Попытки тестирования модифицированной версии МК (R52Z05AAFМ) предпринимаются многими независимыми группами — пока удалось лишь обеспечить чтение/запись данных конфигурации и чтение статистики. Проблема осложняется тем, что все рекомендованные производителем (RENESAS) программно-аппаратные продукты, поддерживающие программирование/отладку указанного МК, ориентированы на применение по умолчанию стандартного внутреннего загрузчика. В нашем же случае загрузчик отличается от стандартного варианта. Версию МК R52Z05AAFМ можно «превратить» в стандартный R5F52105ADFМ с помощью подобного программатора (параллельного типа) — для этого необходимо выполнить стирание памяти первого микроконтроллера. При этом в памяти МК модифицированный загрузчик по умолчанию будет заменен стандартным загрузчиком.

Для программирования ЭМ ARCADIA3 существует несколько программных продуктов. Кроме официальных программ можно привести коммерческие продукты

ВТKeyTool, Arcadia Utility, EVA и др. Наиболее заметный из них — ВТKeyTool. Данный пакет предназначен для программирования ЭМ на различных платформах (EVO-1/2, ARCADIA и др.) и требует использования Bluetooth-ключа (см. ниже). Начиная с версии 4.5.4.04 в программу добавлена возможность работы с ЭМ ARCADIA3.

Чтобы кратко оценить возможности программы, на рис. 6 приведены ее основные вкладки.

Первые версии ВТKeyTool, например, были описаны в [8]. Надеемся, в будущих номерах журнала будут опубликованы материалы с подробным описанием возможностей новых релизов программы.

Что же касается программ Arcadia Utility и EVA, то они позволяют проводить только чтение конфигурационной прошивки ЭМ ARCADIA3, а также статистической информации. Запись прошивки для указанной разновидности ЭМ в этих продуктах пока не анонсирована.

По некоторым данным, существуют программно-аппаратные продукты, позволяющие полноценно работать с прошивками ЭМ ARCADIA3 (в том числе, и с основным ПО). Но по различным причинам коммерческого развития они пока не получили.

Примечание. Упомянутая выше версия ПО ЭМ (нанесена на стикере упаковки ЭМ, в нашем случае, это SW 25.00.13) имеет прикладное значение, так как конкретный конфигурационный файл

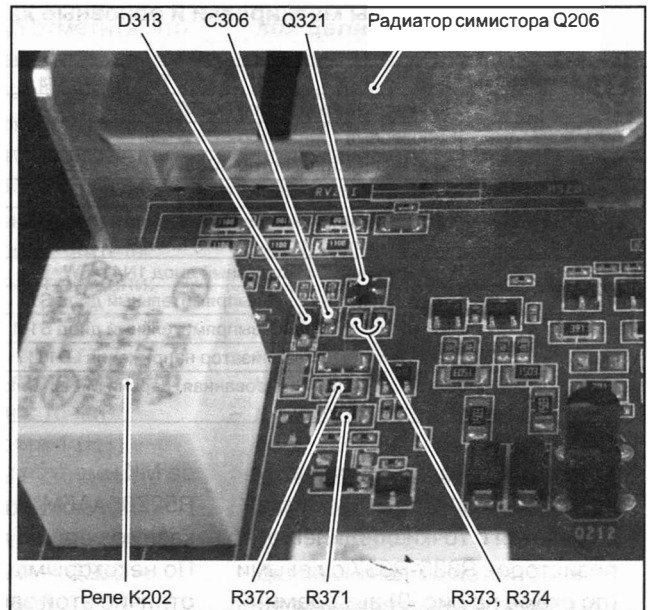


Рис. 7. Расположение элементов цепи тахогенератора на плате ЭМ

всегда ориентирован на определенные версии ПО (SW).

Внешние соединители

Кроме соединителей, предназначенных для подключения элементов и узлов в составе СМ (J200-J203, J300, J301), на ЭМ имеются другие разъемы, используемые в специальных целях:

- J400 используется для подключения диагностического ключа с целью обмена сервисной информацией между МК и внешним ПК (программирование, статистические данные). Обмен данными производится по последовательному интерфейсу I²C;
- J401 используется для подключения к ПУ (обмен данными по последовательному интерфейсу I²C);
- J403 используются в технологических целях для обмена информацией между МК и внешним устройством по интерфейсу UART (сигналы RX, TX).

Коды маркировки SMD-компонентов в составе ЭМ

Показанные на принципиальной схеме полупроводниковые SMD-компоненты не имеют позиционно-

го обозначения (это мы отмечали выше) — только корпусную маркировку. В таблице 3 приведены коды маркировки некоторых SMD-компонентов в составе ЭМ.

Диагностика и ремонт ЭМ

ЭМ SM ARCADIA3 появились на рынке совсем недавно, статистики по отказам для них очень мало, поэтому судить о каких-либо характерных дефектах данного модуля еще рано.

Если вернуться к этому материалу, большинство схемотехнических решений для рассматриваемого ЭМ заимствовано от модулей ARCADIA предыдущих поколений. Как следствие, многие неисправности этих модулей должны передаваться по «наследству» ЭМ ARCADIA3. Поэтому рекомендации по диагностике и ремонту нового ЭМ, приведенные в [2]–[5], справедливы и для него.

Кроме того, при диагностике и ремонте ЭМ следует использовать возможности, заложенные в самом модуле (коды ошибок и др., см. [6]), а также предоставляемые производителем и альтернативными разработчиками сервисные программные пакеты для ПК.

Для подключения к ПК в ЭМ имеется сервисный соединитель J400, к которому, в свою очередь, подключается сервисный ключ HARDWARE (HW) KEY. В качестве примера приведем версии ключей — первый с USB-интерфейсом (заказной код 289048), а второй ключ, кроме USB имеет еще и Bluetooth-интерфейс (код 289047) — см. [7].

В качестве примера приведем характерный дефект SM на основе ЭМ ARCADIA3, который уже был зафиксирован многими специалистами-ремонтниками.

SM не работает и формирует ошибку F01 (субкод 03).

В некоторых случаях фиксируются резкие рывки приводного мотора

Причина данного дефекта связана с неисправностью в цепи та-

хогенератора. Чаще всего неисправность бывает связана с попаданием влаги на колодку соединителя мотора, на которую выведены контакты элементов мотора (ротор, статор) и катушки тахогенератора. Вследствие этого возникает паразитная проводимость между высоковольтными цепями питания мотора и сигнальной цепью тахогенератора с последующими плачевными последствиями для ее элементов. Этот дефект может сопровождаться разрушением резисторов R372–R374. В подобном случае следует проверить эти и другие элементы указанной цепи (Q321, C306, C307, R375) — см. рис. 7. Дополнительно проверяют резистор R519 и соответствующий вход МК M500 (выв. 35) на обрыв/короткое замыкание. В заключение необходимо устранить причину попадания влаги на колодку мотора и тщательно очистить колодку от загрязнений, повлекших появление утечки высокого напряжения.

Если при данной ошибке указанные выше элементы не были повреждены (на колодку мотора не попадала влага), необходимо проверить целостность катушки тахогенератора и подключение ее к ЭМ.

Литература и интернет-источники

1. Интернет-магазин (г. Воронеж): <http://зип-врн.рф/products/modul-upravleniya-stiralnyx-mashin-indesit-c00345565/>

2. Ростов А., Федоров В. Электронные модули стиральных машин ARISTON/INDESIT, выполненные на платформе ARCADIA. Ремонт & Сервис, № 2, 3, 2011 г.

3. Ростов А., Федоров В. Электронный модуль ARCADIA стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами. Ремонт & Сервис № 4, 5, 2012 г.

4. Ростов А., Федоров В. FULL-версия электронного модуля ARCADIA стиральных машин INDESIT/ARISTON с коллекторным приводным мотором. Ремонт & Сервис № 11, 12, 2014 г.

5. Ростов А., Федоров В. Электронный модуль ARCADIA2 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с 3-фазными приводными моторами. Ремонт & Сервис № 1, 2, 2014 г.

6. Ростов А. Сервисные функции стиральных машин INDESIT, выполненных на аппаратной платформе ARCADIA. Ремонт & Сервис, № 7, 2010 г.

7. Юдин В., Ростов А. Сервисные ключи с USB-интерфейсом для бытовой техники производства Indesit Company. Ремонт & Сервис № 7, 2012 г.

8. Хребтов Ю. Программа ВТKeyTool для прошивки электронных модулей стиральных машин ARISTON/INDESIT. Ремонт & Сервис, № 12, 2011 г.

9. Renesas MCUs, RX210 Group. Datasheet. R01DS0041EJ0120. Rev.1.20. Nov 28, 2012.