

Александр Ростов (г. Зеленоград)

Устройство и ремонт электронного модуля DMPA стиральных машин ARDO

В последнее время в бытовой технике повсеместно применяются микропроцессорные технологии. Не являются исключением и стиральные машины (СМ). В их составе используются электронные микропроцессорные модули, являющиеся основным управляющим компонентом СМ. В общем потоке отказов стиральных машин электронные модули занимают довольно заметное место, но из-за политики компаний-производителей бытовой техники даже в сервисные организации на эти узлы не поставляется соответствующая документация (принципиальные схемы, спецификации элементов и др.). Считается, что подобные узлы ремонту не подлежат — их необходимо только менять. Однако, в большинстве случаев, ремонт электрон-

ных модулей бывает экономически целесообразным (за исключением случаев, связанных с отказами микросхемы микроконтроллера).

В предлагаемой статье рассматривается один из самых распространенных модулей DMPA, используемых в СМ ARDO.

Общие сведения

Электронные модули DMPA используются в стиральных машинах таких брендов, как ARDO, EBD, INOX, ELIN, EUROTTECH, SAMSUNG, SUPRA, NORDMENE и др. Внешний вид модуля показан на рис. 1. Модули DMPA используются в СМ, имеющих в своем составе асинхронный приводной мотор и командоаппарат.

Модули DMPA имеют много разновидностей, но базовый состав

элементов в их составе остается почти неизменным. Но это не означает, что все модули взаимозаменяемы — в них используются, например, разные версии прошивок микроконтроллера процессора, есть различия в номиналах и типах компонентов, в некоторых случаях изменена компоновка расположения элементов. Использование того или иного типа модуля



Рис. 1. Внешний вид модуля DMPA

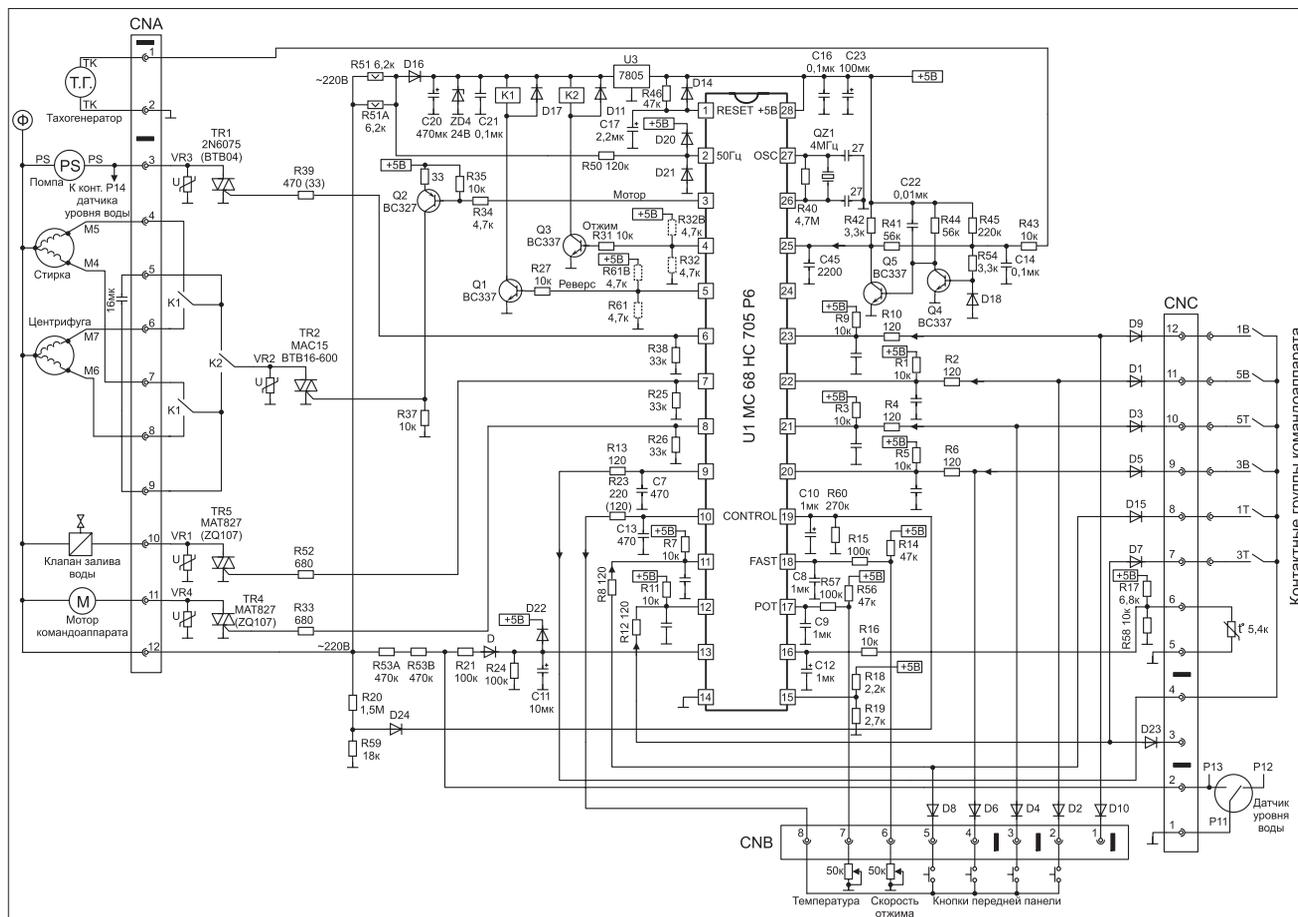


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема модуля DMPA

DMPA зависит от возможностей CM (например, различие в скорости отжима), набора и схемы соединения элементов, входящих в состав конкретной машины.

Модуль DMPA предназначен для управления следующими внешними элементами и узлами CM:

- асинхронным мотором;
- клапаном залива воды;
- сливным насосом (помпой);
- мотором командоаппарата.

Модуль напрямую не управляет нагревом воды — питание на ТЭН поступает с контактов командоаппарата и датчика уровня воды. Он также не управляет работой замка блокировки дверцы люка.

На модуль поступают сигналы от следующих элементов и узлов CM:

- от контактных групп командоаппарата;
- от катушки тахогенератора приводного мотора;
- от датчика уровня воды (пресостата);
- от функциональных кнопок;
- от датчика температуры;
- от регуляторов нагрева воды и скорости отжима (в последнем случае вместо регулятора может использоваться кнопка).

Модуль DMPA имеет встроенную функцию проверки работоспособности компонентов CM — тестовый режим.

Состав и описание работы модуля DMPA

Принципиальная схема модуля DMPA показана на рис. 2, а блок-схемы CM «Ardo A1000X» и «Ardo T80» — на рис. 3 и 4.

Прежде чем рассматривать описание и работу составных частей модуля, остановимся на назначении контактов его внешних соединителей.

Назначение контактов соединителей модуля DMPA

Модуль DMPA имеет три соединителя: CNA, CNB и CNC (см. рис. 2-4).

Состав и назначение контактов соединителей модуля приведено в табл. 1.

Состав и назначение основных узлов модуля DMPA

Условно в составе модуля DMPA можно выделить следующие узлы:

- микроконтроллер U1 (семейства M68HC05);
- питания;
- формирования команд;
- регулировок;
- контроля температуры;
- тахогенератора;
- контроля уровня воды;
- управления клапаном залива воды, помпой, мотором командоаппарата;
- управления приводным мотором.

Рассмотрим состав и работу данных узлов подробнее.

Микроконтроллер

В различных вариантах модуля DMPA могут использоваться микроконтроллеры MC68HC705 семейства M68HC05 и их аналог — ZC442260.

Микроконтроллер имеет в своем составе следующие узлы:

- однократно записываемое мачочное ПЗУ объемом 4,672 кбайт (в этой памяти хранится управляющая программа CM);
- ОЗУ объемом 176 байт;
- четырехканальный 8-битный АЦП;
- 21 линию портов ввода/вывода;
- 16-битный таймер.

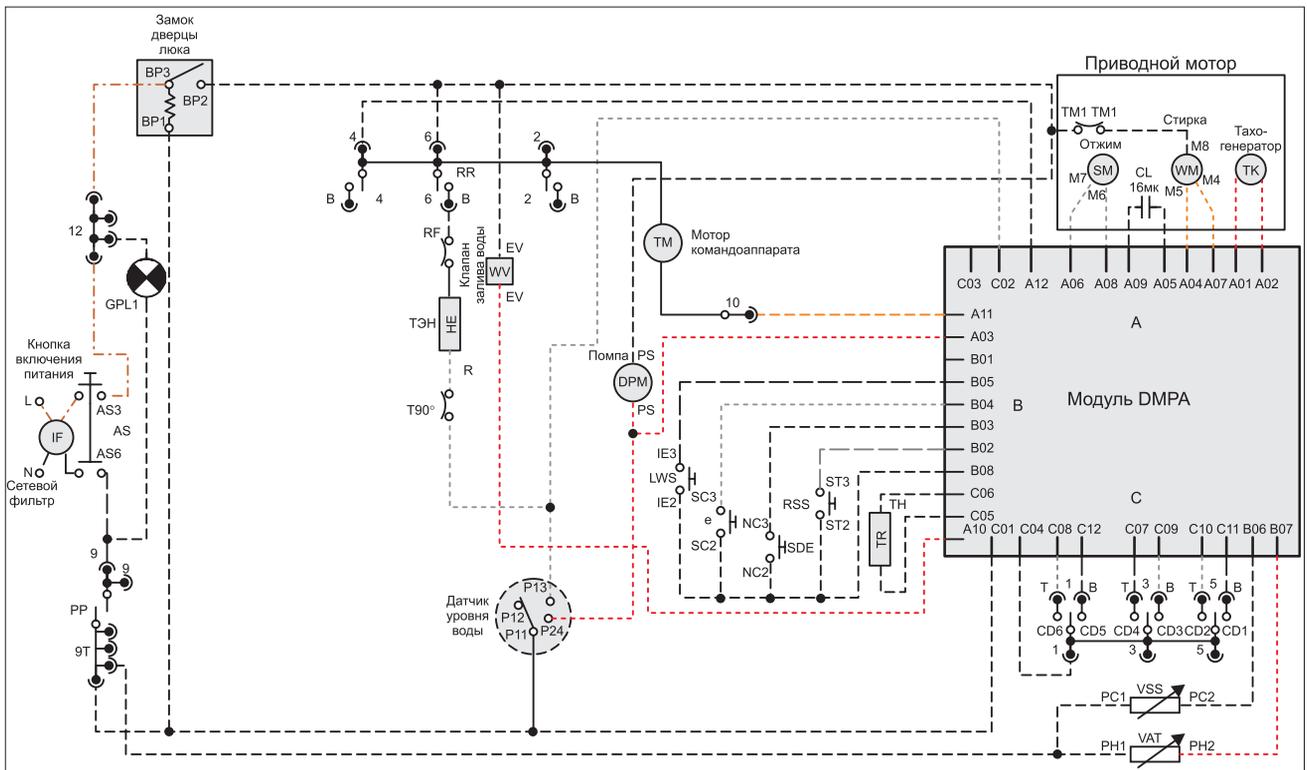


Рис. 3. Блок-схема стиральной машины «Ardo A1000X»

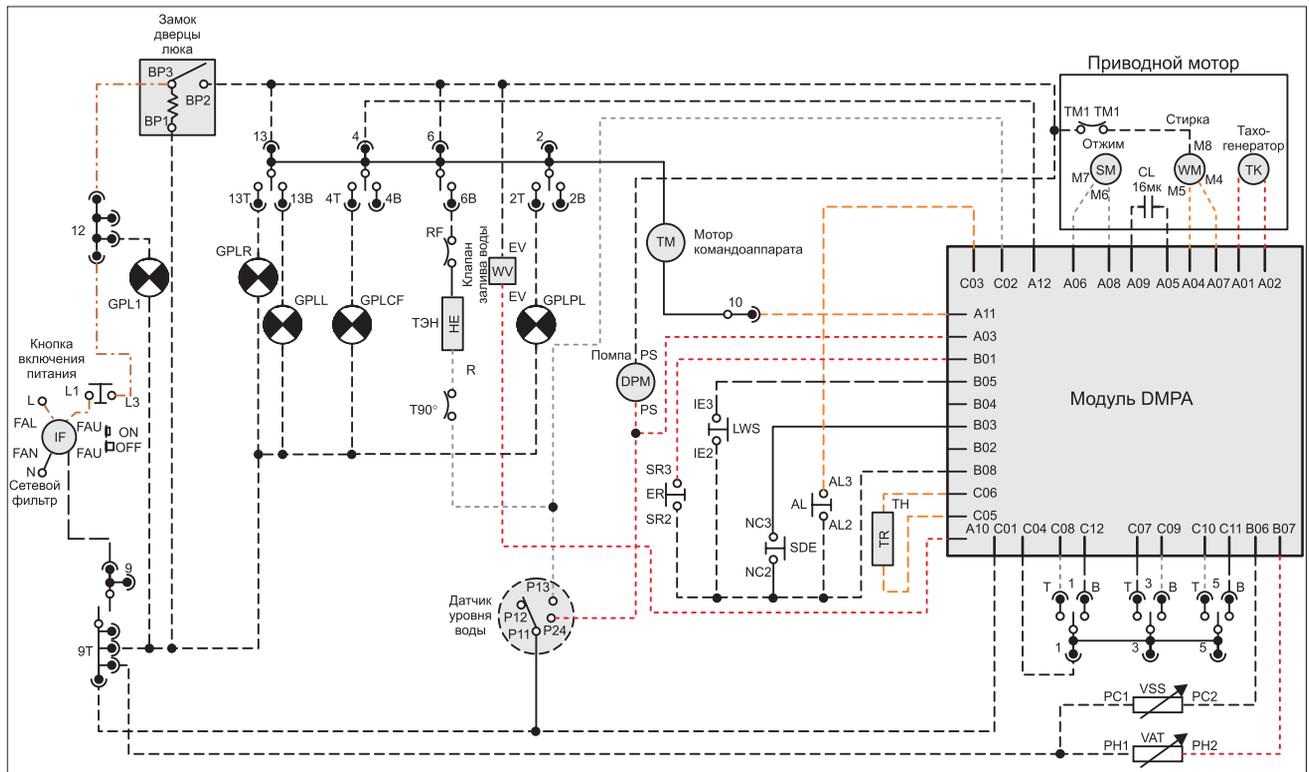


Рис. 4. Блок-схема стиральной машины «Ardo T80»

Микросхема может быть выполнена в 28-выводных корпусах PDIP или SOIC.

Для управления микроконтроллером служат внешние сигналы RESET (выв.1 U1) и IRQ (выв.2 U1). Первый используется для начального сброса микросхемы с помощью внешней цепи R46 C17 D14, а второй — для тактирования ее внутренних узлов (частота 50 Гц) с помощью цепи R50 D20 D21. Кроме того, для функционирования микроконтроллера в его составе имеется тактовый генератор, частота которого стабилизирована внешним кварцевым резонатором (4 МГц).

Назначение выводов микроконтроллера U1 в составе модуля DMPA приведено в табл. 2.

Следует отметить, что схемные решения модуля DMPA, к сожалению, выполнены таким образом, что цепи между микроконтроллером и внешними элементами модуля имеют минимум буферных компонентов, поэтому управляющие выводы микросхемы практически не защищены от возможных внешних электрических воздействий. К тому же, источник питания модуля не имеет гальванической развязки от питаю-

щей сети. Все это часто приводит к различным дефектам модуля.

Одним из основных достоинств модуля является его простота и доступность элементов для замены (кроме микроконтроллера). Также отметим, что управляющая программа SM записана в масочное ПЗУ микроконтроллера, и отказы модуля, вызванные разрушением содержимого (сбоями в работе) памяти, — достаточно редкое явление.

Узел питания

Узел питания (или источник питания — ИП) модуля состоит из следующих элементов (рис. 2):

- гасящих резисторов R51, R51A;
- выпрямительного диода D16 и фильтрующих конденсаторов C20, C21;
- стабилитрона ZD4 (напряжение стабилизации 24 В);
- интегрального стабилизатора напряжения U3 (7805).

Собственно, сама схема питания проста и дополнительных пояснений не требует. Отметим лишь, что этот узел формирует два питающих напряжения: 24 В — для питания ключей на транзисторах Q1, Q3, нагрузками

Таблица 1. Назначение контактов внешних соединителей модуля DMPA

Номер контакта	Назначение
Соединитель CNA	
A01	Вход сигнала с катушки тахогенератора о скорости вращения приводного мотора
A02	Общий тахогенератора
A03	Выход питания помпы
A04	Подключение обмотки I (M5) приводного мотора (стирка)
A05	Подключение фазосдвигающего конденсатора приводного мотора
A06	Подключение обмотки III (M7) приводного мотора (отжим)
A07	Подключение обмотки II (M4) приводного мотора (стирка)
A08	Подключение обмотки IV (M6) приводного мотора (отжим)
A09	Подключение фазосдвигающего конденсатора приводного мотора
A10	Выход питания клапана залива воды
A11	Выход питания мотора командоаппарата
A12	Питание 220 В (с контактной группы замка дверцы)

которых являются реле K1, K2, а также 5 В — для питания всех ос-

Таблица 1. Окончание

Номер контакта	Назначение
Соединитель CNB	
B01	Управляющие входы (функциональные кнопки)
B02	
B03	
B04	
B05	
B06	Регулятор (или кнопка) скорости отжима
B07	Регулятор температуры нагрева воды
B08	Выход импульсов опроса функциональных кнопок
Соединитель CNC	
C01	К контакту P11 датчика уровня (общий)
C02	К контакту P13 датчика уровня (1 уровень)
C03	Управляющий вход (функциональная кнопка)
C04	Выход импульсов опроса контактных групп командоаппарата
C05	Общий датчика температуры
C06	Вход с датчика температуры (NTC)
C07	Управляющие входы с контактной группы командоаппарата
C08	
C09	
C10	
C11	
C12	

тальных схем (в том числе, микроконтроллера U1).

Недостатками этого узла являются низкая надежность (из-за частого выхода из строя ограничительных резисторов R51, R51A и стабилитрона ZD4) и отсутствие гальванической развязки между входом и выходом.

Узел формирования команд

Этот узел служит для приема команд от контактных групп командоаппарата и функциональных кнопок, их преобразования и передачи на соответствующие входы микроконтроллера U1.

Собственно узел представляет собой простейшую динамическую матрицу (по принципу — столбец/строка), выходами опроса которой служат выв. 9, 10, а входами

Таблица 2. Обозначение и назначение выводов микроконтроллера U1

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	RESET	Внешний сигнал начального сброса
2	IRQ/Vpp	Вход сигнала прерывания (тактирования) с частотой питающей сети
3	PA7	Выход управления симистором приводного мотора
4	PA6	Выход управления ключа реле K2 (отжим/стирка) — коммутация обмоток приводного мотора в режимах стирки и отжима
5	PA5	Выход управления ключа реле K1 (реверс)
6	PA4	Выход управления симистором помпы
7	PA3	Выход управления симистором клапана залива воды
8	PA2	Выход управления мотором командоаппарата
9	PA1	Выход опроса срабатывания контактных групп командоаппарата
10	PA0	Выход опроса срабатывания функциональных кнопок CM
11	SDO/PB5	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
12	SDI/PB6	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
13	SCK/PB7	Вход сигнала с датчика уровня (1 уровень)
14	Vss	Общий
15	PC7/Vref	Вход опорного напряжения АЦП
16	PC6/AD0	Вход сигнала с датчика температуры
17	PC5/AD1	Вход сигнала с регулятора температуры
18	PC4/AD2	Вход сигнала с регулятора (кнопки) скорости отжима
19	PC3/AD3	Контроль питающего (сетевое) напряжения
20	PC2	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
21	PC1	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
22	PC0	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
23	PD5	Вход команды с контактной группы командоаппарата или функциональной кнопки
24	TCMP	Не используется
25	PD7/TCAP	Вход сигнала с тахогенератора
26	OSC2	Выход тактового генератора
27	OSC1	Вход тактового генератора
28	Vdd	Питание (+5 В)

Примечание. Выв. 2 микроконтроллера также используется для обеспечения программирования масочного ПЗУ в составе микросхемы — для этого на указанный вывод подается постоянное напряжение 16,5 В (прошивка микросхемы выполняется в заводских условиях).

приема (после контактных групп командоаппарата и функциональных кнопок) — выв. 11, 12, 17-23 U1.

Для повышения помехозащитности (подавления помех, вызванных «дребезгом» контактов и др.) к указанным выше выводам микроконтроллера подключены интегрирующие RC-цепочки.

Узел регулировок

Узел регулировок используется для преобразования механического

положения регуляторов температуры и скорости отжима в аналоговые напряжения и дальнейшего преобразования их в цифровой код. Значение этого кода считывает управляющая программа (в памяти микроконтроллера) для корректировки режимов отжима и нагрева воды.

Напряжения, формируемые потенциометрами выбора температуры нагрева воды и скорости отжима, через RC-цепочки посту-

пакот на входы АЦП U1 (выв. 17 и 18 соответственно).

В ремонтной практике зачастую случаются моменты, когда подобные регулировки не работают (при исправности элементов в указанных цепях). В этом случае следует обратить внимание на исправность и качество пайки резисторов (R18, R19 — они подключены к выв. 15 U1) формирователя опорного напряжения АЦП. На этом выводе должно быть напряжение, равное 2,8 В.

Узел контроля температуры

Узел на элементах R16, R17, R58, C12 совместно с терморезистором (установлен на баке СМ) формирует напряжение, пропорциональное температуре воды в баке, которое поступает на вход АЦП (выв. 16 U1) для дальнейшей обработки.

Узел тахогенератора

Узел предназначен для преобразования переменного синусоидального напряжения с изменяемой частотой, поступающего с выхода тахогенератора приводного мотора, в последовательность прямоугольных импульсов фиксированной амплитуды. В состав этого узла входят следующие элементы: Q4, Q5, D18, C14, C22, R41-R45, R54.

Узел контроля уровня воды

Узел предназначен для контроля состояния датчика уровня воды — замыкания/размыкания контактной группы P11-P13 (см. рис. 3 и 4). Сигнал с датчика через промежуточные элементы (R21, R24, D22, D, C11) поступает на выв. 13 микроконтроллера U1.

Узел управления клапаном залива воды, помпой, мотором командоаппарата

Узел представляет собой следующие схемы управления исполнительными устройствами СМ:

- клапана залива воды — варистор VR1, симистор TR5, резисторы R25, R52 (управление с выв. 7 U1);
- помпы — варистор VR3, симистор TR1, резисторы R38, R39 (управление с выв. 6 U1);
- мотора командоаппарата — варистор VR4, симистор TR4, резисторы R26, R33 (управление с выв. 8 U1).

Узел управления приводным мотором

Узел имеет в своем составе несколько блоков:

- коммутации обмоток асинхронного приводного мотора (реверс, отжим/стирка) — ключи Q1, Q3 и реле K1, K2 (управляются с выв. 4, 5 U1);
- управления скоростью вращения приводного мотора — буферный каскад на транзисторе Q2 и симисторе TR2 (управление с выхода ШИМ микросхемы U1 — выв. 3);
- контроля скорости вращения приводного мотора (сигнал с тахогенератора поступает на усилитель-формирователь на транзисторах Q4, Q5, а с него — на выв. 25 U1).

Примечание. В приводном моторе имеются пять обмоток: три из них используются в режиме стирки (обмотки соединены по схеме «звезда»), а два — в режиме отжима. Для функционирования мотора используется внешний фазосдвигающий конденсатор, коммутацию обмоток (в режимах реверса и стирки/отжима) выполняют реле K1 и K2 (расположены на модуле).

Схема подключения обмоток на колодке приводного мотора показана на рис. 5. На этом рисунке также видно, что на указанной колодке выведены выводы катушки тахогенератора и защитного термомостата.

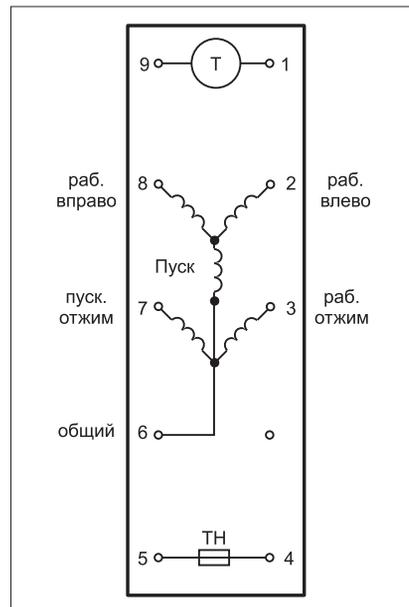


Рис. 5. Схема подключения обмоток приводного мотора

Как отмечалось выше, модули DMPA имеют много разновидностей. В табл. 3 приведена информация о наличии резисторов в составе модуля в зависимости от максимальной скорости отжима.

Характерные неисправности модуля DMPA и способы их устранения

После включения СМ загорается контрольная лампа на передней панели, блокируется замок люка дверцы, но запуск программ стирки не происходит

Наиболее частой причиной подобного дефекта является отсутствие (или снижение) питающего напряжения +5 В.

В первую очередь следует проверить работоспособность ИП модуля. Он должен формировать постоянные напряжения +5 В (на выходе микросхемы стабилизатора U3) и +24 В (на выводах стабилитрона ZD4). На принципиальной схеме модуля (рис. 2) видно, что ИП представляет собой линейный источник. Сетевое напряжение гасится параллельно включенными мощными резисторами R51, R51A и поступает на выпрямительный диод D16, а затем — на стабилизаторы постоянного напряжения ZD4 и U3.

Сделать вывод о причине отсутствия одного или обоих напряже-

Таблица 3. Наличие резисторов в составе модуля DMPA в зависимости от максимальной скорости отжима

Максимальная скорость отжима, об/мин	Обозначение резисторов на модуле DMPA			
	R32	R32B	R61	R61B
800	есть	нет	нет	есть
1000	нет	есть	есть	нет
1200	есть	нет	есть	нет
1400	нет	есть	нет	есть

ний на выходе источника питания не представляет труда — необходимо проверить указанные цепи (и их элементы), а также нагрузки.

Еще одной причиной данной неисправности может быть отказ самого микроконтроллера U1, его внешних элементов (схемы сброса (R46, D14, C17), кварцевого резонатора QZ1), а также отсутствие сигнала тактирования питающей сети на выв. 2 U1 (в последнем случае чаще всего выходит из строя резистор R50). Отсутствие запуска программ стирки также может быть вызвано неисправностью в цепи контроля сетевого напряжения (R20, R59, R60, C10, D24, выв. 19 U1).

Были отмечены случаи, когда наблюдались совершенно необъяснимые сбои в работе СМ с модулем DMPA («зависания» при выполнении различных программ, проблемы с включением помпы, клапана и др.). Во всех случаях проверка выявила, что на выходе стабилизатора напряжения U3 было напряжение в пределах 4,65...4,9 В.

СМ не работает в режиме ОТЖИМ и/или не выполняется реверсивное вращение барабана в режиме стирки

Чаще всего подобный дефект вызван обрывом одного из гасящих резисторов (R51, R51A) — вследствие этого ток, потребляемый ИП, уменьшается. Соответственно, ток, отдаваемый в нагрузки ИП, также уменьшается. В этом случае напряжение на стабилитроне ZD4 падает в момент включения реле K1, K2. При этом напряжение на выходе стабилизатора U3, как правило, остается неизменным. Снижение напряжения по шине +24 В приводит к тому, что перестают работать ключи, нагрузками которых являются реле (последние служат для коммутации обмоток приводного мотора в режимах РЕВЕРС и СТИРКА/ОТЖИМ)

Также были отмечены случаи, когда при обрыве одного из резисторов (R51, R51A) в СМ может не работать только режим отжима.

Следует отметить, что при исправности указанных выше резисторов (и проявлении признаков дефекта) следует проверить следующие элементы:

- стабилитрон ZD4 (достаточно проконтролировать напряжение на его выводах);
- конденсаторы C20, C21 (на утечку);
- ключи Q1, Q3;
- реле K1, K2 (на обрыв обмоток и «залипание» контактных групп);
- микроконтроллер U1 (выв. 4, 5).

Отсутствует нагрев воды

В первую очередь следует убедиться в исправности регулятора (50 кОм) и датчика температуры (при 20°C его сопротивление должно быть около 6 кОм), а также их цепей и элементов на модуле (R56, R57, C9, выв. 17 U1 и R16, R17, R58, C12, выв. 16 U1 соответственно).

Также необходимо проверить ТЭН (его сопротивление около 20 Ом), защитный термостат (ТН90° на рис. 3) и соответствующую контактную группу командоаппарата. Если указанные элементы исправны, принимают решение о замене микроконтроллера или целиком модуля.

При включении СМ происходит залив воды в бак, при достижении уровня перелива включается помпа. Этот процесс можно прервать, только выключив СМ

Подобный случай не следует путать с явлением так называемого «самослива» (или «сифона»), когда конец сливного шланга находится на высоте, менее 50...70 см от пола и вся заливаемая вода «самотечком» вытекает через сливной шланг. Информация по подключению слива обычно приведена в инструкции по эксплуатации СМ.

Рассмотрим варианты, когда подобная ситуация вызвана неисправностью элементов СМ и модуля.

Вначале проверяют элементы цепи управления клапаном залива воды (симистор TR5 и др.), сам клапан (он может «залипнуть» в открытом состоянии), а затем — контроль уровня воды. Остановимся подробнее на последней цепи.

Контроль уровня воды выполняет датчик уровня (PREH на рис. 3). Он коммутирует соответствующие контактные группы в своем составе в зависимости от уровня воды в баке. Датчик имеет три состояния:

- «ПУСТОЙ БАК» — замкнуты контакты P11-P12 (не контролируется модулем);

- «1 УРОВЕНЬ» — замкнуты контакты P11-P13;

- «УРОВЕНЬ ПЕРЕЛИВА» — замкнуты контакты P11-P14 (не контролируется модулем).

В первом и последнем случаях уровень воды не контролируется модулем.

При достижении уровня перелива датчик уровня замыкает цепь питания помпы и происходит автоматический слив воды.

Что же касается состояния датчика «1 уровень», при замыкании контактов P11-P13 через цепь контроля уровня R21 D R24 C11 D22 низкий логический уровень поступает на выв. 13 U1. Микроконтроллер в соответствии с управляющей программой формирует команду о прекращении залива воды (с выв. 7 через симистор TR5 — на клапан).

Когда вследствие неисправности элементов указанной цепи сигнал «1 уровня» не доходит с датчика до микроконтроллера, клапан не перекрывает воду (при достижении этого уровня), а дальше происходит одновременно слив и залив воды (см. заголовок). Продолжаться бесконечно это, естественно, не может хотя бы потому, что клапан залива воды может быстро выйти из строя (а точнее, перегорит его катушка). Клапан может быть открыт не более 3 минут и после этого закрыт не менее чем на 5 минут.

Часто в подобной ситуации достаточно проверить исправность резистора R21 и диода D23 (рис. 2). Остальные элементы указанной цепи выходят из строя значительно реже (R24, C11, D22, R53A и R53B).

Примечание. При коротком замыкании (утечке) электролитического конденсатора C11 (установлен в цепи контроля уровня воды) на выв. 13 U1 будет постоянно присутствовать уровень лог. «0». Фактически это будет означать, что на микроконтроллер поступает ложная информация о наличии воды в баке («1 уровень»). В подобном случае цикл залива воды в бак СМ не будет выполняться.

При выполнении программы стирки барабан вращается на больших оборотах

В этом случае необходимо проверить элементы цепи контроля

оборотов приводного мотора (катушка тахогенератора (подключена к конт. 1, 2 соединителя СНА) — усилитель-формирователь на транзисторах Q4, Q5 — выв. 25 микросхемы U1).

Неисправности, связанные с отказом функционирования помпы, мотора командоаппарата и клапана залива воды

Собственно, помпа, клапан залива воды и мотор командоаппарата управляются микроконтроллером U1 (см. рис. 2) через цепи, в составе которых имеются мало-мощные симисторы (соответственно — TR1, TR5, TR4).

Поиск возможных неисправностей в цепях управления указанными исполнительными устройствами не представляет труда.

Нарушена логика работы СМ (пропуск операций или вообще отсутствует старт программ стирки) и/или не работают функциональные кнопки на передней панели

Причина подобного дефекта может быть вызвана тем, что не рабо-

тает узел формирования команд (см. выше).

В первую очередь необходимо убедиться в наличии импульсов опроса на выв. 9, 10 U1 (рис. 2), а затем — проверить состояние контактных групп командоаппарата, исправность функциональных кнопок. Также следует проверить наличие контакта в соединителях СNB, CNC.

Если указанные проверки ни к чему не привели, проверяют элементы RC-цепей, подключенных к выв. 11, 12, 20-23 U1 (входы опроса).

В режиме ОТЖИМ барабан СМ не вращается или вращается на малых оборотах (особенно наглядно это проявляется, если в барабан загружено белье)

Выше был рассмотрен один из случаев, когда отсутствует отжим (вследствие неисправности элементов ИП). Здесь несколько иная ситуация. Она связана с падением мощности приводного мотора. Подобный дефект может быть вызван как неисправностью самого приводного мотора (вследствие меж-

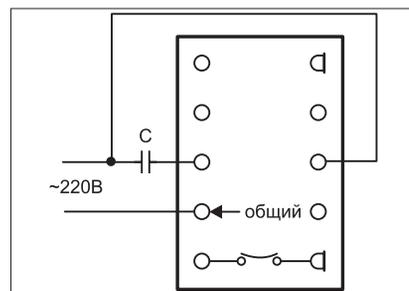


Рис. 6. Схема для проверки приводного мотора

витковых замыканий в его обмотках), неисправностью фазосдвигающего конденсатора (подключен к контактам 5, 9 соединителя CNC), так и выходом из строя контактных групп реле K1, K2.

Реле и конденсатор проверяются только заменой.

Работоспособность приводного мотора можно проверить, собрав временную схему, показанную на рис. 6.

Также необходимо отметить, что данный дефект проявляется, если ослабло натяжение ремня между шкивами приводного мотора и барабана.