

Компания ВЕСПЕР		Изм.	Листов	Лист	
		нов	47	1	
Ремонт преобразователей частоты E2-8300-S2L					
Файл	Руководство по ремонту E2-8300-S2L.doc	Разработал	Беляков		
Дата изм.	26.03.2014 г.	Проверил	Михин		
Дата печати					
		Утвердил	Крикунова		

Руководство по ремонту

преобразователей частоты

E2-8300-S2L

Версия 1.0

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	4
3. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ.....	5
3.1. Перечень инструмента.....	5
3.2. Комплектуемые изделия	5
3.3. Расходные материалы.....	5
3.4. Измерительные приборы и специальные приспособления	5
4. ДИАГНОСТИКА.....	8
4.1. Общие положения	8
4.2. Фото общего вида преобразователей E2-8300-S2L	8
4.3. Блок-схема преобразователей частоты E2-8300-S2L	9
4.4. Фотографии сменных узлов преобразователей частоты E2-8300-S2L	10
4.5. Блок-схема диагностики преобразователей частоты E2-8300-S2L.....	13
4.6. Визуальный осмотр преобразователя.....	14
4.7. Диагностика силовых терминалов матрицы	14
4.8. Диагностика платы ЭМИ фильтра.....	19
4.9. Диагностика вентилятора.....	19
4.10. Подключение преобразователя частоты к сети.....	20
4.11. Чтение истории ошибок.....	21
4.12. Проверка на лампы накаливания.....	21
4.13. Проверка на двигатель.....	21
4.14. Диагностика входных и выходных цепей управления	22
4.15. Порядок действий после завершения диагностики.....	23
5. БЛОК-СХЕМЫ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА	24
5.1. Замена пульта управления	24
5.2. Замена платы центрального процессора	24
5.3. Замена вентилятора	23
5.4. Замена платы ЭМИ-фильтра	24
5.5. Замена силовой части	25
5.6. Замена других составных частей	25
6. РАЗБОРКА	27
6.1. Демонтаж пульта управления	27
6.2. Демонтаж верхней части корпуса.....	27
6.3. Демонтаж платы центрального процессора	28
6.4. Демонтаж средней части корпуса	28
6.5. Демонтаж вентилятора	29
6.6. Демонтаж модуля ПЧ.....	30
6.7. Демонтаж платы ЭМИ-фильтра	31
6.8. Демонтаж силовой части	31
7. СБОРКА	34
7.1. Установка матрицы IGBT	34
7.2. Установка платы драйверов.....	35
7.3. Установка платы ЭМИ-фильтра	38
7.4. Установка модуля ПЧ	39
7.5. Установка панели вентилятора	40
7.6. Установка средней части корпуса	39
7.7. Установка платы ЦП	41
7.8. Установка верхней части корпуса	41
7.9. Установка пульта управления	43
8. ВЫХОДНОЙ КОНТРОЛЬ.....	44
Приложение 1. Структурная схема E2-8300-S2L.....	47

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее Руководство предназначено для сертифицированных сервисных центров компании «Веспер автоматика», выполняющих ремонт преобразователей частоты моделей E2-8300-S2L.

1.2. Данное Руководство может быть использовано инженерно-техническими службами предприятий для проведения самостоятельного ремонта.

Примечание. ООО «Веспер автоматика» несет ответственность за результаты ремонта только в том случае, если ремонт выполнен в сертифицированном сервисном центре компании «Веспер автоматика». При самостоятельном ремонте ответственность лежит на службе, выполняющей такой ремонт.

1.3. Организационные процедуры всех этапов ремонта изложены в «Инструкции о порядке приема, подготовки и проведения ремонтных работ преобразователей частоты E1, E2 и E3 и устройств плавного пуска ДМС», утвержденной 12.08.09 г.

1.4. В процессе ремонта преобразователей частоты (далее по тексту – ПЧ) выполняются следующие работы:

1.4.1. Диагностика ПЧ и определение неисправных составных частей.

1.4.2. Разборка (частичная или полная).

1.4.3. Замена неисправных составных частей (блоков, узлов, деталей);

1.4.4. Сборка.

1.4.5. Выходной контроль отремонтированного ПЧ и прогон под нагрузкой.

1.5. Методы диагностики и определения неисправных узлов изложены в разделе 4.

1.6. В разделе 5 приведены блок-схемы процессов ремонта, показывающие последовательность операций по замене неисправных узлов.

1.7. В разделах 6, 7 и 8 описаны операции соответственно по разборке, сборке и выходному контролю ПЧ.

1.8. В тексте настоящего руководства применяются следующие графические обозначения:



используемые оборудование и инструмент (с номерами пунктов раздела 3);



особые указания.

2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- 2.1. Перед подключением преобразователя убедитесь, что напряжение источника питания (сети) соответствует номинальному значению.
- 2.2. Во избежание возгорания не устанавливайте преобразователь на горючие поверхности.
- 2.3. Не присоединяйте и не разъединяйте разъёмы, если ПЧ подключен к сети. Отсоединение или проверка компонентов разрешается только через 5 минут после отключения питания и погасания индикаторов.
- 2.4. Не присоединяйте и не отсоединяйте нагрузку (двигатель или лампы накаливания) к выходным клеммам преобразователя, если ПЧ подключен к сети. Отсоединение или подключение нагрузки разрешается только через 5 минут после отключения питания и погасания индикаторов.
- 2.5. Не прикасайтесь к нагревающимся компонентам, например радиатору и тормозному резистору, поскольку их температура может быть достаточно высока.
- 2.6. Соблюдайте правила техники безопасности при работе с высоким напряжением.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ

3.1. Перечень инструмента

- 3.1.1. Рабочий стол
- 3.1.2. Паяльная станция
- 3.1.3. Кусачки боковые
- 3.1.4. Пинцет
- 3.1.5. Динамометрическая отвертка 0,5 – 5 Н*м
- 3.1.6. Насадка крестовая PH2x150
- 3.1.7. Отвертка плоская 3x150
- 3.1.8. Отвертка крестовая PH2x150
- 3.1.9. Ключ гаечный рожковый 5,5
- 3.1.10. Шпатель резиновый 50 мм
- 3.1.11. Флакон полиэтиленовый 100 мл
- 3.1.12. Тара для составных частей ПЧ
- 3.1.13. Тара для крепежа
- 3.1.14. Тара для брака
- 3.1.15. Механический оловоотсос

3.2. Комплектующие изделия

- 3.2.1. Ремонтируемое изделие
- 3.2.2. Комплектующие изделия (на замену) в соответствии с актом диагностики

3.3. Расходные материалы

- 3.3.1. Припой ПОС-61 трубчатый с флюсом
- 3.3.2. Теплопроводный компаунд DOW CORNING 340
- 3.3.3. Смесь спирто-бензиновая 1:1 (далее по тексту – СБС)
- 3.3.4. Салфетка бязевая 20x20 см

3.4. Измерительные приборы и специальные приспособления, рекомендованные для проведения диагностики и ремонта

Таблица 3.1.

Наименование	Фото
3.4.1. Мультиметр М-838 (Или аналог, с режимом прозвонки диодов)	 A photograph of a digital multimeter, model M-838, lying on a light-colored surface. The multimeter is black with a digital display at the top. It has several buttons and a rotary dial on the front. Two test leads are connected to the top: a red lead with a pointed tip and a black lead with a pointed tip. The leads are coiled around the multimeter.

3.4.2. Регулируемый блок питания
Напряжение питания ~220В, 50Гц
Выходное напряжение постоянного тока от 0 до 24В
Ток нагрузки, не менее 1,0 А



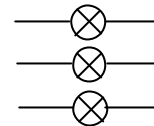
3.4.3. Кабель для подключения к однофазной сети переменного тока ~220 В, 50 Гц



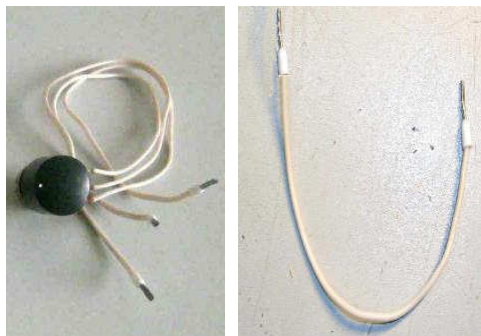
3.4.4. Трехфазный асинхронный двигатель
0,75 (1,5) кВт, ~220 В



3.4.5. Лампы накаливания 220 В, 40... 100 Вт, 3 шт,
соединённые по схеме «Звезда»



3.4.6. Потенциометр 1 - 10 кОм;
Проволочная перемычка.



3.4.7. Токоизмерительные клещи Fluke 353



4. ДИАГНОСТИКА

4.1. Общие положения

- 4.1.1. Диагностика преобразователя частоты включает в себя оценку его технического состояния и определение неисправных сменных частей (блоков, плат, узлов и деталей).
- 4.1.2. Прежде чем приступить к диагностике, необходимо ознакомиться со структурной схемой преобразователей частоты E2-8300 и внешним видом сменных блоков и узлов (п.п. 4.3, 4.4 и Приложение 1).
- 4.1.3. Основная последовательность действий при диагностике ПЧ представлена на блок-схеме (п. 4.5).

4.2. Общий вид преобразователя E2-8300-S2L представлен на рис. 4.1.



Рис. 4.1

4.3. Блок-схема преобразователей частоты E2-8300-S2L приведена на рис. 4.2, структурная схема преобразователя - в Приложении 1.

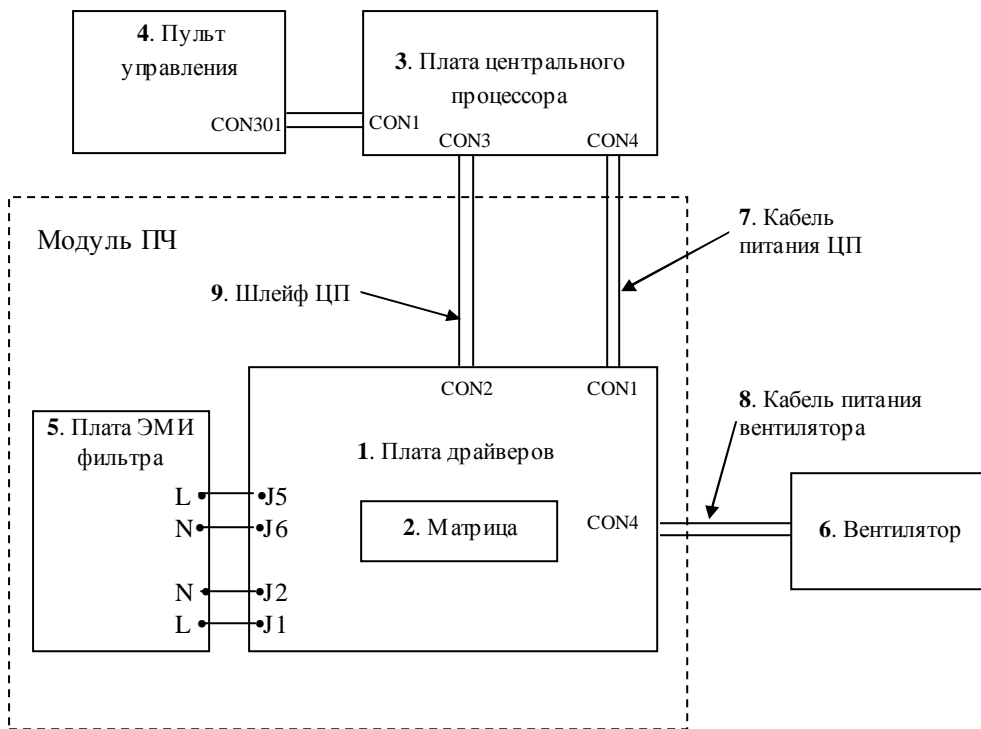

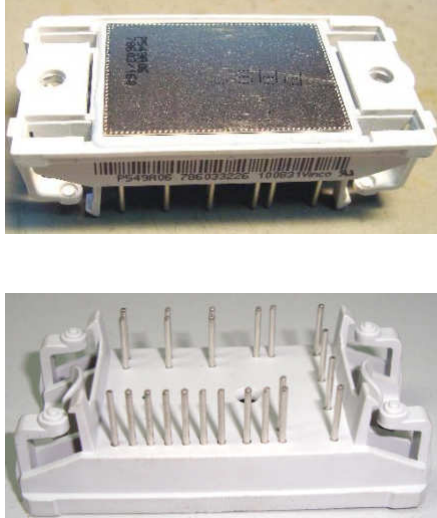
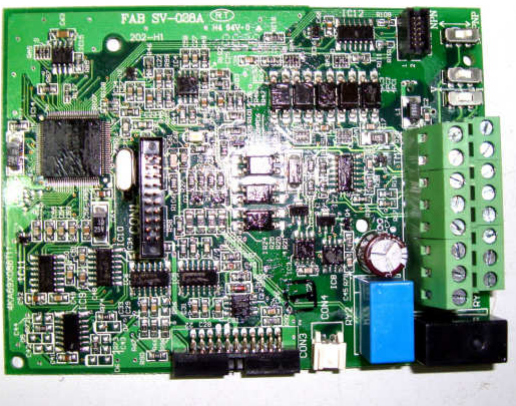

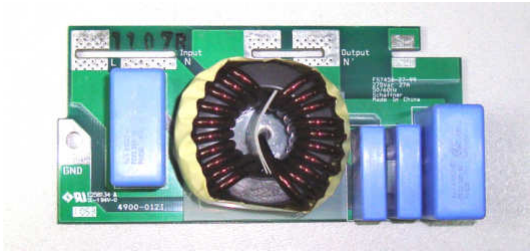
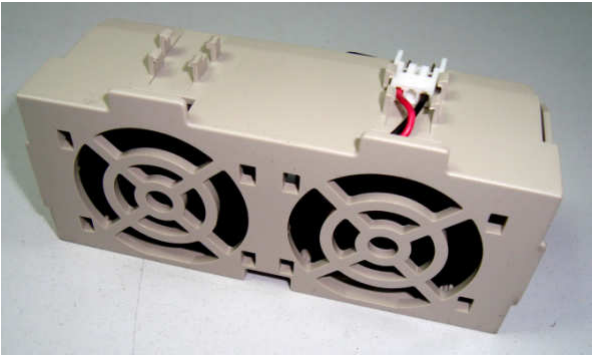



Рис. 4.2. Блок-схема преобразователей частоты E2-8300-S2L

4.4. Фотографии сменных узлов, входящих в состав преобразователя частоты E2-8300-S2L приведены в табл. 4.1. (Порядковые номера соответствуют рис. 4.2)

Таблица 4.1.

№	Наименование	Фото
1	Плата драйверов E2-8300-S2L	
2	Матрица IGBT: P545Axx	
3	Плата центрального процессора E2-8300-S2L	

4	Пульт управления E2-8300	
5	Плата ЭМИ-фильтра	
6	Панель с вентилятором	
7	Кабель питания платы ЦП	

8	Кабель питания вентилятора	
9	Шлейф ЦП	

4.5. Блок-схема диагностики преобразователей частоты E2-8300-S2L

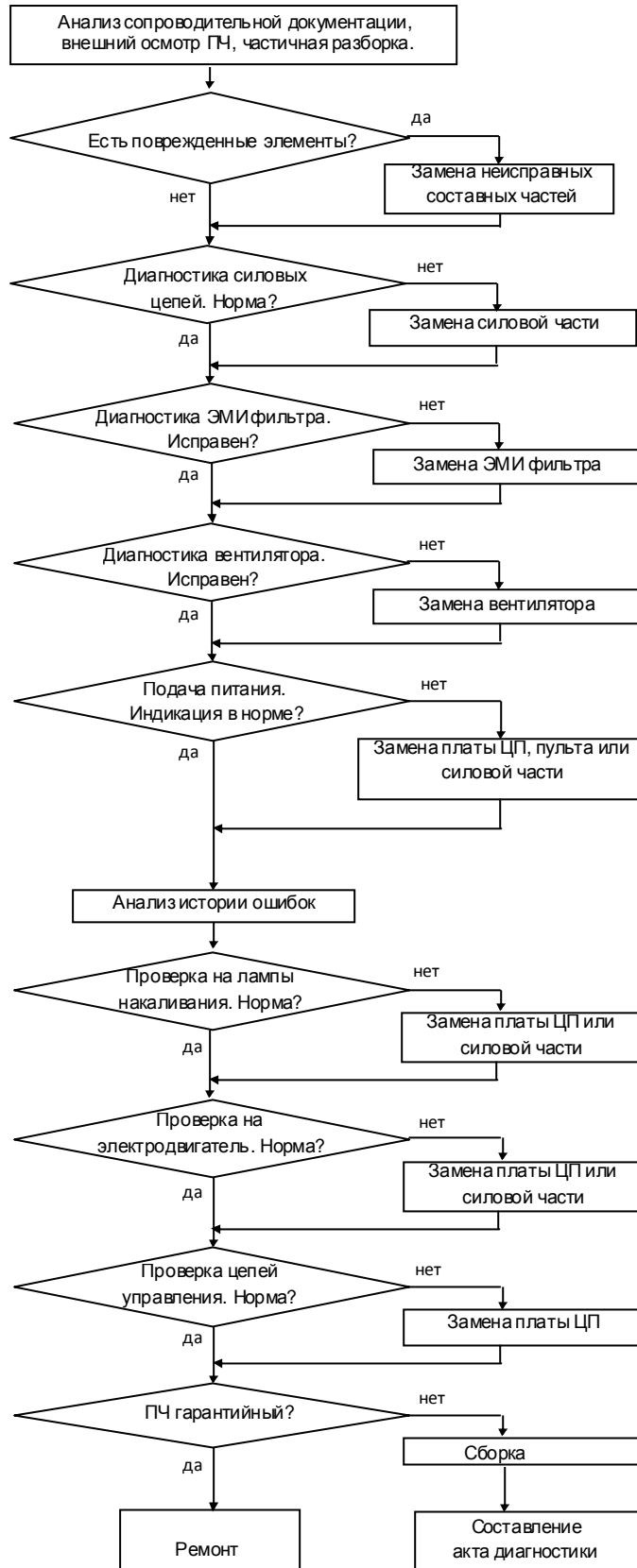


Рис.4.3.

4.6. Визуальный осмотр преобразователя.

- 4.6.1. Ознакомиться с содержанием сопроводительных документов (акта, письма и т.д.). Произвести внешний осмотр ПЧ, при этом обратить внимание на возможные повреждения корпуса и пульта управления.
- 4.6.2. Провести частичную разборку преобразователя (снять пульт, демонтировать плату ЦП, извлечь модуль ПЧ из корпуса) в соответствии с п.п.6.1...6.6.
- 4.6.3. Произвести визуальный осмотр всех электронных компонентов и печатных проводников на платах. В случае обнаружения повреждённых элементов, соответствующие составные части подлежат замене.

4.7. Диагностика силовых терминалов матрицы и термистора.

Мультиметр 3.4.1

Диагностика силовых терминалов заключается в «прозвонке» клемм L, N, T1, T2, T3, BR, силовой клеммной колодки TM1 с терминалами «+» и «-» звена постоянного тока. Терминал «+» связан с клеммами P и P1 силовой клеммной колодки TM1 (рис.4.4). Терминал «-» связан с контактной площадкой на плате драйверов, обозначенной «N» (рис.4.4). Диагностика термистора заключается в прозвонке между собой контактных площадок TH1 и TH2.

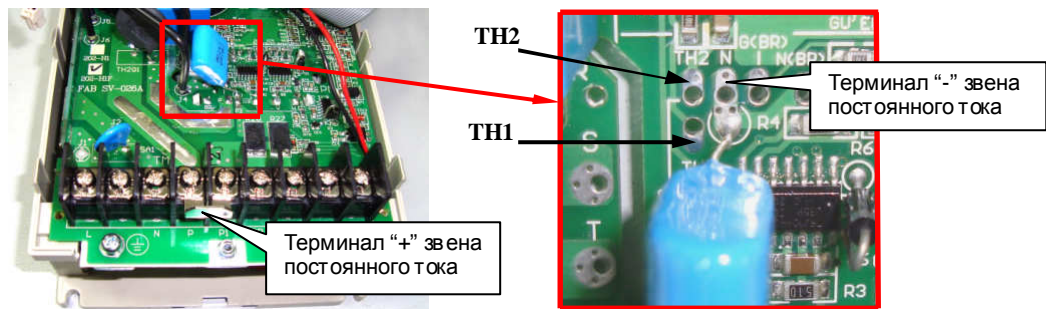


Рис. 4.4

- 4.7.1. Проверить наличие шинной перемычки между клеммами P и P1 силовой клеммной колодки TM1 (рис.4.4), убедиться в том, что клеммы затянуты.
- 4.7.2. Установить мультиметр в режим «Прозвонка диодов».
- 4.7.3. Электрическая принципиальная схема матриц P545 приведена на рис.4.5 (на схеме также показаны внешние силовые клеммы ПЧ).

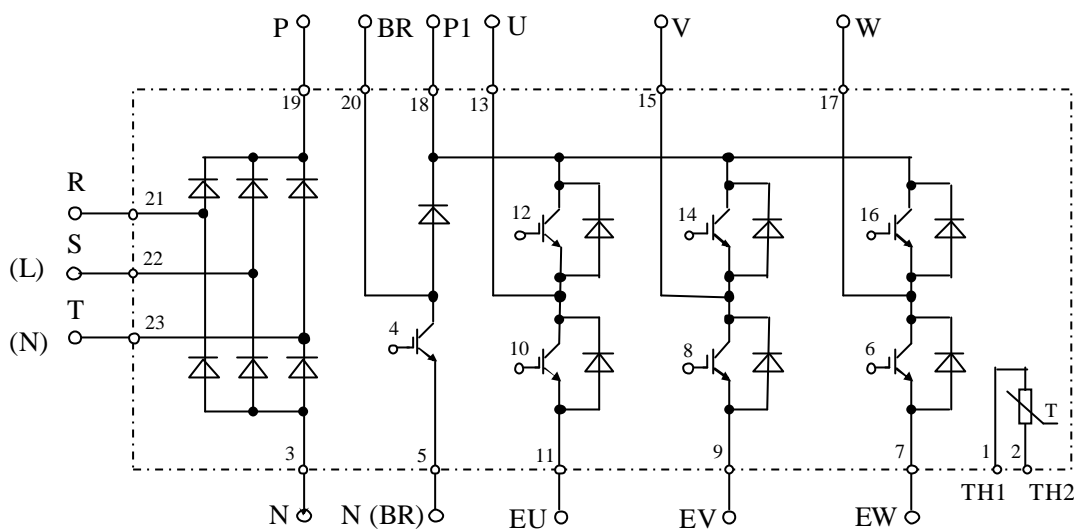

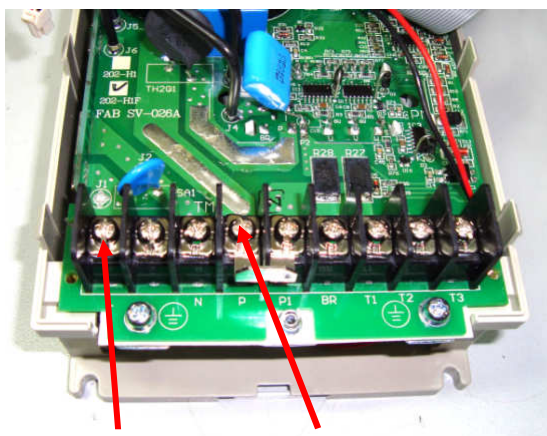


Рис.4.5. Принципиальная схема матрицы P545A.

4.7.4. Подключить щупы мультиметра к клеммам L и P силовой клеммной колодки ТМ1 в соответствии с рис. 4.6а. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис. 4.6б. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).

 **Мультиметр 3.4.1**

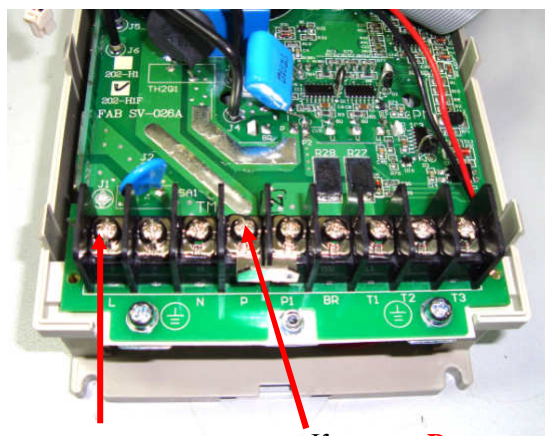
4.7.5. Подключить щупы мультиметра к клеммам N и P силовой клеммной колодки ТМ1 в соответствии с рис. 4.6в. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис. 4.6г. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).



Клемма «L»
Щуп «Ω» прибора

Клемма «P»
Щуп «COM»

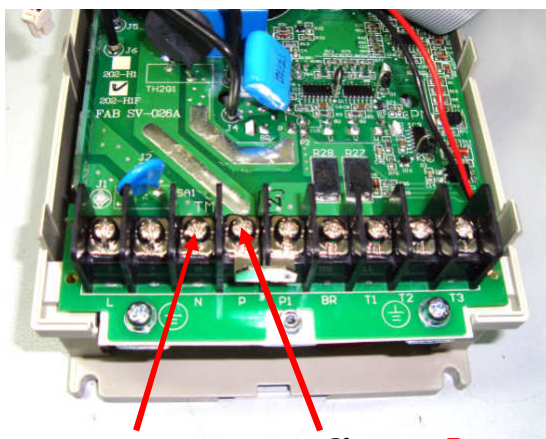
а)



Клемма «L»
Щуп «COM»

Клемма «P»
Щуп «Ω» прибора

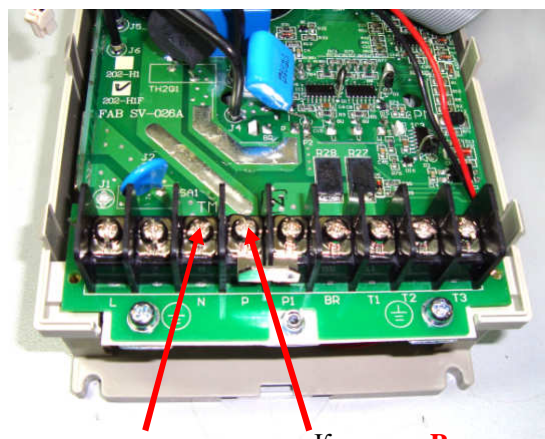
б)



Клемма «N»
Щуп «Ω» прибора

Клемма «P»
Щуп «COM»

в)



Клемма «N»
Щуп «COM»

Клемма «P»
Щуп «Ω» прибора

г)

Рис.4.6. Проверка входных силовых цепей относительно терминала «+» звена постоянного тока.

4.7.6. Подключить щупы мультиметра к клемме L силовой клеммной колодки ТМ1 и терминалу "-", в соответствии с рис. 4.7а. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис. 4.7б. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).

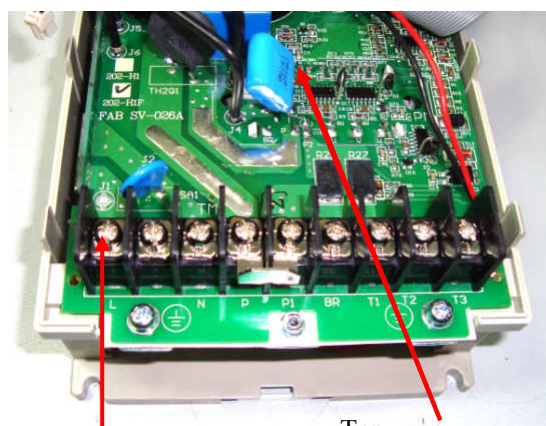
4.7.7. Подключить щупы мультиметра к клемме N силовой клеммной колодки ТМ1 и терминалу "-", в соответствии с рис. 4.7в. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис.4.7г. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).



Клемма «L»
Щуп «COM»
прибора

Терминал «-»
Щуп «Ω»

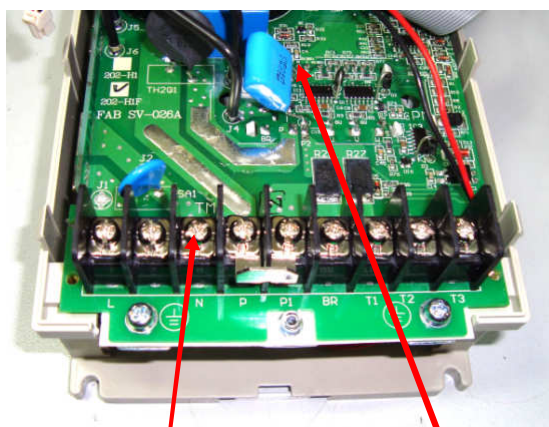
а)



Клемма «L»
Щуп «Ω»

Терминал «-»
Щуп «COM»
прибора

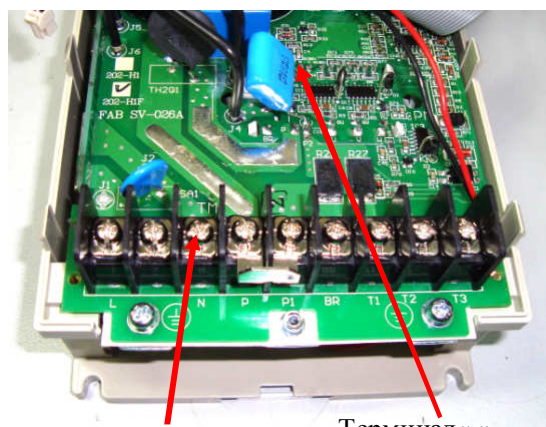
б)



Клемма «N»
Щуп «COM»
прибора

Терминал «-»
Щуп «Ω»

в)



Клемма «N»
Щуп «Ω»

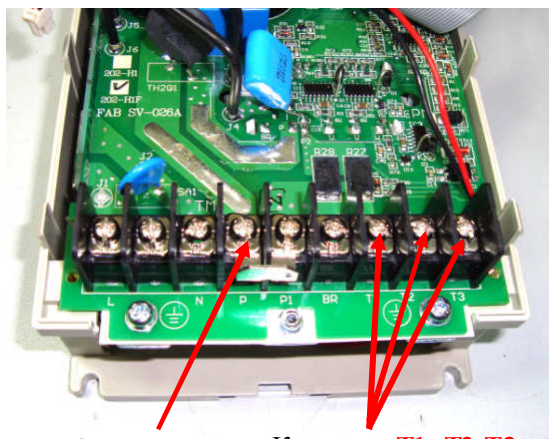
Терминал «-»
Щуп «COM»
прибора

г)

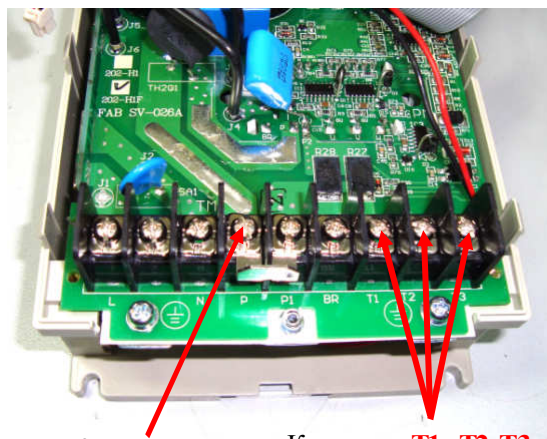
Рис.4.7. Проверка входных силовых цепей относительно терминала "-" звена постоянного тока

4.7.8. Подключить щупы мультиметра к клемме P и поочерёдно к клеммам T1, T2, T3 силовой клеммной колодки TM1 в соответствии с рис. 4.8а. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис. 4.8б. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).

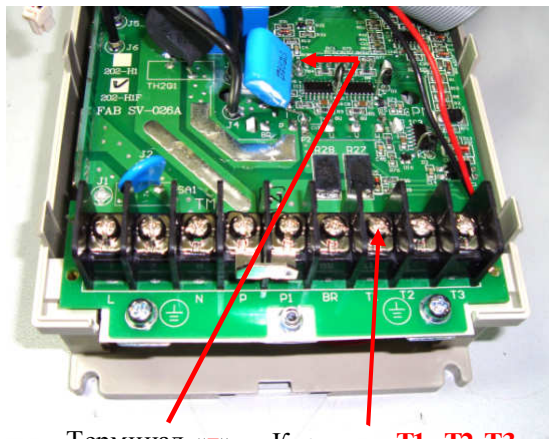
4.7.9. Подключить щупы мультиметра поочерёдно к клеммам T1, T2, T3 силовой клеммной колодки TM1 и к терминалу "-", в соответствии с рис. 4.8в. Показания прибора при исправной матрице должны быть в пределах 200...1000 (прямая проводимость диода). Если показания прибора отличаются более чем на 10%, матрица считается неисправной. Подключить щупы мультиметра в соответствии с рис. 4.8г. Прибор должен показать «Обрыв цепи» (обратная проводимость).



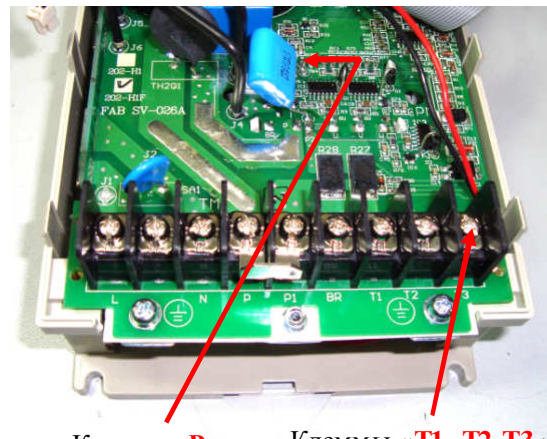
Клемма «P» Щуп «COM»
Клеммы «T1, T2, T3» Щуп «Ω»
а)



Клемма «P» Щуп «Ω»
Клеммы «T1, T2, T3» Щуп «COM»
б)



Терминал «-» Щуп «Ω»
Клеммы «T1, T2, T3» Щуп «COM»
в)



Клемма «P» Щуп «COM»
Клеммы «T1, T2, T3» Щуп «Ω»
г)

Рис.4.8. Проверка выходных силовых цепей относительно терминалов "+" и "-" звена постоянного тока

4.7.10. Проверить цепь P-BR (защитный диод ключа динамического торможения), как показано на рис. 4.9. Исправная цепь «звонится» как диод (при прямой проводимости показания прибора 200.....1000, рис. 4.9.а, при обратной проводимости – «Обрыв цепи», рис. 4.9.б).

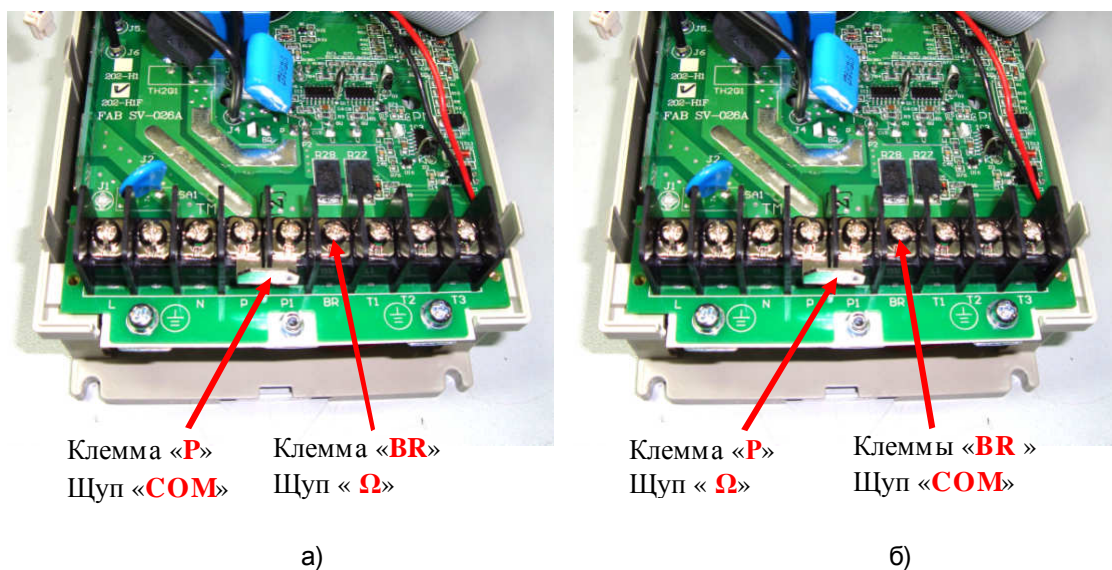


Рис.4.9. Проверка силового ключа тормозного прерывателя.

4.7.11. Проверить исправность термистора матрицы. Установить мультиметр в режим измерения сопротивления на пределе 200 кОм. Измерить сопротивление цепи на плате драйверов между контактами площадками, обозначенными TH1 и TH2, как показано на рис. 4.10. Сопротивление должно быть в пределах от 20 до 25 кОм.

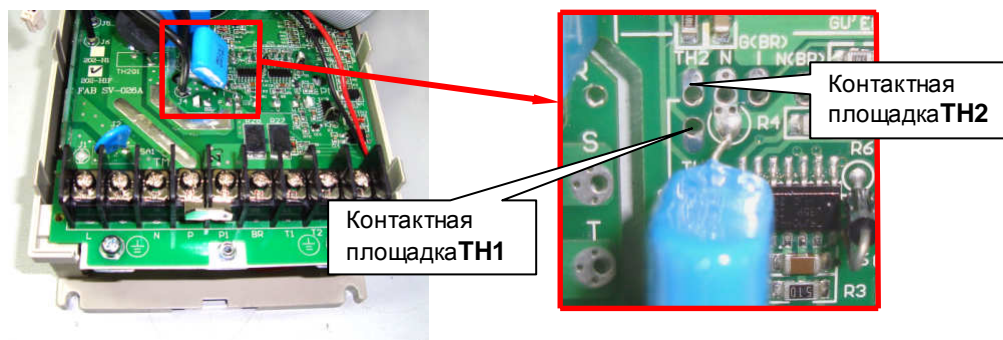


Рис.4.10. Проверка термистора матрицы.

- 4.7.12. Если все силовые терминалы матрицы «прозваниваются» как исправные - продолжить диагностику по п.4.9, если хотя бы один неисправен - силовая часть (плата драйверов и матрица) подлежат замене в соответствии с п.5.5, а преобразователь частоты - дальнейшей диагностике.
- 4.7.13. Если при проверке входных диодов прибор показывает обрыв цепи в обоих направлениях - проверить исправность платы ЭМИ фильтра по п.4.8.

4.8. Диагностика платы ЭМИ фильтра

- 4.8.1. Выполнить «Демонтаж платы ЭМИ фильтра» согласно п. 6.7.
- 4.8.2. Произвести визуальный осмотр платы. В случае обнаружения повреждённых элементов или перегоревших печатных проводников плата подлежит замене. Проверить мультиметром цепи по табл. 4.2 и рис. 4.11. В случае несоответствия показаний прибора значениям таблицы 4.2, плата ЭМИ-фильтра подлежит замене согласно п. 5.4.

Таблица 4.2

Цепи	Показания прибора на исправной плате
«L - L'» «N - N'»	«Проводник» (звуковой сигнал)
«L - GND» «N - GND» «L - N»	«Обрыв цепи»

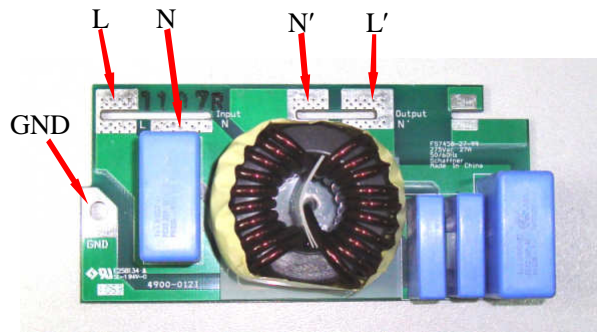


Рис. 4.11.

4.9. Диагностика вентилятора.

- 4.9.1. Демонтировать вентилятор в соответствии с п.6.5.
- 4.9.2. Подключить к разъёму питания вентилятора источник постоянного напряжения 24 В, соблюдая полярность («+» красный провод, «-» чёрный), подать напряжение (см. рис. 4.12а). Если вентилятор не вращается, заменить на новый (п.5.3). Присоединить к разъёму питания вентилятора кабель питания вентилятора (см.табл.4.1) и подать на свободный разъём кабеля напряжение 24 В (рис.4.12б). Если вентилятор не вращается заменить кабель питания вентилятора.

Источник 24В 3.4.2

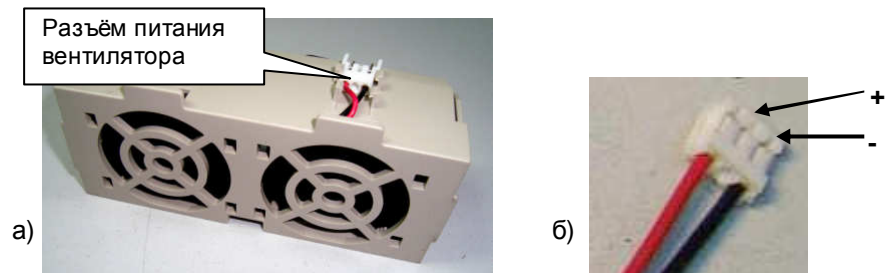


Рис. 4.12.

4.10. Подключение преобразователя частоты к сети.

4.10.1. Подключить к модулю ПЧ плату ЦП, вентилятор. На плату ЦП установить пульт управления. Использовать, для этого, штатные кабели и шлейфы (рис. 4.13).

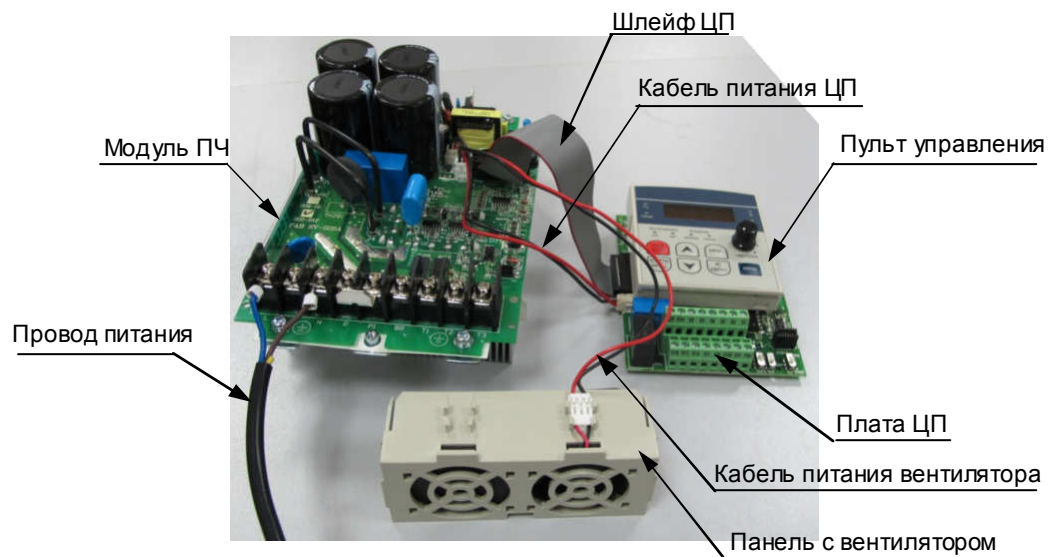


Рис.4.13

4.10.2. Подключить преобразователь к электросети 1Ф ~220 В (рис.4.14).



Кабель сетевой 3.4.3

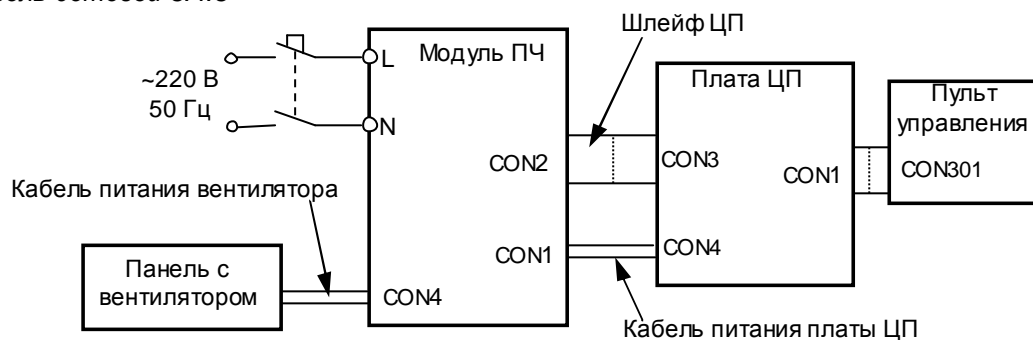


Рис. 4.14

4.10.3. Подать питание на преобразователь. Контролировать появление индикации: на дисплее в течение 3-5 секунд должно отображаться напряжение питания, а затем – значение опорной частоты. В этом случае прочитать историю ошибок в соответствии с п.4.11, а затем перейти к п. 4.12.

Если индикация отсутствует - заменить плату ЦП и пульт управления. Если индикация не появилась - заменить силовую часть (п. 5.5) и повторить проверку, используя плату ЦП и пульт управления первоначальной комплектации частотного преобразователя. Если при этом индикация не появилась, произвести поочередно замену платы ЦП и пульта управления, и выявить таким образом неисправный узел. Произвести замену неисправного узла.



Замену узлов производить при полном снятии напряжения питания с частотного преобразователя.

Если подтвердится работоспособность платы ЦП первоначальной комплектации, то прочитать историю ошибок в соответствии с п.4.11, а затем перейти к п. 4.12.

4.11. Чтение истории ошибок.

4.11.1. Подать питание на ПЧ в соответствии с п.4.10.

4.11.2. Прочитать историю ошибок, записанную в память ЦП (Руководство по эксплуатации E2-8300, константа 15-2). История ошибок может быть полезна для диагностики неисправного узла ПЧ.

4.12. Проверка на лампы накаливания.

4.12.1. Подключить 3 лампочки (220 В, 40-100 Вт), соединённые по схеме «Звезда» к выходным клеммам Т1, Т2, Т3 преобразователя частоты. Подать питание ~220В на преобразователь частоты. Установить значение константы 3-19=0001(вентилятор охлаждения работает при подаче команды «Пуск»).

Лампы 3.4.5

4.12.2. Установить опорную частоту 3-5 Гц и подать команду «Пуск» на преобразователь: лампы должны загореться с неполным накалом и должен включиться вентилятор охлаждения. Лампы должны гореть равномерно и симметрично, в случае если одна из лампочек не горит, или яркость лампочек различная, заменить плату центрального процессора, согласно п. 5.2.

4.12.3. Если после замены платы центрального процессора не удалось добиться равномерного свечения ламп, то причиной неисправности является силовая часть преобразователя, следует заменить силовую часть (плату драйверов и матрицу) согласно п.5.5.

4.12.4. Если после подачи команды «Пуск» вентилятор охлаждения не включился то причиной неисправности является плата драйверов. В этом случае следует заменить силовую часть (плату драйверов и матрицу) согласно п.5.5.

4.12.5. Если лампочки горят одинаково, и вращается вентилятор охлаждения, перейти к выполнению п. 4.13.

4.13. Проверка на двигатель.

Двигатель 3.4.4

4.13.1. Подключить электродвигатель к выходным клеммам Т1, Т2, Т3 (рис.4.15).

4.13.2. Прочитать следующие параметры, установленные пользователем:

- значение опорной частоты;
- значения констант 1-00, 1-06;
- положение переключателей SW1...SW3.

Эти сведения необходимо записать на свободном поле карточки ремонта для последующего их восстановления перед отправкой заказчику.

4.13.3. Установить значения констант:

1-00 = 0000 - подача команд Пуск/Стоп от пульта;

1-06 = 0001 - задание частоты от потенциометра пульта ;

4-00 = 0001 - отображение на дисплее выходного тока.

4.13.4. Ручку регулировки частоты установить в среднее положение. Нажать кнопку «Пуск» на пульте управления. Двигатель должен запуститься, выходная частота ПЧ должна плавно увеличиваться до величины, заданной регулятором частоты пульта.

4.13.5. Установить частоту 50 Гц. С помощью токовых клещей произвести измерение выходного тока ПЧ по каждой выходной фазе (U, V и W).

Токовые клещи 3.4.7

4.13.6. Вычислить среднее арифметическое значение и сравнить его с показаниями выходного тока пульта управления ПЧ: **$I_{cp} = (I1+I2+I3)/3$**

Разница между этими значениями должна составлять не более $\pm 10\%$.

Отклонение значений токов I1, I2, I3 между собой также не должно превышать $\pm 10\%$.

4.13.7. Если при проверках по п. 4.13 выявлено какое-либо несоответствие, необходимо заменить плату ЦП. Если после замены платы ЦП несоответствие не устранено, то причиной неисправности является силовая часть преобразователя, следует заменить плату драйверов и матрицу, согласно п.5.5.

4.14. Диагностика входных и выходных цепей управления

4.14.1. Запрограммировать в соответствии с Руководством по эксплуатации E2-8300 следующие значения констант:


⚠ Внимание! Предварительно записать текущие значения констант (установленные пользователем) на свободном поле карточки ремонта для последующего восстановления.

1-00 = 0001	Управление от внешних клемм Пуск / Стоп;
1-06 = 0002	Задание частоты от внешнего потенциометра;
5-00 = 0000	Клемма S1 - Вперед/Стоп;
5-01 = 0001	Клемма S2 - Назад/Стоп;
5-02 = 0002	Клемма S3 - Скорость 1;
5-03 = 0003	Клемма S4 - Скорость 2;
5-04 = 0007	Клемма S5 - Неисправность;
5-05 = 0018	Клемма S6 - Сброс ошибки;
5-06 = 0023	Клемма AIN - Задание частоты;
6-02 = 20	Фиксированная частота 1;
6-03 = 30	Фиксированная частота 2;
8-00 = 0000	Клемма FM+ - Выходная частота;
8-02 = 0009	Клеммы R1A-R1C - Неисправность;
8-03 = 0000	Клеммы R2A-R2B - Вращение.

Индикаторы «Дистанционно Упр и Рег» должны засветиться.

Установить переключатель SW1 в положение «NPN», переключатель SW2 в положение «V».

4.14.2. Подключить потенциометр к входным клеммам управления, как показано на рис. 4.11. Подключить один из концов проволочной перемычки к клемме COM.

 Потенциометр и перемычка 3.4.6

4.14.3. Проверить с помощью мультиметра в режиме «зумера» цепи выходных реле R1A-R1C и R2A-R2B. В обоих случаях контакты реле должны быть разомкнуты.

4.14.4. Проверить с помощью мультиметра в режиме «V=» с пределом измерения 20V напряжение между клеммами FM+ и COM. Напряжение должно быть равно 0.

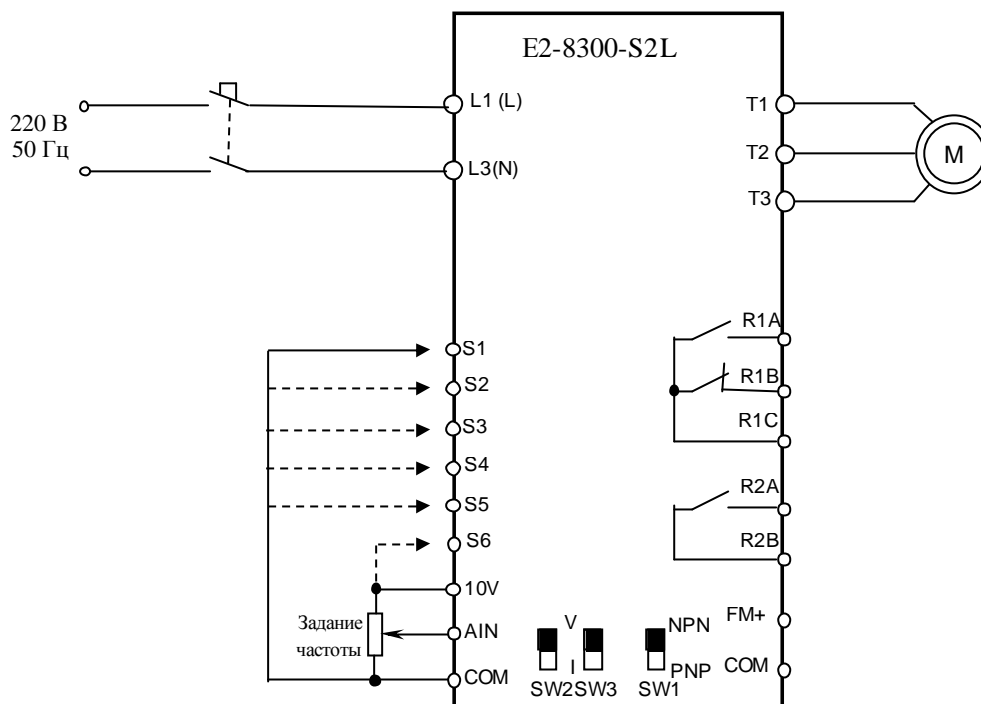
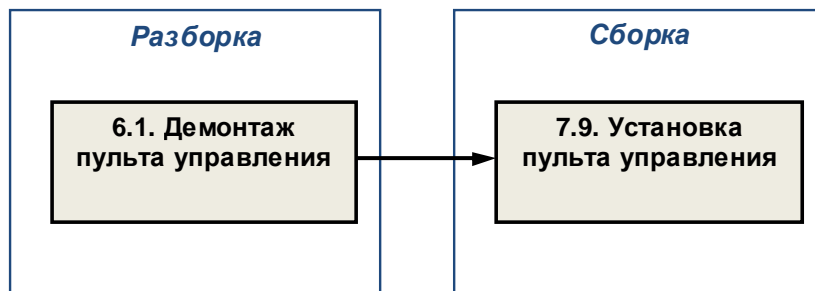


Рис. 4.15.

- 4.14.5. Установить с помощью внешнего потенциометра опорную частоту примерно 10 Гц, соединить свободный конец переключки с клеммой S1. Двигатель начнёт плавно разгоняться до заданной потенциометром опорной частоты (10 Гц), на пульте должен светиться индикатор «Вращение Вперед». Установить опорную частоту 50 Гц. Двигатель должен плавно разгоняться до 50 Гц. Контакты реле R2A-R2B должны быть замкнуты, на клемме FM+ относительно COM должно быть напряжение $+10V \pm 1V$. Отсоединить переключку от клеммы S1.
- 4.14.6. Повторить п 4.14.5 для входа S2, при этом двигатель должен вращаться в противоположном направлении, а на пульте светиться индикатор «Вращение Назад».
- 4.14.7. Соединить свободный конец переключки с клеммой S3. На дисплее должна отображаться (мигать) частота 20 Гц.
- 4.14.8. Отсоединить переключку от клеммы S3 и соединить ее с клеммой S4. На дисплее должна отображаться (мигать) частота 30 Гц.
- 4.14.9. Отсоединить переключку от клеммы S4 и соединить ее с клеммой S5. На дисплее должен отображаться (мигать) код ошибки «E.S.». Проверить тестером, что контакты реле R1A-R1C замкнулись.
- 4.14.10. Отсоединить переключку от клемм S5 и COM.
- 4.14.11. Соединить переключкой клеммы S6 и 10V. Индикация ошибки должна сброситься, на дисплее должно отображаться (мигать) задание частоты.
- 4.14.12. Установить значения констант:
- 1-00= 0000** Команда Пуск - от пульта управления;
 - 5-05= 0020** Вход датчика обратной связи ПИД-регулятора (клемма S6);
 - 11-0= 0001** Режим ПИД-регулирования;
 - 11-2= 0003** Пропорциональный коэффициент;
 - 11-3= 0003** Интегральный коэффициент;
 - 4-06 = 0001** Индикация сигнала обратной связи.
- 4.14.13. Соединить свободный конец переключки с клеммой S3. На дисплее должна отображаться (мигать) частота 20 Гц.
- 4.14.14. Отсоединить провод движка потенциометра от клеммы AIN, соединить его с клеммой S6.
- 4.14.15. Нажимая кнопку ПРОГ, вывести на дисплей сигнал обратной связи (000r). Вращая движок потенциометра, установить на дисплее значение (035r). Нажать кнопку ПРОГ для индикации частоты.
- 4.14.16. Нажать кнопку ПУСК. Двигатель должен плавно разгоняться, выходная частота на дисплее должна плавно увеличиваться от 0 до 50 Гц.
- 4.14.17. Нажимая кнопку ПРОГ, вывести на дисплей сигнал обратной связи при вращении (035F). Вращая движок потенциометра, установить на дисплее значение (045F). Нажать кнопку ПРОГ для индикации частоты. Двигатель должен плавно останавливаться, на дисплее частота должна снижаться с 50 до 0 Гц, затем на дисплее должно появиться сообщение STP0. Нажать кнопку СТОП.
- 4.14.18. Если обнаружено хотя бы одно несоответствие в п.п.4.14.3...4.14.17, плата центрального процессора подлежит замене в соответствии с п.5.2.
- 4.15. Порядок действий после завершения диагностики.
- 4.15.1. В том случае, если ремонт гарантийный – приступить непосредственно к ремонту ПЧ в соответствии с разделом 5.
- 4.15.2. Если ремонт не гарантийный – оформить «Акт по результатам осмотра и диагностики» и передать ПЧ на склад участка ремонта.
- 4.15.3. Если в процессе диагностики не было обнаружено неисправностей - произвести прогон преобразователя с электродвигателем в течение 30 мин в соответствии с п.4.13. Затем связаться с клиентом для выяснения характера претензий.

5. БЛОК-СХЕМЫ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА

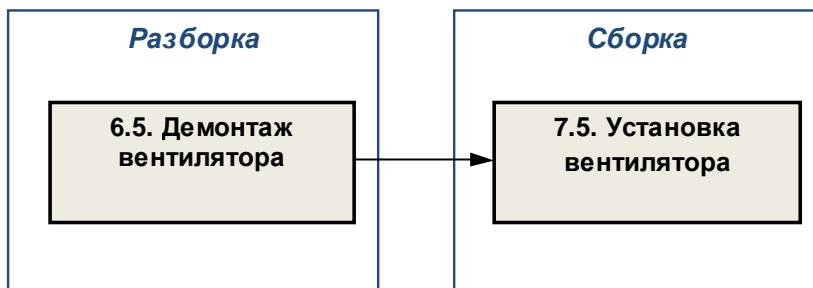
5.1. Замена пульта управления



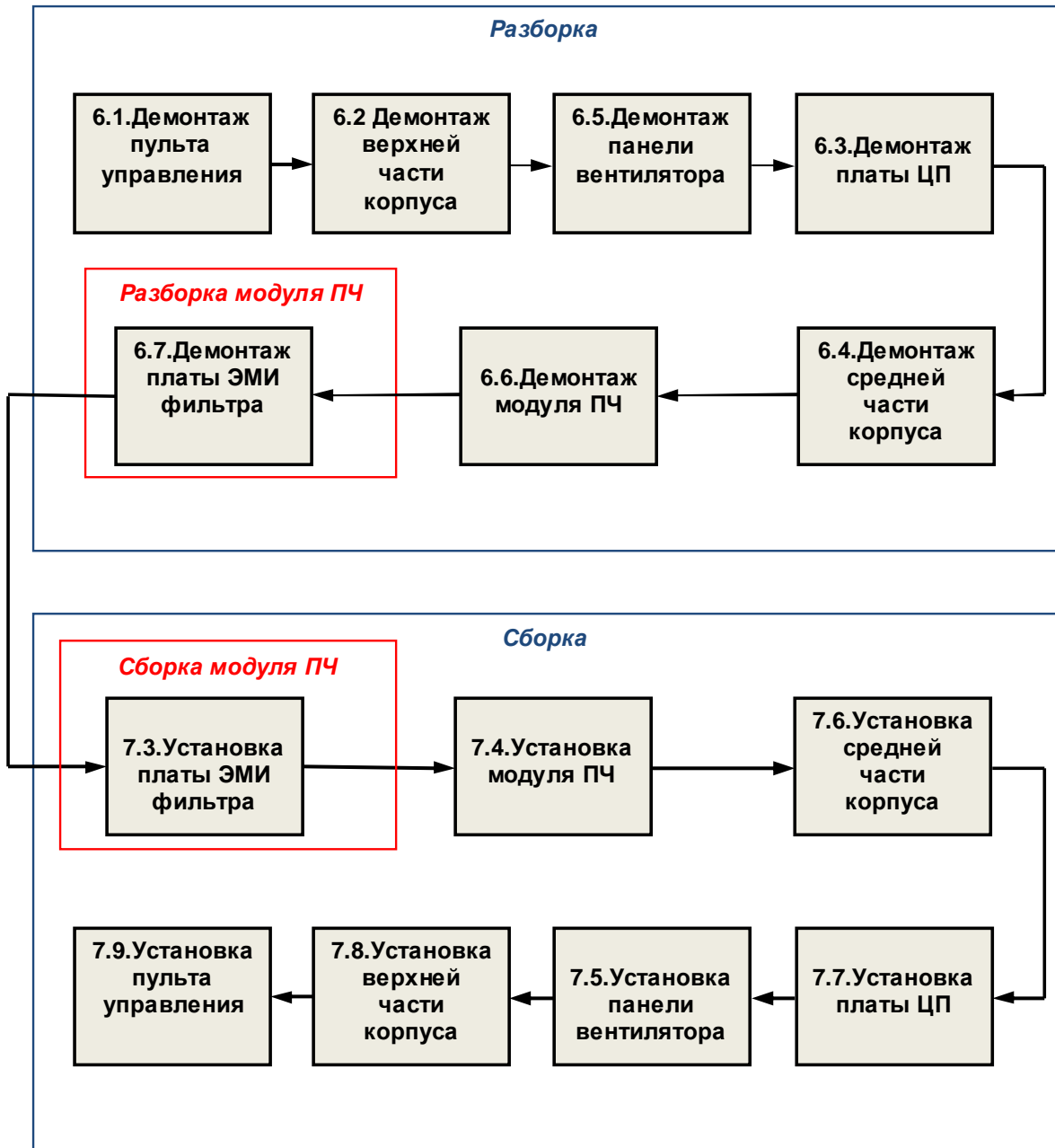
5.2. Замена платы центрального процессора



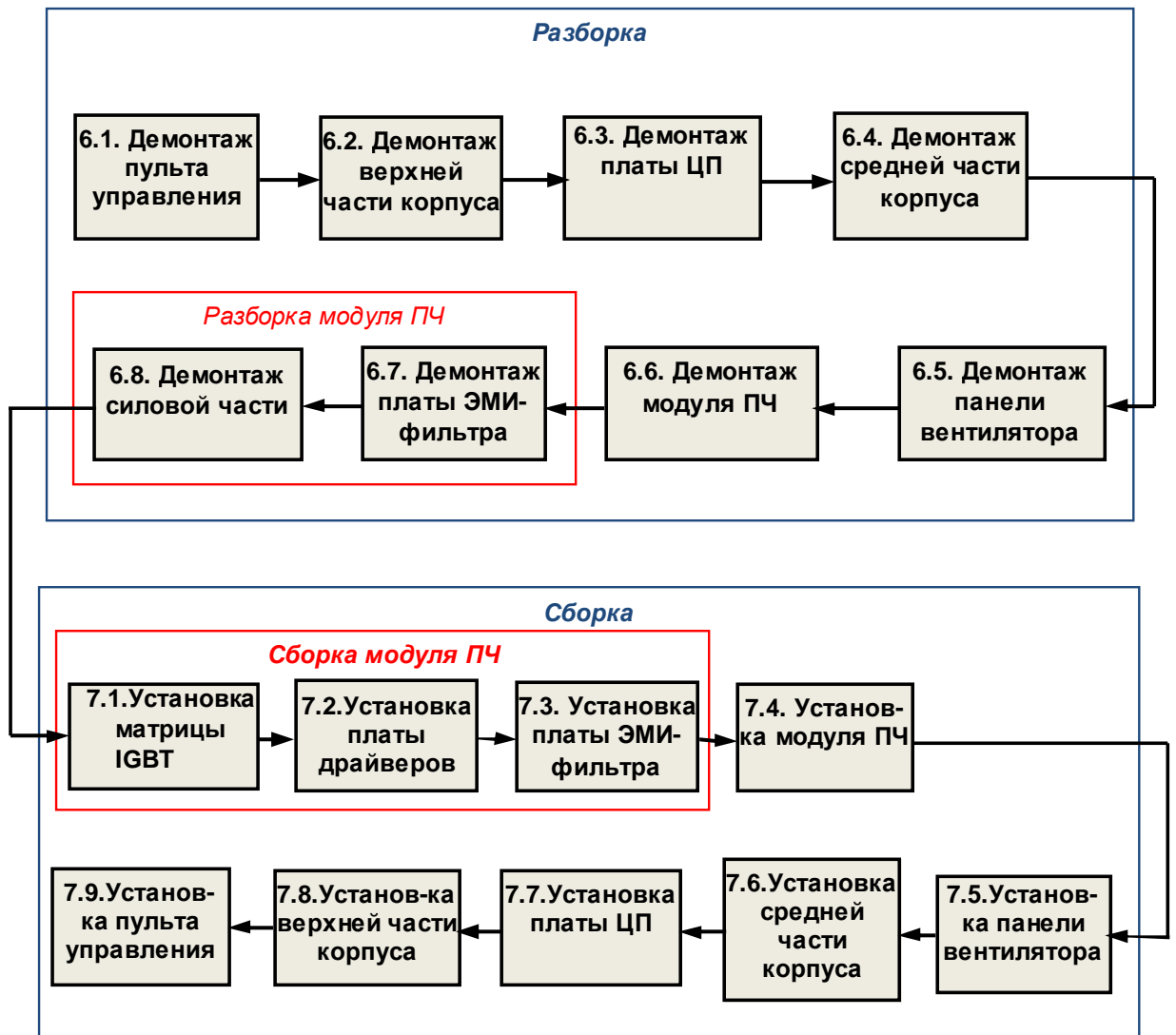
5.3. Замена вентилятора



5.4. Замена платы ЭМИ фильтра



5.5. Замена силовой части



5.6. Замена других составных частей.

В некоторых случаях, по результатам внешнего осмотра, потребуется замена:

- верхней крышки;
- решетки кабельных вводов;
- решетки вентилятора;
- радиатора;
- провода платы питания;
- провода вентилятора.

Замена указанных составных частей производится в соответствии с приведенными выше блок-схемами процессов ремонта.

6. РАЗБОРКА



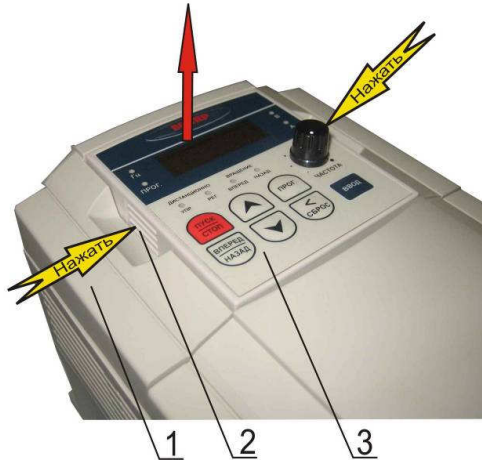
В процессе разборки составные части изделия складывать в тару:

- годные части складывать в тару для составных частей п.3.1.12.
- крепёж складывать в тару для крепежа п.3.1.13;
- составные части, подлежащие замене, складывать в тару для брака п.3.1.14.

6.1. Демонтаж пульта управления

6.1.1. Установить частотный преобразователь на рабочий стол. Снять пульт управления 3, нажав на фиксаторы 2 (рис.6.1). Положить пульт управления в тару.

7. 4 – разъём кабеля питания вентилятора



- 1 – верхняя часть корпуса;
- 2 – фиксаторы;
- 3 – пульт управления.

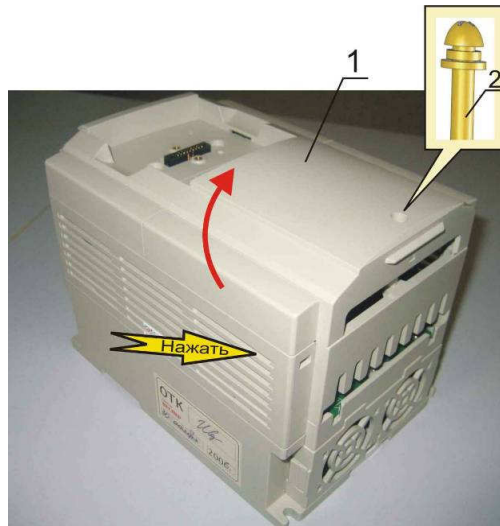
Рис. 6.1

7.1. Демонтаж верхней части корпуса.

7.1.1. Выкрутить винт 2, демонтировать верхнюю крышку 1, нажав на фиксатор (рис.6.2). Положить крышку и винт в тару.




*отвертка крестовая PH2;
отвертка плоская*

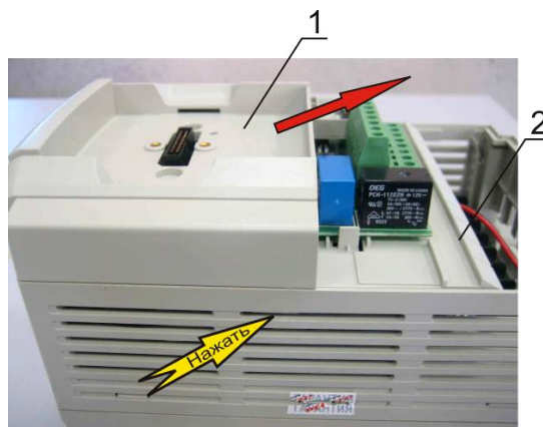


- 1 – верхняя крышка;
- 2 – винт.

Рис. 6.2

7.1.2. Отжать фиксаторы верхней части корпуса 1 с двух сторон средней части корпуса 2 (рис. 6.3). Сдвинуть верхнюю часть корпуса в направлении красной стрелки. Демонтировать верхнюю часть корпуса и положить в тару.

 отвёртка плоская




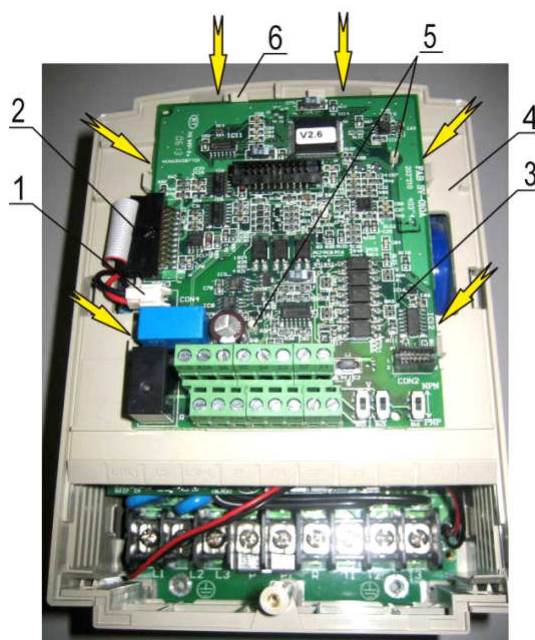
1 – верхняя крышка;
2 – средняя часть корпуса.

Рис. 6.3

7.2. Демонтаж платы ЦП

7.2.1. Отжать поочерёдно фиксаторы 6 от платы ЦП 3 в местах, отмеченных стрелками, и демонтировать плату ЦП с направляющих 5 (рис. 6.4).

 отвёртка плоская



1 – провод питания платы ЦП;
2 – шлейф ЦП;
3 – плата ЦП;
4 – средняя часть корпуса;
5 – направляющие (2 шт.);
6 – фиксаторы (6 шт.);

Рис. 6.4

- 7.2.2. Отсоединить разъемы провода питания платы ЦП и шлейфа ЦП от разъемов на плате ЦП (рис. 6.5). Положить плату ЦП в тару.

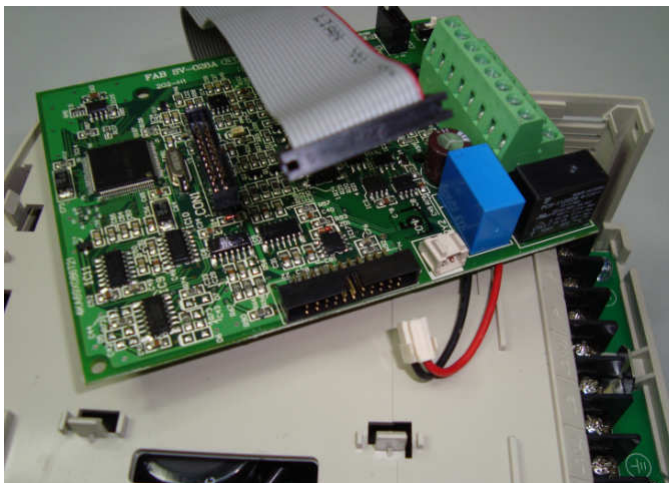


Рис.6.5

7.3. Демонтаж средней части корпуса.



отвёртка плоская

отвёртка крестовая PH2

- 7.3.1. Отжать фиксаторы с двух сторон решётки кабельных вводов 6 (рис. 6.6). Демонтировать решётку и положить в тару.
- 7.3.2. Отжать поочерёдно фиксаторы 8 с двух сторон средней части корпуса 5 (рис. 6.6).
- 7.3.3. Продеть в отверстие 4 средней части корпуса шлейф ЦП 1 и провод питания платы ЦП 2 (рис. 6.6). Демонтировать среднюю часть корпуса и положить в тару.

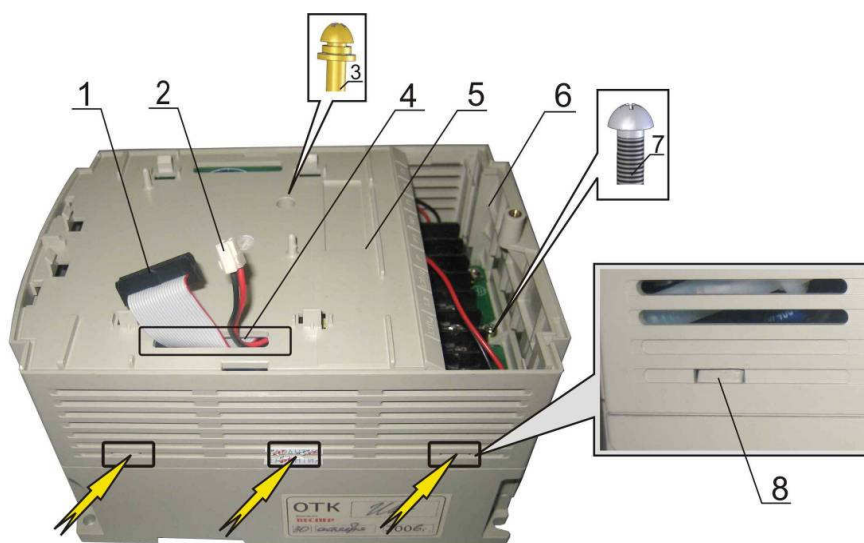


Рис.6.6

1 – шлейф ЦП;
2 – провод питания платы ЦП;
3 – винт;
4 – отверстие в средней части корпуса;

5 – средняя часть корпуса;
6 – решётка кабельных вводов;
7 – винт пластмассовый;
8 – фиксатор (6 шт.).

7.4. Демонтаж панели вентилятора.

7.4.1. Нажать на фиксаторы, вынуть панель вентилятора 1 из основания корпуса 3 (рис. 6.7).

7.4.2. Разъединить разъем 4 кабеля питания вентилятора от разъёма на панели вентилятора 1 (рис. 6.8).

7.4.3. Демонтировать вентилятор с панели. Положить панель и вентилятор в тару.

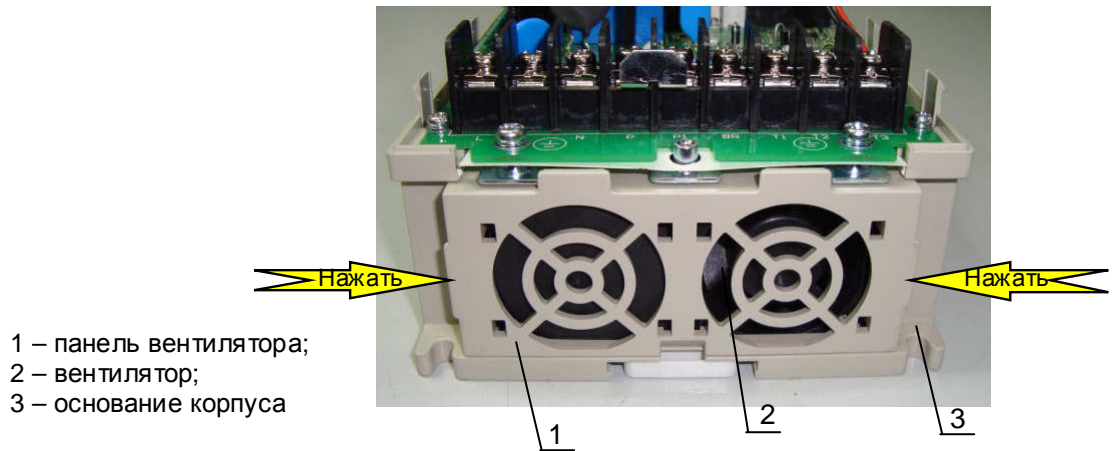


Рис.6.7

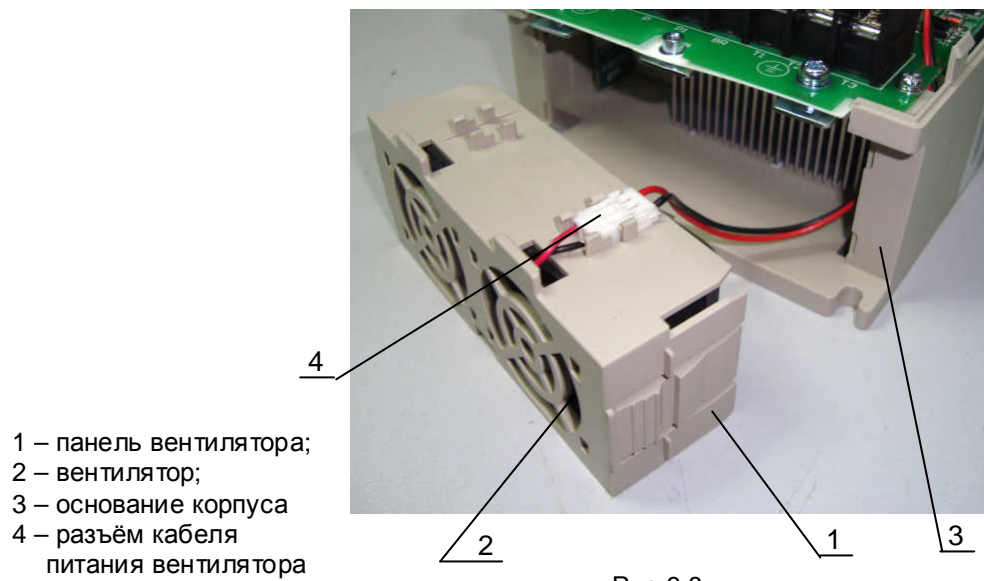



Рис.6.8


7.5. Демонтаж модуля ПЧ

 *Модуль ПЧ – блок, состоящий из силовой части, платы ЭМИ фильтра и радиатора.*

7.5.1. Выкрутить винт 1 крепления радиатора к основанию корпуса (рис. 6.9). Положить винт в тару.

 *Отвертка крестовая PH2, 3.1.8*

7.5.2. Выкрутить два винта 2, 3 крепления платы драйверов к основанию корпуса (рис.6.10). Положить винты в тару.

 *Отвертка крестовая PH2, 3.1.8*

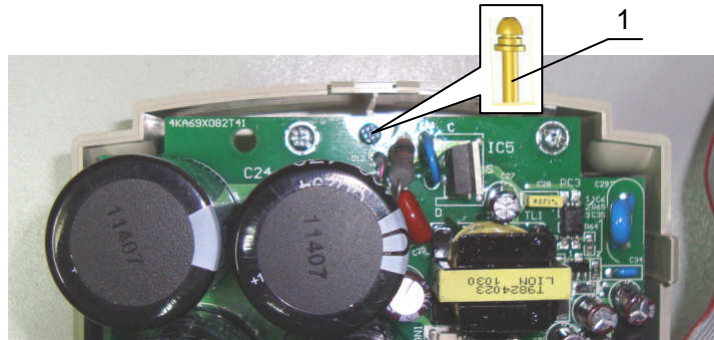


Рис.6.9

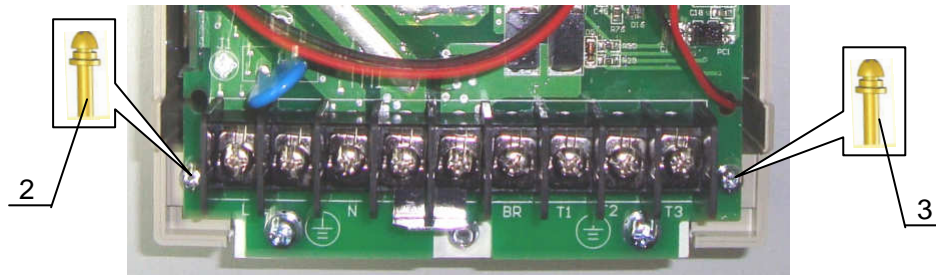


Рис.6.10

7.5.3. Извлечь из основания корпуса модуль ПЧ (рис.6.11).

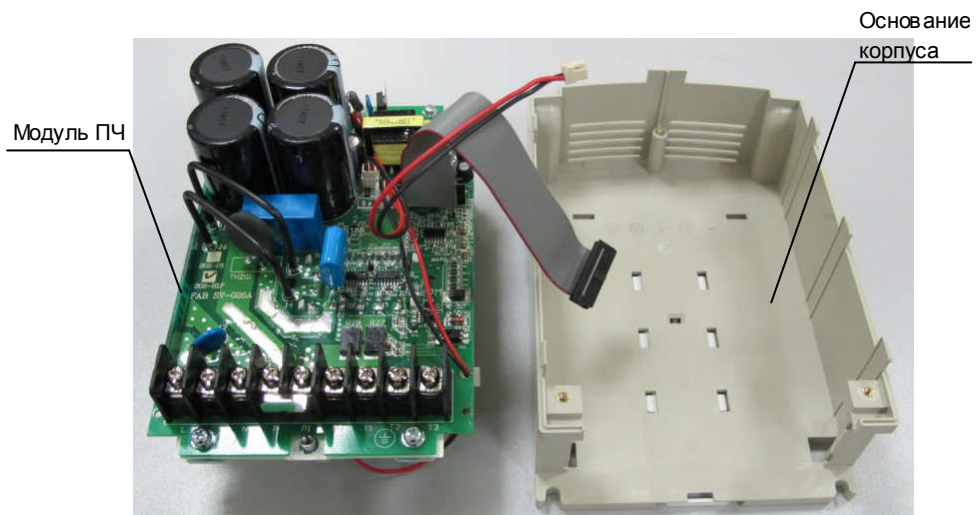



Рис.6.11

7.6. Демонтаж платы ЭМИ фильтра

7.6.1. Выкрутить винт 1 (рис. 6.12). Положить винт в тару.

 Отвёртка крестовая PH2, 3.1.8

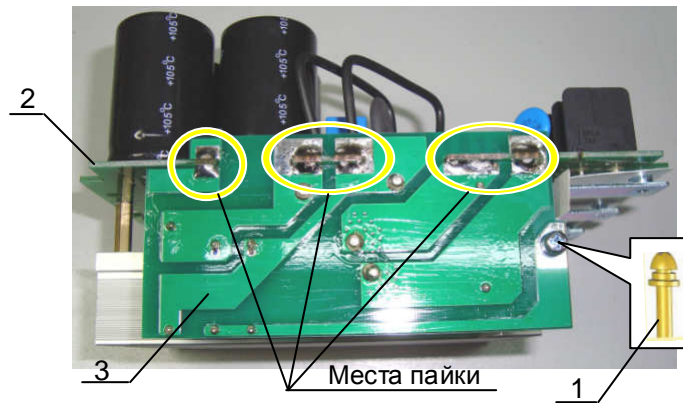




Рис.6.12

- 1 – винт крепления платы ЭМИ-фильтра
- 2 – плата драйверов
- 3 – плата ЭМИ-фильтра


7.6.2. Отпаять плату ЭМИ-фильтра 2 (рис.6.12). Места пайки обозначены на рисунке жёлтым контуром. Положить плату в тару.

 паяльная станция;
механический оловоотсос;

 Температура жала паяльника 320 ± 20 °C (может быть изменена по результатам пробных паяк в зависимости от используемого оборудования).

7.7. Демонтаж силовой части.

7.7.1. Выкрутить два винта 3 крепления перемычки P-P1 2 (рис. 6.13). Демонтировать перемычку. Положить винты и перемычку в тару.

 отвёртка крестовая PH2

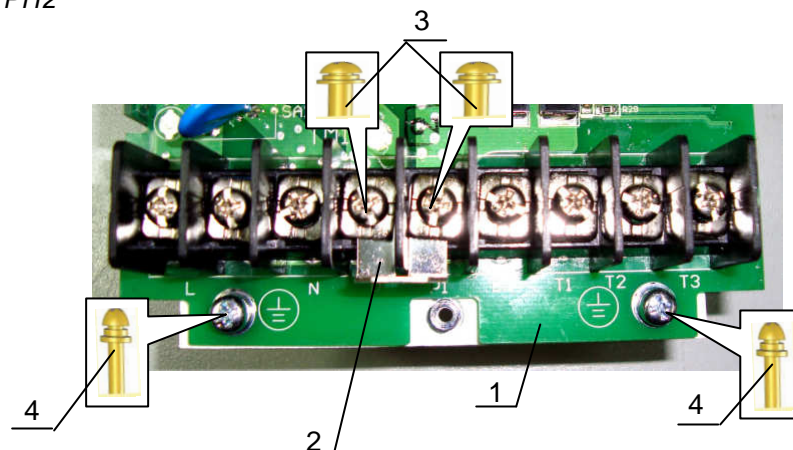




Рис.6.13

7.7.2. Выкрутить два винта 4 крепления платы драйверов 1 (рис. 6.13). Положить винты в тару.

 отвёртка крестовая PH2

7.7.3. Выкрутить два винта 2 крепления платы драйверов 1 (рис. 6.14). Положить винты в тару.

 отвёртка крестовая PH2

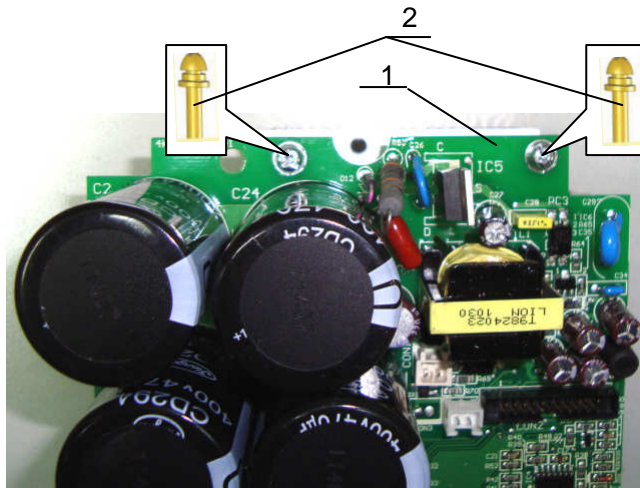



Рис.6.14

7.7.4. Выкрутить два винта 2 крепления матрицы IGBT (рис. 6.15). Положить винты в тару.

 отвёртка крестовая PH2

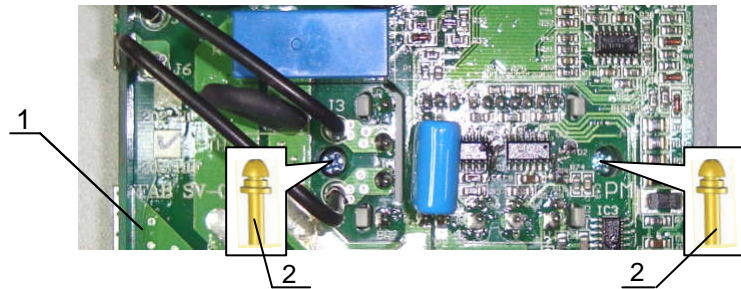


Рис.6.15

7.7.5. Демонтировать плату драйверов вместе с матрицей IGBT: поднимая плату вверх, снять её с несущего основания (рис.6.16). Положить плату в тару.

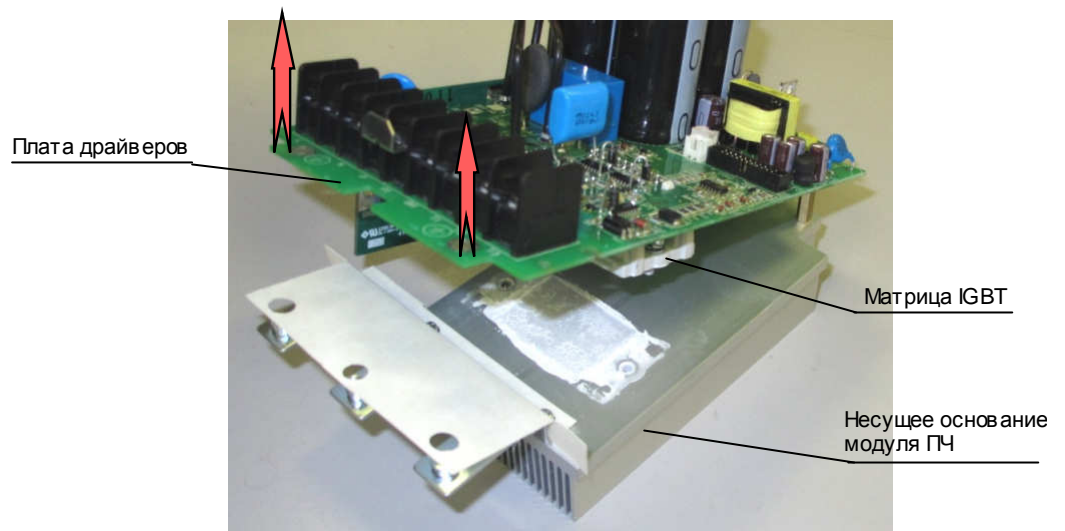


Рис.6.16

7.7.6. Удалить остатки теплопроводного компаунда (рис.6.16) с радиатора салфеткой, смоченной СБС. Положить несущее основание в тару.

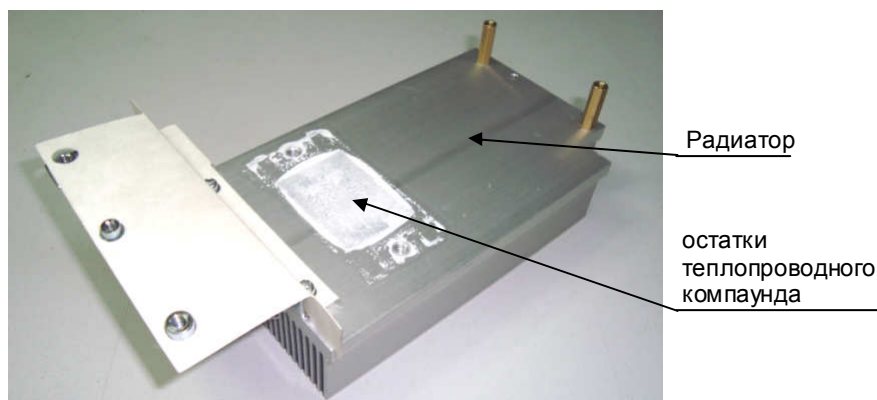


Рис.6.16

8. СБОРКА


 Для окончательной затяжки винтов использовать динамометрическую отвертку. Рекомендуемые моменты затягивания винтов указаны в табл. 7.1.

Табл. 7.1

Винт	Момент затягивания, Н*м
M3	1,5 – 2
M4	2 – 3
M5	2,5 – 4

8.1. Установка матрицы IGBT.

8.1.1. Взять несущее основание модуля ПЧ, положить на рабочий стол (рис. 7.1). При необходимости, удалить с поверхности радиатора остатки теплопроводного компаунда салфеткой, смоченной СБС.

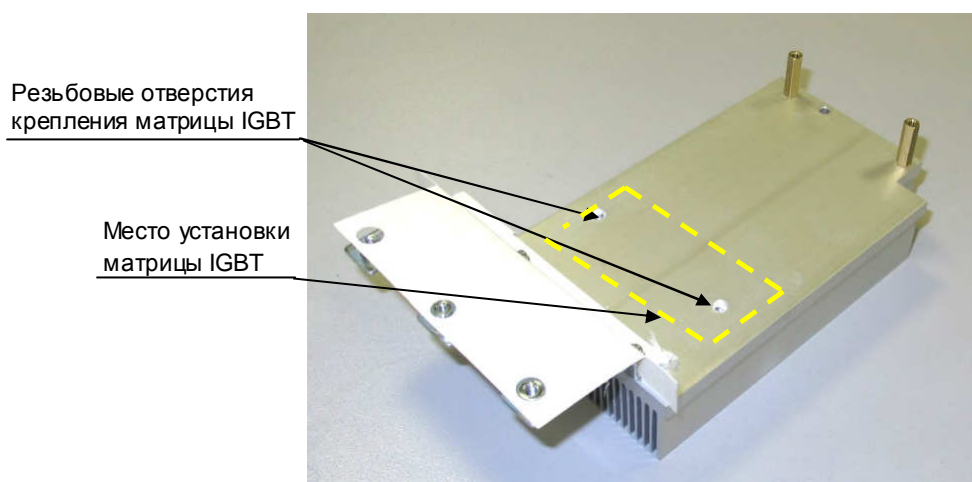


Рис. 7.1

8.1.2. Взять матрицу IGBT, протереть металлическое основание салфеткой, смоченной СБС. Нанести шпателем на основание матрицы IGBT тонкий слой теплопроводного компаунда (пасты). Удалить излишки компаунда с кромок основания (рис. 7.2).

 Шпатель

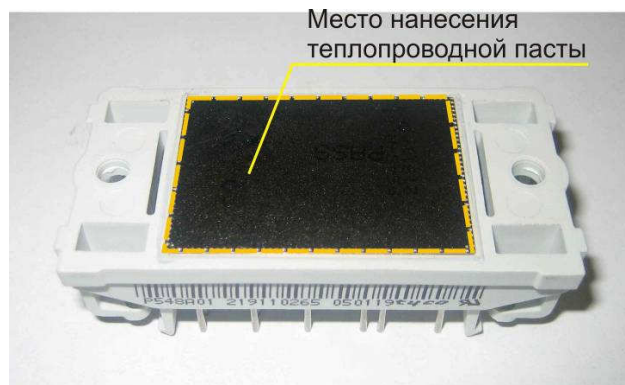





Рис.7.2.

 **Компаунд наносить только из тубика. Не допускается повторное использование теплопроводного компаунда, снятого с радиатора или матрицы IGBT.**

7.1.3. Протереть радиатор в месте установки матрицы IGBT салфеткой, смоченной СБС.

7.1.4. Установить матрицу IGBT на радиатор таким образом, чтобы крепёжные отверстия матрицы совпадали с резьбовыми отверстиями в радиаторе (рис. 7.3). Вкрутить два винта М4 для предварительного крепления матрицы IGBT к радиатору.

 Отвертка крестовая 3.1.8

 **Момент затягивания винтов для предварительного крепления модуля должен быть 1/4 – 1/3 от рекомендуемого (таблица 7.1).**

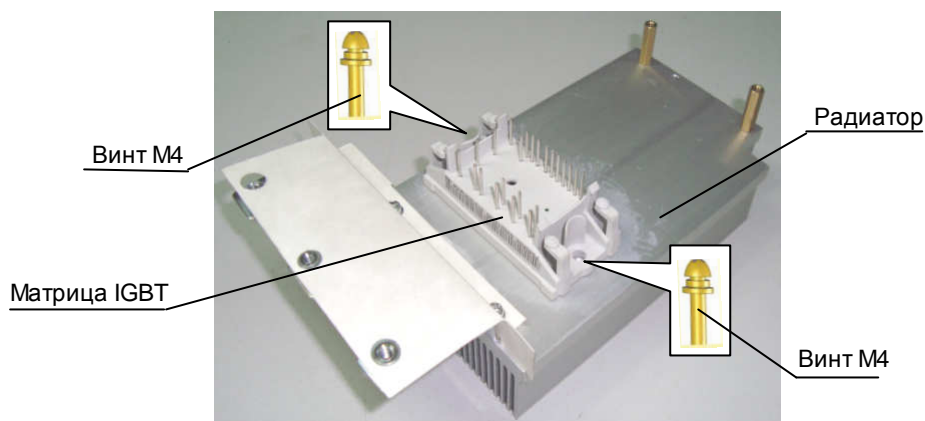



Рис.7.3.

7.2. Установка платы драйверов.

7.2.1. Взять новую драйверную плату. Перепаять перемычки 1 и 2 (рис.7.4) следующим образом:

- выпаять из контактной площадки J1 конец Перемычки 1 и установить его в отверстие контактной площадки J5 и запаять (рис.7.5);
- выпаять из контактной площадки J2 конец Перемычки 2 и установить его в отверстие контактной площадки J6 и запаять (рис.7.5).

 Паяльная станция 3.1.2

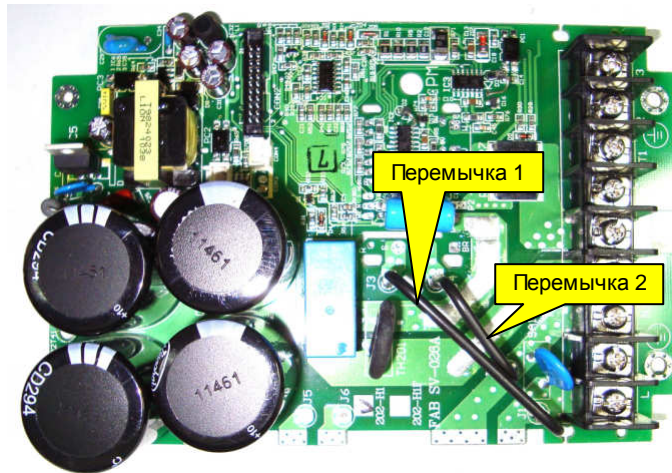


Рис.7.4.

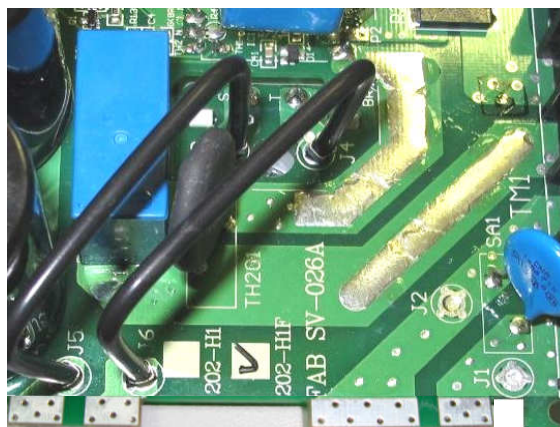
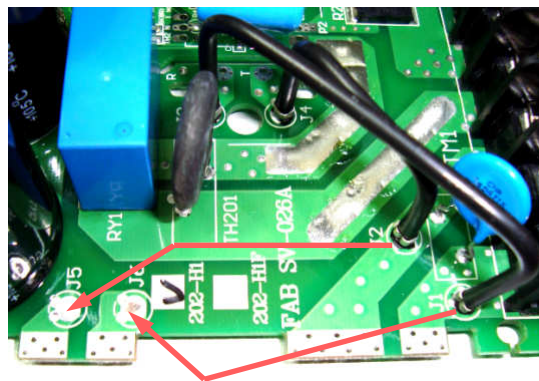



Рис.7.5.

7.2.2. Установить плату драйверов, совместив отверстия платы с выводами матрицы IGBT, резьбовыми отверстиями опорных стоек, установленных на радиаторе и опорных стоек на кронштейне. Закрепить плату драйверов винтами (рис.7.6).

 **Отвертка крестовая 3.1.8**

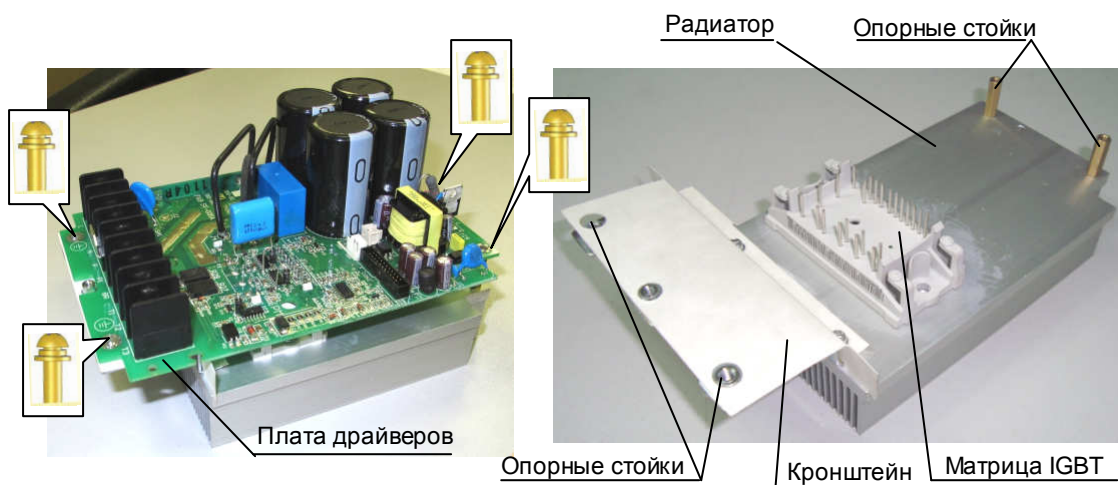




Рис.7.6.

7.2.3. Произвести окончательную затяжку винтов крепления матрицы IGBT к радиатору. Доступ к винтам крепления – через отверстия в плате драйверов (рис.7.7)

 **Динамометрическая отвертка 0,5 – 5 Н*м, 3.1.5**
Насадка крестовая PH2x150, 3.1.6.

 **Момент затягивания винтов должен быть в соответствии с таблицей 7.1.**

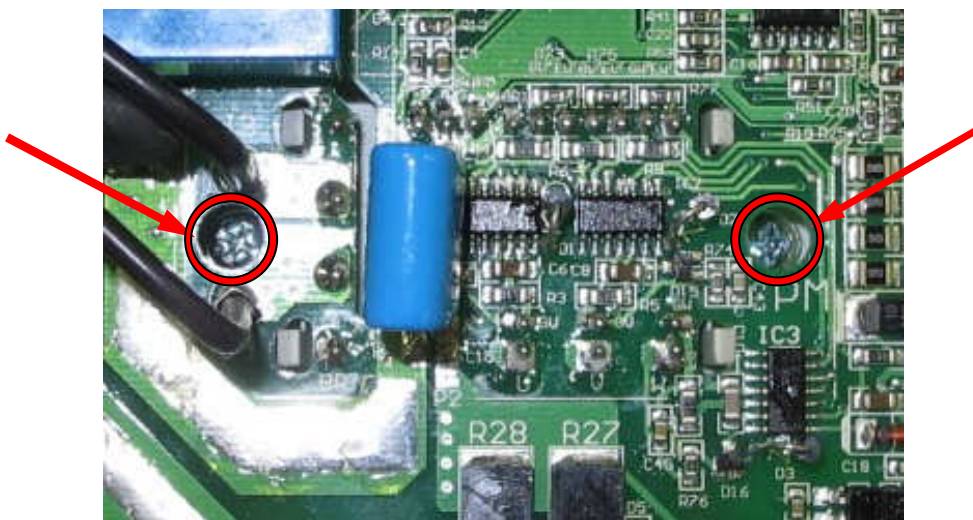




Рис.7.7

7.2.4. Пять 23 контакта матрицы: EW', GW', EV', GV', EU', GU', N(BR), G(BR), N, TH1, TH2, R, S, T, BR, P, P2, U, GU, V, GV, W, GW (рис. 7.8).

 Паяльная станция 3.1.2

Припой ПОС-61 трубчатый с флюсом, 3.3.1

 Температура жала паяльника 320 ± 20 °С (может быть изменена по результатам пробных паяк в зависимости от используемого оборудования).

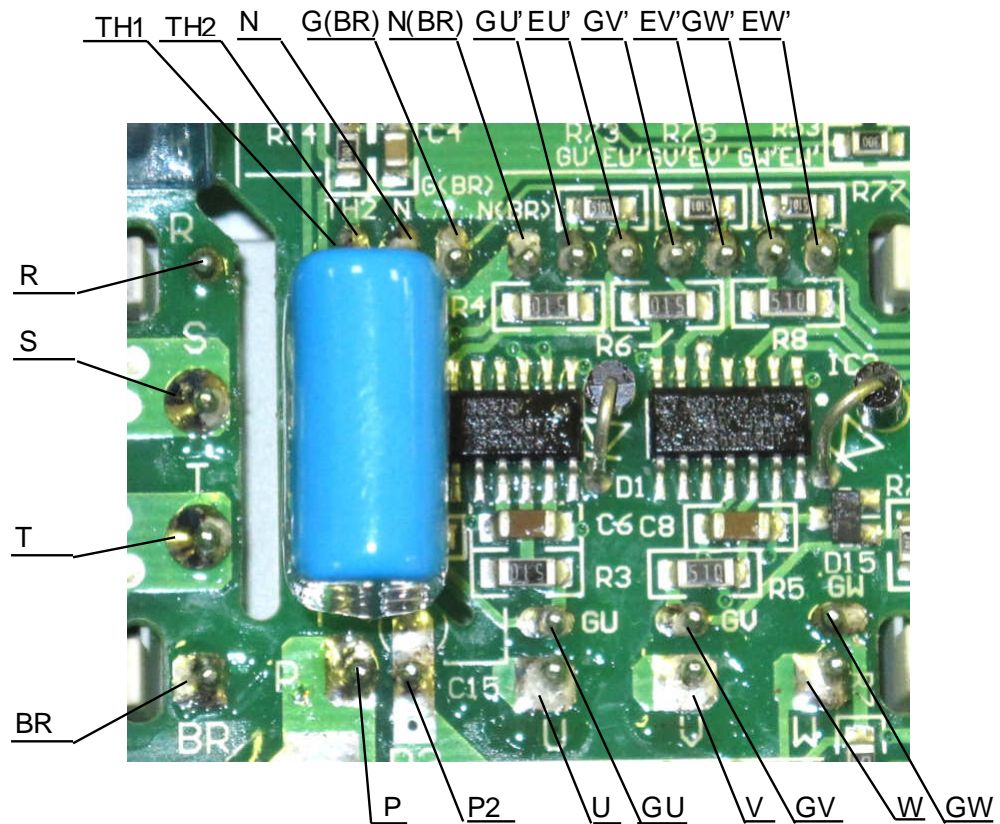



Рис. 7.8.

7.2.5. Установить перемычку между клеммами P и P1 на силовой клеммник и закрепить её винтами. (рис. 7.14).

 Отвертка крестовая 3.1.8

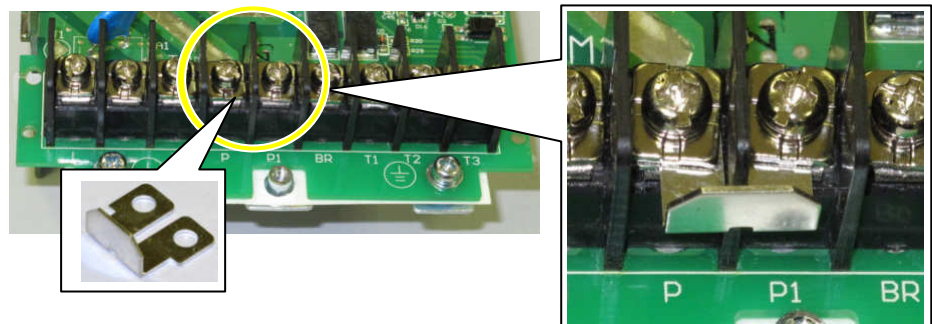




Рис.7.9

7.3. Установка платы ЭМИ-фильтра.

7.3.1. Установить плату 1 ЭМИ-фильтра на плату драйверов 2 таким образом, чтобы контактные ламели платы драйверов вошли в пазы платы ЭМИ-фильтра. Закрепить плату ЭМИ-фильтра винтом 3 (рис. 7.10).

 Отвертка крестовая 3.1.8

7.3.2. Произвести пайку контактных площадок. (рис. 7.10).

 Паяльная станция 3.1.2

Припой ПОС-61 трубчатый с флюсом, 3.3.1

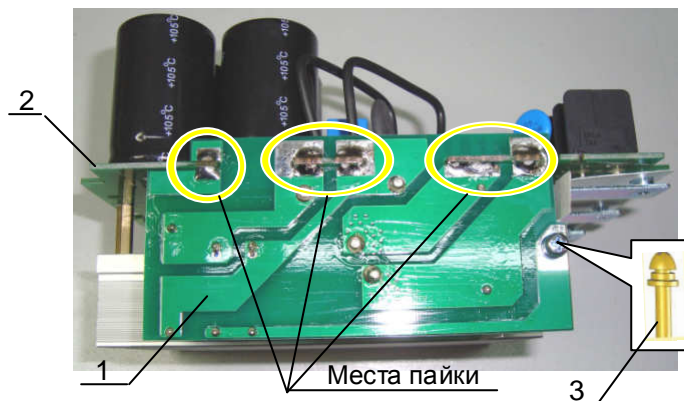


Рис. 7.10

1 – плата ЭМИ-фильтра;
2 – плата драйверов;
3 – винт М4.

7.3.3. Присоединить к разъёмам платы драйверов (рис. 7.11):

- кабель питания ЦП к разъёму CON1;
- кабель питания вентилятора к разъёму CON4;
- шлейф ЦП к разъёму CON2.

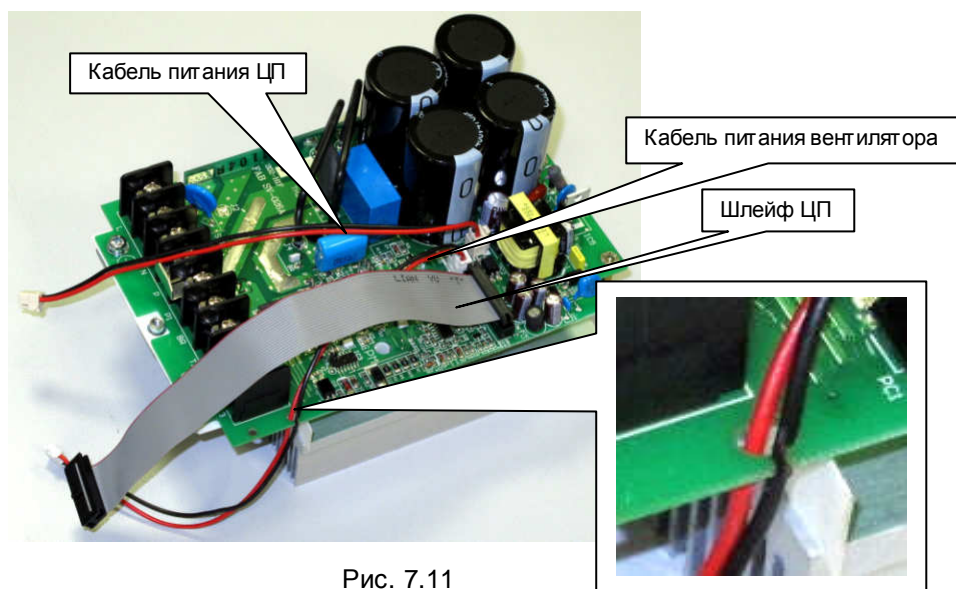


Рис. 7.11

7.4. Установка модуля ПЧ.

7.4.1. Установить модуль ПЧ 1 в основание корпуса 2 (рис. 7.12).

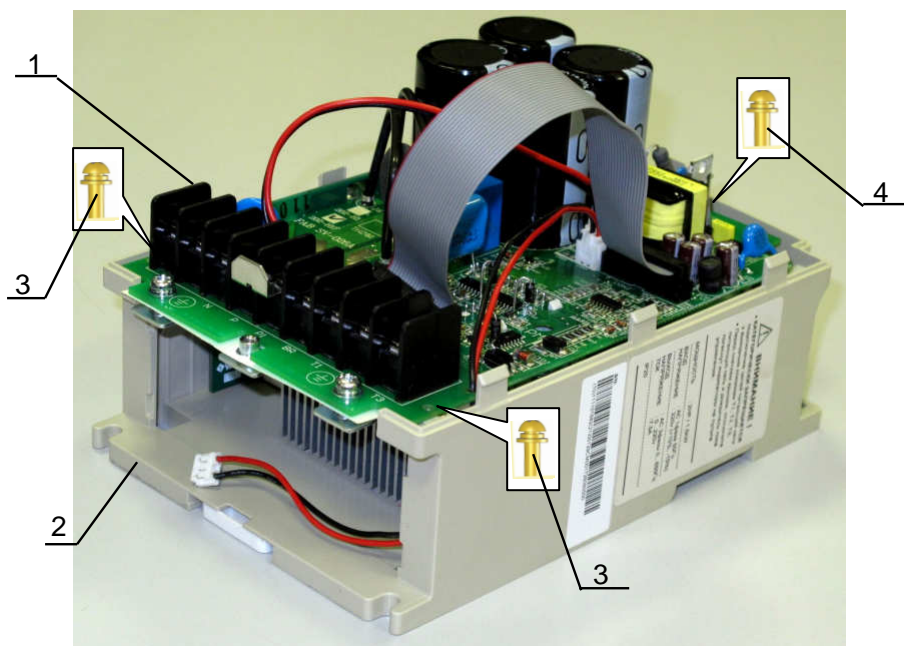



Рис. 7.12

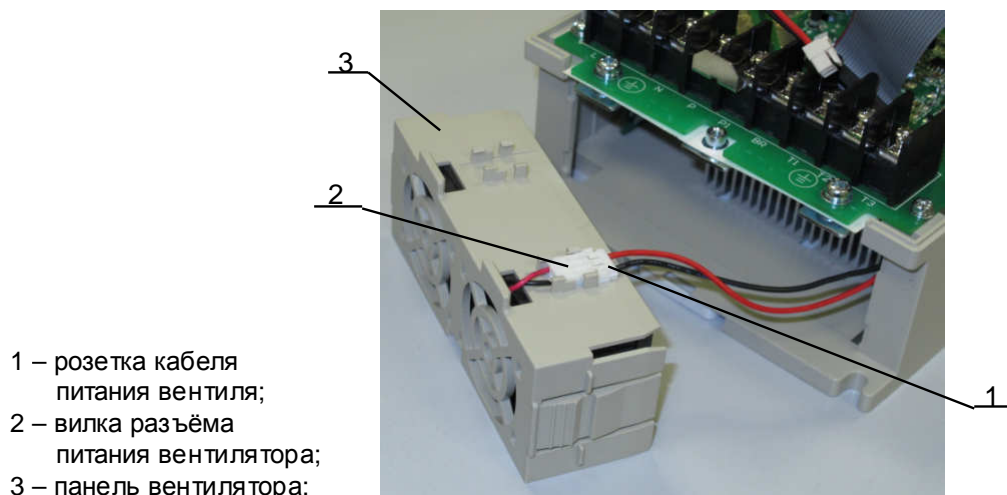
- 1 – модуль ПЧ;
- 2 – основание корпуса;
- 3 – винт М3х6;
- 4 – винт М3х10.

7.4.2. Закрепить модуль ПЧ в основании корпуса винтами 3 и 4 (рис. 7.12).

 Отвертка крестовая 3.1.8

7.5. Установка панели вентилятора.

7.5.1. Присоединить розетку кабеля питания вентилятора к вилке разъема питания вентилятора на панели вентилятора (рис. 7.13).




- 1 – розетка кабеля питания вентилятора;
- 2 – вилка разъема питания вентилятора;
- 3 – панель вентилятора;

Рис.7.13

7.5.2. Установить панель вентилятора в установочную нишу, приложив рукой усилие до щелчка. Проверить надёжность фиксации панели.

7.6. Установка средней части корпуса.

7.6.1. Установить среднюю часть корпуса 4, продев в монтажное отверстие 3 разъем 2 провода питания платы ЦП и разъем 1 шлейфа ЦП (рис. 7.14), и приложив к средней части корпуса усилие вниз до щелчка. Убедиться, что все защёлки- фиксаторы защёлкнулись. Вкрутить пластмассовый винт 5.

 Отвертка крестовая 3.1.8

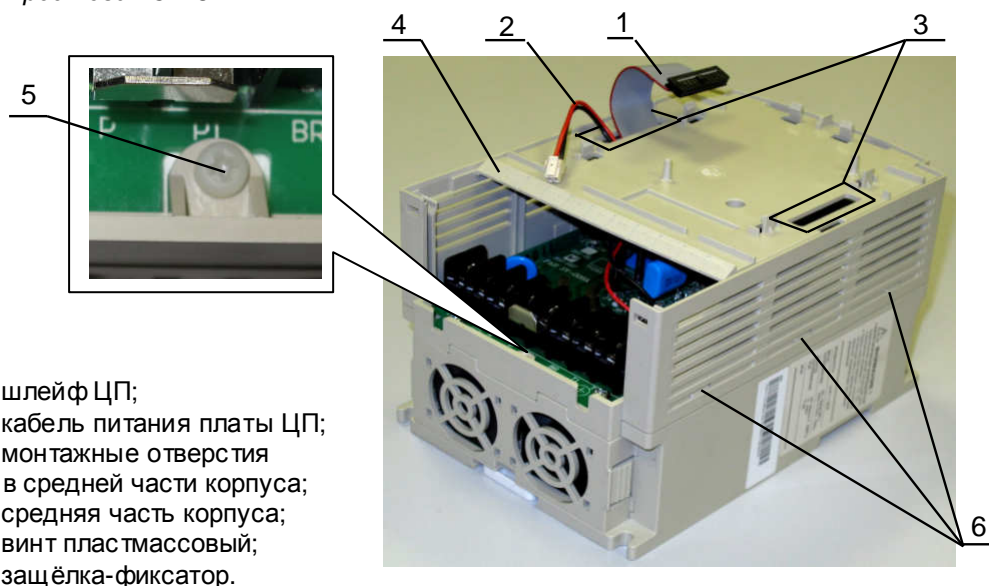


Рис. 7.14.

7.7. Установка платы ЦП.

7.7.1. Присоединить к плате ЦП разъем кабеля питания ЦП и разъем шлейфа ЦП (рис.7.15) .

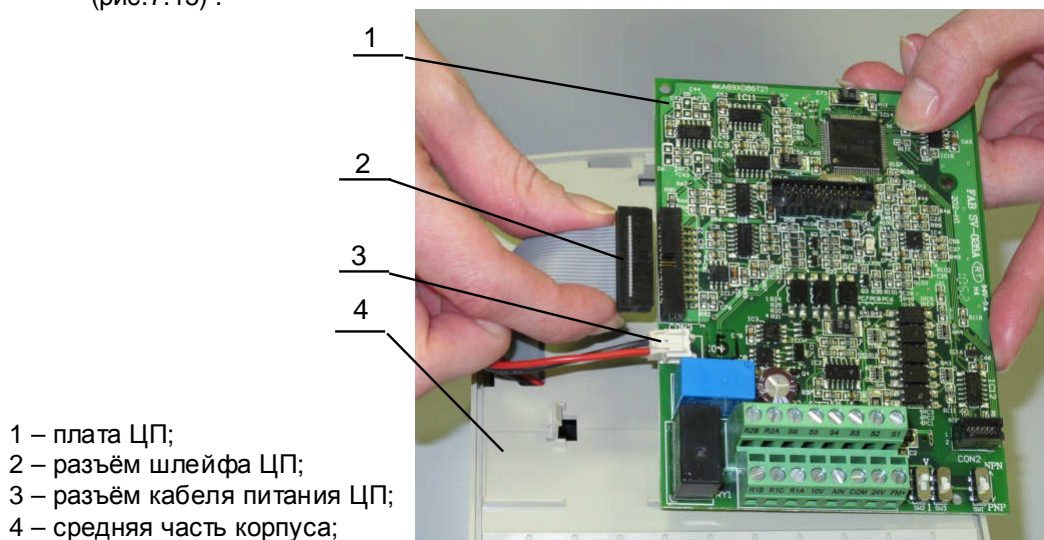


Рис.7.15.

7.7.2. Совместить установочные отверстия в плате ЦП с направляющими штырями 3 средней части корпуса 2. Установить плату ЦП и зафиксировать её фиксаторами 4 (рис. 7.16).

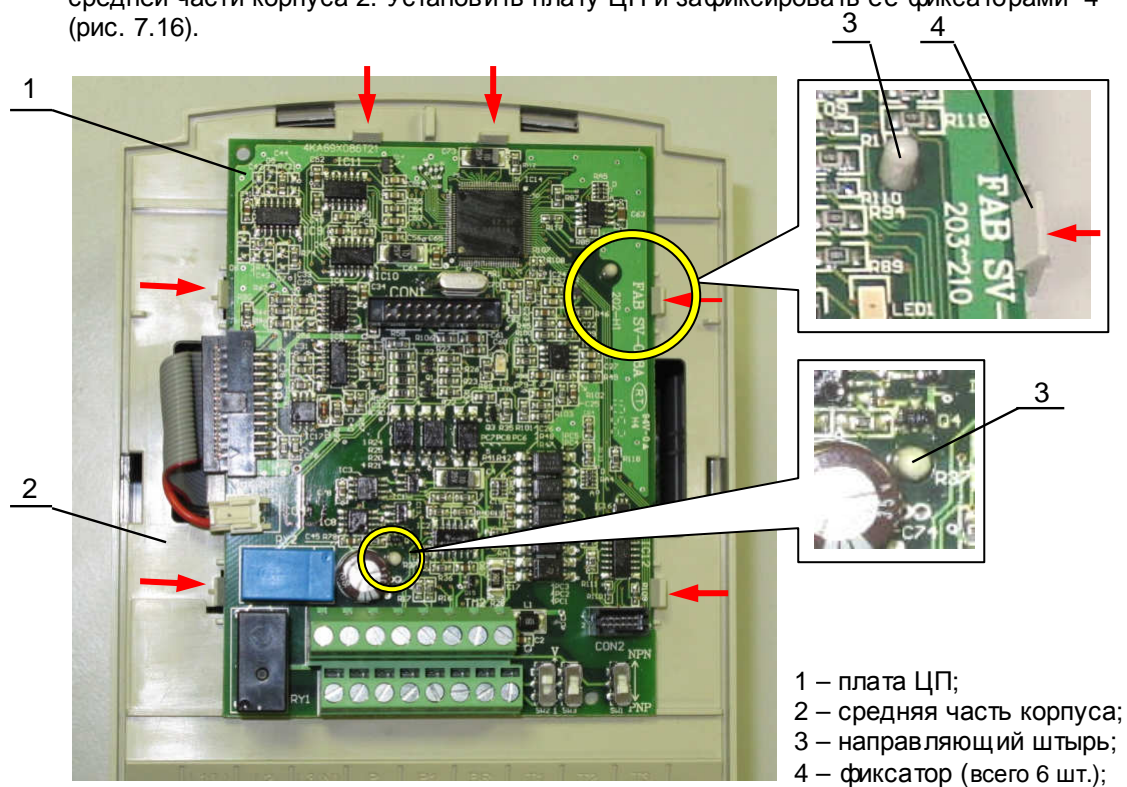


Рис. 7.16.

7.8. Установка верхней части корпуса.

7.8.1. Установить верхнюю часть корпуса 1, при этом, с начала, верхние фиксаторы 3 должны войти в отверстия в верхней части средней части корпуса (рис. 7.17). Затем, приложив рукой вертикальное усилие вниз до щелчка, убедиться, что фиксаторы 2 установились в боковые отверстия средней части корпуса. Убедиться в отсутствии видимого зазора между прилегающими поверхностями верхней и средней части корпуса (рис. 7.17).

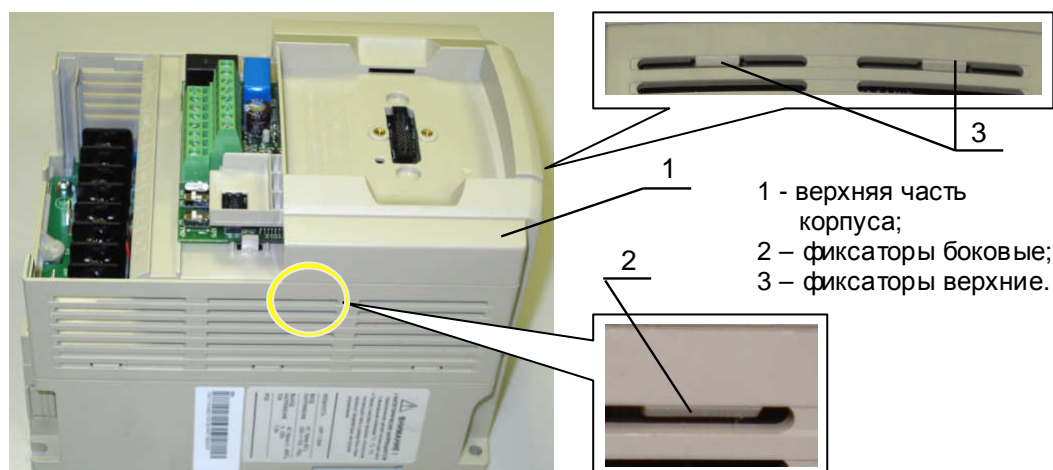


Рис. 7.17

7.8.2. Установить решётку кабельных вводов 1, при этом фиксаторы 2 с двух сторон решётки должны войти в отверстия в средней части корпуса 3 (рис. 7.18).

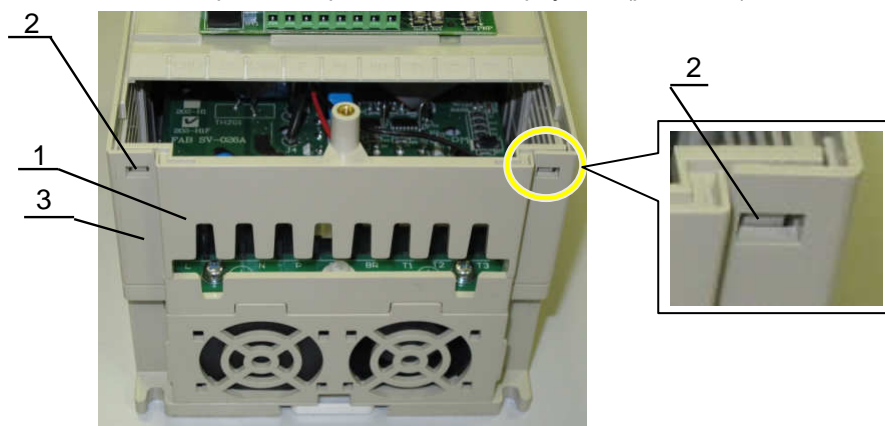


Рис.7.18

7.8.3. Установить верхнюю крышку 1, при этом фиксаторы с двух сторон крышки должны войти в отверстия в средней части корпуса 2, закрепить крышку винтом 3 (рис. 7.19).



Отвертка крестовая PH2

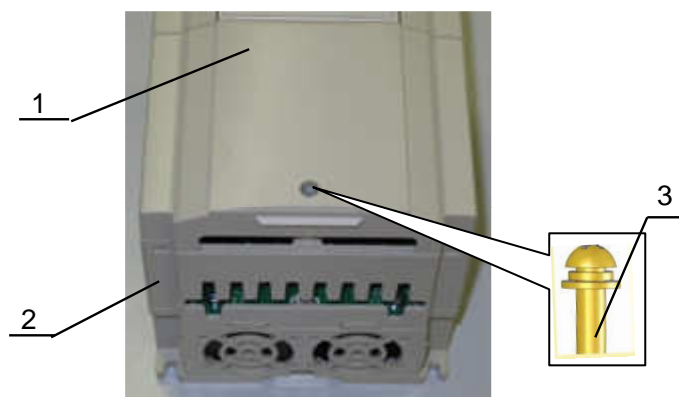


Рис.7.19

7.9. Установка пульта управления.

7.9.1. Установить пульт управления 1 в верхнюю часть корпуса 2, приложив рукой усилие вниз до щелчка фиксаторов 3 (рис. 7.20).



Рис.7.20.

8. ВЫХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

8.2. Блок-схема выходного контроля преобразователей частоты E2-8300-S2L.

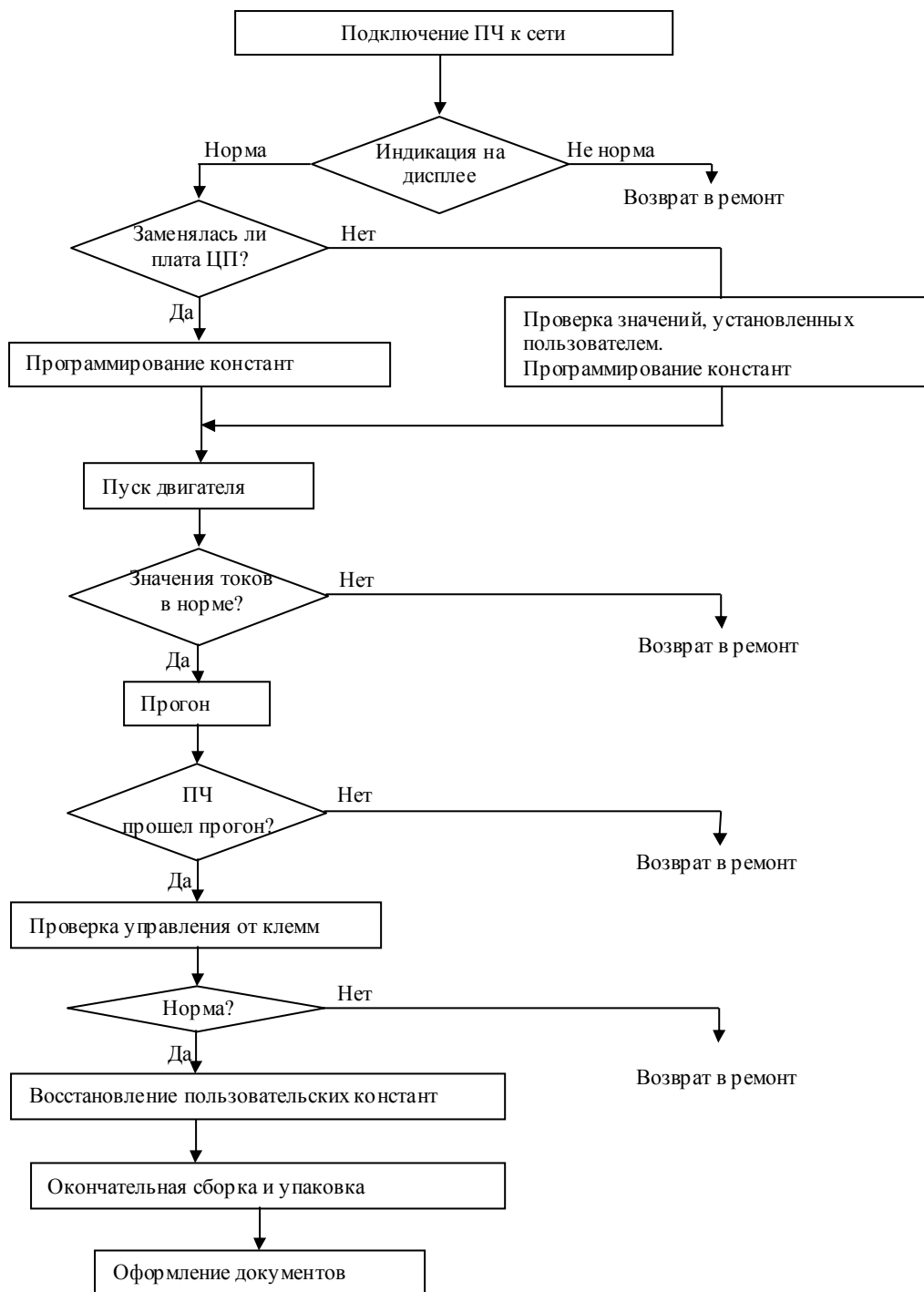


Рис. 8.1 Блок-схема выходного контроля

8.3. Подключить проверяемый преобразователь частоты по схеме, приведенной на рис. 8.2.
🔧 **двигатель 3.4.4**

⚠️ При отсутствии двигателя с характеристиками, указанными в п.3.4.5, использовать двигатель с номинальным током, наиболее близким к номинальному току ПЧ. В любом случае ток в каждой из фаз двигателя при работе на частоте 50 Гц должен составлять не менее 40% номинального тока ПЧ ($\geq 3,0A$ для E2-8300-S2L).

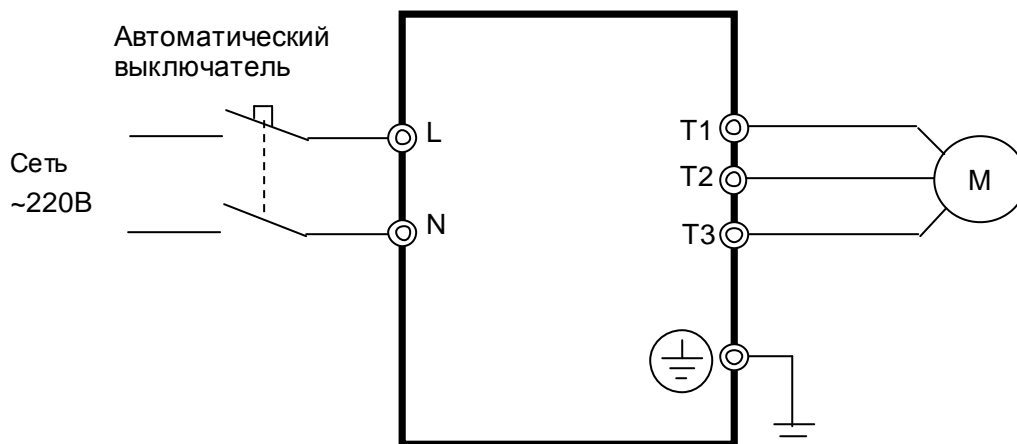


Рис. 8.2 Схема подключения ПЧ

8.4. Подать напряжение ~220 В на входные клеммы L и N.

8.5. Проконтролировать индикацию дисплея пульта управления преобразователя частоты. На дисплее в течение 3-5 секунд должно отображаться напряжение питания, а затем – задание частоты, все это время индикаторы на дисплее и светодиод «Вращение вперед» должны мигать.

Примечание. Если индикация на дисплее не соответствует п.8.5., необходимо ПЧ вернуть в ремонт.

8.6. Запрограммировать необходимые значения констант ПЧ для режима управления от местного пульта. Последовательность действий по установке констант зависит от того, заменялась или нет плата процессора.

8.6.1. Если в процессе ремонта **не была заменена плата процессора**, необходимо:

8.6.1.1. Проверить текущее задание частоты, значения констант 1-00, 1-06 и положение переключателей SW1...SW3. Эти сведения необходимо записать на свободном поле карточки ремонта для последующего их восстановления перед отправкой заказчику.

8.6.1.2. Установить значения констант:

1-00 = 0000 - подача команд Пуск/Стоп от пульта;

1-06 = 0001 - задание частоты от потенциометра пульта;

4-00 = 0001 - отображение на дисплее выходного тока;

8.6.1.3. Перейти к п.8.7. для продолжения проверок.

8.6.2. Если в процессе ремонта **была заменена плата процессора**, необходимо:

8.6.2.1. Установить значения констант:

15-06 = 1110	Сброс констант к заводским значениям;
0-01 = 220	Номинальное напряжение двигателя;
0-07 = 220	Напряжение питающей сети;
1-06 = 0001	Задание частоты от потенциометра пульта ;
4-00 = 0001	Отображение на дисплее выходного тока.

8.7. Подать команду «Пуск» с местного пульта управления. Двигатель должен запуститься, выходная частота ПЧ должна плавно увеличиваться до величины, заданной потенциометром пульта управления.

8.8. Установить потенциометром частоту 50 Гц. С помощью токовых клещей произвести измерение выходного тока ПЧ по каждой выходной фазе (Т1, Т2 и Т3). Вычислить среднее арифметическое значение и сравнить его с показаниями выходного тока пульта управления ПЧ:

$$I_{cp} = (I_1 + I_2 + I_3) / 3$$

Разница между этими значениями должна составлять не более $\pm 10\%$.

Отклонение значений токов **I1, I2, I3** между собой также не должно превышать $\pm 10\%$.



Токовые клещи 3.4.7

Примечание. Если при проверках по в п.п. 8.6, 8.7 выявлено какое-либо несоответствие, необходимо ПЧ вернуть в ремонт.

8.9. Оставить преобразователь в работе для прогона на время не менее 30 мин. В процессе работы контролировать:

- выходной ток преобразователя частоты по каждой из выходных фаз;
- отсутствие вибрации и постороннего шума электродвигателя;
- отсутствие ошибок на дисплее ПЧ.



Двигатель 3.4.4., токовые клещи 3.4.7

8.10. Подать команду «Стоп», выходная частота ПЧ должна плавно снижаться до 0, двигатель остановиться.

8.11. Если в процессе прогона не обнаружено отклонений от нормального режима работы, перейти к следующему пункту проверки, в противном случае вернуть ПЧ в ремонт.

8.12. Проверить работу преобразователя при управлении от внешних клемм в соответствии с п. 4.15 настоящего Руководства.



Потенциометр и переключатель 3.4.6

Примечание. Если при проверке по п. 4.15 выявлено какое-либо несоответствие, необходимо ПЧ вернуть в ремонт.

8.13. Восстановить значения опорной частоты, констант, измененных в процессе проверок и положения переключателей SW1...SW3, к значениям, установленным пользователем (если при ремонте не заменялась плата процессора).

8.14. Отключить питание ПЧ, отсоединить подключенные провода.

8.15. Произвести затяжку винтов клемм.

8.16. Наклеить гарантийную наклейку в соответствии с рис.8.3.



Рис. 8.3

- 8.17. Произвести окончательную сборку и упаковку отремонтированного изделия и сдать его на склад.
- 8.18. Заполнить сопроводительные документы в соответствии «Инструкции о порядке приема, подготовки и проведения ремонтных работ преобразователей частоты Е1, Е2 и Е3 и устройств плавного пуска ДМС».

