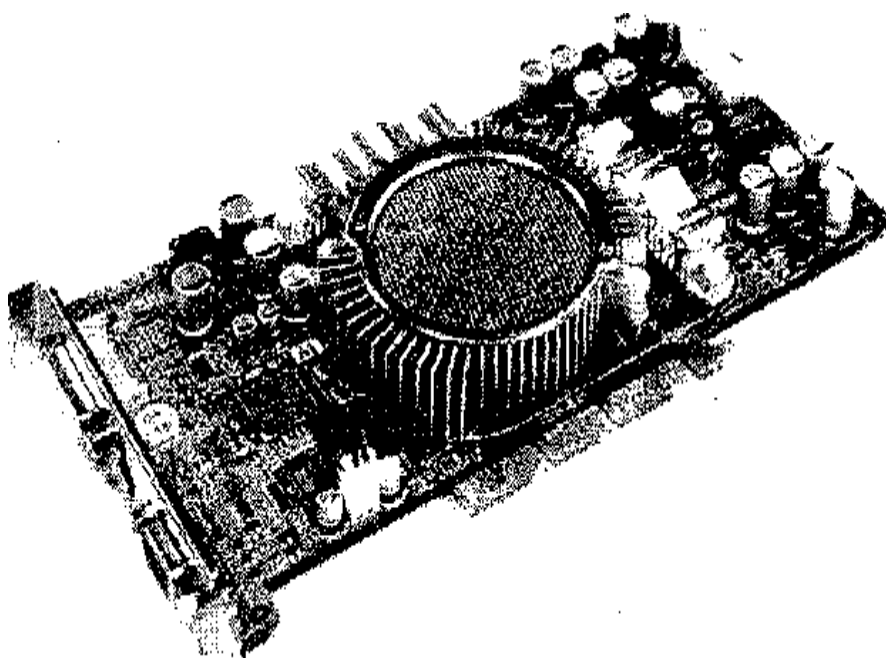


ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "Проектирование технологического процесса сборки радиоэлектронного модуля" по дисциплине «Технология приборов и систем», «Технология производства электронных средств» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной и заочной форм обучения



УДК 21.396

Составитель канд. техн. наук А.Б. Антиликаторов

Методические указания к лабораторной работе "Проектирование технологического процесса сборки радиоэлектронного модуля" по дисциплине «Технология приборов и систем», «Технология производства электронных средств» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.Б.Антиликаторов. Воронеж, 2015. 41 с.

В методических указаниях представлены основные положения и методика разработки технологических процессов сборки радиоэлектронного модуля, а также основанные на нормативных документах правила создания технологической документации на сборочные процессы. Методические указания предназначены для проведения лабораторного практикума в течение 12 аудиторных часов

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле ЛР_ ПТП.doc

Табл. 4. Ил. 5. Библиогр.: 7 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.В. Турецкий

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А.В. Муратов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

©ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2015

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

1.1. Цель работы - приобретение практических навыков проектирования технологических процессов (ТП) сборочно- монтажного производства.

1.2. Содержанием работ является разработка маршрутного и операционного ТП радиоэлектронного модуля и получение технологической документации. Выполнение лабораторных заданий рассчитано на три лабораторных занятия (12 часов).

1.3. Исходными данными и документами для проектирования ТП являются: техническое описание и сборочный чертеж изделия, программа и календарные сроки его выпуска, а также условия эксплуатации и категория размещения изделия.

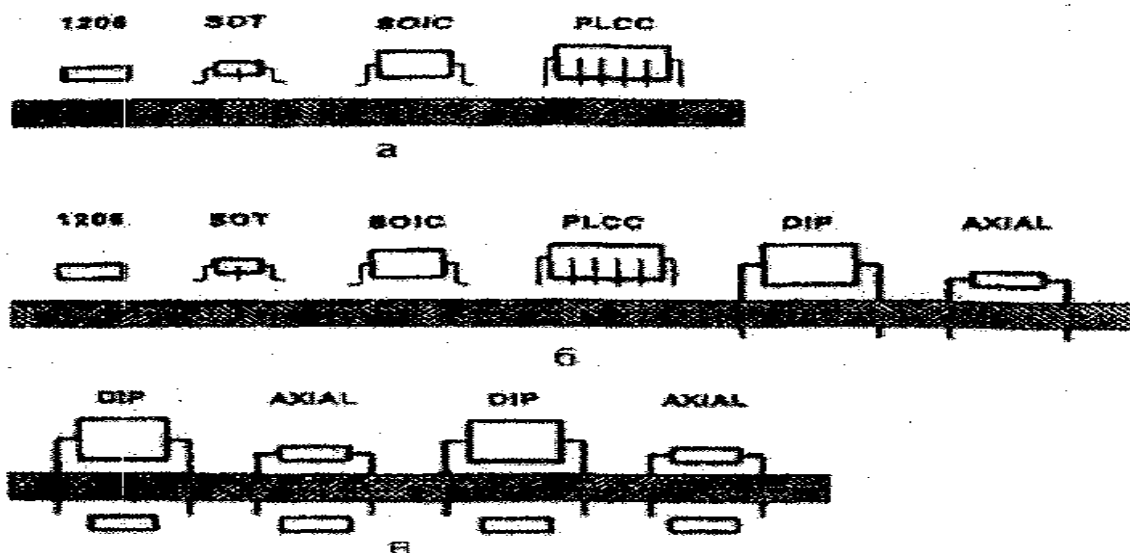
2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. ЗАДАНИЕ ПЕРВОЕ

Ознакомиться с общей структурной схемой ТП сборки и монтажа радиоэлектронных модулей (сборочных единиц на печатных платах) [1].

ТП сборки и монтажа радиоэлектронных модулей в большой степени зависит от элементной базы и конструктивно-технологических особенностей радиоэлектронного модуля, от оснащённости производства, от заданной программы выпуска.

В соответствии со стандартами США, где вопросами стандартизации в области технологии монтажа занимаются две организации: Институт межсоединений и монтажа электронных схем (Institute of Interconnecting and Packaging Electronic Circuits (IPC)) и Ассоциация электронной промышленности (Electronics Industries Association (EIA)), стандартом IPC-CM-7070 выделены два типа (тип 1 и тип 2) конструктивного исполнения радиоэлектронных модулей, которые могут иметь три класса (А, В и С). Типы определяют расположение компонентов с одной (тип 1) или двух сторон (тип 2) ПП, а классы — виды компонентов, используемых для поверхностного монтажа (А — использование только компонентов, монтируемых в отверстия (КМО), В — только компонентов поверхностного монтажа (КПМ) и С — смешанное использование компонентов). Классы В и С в свою очередь могут подразделяться на простые и сложные. Схемы реализации этой классификации показаны на рис. 2.1.



а — тип 1 класс В; б — тип 1 класс С; в — тип 2 класс С

Рис. 2.1. Классификация вариантов конструктивного исполнения согласно стандарта IPC

Стандартами EIA выделяются три варианта практической реализации радиоэлектронных модулей с применением технологии поверхностного монтажа: тип I, тип II и тип III (рис. 2.2), Тип I содержит только КПМ различной сложности, устанавливаемые с одной или двух сторон ПП, тип II — КМО на лицевой стороне и простые КПМ на обратной стороне ПП. Тип II является комбинацией первого и второго типов. Кроме того, радиоэлектронные модули, содержащие сложные КПМ, такие как QFP, TAB, BGA и др., для каждого из типов выделяются в подтипы: 1С, 1С или 1С.

Следует обратить внимание на то, что в стандартах IPC и EIA КМО располагаются всегда на верхней (первой) стороне печатной платы

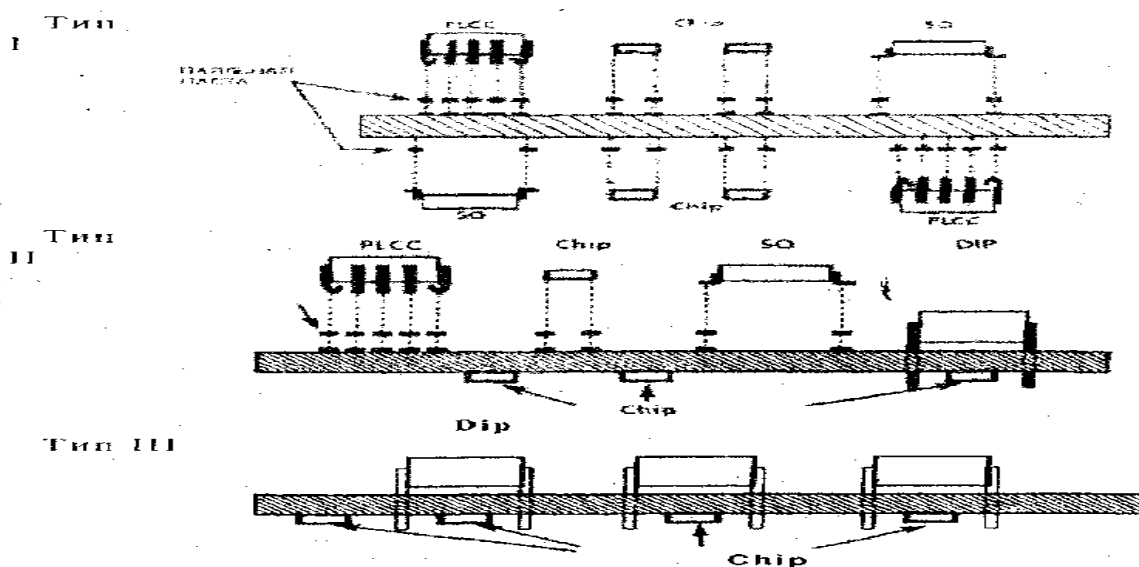


Рис. 2.2. Классификация вариантов конструктивного исполнения согласно EIA

Классификация вариантов конструктивного исполнения радиоэлектронных модулей по стандарту IPC-SM-770 более универсальная, однако, практически в промышленности чаще применяется вариант классификации согласно EIA.

Структурная схема сборки модуля будет зависеть от его конструктивного исполнения. Типовые схемы практической реализации наиболее распространенных конструктивных исполнений радиоэлектронных модулей в случае применения КПМ, КМО и смешанного монтажа представлены на рис. 2.3-2.5.

Характерной особенностью конструктивного исполнения радиоэлектронных модулей типа I по стандарту EIA (1.B, 2B по IPC) является использование только КПМ, структурная схема ТП представлена на рис. 2.3. Начинается ТП с нанесения припойной пасты на контактные площадки чаще всего методом трафаретной печати.

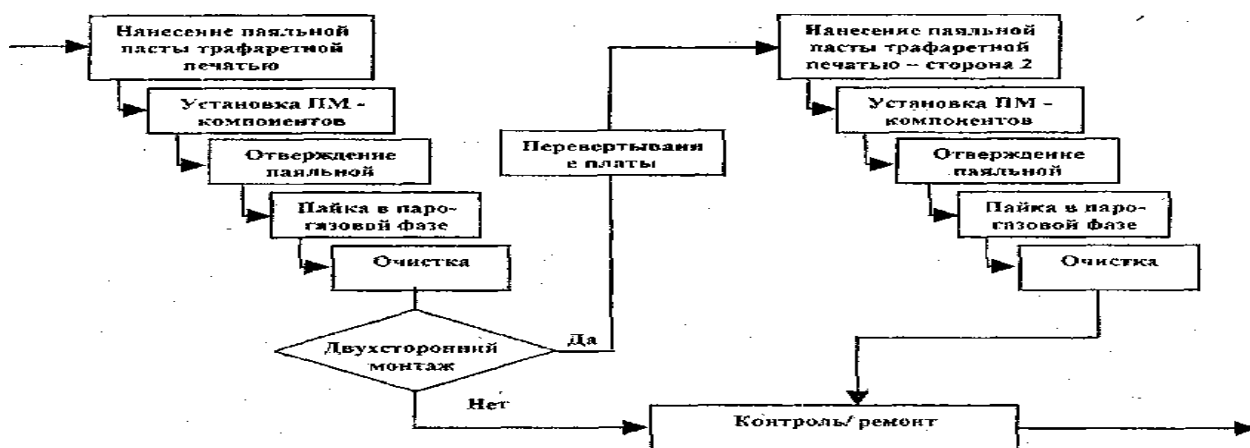


Рис. 2.3. Схема технологического процесса конструктивного исполнения радиоэлектронного модуля по типу I, по стандарту EIA (1B, 2B по IPC)

Компоненты устанавливаются на печатную плату и осуществляется их пайка в парогазовой фазе. Некоторые припойные пасты подсушивают перед

пайкой для удаления летучих соединений и стабилизации свойств, однако, рекомендуется применять припойные пасты, которые не требуют проведения этой операции. Для плат с двухсторонней установкой компонентов приведенные выше операции повторяются. Компоненты, находящиеся на лицевой поверхности печатной платы, повторно подвергаются нагреву, но вследствие действия сил поверхностного натяжения в припойной пасте они остаются на своих местах.

Последние операции всех технологических процессов сборки и монтажа радиоэлектронных модулей это очистка и контроль.

Наиболее простым, технологичным и широко применяемым вариантом конструктивного исполнения является смешанно-разнесенный монтаж (тип III по EIA или 2С по IPC), структурная схема сборки которого представлена на рис. 2.4.

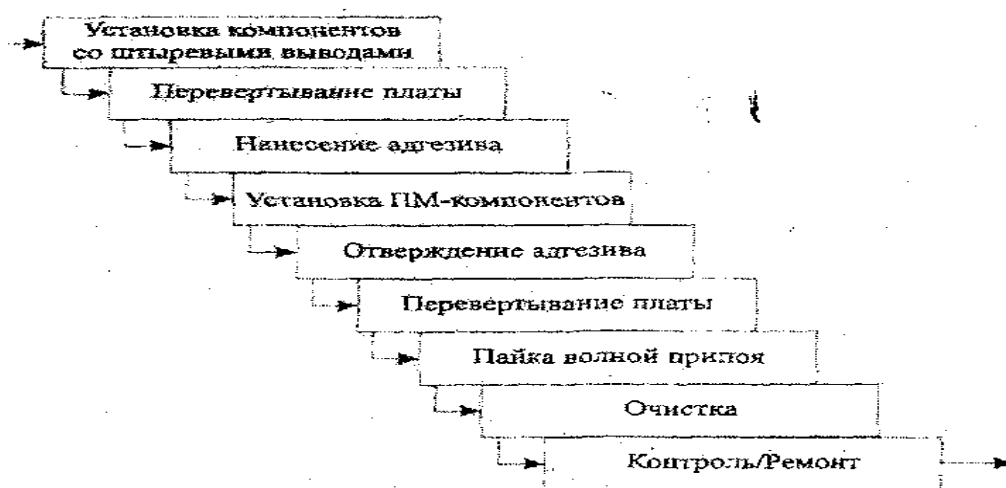


Рис. 2.4. - Схема технологического процесса конструктивного исполнения радиоэлектронного модуля по типу III по стандарту EIA (2С по IPC)

Первая операция технологического процесса автоматизированная установка компонентов со штыревыми выводами с их подгибкой. Она выполняется на серийном оборудовании. Далее плата переворачивается и на места установки КИМ наносится адгезив. С помощью автоматических укладчиков устанавливаются КИМ и осуществляется подсушивание адгезива в конвекционных или инфракрасных печах. После отверждения адгезива плата переворачивается обратно и производится пайка выводов КМО и КИМ двойной волновой пайкой. Дискретные КИМ за счет приклеивания во время пайки остаются на своих местах.

Конструктивное исполнение радиоэлектронных модулей тип II по стандарту EIA - смешанный монтаж - является комбинацией типов I и III, поэтому в структурной схеме ТП сборки и монтажа используются все операции, характерные для этих типов (рис. 2.5). Это наиболее сложный вариант для практической реализации, и содержит он максимальное число операций. При наличии в конструкции сложных компонентов (тип ПС) ТП дополнительно включаются операции индивидуального монтажа этих компонентов с помощью лазерной или селективной пайки или группового паяльника.

Типовой технологический процесс сборки радиоэлектронных модулей с использованием только КМО выполняется в основном по следующей схеме:

1) **Комплектование** - комплектуются детали, сборочные единицы, электрорадиоэлементы (ЭРЭ) и материалы, производится их проверка внешним осмотром на отсутствие механических повреждений. Далее комплектация укладывается в тару и доставляется на рабочие места.

2) **Проверка паяемости ПП** - производится выборочная проверка партии печатных плат (но не менее трех штук) по определению паяемости металлизированных отверстий во время смачивания их расплавленной дозой припоя.

Промывка органическими соединениями.

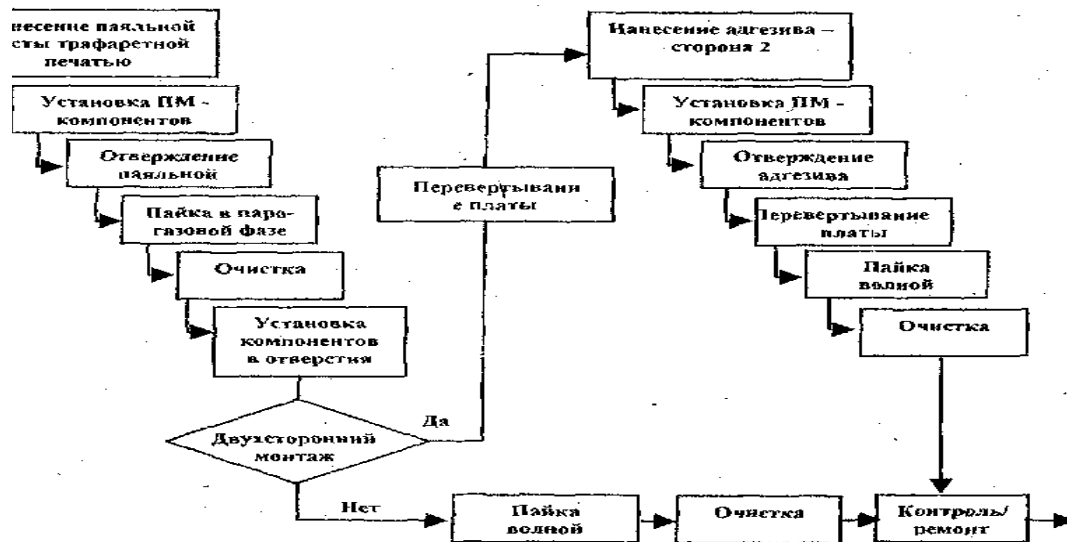


Рис. 2.5. Схема технологического процесса руктивного исполнения радиоэлектронного модуля IY II по стандарту EIA (2C по IPC)

3) **Сушка.**

4) **Защита маркировочных обозначений** - Операция включается для выполнения требований ОСТ4 ГО. 070. 015 к маркировочным обозначениям.

5) **Проверка паяемости деталей.** Операция по своему содержанию аналогична операции «Проверка паяемости ПП», включается в ТП при наличии соответствующих деталей (штырьки, лепестки и т.д.)

6) **Запрессовывание** (развальцовка и др.) - установка деталей запрессовыванием развальцовкой и др (при их наличии).

7) **Лужение** - лудятся все выводы КМО

8) **Формовка** - не производится, если ЭРЭ не требуют формовки, или если установка КМО производится в автоматизированном режиме

9) **Вклейка в ленту** - производится только в том случае, если применяется автоматизированная установка на ПП КМО с осевыми (аксиальными) и радиальными выводами.

10) **Кассетирование** - производится укладывание КМО в кассеты, если применяется их автоматизированная установка на ПП и, если выборка производится из кассет.

11) Установка - возможна автоматизированная и ручная установка КМО, что зависит от программы выпуска, а также от конструктивных особенностей ПП, конструкции ЭРЭ, входящих в состав данного радиоэлектронного модуля и вариантов установки ЭРЭ на ПП. В ТП может присутствовать одна, две и более операций с аналогичным наименованием, что зависит также от выбранного оборудования

12) Пайка - производится как правило волной припоя

13) Пайка - операция включается в ТП для устранения дефектов после групповой пайки волной припоя, паяльником.

14) Промывка органическими соединениями.

15) Сушка. - режим сушки выбирается с учетом ТУ на ЭРЭ.

16) Монтаж - установка и пайка ЭРЭ вручную, которые по различным причинам не могут быть смонтированы на предыдущих операциях.

17) Правка монтажа — включается для выполнения требований ОСТ4 ГО. 070. 015 к внешнему виду изделия, предназначена для изменения положения ЭРЭ (наклон, разворот и т. п.), которые могут произойти вследствие выполнения предыдущих операций ТП.

18) Контроль монтажа - проверяется качество сборки, пайки на отсутствие замыканий, брызг припоя на ЭРЭ и печатных слоях платы, на соответствие изделия чертежу

19) Влагозащита.

20) Регулирование

21) Контроль электрических параметров.

22) Транспортирование - перевозка изделия на склад готовой продукции.

2.2. ЗАДАНИЕ ВТОРОЕ

2.2.1. Ознакомиться с технологическим оборудованием, необходимым для подготовки и установки КПМ и КМО на печатные платы (ПП) в том числе в полуавтоматическом или автоматическом режимах, нанесения паяльных паст и проведения пайки [2].

В соответствии со схемой технологического процесса выбирается технологическое оборудование для выполнения всех необходимых операций.

Разработано многочисленное оборудование для сборки радиоэлектронных модулей по технологии поверхностного монтажа. Оборудование позволяет наносить на ПП дозы паяльной пасты, клея и устанавливать КПМ₁ и КПМ₂ (приложение Н), [4].

Для нанесения паяльной пасты в основном применяются: способ трафаретной печати и способ импульсного дозирования с использованием пневматических дозаторов. Недостаток трафаретного способа состоит в том, что каждый раз при изменении конструкции ПП необходимо заменять трафарет. Этого недостатка не имеет способ дозирования. Дозаторами удобно пользоваться при большом количестве различных конструкций ПП.

Дозаторами наносят также клеи, в отдельных случаях используют трафаретную печать. При технологическом креплении КПМ клей наносят

небольшими дозами в виде одной или нескольких капель. Если приклеивание КПМ предусматривает их жесткое крепление к ПП с целью повышения механической стойкости радиоэлектронных модулей или улучшения отвода тепла, клей наносят на всю поверхность контактирования ПП и КПМ, хотя при этом ухудшается ремонтпригодность изделия.

Самыми простыми и недорогими устройствами установки КПМ являются ручные манипуляторы, содержащие следующие конструктивы:

- базовый узел с пантографом;
- головку с автоматическим вакуумным захватом;
- встроенную вакуумную помпу или внешний компрессор;
- набор вакуумных наконечников;
- питатели для подачи КПМ из россыпи, лент, кассет.

Производительность ручных манипуляторов, полуавтоматов и большинства автоматов установки КПМ соизмерима с производительностью аналогичных по функциональному назначению изделий установки КМО, производительность наиболее совершенных автоматов существенно выше и составляет десятки тысяч компонентов в час.

Автоматическое оборудование сборки радиоэлектронных модулей на основе КПМ характеризуется высокой универсальностью и практически исключает ручные сборочные операции. Размеры КПМ, устанавливаемые одним автоматом, могут изменяться в больших пределах (от миниатюрных пассивных компонентов до крупноформатных ИМС).

Рабочий цикл любого автомата-укладчика включает в себя следующие технологические действия: выбор из накопителя требуемого компонента, перемещение его к посадочному месту на печатной плате, установка компонента с требуемой точностью позиционирования. Кроме того, в некоторых конструкциях автоматов перед установкой осуществляется контроль электрических и геометрических параметров устанавливаемого компонента. Такой технологический цикл возможно практически реализовать с помощью взаимного перемещения основных конструктивных элементов автомата — монтажной головки, координатного стола и магазина с компонентами.

Подготовка компонентов к монтажу включает в себя операции лужения выводов (при необходимости) и упаковки в технологическую тару, а также очистку печатной платы и предварительное облуживание металлизации. Первые операции могут выполняться на предприятиях-изготовителях комплектующих. Однако при длительном хранении комплектующих может происходить окисление поверхностного слоя припоя, что отрицательно скажется на качестве пайки. Поэтому в ответственных случаях рекомендуется проводить дополнительное облуживание выводов непосредственно перед установкой на плату.

При выполнении лужения для уменьшения теплового удара корпуса одним из методов (конвекционным или радиационным) подогреваются, затем окунаются последовательно в ванну с флюсом и расплавленным припоем. После охлаждения корпуса осуществляется промывка компонента в растворителях для удаления остатков флюса. В условиях крупносерийного производства этот процесс легко автоматизируется.

2.2.2. Ознакомиться с материалами, используемыми при изготовлении радиоэлектронных модулей (припой, флюсы, паяльные пасты, клеи, отмывочные жидкости). Данные о материалах, используемых при сборке . и монтаже радиоэлектронных модулей, приведены в [1].

2.3. ЗАДАНИЕ ТРЕТЬЕ

Изучить виды технологических документов, общие требования и правила их оформления [3, 4, 5, 6].

Для оформления технологической документации на ТП заполняются маршрутные и операционные карты. Маршрутные карты (МК) на технологический процесс и операционные карты (ОК) на технологические операции оформляются в соответствии с правилами [6].

Для оформления первого или. заглавного листа документа, как МК так и ОК, используется форма 2 (рис. 2.6), а для последующих листов - форма 16 (рис. 2.7).

В МК указывается наименование и последовательность выполнения технологических операций, а также оборудование, на котором выполняются данная технологическая операция. Если для изложения содержания операции используется только один переход, то он также включается в МК.

Для изложения ТП в МК (ОК) используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно, несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ. Служебные символы условно выражают состав информации, размещенной в графах данного типа строки формы документа.

При заполнении документа простановка служебных символов является обязательной и допускается их отсутствие на последующих строках при переносе информации. В качестве обозначения служебных символов приняты прописные буквы русского алфавита и проставляются они перед номером соответствующей строки, например, А01, Б02 и т. д. В табл. 2.1 указаны служебные символы и соответствующие им типы строк, а также состав и содержание информации, которую можно вносить в данную строку

На строках, имеющих символы А, Б расположенная на них информация заполняется строго в соответствующих графах. Перенос " информации на другую строку, при необходимости, допускается в пределах соответствующих граф, служебные символы на строках с перенесенной информацией не проставляются. Графы форм 2 и 16, в строках, отмеченных служебными символам А, Б, следует заполнять в соответствии с табл. 2.2, номера граф форм 2 и 16 представлены на рис. 2.6 и 2.7

ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.																																	
										02188										4	1												
РАЗРАБ. ПРОВЕРИЛ НОРМИР.		ИВАНОВ ВАСИЛЬЕВ												XXXX.467814.001										XXXX 10188.									
Н.Е.ОПТР.		ВЛАСОВА												ИНДИКАТОР																			
А	ЦЕХ	УЧ.	РМ	ОПЕР	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ										ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА																		
Б	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ										СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КПТ	Т.П.З.	Т.П.Т.												
К/М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА										ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД										ОПН	ЕВ	ЕН	КН	Н.РАСХ.								
1	2	3	4	5	6										7																		
А01																																	
03 Б 04	8																				9		10	11									
МК/ОК																																	

Маршрутная (операционная) карта (первый или заглавный лист)

ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.																														
										02188										4										
										XXXX.467814.001										XXXX 10188.										2
А	ЦЕХ	УЧ.	РМ	ОПЕР	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ										ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА															
Б	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ										СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КПТ	Т.П.З.	Т.П.Т.									
К/М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА										ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД										ОПН	ЕВ	ЕН	КН	Н.РАСХ.					
1	2	3	4	5	6										7															
А01																														
02 Б 03	8																				9		10	11						
МК/ОК																														

Маршрутная (операционная) карта (последующие листы)

Таблица 2.1

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам
О	Содержание перехода
Т	Код и наименование технологической оснастки и инструмента, применяемых при выполнении технологического перехода

Р	Технологический режим выполнения перехода
---	---

Таблица 2.2

Номер графы формы	Наименование графы	Служебный символ	Содержание информации
1			Обозначение служебного символа и порядковый номер строки, например, А01.Б04
2	Цэх	А	Номер цеха, в котором выполняется операция.
3	Уч.	А	Номер участка, конвейера, поточной линий и т.д.
4	РМ	А	Номер рабочего места
5	Код, наименование операции	А	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции
6	Обозначение документа	Б	Обозначение документов, инструкций по охране труда, для данной операции
7	Код и наименование оборудования	Б	Код оборудования по классификатору (каталогу), полное наименование
8	ОП	Б	Объем производственной партии в штуках
9	Т П.З.	Б	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
10	ТШТ.	Б	Норма штучного времени на операцию

Запись информации на строке, отмеченной служебным символом О, следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки, на которых в этом случае служебные символы уже не проставляются.

В начале маршрутного ТП перед первой строкой, отмеченной служебным символом А, могут быть указаны коды и дополнительные технические требования, относящиеся ко всему ТП, запись производится по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки, при этом служебные символы на этих строках не проставляются.

В начале маршрутного ТП перед первой строкой, отмеченной служебным символом А, могут быть указаны коды и дополнительные технические требования, относящиеся ко всему ТП, запись производится по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки, при этом служебные символы на этих строках не проставляются.

Пример заполнения МК приведен в прил. 1. В ОК указывается содержание и последовательность выполнения технологических переходов, технологическая

оснастка и приспособления, инструмент, а также технологические режимы для выполнения отдельных видов работ.

Пример оформления ОК приведен в прил. 2. В ОК запись информации на строках, обозначенных служебным символом О, следует выполнять в технологической последовательности, при этом переходы нумеруются:, номер перехода проставляется арабскими цифрами в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует перечислять, с указанием кодов, технологическую оснастку и инструмент, необходимые только для выполнения переходов, записанных в предыдущей строке (при указании кодов необходимо руководствоваться требованиями соответствующих документов на кодирование технологической оснастки). Запись на строке производится в следующей последовательности:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- специальный инструмент;
- средства измерения.

Разделение информации по каждому средству технологического оснащения следует выполнять через «;». Информация записывается по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса ее на следующую строку, при этом служебный символ на следующей строке уже не проставляется.

На строке со служебным символом Р указывается код, и технологический режим выполнения работы вышеуказанного перехода. Запись производится по всей длине строки.

Строки со служебными символами заполняются в последовательности: А, Б, О, Т, Р: Сочетание О, Т, Р может повторяться в пределах одной операции. Если инструмент, оснастка или технологический режим не указываются для данного перехода, то строки со служебными символами Т, Р могут отсутствовать.

В начале операционного ТП перед первой строкой, отмеченной служебным символом А, могут быть указаны коды и дополнительные технические требования, относящиеся к данной операции, запись производится по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки, при этом служебные символы на этих строках не проставляются.

Коды дополнительных технических требований проставляются на строке без указания служебного символа перед первой строкой А, если они относятся ко всему ТП или после соответствующей строки А если относятся только к данной операции

В прил. 3 приведены наименования технологических операций, содержание технологических переходов, технологические режимы и технологические требования с указанием соответствующих кодов.

3. ВОПРОСЫ К ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ

1. Дайте определение типовому технологическому процессу и типовой технологической операции.
2. Приведите базовые конструкции радиоэлектронных модулей.
3. Приведите структурные схемы технологического процесса для различных⁴ конструктивных исполнений радиоэлектронных модулей.
4. Классифицируйте типовые технологические операции по видам работ, выполняемым в процессе сборки узлов.
5. Дайте характеристику - технологическому оборудованию, используемому для подготовки и установки КМО.
6. Дайте характеристику технологическому оборудованию, используемому для подготовки и установки КПМ на ПП.
7. Какое оборудование применяется для ручной или полуавтоматической сборки компонентов, монтируемых на поверхность (КМП) ПП? Приведите пример.
8. Какое оборудование применяется для автоматизированной сборки КМП ПП? Приведите пример.
9. Перечислите методы монтажной пайки.
10. Какие компоненты не монтируют волной припоя.
11. Какими свойствами должны обладать низкотемпературные припои.
12. Приведите характеристику флюсов.
13. Изложите технологические особенности пайки при изготовлении узлов на ПП.
14. Какие методы пайки используются для монтажа узлов с КМП ПП?
15. Дайте характеристику, | технологическому оборудованию для выполнения паяных соединений.
16. Приведите пример оборудования для пайки оплавлением КМП.
17. Какие методы пайки и какое оборудование используется для пайки смешанных печатных узлов, на которых установлены как КМО, так и КМП?
18. В каких случаях производят лужение проводов, жил кабелей, элементов электромонтажа и выводов ЭРЭ?
19. Приведите требования к качеству облуживания поверхностей элементов.
20. Изложите технологические режимы лужения планарных и штырьковых выводов интегральных микросхем.
21. Изложите технологические режимы пайки выводов интегральных микросхем волной припоя.
22. Изложите требования к качеству паяных соединений.
23. Охарактеризуйте методы расконсервации печатных плат.
24. Охарактеризуйте методы очистки узлов от остатков флюсов.
25. Приведите схему технологического процесса склеивания ЭРЭ и деталей.

26. Приведите схему технологического процесса влагозащиты узлов.
27. Охарактеризуйте методы контроля, используемые при изготовлении узлов.
28. Какие существуют методы контроля качества очистки поверхности от остатков флюсов?
29. Перечислите методы контроля паяемости.
30. Перечислите виды технологических документов и объясните их назначение.

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

4.1.Задание первое

Проведите анализ исходных данных и документации.

4.1.1. Изучите техническое описание и принцип работы изделия, выявите особенности и специфику данного узла с учетом выполняемых им функций и области применения.

4.1.2. Изучите сборочный чертеж, технические требования и состав изделия, конструкцию деталей, элементную базу и методы сборки.

Для определения электрических и конструктивных характеристик ЭРЭ, входящих в состав изделия, воспользуйтесь текстовым и электронным справочным материалом.

Конструктивные характеристики ЭРЭ занесите в табл. 4.1.

4.2. Задание второе

Разработайте маршрутный ТП сборки узла с учетом заданной программы выпуска. Произведите выбор технологического оборудования.

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование и тип ЭРЭ	Эскиз и габаритные размеры корпусов ЭРЭ или тип корпуса	Позиционное обозначение. ЭРЭ по сборочному чертежу	Количество
-------	------------------------	---	--	------------

4.2.1. Составьте структурную схему ТП с учетом конструктивных особенностей и состава радиоэлектронного модуля. Разработку схемы маршрутного ТП произведите, основываясь на типовом технологическом Процессе [1]

Некоторые фирмы осуществляют пайку волной припоя поверхностно монтируемых корпусов интегральных микросхем (ИМС) типа SO. Однако это не рекомендуется ввиду высоких тепловых нагрузок на корпуса и снижения коррозионной стойкости и надежности ИМС.

Установку и пайку микросхем в корпусах с ультрамалым расстоянием между выводами (UFP/ТАВ для типа конструктивного исполнения I чаще всего производят с помощью группового паяльника и осуществляют после выполнения всех основных операций. BGA - корпуса устанавливаются в общем технологическом цикле, так как они имеют большее расстояние между выводами (обычно 1,27 мм).

4.2.2. Определите метод выполнения технологических операций и произведите выбор необходимых материалов.

Для крепления компонентов на ПП используется как метод нанесения припойной пасты, так и метод проводящих адгезивов. Метод нанесения припойной пасты - это наиболее широко используемый метод установки компонентов. Проводящий адгезив сейчас реже используется в массовом производстве. Припойные пасты наносятся непосредственно на контактные площадки печатной платы. Каждый из методов требует своих специальных приспособлений и материалов.

Припойные пасты разработаны применительно к технологии поверхностного монтажа, при разработке высоконадежного и экономически эффективного процесса изготовления изделий технолог должен выбирать припойную пасту с характеристиками, оптимально удовлетворяющими требованиям технологии производства конкретного изделия. Характеристики припойных паст в первую очередь определяются их составом. Припойные пасты, как правило, представляют собой смесь мелкодисперсного порошка материала припоя со связующей жидкой основой, при этом содержание порошка припоя составляет приблизительно 88 % от веса всей смеси (обычно этот показатель меняется в пределах от 85 до 92 %). Однако чаще всего состав припойных паст выражают через соотношение ингредиентов материала припоя. Так, например, 63/37 означает содержание в составе материала припоя 63 % олова и 37 % свинца, а 62/36/2 означает 62 % олова, 36% свинца и 2 % серебра. Оба эти состава довольно часто используются для приготовления припойных паст.

Данные о материалах, используемых при сборке и монтаже радиоэлектронных модулей, приведены в [1].

4.2.3. Произведите выбор технологического оборудования для всех технологических операций. Для выбора технологического оборудования воспользуйтесь [2]. Приведите характеристики выбранного оборудования

Выбор автоматизированного технологического оборудования следует производить с учетом требований, предъявляемых к конструкции базовой детали (печатной плате), а также конструкции всего радиоэлектронного модуля. Целесообразность применения автоматизированного оборудования определяется с учетом возможности его максимальной загрузки, что в свою очередь зависит как от заданной программы выпуска, так и от конструкции ЭРЭ, входящих в состав сборочной единицы.

В необходимых случаях разрабатывают технологию, сочетающую автоматизированную и ручную установку элементов. Вначале разрабатывают технологию автоматизированной сборки для тех элементов, которые могут быть подготовлены и установлены автоматизированным способом, а затем для оставшихся элементов разрабатывают технологию ручной сборки.

4.2.4. Разработайте технологию влагозащиты радиоэлектронного модуля, исходя из заданных условий эксплуатации.

При необходимости влагозащиты разрабатывают технологию отмывки сборочной единицы и контроля отмывки. Для отмывки используют системы отмывки, которые предусматривают реализацию трех операций: отмывка; ополаскивание; сушка. После этого разрабатывают технологию влагозащиты изделия.

Существенным вопросом при разработке технологии влагозащиты является выбор защитного покрытия, которое производится с учетом климатического исполнения и размещения изделия [7]. В зависимости от климатического исполнения и размещения изделия число слоев лака колеблется от одного до четырех.

Схема ТП влагозащиты следующая:

- очистка от пыли;
- отмывка
- контроль;
- сушка;
- изоляция мест, не подлежащих покрытию;
- контроль качества изоляции;
- подготовка влагозащитного материала;
- нанесение материала;
- сушка;
- удаление изоляции;
- контроль.

После выбора технологического оборудования определите последовательность и уточните наименование выполняемых операций, с учетом того, что некоторые операции могут объединиться и выполняться в едином технологическом цикле вследствие технических возможностей выбранного оборудования, например, нанесение паяльной пасты и установка КПМ; формовка, обрезка и лужение выводов КМО. По результатам выполнения задания заполните табл. 4.2.

Таблица 4.2

№ операции	Код и наименование операции	Код и наименование технологического оборудования	Позиц. обозн. и количество ЭРЭ	Варианты установки ЭРЭ	Примечание
------------	-----------------------------	--	--------------------------------	------------------------	------------

4.2.5. Определите необходимое количество единиц оборудования Q_j по каждому j -тому виду работ.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения определенного вида работ, вычисляется по формуле

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^{\varphi} \gamma_i N_a}{F n_o} \quad (4.1)$$

где φ - количество типоразмеров ЭРЭ,

γ_i - количество ЭРЭ i -того типоразмера в изделии, устанавливаемого (подготавливаемого) j -тым оборудованием, $i=1, \varphi$;

N_3 - годовая программа запуска, определяется по формуле

$$N_3 = N \eta \quad (4.2)$$

где N - годовая программа выпуска, шт.,

η - коэффициент, учитывающий технологические потери, принимается равным от 1,01 до 1,03

F - действительный годовой фонд рабочего времени, ч.

n_{oj} - производительность j -того оборудования, шт./ч.

Определите принятое количество единиц j -того оборудования Q_{jn} путем округления Q_j до целого числа.

4.2.5 Определите коэффициент загрузки j -того оборудования α_j по формуле

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^{\varphi} \gamma_i N_a}{F n_{oj} Q_{jn}} \quad (4.3)$$

С учетом значения α_j сделать заключение об экономической целесообразности применения данного оборудования, результаты расчета свести в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Расчет количества и коэффициента загрузки оборудования

Коди наименование операции	Код и наименование оборудования	Количество ЭРЭ	Производительность j-того оборудования p_j , шт./ч.	Количество единиц оборудования		Коэффициент загрузки j-того оборудования, α_j
				расчетное, Q_j	принятое, Q_{jn}	

В промышленности принимаются удовлетворительными следующие значения нормативного коэффициента загрузки оборудования α :

при массовом производстве..... от 0,65;

при серийном производстве. от 0,85.

4.3. Задание третье

Заполните маршрутные карты (МК) на ТП в соответствии с правилами ГОСТ /12/. Для оформления первого или заглавного листа документа используйте форму 2, для последующих - форму 16.

4.4. Задание четвертое

Определите содержание единичных технологических операций, выберите необходимую технологическую оснастку и инструмент для выполнения всех видов работ.

4.5. Задание пятое

Оформите операционные карты (ОК) на единичные технологические операции в соответствии с правилами ГОСТ (первый лист-форма 2, последующие листы – форма 16).

5. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен включать следующую информацию:

-наименование и цель работы;

-исходные данные на проектирование технологии;

-содержание лабораторных заданий и их выполнение (текст, таблицы);

-обоснование операций технического контроля, методов и средств контроля;

-технологические документы;

-выводы по работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(справочное)

Пример оформления маршрутной карты (МК)

ГОСТ 3.111-82 ФОРМА 2															
ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.															
РАЗРАБОТ. ИВАНОВ		ИВАНОВ		02188		2		1							
ПРОВЕРИЛ ВАСИЛЬЕВ		ВАСИЛЬЕВ		XXXX467814.001		XXXX		10188.							
Н.КОНТ. ВЛАСОВА		ВЛАСОВА		ИНДИКАТОР											
А	ЦЕХ	УЧ.	РМ	ОПЕР	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ		ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА								
Б	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ				СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КШТ	Т.П.З.	Т.П.Т.
К/М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА				ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД		ОПШ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.РАСХ.				
01	РАБОТУ НА ВСЕХ ОПЕРАЦИЯХ ВЫПОЛНЯТЬ В ХАЛАТАХ ТИПА А,3 ГОСТ 12.4.131 - 83, КОМПАКАХ ТИПА А ГОСТ 23143 - 78, ТАПОЧКАХ АРТИКУЛ														
02	170035 ГОСТ 1135 - 78.														
03															
А 04	536	08		005	0418	КОМПЛЕКТОВАНИЕ									
Б 05	107	СТОЛ СКП	- 631.00.00												
06															
А 07	536	10		010	8116	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЯЕМОСТИ ЛЕПЕСТКОВ									
Б 08	107	СТОЛ СКП-631.00.00;	095 ВАННА ГТ 0867-4004, ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ,												
09	СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА НЕ МЕНЕЕ 0,6 М/С.														
10															
А 11	536	07		015	8842	РАЗВАЛЬЦОВКА									
Б 12	099	СТОЛ - 1.	185.00.00, ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ												
13	ВОЗДУХА НЕ МЕНЕЕ 0,6 М/С.														
14															
А 15	536	15		020	8843	СБОРОЧНО-МОНТАЖНАЯ									
Б 16	099	СТОЛ - 1.	185.00.00, ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ												
17	ВОЗДУХА НЕ МЕНЕЕ 0,6 М/С.														
МК															

ГОСТ 3.111-82 ФОРМА 1Б															
ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.															
				02188		2									
				XXXX467814.001		XXXX		10188.							
А	ЦЕХ	УЧ.	РМ	ОПЕР	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ		ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА								
Б	КОД, НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ				СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КШТ	Т.П.З.	Т.П.Т.
М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА				ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД		ОПШ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.РАСХ.				
01	536	15		025	0389	КОНТРОЛЬ СБОРКИ И МОНТАЖА									
02	099 СТОЛ - 1. 185.00.00,														
03															
04	536	15		030	8800	СБОРКА.									
05	106	СТОЛ СКП-631.00.00,	ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ												
06	ВОЗДУХА НЕ МЕНЕЕ 0,6 М/С														
07															
08	536	15		035	0401	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ									
09	119 ТЕЛЕЖКА ОН-902.00.00														
10	040108 ТРАНСПОРТИРОВАТЬ ПЛАТУ В КЛАДОВУЮ ДЛЯ УЧЕТА И ХРАНЕНИЯ.														
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(справочное)

Пример оформления операционных карт (ОК)

ГОСТ 3.111-82 ФОРМА 2

ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.											02188	2	1			
РАЗРАБОТ. ИВАНОВ		ВАСИЛЬЕВ		XXXX467814.001						XXXX 10188.						
Н.КОНТР. ВЛАСОВА		ИНДИКАТОР														
A	ЦЕХ	УЧ	РМ	ОПЕР	КОД НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ					ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА						
B	КОД НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ					СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КШТ	Т.П.З.	Т.ШТ.
К/М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА					ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД					ОПЛ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.РАСХ.	
A 01	536	10	010	8116	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛЯМОСТИ ЛЕПЕСТКОВ					ИП0.090.291 ОТ (450); ИП0.090.095 ОТ (450)						
B 02	107 СТОЛ СКП-631.00.00; 095 ВАННА ГГ 0867-4004, ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ,															
03	СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА НЕ МЕНЕЕ 0,6 М/С.															
04	ПРИ ХОРОШЕЙ ПЛЯМОСТИ ПОВЕРХНОСТЬ ЛЕПЕСТКОВ ДОЛЖНА БЫТЬ ПОКРЫТА ГЛАДКИМ НЕПРЕРЫВНЫМ СЛОЕМ.															
05																
O 06	1. 042401 ИЗВЛЕЧЬ ЛЕПЕСТОК (2) ИЗ ТАРУ.															
T 07	520 ПИНЦЕТ ППМ 120 АПМ 6.890.001 ТУ; 455 ЧЕХОЛ П-63070/3.															
08																
O 09	2. 014008 ОБЕЗЖИРИТЬ ПОВЕРХНОСТЬ ЛЕПЕСТКА (2) СПИРТО-БЕНЗИНОВОЙ СМЕСЬЮ В СООТНОШЕНИИ 1:1.															
T 10	116 СТАКАН НО 1181/1; 125 КИСТЬ № 2															
11																
O 12	3. 810419 ФЛЮСОВАТЬ ФКСП ЛЕПЕСТОК (2).															
T 13	520 ПИНЦЕТ ППМ 120 АПМ 6.890.001 ТУ; 411 СТАКАН НО 1181/1.															
14																
O 15	4. 816021 ЛУДИТЬ ПОС 61 ЛЕПЕСТОК (2).															
T 16	520 ПИНЦЕТ ППМ 120 АПМ 6.890.001 ТУ;															
P 17	ТЕМПЕРАТУРА 250 ± 5 ГРАД С, ВРЕМЯ 2 - 3 С.															
М/ОК																

ГОСТ 3.111-82 ФОРМА 1Б

ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.											02188	2				
		XXXX467814.001						XXXX 10188.								
A	ЦЕХ	УЧ	РМ	ОПЕР	КОД НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ					ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА						
B	КОД НАИМЕНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ					СМ	ПРОФ	Р	УТ	КТ	КОИД	ЕН	ОП	КШТ	Т.П.З.	Т.ШТ.
К/М	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ, СБ. ЕДИНИЦЫ ИЛИ МАТЕРИАЛА					ОБОЗНАЧЕНИЕ, КОД					ОПЛ	ЕВ	ЕН	КИ	Н.РАСХ.	
01																
O 02	5. 013308 УДАЛИТЬ ОСТАТКИ ФЛЮСА КИСТЬЮ, СМОЧЕННОЙ В СПИРТО-БЕНЗИНОВОЙ СМЕСЬЮ В СООТНОШЕНИИ 1:1.															
T 03	411 СТАКАН НО 1181/1; 417 КИСТЬ № 4.															
04																
O 05	6. 816023 ПРОВЕРИТЬ КАЧЕСТВО ЛУЖЕНИЯ ВНЕШНИМ ОСМОТРОМ.															
06																
O 07	7. 042402 УЛОЖИТЬ ЛЕПЕСТОК (2) В ТАРУ.															
T 08	520 ПИНЦЕТ ППМ 120 АПМ 6.890.001 ТУ; 455 ЧЕХОЛ П-63070/3.															
09																
O 10	8. 886122 ПОВТОРИТЬ ПЕРЕХОДЫ 1,2,3,4,5,6, 7 ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ШЕСТИ ЛЕПЕСТКОВ (2).															
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
М/ОК																

[illegible]

ГОСТ 3.111-82 ФОРМА 1

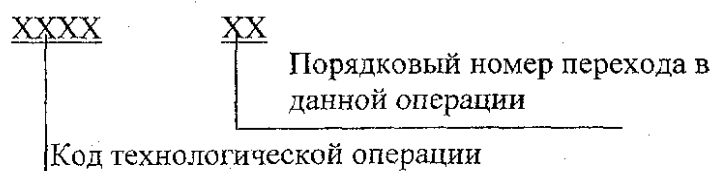
ДУБЛ. ВЗАМ. ПОДЛ.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное)

Классификатор технологический

Настоящий справочный материал составлен на основе классификатора технологического базового предприятия. В нем предусмотрено кодирование элементов технологических процессов сборки РЭС: технологических операций, переходов, технологических режимов и дополнительных технологических требований.

Кодирование технологических операций осуществляется по присвоенному четырехзначному коду каждой операции. В случае кодирования переходов используется шестизначный код. Структура кода приведена на рисунке.



Кодирование технологических режимов производится с помощью двухзначного кода. В справочном материале приведены практически все технологические режимы, которые регламентируются при пайке радиоэлементов, и некоторые температурные режимы, используемые при подготовке печатных плат перед монтажом.

Дополнительные технологические требования кодируются трехзначным кодом.

Знаком отмечена переменная часть содержания, т.е. в закодированный текст в данном месте может быть включена дополнительная уточняющая информация.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Код	Наименование операции
1	2
0130	Вклеивание ЭРЭ ÷
8859	Демонтаж и монтаж
8802	Закрепление ÷
8823	Запрессовывание
0109	Зачистка
7459	Защита маркировочных обозначений
8841	Клепка
0418	Комплектование
0389	Контроль ÷
0319	Контроль электрических величин ÷
8506	Крепление
7410	Лакирование
7427	Лакирование кистью (тампоном)
8160	Лужение
8175	Лужение монтажных площадок
0180	Маркирование
8858	Монтаж
8538	Намотка
8104	Нанесение флюса на паяемые поверхности
0140	Обезжиривание
2141	Обжим
2103	Обрезка
8116	Определение паяемости ÷
8115	Определение паяемости печатных плат
2101	Отрезка
8000	Пайка
0168	Подготовка ÷
0111	Правка
0110	Правка монтажа
0169	Приготовление ÷

1	2
8866	Приклеивание
8889	Проверка электрических величин
0133	Промывка органическими растворами
0160	Пропитка
0125	Протирка
2123	Протяжка
8860	Разборка
8842	Развальцовка
8504	Разделка ÷
8505	Раскладка провода, кабеля
0860	Расконсервация
0850	Распаковывание
8888	Регулирование
8507	Рихтовка ÷
8521	Рихтовка и касетирование микросхем
8800	Сборка ÷
8863	Сборочно-монтажная
8861	Сборочно-подготовительная
8846	Склеивание
8821	Стопорение
0170	Сушка
0401	Транспортирование
0424	Укладывание
0830	Упаковывание
8810	Установка
8540	Устранение дефектов
8805	Формовка выводов ЭРЭ
8509	Формовка, обрезка
8539	Формовка, обрезка, лужение
1000	÷

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

Код	Содержание перехода
1	2
010901	Зачистить заусенцы
010904	Зачистить места расклейки Зачистить места развальцовки
010906	
010911	Зачистить концы на длину
010912	Зачистить выводы
011001	Править монтаж
011002	Править
011104	Править выводы
011404	Нанести
011405	Нанести пасту КПТ-8
011406	Нанести на отгравированную поверхность эмаль ПФ-115, белую
011504	Пломбировать согласно чертежу
012503	Протереть салфеткой
012504	Протереть поверхность проводника тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью в соотношении 1:1
013001	Вклеить в ленту по номиналу
013002	Вклеить ленту по программе
013305	Промыть тампоном смоченным спирто-бензиновой смесью
013306	Промыть кистью, смоченный спирто-бензиновой смесью
013307	Промыть спирто-бензиновой смесью
013308	Удалить остатки флюса кистью, смоченной спирто-бензовой смесью
013309	Удалить остатки флюса спирто-бензовой смесью

013310	Промыть контакты кистью, смоченной , спирто-бензиновой смесью
013311	Удалить остатки
014008	Обезжирить поверхности спирто-бензиновой смесью
014009	Обезжирить выводы ЭРЭ кистью, смоченный спирто-бензиновой смесью
014010	Обезжирить выводы тампоном, смоченным спирто- бензиновой смесью
014012	Обезжирить тампоном, смоченным в бензине
014013	Обезжирить склеиваемые поверхности - спирто- бензиновой смесью в соотношении 1:1.
014014	Обезжирить выводы тампоном, смоченным спиртом и отжатым
014803	Защитить лентой липкой места, не подлежащие пайке
014807	Надеть изоляционную трубку
016901	Приготовить клей
017003	Сушить плату при температуре 100 - 110 °С в течении 1,5-2,0ч
017109	Сушить обезжиренные поверхности
017110	Сушить маркировочную поверхность в течение 2часов при комнатной температуре
018002	Маркировать
018004	Клеймить
031901	Проверить электрические величины
038901	Проверить маркировку ЭРЭ на соответствие чертежу
038902	Проверить сборочную единицу на отсутствие замыканий, брызг припоя на ЭРЭ и печатных слоях платы внешним осмотром
038903	Проверить внешним осмотром качество сборки и монтажа сборочной единицы, правильность заполнения технологического паспорта. Клеймить. Заполнить технологический паспорт
038904	Проверить качество внешним осмотром.
038905	Проверить сборочную единицу на соответствие чертежу

038906	Заполнить технический паспорт
038907	Проверить на отсутствие механических повреждений.
038909	Проверить качество крепления резьбовых соединений.
038913	Проверить качество внешним осмотром
038914	Клеймить штамп ОТК эмалью ЭП-572, черный
038925	Проверить высоту спаянных соединений над платой
038926	Проверить геометрические размеры согласно чертежу
038928	Проверить маркировку внешним осмотром, заполнить журнал сдачи продукции
038929	Проверить работоспособность
038930	Проверить размеры согласно чертежу
040101	Транспортировать
040102	Транспортировать детали, ЭРЭ, материалы на рабочее место комплектовщицы
040103	Транспортировать на участок монтажа
040104	Транспортировать на участок лакирования.
040105	Транспортировать на участок промывки
040106	Транспортировать на участок регулировки
040107	Транспортировать на рабочие места монтажников
040108	Транспортировать в кладовую для учета и хранения
040109	Передать на
040110	Транспортировать на участок складирования
041800	Получить
041801	Получить детали и ЭРЭ
041802	Распаковать тару с ЭРЭ
041803	Проверить внешним осмотром на отсутствие механических повреждений, наличие документации, подтверждающей их годность
041804	Доставить на рабочие места
041805	Получить детали
041806	Проверить внешним осмотром на отсутствие механических повреждений
041807	Получить детали, ЭРЭ и материалы
041810	Комплектовать детали, ЭРЭ, материалы по операциям
041811	Получить детали, ЭРЭ, материалы в кладовой Доставить детали, ЭРЭ, материалы на рабочие места
041813	Получить материалы в кладовой материалов Доставить на рабочее место комплектовщицы

041812	Получить детали, ЭРЭ, материалы в кладовой, проверить внешним осмотром на отсутствие механических повреждений, наличие документации, подтверждающей их годность, доставить на рабочие места, заполнить технологический паспорт
041815	Комплектовать детали, сборочные единицы, ЭРЭ и материалы по операциям
041817	Доставить детали, сборочные единицы, ЭРЭ и материалы на рабочие места
041824	Доставить в кладовую
041829	Получить. Проверить внешним осмотром на отсутствие механических повреждений и наличие документации, подтверждающей их годность. Комплектовать по операциям. Доставить на рабочие места
042401	Извлечь из тары
042402	Уложить в тару
042403	Уложить в тару и передать на участок
042404	Уложить детали, ЭРЭ, материалы в тару
042405	Извлечь плату из тары
042406	Уложить плату в тару
042407	Извлечь детали, сборочные единицы, ЭРЭ и материалы из тары
042408	Уложить детали, сборочные единицы, ЭРЭ и материалы в тару
066901	Установить на приспособление.
066902	Закрепить собственным крепежом приспособления
083018	Пломбировать
083039	Крепить
083052	Уложить
210308	Обрезать излишки выводов
214102	Обжать
742701	Покрыть лаком
800002	Паять припоем
800003	Паять выводы микросхем к контактными площадкам печатной платы

800004	Паять плату
800005	Подпаять соединения
800007	Произвести процесс пайки
800008	Паять ПОС61
800009	Установить микросхемы на плату, флюсовать и паять ПОС61 планарные выводы микросхем
800010	Паять выводы к плате
800011	Проверить контактные площадки платы на паяемость ПОС61 с ФКСП при температуре 250 - 270 °С в течение 1,5 - 2 с
800012	Паять дефектные соединения пайки волной (10% от общего количества паек)
810409	Флюсовать отверстия и контактные площадки
810410	Флюсовать места соединений
810411	Флюсовать выводы погружением в
810412 _j	Флюсовать контактные площадки платы
810413	Флюсовать и лудить выводы микросхем
810416	Флюсовать и паять электромонтажные соединения ÷
810419	Флюсовать
810420	Флюсовать ÷ на плате 5 - 10 металлизированных отверстий с контактными площадками, расположенными по диагонали
816018	Паять отверстия и лудить контактные площадки прикосновением стержня паяльника к контактными площадкам отверстия, не перекрывая полностью отверстия стержнем паяльника
816019	Лудить выводы погружением
816021	Лудить
816022	Лудить ПОС61 выводы
816023	Проверить качество внешним осмотром
850401	Снять изоляцию
850701	Рихтовать выводы
850702	Рихтовать выводы и уложить в кассету микросхемы
880201	Закрепить
880202	Крепить гайкой
880203	Крепить собственными крепежными деталями
880205	Закрепить винтами, подложив шайбы
880206	Закрепить винтом, подложив шайбу

880230	Закрепить концы
880231	Закрепить выводы
880264	Закрепить винтом
880266	Закрепить винтами
880501	Формовать выводы
880502	Формовать
880507	Формовать и обрезать выводы
880516	Формовать, обрезать и лудить вывода
881001	Установить плату на стойки
881005	Установить на плату
881008	Установить, совместив крепежные отверстия
881011	Установить в отверстия, флюсовать ФКСП и паять согласно чертежу
881018	Установить на плату, вставив выводы в соответствующие отверстия платы
881019	Установить
881036	Установить в отверстие
881037	Вставить в контакт
881053	Установить на плату, сориентировав по ключу, совместив выводы с контактными площадками
881060	Уложить на матрицу приспособления
881061	Установить на приспособление
881062	Снять с приспособления
881063	Установить микросхему на матрицу приспособления
881064	Извлечь микросхему из матрицы приспособления
881065	Уложить микросхему в кассету
881066	Установить кассету с микросхемами в кассетодержатель
881067	Установить в матрицу приспособления
881074	Извлечь микросхемы из кассеты
881076	Установить на плату, закрепив выводы
881083	Установить на плату и развальцевать

881084	Установить на плату
881085	Установить вставив выводы в соответствующие отверстия платы
881089	Установить на плату сориентировав по ключу, вставив выводы в соответствующие отверстия платы
881090	Установить в отверстие и крепить
881092	Удалить щуп
881093	Установить на плату, вставив выводы в соответствующие отверстия и подложив щуп
881094	Установить на плату, сориентировав по ключу, вставив выводы в соответствующие отверстия и подложив щуп
881095	Установить приспособления с платой в шкаф
881097	Извлечь приспособление с платой из шкафа
881098	Повернуть
882115	Стопорить
882117	Стопорить согласно чертежу
882201	Ввести штифт в отверстие и запрессовать
882301	Установить в отверстие и запрессовать
882302	Установить и запрессовать
884101	Установить в отверстие заклепку и расклепать
884108	Установить в отверстие и расклепать
884201	Установить в отверстие заклепку и развальцевать
884206	Установить в отверстие и развальцевать
884207	Проверить качество внешним осмотром
884611	Приклеить
884615	Нанести слой клея на склеиваемые поверхности
884616	Соединить склеиваемые поверхности
884617	Соединить склеиваемые поверхности
884618	Удалить излишки клея
884619	Соединить склеиваемые поверхности, вставив выводы в соответствующие отверстия платы
884621	Соединить склеиваемые поверхности, совместив выводы с контактными площадками
884622	Обезжирить склеиваемые поверхности спирто- бензиновой смесью. Сушить при температуре 125°C в течение 10 - 15 мин. Приклеить клеем. Распаять и снять
886121	Править
886122	Повторить переходы
886123	Повторить переход

886124	Повторить операцию
886384	Заправить в лепесток
886385	Заправить
886386	Отогнуть
886387	Пропустить в отверстие
886388	Произвести
888801	Регулировать

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ

Код	Технологический режим	Примечание
1	2	3
01	Температура не более 260 °С, время не более 2 с	Лужение планарных и штырьковых выводов ИМС погружением в расплавленный припой
02	Температура 250 - 270 °С, время 1,5 - 2 с	Лужение контактных площадок паяльником. Припой ПОС 61
03	Температура 250 - 270 °С, время 1,5-3 с	Лужение жил проводов и кабелей паяльником. Припой ПОС 61
05	Температура 240 - 250 °С. время 1 - 5 с	Лужение проводов, ЭРЭ, ИМС погружением. Припой ПОС 61
06	Температура (160 ± 5) ° С. время 1 - 3 с	Лужение выводов ЭРЭ паяльником. Сплав Розе
07	Температура не более 270 ° С, время не более 2 с	Пайка ИМС с планарными выводами групповым паяльником или волной припоя
08	Температура не более 270 °С, время не более 3 с	Пайка ИМС с планарными выводами паяльником
09	Температура не более 280°С, время не более 3 с	Пайка ИМС со штырь-ковыми выводами паяльником
10	÷	
11	Температура 240 - 265 °С, время 1 - 2 с	Групповая пайка пла-нарных выводов ИС, микросборок, диодных матриц я других ЭРЭ паяльником
12	Температура 250 - 280 °С, время 1,5 - 3 с	Подпайка соединений паяльником
13	Температура 240 - 265 "С, время 1 - 3 с	Пайка планарных выводов ИМС, диодных матриц и других ЭРЭ в ячейках паяльником
14	Температура 250 - 280 °С, время 1,5-5 с	Пайка штырьковых выво-дов ЭРЭ в блоках и ячейках паяльником

16	Температура 180 - 220 °С, время 1 - 5 с	Пайка экранирующей оплетки жгутов и внешнего проводника к соединителю. Припой ПОСК 50-18
19	Температура не более 265 °С, время не более 3с •	Пайка ИМС со штырько-выши выводами погружением или волной припоя
20	Температура 100 - 110 °С, время 1,5 - 2 с	Сушка печатных плат не ранее, чем за 6 часов до пайки
21	Температура 60 - 70 °С, время 3 - 4 ч	

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Код	Содержание
1	2
001	Корпуса радиоэлементов не должны иметь сколов и трещин компаунда, стекла или керамики в местах спая с выводами. При отсутствии специальной тары допускается использовать тару поставщика. При ^ выводов радиоэлементов не допускается нарушения их покрытия, а также целостности выводов и корпусов. Формовку выводов радиоэлементов следует производить таким образом, чтобы маркировка радиоэлементов просматривалась в процессе контроля. Количество деталей, отобранных для испытаний, составляет 3% от партии, но не менее 3 шт. При автоматизированной и механизированной формовке допускается произвольное расположение маркировки. Работу на всех операциях выполнять в халатах, тип А, 3 ГОСТ 12.4131-83; колпаках, тип А, ГОСТ 23134-78, чухаках. ГОСТ 1135-78
002	
003	
005	
006	
007	
008	
009	
010	Форма паяных соединений должна быть скелетной с вогнутыми галтелями припоя по шву и без избытка припоя, она должна позволять визуально просматривать через тонкие слои припоя контуры отдельных электроmontажных соединений. Нанесение флюса должно производиться в минимальном количестве, обеспечивающем смачивание поверхностей припоем.
011	Моющая жидкость не должна попадать внутрь негерметичных элементов аппаратуры. При установке микросхем, микросборок паять сначала крайние выводы, а затем остальные в последовательности установленной в IV. Интервал времени между пайкой соседних выводов не менее 3с. Ручная пайка радиоэлементов электропаяльником должна производиться
012	
013	

	со стороны, обратной установке радиоэлементов. Пайка одного и того же соединения с двух сторон не допускается
014 015	Поверхность галтелей припоя по всему периметру паяного шва должна быть вогнутой, непрерывной, гладкой, глянцевой или светло-матовой, без темных пятен и посторонних включений При хорошей паяемости поверхность должна быть покрыта гладким непрерывным слоем припоя
016	Выводы радиоэлементов диаметром более 0,7 мм и обжатые ленточные выводы не подгибать, высота выступающих концов выводов (подогнутых, не подогнутых) должна быть в пределах 0,5-1,6 мм
017 018 019 020 021 022 023 100	Крепежные резьбовые соединения должны быть плотно и равномерно затянуты Сколы и царапины на корпусах и деталях разъемов не допускаются Клеевой шов после отверждения должен быть сплошным и однородным, трещины и отслоения не допустимы, кроме оговоренных чертежом Зазор по торцам клеевого шва после отверждения не допускаются Сушить печатную плату не ранее чем за 6 ч до пайки Допускается сушить платы при температуре 60 - 70 °С в течение 3 - 4ч. При пайке -ь применять теплоотвод При пайке не допускается затекание флюса и припоя внутрь корпуса

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Донец, А.М. Проектирование технологических процессов изготовления радиоэлектронных модулей [Текст]: учеб. пособие / А.М. Донец. - Воронеж: ВГТУ, 2005. 145 с.
2. Донец, А.М. Технологическое оборудование для производства радиоэлектронных модулей [Текст]: учеб. пособие / А.М. Донец. - Воронеж: ВГТУ, 2008. 128 с.
3. ГОСТ 3. 1001-81. Общие положения
4. ГОСТ 3. 1102-81. Стадии разработки и виды документов.
5. ГОСТ 3. 1104-81. Общие требования к формам, бланкам и документам.
6. ГОСТ 3. 1118-82. Формы и правила оформления маршрутных карт.
7. Уразаев, В.Г. Влагозащита печатных узлов [Текст] / В.Г. Уразаев. - М.: Техносфера, 2006. 344 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания по выполнению работы	1
Домашние задания и методические указания по их выполнению	1
Вопросы к домашним заданиям	12
Лабораторные задания и методические указания	14
Указания по оформлению отчета	17
Приложения	18
Библиографический список	39

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "Проектирование технологического процесса сборки радиоэлектронного модуля" по дисциплине «Технология приборов и систем», «Технология производства электронных средств» направлений 200100.62 «Приборостроение» профиль «Приборостроение» и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» очной и заочной форм обучения

Составитель

Антиликаторов Александр Борисович

В авторской редакции

Подписано к изданию 26.02.2015

Уч.-изд.л. 2,5