Разработка технологии электромонтажа с применением Интернета

Разработка технологии электромонтажа в электронных приборах представляет собой комплексную задачу начиная с момента проектирования плат печатного монтажа с помощью программных продуктов и заканчивая поиском соответствующего оборудования в Интернете. Выбор производства тоже осуществляется с использованием Интернета.

Сергей Соболев

tps-ssf@rambler.ru

Введение

Современный мир невозможно представить без электроники. Техника и технологии непрерывно развиваются, не проходит и месяца, как появляются новые технологии, новое оборудование для производства плат печатного монтажа и новые материалы, применяемые в производстве. Перед разработчиками приборов и микропроцессорных устройств и технологами ежедневно встают вопросы: как лучше спроектировать изделие, какой технологический процесс лучше? Можно применить объемный, печатный, поверхностный или планарный внутренний монтаж. Современное приборостроение все шире применяет микросистемотехнику, и технология электромонтажа там занимает существенное место.

Для решения подобных задач необходимы информационное обеспечение и Интернет. Это позволяет использовать искусственный интеллект при разработке технологического процесса современного производства электромонтажа.

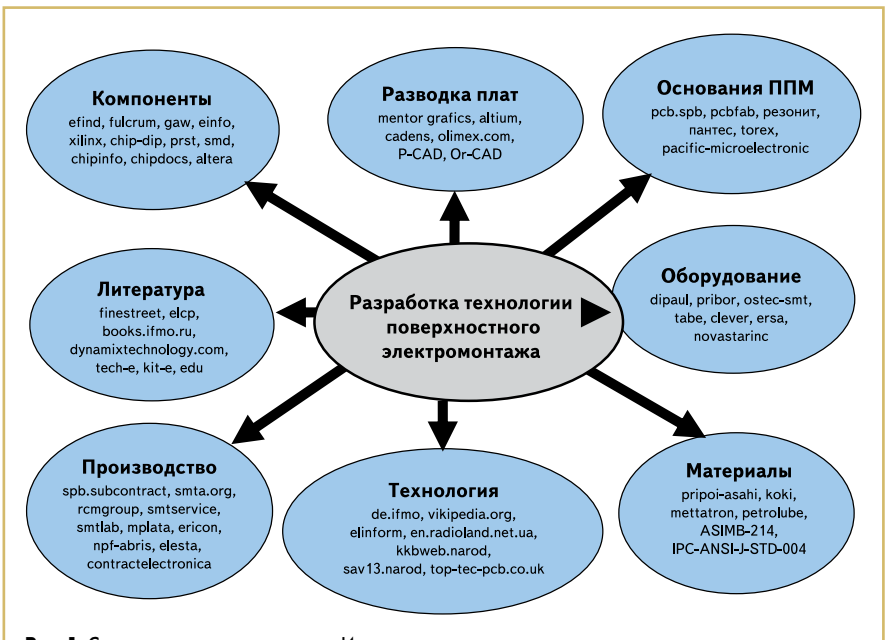

Рис. 1. Схема использования ресурсов Интернета

На рис. 1 представлена схема использования Интернета в общем случае. Каждый разработчик платы и каждый технолог конкретно для своих проектов составляет подобную схему для упрощения работы. Конечно, с течением времени в схему вносятся изменения. Перед разработкой нового технологического процесса следует просмотреть все возможные варианты исполнения платы с целью достижения максимальных возможностей и соответствия требованиям заказчика.

Схема охватывает основные этапы разработки технологического процесса электромонтажа прибора. Перед окончательным оформлением технологического процесса необходимо вновь обратиться к Интернету, чтобы ответить на все возникшие вопросы и принять наиболее целесообразное решение.

Выбор технологии электромонтажа при проектировании электронной схемы прибора

Проектирование любой схемы осуществляется с помощью программных продуктов. Наиболее широко в нашей стране применяются программы фирм Altium, Cadence и Mentor Grafics. Однако существует большое количество и других программных продуктов [5].

В процессе проектирования платы разработчик выбирает компоненты. Ранее, в соответствии с ГОСТ 2.104-68, составлялся перечень элементов, образец которого представлен в таблице 1.

В настоящее время информационное поле предоставляет широкие возможности по выбору компонентов. Технические возможности и габариты компонентов различны, и это определяет технологию электромонтажа уже на этапе проектирования.

Таблица 1. Образец перечня элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
Конденсаторы электролитические			
СР1	К53-35-10 мкФ — 25 В-038RSM-12,5x20	1	–
СР2, СР3	К53-35-10 мкФ — 6,3 В-038RSM-12,5x20		–

Таблица 2. Перечень с указанием типа корпуса компонента

Обозначение на схеме	Номинал	Допуск	Тип	Корпус	Предпочтительный поставщик
C1	1 мкФ	20%	GRM21 7XR 105M	0805	Murata
C2	1 мкФ	20%	GRM21 7XR 105M	0805	Murata

Все это нашло отражение в базах данных по компонентам (рис. 1). В связи с этим разработчики не удовлетворяются требованиями ГОСТа и на некоторых предприятиях предлагают свою форму перечня элементов (табл. 2).

В таком перечне указывается тип корпуса компонента, а это и означает выбор технологии электромонтажа.

Выбор программного обеспечения также влияет на возможные технологии изготовления платы.

Разработка технологии электромонтажа

Важнейшими факторами, предопределяющими формы и методы организации, планирования и управления на предприятии, являются тип производства и конструкция изделия.

Тип производства

Тип производства — это классификационная категория, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. Тип производства — важнейшая характеристика, от которой зависит объем подготовки производства для выпуска изделия. Различают три типа производства: массовый, серийный и единичный.

В приборостроении крупносерийным считается производство при объеме выпуска не менее 5 тыс. штук в год. Среднесерийное производство — 1000–5000 штук в год. Мелкосерийное — до 1000 штук в год. Но эти значения весьма условны.

Более точно категорию серийности устанавливают для того или иного производства (завода, цеха или участка), пользуясь коэффициентом закрепления операций — КЗО. По ГОСТ 3.1108-74 КЗО — это отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест (КЗО = О/Р):

- при КЗО = 1 — массовое производство;
- при КЗО = 1–10 — крупносерийное производство;
- при КЗО = 10–20 — среднесерийное производство;
- при КЗО = 20–40 — мелкосерийное производство.

КЗО характеризует частоту смены технологических операций в среднем за смену, среднее время выполнения одной операции, производительность работы. Этот коэффициент применяется для расчета численности рабочих, роста производительности труда, трудоемкости, производственной структуры, длительности переходного периода, занятости обслуживающего персонала, календарно-плановых нормативов. Как видно, Кзо показывает среднее число деталеопераций, выполняемых на одном рабочем месте производственной системы (участка, цеха) в течение месяца. Он характеризует степень стабильности производственных процессов на рабочих местах.

Приведенные характеристики типов производства были разработаны давно (в 1974 г.) и применительно к механообработке.

Современное приборостроение и особенно технология электромонтажа микропроцессорной техники решают задачу по организации производства различного типа путем автоматизации и механизации выполняемых работ. Для сравнения можно привести один показатель: автомат позволяет устанавливать около 20 тысяч компонентов в час. Кроме того, операция по установке компонентов может быть полностью автоматизирована. Это не идет ни в какое сравнение с приведенными выше цифрами. Различные фирмы, в том числе и предприятие Остек, предлагают типовые проекты участков и линий с возможностью автоматизации различных технологических операций.

Выбор производителя на этапах опытного и серийного производства

Этап опытного производства характеризуется малыми партиями. Он труден как для поставщиков компонентов, так и для производителей. На этом этапе разработчики проверяют правильность схемотехнических решений, производители зачастую «вытаскивают» технологические ошибки разработчиков, поставщики ломают голову, где взять малые количества электронных компонентов да еще по разумной цене. Есть ряд небольших предприятий, которые охотно берутся за опытные партии и делают их относительно недорого и качественно, потому что это их бизнес-ниша на данный момент. Но что если, отработав на таком предприятии определенные этапы в технологии изготовления, мы принимаем решение приступить к серийному выпуску? Нам приходится обратиться к другому, серийному производителю, и вдруг выясняется: изделие, которое мы теперь собираемся выпускать, по ряду причин нельзя запустить в серию — технологии, приемлемые для малых партий, требуют внесения некоторых изменений для выпуска крупных партий. Чтобы избежать этого, можно прибегнуть к услугам технолога, который мог бы все это заранее учесть, а можно сразу делать опытную партию на серийном предприятии. В общем, если у нас есть возможность выпустить опытную партию на серийном предприятии, надо это делать. Это позволит избежать многих ошибок, ускорить запуск изделия в серию, получить ряд дополнительных услуг, что в свою очередь поможет сократить издержки.

Выбор оборудования

Выбор технологии начинается с выбора оборудования нанесения компонентов поверхностным методом. Одновременно с этим необходимо определить способ изготовления основания плат печатного монтажа. Это отдельная и очень важная задача, решаемая в зависимости от назначения и условий эксплуатации платы.

Выбор автомата по установке компонентов, прежде всего, осуществляется по точностным характеристикам. Рассмотрим пример установки компонентов на печатную плату, выполненную по 5 классу точности, ГОСТ 23751-86. Установка компонентов выполняется на автомате Mechatronika M60, обеспечивающем точность размещения компонентов 0,1 мм. Как видно на рис. 2, если компонент имеет ширину для электрического соединения тоже равную 0,1 мм, то мы получаем минимальную ширину (поясок) не более 0,05 мм.

Следующий этап — это выбор печи оплавления, обеспечивающей полное расплавление припойной пасты и минимальный нагрев компонентов. После этого рассматривается вопрос о необходимости промывки и способе тестирования платы.

Выбор материалов

Технологический процесс сопровождается использованием различных материалов. Прежде всего, следует выбрать паяльную пасту. На производстве мало обращают внимание на данный вопрос. Если куплена определенная паста, то стараются ее максимально использовать. В последнее время выпускается большое количество разнообразных паст, и появилась методика их выбора на основании требований документации на плату.

Антистатические требования для производственных помещений обязательны.

В зависимости от типа производства используются и различные способы нанесения пасты на печатную плату. Затем следует выяснить, нужен ли трафарет и какой. А потом определить способ влагозащиты платы.

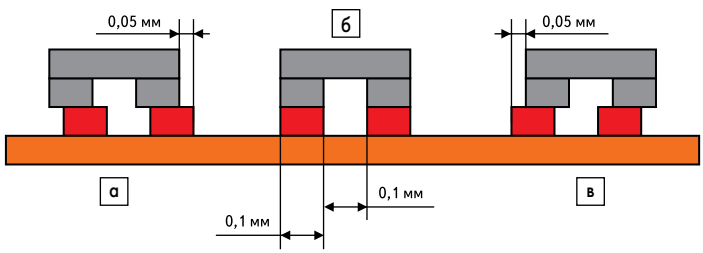

Рис. 2. Расположение компонента с учетом допусков:
а) отклонение по допуску –0,05 мм; б) идеальное расположение компонента; в) отклонение по допуску +0,05 мм

Проектирование оснастки

Необходимо обосновать выбор требуемой оснастки для крепления платы, варианты исполнения межоперационной тары, набор инструментов, средства для ремонта и т. п.

Приведем критерии выбора производственного участка:

- Использование имеющего производства.
- Разработка предложений по модернизации имеющегося производства.
- Использование известного производства.
- Выбор контрактного производства микропроцессорной техники.

Необходима база данных не только о наличии контрактных производств, но и подробный перечень технических возможностей изготовления плат печатного монтажа на известных разработчику предприятиях. Содержание заявок на изготовление плат существенно отличается у каждого производителя.

График подготовки производства разрабатывается при необходимости, когда объем работ превышает обычный и требует значительных затрат. Этот документ разрабатывается в виде сетевого графика с приложением оформленного технологического процесса. Существуют различные программные продукты по оформлению графика: Microsoft Office Project, Visio, Delmia и др.

Оформление технологического процесса

Технологический процесс оформляется на маршрутных и операционных картах. Но сегодня еще есть контрактные фирмы, использующие старые ГОСТы.

В современных условиях более правильно оформлять типовой технологический процесс для комплекта имеющегося оборудования и подробно рассматривать содержание операций для каждого нового заказа или периодически пересматривать содержание операций исходя из условий — качество плат и требования заказчика.

Таблица 3. Пример оформления маршрутной карты технологического процесса поверхностного монтажа (ГОСТ 3.1118-82, форма 4)

									4	1	
СПбГИТМО (ТУ)			КТПС.758710.001			Гр. 4165					
Блок управления двигателем переменного тока											
В	Цех	Участок	РМ	Операция		Код, наименование операции					
Г	Обозначение документа										
Д	Код, наименование оборудования										
Е	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
Н	Наименование детали, сборочной единицы или материала										
П	Обозначение (код)						АП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
01	Соблюдать требования по технике безопасности, инструкция №__ от ___.										
В02	005 Подготовительная										
Д 03	Рабочее место комплектовщика										
О 04	Скомплектовать ЭРЭ в ориентированном виде (кассеты, рулоны, контейнеры и др.)										
О 05	в расчете на партию изделий, соблюдая технические требования										
В 06	010 Упаковочная										
Д 07	Рабочее место комплектовщика										
О 08	Вскрывать вакуумную упаковку ПМИ только в помещении с контролируемой температурой и влажностью (22 ±2 °С, 30–60%) непосредственно перед комплектованием										
О 09	После вскрытия контейнера ПМИ провести его повторную герметизацию, удалив воздух из упаковки с помощью пылесоса и запаяв в упаковочный мешок (в мешок										
О 10	должен быть вложен индикатор влажности). Время нахождения ПМИ со вскрытой упаковкой в условиях влажности, превышающей 20%, — не более 5 часов										
О 11	Хранить ПМИ со вскрытой вакуумной упаковкой в шкафу сухого хранения при влажности ≤20%										
Т 12	Приспособление для запайки, гигрометр, часы с точностью хода ±1 мин., пылесос, браслет антистатический, пинцет антистатический										
В 13	015 Комплектовочная										
Д 14	Рабочее место комплектовщика										
О 15	Комплектовать ПМИ в отмаркированные ячейки для полуавтомата установки элементов М10 согласно перечню элементов на плату										
Т 16	Браслет антистатический, пинцет антистатический, ячейки для полуавтомата установки элементов М10										
О 17	020 Обезжиривание										
Д 18	Рабочее место монтажника										
О 19	Протереть плату тампоном, смоченным в спирто-нефрасовой смеси 1:1 и отжатым с двух сторон. Сушить плату при температуре 15...25 °С в течение 5–10 мин.										
О 20	Уложить плату в специальную тару										
Т 21	Бязь х/б отбеленная, перчатки х/б, часы с точностью хода ±1 мин., гигрометр, специальная тара										
О 22	025 Сушка										
Д 23	Сушильный шкаф										
О 24	Сушить платы при температуре 90...110 °С в течение 1,5–2 часов или 55...75 °С в течение 3–4 часов для удаления влаги, что предотвращает образование пор, раковин, пустот										
						Разраб.					
						Проверил					
						Н. контр.					
МК	Маршрутная карта технологического процесса сборки										

В таблице 3 представлен пример начала оформления маршрутной карты технологического процесса поверхностного монтажа.

Приведенные примеры показывают необходимость систематического изучения всех вопросов, относящихся к технологии электромонтажа с использованием информационной среды и Интернета для совершенствования производства плат печатного монтажа и обеспечения конкурентного преимущества компании.

Заключение

Практическое применение использования Интернета при разработке технологического процесса электромонтажа отражено в лекциях и лабораторных занятиях. Лекции проводились в СПбГУ НИУ ИТМО в 2010/2011 учебном году для магистров по направлению «Приборостроение» на кафедре «Технология приборостроения» в рамках дисциплины «Интеллектуальные технологии изготовления приборов и систем» [6]. Одновременно с этим впервые проведена лабораторная работа по выбору оборудования для поверхностного монтажа с использованием Интернета. Методические указания выйдут в 2011 году.

Литература

1. www.Ifmo.ru — электронная библиотека С. Ф. Соболева.
2. www.dipaul.ru
3. www.ostec-smt.ru
4. www.pribor.ru
5. www.olimex.com/pcb/dtools.html
6. Соболев С. Ф., Федосов Ю. В. Компьютерные технологии производства электронных блоков приборов / Учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010.