

1.19. ПОДГОТОВКА ЗАПУСКА НОВОГО ИЗДЕЛИЯ В ПРОИЗВОДСТВО

Цель лекции: изучение положений подготовки запуска нового изделия в производство.

Рассмотрим внедрение цифровых двойников в технологический процесс в рамках подготовки действующего производства под запуск нового изделия.

На рис. 1.157 представлен обобщенный алгоритм подготовки производства типового представителя таких изделий – модулей I уровня на печатных платах.

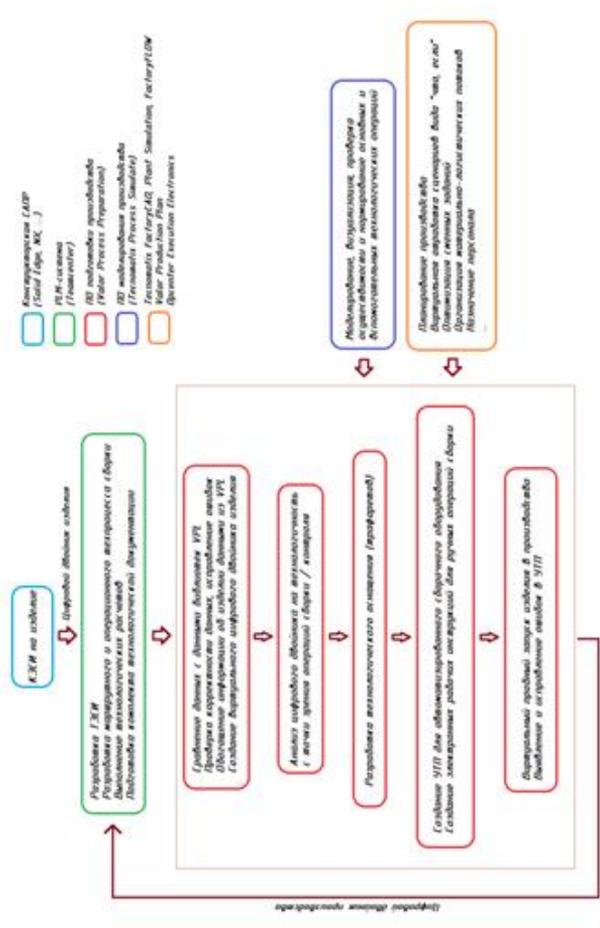


Рис. 1.157. Обобщенный алгоритм подготовки производства модулей на печатных платах с использованием ПО компании Siemens Digital Industries Software

Работа в целом происходит под контролем системы управления жизненным циклом изделия Teamcenter (TC). В модуль Teamcenter Manufacturing конструктор закладывает конструкторский электронный состав изделия КЭСИ по изделию из конструкторской САПР (например, Solid Edge, NX), а технолог на основе этих данных создает уже технологический электронный состав изделия (ТЭСИ) и разрабатывает маршрутный и операционный техпроцессы сборки с выполнением технологических расчетов и подготовкой комплекта технологической документации. Так как модуль на печатаной плате, как правило, входит в состав изделия более высокого уровня иерархии – блока, то техпроцесс сборки на уровне блока также выполняется в модуле Teamcenter Manufacturing при необходимости.

Для непосредственной подготовки производства модуля на печатной плате применяется программное обеспечение (ПО) Valor Process Preparation (VPP).

На первом этапе VPP загружает из TC конструкторские данные по изделию, сравнивает информацию (например, по комплектующим) с данными из собственных библиотек, проверяет корректность данных, обогащает информацию об изделии своими данными из библиотеки компонентов Valor Parts Library (VPL) и создает виртуальный цифровой прототип (двойник) изделия. Обмен «интеллектуальными» данными проекта ведется в стандартном отраслевом формате ODB++, который позволяет импортировать характерную для техпроцесса сборки информацию практически из любой CAD-системы, включая схемные обозначения и наименования компонентов, количество и шаг выводов, координаты установки, высоту, угол поворота, номера контактов и наименования цепей. Кроме того, загружаются данные по реперным знакам и, при наличии мультиплицирования, групповой панели. Важно отметить, что при этом происходит объединение данных конструкторских чертежей и спецификации и одновременно устраняются возможные противоречия между данным по компонентам из КЭСИ и в системе управления ресурсами предприятия (ERP).

Также на этом этапе можно отследить ошибки в назначении контактных площадок компонентам – например, когда компонент, выполняющий одинаковую электрическую функцию, в зависимости от своего исполнения у различных поставщиков требует различных контактных площадок (рис. 1.158), что может быть изначально не учтено в проекте.

Item	CPN	Manufacturer	MPN	VPL-Package
1	G8316005-244	KEMET	C1210C22K5RAC-1WR	DSO-C2/X-L60W32T25
		WALSIN	1210B22K5KCT-CRM	DSO-C2/X-L60W31T3
		AVX	10125C224KATA2A-KOL	DSO-C2/X-L64W25T3



Рис. 1.158. Пример различного исполнения компонента одного назначения от различных поставщиков

На следующем этапе производится анализ «цифрового двойника» изделия на технологичность с точки зрения операций сборки / контроля. С помощью предварительно созданных в ПО VPP правил проверяются, например, такие ключевые параметры модуля на печатной плате, как допустимые зазоры между компонентами, разрешенные/запрещенные зоны для монтажа компонентов, правильность задания, расположения и оформления реперных знаков, доступность мест установки компонентов для последующего ремонта и т.д. Здесь важно отметить, что анализ на технологичность проводится уже с учетом загруженных из библиотеки VPL реальных компонентов с точными значениями размеров корпусов, информация о которых не всегда доступна и актуальна на этапе конструкторского проектирования.

На этапе разработки технологического оснащения с помощью ПО VPP разрабатываются конструкции трафаретов для нанесения паяльной пасты. Используя настраиваемые правила, создается рисунок апертур, и результат конвертируется в формат OBB++ или Gerber 274X для отправки производителю трафаретов. Правила, относящиеся к конструкции апертур, включают в себя, например, скругления углов для качественного отделения паяльной пасты, уменьшение линейных размеров апертуры для предотвращения просачивания пасты под трафарет, определение минимально допустимого размера апертуры для типа используемой паяльной пасты, разбиение крупной апертуры на части перемычками для предотвращения вычерпывания пасты ракелем при нанесении и пр. В качестве примера на рис. 1.159 показано создание апертуры характерной формы, предотвращающей выдавливание излишков паяльной пасты под компонент с образованием шариков припоя при последующем оплавлении.

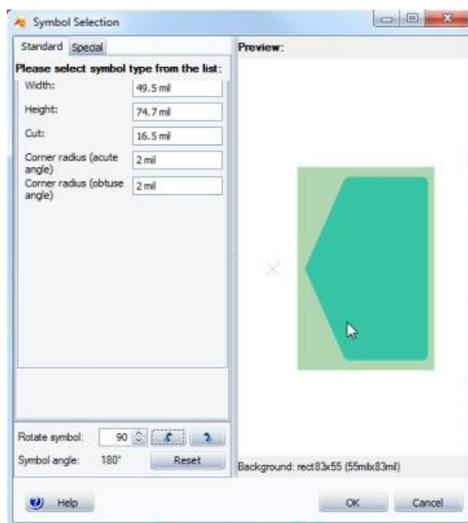


Рис. 1.159. Создание апертуры трафарета в форме исходной бейсбольной базы “Homebase” для предотвращения дефектов пайки

Далее технолог переходит к этапу создания УТП для автоматизированного сборочного оборудования. ПО VPP способно создавать такие программы не только для автоматов установки компонентов, но и для установок функционального контроля с летающими пробниками и адаптерами типа «ложе гвоздей», систем автоматической оптической инспекции нанесения паяльной пасты и готовых модулей, а также систем рентгеновского контроля. УТП автоматов установки компонентов предусматривают оптимизацию размещения питателей и последовательности захвата / установки компонентов, которая выполняется либо с привлечением ПО самих автоматов, либо внутренними алгоритмами ПО VPP. Здесь важно отметить, что в целях оптимизации используется полная кинематическая модель оборудования, включая приводы сборочных головок, конфигурацию питателей и их емкость, вакуумные захваты, камеры системы технического зрения и пр.

Созданная УТП с помощью встроенного транслятора кодируется для применения в конкретном сборочном автомате конкретного производителя. Так как все данные хранятся непосредственно в «цифровом двойнике», трансляция УТП на оборудование другого производителя выполняется просто и не затрагивает исходные данные проекта.

Помимо УТП для автоматизированных операций, возможно создавать электронные рабочие инструкции – статические либо интерактивные – для ручной сборки, приближая тем самым реализацию концепции безбумажного производства.

Полезная функция, наглядно демонстрирующая преимущества «цифрового двойника» изделия, носит название “Virtual sticky tape” – «Виртуальная клейкая лента». С ее помощью можно осуществить виртуальный пробный запуск изделия в производство на конкретном сборочном оборудовании, выявив возможные ошибки в составлении УТП. ПО VPP моделирует процесс установки компонентов, и результат может быть проанализирован на предмет возможных ошибок, среди которых можно выделить типовые проблемы с отсутствием компонентов, неправильной полярностью, неверными координатами установки и несоответствием выбранных типоразмеров корпусов и контактных площадок (рис. 1.160).

Созданный и проверенный таким образом «цифровой двойник» загружается обратно в систему ТС и становится доступным на всех уровнях проектирования и управления производством. Данные из ТС могут поступать дальше в систему ERP для стратегического планирования производства и ниже на уровень производственного участка – в систему MES (Manufacturing Execution System) для решения задач оперативного планирования и управления производством. При внесении изменений в конструкцию изделия или в технологический процесс его производства все сделанные изменения также отразятся в данных ТС.

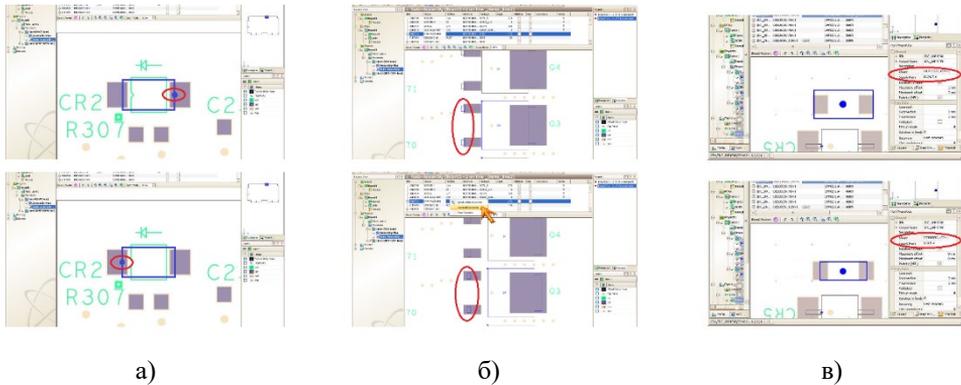


Рис. 1.160. Примеры ошибок, выявляемых на этапе виртуального запуска изделия в производство с помощью инструмента «Виртуальная клейкая лента» ПО VPP: а) противоположная полярность компонента; б) смещение выводов компонента относительно контактных площадок вследствие неправильного задания координат центра; в) несоответствие типоразмера корпуса контактным площадкам.

Полученный таким образом цифровой двойник позволяет гибко управлять как конструкцией изделия, так и технологией его производства, отражать в технологическом процессе сделанные изменения в конструкции изделия и выполнять различные виртуальные тесты производственной структуры без необходимости физического запуска изделия в производство, что в результате сокращает затраты предприятия на подготовку производства и ускоряет выход на рынок новых изделий.

Тесты к лекции 19

1. Какое ПО применяется для непосредственной подготовки производства модуля на печатной плате?
 - а) Teamcenter;
 - б) Valor Process Preparation;
 - в) Tecnomatix Plant Simulation.
2. В каком формате проводится обмен интеллектуальными данными проекта?
 - а) Gerber/Excellon;
 - б) IDF;
 - в) ODB++.
3. Для какого оборудования ПО VPP способно создавать УТП? (Выберите один или больше правильных ответов.)
 - а) для автоматов установки компонентов;
 - б) для установок функционального контроля с летающими пробниками и адаптерами типа «ложе гвоздей»;

в) для систем автоматической оптической инспекции нанесения паяльной пасты и готовых модулей.

4. Для чего служит функция “Virtual sticky tape” – «Виртуальная клейкая лента»?

а) для проверки правильности нанесения паяльной пасты на контактные площадки;

б) для виртуального пробного запуска изделия в производство на конкретном сборочном оборудовании;

в) для нанесения клея в целях удержания компонентов на печатной плате при ее перевороте.

5. Какие операции позволяет выполнять полученный цифровой двойник? (Выберите один или больше правильных ответов.)

а) гибко управлять как конструкцией изделия, так и технологией его производства;

б) выполнять различные виртуальные тесты производственной структуры без необходимости физического запуска изделия в производство;

в) отслеживать путь изделия от производителя до заказчика.