

1.25. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАЩЕНИЯ

Цель лекции: изучение подходов к моделированию автоматизированного технологического оборудования и оснащения.

Применение автоматизированного оборудования дает возможность использования для сборки ЭА технологической линии, в которой все операции смогут проходить с минимальным участием обслуживающего персонала. Пример такой линии в составе штабелера-загрузчика, шкафа сухого хранения, установки трафаретной печати, нескольких автоматов установки компонентов, печи пайки оплавлением, инспекционного конвейера, установки отмычки/сушки и автоматизированного склада показан на рис. 1.182.

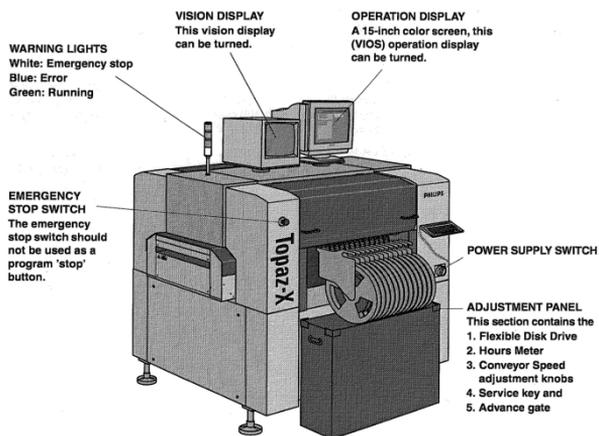


Рис. 1.182. Автоматизированная технологическая линия сборки электронных модулей на печатных платах

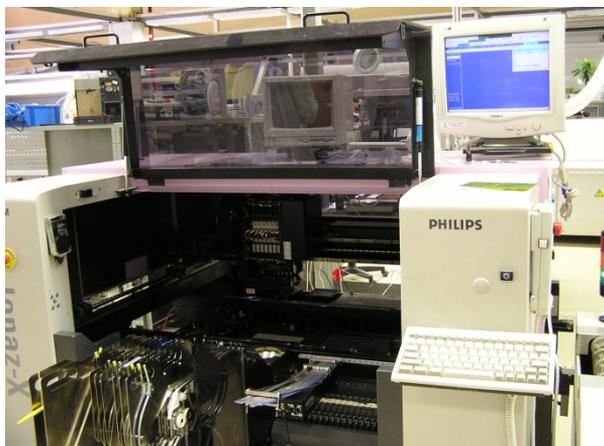
Состав данной технологической линии будет взят за основу при создании цифровой модели производства.

В этом лекции курса мы рассмотрим примеры моделей сборочного оборудования для производства электронных модулей на печатных платах, 3D-моделирование отдельных узлов и оборудование в целом.

Наиболее детально рассмотрим операцию установки компонентов поверхностного монтажа на печатную плату. Для ее реализации возьмем модель автоматизированного оборудования Toraz X компании Phillips EMT (внешний вид см. на рис. 1.183).



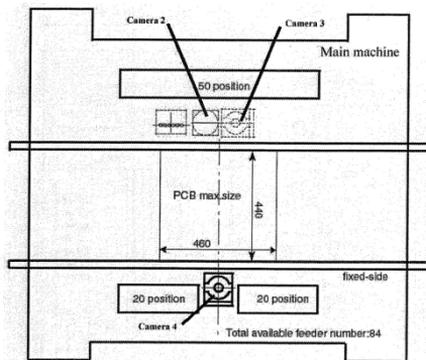
a)



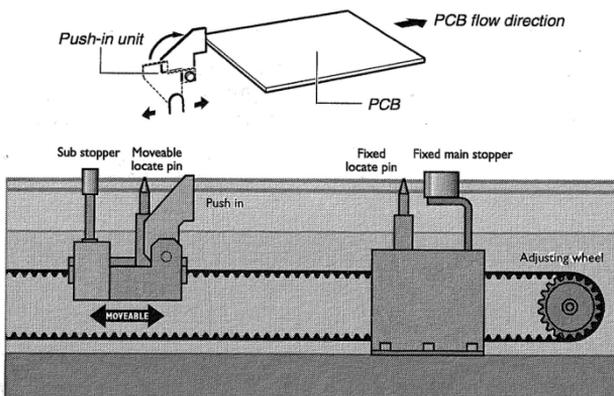
б)

Рис. 1.183. Схема (а) и внешний вид (б) автомата установки компонентов Topaz X

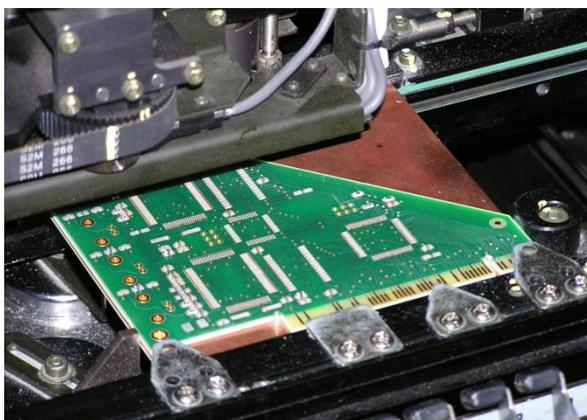
Установка компонентов с применением сборочного автомата начинается с загрузки печатной платы из автомата трафаретной печати на конвейер сборочной автомата с двумя направляющими – неподвижной (передней) и подвижной (задней). Расстояние между направляющими соответствует ширине печатной платы. Плата перемещается в зону сборки и закрепляется в устройстве фиксации по базовым отверстиям либо по торцам. Рабочая зона автомата, принцип фиксации платы в нем и зафиксированная в зоне сборки плата показаны на рис. 1.184.



a)



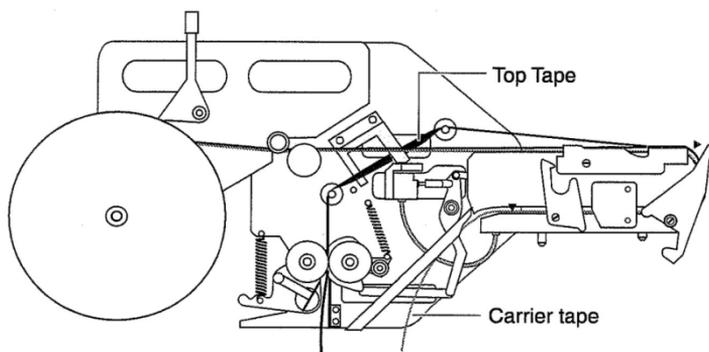
б)



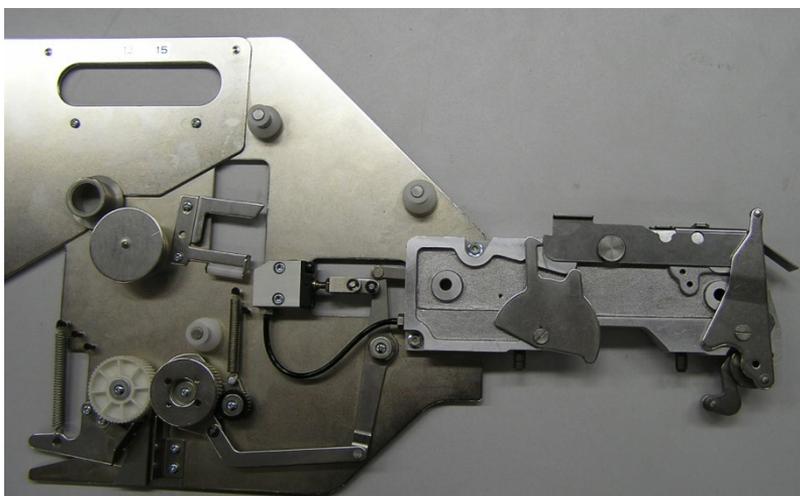
в)

Рис. 1.184. Рабочая зона автомата Тораз X (а), принцип фиксации платы в нем (б) и зафиксированная в зоне сборки плата (в)

Компоненты подаются с помощью питателей из лент, кассет и матричных поддонов. Будут смоделированы наиболее универсальные ленточные питатели, в которых подача компонентов выполняется последовательно из катушки с лентой. Подача пневмоимпульса вызывает перемещение штока пневмоцилиндра, сдвиг ленты на один шаг, снятие покровной ленты с основы и открытие очередного кармана с компонентом для его последующего захвата сборочной головкой. Конструкция и внешний вид ленточного питателя представлены на рис. 1.185. Автомат Тораз X может работать максимально с 90 ленточными питателями, установленными на плиты в передней (20+20 поз.) и задней (50 поз.) части автомата (см. рис. 1.184, а).



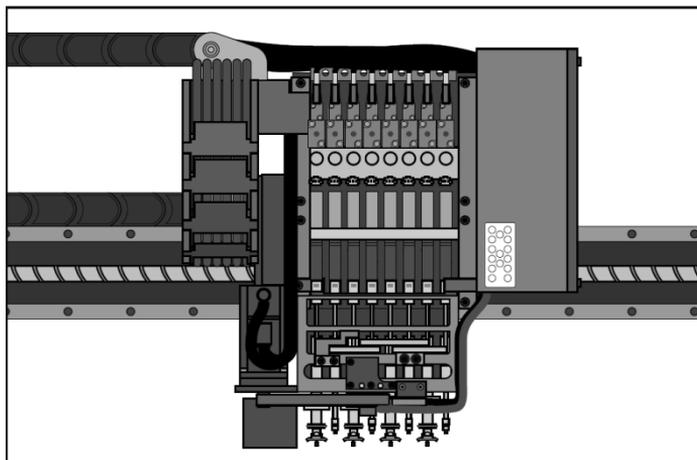
a)



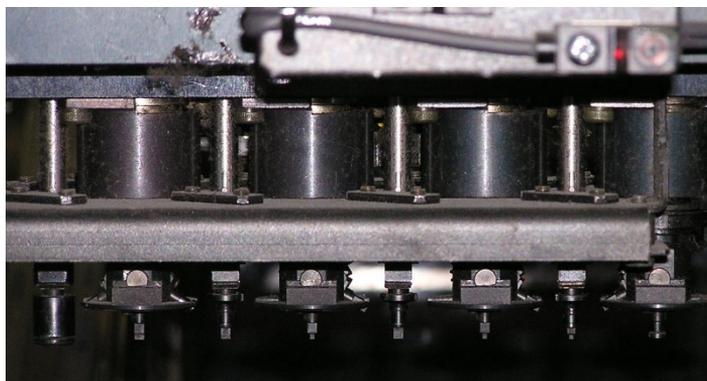
б)

Рис. 1.185. Схема (а) и вид спереди (б) 8-мм ленточного питателя для автомата Тораз X

Блок сборочных головок автомата Toraz X состоит из восьми отдельных установочных головок с вакуумными насадками для захвата компонентов (рис. 1.186).



а)

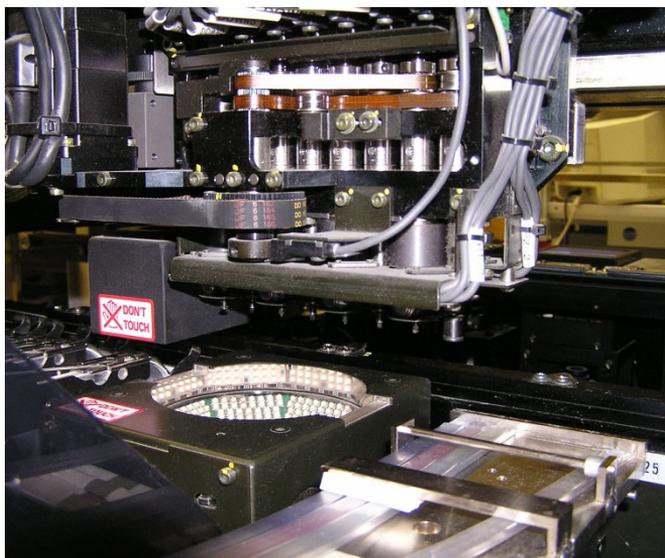


б)

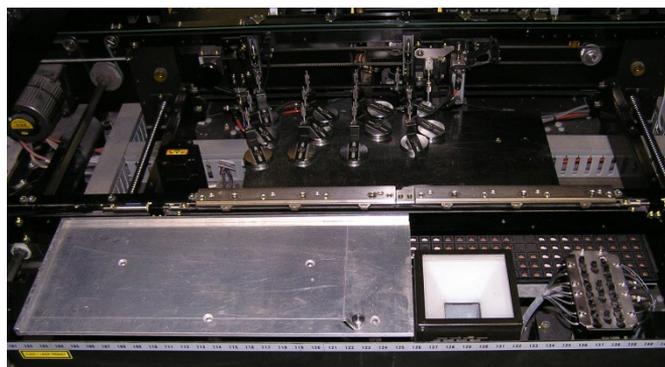
Рис. 1.186. Конструкция (а) и внешний вид (б) блока сборочных головок автомата Toraz X с вакуумными насадками

Блок в целом имеет три поступательные степени свободы перемещения по трём осям. Каждая установочная головка дополнительно может передвигаться по одной оси Z (вверх-вниз), а также выполнять поворот вокруг оси Z. Захват компонента из питателя производится путём перемещения блока головок к питателю: одна из головок находится над компонентом, который подлежит вакуумному захвату насадкой одной из головок из ленты в питателе. Если следующий компонент требуется захватить из этого же питателя, блок перемещается на расстояние, равное шагу между головками.

Как только компоненты будут захвачены блоком сборочных головок, автомат транспортирует захваченные компоненты к системе технического зрения, состоящей из двух камер – стационарного обзора и обзора «на лету» (без остановки над камерой) (рис. 1.187). Здесь определяется линейное и угловое смещение компонента в насадке и затем задается коррекция положения центра и угла поворота при последующей установке компонента на плату. Следует отметить, что перед началом сборки очередной платы подвижная камера технического зрения, установленная на блоке сборочных головок, считывает реперные знаки с печатной платы для последующей коррекции координат установки с учетом погрешностей изготовления и фиксации платы.



а)



б)

Рис. 1.187. Камеры технического зрения с обзором «на лету» (а) и стационарно (б) автомата Toraz X

Когда все заданные в управляющей программе компоненты будут установлены, плата, зафиксированная в устройстве фиксации, разжимается и перемещается по конвейеру на выход автомата, откуда перемещается на вход печи пайки оплавлением.

Изучив принцип работы автомата Тораз X и его кинематику (степени свободы перемещения и вращения всех осей автомата представлены на рис. 1.188), создадим рабочую 3D-модель оборудования и декомпозируем его на отдельные подвижные узлы.

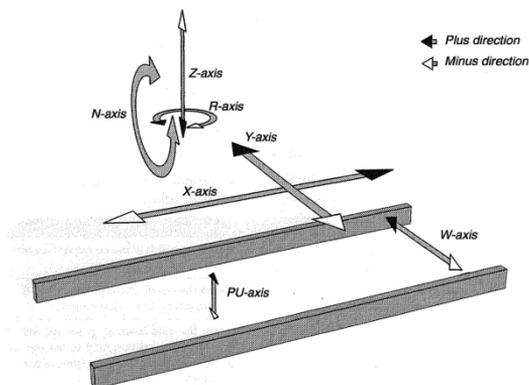


Рис. 1.188. Степени свободы перемещения и вращения осей автомата Тораз X

Для решения задачи создания цифрового двойника была реализована декомпозиция производственных объектов на двух уровнях иерархии. Первый, верхний уровень декомпозиции представляет собой разбиение технологического процесса сборки на отдельные операции с последующей классификацией этих операций как выполняемых полностью на автоматизированном оборудовании и вручную с возможным применением средств автоматизации. Далее для каждой классифицированной операции осуществляется декомпозиция на втором, нижнем уровне, на отдельные технологические переходы. Она сопровождается декомпозицией технологического оборудования и оснащения на отдельные функциональные узлы, выполняющие переход или группу переходов (см. рис. 1.189).

Задача иерархического разбиения или, другими словами, декомпозиции общей задачи создания цифрового двойника оборудования представляется особенно важной, так как от ее решения зависит получаемая структура модели данных и ее гибкость. Ошибки при построении иерархии задач могут привести к избыточности и нарушению ассоциативности данных, получению громоздкой модели, сложной с точки зрения использования и интерпретации информации.

Подробнее остановимся на примерах проведенной на втором уровне декомпозиции. Автомат установки компонентов Тораз X был декомпозирован с

выделением в качестве отдельных функциональных узлов блока сборочных головок, конвейерной системы транспортировки печатных плат и блока ленточных питателей компонентов из катушек. Степень детализации отдельных узлов зависит от требований к реалистичности воспроизведения реальной кинематики движущихся механизмов автомата при моделировании процессов захвата компонента из питателя, проноса его над камерами системы технического зрения и установки в требуемую позицию на печатной плате.

Основным (рабочим) переходом является процесс установки компонента на соответствующее посадочное место на печатной плате. Вспомогательными (холостыми) переходами представлены подача печатной платы по конвейеру к зоне сборки, перемещение блока сборочных головок к питателям, захват компонента, пролет головок над камерой системы технического зрения.

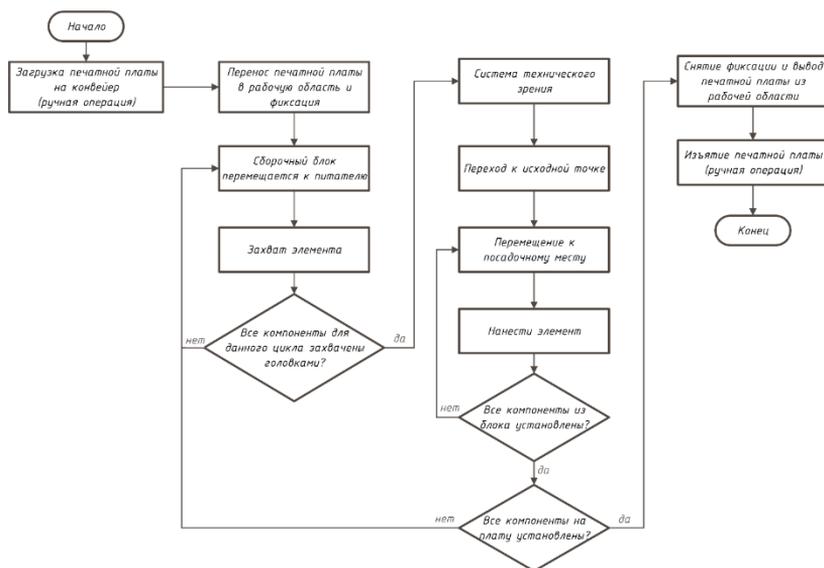


Рис. 1.189. Блок-схема последовательности выполнения переходов технологической операции установки компонента

Переход 1. Блок сборочных головок перемещается в зону захвата питателями, положение сборочной головки фиксируется над необходимым питателем.

Переход 2. Насадка сборочной головки опускается вниз, захватывает компонент, поднимается вверх.

Переход 3. Блок сборочных головок сдвигается таким образом, что следующая головка оказывается над своим питателем и останавливается.

Переход 4. Пункты 2 и 3 повторяются до тех пор, пока насадки всех головок не будут заполнены компонентами.

Переход 5. Блок сборочных головок отправляется в зону технического зрения, где либо пронесит насадку над камерой обзора «на лету», либо останавливается над камерой стационарного обзора.

Переход 6. Блок сборочных головок направляется к печатной плате, останавливает насадку в позиции установки компонента, насадка опускается и устанавливает компонент на плату.

Переход 7. Как только все захваченные насадками компоненты будут установлены, блок головок направляется к питателям и пункты 1 – 6 повторяются, пока все компоненты по программе не будут установлены на плату.

Блок-схема имитационного моделирования на базе цифровой модели автомата установки компонентов изображена на рис. 1.190.

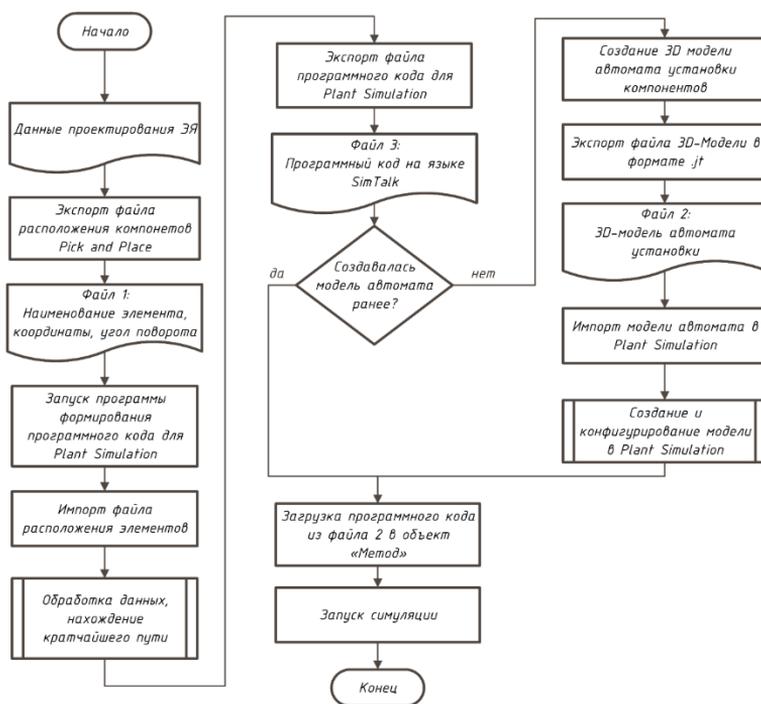


Рис. 1.190. Блок-схема имитационного моделирования на базе цифровой модели автомата установки компонентов

Тесты к лекции 25

1. Как закрепляется печатная плата в зоне сборки автомата установки компонентов? (Выберите один или больше правильных ответов.)

- а) на базовые штыри;
- б) по торцам в направляющих конвейера;
- в) вакуумным прижимом.

2. Какие питатели применяются в автомате Toraz X для подачи основной номенклатуры компонентов из упаковок?

- а) из катушек с лентой;
- б) из трубчатых кассет;
- в) из матричных поддонов.

3. Какой способ захвата компонентов используется в автомате Toraz X?

- а) вакуумный;
- б) механический;
- в) вакуумный и механический.

4. Выберите основной (рабочий) переход операции установки компонента на печатную плату.

- а) захват компонента;
- б) установка компонента на посадочное место;
- в) коррекция положения по данным системы технического зрения.

5. Как выполняется декомпозиция производственных объектов?

- а) модуль на печатной плате → компоненты;
- б) оборудование → оснащение;
- в) операции → переходы.