

Ю. Г. КОЗЫРЕВ

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ

Допущено

*Учебно-методическим объединением по образованию
в области автоматизированного машиностроения в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Технология машиностроения»
направления подготовки «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2008

УДК 62-503.55(075.8)

ББК 34.6я73

К593

Рецензенты:

зав. кафедрой «Стандартизация и сертификационные испытания техники» МГТУ «Станкин», д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации *А. Г. Схиртладзе*; профессор кафедры «Технология машиностроения» Московского государственного индустриального университета, д-р техн. наук *О. И. Аверьянов*

Козырев Ю.Г.

К593 Программно-управляемые системы автоматизированной сборки : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Г. Козырев. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 304 с.

ISBN 978-5-7695-4973-1

Изложены основы проектирования программно-управляемых автоматизированных сборочных систем. Описаны конструкции сборочных роботов, автоматизированных на их базе технологических комплексов и систем в машино- и приборостроении. На примерах типовых решений роботизированных сборочных комплексов отражены принципы построения гибких производственных сборочных систем, автоматизированных участков, цехов и заводов. Рассмотрены требования к технологичности конструкций изделий и деталей и условия выполнения соединений при автоматизированной сборке. Дана методика оценки экономической эффективности автоматизированных сборочных комплексов и систем.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезно специалистам машиностроительных и проектно-технологических организаций, занимающимся проблемами автоматизации сборки.

УДК 62-503.55(075.8)

ББК 34.6я73

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Козырев Ю.Г., 2008

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2008

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2008

ISBN 978-5-7695-4973-1

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросам механизации и особенно автоматизации сборочных операций раньше уделяли недостаточно внимания, так как основная доля трудоемкости изготовления изделий приходилась на заготовительное и обрабатывающее производство, где без соответствующего оборудования невозможно изготовить детали. Поэтому заготовительные и обрабатывающие операции, их автоматизация совершенствовались более быстрыми темпами, чем сборочные операции. Появление различных станков-автоматов, оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) и автоматических линий, а также новых технологических процессов, позволяющих резко сократить объемы операций по изготовлению деталей (например, холодная объемная штамповка, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением), способствовало значительному снижению трудоемкости этих операций, в том числе в мелкосерийном и единичном производстве. Это привело к тому, что доля трудоемкости сборочных операций в общей структуре производства машин выросла до 20... 40 %, а в условиях единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства она составляет 30... 70 %.

Благодаря автоматизации сборочных работ обеспечивается высокое качество собираемых изделий и снижается трудоемкость сборочного производства. Вместе с тем опыт эксплуатации автоматизированного сборочного оборудования показывает, что оно может эффективно и надежно функционировать только в составе комплексов, благодаря которым одновременно решаются конструкторские, технологические, транспортные, экологические и организационные вопросы.

Высокая эффективность может быть достигнута посредством широкого внедрения передовых технологий, высокоэффективных средств механизации и автоматизации сборки, а также научной организации труда.

Вместе с тем в настоящее время в машиностроении и приборостроении механизировано соответственно 25... 30 и 12... 15 % сборочных операций, а автоматизировано не более 8 %. При этом в основном автоматизируют сборочные операции в массовом производстве. В то же время рынок требует постоянного обновления продукции, ее стабильно высокого качества и конкурентоспособности.

Проблемы автоматизации сборочных операций относятся к наиболее сложным. Решение их усложняется еще более, когда необходимо решать задачи автоматизации производства изделий меняющихся номенклатуры и серийности, что характерно для современного производства. Кардинально решить такую задачу в настоящее время возможно лишь путем применения программно-управляемых адаптивных сборочных систем.

Понятие «программно-управляемая производственная сборочная система» охватывает широкий круг конструкторско-технологических решений: от роботизированных комплексов и программируемых сборочных центров до автоматических линий и гибких производственных систем сборки. Общим признаком всех таких систем сборки является их способность благодаря управляющим программам собирать изделия различной номенклатуры разными партиями при различном чередовании этих партий. Для программно- и адаптивно-управляемых сборочных систем дополнительным признаком является введение в систему управления элементов адаптации и искусственного интеллекта, обеспечивающих автоматическое приспособление к изменениям производственной обстановки и условий эксплуатации.

Программируемые сборочные системы с каждым годом становятся все более востребованными промышленностью, что объясняется необходимостью частой смены объектов производства, удовлетворяющих потребностям рынка. Технически эти потребности обеспечиваются благодаря интенсивному развитию систем программного управления и средств робототехники, оснащенных подсистемами диагностики, а также систем внешней и внутренней информации, обеспечивающих режимы работы, адаптивные к изменениям объекта производства и окружающей среды.

В то же время во всех развитых странах применяется сравнительно мало гибких производственных систем сборки. Основная причина этого — их чрезмерная стоимость и высокие требования, предъявляемые к обслуживающему персоналу.

Качество сборки, технологичность конструкции изделия, способы автоматизации сборки, в том числе создание программно-управляемых систем сборки, являются весьма актуальными проблемами. Цель учебного пособия — дать по возможности полное представление о программно-управляемых сборочных производственных системах и их применении в промышленности.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Глава 1

Проблемы автоматизации сборки

1.1. Сборка. Основные термины и определения понятий

Далее приведены применяемые в науке, технике и на производстве термины и определения основных понятий в области сборки изделий машиностроения и приборостроения, регламентированные ГОСТ 2.101—68, ГОСТ 23887—79, ГОСТ 3.1109—82, а также наиболее часто используемые в технической литературе.

Изделие — предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделиями могут быть машина, ее элементы в сборе, а также отдельные узлы и детали — в зависимости от того, что является продуктом конечной стадии данного производства.

Деталь — изделие (составная часть изделия), которое изготовлено без применения сборочных операций и не может быть без разрушения разобрано на более простые составные части. Определяющий признак детали — отсутствие в ней разъемных и неразъемных соединений. Деталь — первичный сборочный элемент каждого изделия.

Базовая деталь (базовый элемент) — деталь, с которой начинают сборку изделия (его составной части).

Сборочная единица — изделие или составная часть изделия, представляющая собой совокупность деталей, соединенных посредством сборочных операций.

Узел — изделие (составная часть изделия), состоящее из совокупности сборочных единиц и деталей, соединенных между собой сборочными операциями, обеспечивающее выполнение определенной производственной и (или) эксплуатационной функции.

Сборка — образование разъемных и неразъемных соединений составных частей детали или изделия.

Разъемное соединение — соединение, разборка которого происходит без нарушения целостности составных частей изделия.

Неразъемное соединение — соединение, при разборке которого нарушается целостность составных частей изделия.

Ориентирование — расположение деталей относительно базисных поверхностей приспособления и других устройств, обеспечивающее заданную по чертежу точность их взаимного соединения.

Фиксация деталей относительно друг друга — установка сопрягаемых деталей с заданным взаимным расположением (ориентированием) с помощью штифтов, шпонок, клиньев и т. п.

Фиксация детали в приспособлении, захватном устройстве и т. п. — расположение детали, ориентированное заданным образом относительно базирующих элементов приспособления.

Скрепление — сборка предметов с окончательным их соединением с помощью дополнительной обработки (склейка, сварка, пайка, клепка и т. д.). На этом этапе в результате дополнительной обработки собранных деталей фиксируется число степеней их относительной подвижности.

Разборка — операция, обратная сборке, — разделение изделия на составные части — детали и (или) сборочные единицы.

Рабочее место — элементарная единица структуры предприятия, на которой размещаются исполнители работы, обслуживаемое или технологическое оборудование и предметы производства.

Технологический процесс сборки — процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей заготовки или изделия. Сборку выполняют на рабочих местах в определенной технической и экономически целесообразной последовательности для получения изделий, полностью отвечающих установленным к ним требованиям.

Технологический процесс сборки включает в себя следующие основные операции: установочные, выполнение соединений, заготовительные, кабельно-жгутовые, намоточные.

К специфическим сборочным процессам относятся сборка под механическую обработку, сборка под сварку, общая сборка, сборка под испытания, консервация и упаковка.

Сборка под механическую обработку выполняется, как правило, в механических цехах. Она предназначена для обеспечения точного взаимного расположения посадочных поверхностей различных деталей, которое необходимо выдержать при монтаже деталей в последующих процессах. Собранные узлы устанавливают на обрабатываемое оборудование, где они проходят необходимые операции механической обработки (сверление, растачивание, фрезерование и т. п.).

Узловая сборка — сборка, объектом которой является составная часть изделия. Эта сборка может быть окончательной, если узлы поступают потребителю в качестве запасных частей или (как унифицированные компоненты) для комплектации различных мо-

дификаций изделия. На эту сборку приходится основная доля (до 90 %) трудоемкости всего сборочного технологического процесса. Цель узловой сборки — собрать узел (агрегат), в который могут входить как детали, так и другие узлы, а также покупные изделия. Организация узловой сборки может быть различной — от индивидуальной до конвейерной с применением многообразных средств механизации и автоматизации производства. Здесь — наибольшие возможности для организации групповых поточных, групповых конвейерных линий, специализированных автоматических линий и гибких автоматизированных производственных систем.

Сборку под сварку осуществляют как операцию узловой сборки и как операцию, предвещающую механическую обработку. Она выполняется с использованием фиксирующих приспособлений. Характеризуется сравнительно невысокой точностью взаимного расположения и ориентирования деталей и индивидуальным методом организации.

Общая сборка — сборка, объектом которой является изделие в целом. Она является заключительным этапом сборочного процесса, обеспечивающим заданное качество изделий.

Сборка под испытания заключается в проверке функциональных параметров готового изделия. Предусматриваются сборка изделия, подготовка к испытаниям, подключение энергетических, информационных коммуникаций, устройств управления и контрольных, а также проверка работы изделия в различных режимах.

Консервация и упаковка, или подготовка к длительному хранению и транспортированию, включает в себя нанесение смазочно-защитных покрытий, установку заглушек и контрольных пломб, упаковку и укладку в тару.

Каждый из перечисленных сборочных процессов состоит из следующих операций: подготовительных, пригоночных, собственно сборочных, контрольных, регулировочных и т.п. Как показывает практика, в общей структуре трудоемкости сборочных операций в машиностроении на резьбовые соединения приходится примерно 40 %, на прессы — 15 %, на свободную постановку деталей — 10 %, на установку на базы — 8 %, на герметизацию соединений и смазывание — около 5 % трудоемкости, а на транспортные операции — 12 %.

Сборочная операция — технологическая операция установки и образования соединений составных частей заготовки или изделия. Как правило, это законченная часть технологического процесса сборки, выполняемая на одном рабочем месте. Операция включает в себя работу оборудования и действия рабочих над одним или несколькими совместно собираемыми объектами (операционная партия).

Установление состава и последовательности выполнения операций входит в задачу разработки технологического процесса сбор-

ки. По операциям определяют трудоемкость процесса сборки и его материально-техническое обеспечение.

Операции подразделяют на *технологические* (основные) и *вспомогательные*, к которым относят транспортирование, контроль, маркировку и др.

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном положении (закреплении) собираемого объекта (изделия или его части).

Положение собираемого объекта изменяют с помощью *транспортных устройств*.

Позиция — фиксированное положение, которое занимает неизменно закрепленная собираемая сборочная единица совместно с приспособлением относительного инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Сборочный пост (сборочная ячейка) — конструктивно оформленная совокупность сборочных позиций для последовательного выполнения одной или нескольких технологических и вспомогательных операций и (или) переходов. Основная функция сборочного поста — создание требуемых условий для выполнения сборочных и (или) контрольных операций. В состав ячейки входят рабочая площадка, на которой осуществляют сборочные и (или) контрольные операции; несущая конструкция с оснасткой, сборочными и (или) контрольными инструментами; установочные места, с помощью которых организуют взаимодействие ячейки с другим оборудованием сборочной производственной системы сборки. В зависимости от технического оснащения сборочная ячейка может представлять собой автоматизированный (роботизированный) сборочный комплекс, сборочный центр или гибкий производственный модуль сборки.

Автоматизированный сборочный комплекс — автономно действующая сборочная ячейка, представляющая собой совокупность технологических средств производства и обеспечивающая полностью автоматический цикл работы внутри комплекса (по приемке, ориентированию и сборке) и связь его с входными и выходными потоками остального производства.

Роботизированный сборочный комплекс — разновидность автоматизированного сборочного комплекса, где основные и (или) вспомогательные операции производственного цикла выполняет (один или более) промышленный робот.

1.2. Автоматизация сборочных процессов

Цели автоматизации производственных процессов могут быть различными, чаще всего это повышение экономичности производства, конкурентоспособности предприятия, качества и технического уровня выпускаемой продукции.

Рассматривая сборочные операции как объект автоматизации, необходимо учитывать, что их автоматизация связана с процессами автоматизации производства в целом. Прежде чем приступить к автоматизации, необходимо:

- правильно выбрать момент начала автоматизации и приоритетные операции;
- определить условия успешного применения средств автоматизации;
- установить цели автоматизации;
- знать недостатки автоматизации.

Выбор момента начала автоматизации и приоритетных операций. На заводах Г. Форда автоматизация началась с погрузочно-разгрузочных работ и постепенно распространилась и на другие операции.

Логической отправной точкой для начала автоматизации на любом предприятии является процесс, расходы на реализацию которого выше, чем на таких же участках конкурирующих фирм. Процесс, расходы на реализацию которого могут быть снижены в наиболее значительной степени и быстрее всего, должен быть преобладающим при выборе первого объекта автоматизации. Следовательно, начинать автоматизацию надо при наличии устойчивого спроса на продукцию предприятия, желательно раньше конкурентов и с учетом наиболее легко реализуемых и экономически оправданных технических решений.

Можно проводить частичную автоматизацию производства. Одним из часто недооцениваемых преимуществ частичной автоматизации является то, что при ее реализации инженерам и техникам предприятия предоставляется возможность стать специалистами в области управления производством, которые могут в нужный момент решить проблемы крупномасштабной автоматизации. Освоившись с простыми решениями в области автоматизации, специалисты предприятия смогут справиться и с более сложными проблемами при максимальной и комплексной автоматизации производства. Таким образом, автоматизируя часть производства, следует разработать перспективный план по автоматизации производства в целом.

Объективно наилучшим моментом для полного перехода к автоматизированному производству всего предприятия является период повышающегося спроса или прогнозируемый устойчивый спрос на его продукцию. Это значит, что перспективный план комплексной автоматизации должен охватывать все стороны деятельности предприятия, а не ограничиваться узким кругом вопросов, относящихся к управлению производством. План технического перевооружения, реализации готовой продукции, программа материально-технического обеспечения и другие виды деятельности предприятия должны быть скоординированы.

Во избежание социальных конфликтов целесообразно планы и проекты перестройки довести до сведения всех работников и согласовать с профсоюзом.

Автоматизирование процессов без остановки старого производства может быть реализовано лишь при наличии резервных производственных площадей. В противном случае возможны длительные перерывы в работе, в связи с чем необходимо предварительно создать дополнительные запасы готовой продукции. Автоматизировать целое предприятие — это значит учесть каждый элемент, участвующий в производстве, и, проектируя систему, предусмотреть любую случайность.

Условия успешного применения средств автоматизации являются благоприятными в крупносерийном (массовом) производстве и (или) при высокой степени унификации выпускаемого продукта, а также использовании методов групповой технологии. Промышленные роботы успешно применяются в таких условиях, повышают степень гибкости производственной системы, оснащенной специализированными средствами автоматизации, благодаря возможности выполнения различных повторяющихся операций без дополнительных затрат. Оптимальные условия успешного применения средств автоматизации обеспечиваются при переходе к групповой технологии.

Групповая технология — методика группирования деталей, дающая определенные выгоды при их проектировании, обработке, организации и технологической подготовке производства. Группирование деталей может выполняться по геометрическим и (или) технологическим признакам. Например, в робототехнике групповая технология обеспечивает принадлежность всех деталей, обрабатываемых конкретным роботизированным комплексом, к одному технологическому семейству, позволяет использовать универсальные захватные устройства и оснастку для работы с различными деталями.

Цели автоматизации:

- достижение более высокого качества продукции;
- увеличение выпуска продукции стабильного качества;
- снижение трудовых затрат, сокращение потребности в рабочей силе;
- повышение производительности и коэффициента использования технологического оборудования в большинстве, если не во всех проектах по автоматизации;
- снижение энергетических затрат, изменение характера или условий выполнения работы — тяжелых или неприемлемых для человека;
- замена какой-либо ручной операции, не обеспечивающей требуемого качества выпускаемой продукции, автоматизированной;

- уменьшение отходов, повышение безопасности труда, снижение потребности в запасах, упрощение обслуживания оборудования и сокращение расходов по страхованию;

- внедрение новой, более совершенной технологии, обеспечивающей увеличивающуюся потребность в выпускаемой продукции, несмотря на возрастающие затраты.

Недостатки автоматизации в некоторых производствах настолько велики по сравнению с ее достоинствами, что, несмотря на возможность технической реализации, автоматизация таких производств ведется низкими темпами или совсем не реализуется, например, по следующим причинам:

- потребность в более крупных капиталовложениях является почти всеобщим недостатком автоматизации; очень мало операций может быть автоматизировано с одновременным уменьшением капитальных затрат;

- для выполнения большинства операций требуются специально для них разработанные технические, информационные, организационные и другие системы;

- издержки на текущий ремонт и содержание автоматизированных систем (участков, линий, цехов, предприятий) значительно выше обычных; необходимы профилактический осмотр и ремонт;

- сверхплановые простои могут принимать на автоматизированных участках (предприятиях) катастрофический характер;

- велика продолжительность проектирования, установки и отладки автоматизированных систем (автоматических линий);

- необходимы переучивание и повышение квалификации персонала.

На любом предприятии должны знать, что автоматизация неизбежна, так как любое предприятие должно:

- быть готовым в надлежащее время удовлетворить запросы потребителя в продукте соответствующих вида и качества, в необходимом количестве и по приемлемой цене;

- планировать производство продукции в условиях конкуренции с автоматизированными предприятиями других фирм.

Эффективность автоматизации сборочных процессов. При определении целесообразности автоматизации сборочного процесса главным критерием должна быть экономическая эффективность. Для оценки эффективности автоматизации следует учитывать:

- размер требуемых капитальных вложений;

- срок окупаемости затрат на автоматизацию;

- темпы роста производительности труда;

- трудоемкость сборки;

- число высвобождаемых рабочих;

- изменение производственной мощности и высвобождение площадей сборочного участка, цеха;

- улучшение условий труда и повышение безопасности работы.

Предварительную оценку целесообразности автоматизации сборки узла или изделия следует проводить по их конструктивным элементам. При этом оценивают соответствие конструктивно-технологических параметров изделия и составляющих его деталей основным технологическим требованиям, предъявляемым при автоматизированной сборке, а также возможность рационального (в том числе технически и экономически обоснованного) изменения их конструкции на соответствие этим требованиям. Эффективность автоматизации во многом определяется надежностью оборудования. На практике установлено, что коэффициент использования автоматических сборочных установок обычно составляет 0,7—0,8 и редко превышает 0,85. В последнем случае 15 % времени в основном включает в себя продолжительность простоев: 13 % — вследствие разброса допусков сопрягаемых деталей (хотя все они, конечно, годные); 2 % — из-за неполадок в работе элементов автоматической установки.

Один из способов обеспечения нормальной работы сборочно-автомата — это ужесточение контроля сопрягаемых деталей. Но связанные с этим дополнительные затраты должны быть оправданы, т. е. они, по крайней мере, не могут быть больше средств, сэкономленных благодаря повышению коэффициента использования автоматического оборудования, вследствие применения на сборке деталей с более стабильными размерами. Между тем введение 100%-ного контроля ряда деталей повышает их стоимость примерно до 15 %, что нередко не компенсируется экономией, получаемой в результате автоматизации сборки. Поэтому сборка соединений повышенной точности на автоматах может быть экономически неоправданной.

Как правило, автоматическое сборочное оборудование — сложное оборудование. И хотя с его помощью сокращается в значительной мере численность производственных рабочих, требуется заметное увеличение штата высококвалифицированных наладчиков и ремонтников, что нередко приводит к росту накладных расходов сборочного цеха и увеличению себестоимости продукции. В результате оптимально реализованной автоматизации должна достигаться экономия не только вследствие снижения затрат на рабочую силу, но и вследствие снижения брака и получения продукции стабильно высокого качества. При этом повышается надежность изделий, сокращается потребность в производственных площадях, улучшаются условия труда. Эти общие положения следует рассматривать с учетом объема выпускаемой продукции, ее стабильности, уровня квалификации работников при ручной сборке, качества деталей, поступающих на сборку. В частности, большую роль играет собираемость соединений.

Условия собираемости соединений определяются требуемой точностью сборки, конструктивно-технологическими особенностями

ми соединений, характером базирования деталей, участвующих в сборке, возможными отклонениями их размеров, формы, качества поверхности. Даже незначительный риск несобираемости недопустим, так как это связано с остановками автомата вследствие несрабатывания его исполнительных механизмов. Если же автомат связан жесткими транспортными связями с другими установками автоматической линии, то будет останавливаться вся линия.

Главные факторы, определяющие эффективность автоматизации сборки, — объем и стабильность производства. На основе опыта для автоматизации оптимальным числом деталей в узле или изделии считают от 4 до 12. Сборку объектов, имеющих большее число деталей и сложную кинематическую схему, целесообразно автоматизировать частично, дополнительно вводя в производственный процесс операции, выполняемые рабочими механизированным инструментом, или ручные операции.

Расходы, связанные с введением автоматизации, включают в себя:

- стоимость сборочного и вспомогательного оборудования, затраты на его монтаж и возможные строительные работы;
- расходы на отладку оборудования, оснащение и переоснащение сборочных установок;
- расходы на достижение технологичности и ужесточение допусков на размеры собираемого узла или изделия, а в случае необходимости — на повторное конструирование узла, изделия и входящих в их состав деталей для соответствия требованиям автоматизированной сборки;
- расходы на мойку или очистку деталей перед сборкой; расходы на подготовку и переподготовку кадров и оплату труда дополнительного обслуживающего персонала, выполняющего эксплуатацию и ремонт автоматического сборочного оборудования;
- расходы на заработную плату, оплату энергии и эксплуатационные материалы.

Если на определенном участке сборочного процесса основная цель автоматизации состоит в том, чтобы увеличить пропускную способность этого участка, то при экономическом анализе необходимо предусмотреть возможность введения дополнительных параллельных рабочих постов с обычными средствами механизации. Это иногда может дать больший эффект, чем автоматизация.

Автоматизация сборки — наиболее характерный пример необходимости тесной взаимосвязи конструкции изделия и системы автоматических машин для его производства. Возможности автоматизации сборки должны учитываться начиная с первой стадии проектирования машины или механизма. Только в этом случае может быть создано изделие, наилучшим образом приспособленное для автоматизированного производства и удовлетворяющее запросам потребителя.

Нетехнологичность конструкции узла или изделия, усложняющая сборочный процесс, при автоматизированной сборке проявляется в еще большей мере, чем при ручной. В связи с этим требования к пригодности конструкции изделия и его узлов для автоматизированной сборки, как правило, ужесточаются.

Перспективным направлением в автоматизированной сборке является широкое совмещение сборочных работ с процессами изготовления сопрягаемых деталей, а также введение при сборке на автоматах операций по совместной обработке деталей узла.

При внедрении автоматизации должен быть предусмотрен весь технологический процесс сборки, чтобы обеспечить соответствие последовательных производственных процессов и совместимость этих процессов в одном потоке. Во многих случаях для этого потребуется заново разработать технологические процессы, чтобы достичь большей степени непрерывности производства, найти более эффективные методы сопряжения деталей в узлы и комплекты. Одновременно с разработкой технологического процесса автоматизированной сборки должна решаться задача выбора рациональной конструкции автоматического сборочного оборудования. Конструкция многих узлов машин такова, что их сборка при автоматизированном процессе может быть осуществлена либо по принципу концентрации операций, когда все детали присоединяются к базовой одновременно, либо по принципу дифференциации, когда детали монтируются последовательно одна за другой. В первом случае конструкция автомата, очевидно, будет сложнее, чем во втором, а производительность — наоборот. Кроме того, при оценке конструкции большую роль играет число деталей в узле, так как от этого зависят сложность и надежность работы автомата. Например, при четырех-пяти деталях в узле сборочный автомат, работающий по принципу концентрации, может быть более эффективным. Если же в узел входит больше деталей, то целесообразно их последовательное присоединение. В этом случае автомат получается менее сложным и более надежным.

Эффективность автоматизации может быть достигнута только на основе прогрессивной технологии сборки. Попытки конструирования сборочных автоматов, в которых по существу копируются при выполнении операций приемы, выполняемые сборщиком вручную, не могут быть прогрессивными. У автоматов возможности должны быть значительно шире, чем у человека: многократно увеличены скорости выполнения различных технологических приемов и объемы одновременно выполняемых работ. Очень важным фактором, влияющим на технологию автоматизированной сборки, является недостаточная точность изготовления деталей в обрабатывающих цехах. При ручной сборке оператор постоянно выполняет также и функции контролера, не допуская на сборку детали низкого качества. Сборочный автомат, который бы мог од-

новременно выполнять такие же контрольные функции, весьма сложен и дорог. В связи с этим каждая деталь, поступающая на автоматизированную сборку, должна быть предварительно проконтролирована по всем требуемым параметрам. Большое значение имеет также состояние детали в отношении ее чистоты (отсутствие остатков абразива, стружек, заусенцев и др.). Во многих случаях следует предусмотреть, чтобы детали из механических цехов подавались на сборку загруженными в магазинные питатели или ориентирующую тару.

Магазинные питатели дают возможность значительно упростить конструкцию сборочного автомата. Большинство сборочных операций по характеру и технологической сущности проще многих операций механической обработки. Тем не менее при автоматизации сборочных процессов часто возникают трудности, связанные с погрешностями изготовления собираемых компонентов, трудностями их взаимного ориентирования, присоединения, с распознаванием компонентов, их селекцией и т. п.

1.3. Этапы, специфические особенности и требования к автоматизации сборки

Этапы сборочной операции. Сборка изделий включает в себя сближение, взаимное ориентирование, сопряжение, соединение, фиксацию и регулирование деталей и узлов, а также пооперационный контроль на всех (или большинстве) этапах сборочного процесса, завершающегося наладкой и испытаниями узлов и изделий. Сборка сопровождается работами по складированию, транспортированию и ориентированию деталей и узлов, операциями по их загрузке-разгрузке, базированию, закреплению и т. п.

Конструкции собираемых изделий и комплектующих их деталей должны отвечать специальным технологическим требованиям, для того чтобы можно было применять прогрессивные методы сборки и технические средства автоматизации операций (см. гл. 4).

Специфические особенности автоматизации сборки. По сравнению с автоматизацией других технологических процессов у автоматизации сборки есть специфические особенности:

- не всегда можно автоматизировать все технологические операции и переходы;
- концентрация переходов на одной сборочной позиции ограничена вследствие значительной площади, занимаемой подающими устройствами и исполнительными механизмами;
- необходимо ориентировать детали, подаваемые в рабочую зону, в связи с чем усложняется и удорожается автоматизированное сборочное оборудование, т. е. его применение становится экономически нецелесообразным;