## Роботизированные технологические комплексы (РТК) в гибкой автоматизации производства

## Назначение и классификация РТК. Место РТК в гибкой автоматизации производства

Главная идея роботизированного технологического комплекса заключается в том, что промышленный робот должен использоваться в сочетании с определенным технологическим оборудованием, как, например, пресс, металлорежущий станок, сварочная установка, установка для нанесения покрытий и т.д., и предназначен для выполнения одной или нескольких конкретных технологических операций.

Применение промышленных роботов можно подразделить на выполнение роботами непосредственно основных технологических операций, и выполнение вспомогательных операций по обслуживанию основного технологического оборудования. К первым относится автоматическое выполнение роботами процессов сварки, сборки, окраски, нанесения покрытий, пайки, проведение контрольных операций, упаковки, транспортирования и складирования. Ко второй категории относится автоматизация с помощью роботов процессов механической обработки (обслуживания различных металлорежущих станков, шлифовальных и протяжных станков), прессов холодной и горячей штамповки, кузнечного и литейного оборудования, установок для термообработки, а также загрузки-разгрузки полуавтоматов дуговой сварки и контактных сварочных машин, при автоматизации операций сборки.

По ГОСТ 26228-85 "Системы производственные гибкие. Термины и определения":

Роботизированный технологический комплекс (РТК) - совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы.

Примечания.

1. РТК, предназначенные для работы в ГПС, должны иметь автоматизированную переналадку и возможность встраиваться в систему.

2. В качестве технологического оборудования может быть использован промышленный робот.

3. Средствами оснащения РТК могут быть: устройства накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства и другие устройства, обеспечивающие функционирование РТК".

При этом подразумевается одна единица технологического оборудования и один промышленный робот.

Если количество промышленных роботов и единиц технологического оборудования больше, то тогда это будет роботизированный технологический участок (РТУ) (ГОСТ 26228-85) - совокупность роботизированных технологических комплексов, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или несколько единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими промышленными роботами, в которой предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

Роботизированная технологическая линия представляет собой совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими ПР для выполнения операций в принятой технологической последовательности.

Таким образом, в состав роботизированного технологического комплекса входят:

1) технологическое оборудование;

2) промышленный робот;

3) вспомогательное, транспортное оборудование.

Рассмотрим проблему гибкой автоматизации производства с целью установить место, которое занимают в ней роботизированные технологические комплексы.

ГПС (по ГОСТ 26228-85) представляет собой совокупность в различных сочетаниях технологического оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), ПР и других механизмов, разрабатываемых и функционирующих в автоматическом режиме в течении заданного интервала времени, обладающих свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах их характеристик. относительная автономность производственных единиц - ГПМ, обеспечивается координацией как единое целое многоуровневой системой управления, обеспечивающей изменение программы функционирования подсистем ГПС и тем самым - быструю перенастройку технологии изготовления при смене объектов производства.

По организационной структуре различают следующие виды ГПС: гибкие автоматизированные линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные цеха (ГАЦ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ).

ГАЛ - ГПС, в которой технологическое оборудование расположено в принятой последовательности технологических операций.

ГАУ - ГПС, функционирующая по технологическому маршруту, в котором предусмотрены возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.

ГАЦ - ГПС, представляющая собой в различных сочетаниях совокупность гибких автоматизированных и роботизированных технологических линий и участков для изготовления изделий заданной номенклатуры.

Система обеспечения функционирования ГПС (Рис.1) определяется как совокупность взаимосвязанных автоматизированных систем, обеспечивающих проектирование изделий, технологическую подготовку их производства, управление ГПС при помощи ЭВМ и автоматическое перемещение предметов производства и технологической оснастки.

ГПС состоит из ряда основных автоматизированных подсистем: технологической, транспортной, складирующей, контроля и управления.

Автоматизированная технологическая подсистема ГПС. В состав технологической подсистемы ГПС входит множества ГПМ совместно с необходимыми средствами технологического оснащения, предназначенных для выполнения основных технологических операций производства ЭА.

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) - подсистема взаимосвязанных автоматизированных транспортных и складских устройств для укладки, хранения, временного накопления, разгрузки и доставки предметов труда, технологической оснастки.

Автоматизированная подсистема управления ТП (АСУ ТП) состоит из средств вычислительной техники - управляющих ЗВМ, связанных в единый комплекс с помощью интерфейсных устройств и линий передачи данных, и программного обеспечения. Предназначена для управления отдельными единицами автоматизированного оборудования всех подсистем и системы в целом; базируется на использовании оборудования с ЧПУ, ГПМ. Программное управление ГПМ основывается на применении программы, определяющей порядок действий с целью получения требуемого результата.

Система управления охватывает все уровни иерархии ГПС; нижний уровень управления - ГПМ и обслуживающие их АСС, АТС и САК; средний уровень управления - ГАЛ и ГАУ и обслуживающие их АСС, АТС и САК; высший уровень управления - ГАЦ, т.е. управление производственными единицами (линиями и участками) в соответствии с заданным планом производства изделий.

Подсистема контроля ГПС решает задачи:

получения и передачи информации о свойствах, техническом состоянии и пространственном расположении контролируемых объектов, а также о состоянии технологической среды;

сравнения фактических параметров с заданными;

передачи информации о рассогласованиях для принятия на различных уровнях ГПС;

получения и представления информации об исполнении функций;

автоматической перестройки средств контроля в пределах заданной номенклатуры контролируемых объектов;

полноты и достоверности контроля.

Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО) - система взаимосвязанных элементов, включающая участки подготовки инструмента, его транспортирования, накопления, устройства смен и контроля качества инструмента, обеспечивающие подготовку, хранение, автоматическую установку и замену инструмента.

Состав и структура ГПС зависит от специализации, технологических задач, типов изделий, типа производства, частоты смены продукции. Рис 1.

Для обеспечения функционирования ГПС необходимо:

скомплектовать, подготовить и загрузить в АТСС заготовки, комплектующие, полуфабрикаты, материалы и другие ингредиенты производства;

подготовить, настроить и ввести в АТСС и ГПМ приспособления и инструменты; подготовить и ввести в библиотеку программ АСУТП, АСТПП и АСУП необходимые программы управления гибкой производственной системы (ГПС);

автоматизированной системы испытаний (АСИ);

системы материально-технического обеспечения (СМТО);

автоматизированной системы управления (АСУ) ИПС.

Рисунок 1 - Организационные уровни сложности ГПС

При этом подсистемы АСУ, АСНИ, САПР и АСТПП, являясь внешними по отношению к ГПС, реализуют информационное обеспечение на входе ГПС с использованием соответствующих баз данных (БД). Так АСУ обеспечивает планирование загрузки ГПС по номенклатуре и качеству изделий, предназначенных к выпуску в определенные периоды времени, и планирование подготовки производства для ГПС; АСНИ и САПР - автоматизированное проектирование ЭА с выпуском технической и программной (ПД) документации; АСТПП - автоматизированные разработки технологической документации, проектирование средств технологического оснащения и выпуск конструкторской документации на оснастку, разработку управляющих перфолент для ГПМ, ГПС; АСИ - автоматизированное испытание изделий.

ИПС позволяют обеспечить полностью автоматизированный процесс проектирования и производства изделий ЭА и возложить на человека функции контроля.

## Основные схемы взаимодействия промышленных роботов с основным и вспомогательным оборудованием

Единичное обслуживание оборудования обеспечивается автономным или встроенным в оборудование ПР. Минимальные задачи, решаемые таким РТК, состоят в автоматизации операций обработки детали, ее установки-снятия, базировании и фиксации в рабочей зоне, а также в обеспечении связи с транспортными и информационными потоками основного производства. Разновидностью этой схемы является обслуживание несколькими роботами группы машин, число которых меньше числа ПР, имеющее место в РТК с машинами литья под давлением, при обслуживании листоштамповочных прессов и оборудования других типов (например, в станочных центрах, где один ПР осуществляет установку - снятие детали, а другой - смену инструмента и снаряжение инструментального магазина станка). При этом в состав РТК помимо ПР могут входить автооператоры различного назначения (например, в РТК с машинами литья под давлением).

а бв

а - Встраивание робота в оборудование;

б - Расположение робота у основного технологического оборудования;

в - Обслуживание несколькими роботами группы машин, число которых меньше числа ПР.

Групповое обслуживание оборудования при его линейном, линейно-параллельном или круговом расположении может осуществляться одним ПР, обеспечивающим помимо операций, названных ваше, еще и межстаночное транспортирование деталей.

При этом с помощью ПР решаются также задачи диспетчирования работы оборудования, входящего в состав РТК, элементов транспортных систем и дополнительных механизмов. Разновидностью указанной схемы является обслуживание несколькими ПР группы станков, число которых превышает число роботов.

При этом можно не только обеспечить обработку деталей с различной последовательностью операций, но и сократить простои основного технологического оборудования, связанные с многостаночным обслуживанием, выполняемым ПР.

аб

вг

а - Обслуживание несколькими роботами группы машин, число которых превышает число ПР. Обработка деталей с постоянной последовательностью операций

б - Возможность изменения последовательности обработки и пропуска операций

в - Обслуживание одним ПР группы машин. Круговое расположение оборудования (до пяти единиц, не более)

г - Линейное расположение оборудования (количество регламентируется коэффициентом использования оборудования в робота)

В зависимости от серийности производства, в котором используется РТК с групповым обслуживанием оборудования, для такого комплекса могут быть применены различные организационные формы загрузки основного технологического оборудования от независимой работы каждого станка, до превращения РТК в поточную линию.

Однако для обеспечения необходимой гибкости производства в РТК с групповым обслуживанием ПР необходимо предусматривать создание межоперационных заделов, обеспечение возможности пропуска отдельных операций на некоторых типах деталей, изменения порядка обработки и т.п.

С помощью ПР должна решаться и задача независимой доставки деталей к станкам и их межстаночного транспортирования.

Индивидуальное выполнение основных технологических операций, таких как сварка, окраска, сборка и т.п., осуществляется технологическим или универсальным ПР, на базе которого организуется РТК, включающий различного рода вспомогательные, транспортные, ориентирующие устройства и механизмы, работа которых контролируется системой программного управления робота.

а б

Выполнение одним роботом законченной технологической операции (перехода). а - Перенос и обработку деталей осуществляет робот за счет смены захватов и инструмента на позиции 6; б - Транспортирование детали осуществляется конвейером, управляемым СПУ робота

Групповое использование ПР для выполнения основных технологических операций подразумевает применение роботов разных типов (вспомогательных, технологических и универсальных), связанных в единый комплекс, обеспечивающий законченный технологический процесс.

аб

Выполнение группой роботов заключительной технологической операции (перехода)

а - Группа роботов различного технологического назначения выполняет операцию на одной позиции 6;

б - Группа роботов одного технологического назначения выполняет законченную операцию.

Примечание. На схемах обозначено: 1 - ПР; 2 - конвейер; 3 - основное технологическое оборудование; 4 - магазин с заготовками, деталями или инструментом; 5 - вспомогательные устройства, расширяющие функции робота (устройства контроля, измерения и т.п.); 6 - вспомогательные устройства ориентации или фиксации деталей.

## Список литературы

1. Роботизированные технологические комплексы / Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко, В.А. Фадеев - Учеб. Пособие. - Харьков. Нац. аэрокосмический университет "ХАИ", 2003. - 214с.
2. Н.П. Меткин, М.С. Лапин, С.А. Клейменов, В.М. Критський. Гибкие производственные системы. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 309с.
3. Гибкие производственные комплексы / под. ред. П.Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1984. - 384с.
4. Гибкое автоматическое производство/под. ред. С.А. Майорова. - М.: Машиностроение, 1985. - 456с.
5. Иванов А.А. ГПС в приборостроении. - М.: Машиностроение, 1988. - 282с.
6. Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами / под. ред. Н.М. Макарова, - М.: Радио и связь, 1981, ч.3 - 156с.
7. Широков А.Г. Склады в ГПС. - М.: Машиностроение, 1988. - 216с.