

ЛЕКЦИЯ 9

Роботизированные технологические комплексы в машиностроении

Роботизированный технологический комплекс (РТК) – совокупность единицы технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы (ГОСТ 26.228-85. Системы производственные гибкие, Термины и определения). Примечание: 1. РТК, предназначенные для работы в гибких производственных системах 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.

В случае если количество промышленных роботов и единиц технологического оборудования больше, то это будет роботизированный технологический участок – совокупность РТК, связанных между собой транспортными средствами и системой управления.

В зависимости от назначения РТК классифицируются:

- 1) по видам производства, например, РТК механической обработки, точечной сварки, сборки и т.п.
- 2) по наименованию операций, оборудования, например, РТК токарной обработки, листовой штамповки и т.п.
- 3) по виду предметов труда: РТК тел вращения, корпусных деталей, печатных плат и т.п.

На практике наиболее часто встречаются следующие типовые компоновочные схемы РТК:

РТК-1 – линейное расположение технологического и вспомогательного оборудования (рис.);

РТК-2 – характеризуется линейно-параллельным расположением основного и вспомогательного оборудования и создается на базе ПР тельферного типа с плечелоктевой конструкцией манипулятора (рис.);

РТК-3 включает комплексы, созданные на базе ПР, работающих в цилиндрической системе координат с горизонтальной осью вращения (рис.);

РТК-4 – создаются на базе ПР, работающих в цилиндрической системе координат и характеризуется круговым расположением основного и вспомогательного оборудования (рис.);

РТК-5 – создаются на базе ПР, работающих в сферической системе координат. Такие ПР используются для группового обслуживания разнотипного по схемам загрузки оборудования, а также при сварке, окраске и т.п. (рис.);

РТК-6 – ряд роботов одновременно и взаимосвязано обслуживают одну единицу технологического оборудования или одно рабочее место. Чаще всего используется на операциях автоматической сборки, где в качестве рабочего места используется поворотный стол (рис.).

Различные варианты построения РТК в сочетании с соответствующими техническими характеристиками оборудования, технологией обработки, способами организации труда обеспечивают получение различного экономического эффекта.

РТК простейшего типа предназначены для выполнения одной технологической операции. Их принято называть роботизированными технологическими модулями (РТМ). Если промышленный робот в составе РТМ выполняет технологический переход, он сам выступает в роли технологического оборудования. В зависимости от вида производства применяются соответствующие названия: штамповочный модуль, окрасочный модуль и т.п.

РТК, предназначенные для выполнения нескольких технологических операций и построенные на базе одного ПР, принято называть роботизированными технологическими ячейками (РТЯ). Технологическое оборудование в РТЯ может комплектоваться по круговой, параллельной или линейной схемам. Организационным условием создания РТЯ является достаточно большое машинное время обработки изделий, в несколько раз превышающее время обслуживания оборудования роботом.

РТК, предназначенные для выполнения последовательности нескольких технологических операций, необходимых для частичного или полного изготовления изделий, и построенные на базе нескольких ПР, имеющие средства транспорта, а также устройства для хранения запасов предметов производства представляют собой роботизированную технологическую линию (РТЛ). Основным организационным отличием РТЛ является обеспечение непрерывности и ритмичности производства, сокращение длительности производственного цикла и минимизация величин цикловых заделов. РТЛ более характерны для крупносерийного и массового производства.

Отдельные РТМ, РТЯ, РТЛ, находящиеся на ограниченном участке производственной площади, могут составлять единую производственно-организационную систему - роботизированный участок. При этом качественно они не будут являться единой системой машин, а будут объединены чисто организационными связями, при этом уровень автоматизации транспортных операций остается низким.

Независимо от типа производства, уровня структурного подразделения, необходимо провести комплексное обследование, конструкторскую, технологическую и организационную подготовку производства к внедрению РТК. Комплексное обследование включает пять основных направлений: сбор данных об изделиях, обрабатываемых (собираемых) в обследуемом производственном звене; сбор данных о средствах технологического оснащения производственного звена; определение организационных параметров обследуемого производства; сбор исходной экономической информации; определение социальных предпосылок роботизации.

Особое внимание следует уделить анализу структуры программы выпуска изделий на обозримый период времени для определения возможных изменений технологических свойств и объемов выпуска продукции, влияющих на стабильность производственного процесса.

Конструкторский этап подготовки производства включает классификацию выпускаемых изделий, предварительное группирование деталей, разработку мероприятий по унификации и повышению технологичности, прогнозирование деталей-аналогов.

Технологический этап подготовки производства включает окончательное группирование деталей, разработку чертежей комплексных деталей, разработку групповых технологических процессов, разработку мероприятий по унификации и стандартизации технологии. Основным средством уменьшения трудоемкости технологической подготовки производства является ее автоматизация с помощью ЭВМ (использование различных пакетов САПР-Т).

Обслуживание металлорежущих станков.

Станочное оборудование РТК должно обеспечивать высокий уровень концентрации и совмещения переходов обработки. Этим требованиям наиболее полно отвечают станки с ЧПУ, имеющие полностью автоматизированный цикл работы, в том числе переключение скоростей и подач, автоматизированный зажим изделия, автоматическую смену инструмента. Для повышения надежности РТК необходимо обеспечить автоматизацию контроля в процессе обработки, автоматизацию подачи СОЖ в зону резания, надежную систему дробления и удаления стружки.

Все перемещающиеся при работе узлы, связанные с функционированием ПР (пиноль задней бабки, ограждение) должны оснащаться датчиками, фиксирующими их конечные положения. Станки токарной группы должны обеспечивать быстрый останов шпинделя после обработки, при применении патронных станков необходимо обеспечить поджим заготовок к базам приспособлений.

Для станков сверлильной и фрезерной групп предусматривают загрузку и выгрузку деталей в определенном положении стола, исключающем возможность касания захватного устройства или заготовок режущих кромок инструмента. Станки должны иметь блокирующие устройства для автоматической остановки при незакрепленной или неправильно закрепленной заготовке.

Для многостаночного обслуживания в условиях мелкосерийного и серийного производства при обработке крупных деталей с большим временем обработки рекомендуется применять подвесные роботы. Область применения напольных роботов – комплексы из одного станка в условиях серийного и крупносерийного производства, обрабатывающие сравнительно мелкие детали с малым временем обработки, при этом расположение робота не должно затруднять обслуживание станка.

Обслуживание ванн гальванопокрытий.

РТК гальванопокрытий позволяют освободить рабочих от тяжелого труда во влажной атмосфере, насыщенной испарениями вредных растворов. Процесс гальванопокрытия представляет собой последовательное выдерживание деталей в ваннах никелирования, меднения, анодирования, хромирования и т.п. ПР осуществляют установку, перенос и снятие подвесок с деталями из ванны в ванну (рис.).

Для этого применяют: универсальные роботы, установленные стационарно или на подвижной рельсовой тележке, перемещающейся вдоль ванн; подвесные транспортные роботы на монорельсе; специализированные роботы в составе автоматических линий гальванопокрытий.

ПР захватывает подвеску с деталями из гнезд магазина и по программе перемещает и опускает ее в ванны с растворами. В системе управления роботом программируется последовательность обслуживания ванн и время выдержки подвески в каждой ванне. Скорость опускания ограничивается необходимостью смягчения удара ограничителя спуска о края ванны и устойчивостью подвески, а скорость подъема – временем стекания остатков раствора с деталей.

Универсальные роботы применяют для отдельных деталей, гальванообработка которых требует поворотов и перемещений. Обычно используют подвесные роботы, обеспечивающие компактность линии, свободный доступ к ваннам, снижение металлоемкости. Грузоподъемность робота составляет до 5000Р; число позиций обслуживания – до 18; число степеней подвижности – 2, погрешность позиционирования – до 50 мм, скорость перемещения – 15 м/мин, скорость подъема и опускания – 30 м/мин., система управления роботом – цикловая.

Литейное производство.

В настоящее время целесообразно роботизировать в литейном производстве следующие операции:

- заливку форм;
- выбивку форм;
- очистку отливок;
- обрубку и зачистку отливок;
- погрузочно-разгрузочные операции.

В литейном производстве ПР применяют для очистки пресс-форм струей сжатого воздуха и нанесения на ее поверхность смазочного материала с программируемой интенсивностью. Стабилизация нанесения смазки позволяет поддерживать заданный нагрев пресс-формы.

Применение ПР для автоматической заливки металла в пресс-форму повышает точность дозирования и стабилизирует процесс заливки. Манипулятор-заливщик совершает качающиеся движения захватного устройства с ковшем от тигля с расплавленным металлом к заливочному окну пресс-формы и обратно. Роботы, работающие в цилиндрической системе координат, применяют для извлечения неостывших хрупких или крупногабаритных отливок из пресс-формы. После извлечения отливки роботы могут подавать ее в камеру охлаждения или под пресс для обрубки литника – застывшего канала, по которому подавался жидкий металл. А других участках литейного производства роботы выполняют операции по шлифованию поверхности отливки с помощью дробеструйного пистолета или абразивного инструмента, переносу форм и отливок.

Горячая объемная штамповка

Для объемной штамповки раскаленных заготовок требуются одинаковое время переноса заготовки и возможность многооперационной обработки заготовки с изменением ее формы в рабочей зоне. Робот должен удерживать заготовку при ударах ковочного молота.

С позиции роботизации технология характеризуется необходимостью поддержания нагрева заготовки в процессе обработки, требующим минимального времени переноса заготовки из зоны нагрева под пресс, выполнением многопереходной обработки на одной машине, изменением формы изделия, ударами при обработке. Роботы должны обеспечивать высокую скорость перемещений, контроль температуры и фиксацию заготовки, иметь грузоподъемность 10-50 кг.

При молотовой ковке тяжелых деталей применяют манипуляторы с ручным управлением. Необходимы контроль освобождения штампа от детали, фиксация детали в штампе, удаление отходов штамповки, блокировка прессы при захвате роботом более двух заготовок.

Автоматизация холодной штамповки.

В настоящее время РТК штамповки создаются на базе кузнечно-прессового оборудования, выпускаемого заводами машиностроительного комплекса. К такому оборудованию относятся: прессы однокривошипные открытые и закрытые, одинарного и двойного действия; прессы винтовые, гидравлические и других типов с усилием от 63 до 40000 кН в зависимости от конструкции.

Отличительной особенностью листоштамповочных прессов является их большое быстродействие (до 60 и более ударов в минуту). В то же время для холодной листовой штамповки не требуются промышленные роботы с большим числом степеней свободы и с высокой точностью. Обычно для таких роботов используют системы циклового программного управления.

В настоящее время наибольший объем деталей штампуется на однокривошипных открытых прессах простого действия усилием 160-2500 кН с количеством вторичных операций 1-3 и более.

РТК холодной штамповки условно можно разделить на три группы: роботизированный модуль, состоящий из одной единицы основного технологического оборудования, обслуживаемого роботами; роботизированный участок, состоящий из одного робота и обслуживаемых им двух-трех единиц основного технологического оборудования; роботизированная линия, состоящая из нескольких РТК, объединенных передающими устройствами.

Промышленные роботы, используемые для холодной штамповки, чаще всего имеют одну или две руки. Однорукие ПР используются при однооперационной штамповке, когда отштампованная деталь удаляется из штампа с помощью сбрасывателей или выпадает в отверстие матрицы. Если автоматическое удаление детали из штампа невозможно, применяют двурукие роботы. Применение ПР с большим числом рук рационально при обслуживании одним роботом двух прессов.

Роботизированные сварочные комплексы.

В современном машиностроении наиболее распространенными являются дуговая и точечная сварка. Сварочный РТК для дуговой сварки включает автоматический манипулятор горелки, систему управления всем комплексом, позиционер (манипулятор изделия) и сварочное оборудование, сопряженное с системой управления комплекса. ПР дуговой сварки имеют различное конструктивное исполнение, их манипуляторы обладают, как правило, пятью – шестью степенями подвижности.

Существует несколько способов подачи деталей для сварки с помощью ПР:

Детали собираются в спецоснастке, где они прихватываются, после чего изделие освобождается от оснастки и поступает к роботу, устанавливается на свои базовые поверхности и закрепляется на кантователе робота;

Детали собираются в спецоснастке непосредственно на кантователе робота, производится их прихватка, а после освобождения от оснастки – сварка;

Детали собираются в зажимных приспособлениях на кантователе, после чего выполняется сварка;

Детали собираются и зажимаются в приспособлении-спутнике на специальной позиции сборки, спутник поступает на позицию сварки робота, автоматически фиксируется на его кантователе, выполняется сварка, после чего спутник поступает на позицию разборки.

Для выполнения дуговой сварки необходимы ПР с контурными системами управления. Эти системы служат для перемещения горелки по заданной траектории при заданной ее ориентации и с постоянной скоростью. С помощью технологических команд управляют сварочным оборудованием (установка режимов, включение – выключение сварки, заварка кратера, продувка газа и т.п.).

Во время работы сварочного РТК периодически приходится останавливать робот для очистки горелки от брызг расплавленного металла. Для автоматизации этой операции используются специальные зачистные приспособления (в виде вращающейся щетки или фрезы). Применяется также автоматическая продувка сопла горелки сжатым воздухом с последующим орошением внутренней поверхности силиконовой эмульсией для уменьшения прилипания брызг расплавленного металла.

Для осуществления операций контактной точечной сварки чаще всего используются универсальные роботы с позиционной или позиционно-контурной системой управления.

РТК нанесения лакокрасочных покрытий.

В настоящее время около 80% промышленных изделий защищается от коррозии с помощью лакокрасочных материалов. При этом 70% покрытий наносят методом распыления, причем основная масса работ выполняется вручную. На операциях нанесения лакокрасочных покрытий в настоящее время находят применение специализированные и универсальные промышленные роботы.

Специализированные роботы предназначены для окраски плоских и приводимых к ним поверхностей. Их применяют в условиях крупносерийного и массового производства. Специализированные окрасочные роботы представляют собой вертикальные или горизонтальные колонны, на каретке которых укреплены электростатические краскораспылители. Каретка совершает возвратно-поступательные движения, а рабочий орган имеет горизонтальный или вертикальный ход.

Универсальные окрасочные роботы представляют собой в общем случае многозвенные шарнирно-сочлененные (антропоморфные) конструкции, способные окрашивать сложные пространственные контуры. Они оснащаются контурными системами ЧПУ.

Проблема комплексной механизации процесса нанесения лакокрасочных покрытий является достаточно сложной, так как одновременно необходимо автоматизировать и объединить в единый технологический комплекс подготовку поверхности изделия, установку изделия на конвейер или другую транспортную систему, транспортирование, кантование, нанесение покрытия, подготовку и доставку краски, промывку трубопроводов, разгрузку, диспетчирование и управление комплексом, разгрузку, складирование, очистку и удаление отходов.

РТК сборки.

Сборочные работы в различных отраслях машиностроения составляют 40_50% общей трудоемкости изготовления изделий, при этом уровень автоматизации, используемый в основном в условиях крупносерийного и массового производства, составляет 5-7%.

Процесс автоматической сборки с помощью ПР подразделяется на несколько этапов:

накопление в различных устройствах (паллетах, магазинах и т.п.), конструкция которых зависит от конфигурации и габаритов объектов сборки;

захватывание детали (объекта) роботом,, оснащенным захватом или сборочным приспособлением;

транспортирование с помощью ПР на позицию сборки и от нее на позицию накопления;

ориентация;

сопряжение деталей с помощью ПР или на специальном сборочном оборудовании.

Существуют три основных концепции построения РТК сборки:

1. Вся сборочная операция расчленяется на элементарные, каждая из которых выполняется узкоспециализированным роботом. Это наиболее часто применяемая схема при автоматизации массового производства.
2. ПР – сборщик располагается в центре комплекса. Вокруг него располагается различное вспомогательное оборудование с необходимым запасом деталей. Робот в соответствии с программой извлекает детали и осуществляет их сборку, используя при этом стационарные монтажные приспособления и оснастку.

3. Весь сборочный процесс расчленяется на группы элементарных операций. При этом для сборки каждой сборочной группы используется специализированный робот. В этом случае работа всех роботов осуществляется под управлением центральной ЭВМ.

По структурному признаку сборочные РТК подразделяются на однопозиционные и многопозиционные, т.е. с концентрацией или дифференциацией операций процесса сборки.

К конструктивным особенностям ПР для сборки относятся:

возможность автоматической смены захватов и сборочных инструментов;

широкий диапазон скоростей перемещения исполнительных звеньев;

адаптация к определенным условиям захватывания и соединения деталей;

контроль качества сборки;

повышенная точность позиционирования при наличии устройств компенсации погрешности позиционирования при соединении деталей.