

Создание роботизированных комплексов, содержащих основное технологическое оборудование с транспортными, накопительными, ориентирующими устройствами (для заготовок, деталей, инструментов) и обслуживающими промышленными роботами, является необходимым этапом гибкой автоматизации машиностроительного производства. При внедрении ГПС осуществляется автоматизация вспомогательных операций загрузки основного оборудования (станков, прессов, литейных машин, сварочных агрегатов и др.) материалом или заготовками перед их обработкой, а также снятия готовых изделий. Помимо ПР средствами автоматизации основного оборудования служат различные загрузочно-разгрузочные устройства типа лотков и шиберов, а также автооператоры или манипуляторы.

В составе роботизированных технологических комплексов ПР могут выполнять не только вспомогательные, но и некоторые основные операции: сборочные, сварочные, окрасочные и другие. Характерными особенностями робототехнических комплексов являются автономность их работы и возможность встраивания в ГПС. Состав и структура роботизированных комплексов определяется содержанием автоматизируемого производственного процесса, который характеризуется: типом и размерами обрабатываемых изделий, видом технологического оборудования, организацией его обслуживания, схемой потоков материала, инструментов и технологической оснастки, функциями управления.

Основные схемы планировки роботизированных технологических комплексов, используемых автономно или в составе ГПС.

Первую группу с точки зрения планировки образуют РТК с индивидуальным обслуживанием единицы технологического оборудования при помощи одного или нескольких ПР. Данная группа РТК имеет три основных варианта конструктивного исполнения ПР: встроенного в технологическое оборудование; установленного рядом с технологическим оборудованием в его рабочей зоне; установленных в рабочей зоне технологического оборудования нескольких ПР. Во всех вариантах РТК данной группы заготовки (исходный материал) перед передачей их роботом в зону обработки предварительно подаются на фиксированную промежуточную позицию, обслуживаемую автоматизированными загрузочно-разгрузочными устройствами типа тактового стола или шагового конвейера-накопителя.

Примером РТК первой группы является комплекс для токарной обработки заготовок типа тел вращения (рис. 1). Промышленный робот производит загрузку станка с позиции выдачи заготовок из вибробункера, куда они поступают в ориентированном виде. Обработанные детали сбрасываются в тару через лоток. ПР конструктивно встроен в станок. Другим примером является РТК для штамповки заготовок на прессе с нагревом в высокочастотной установке (рис. 2). ПР осуществляет загрузку прессы из подающего устройства, на котором заготовки установлены в ориентированном виде, а также снятие готовых изделий и укладку их в тару. Робот напольного типа имеет двурукое исполнение.

Вторую группу планировочных схем образуют роботизированные технологические линии (РТЛ) и участки (РТУ) с групповым обслуживанием оборудования одним или несколькими ПР. РТЛ предполагают обслуживание одним или несколькими ПР группы оборудования в принятой технологической последовательности выполняемых операций. На РТУ при обслуживании оборудования одним или несколькими ПР предусмотрена возможность изменения последовательности выполнения технологических операций. РТЛ и РТУ могут включать в себя несколько РТК, связанных между собой транспортными средствами и единой автоматизированной системой управления. По характеру расположения оборудования схемы планировки РТЛ и РТУ можно разделить на два варианта: с круговым и линейным (последовательным или параллельно-последовательным) расположением оборудования.

На рис. 3 показана схема планировки роботизированной технологической линии для холодной штамповки мелких деталей. Два робота последовательно выполняют следующие операции: подачу одноруким ПР штучных заготовок из магазинного накопителя в штамп прессы; перенос одной рукой двурукого ПР готового изделия из штампа в тару, а другой рукой — заготовки из штампа вытяжки в чеканочный штамп прессы. Промышленные роботы напольного типа выполнены с одной и двумя руками унифицированной конструкции.

Другим примером является роботизированная технологическая линия для обработки заготовок типа валов последовательно на фрезерно-центровальном и двух токарных станках с ЧПУ (рис. 4). Робот в составе РТЛ выполняет следующие операции: загрузку станков заготовками; снятие заготовок и их межстаночное транспортирование с установкой на промежуточную позицию; поиск заготовок и раскладку готовых деталей в магазине. ПР портального типа перемещается по монорельсу, установленному над технологическим оборудованием, которое расставлено в линию.

На рис. 5 приведена схема планировки роботизированного технологического участка для обработки заготовок типа валов на трех токарных станках с ЧПУ при последовательном или последовательно-параллельном выполнении операций. ПР в составе участка выполняет следующие операции: загрузку и разгрузку станков; снятие заготовки с одной из трех позиций накопителя; транспортирование заготовок к станкам, а готовых деталей — от станков на конвейер. ПР напольного типа однорукого исполнения работает в цилиндрической системе координат.

Схема планировки роботизированного технологического участка для комплексной обработки заготовок типа дисков и фланцев на трех токарных станках с ЧПУ, объединенных в два роботизированных комплекса, приведена на рис. 6. Первый РТК состоит из двух токарных станков мод. СЕ062.10 и обслуживающих их ПР, а второй РТК — из станка мод. АТМ

РБ001.01 и ПР. Робот в составе каждого РТК осуществляет загрузку и разгрузку станков заготовками, подаваемыми из склада на столах-спутниках. ПР напольного типа работают в цилиндрической системе координат.

Третью группу с точки зрения планировки составляют РТК для выполнения основных технологических операций (сварки, сборки, термообработки, окраски и других). Возможны варианты РТК с индивидуальным выполнением ПР одной законченной технологической операции или перехода, а также с групповым выполнением операции несколькими ПР одного или различных технологических назначений. Схема робототехнического комплекса для нанесения керамических эмалей на детали путем автоматического распыления их пистолетом в специальной камере приведена на [рис. 7](#). Два ПР напольного типа, работающие в сферической системе координат, выполняют технологические операции нанесения эмали. Детали перемещаются шаговым конвейером на подвесках, обеспечивающих их равномерное вращение в камере.

На [рис. 8](#) показана схема планировки роботизированной технологической линии для обработки комплектов магнитопроводов для трансформаторов и дросселей из деталей, подаваемых в ориентированном виде в таре. Передвижной ПР напольного типа, работающий в цилиндрической системе координат, последовательно выбирает детали комплекта из каждой тары и укладывает их на монтажный стол, оснащенный шаблоном. После укладки в шаблон необходимого числа деталей ПР перемещается к следующему монтажному столу, где происходит сборка очередного комплекта. Обслуживание монтажных столов роботом осуществляется в заданной последовательности. Отдельную группу составляют транспортные роботизированные комплексы.

Схемы планировки ГПС для механообработки в соответствии с типом применяемых АТСС

Дальнейшее повышение уровня автоматизации машиностроительного производства приводит к созданию ГПМ, включающих в себя автоматизированную единицу технологического оборудования или РТК для изготовления изделий определенного вида с возможностью изменения в заданном диапазоне их типоразмерных характеристик. В ГПМ дополнительно обеспечивается автоматическое измерение и контроль качества изготавливаемых изделий, диагностика состояния инструментов, механизмов и устройств самого оборудования, а также автоматическая подналадка технологического процесса и автоматизированная переналадка оборудования на изготовление другого типоразмера изделия. Таким образом, ГПМ можно рассматривать как разновидность РТК с более высоким уровнем автоматизации всех вспомогательных, контрольно-измерительных и диагностических операций, с элементами адаптивного управления.

Объединяя в определенных сочетаниях РТК, ГПМ, отдельные единицы технологического оборудования, автоматизированные складские, транспортные и накопительные устройства, создают различные варианты ГПС: ГАУ и ГАЛ. Гибкие производственные участки и линии, работающие в автоматическом режиме в течение заданного времени (например, одной смены), обеспечивают комплексную обработку исходного материала или заготовок с возможностью автоматизированной переналадки на производство изделий широкой (в установленных пределах) номенклатуры.

Схемы планировки ГПС классифицированы в зависимости от типа АТСС и других взаимосвязанных автоматизированных систем: инструментального обеспечения, очистки (мойки) изделий и техоснастки, контроля геометрических и других параметров изделий, удаления отходов производства, которые на схемах представлены в виде соответствующих технологических участков. ГАУ с АТСС линейного типа на базе кранов-штабелеров и напольного транспортного роликового конвейера могут быть с поперечным односторонним ([рис. 1](#)) или двухсторонним ([рис. 2](#)) расположением технологического оборудования.

Тара или столы-спутники с заготовками, деталями, инструментами и технологической оснасткой проходят через участки комплектации и технического контроля на участки загрузки склада. Кран-штабелер забирает тару с приемного стола и устанавливает её в свободную ячейку склада-стеллажа. Система управления ГАУ отыскивает тару с необходимыми заготовками в ячейках склада и передает команду крану-штабелеру, который снимает данную тару и устанавливает на приемное устройство конвейера, передающего ее в накопитель у станка. Затем кран-штабелер забирает тару с обработанными на станке деталями и устанавливает ее в свободную ячейку склада, либо направляет тару на приемные столы участков технического контроля, комплектации и переналадки. Перегрузка заготовок из тары на станки осуществляется промышленными роботами, манипуляторами или другими загрузочными устройствами в составе РТК. и ГПМ данного участка.

При использовании в качестве транспортного средства роботизированных тележек АТСС гибких автоматизированных участков могут строиться по линейной ([рис. 3](#)) или кольцевой схемам. Кольцевые схемы планировки ГАУ создают условия для многорядной расстановки технологического оборудования, обычно выполняемой в поперечном по отношению к оси склада-стеллажа направлении. ГЛУ с АТСС кольцевого типа могут строиться на базе конвейерного транспортного оборудования. При этом межоперационное накопление и транспортирование тары или столов-спутников осуществляется на замкнутой конвейерной линии, вдоль которой расположены приемные устройства накопителей отдельных станков, РТК или ГПМ. Имеются позиции установки и снятия тары с кольцевого конвейера, например, для передачи ее в склад-стеллаж и обратно, а также на участки комплектации, мойки и контроля.