



УДК 67.05.

**МЕХАНОТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА СБОРОЧНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ**

Булекбаева Гулмира Жайбергеновна

PhD

НАО «Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова»,
г. Актау, Республика Казахстан

Аннотация. В статье излагаются основные принципы использования сборочных роботизированных механотронных устройств автоматизированных систем в современном машиностроении, обеспечивающих: повышение производительность труда, экономию производственной площади, осуществление комплексной автоматизации сборочного производства в целом. Промышленные роботы призванные заменить ручной труд человека машинным трудом, являются принципиально новым технологическим средством, позволяющим завершить комплексную автоматизацию производства и придать последнему свойство гибкой переналадки на различные технологии и изготавливаемые изделия.

Ключевые слова: мехатроника, мехатронные системы промышленные роботы, роботизированные технологические комплексы, сборочные робототехнические комплексы, технологические операции.

Введение. Мехатроника – это одно из новейших инженерных направлений в мире, которое, по данным ЮНЕСКО, входит в десятку самых перспективных и востребованных. В современном машиностроении основная задача мехатроники, наряду с созданием собственно средств робототехники заключается и в создании технических систем и комплексов, основанных на использовании этих средств.

Несмотря на непрерывное расширение сферы применения мехатронных систем, основной областью их применения по-прежнему пока остается промышленность и, прежде всего, машиностроение и приборостроение. Здесь появились первые средства автоматизации и сосредоточено до 80% всего мирового парка робототехнических средств. Промышленные роботы (ПР) подразделяются на технологические, которые выполняют основные технологические операции, и вспомогательные, занятые на вспомогательных операциях по обслуживанию основного технологического оборудования [1]. Технологические комплексы с такими роботами называются роботизированными технологическими комплексами (РТК). Термин "робототехнические системы" (РТС) означает технические системы любого назначения,

в которых основные функции выполняют роботы. При изучении вопросов применения РТС в машиностроении следует определить вид технологического процесса (комплекс: механообработки, холодной штамповки,ковки, литья, прессования пластмасс, термической обработки, сварки, транспортный, контроля и испытаний и т.д.). Для выполнения механической обработки, несвязанной с высокими силовыми режимами резания часто применяют промышленных роботов, непосредственно выполняющих процесс обработки – как бы ручная работа в исполнении роботов (рис.1). Особенно роботы эффективны при работе с крупногабаритными заготовками, сложными контурами и прочими задачами, где антропоморфная кинематика развивает свои максимальные преимущества.

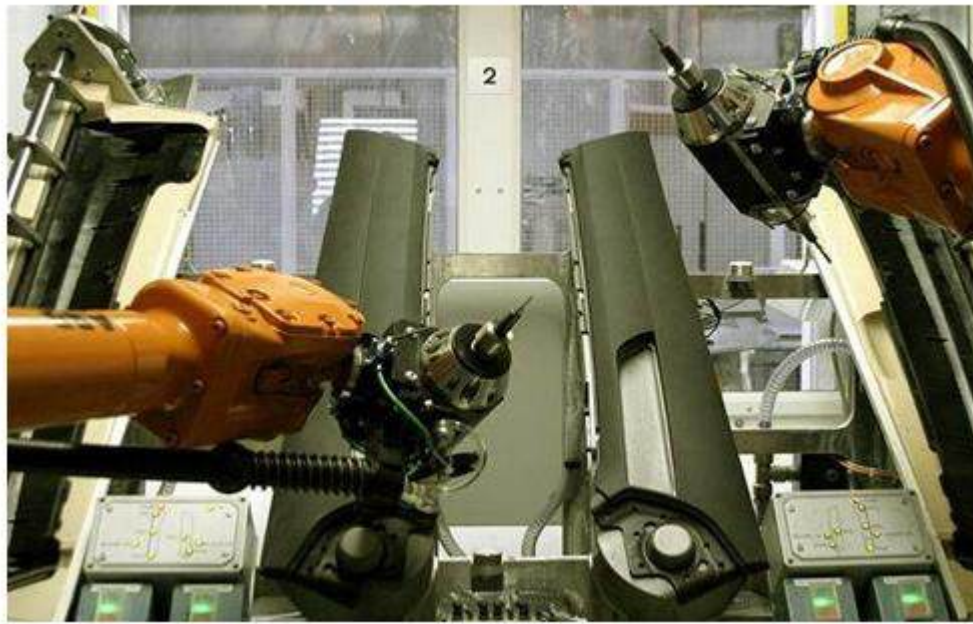
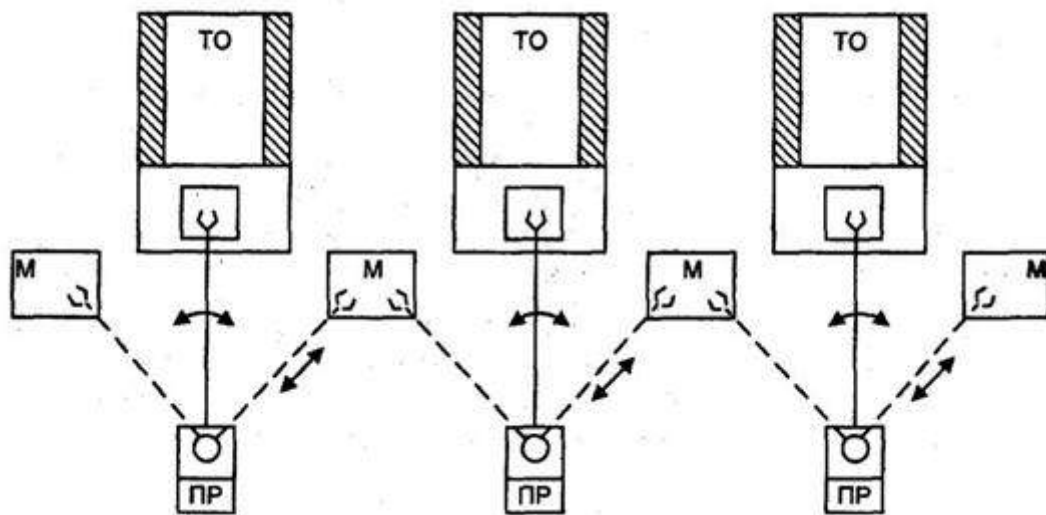


Рисунок 1 – Фрезерование облицовочных панелей в робототехническом комплексе двумя роботами

Роботизированным участкам, линиям и цехам присущи следующие качества: наличие транспортно-складской системы и единой системы управления. Эти системы материально и информационно связывают отдельные технологические ячейки, автоматизированные склады (материалов, заготовок, инструмента, отходов производства, готовой продукции) и другие части комплекса в одну согласованно действующую систему. Кроме того, такие комплексы должны включать помимо систем управления в реальном времени непосредственно технологическим оборудованием расположенные над ними уровни иерархии управления, решающие задачи программирования и оперативно-календарного планирования [2]. Электронные, цифровые, механические, электротехнические, гидравлические, пневматические и информационные элементы — могут входить в состав мехатронной системы, как изначально элементы разной физической природы, однако собранные вместе для получения от системы качественно нового результата, которого невозможно было бы достичь от каждого

элемента как от отдельного исполнителя. Отдельный шпиндельный двигатель не сможет сам выдвинуть лоток DVD-плеера, но под управлением схемы с ПО на микроконтроллере, да будучи правильно соединенным с винтовой передачей — все легко получится, и выглядеть будет так, словно это — простая монолитная система. Тем не менее, несмотря на внешнюю простоту, одна мехатронная система по определению включает в себя несколько мехатронных узлов и модулей, связанных друг с другом, и совместно взаимодействующих для выполнения конкретных функциональных действий, для решения какой-то определенной задачи. На рис. 2 показан пример линейной компоновки однопоточной роботизированной технологической линии холодной штамповки с непосредственной связью между составляющими линию ячейками. В ней отсутствует межоперационная транспортная система, а предметы производства передаются от одной ячейки к другой непосредственно входящими в них вспомогательными ПР. Такие линии с непосредственной жесткой связью между ячейками просты, однако требуют строго определенного взаимного расположения основного технологического оборудования.



ТО - основное технологическое оборудование; ПР - промышленный робот;

М - магазин поштучной выдачи заготовок

Рисунок 2 – Схема однопоточной роботизированной технологической линии холодной штамповки с линейной компоновкой:

Данная компоновка характерна для технологических процессов с малым циклом обработки предметов производства на технологическом оборудовании (единицы, десятки секунд), что свойственно, в частности, процессам холодно-листовой штамповки. Для технологических процессов с большей длительностью обработки на технологическом оборудовании часто применяют другой тип построения комплексов с обслуживанием одним ПР нескольких единиц технологического оборудования.

По мере совершенствования МС происходит устойчивый рост доли ПР, применяемых на основных технологических операциях. Хотя внедрение ПР на основных промышленных

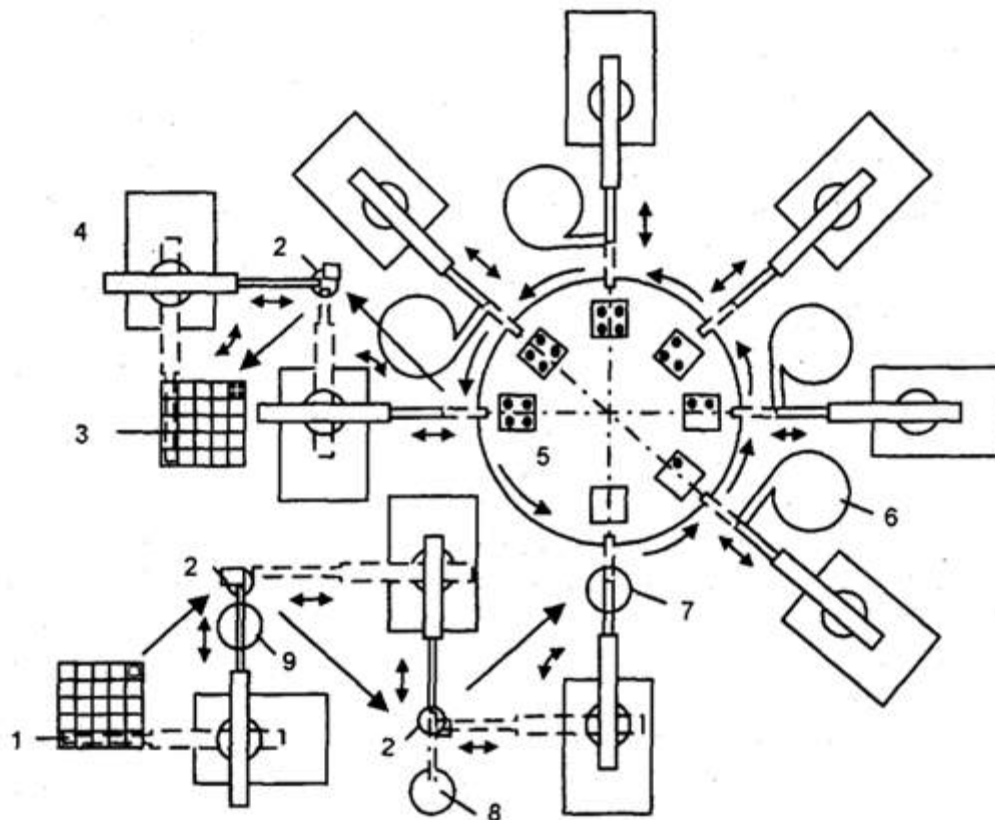
операциях требует значительно больших (в 3-4 раза) затрат, чем на вспомогательных операциях, именно здесь достигается наибольшая эффективность применения ПР при высвобождении рабочих мест. Велик и социальный эффект в связи с вредностью для человека ряда таких операций (например окраска, сварка) или их монотонностью (например, сборка на конвейере). В машиностроении основными типами технологических комплексов в которых ПР получили распространение на основных операциях, являются комплексы сборки, сварки, нанесения покрытий, шлифования, зачистки, клепки. К таким комплексам относятся комплексы для бурения в горном деле, монтажа огнеупоров в металлургии, для монтажа и облицовочных работ в строительстве, упаковки штучной продукции в легкой и пищевой промышленности.

Сборочные робототехнические комплексы по своему значению является, пожалуй, наиболее важным. Сборочные операции в машиностроении составляют до 40% себестоимости изделий, а в приборостроении больше — до 50—60%. Вместе с этим, степень автоматизации сборочных работ сегодня весьма низка в связи с ограниченными возможностями, которые имеют здесь традиционные средства автоматизации в виде специальных сборочных автоматов. Такие автоматы применимы главным образом в массовом производстве, в то время как, например, в машиностроении до 80% продукции относится к серийному и мелкосерийному производству. Поэтому создание гибких сборочных комплексов на ПР является одним из основных направлений в автоматизации сборочных операций [3].

К сборочным операциям относятся механическая сборка, электрический монтаж, микроэлектронная сборка. Процесс сборки состоит из следующих последовательных взаимосвязанных операций:

- загрузка собираемых деталей в загрузочные и транспортные устройства (обычно с их ориентацией);
- перемещение деталей к месту сборки;
- базирование, т. е. фиксация в строго определенной позиции, с ориентацией деталей на сборочной позиции;
- собственно операция сборки, т. е. сопряжения деталей, включая закрепление;
- контрольно-измерительные операции в ходе сборки;
- удаление собранного узла со сборочной позиции для перемещения на следующую позицию, если сборка не закончена.

На рис. 3 показан пример сборочного робототехнического комплекса, построенного на базе универсального ПР. Комплекс включает несущую раму, поворотный стол, загрузочные и ориентирующие устройства, устройства крепления оснащения, кабельные узлы, устройство управления комплексом, блоки синхронизации и связи с ЭВМ.



1 - загрузочное устройство (тара); 2 - промежуточная точка; 3 - разгрузочное устройство; 4 - устройство группового управления; 5 - роторный стол; 6 - загрузочное устройство; 7 - ванна для очистки; 8 - ванна для пайки; 9 - ванна для флюсования

Рисунок 3 – Робототехнический комплекс для сборки контурных катушек радиоэлектронной аппаратуры:

Для выполнения собственно операций сборки применены универсальные пневматические ПР типа МПС-9С. Комплекс предназначен для сборки контурных катушек промышленной радиоэлектронной аппаратуры, ПР в его составе выполняют следующие операции:

- выборку каркасов катушек из кассеты;
- флюсование выводов обмоток;
- пайку выводов;
- промывку выводов;
- установку каркасов на ложементы поворотного стола;
- надевание кольца;
- навинчивание буксы;
- закручивание сердечника;



- надевание экрана;
- маркировку катушки;
- установку в кассеты готовой контурной катушки.

Смена кассет на рабочих позициях автоматизирована с помощью разгрузочно-загрузочных устройств. Сборочные элементы подаются на рабочие позиции с помощью вибробункеров, в которых выполняются их ориентация, накапливание и поштучная выдача. Для обеспечения условий собираемости и снижения требований к точности изготовления сборочных элементов, оснастки и приспособлений манипуляторы ПР оснащены вибромодулями. За один рабочий цикл 10 ПР выполняют все технологические операции по принципу параллельно-последовательной сборки. В конце цикла происходит перемещение координатного устройства, которое подает в позицию захвата первого ПР и в позицию сброса десятого ПР соответствующие ячейки подающей и приемной кассет, а также перемещение на один шаг роторного стола, на специальных ложементх которого производится сборка контурной катушки. Длительность работы комплекса — 10 с. Применение подобных сборочных комплексов на порядок повышает производительность труда, дает экономию производственной площади, позволяет осуществить комплексную автоматизацию сборочного производства в целом. Переналадка комплекса осуществляется заменой рабочих органов ПР и их управляющих программ. Применение здесь на всех операциях одного типа универсального ПР расширяет номенклатуру собираемых изделий, хотя сами ПР при этом оказываются более сложными и избыточными по своим возможностям применительно к каждой отдельной выполняемой ими операции. Поэтому переход от специальных ПР к универсальным оправдан при уменьшении серийности выпускаемых изделий.

Выводы. Таким образом, инновационными особенностями механотронных устройств сборочных роботизированных технологических комплексов, используемых в современном машиностроительном производстве являются:

- сверхвысокие скорости движения рабочих органов машин, определяющие новый уровень производительности технологических машин
- сверхвысокие точности движения, необходимые для реализации прецизионных технологий (вплоть до микро- и наноперемещений)
- максимальная компактность конструкции и минимизация массогабаритных показателей модулей
- интеллектуальное поведение машин, функционирующих в изменяющихся и неопределенных внешних средах
- реализация быстрых и точных перемещений рабочих органов по сложным контурам и поверхностям



- существенное расширение технологических и функциональных возможностей оборудования желательно без увеличения его стоимости
- способность системы к реконфигурации в зависимости от выполняемой конкретной задачи или операции
- высокая надежность и безопасность функционирования

Список литературы:

1. Скотт, П. Промышленные роботы - переворот в производстве / П. Скотт. - Москва: Машиностроение, 2016. - 303 с.
2. Хомченко В. Г. Мехатронные и робототехнические системы: учеб. пособие / В. Г. Хомченко, В. Ю. Соломин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.
3. Giurgiutiu V., Lyshevski S.E. Micromechatronics: Modeling, Analysis and Design with MATLAB, CRC Press, Boca Raton, FL, 2003 (first edition) and 2008 (second edition). – pp. 920.