

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ  
ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Краснодарского края  
**«Краснодарский информационно-технологический  
техникум»**

Цикловая методическая комиссия

Информационных и коммуникационных дисциплин

**НАУЧНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

на тему

Применение робототехнических комплексов

Выполнил(а) Гниденко Анна Александровна, Н-2-9А-16  
(Ф.И.О. студента, группа) (подпись)

Руководитель преподаватель \_\_\_\_\_ Ю.В. Нецветов  
должность, ученая степень, подпись, дата Ф.И.О. руководителя  
ученые звания

2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Ключевые слова и глоссарий	4
1. История развития робототехники	6
1.1 Что же такое робототехника?	7
2. Основные сведения о робототехнике	9
3. Классификация роботов	12
4. Что могут делать современные роботы?	16
5. Основные задачи	18
5.1 Манипуляции изделиями и заготовками	18
5.2 Обработка деталей и заготовок	20
5.3 Нанесение различных составов на поверхность	24
5.4 Чистовая обработка	25
5.5 Испытания и контроль	26
5.6 Сборка	27
5.7 Монтаж печатных плат	28
Заключение	29
Список использованных источников	30

## **ВВЕДЕНИЕ**

Промышленная робототехника является одним из новых направлений автоматизации производственных процессов, начало развития, которого в нашей стране относится к последнему десятилетию. Комплексный подход к решению технико-экономических и социальных задач, связанных с внедрением их промышленных роботов (ПР), позволил высвободить около 2000 рабочих. В процессе создания, производства и внедрения ПР приходилось сталкиваться с решением ряда сложных научно-технических проблем. Получен большой, опыт по разработке робототехнических комплексов (РТК) и организации автоматизированного производства на базе ПР. Все эти вопросы, представляют, по нашему мнению, значительный интерес как для широкого круга специалистов, конструкторов и производителей различных отраслей, которые заняты в настоящее время работой по увеличению производства и широкому применению ПР во всех отраслях народного хозяйства, так и для всех специалистов, работающих в области автоматизации производственных процессов.

Появление и развитие промышленных роботов, безусловно, явились одним из крупнейших достижений науки и техники последних лет. Они позволили расширить фронт работ по автоматизации технологических и вспомогательных процессов, открыли широкие перспективы создания автоматических систем машин для гибкого, переналаживаемого производства

Промышленные роботы (ПР) оказались тем недостающим звеном, появление которого позволило решать задачи комплексной автоматизации на более высоком уровне, объединяя средства производства предприятия в единый автоматизированный комплекс.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА И ГЛОССАРИЙ

Промышленный робот – это автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которая применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов.

Манипулятор – это механизм для управления пространственным положением орудий и объектов труда.

Механическая рука – общее, на бытовом уровне, название любого механизма, работающего по аналогии с человеком, но принципиально не являющееся живым организмом. Является абстрагируемым видением на цели автоматизации технологических процессов, в частности на широкое применение роботов для выполнения грубой, опасной для человека работы в промышленном производстве.

Робототехнический комплекс – совокупность взаимодействующих роботов, обеспечивающих комплексную автоматизацию выполнения группы производственных операций. Робототехнический комплекс включает роботы различного назначения: транспортные (транспортировка заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей, контрольных средств, инструментов, тары со стружкой); контрольные; для замены инструмента в магазинах или в обрабатывающих центрах; удаления стружки; загрузки обрабатывающих центров.

Экзоскелет - от греч. ἔξω — внешний и σκελετός — скелет) — устройство, предназначенное для увеличения мускульной силы человека за счёт внешнего каркаса. Экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях. Экзоскелет может быть интегрирован в скафандр.

Антропоморфизм – способность воспринимать извне те же сигналы что и человек.

Робот от чешского слова robot– раб, машина с человекоподобным поведением.

Андроид – роботы, внешне похожие на людей, имитирующие его движения.

Нейрокибернетика – один из разделов кибернетики, связанный с изучением возможностей использования функций мозга для построению сложных управляющих систем.

## 1 История развития робототехники

История развития робототехники уходит в далекое прошлое. Легенды о джине, человеке-исполине, волшебнике известны с незапамятных времен. Вот эти легенды и породили идею создания сказочного помощника человека, всемогущего, выполняющего любые его желания. А позже, с развитием технических отраслей знаний, таких как точная механика, электроника, техническая кибернетика и других, появились и помощники человека, названные роботами – это в технике. Помощники нужны были не только техническим специалистам, так, например, нужен был робот-интеллектуал, обладающий значительными умственными способностями, чем-то похожий на человека, заменяющий его во многом. Искусство не осталось в стороне, создав образ супермена, сверхчеловека.

Надо сказать, что деятельность людей приводит к активному развитию науки и техники, особенно заметному за последние 50-100 лет, и образ помощника принимает все более реальный, интеллектуальный характер. Вот пример – компьютер – вошел в нашу жизнь недавно, а робот – супермен уже обладает способностями мышления на уровне ЭВМ и даже выше (например, робот-шахматист). Правда, об этом пишут в фантастических романах, которые, кстати сказать, не так уж далеки от реальной действительности, да и вообще, писателям-фантастам все труднее придумывать что-то, далеко выходящее за рамки нашего воображения и согласующееся с нашей современной жизнью.

Кибернетика – наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в биологических, административных, социальных и технических сложных системах. Происходит от греческого слова Кибернетикос – искусство управлять.

## 1.1 Что же такое робототехника?

Согласно работе, опубликованной Моравеком из Карнеги-Меллона, полуторакилограммовый мозг человека может выполнять около 100 трлн. операций в секунду — суперкомпьютеры практически уже достигли этой цифры, а чипы для роботов, развиваясь по закону Мура, достигнут такой обрабатывающей мощности менее чем через 10 лет. К этому времени недостаточно умные роботы завоюют рынок и подготовят его для тотального взятия разумными роботами. "Чтобы быть полезным, роботу не нужны все возможности человеческого мозга, — пишет Моравек. — Умственных способностей рыбки гуппи примерно в 1000 млн. операций в секунду достаточно, чтобы мобильные бытовые роботы могли ориентироваться в незнакомом окружении, выполняя работу в сотнях тысяч производственных помещений, а со временем и в миллионах домов". Даже лишённые человеческого разума, роботы-андроиды займут главную часть мирового рынка.

Впервые слово робот появилось из под пера писателя Карела Чапека, в 1920 году, он говорил о механических людях, называя их роботами. С тех пор роботами стали называть механические игрушки, они были похожи на людей и выполняли простые механические движения. Позже появились андроиды, они исполняли музыкальные мелодии, рисовали, передвигались, но использовались только в развлекательных целях. Известный писатель-фантаст Айзек Азимов в 1949 году написал о трех законах для робота, он должен защищать человека, выполнять его приказы и уметь самовосстанавливаться при поломке. Защищать — это значит, превосходить человека быть сильнее, быстрее реагировать на внешнюю информацию, обладать антропоморфизмом. И еще, робот должен обладать интеллектом, причем созданным искусственно, человеком.

Робототехника, как наука, возникла в результате объединения специальных разделов знаний, она занимается созданием технических систем (роботов), способных заменить человека в производственной и интеллектуальной сфере деятельности.

К концу 60-х годов нашего века развитие науки и техники достигло значительных успехов, появилась техническая кибернетика, различные автоматические системы управления, специальные разделы математики, бионика и многое другое. Все это дало возможность разработки сложных роботов, обладающих интеллектом, способностью адаптации к окружающей среде, самообучающихся.

Создатели современных роботов как раз и стремятся наделить робота всеми подобными качествами, используя для этого все имеющиеся достижения в разных областях науки, техники, используя различные технологии и последние достижения и идеи. Но, в конечном итоге, при построении робота, как сложной системы, основные идеи заимствованы от природы, а их реализация – дело рук современного человека и его достижений.

Природа, да и сам человек, не изучена нами до конца, поэтому говорить о создании суперсовременного робота еще очень рано, хотя нейрокибернетика предлагает совершенно удивительные решения некоторых проблем как раз с точки зрения естественных процессов. Основная задача нейрокибернетики – изучение нервной системы живых организмов для построения сложных технических систем, то есть искусственного интеллекта. Вот одна из задач, решаемых нейрокибернетикой – создание нейрокомпьютеров с необычной архитектурой, состоящей из нейронной сети, заменяющей процессор, память и прочее, объединяющей все функции перечисленных устройств электронной ЭВМ. Выигрыш – в скорости обработки информации совершенно недоступной современной цифровой ЭВМ. Говорят, что в 21 веке такие ЭВМ полностью заменят ныне



действующие, что ж, подождем, а может, сами займемся разработкой таких систем

## 2 Основные сведения о робототехнике

Ближайшими по назначению прототипами для ПР послужили автооператоры и механические руки, уже давно применяющиеся в промышленности, но не удовлетворяющие производителей по причинам их узкой специализации, плохой переналаживаемости, небольшого числа выполняемых функций и ограниченной (массовым и крупносерийным производством) области применения. Недостатки, присущие этим прототипам, в конструкциях ПР были в значительной степени устранены посредством увеличения их манипуляционных возможностей, снабжения собственной системой привода и системой программного управления. Благодаря этому созданные устройства приобрели качественно новые свойства: автономность в смысле невстроенности в технологическое оборудование и способность работать автоматически по заданной программе; универсальность, т. е. способность перемещать в пространстве объекты различного типа по сложным пространственным траекториям, сопрягаемость с достаточно большим количеством типов технологического оборудования и хорошую переналаживаемость на различные сменяющиеся виды работ.

В настоящее время под роботом понимают автоматический манипулятор с программным управлением. В зависимости от участия человека в процессах управления роботами их подразделяют на биотехнические и автономные, или автоматические.

К биотехническим роботам относятся дистанционно управляемые копирующие роботы; экзоскелетоны; роботы, управляемые человеком с пульта управления; полуавтоматические роботы.

Дистанционно управляемые копирующие роботы снабжены задающим органом (например, манипулятором, полностью идентичным исполнительному), средствами передачи сигналов прямой и обратной связи и средствами отображения информации для человека-оператора о среде, в которой функционирует робот.

Экзоскелетоны выполняются в виде антропоморфных конструкций, обычно «надеваемых» на руки, ноги или корпус человека. Они служат для воспроизведения движений человека с некоторыми необходимыми усилиями и имеют иногда несколько десятков степеней подвижности.

Роботы, управляемые человеком с пульта управления, снабжаются системой рукояток, клавиш или кнопок, связанных с исполнительными механизмами каналов управления по различным обобщенным координатам. На пульте управления устанавливают средства отображения информации о среде функционирования робота, поступающей к человеку по радиоканалу связи.

Полуавтоматический робот характерен сочетанием ручного и автоматического управления. Он снабжен супервизорным управлением для вмешательства человека в процесс автономного функционирования робота путем сообщения ему дополнительной информации с помощью указания цели, последовательности действий и т. п.

Роботы с автономным или автоматическим управлением обычно подразделяют на производственные и научно-исследовательские роботы, которые после создания и наладки в принципе могут функционировать без участия человека.

По областям применения производственные роботы подразделяют на промышленные, сельскохозяйственные, транспортные, строительные, бытовые и т. п.

За короткий период развития роботов произошли большие изменения в элементной базе, структуре, функциях и характере их использования. Это привело к делению роботов на поколения.

Роботы первого поколения (программные роботы) имеют жесткую программу действий и характеризуются наличием элементарной обратной связи с окружающей средой, что вызывает определенные ограничения в их применении.

Роботы второго поколения (очувствленные роботы) обладают координацией движений с восприятием. Они пригодны для малоквалифицированного труда при изготовлении изделий. Программа движений робота требует для своей реализации управляющей ЭВМ.

Неотъемлемая часть роботов второго поколения — алгоритмическое и программное обеспечение, предназначенное для обработки сенсорной информации и выработки управляющих воздействий.

Роботы третьего поколения относятся к роботам с искусственным интеллектом. Они создают условия для полной замены человека в области квалифицированного труда, обладают способностью к обучению и адаптации в процессе решения производственных задач. Эти роботы способны понимать язык и вести диалог с человеком, формировать в себе модель внешней среды с той или иной степенью детализации, распознавать и анализировать сложные ситуации, формировать понятия, планировать поведение, строить программные движения исполнительской системы и осуществлять их надежную отработку.

Появление роботов различных поколений не означает, что они последовательно приходят на смену друг другу. В процессе развития совершенствуются функциональные возможности и технические характеристики роботов различных поколений.

К роботам первого поколения относят обычно промышленные роботы. По количеству внедренных ПР наша страна занимает одно из ведущих мест в мире.

### 3 Классификация роботов

Кроме классификации роботов по конфигурации руки широко используются и другие классификационные принципы.

Роботы с жесткой и изменяемой последовательностью перемещений. Устройства такого типа, действующие по принципу «взять-положить», хотя, строго говоря, не относятся к роботам, тем не менее, часто называются роботами с жесткой последовательностью перемещений. Ход в каждом направлении движения по оси определен установкой механических жестких упоров, а датчики, как правило, представлены конечными выключателями, которые могут воспринимать только конечные точки, а не промежуточные. Такие устройства нельзя перепрограммировать на выполнение новой задачи. Они должны быть заново переналажены и отлажены, как традиционные автоматические механизмы.

Роботы с изменяемой последовательностью перемещений могут выполнять различные задачи или последовательности операций по новой программе. Однако в настоящее время созданы устройства типа «взять-положить», которые включают различные жесткие упоры по соответствующей программе. Например, у робота «МХУ Сеньер» фирмы «АСЕА» установлены на каждой оси семь упоров, каждый из которых может управляться по своей программе, что позволяет выполнять сложные последовательности. Кроме того, конечно, в промышленности всегда существует соблазн относить к роботам любые манипуляционные устройства типа «взять-положить».

Роботы со следящей системой и без нее. Роботы с изменяемой последовательностью перемещений должны обладать способностью останавливать отдельный узел руки в любой точке траектории. Существуют два подхода к решению этой задачи. При простейшем техническом решении контроллер просто посылает энергию к узлу, как только получен сигнал, что руке требуется занять нужную позицию. При использовании некоторых специальных электрических моторов (шаговых двигателей и т. д.) такой подход приемлем, но в целом управление с открытым контуром без обратной связи относительно информации о действительном положении того или иного узла весьма неточно — рука робота может где-нибудь застрять и совсем перестать двигаться. Поэтому во всех роботах, кроме учебных, используют другое решение задачи, которое предполагает размещение на каждом узле сервомеханизма, эффективно контролирующего фактическое положение узла и положение, которое контроллер «хочет», чтобы узел занял, а затем перемещающего руку до тех пор, пока положения не совпадают. Роботы, использующие управление с замкнутым контуром, называются роботами со следящей системой или просто сервороботами.

Роботы с позиционными и контурными системами (действующие от точки к точке и по сплошной траектории управления). Два типа контроллеров, используемых в промышленных роботах, обладают следующей особенностью. У многих роботов первых поколений компьютерной памяти хватало для запоминания лишь дискретных точек в пространстве, по которым должна двигаться рука. Траектория движения руки между этими точками не задавалась, и ее нередко трудно было предсказать. Такие роботы с позиционным управлением еще широко распространены и вполне пригодны для таких работ, например, как точечная сварка. С уменьшением стоимости запоминающих устройств появилась возможность увеличить число запоминаемых точек. Многие изготовители используют термин

многоточечное управление, если в компьютерной памяти можно хранить очень большое число дискретных точек.

Для некоторых видов работ (покраска распылением и дуговая сварка) необходимо, чтобы рука робота, следуя по траектории, управлялась непрерывно. Такие роботы с контурным управлением в действительности разбивают сплошную траекторию на большое число отдельных близко расположенных друг от друга точек. Положения точек записывают во время программирования или вычисляют при фактическом движении путем интерполяции, например между двумя точками для образования прямой линии. Эти роботы можно рассматривать как естественное развитие систем с позиционным управлением. Фактически существует «серая зона», в которой системы многоточечного управления могут аппроксимировать сплошную траекторию системы, если рука робота не останавливается в каждой дискретной точке, а плавно проходит через них.

Роботы первого, второго, третьего поколений. К роботам первого поколения обычно относят «глухие, немые и слепые роботы», которые нашли широкое распространение на предприятиях. Роботы второго поколения, которые совсем недавно появились в лабораториях, сейчас можно встретить и на заводах. Роботы второго поколения очень похожи на роботы первого поколения. Используют различную сенсорную информацию об окружающей среде, чтобы корректировать свое поведение при выполнении производственной операции (что соответствует наиболее сложному, шестому классу в упомянутой ранее японской классификации роботов). Сенсорные системы включают устройства технического зрения и тактильные датчики, обеспечивающие «ощущение касания».

Некоторые роботы второго поколения называют интеллектными роботами. Но этот термин следовало бы отнести к роботам третьего поколения, которых нет еще даже в лабораториях. Сейчас только начались исследования по созданию роботов, наделенных «здравым смыслом». Тем не

менее такие исследования действительно приведут к созданию так называемых интеллектуальных роботов, которые будут наделены «чувствами» и способностью распознавать объекты внешнего мира и, таким ; образом, в перспективе станут в какой-то степени обладать способностью действовать самостоятельно.

Несмотря на все многообразие классификационных признаков, существуют «серые зоны». Например, один простой датчик еще не делает устройство роботом второго поколения. Необходимо, чтобы датчик значительно влиял на действия робота. Но что значит «значительно»? Более того, даже принятые определения отличаются друг от друга. Некоторые специалисты относят к первому поколению роботов устройства типа «взять-положить», так что все прочие типы робототехнических устройств оказываются передвинутыми на одно поколение «вверх».

Вполне возможно, что в конечном итоге только роботов второго поколения можно будет считать настоящими роботами, относя первое поколение к программируемым устройствам, обычным манипуляторам и т. п.

#### 4 Что могут делать современные роботы?

Применение современных промышленных роботов увеличивает производительность оборудования и выпуск продукции, улучшает качество продукции, заменяет человека на монотонных и тяжелых работах, помогает экономить материалы и энергию. Кроме того, они обладают достаточной гибкостью, чтобы использовать их при выпуске продукции средними и малыми партиями, т. е. в той области, где традиционные средства автоматизации неприменимы. Мелкосерийная продукция имеет большой рынок. Исследования показывают, что подавляющее большинство деталей, закупаемых даже военными организациями, были выпущены партиями менее 100 штук, а в Великобритании согласно проведенным оценкам примерно 75 % всех металлических деталей выпускалось партиями менее 50 штук.

Роботы еще не обладают многими важнейшими качествами, присущими человеку, например не способны к разумному реагированию на непредвиденную обстановку и изменение рабочей среды, к самообучению на основе собственного опыта, использованию тонкой координации системы «рука — глаз». Роботы с захватами или подобные им применяются для выполнения манипуляционных операций, например при удалении заусенцев, литье, очистке слитков, ковке, термообработке, точном литье, обслуживании станков на погрузке-разгрузке, формовке, упаковке, размещении деталей в палеты и складировании.

Руки роботов вместо захватов могут оснащаться различными инструментами для выполнения работ, начиная с покраски распылением, нанесения клеевых и изоляционных покрытий и кончая сверлением, зенкованием, закручиванием гаек, шлифовкой, пескоструйной очисткой. Кроме того, роботы можно использовать для точечной и дуговой сварки, тепловой обработки и резания с помощью пламени или лазера, а также при очищении с помощью водяных струй. Следует отметить, что первоначальные



иллюзии о возможности создать универсальный робот, способный выполнить почти любую работу — от сборки до точечной сварки, теперь в значительной степени развеяны. В настоящее время роботы приобретают специализацию, становясь покрасочными роботами, сварочными роботами, сборочными роботами и т. д.

Наконец, в отношении потенциальной замены рабочих «стальными воротничками» следует помнить, что робот может заменить только того, кто «работает, как робот». Однако недалеко то время, когда роботы смогут заменить людей не только на утомительной, повторяющейся или тяжелой работе, но и на работах, которые, как считалось раньше, требуют сноровки, приобретаемой с опытом.

## 5 Основные задачи

Рассмотрим конкретные задачи, которые роботы решают в настоящее время на промышленных предприятиях. Их можно разделить на три основных категории:

- манипуляции заготовками и изделиями
- обработка с помощью различных инструментов
- сборка.

### 5.1 Манипуляции изделиями и заготовками

При разгрузочно-загрузочных и транспортных операциях робот заменяет пару человеческих рук. В его обязанности не входят особенно сложные процедуры. Он всего лишь многократно повторяет одну и ту же операцию в соответствии с заложенной в нем (роботе) программой . Рассмотрим типичные применения таких роботов .

- Загрузочно-разгрузочные работы

Во многих отраслях машиностроительной промышленности используются установки для литья, резки иковки. В большинстве случаев

последовательность выполняемых ими операций весьма проста. Вначале заготовки загружают в производственную установку, которая затем обрабатывает их строго определенным образом, и, наконец, готовые детали извлекают из нее. Загрузку и разгрузку, как правило, выполняют рабочие или в тех случаях, когда применимы средства жесткой автоматизации, специализированные механизмы, рассчитанные на операции только одного вида. Роботы могут здесь оказаться полезными, если характер таких загрузочно-разгрузочных операций время от времени меняется.

Например, в литейном производстве роботы используются как для дозированной разливки расплавленного алюминия, так и для извлечения из пресс-формы затвердевших отливок и охлаждения. Такой подход обладает двумя преимуществами. Прежде всего, роботы гарантируют более строгое соблюдение требований технологического процесса: действуют в соответствии с заданной программой, они всегда вводят в установку точно дозированное количество металла. Затем в строго определенные моменты времени они извлекают из нее отформованные детали. Благодаря точному соблюдению технологического процесса строго соблюдаются и характеристики изделий.

Второе преимущество данного подхода заключается в том, что значительно облегчается работа оператора. Извлечение раскаленного куска металла из пресс-формы одна из мало привлекательных работ, и желательно, чтобы ее выполнял робот. Таким образом, роль человека сводится к контролю за протеканием процесса и управлению действиями робота с помощью компьютера.

- Перенос изделий с одной производственной установки на другую

Во многих отраслях машиностроительной промышленности погрузочно-разгрузочные механизмы предназначены для перемещения изделий с одного производственного участка на другой. И при выполнении таких перемещений роботы играют немаловажную роль.

На заводе фирмы IBM в Пикипси (шт. Нью-Йорк), выпускающем компьютеры, роботы загружают магнитные диски в систему, где на них записывается необходимая информация. Программа, управляющая роботом, содержит инструкции относительно того, в какую из четырех установок для записи следует загружать тот или иной “пустой” диск. Кроме того, программа задает конкретный набор команд, который соответствующая установка должна занести на диск. Тот же робот осуществляет и два других этапа этого технологического процесса. Он извлекает диск из записывающей установки и помещает его в устройство, которое струей сжатого воздуха прижимает к поверхности диска самосклеивающуюся метку. Затем робот вынимает диск с помощью захватного приспособления и упаковывает его конверт.

Подобный робот разработан и внедрен на английском автомобилестроительном заводе. Он передвигается на гусеницах между пятью производственными участками завода. Робот извлекает пластмассовую деталь автомобиля из установки для инжекторного прессования и последовательно переносит деталь на доводочные участки, где с нее снимаются и заусенцы. Далее робот помещает деталь на специализированный станок, который полирует ее. И наконец, деталь перемещается с полировального станка на конвейер.

#### - Упаковка

Практически все бытовые и промышленные товары необходимо упаковывать, и для роботов не представляет сложности поднимать готовые изделия и помещать в какую-либо тару.

На заводах одной из кондитерских фирм Англии специализированные роботы занимаются укладкой конфет в коробки. Эти машины весьма сложны и совершенны. Во-первых, они обращаются с продукцией очень аккуратно: сжав шоколадное изделие, они могут нарушить его форму или раздавить его. Во-вторых, робот соблюдает высокую точность при укладке конфет в коробки, помещая их в определенные ячейки коробки.

- Погрузка тяжелых предметов на конвейер или паллеты

Помимо упаковки миниатюрных изделий, а также промышленных и бытовых товаров роботы иногда выполняют и погрузку тяжелых предметов. По существу они здесь заменяют подъемно-транспортные машины, управляемые оператором-человеком.

## 5.2 Обработка деталей и заготовок

Хотя роботы, выполняющие обработку изделий с помощью различных инструментов нашли пока менее широкое применение, чем аналогичное оборудование для транспортировки деталей и заготовок, они продемонстрировали свою эффективность при решении многих задач.

- Сварка

Эта операция чаще всего выполняется с помощью роботов, предназначенных для манипулирования инструментом, роботы могут осуществлять два вида сварки: точечную контактную и дуговую. В обоих случаях робот удерживает сварочный пистолет, который пропускает ток через две соединяемые металлические детали.

В соответствии с управляющей программой, сварочный пистолет может перемещаться практически не отклоняясь от заданной траектории. И если программа отлажена хорошо, сварочный пистолет прокладывает шов с очень высокой точностью.

Большинство роботов для точечной сварки применяется в автомобильной промышленности. При сборке автомобиля необходимо выполнить огромное количество операций точечной сварки, чтобы надлежащим образом соединить между собой различные детали кузова, например боковины, крышу и капот. На современных конвейерах эти детали вначале соединяются временно несколькими прихваточными сварными соединениями. Далее кузов перемещается по конвейеру мимо группы роботов,

каждый из которых осуществляет сварку в строго определенных местах. Поскольку все кузова, монтируемые на одной производственной линии, для получения высококачественных соединений просто требуется, чтобы робот каждый раз повторял заданную последовательность перемещений.

При очевидных преимуществах такого использования роботов существует ряд и серьезных технических проблем. Запрограммировать робот весьма непросто. Необходимо не только задать точный маршрут движения манипулятора, но и подготовить инструкции, в соответствии с которыми регулируется напряжение и сила тока в каждой точке маршрута. А эти параметры могут меняться, например, в зависимости от толщины свариваемого материала или от того, какую форму имеет прокладываемый шов - прямую или криволинейную.

Также необходимо сконструировать фиксаторы, удерживающие детали в процессе сварки таким образом, чтобы сварка осуществлялась при высокой точности позиционирования. Когда сварочный пистолет держит человек, он способен учитывать незначительные смещения заготовки. Сварщик - человек лишь слегка сместит инструмент, с тем, чтобы выполнить шов в заданном месте. Робот же не способен принимать подобные решения, если фиксаторы допускают перекося или смещение, то существует вероятность того, что сварные швы будут расположены с отклонением. Кроме того, фиксатор должен быть таким, чтобы манипулятор имел доступ к детали с разных сторон.

Следующая проблема касается допусков на изготавливаемые детали. Сварщик-человек принимает во внимание неизбежные отклонения в размерах, но роботу подобная коррекция не под силу. Таким образом, когда сварка осуществляется с помощью автоматике, допуски на детали, изготавливаемые на других участках предприятия, должны быть минимальными.

Характер воздействия, которое роботы оказывают на другие этапы производственного процесса (весьма вероятно, что оно приведет к тесной

привязке всех технологических операций), называется “принципом домино” в робототехнике.

#### - Сверление

Как правило, операцию сверления осуществляют на станке. При использовании робота в его захватном приспособлении закрепляется рабочий инструмент, который перемещается над поверхностью обрабатываемой детали, высверливая отверстия в нужных местах. Преимущество подобной процедуры проявляется в тех случаях, когда приходится работать с крупногабаритными и массивными деталями или проделывать большое число отверстий.

Операции сверления играют значительную роль в производстве самолетов: они предшествуют клепке, при которой в отверстия вставляются миниатюрные зажимные детали, скрепляющие между собой два листа металла. В деталях самолетов необходимо проделывать сотни, а то и тысячи отверстий под заклепки, и вполне естественно, что такую операцию поручили роботу.

Английская компания изготавливает детали механизма бомбосбрасывания, предназначенного для истребителя “Торнадо”. Механизм представляет собой цилиндрическую конструкцию длиной примерно 6 м, к которой требуется приклепать кожух из восьми металлических панелей. В кожухе необходимо просверлить около 3000 отверстий под заклепки. Проблема заключалась в том, как добиться, чтобы робот, оснащенный высокоскоростной сверлильной головкой, проделывал отверстия точно в заданных местах.

Инженеры пришли к выводу, что данную проблему можно решить следующим образом: рабочий просверливает ряд эталонных отверстий (примерно через метр друг от друга) вдоль панелей, которые размещаются надлежащим образом поверх цилиндрической конструкции. Манипулятор с закрепленным в его зажиме сенсорным зондом (а не сверлом) перемещается

над поверхностью заготовки, посылая в память робота данные о местонахождении эталонных отверстий. Затем робот рассчитывает точные координаты остальных отверстий, исходя из этих базовых точек. Затем робот, завершив операцию сверления, удаляет оставшиеся в отверстиях крошечные частицы металла специальным инструментом.

#### - Бесконтактная обработка заготовок

Из-за малой жесткости и недостаточной твердости, роботы не могут проводить обработку твердых материалов резаньем. Поэтому инженеры изучают бесконтактные методы обработки материалов, подобных металлу или пластику. Для этой цели, в частности, используется лазер. В рабочем органе робота закреплен прибор, который направляет высокоэнергетическое когерентное излучение лазера (для чего нередко используется волокну-оптическая система передачи) на обрабатываемую заготовку. Лазер может с высокой точностью резать пластины из металла, в частности стали. Робот перемещает рабочий орган над обрабатываемым листовым материалом по траектории, определяемой программой. Программой же регулируется интенсивность светового луча в соответствии с толщиной нарезаемого материала.

Другой бесконтактный метод резанья основан на использовании струи жидкости. Такой подход впервые применила компания “Дженерал моторс”. На ее заводе в Адриане установлена система с 10 роботами, изготавливающая пластмассовые детали нефтеналивных цистерн. Восемь из десяти роботов направляют водяные струи под высоким давлением на перемещаемые конвейером пластмассовые листы. Эти струи прорезают в исходном материале ряд отверстий и щелей, а также удаляют лишние элементы пластмассовых прессованных деталей. По утверждению представителей компании “Дженерал моторс, подобная роботизированная система весьма экономична, поскольку исключает износ инструмента и позволяет повысить качество операций резанья. Поскольку система управляется программой,

которая находится в памяти центрального компьютера, для контроля и обслуживания всех 10 роботов требуется только два оператора.

### 5.3 Нанесение различных составов на поверхность

На большинстве предприятий после таких операций, как резанье, производится обработка поверхности только что изготовленных деталей (чаще всего окраска). Это еще один тип производственных операций, которые способен выполнять робот, если его оснастить пульверизатором. В память робота закладывается программа, обеспечивающая выполнение определенной, многократно повторяемой последовательности перемещений. Одновременно программа регулирует скорость разбрызгивания краски. В результате на поверхности окрашиваемой детали образуется равномерное покрытие, причем нередко робот обеспечивает более высокое качество окраски, чем человек, которому свойственна неточность движений. Среди других процедур обработки поверхности можно отметить напыление антикоррозийных жидкостей на листы металла для защиты их от химического или физического воздействия окружающей среды, а также нанесение клеевых составов на поверхность деталей подлежащих соединению. Автомобилестроительные компании исследовали возможность применения последней операции на этапе окончательной “подгонки” готовых узлов, в частности при монтаже таких элементов, как хромовые вкладыши на кузове автомобиля. При выполнении подобных операций робот помещают в оболочку, которая защищает его от попадания клея и других связующих веществ. Его также можно “обучить” тому, чтобы он время от времени самостоятельно очищался, погружая захватное приспособление в очищающую жидкость.



## 5.4 Чистовая обработка

Самой “непопулярной” операцией в механообработке, которая к тому же труднее поддается автоматизации, является, пожалуй, удаление заусенцев, посторонних частиц и зачистка.

Такая чистовая обработка - весьма непростая процедура. Рабочий подносит обрабатываемую деталь к абразивному инструменту, который стачивает острые края и шероховатости на поверхности изделия. Данная процедура занимает важное место в технологическом процессе, однако выполнять ее вручную весьма непросто.

Возможности использования роботов для окончательной обработки изделий исследовались во многих странах. Основная трудность здесь состоит в том, что роботы не обладают естественной для человека способностью контролировать качество своей работы, робот не может менять последовательность своих действий, если он не снабжен соответствующими датчиками. Английская фирма, специализирующаяся на изготовлении соединительных элементов водопроводных труб, осуществила проект, который позволил оснастить робот простейшей системой машинного “зрения” в виде телевизионной камеры. Предположим, робот держит какую-то деталь, например латунный водопроводный кран; телекамера передает изображение крана в компьютер, который в свою очередь регулирует прижатие шлифовального ремня, стачивающего неровности на поверхности этой литой детали. Кроме того, компьютер управляет перемещением манипулятора робота. Таким образом, действия всех компонентов системы - телекамеры, основного манипулятора, регулирующего прижатие шлифовального ремня, взаимно скоординированы.

## 5.5 Испытания и контроль

После того как изготовлена деталь или смонтировано несколько узлов, обычно проводится их испытание с целью выявления возможных дефектов. Тщательному контролю подвергаются линейные размеры деталей. Все измерительные операции являются частью повседневных задач, решаемых на всех предприятиях мира. Роботы способны облегчить их выполнение. Для этой цели роботы оснащаются миниатюрными оптическими датчиками; как правило, это светодиоды, объединенные с полупроводниковыми светочувствительными приборами. Облучая проверяемую поверхность лучом определенной частоты, подобный датчик принимает отраженное от поверхности излучение, имеющее ту же частоту. Робот, в соответствии с заложенной в нем программой, перемещает датчик от одной точки контролируемого изделия к другой. По результатам измерения интервала времени между моментом испускания светового импульса и его приема после отражения рассчитывается форма проверяемой поверхности. Все эти действия выполняет компьютер данной автоматизированной системы.

Операции подобного рода позволяют избежать использования таких инструментов, как микрометры и штангенциркули. Подобные робототехнические средства впервые использовала компания “Дженерал моторс” для контроля формы и размеров автомобильных деталей. При использовании такой роботизированной системы отпадает необходимость в отправке изделий на специальные пункты контроля качества - соответствующие процедуры можно осуществлять непосредственно на конвейере, не прерывая производственного процесса.

## 5.6 Сборка

Большой объем работ на современных предприятиях приходится на сборочные операции, однако многие из них требуют особо мастерства и слишком сложны для машины. В связи с этим значительная часть сборки до сих пор выполняется вручную. Тем не менее ряд сборочных процессов уже автоматизирован; это относится главным образом к относительно простым и многократно повторяющимся операциям.

На примере фирмы IBM можно проследить, как проходили эксперименты по применению роботов в сборочных процессах. Эта крупнейшая фирма по производству компьютеров не только продает роботы, предназначенные для сборки, но и использует их на собственных предприятиях во многих странах. На заводе этой компании в Гриноке (Шотландия) занимаются созданием “островков автоматизации” - комплексов, содержащих большое количество компьютеризированных механизмов, которыми производят сборку изделий при минимальном участии человека. По оценке специалистов фирмы IBM, в результате автоматизации ежегодный объем продукции предприятия вырос в 10 раз по сравнению с 1974 годом, тогда как число работающих на нем осталось практически неизменным.

Один из таких “островков” представляет собой производственную линию, на которой изготавливаются логические блоки с силовыми каскадами. Линия включает процессоры и источники питания для дисплеев, входящих в состав микрокомпьютеров. На линии производится сборка четырех компонентов: Двух частей пластмассового корпуса устройства, блока электрических цепей и пластмассовой платы со смонтированным на ней набором микросхем.

Для монтажа каждого блока требуется всего два винта, которые подаются в рабочие органы роботов специальными механизмами - питателями. Роботы сами вводят винты в соответствующие отверстия изделия.

Для управления всей производственной линией достаточно пяти человек. По данным фирмы IBM, для изготовления такого же количества устройств традиционными методами ручной сборки потребовалось бы вчетверо больше рабочих.

Проявляется тенденция к созданию связей, в рамках предприятия, между системами автоматической сборки подобных описанной выше. Например, с помощью автоматических транспортных средств, которые перемещают изделия, находящиеся на тех или иных стадиях готовности.

### 5.7 Монтаж печатных плат

Еще одна отрасль производства, где роботы-сборщики могли бы найти широкое применение монтаж электронных компонентов на печатных платах. Некоторые из таких операций могут выполнять специализированные сборочные комплексы, однако, по существу, они представляют собой манипуляторы, рассчитанные на решение строго определенных задач; их нельзя запрограммировать таким образом, чтобы они выполняли какие-то другие операции или манипулировали нестандартными компонентами. Поэтому при использовании подобных установок предназначенных для узкоспециализированного монтажа комплекты компонентов стандартной формы загружаются в накопительные желоба многоячеечных магазинов, похожих на патронташ. Эти магазины перемещаются мимо механического захвата, который поочередно извлекает оттуда компоненты и устанавливает их в нужные места на плате.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Как показал опыт внедрения робототехника, является новой формой технической и организационной ячейки, наиболее полно отвечающей потребностям современного производства. Робототехника — гибкая, экономная и рациональная форма обработки деталей и изделий более высокой стоимости и лучшего качества средними и малыми сериями. Робототехника реализует стремление к снижению напряженности человека в работе, связанной с необходимостью приравниваться к циклу машины, приводит к замене конвейерных линий сборочными бригадами, в основу управления которыми положен бригадный подряд.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 2013. 527 с., ил.
2. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность: Учеб. для вузов по спец. “Робототехнические системы и комплексы” – М.: Высш. шк., 2013. – 224 с., ил.
3. Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехника: Перевод с англ. – М. Мир; 2013. – 624., ил.
4. Бабич А.В., Баранов А.Г., Калабин И.В. и др. Промышленная робототехника: Под редакцией Шифрина Я.А. – М.: Машиностроение, 2013 – 415 с., ил.
6. Робототехника//<http://www.vlivkor.com/2009/03/23/kibernetika-i-robototexnika.html>// Робототехника (Дата обращения:21.04.2018)