

Памятка

Уважаемые студенты! Вам необходимо:

1. прочитать данную лекцию;
2. Выполнить все требования;
3. ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради.
4. Выполненную работу - прислать фото отчет на электронную почту преподавателю, (с 06.04.2023 по 06.04.2023).
5. В дальнейшем по окончанию семестра принести для проверки.

С уважением **Андрощук Ольга Владимировна**, по вопросам к заданию, обращаться по номеру тел. +380721273299 или по электронной почте e-mail: Olga8122@yandex.ru

Лекция

Тема 10 Промышленные работы для автоматизации сварочных процессов

1.1 Общие сведения о промышленных роботах для сварочного производства

Цель: Изучить промышленные роботы для сварочного производства

План

1. Промышленный робот
2. Сварочные роботы. Место сварочных роботов в производственном процессе
3. Мировой опыт внедрения робототехники можно обобщить в следующих положениях
4. Сварочные роботы, их место в производственном процессе

1. Промышленный робот

Промышленный робот – это манипулятор с перепрограммируемым устройством управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций, заменяющих аналогичные функции человека. Промышленный робот представляет собой универсальную технологическую систему для выполнения разнообразных действий, свойственных человеку в процессе его трудовой деятельности. Например, манипуляторы с автоматической системой управления совершают движения, подобные движениям рук человека в процессе работы. Работа

автоматической руки похожа на работу человеческой руки со своими гибкими соединениями в локте, плече и запястье.

Промышленный робот позволяет освободить человека от монотонного, тяжелого, утомительного, а иногда и вредного или опасного труда. В итоге повышается стабильность качества изделий, возможно ускорение процесса производства. Роботы могут действовать в любой позиции и на любом уровне в пространстве.

Сварочный робот состоит из собственно робота и пульта управления, имеет подвижную руку с захватом, в котором закрепляется инструмент (сварочная горелка). Большинство сварочных роботов имеют 5 – 6 возможных движений в пространстве (степеней свободы). Комбинирование этих движений позволяет устанавливать сварочную горелку в любых положениях и перемещать ее в любых направлениях в пределах зоны действия робота.

При дуговой сварке в ряде случаев целесообразно разделять функции между манипулятором, служащим для перемещения сварочного инструмента и перемещения свариваемого изделия. При этом оба устройства работают совместно по единой программе, которую заранее вводят в запоминающее устройство. Одно из основных преимуществ роботов – возможность легкой и быстрой смены программы при смене свариваемого изделия.

В промышленности еще используют роботы первого поколения, работающие по жесткой программе, недостатком которых является требование высокой точности сборки свариваемых деталей и их расположения в рабочем пространстве. Но уже созданы и используются роботы второго поколения с системами обратной связи, с помощью которых рабочую программу и манипуляции робота автоматически корректируют сигналами и различными датчиками (сенсорами) при изменении положения изделия или его отдельных элементов. Управление такими роботами снабжено микропроцессорной вычислительной техникой (программируемыми контроллерами и микро-ЭВМ).

Факторы, учитываемые при подготовке роботизированной сварки:

- выбранная программа сварки должна включать функции старта и останова;
- система должна включать функции подготовки газа, подачи электродов и подвода газа;
- для автоматической дуговой сварки используются циклы интенсивных нагрузок,
- элементы сварочного оборудования должны быть связаны с системами управления.

Сварочные роботы: возможности и преимущества

Автоматизация процессов сварки позволяет:
значительно сократить вероятность ошибок, что означает сокращение количества брака;
увеличить и производительность,
значительно снизить трудозатраты.

Развитие промышленной робототехники

Реализация роботом двигательных и управляющих функций дает ряд экономических и социальных эффектов.

К экономическим эффектам относятся:

экономия рабочих площадей и высвобождение рабочих,
увеличение выпуска продукции в единицу времени,
повышение загрузки по времени основного производственного фонда,
повышение качества продукции и связанное с этим уменьшение брака
сокращение длительности производственного цикла изготовления

Социальные преимущества:

замена деятельности человека в процессах, с монотонным и утомляющим трудом;

освобождение человека от тяжелых и вредных работ,

независимость человека от такта производства;

исключение несчастных случаев.

Основные положения мирового опыта внедрения робототехники:

2. Сварочные роботы. Место сварочных роботов в производственном процессе.

Рассмотрим примеры применения сварочных роботов, которые показывают многообразие их технологических возможностей и тенденции развития, обеспечивающие эффективное использование современной промышленной робототехники в сварочном производстве. В некоторых исследованиях обосновывается необходимость внедрения промышленных роботов для улучшения условий производства, рентабельность которого не превышает 20%. К числу отрицательных производственных факторов относятся монотонная работа, вредная окружающая среда, тяжелая физическая работа, высокая температура, доля которых по степени воздействия на человека составляет соответственно 40, 20, 10 и 10%.

Сварочный робот освобождает сварщика от тяжелой, монотонной и грязной работы, однако его ответственность при работе с роботом возрастает. Задавая роботу информацию о начале, окончании, изменении рабочих ходов или технологических переходов, оператор контролирует процесс сварки и обеспечивает правильное выполнение всех функций. Обязанности оператора не менее важны, чем обычного сварщика, однако труд оператора менее утомителен.

В работу оператора необходимо вложить новое содержание и придать ей определенную гибкость для того, чтобы он выполнял свою роль как обученный рабочий и мог совершенствовать свои навыки и далее. На суставы, мышцы и другие части тела сварщика, непосредственно связанные с выполнением технологических операций, а также на его органы кровообращения и чувств действуют физические и другие нагрузки, поэтому абсолютно необходимы меры для снижения этих нагрузок.

Большие динамические нагрузки на мышцы при тяжелой физической работе, например при перемещении заготовок или ручном манипулировании клещами для точечной сварки, повышают частоту пульса и вызывают

физическое утомление. Статическое нагружение мышц, возникающее при работе с малыми нагрузками на организм, часто обуславливается продолжительным пребыванием в одной позе или длительным удержанием инструмента в определенном положении, например при ведении электродвигателя или сварочной горелки.

Поэтому при назначении рабочего ритма сварщика или оператора **сварочного робота** следует учитывать, что периоды нагрузки должны чередоваться с периодами относительного покоя или отдыха. Оператор становится в известной степени руководителем специализированного сварочного поста, в обязанности которого входят:

- выполнение несложных заданий по программированию;
- управление и контроль всех процессов в пределах роботизированного сварочного поста;
- контроль качества деталей, сваренных роботом;
- устранение неполадок при незапланированных остановках робота;
- техническое обслуживание и уход за роботом и периферийным оборудованием;
- выполнение дополнительных сварочных работ, недоступных для робота;
- очистка и замена изношенных деталей, например сварочных сопел и контактных наконечников сварочных горелок;
- работа в контакте с механиками по обслуживанию и ремонту, а также с мастерами и технологами.

Все указанные проблемы внедрения комплексных роботизированных постов для дуговой сварки последовательно учтены изготовителями сварочных роботов. В состав современного роботизированного комплексного поста входят:

- шарнирно-рычажный робот со шкафом и пультом управления, а также программирующим устройством;
- периферийное оборудование для установки и перемещения заготовок;
- сварочная оснастка, состоящая из источника сварочного тока, механизма подачи проволоки и неохлаждаемой или водо-охлаждаемой горелки для сварки в защитном газе.

С помощью программирующего устройства горелку перемещают от точки к точке, а данные о координатах точек вводят в память системы управления нажатием на соответствующие кнопки программирующего устройства. Для каждого шага задают свою скорость позиционирования или сварки, для сварочных движений выбирают соответствующую комбинацию параметров режима. Периферийное оборудование для перемещения деталей во время процесса сварки для принятия сварочным швам удобного пространственного положения тоже программируется. Ошибочный ввод данных можно скорректировать или ввести дополнительные данные.

К экономическим эффектам относятся:

- экономия рабочих площадей и высвобождение рабочих, которые могут быть использованы в другом производстве, более выгодном в материальном и социальном отношении;

- увеличение выпуска продукции в единицу времени, что является следствием повышения производительности в результате лучшего использования технически обоснованной эффективной мощности оборудования;

- повышение загрузки по времени основного производственного фонда, а тем самым улучшение коэффициента его использования;

- повышение качества продукции и связанное с этим уменьшение брака и объема работ по его исправлению;

- сокращение длительности производственного цикла изготовления деталей благодаря уменьшению вспомогательного времени и повышению непрерывности технологического процесса, что ведет к уменьшению оборотных средств.

Социальные преимущества, достигаемые благодаря применению робототехники, следующие:

- исключение человека из процессов, характеризующихся воздействием агрессивных сред, высоких температур и других факторов, отрицательно влияющих на здоровье;

- замена деятельности человека в процессах, значительную долю которых составляет монотонный и утомляющий труд;

- освобождение человека от работ, при которых он должен перемещать тяжелые грузы или проходить большие расстояния;

- независимость человека от такта производства;

- исключение несчастных случаев.

3. Мировой опыт внедрения робототехники можно обобщить в следующих положениях

1. Экономически рациональное применение **промышленных роботов** вытекает из оптимизации производимой продукции, производственной концепции и технологии, однако не каждая оптимизация продукции, производственной концепции и технологии ведет к применению промышленных роботов.

2. Оптимизированные производственные концепции часто выходят за пределы традиционных, ориентированных на человека форм и методов труда, поэтому оборудование, моделируемое по функциональным возможностям человека, редко бывает оптимальным.

Новые решения в технологических, в том числе и в сварочных процессах возникают главным образом тогда, когда ставится более сложная задача, т. е. в случаях, если значительное число краевых условий может нежелательно повлиять на действующее или будущее производство. Даже штучное изготовление представляет собой в значительной мере непрерывный

поточный процесс с возможно меньшим числом «узких мест», как и в любом другом технологическом производственном процессе.

1. Сварочные роботы, их место в производственном процессе

Рассмотрим примеры применения сварочных роботов, которые показывают многообразие их технологических возможностей и тенденции развития, обеспечивающие эффективное использование современной промышленной робототехники в сварочном производстве. В некоторых исследованиях обосновывается необходимость внедрения промышленных роботов для улучшения условий производства, рентабельность которого не превышает 20%. К числу отрицательных производственных факторов относятся монотонная работа, вредная окружающая среда, тяжелая физическая работа, высокая температура, доля которых по степени воздействия на человека составляет соответственно 40, 20, 10 и 10%.

Сварочный робот освобождает сварщика от тяжелой, монотонной и грязной работы, однако ответственность человека возрастает. Задавая информацию о начале, окончании, изменении рабочих ходов или технологических переходов, оператор контролирует процесс сварки и обеспечивает правильное выполнение всех функций. Обязанности оператора не менее важны, чем обычного сварщика, однако труд оператора менее утомителен.

В работу оператора необходимо вложить новое содержание и придать ей определенную гибкость для того, чтобы он выполнял свою роль как обученный рабочий и мог совершенствовать свои навыки и далее. На суставы, мышцы и другие части тела сварщика, непосредственно связанные с выполнением технологических операций, а также на его органы кровообращения и чувств действуют физические и другие нагрузки, поэтому абсолютно необходимы меры для снижения этих нагрузок.

Большие динамические нагрузки на мышцы при тяжелой физической работе, например при перемещении заготовок или ручном манипулировании клещами для точечной сварки, повышают частоту пульса и вызывают физическое утомление. Статическая нагрузка мышц, возникающее при работе с малыми нагрузками на организм, часто обусловливается продолжительным пребыванием в одной позе или длительным удержанием инструмента в определенном положении, например при ведении электродвигателя или сварочной горелки.

Поэтому при назначении рабочего ритма сварщика или оператора сварочного робота следует учитывать, что периоды нагрузки должны чередоваться с периодами относительного покоя или отдыха. Оператор становится в известной степени руководителем специализированного сварочного поста, в обязанности которого входят:

- выполнение несложных заданий по программированию;
- управление и контроль всех процессов в пределах роботизированного сварочного поста;

- контроль качества сваренных деталей;
- устранение неполадок при незапланированных остановках;
- техническое обслуживание и уход за роботом и периферийным оборудованием;
- выполнение дополнительных сварочных работ, недоступных для робота;
- очистка и замена изношенных деталей, например сварочных сопел и контактных наконечников сварочных горелок;
- работа в контакте с механиками по обслуживанию и ремонту, а также с мастерами и технологами.
- Все указанные проблемы внедрения комплексных роботизированных постов для дуговой сварки последовательно учтены изготовителями сварочных роботов. В состав современного роботизированного комплексного поста входят:
 - шарнирно – рычажный робот со шкафом и пультом управления, а также программирующим устройством;
 - периферийное оборудование для установки и перемещения заготовок;
 - сварочная оснастка, состоящая из источника сварочного тока, механизма подачи проволоки и неохлаждаемой или водо-охлаждаемой горелки для сварки в защитном газе.

С помощью программирующего устройства горелку перемещают от точки к точке, а данные о координатах точек вводят в память системы управления нажатием на соответствующие кнопки программирующего устройства. Для каждого шага задают свою скорость позиционирования или сварки, для сварочных движений выбирают соответствующую комбинацию параметров режима. Периферийное оборудование для перемещения деталей во время процесса сварки для принятия сварочным швам удобного пространственного положения тоже программируется. Ошибочный ввод данных можно скорректировать или ввести дополнительные данные.

Контрольные вопросы

1. Промышленные роботы для сварки?
2. Приведите примеры роботов?
3. Технология работы роботов при выполнении сварки?

ЛЕКЦИЯ № 54

10.2. Функции роботов и их состав

Цель: Изучить технологию роботов, а также их состав

План

1. Классификация роботов
2. Фиксация и позиционирование заготовок
3. Схемы сварочных роботов

1. Классификация роботов

Промышленный робот – это автоматическая машина, представляющая собой совокупность манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, заменяющая аналогичные функции человека

Классификация промышленных роботов

1. *По специализации:* специальные, специализированные, универсальные.
2. *По грузоподъемности:* сверхлегкие, легкие, средние, тяжелые и сверхтяжелые.
3. *По числу степени подвижности:* с двумя, с тремя, с четырьмя, более четырех.
4. *По возможному перемещению:* стационарные, подвижные.
5. *По способу установки на рабочем месте:* напольные, подвесные и встроенные.
6. *По виду системы координат:* декартовая, сферическая, угловая, смешанная.

Возможности использования робототехники в сварочном производстве:

1. Автоматизированная сварка швов в любой форме,
2. Выполнение дуговой сваркой сварных швов с любой формой линии соединения
3. Уменьшение в ряде случаев калибра сварных швов
4. Сокращение потребности в специальном сварочном оборудовании

Условия (особенности) работы роботизированных комплексов:

1. Высокая температура вблизи зоны сварки,
2. Мощное нестационарное электромагнитное и световое излучение.
3. Разбрызгивание металла и защитных газов, выделение аэрозолей,
4. Поверхности изделий могут быть покрыты окалиной, иметь заусенцы, брызги.

Область целесообразности роботизации.

1. РТК сварки сварных конструкций малых размеров.
2. РТК сварки серийных крупногабаритных конструкций.
3. РТК контактной сварки тонколистовых и каркасно – решетчатых конструкций.

Требования к манипулятору сварочного элемента (сварочный робот)

1. Не менее 5-ти степеней подвижности.
2. Допустимые отклонения электрода от линии соединения элементов не более $0,5d_3$.
3. Наличие геометрической адаптации.
4. Наличие технологической адаптации

2. Фиксация и позиционирование заготовок

Значительное внимание уделяется позиционером для удержания свариваемых частей. Заготовка должна легко и быстро устанавливаться в позиционер и надежно удерживаться в нем во время сварки. Кроме того, позиционер должен обеспечивать беспрепятственный доступ сварочной головки ко всем сварочным точкам.

Потенциальные рисунки, связанные с работой с дуговой сваркой:

- опасности радиации,
- загрязнения воздуха,
- удара электрическим током,
- воспламенения и взрыва,
- сжатых газов и др.

Возможности комплексной автоматизации производства сварных конструкций значительно возрастают в связи с созданием сварочных роботов. Сварочный робот – это машина-автомат. Обычная машина – автомат является специальным устройством, рассчитанным для сварки одной сборочной единицы. Сварочный робот – универсальная быстропереналаживаемая машина-автомат с программным управлением. По эффективности действия сварочный робот не уступает специальным сварочным машинам-автоматам, но в отличие от них робот после окончания заданной работы может быть быстро переналажен на выполнение другой работы. Сварочные роботы позволяют автоматизировать операции, которые до последнего времени либо не поддавались механизации, либо их механизация оказывалась экономически нецелесообразной. Так роботы находят эффективное применение при сварке коротких и труднодоступных швов, а также при сварке изделий в условиях мелкосерийного производства. Наряду с этим роботы позволяют освободить человека от монотонного, тяжелого, утомительного, вредного и опасного труда.

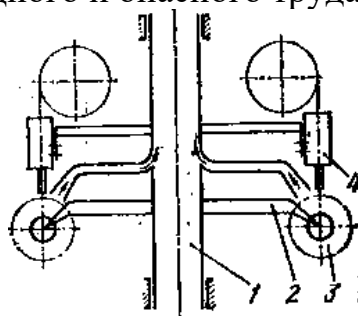


Рисунок 1 – Роторный автомат для сборки и сварки тракторных катков

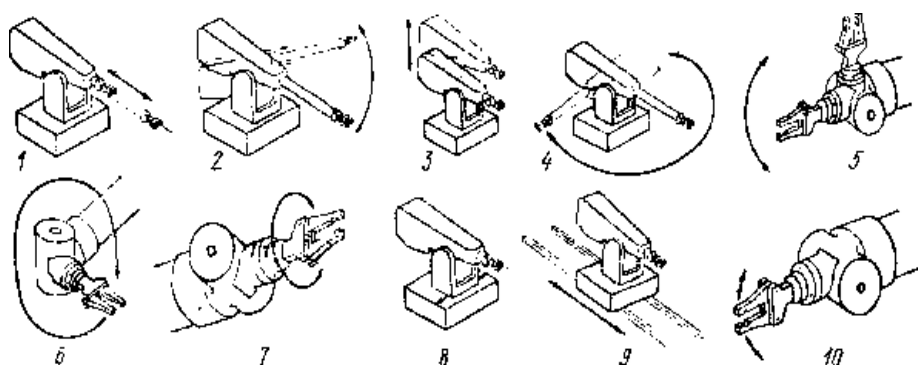


Рисунок 2 Виды движений робота:

1 – выдвижение руки; 2 – наклон руки относительно горизонтальной плоскости; 3 – вертикальное перемещение руки; 4 – поворот руки; 5 – сгибание кисти; 6 – поворот кисти; 7 – вращение захвата; 8 – поперечное перемещение корпуса; 9 – продольное перемещение корпуса; 10 – разжим – зажим захвата

3. Схемы сварочных роботов

Сварочный робот состоит из собственно робота (или манипулятора) и пульта управления (см. рисунок 1). Робот имеет подвижную руку (см. рисунок 2) и шарнирную кисть с захватом, в котором закрепляются сварочные клещи (при контактной точечной сварке) или сварочная горелка (при дуговой сварке). Сварочные роботы имеют 4 – 6 движений (степеней свободы). Большинство сварочных роботов имеет 5 движений: три движения руки и два движения кисти. Комбинирование этих движений позволяет устанавливать сварочные клещи или горелку в любых направлениях и положениях в пределах зоны действия робота. Набор видов движений при одинаковом их числе может быть различным и зависит от конструкции робота.

В качестве приводов движений робота в большинстве случаев используют электрогидравлические приводы. В настоящее время наибольшее распространение получили две конструктивные схемы сварочных роботов (см. рисунок 3, 4):

- 1) с перемещением руки в сферической системе координат типа «Unimate»;
- 2) с перемещением руки в прямоугольной системе координат типа «Nachi». Для управления роботами используют позиционную (от точки к точке), контурную (плавная) или смешанную системы, обеспечивающие движение исполнительного органа одновременно по нескольким или всем координатам. Программа – носителями служат магнитная лента, магнитный барабан, перфолента. Запись программы осуществляется двумя способами:
 - 1) при обучении робота при первом проходе, выполняемом вручную или с помощью клавишного командного устройства;
 - 2) с применением внешней системы и использованием вычислительной техники.

Большинство роботов программируется способом обучения. Процесс программирования состоит в том, что исполнительный орган вручную последовательно устанавливается в требуемые положения и после каждой установки нажатием кнопки на панели

управления соответствующие координаты фиксируются в памяти машины. Затем в промежутке между зарегистрированными позициями вводятся такие параметры, как скорость, продолжительность остановки, ускорения, замедления и т. п.

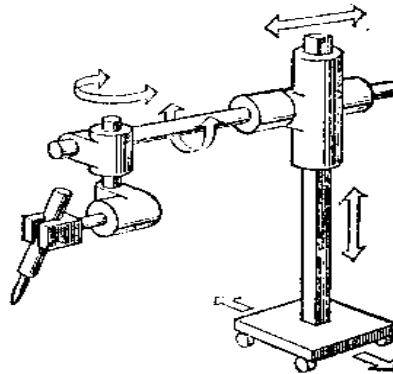


Рисунок 3 – Схема робота типа «Unimate»;

- 1 – исходное положение руки; 2 – максимальное выдвижение руки; 3 – поворот руки; 4 – наклон руки; 5 – вращение захвата

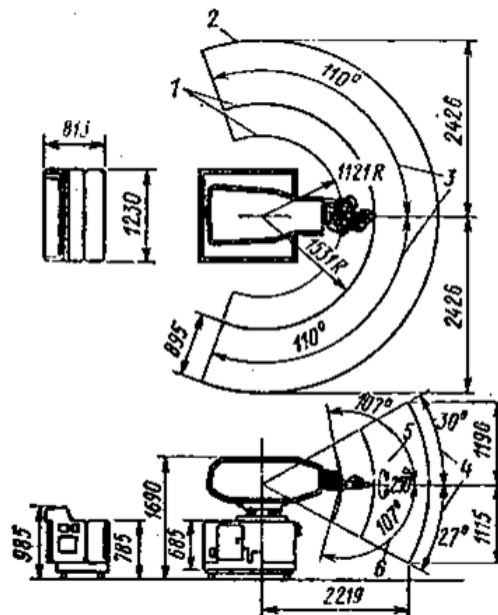


Рисунок 4 – Схема робота типа «Nachi»

Сварочные роботы используют как отдельно стоящее оборудование, так и в автоматических линиях. Например, в автоматической линии контактной точечной сварки кузовов легковых автомобилей установлено 25 роботов типа «Unimate». В ряде случаев целесообразно разделить функции между механизмом перемещения сварочной горелки и манипулятором, служащим для перемещения свариваемых изделий. Оба устройства работают совместно по единой программе. В сварочном производстве роботы могут быть использованы также в качестве транспортных средств, выполняющих

установку и снятие свариваемых изделий и работающих в сочетании со специальными сварочными машинами – автоматами. Кроме того, роботы могут быть эффективно использованы для выполнения заготовительных и сборочных операций.

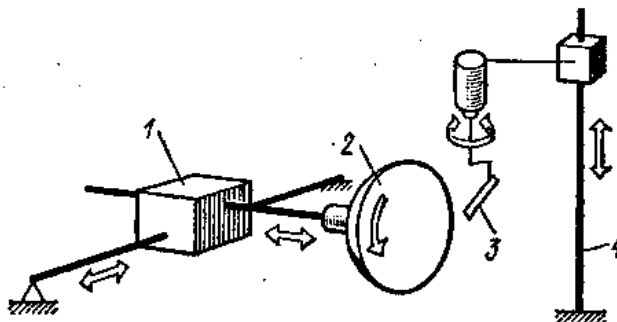


Рисунок 5 – Схема робота «Shin Meiwa»:

1 – манипулятор для свариваемого изделия; 2 – планшайба; 3 – сварочная горелка; 4 – манипулятор сварочной горелки

В настоящее время используют роботы первого поколения (см. рисунок 5), работающие по заданной жесткой программе. Следующее второе поколение роботов будет обладать техническими «зрением» и «осязанием» и их движения будут совершаться в зависимости от окружающей обстановки.

Контрольные вопросы

1. какие функции выполняют роботов в сварочном процессе?
2. Из чего состоит Сварочный робот?
3. Какие сварочные роботы вы знаете?
4. Какие сварочные роботы используют в современных технологиях

ЛЕКЦИЯ № 55

10.3 Манипуляторы роботов

Цель: Создания адаптивных промышленных роботов для дуговой сварки:

надежное обнаружение и слежение за кромкой свариваемого стыка;
автоматическое регулирование параметров сварки.

План

1. Манипуляторы (позиционеры)
2. Виды и бренды роботов для сварки
3. Как работает сварочный робот
4. Повысьте производительность предприятия

Роботы серии G2

Во всех производственных отраслях важно, чтобы детали изделий были соединены качественно и быстро. Особенно, когда дело касается крупных конвейерных производств.

Этот фактор влияет на производительность предприятия: чем быстрее по конвейеру продвигаются изделия, тем их больше можно сделать. А значит – получить большую прибыль. Промышленные сварочные роботы созданы как раз для таких целей. Основные преимущества установки роботизированной техники для сварки:

вывод человеческой рабочей силы из зоны сварки.

автоматизация производства, снижение издержек.

повышает производительность.

Манипуляторы изделия (позиционеры)

Манипуляторы изделия (позиционеры) представляют собой одно – или двух координатные кантователи, работают с роботом по единой программе, управление ими осуществляется от системы управления робота.

Сенсорные системы, применяемые в адаптивных промышленных роботах, подразделяют на два класса: контактные и бесконтактные. К бесконтактным относятся системы, оснащенные индуктивными, оптическими и электрическими датчиками.

Типы сенсоров:

контактные (с использованием касания электродной проволокой кромок изделия;

бесконтактные (электрические), использующие параметры процесса сварки

Требований к сварочному оборудованию РТК дуговой сварки

1. Длительная воспроизводимость параметров режима.

2. Развитые средств контроля состояния составных частей сварочного оборудования.

3. Высокий уровень автоматизации.

4. Совместимость с системой управления РТК.

5. Насыщенность вспомогательными и сервисными устройствами.

Состав комплекта сварочного оборудования РТК дуговой сварки

1. Источник питания сварочной дуги

2. Аппаратура подачи сварочной проволоки

3. Набор сварочных горелок;

4. Аппаратура охлаждения горелки.

Способы относительных перемещений сварочного инструмента и изделия:

1. Изделие неподвижно, а все перемещения выполняет сварочный инструмент.

2. Изделие переориентируется, а сварочный инструмент перемещается;

3. Изделие и сварочный инструмент находятся во взаимном перемещении,

4. Изделие выполняет все перемещения необходимые для сварки.

Перемещения сварочного инструмента бывают:

1) переносные

2) ориентирующие

Системы координат переносных перемещений:

1. Прямоугольная
2. Сферическая угловая
3. Цилиндрическая
4. Сферическая

Приводы перемещения звеньев

– *тиристорные, транзисторные, электроприводы с высокомоментным двигателем постоянного тока дискретные (шаговые), гидравлически, пневматические*

2. Виды и бренды роботов для сварки

Сварочный робот – автоматизированный аппарат, выполняющий функции сварщика. Наиболее часто используют манипулятор для сварки – это роботизированная рука, на фалангах пальцев которой находятся сварочные головки. Такие механизмы могут поднимать как мелкие, так и крупные детали (ограничение по весу составляет 25 кг).

Каждая подобная рука оснащена пультом управления, на котором предустановлено специальное программное обеспечение. Оно может быть своё для каждого типа сварки. Сварочные роботы различаются следующим образом (по принципу методик сваривания):

1. Точечная контактная сварка. Сварочный манипулятор этого типа оснащен специальным клещами и имеет от 5 степеней подвижности.

2. Дуговая. Как и ручная, роботизированная сварка может проводиться с помощью электродов, установленных на сварочные головки. Электроды при этом могут быть из разных материалов: металл, вольфрам, графит. Для разных видов производства применяют различные материалы. Например, манипуляторы с металлическими стержнями отлично подходят для сваривания автомобильных деталей.

3. Трение с перемешиванием. В этом случае манипулятор оснащен специальным креплением, в котором находится вращающийся стержень. Этот инструмент сваривает детали, медленно погружаясь в их стык и перемещаясь вдоль него.

4. Ультразвук. Этот тип сварки используется в роботах со специальным инструментом, включающим генератор ультразвука, волновод и сварочную иглу. С его помощью можно соединять детали интегральных микросхем.

5. Плазменный метод, при котором устанавливают оборудование, направляющее струю плазмы на свариваемую поверхность. Такой тип сварки подходит для работ, в которых используется сложно свариваемый металл.

6. Лазер. Роботы, на которых установлены лазерные инструменты, умеют выполнять высокоскоростную, точную сварку.

Есть производители, которые выпускают гибридные модели – в них сочетаются несколько методов соединения металлических деталей.

В настоящее время промышленных сварочных роботов на рынок выпускают следующие производители:

японские компании Fanuc и Otc daihen;

немецкий концерн Kuka;

американская компания MOTOMAN Robots (дочерняя от yaskawa).

1. Как работает сварочный робот

Самые простые роботы для сварки работают по заранее заданной программе. Более сложные могут обучаться в режиме онлайн, но для этого нужен опытный оператор.

Также есть роботизированные установки, учитывающие информацию, которая поступает с различных датчиков. Для этого используются такие системы, как: техническое (машинное) зрение, сила-моментное ощущение, лазерный дальномер. Особенности применения сварочных роботов:

1. Возможность работы бесперебойно. Современные электронные схемы, внедренные в роботизированную технику, позволяют добиться бесперебойной работы даже при нестабильном напряжении.

2. Позиционирование деталей. Роботы позиционируют детали без участия человека, улучшая таким образом качество стыка.

3. Исключение человеческого фактора. Все подготовительные и рабочие операции выполняет автоматизированный манипулятор. Он может зачищать металл, снимать фаски, резать материал. Механическая рука при этом надежно фиксирует детали.

4. Повысьте производительность предприятия

Автоматизация сварки – это процесс, который улучшает качество работы производственной линии и ускоряет процесс выпуска продукции. Внедряя роботизированную сварку на предприятии, собственник экономит на рабочей силе и повышает производительность работ, уменьшая количество выпускаемого брака.

Сварочные роботы – манипуляторы, робототехника Panasonic

Роботы производства Panasonic уже более 30 лет широко применяются в различных технологических процессах на производстве по всему миру. Достаточно сказать, что на конец 2009 г. компанией Panasonic и ее системными партнерами внедрено более 40 тысяч робототехнических комплексов. Ранее, до 2000 г. Panasonic выпускал многофункциональные роботы для различных применений. В 2000 г. руководством компании было принято решение сузить специализацию и в дальнейшем усиленно развивать направление робототехники в сфере электродуговой сварки. Сегодня Panasonic – несомненный лидер в роботизации сварочной индустрии.

Первый в Японии инверторный источник сварочного тока был выпущен в 1956 г. именно компанией Panasonic (этот инвертор был недавно

продемонстрирован на выставке в немецком г. Эссен в 2009 г. – смотреть фото). Неудивительно, что он до сих пор отлично работает превосходя по своей надежности современные аналоги конкурентов.

Сегодня Panasonic выпускает весь спектр сварочного оборудования для электродуговой сварки, плазменной и лазерной резки и сварки: начиная от горелок и их составляющих, заканчивая вращателями, манипуляторами, контроллерами и цифровыми источниками сварочного тока и лазерной сварки/резки.

Все компоненты – от единого поставщика! Теперь заказчику не нужно искать отдельно поставщика робота, поставщика вращателя, поставщика сварочного оборудования и других компонентов, а затем ломать голову, как это все оборудование заставить работать в едином комплексе. Если ваш поставщик – Panasonic, или его системный партнер в Вашей стране, Вы можете быть спокойны: внедрение системы произойдет точно в срок, систему привезут и установят на Вашем предприятии, запустят в работу в минимальное время и качественно обучат Ваш персонал. О том как работает Panasonic и его системные партнеры во всем мире читайте на этой странице (откроется в новом окне).

Промышленные роботы Panasonic применяются для сварки металлов в среде активных (CO₂ и MAG) и инертных (MIG) газов плавящимся электродом (проволока), а также, неплавящимся электродом в среде инертных газов (TIG) и плазменной резки на толщинах до 70 мм.

Робототехнический комплекс состоит из манипулятора с шестью степенями свободы, контроллера, источника сварочного тока (с соответствующей горелкой и механизмом подачи проволоки), а также, дополнительных устройств перемещения и позиционирования (т.н. внешние оси). Вся система устанавливается на общей жесткой платформе, чтобы гарантировать наивысшую точность работы. На платформе монтируется все оборудование, включая вращатели и оснастку (кондукторы), электропроводка, датчики и т.д.

5. Роботы серии G2

Сварочные роботы серии G2 с шестью степенями свободы оснащены современным эргономическим манипулятором и усовершенствованными сервомоторами с высококачественными алгоритмами контроля. Именно эти принципиальные отличия делают модельный ряд G2 на 50% более быстрым и точным предшественников полений роботов.

TAWERS – самое новое поколение роботов от Panasonic. С целью обеспечения максимальной надежности и быстродействия, контроллеры TAWERS оснащены интегрированным источником сварочного тока и сверхмощным 64 – битным промышленным RISC – процессором. Именно TAWERS являются первыми в мире роботизированными системами, которые полностью управляются программным обеспечением. Один контроллер TAWERS позволяет выполнять сварку во всех известных на сегодня режимах

(MIG/MAG/TIG, включая импульс) и в революционно новом режиме SP – MAG. (см. рисунок 1)



Рисунок 1 – Пульт управления

Основные характеристики контроллеров:

мгновенное изменение сварочных параметров без прерывания дуги;

улучшенная производительность благодаря таким стандартным функциям, как редактирование программ "находу", перенос траектории сварочного шва при изменении положения точки начала сварки и др.;

максимальное количество осей: 27 (6 осей робота + 21 дополнительное устройство);

одновременное управление 3мя роботами;

одновременное управление 5мя источниками сварочного тока;

ограничение памяти: 40 000 программных пунктов;

количество входов – 40 (расширяемо до 504), выходов 40 (до 504).

Серии роботов Panasonic G2 и TAWERS доступны в пяти разновидностях манипулятора ТА (сварка CO₂/MAG/MIG/TIG) и двух разновидностях манипуляторов ТВ (сварочная горелка для сварки CO₂/MAG/MIG интегрирована в шестую ось). Основные отличия манипуляторов состоят в размерах рабочей зоны и максимальной грузоподъемности.



Модель	ТА – 1000	ТА – 1400	ТА – 1600	ТА – 1800	ТА – 1900
Максимальная грузоподъемность , кг	6	6	8	8	6
Рабочая зона: максимальная (2R), мм	2136 724	2748 704	3196 720	3592 944	3790 1102

минимальная (2R), мм Точность позиционирования , мм вес манипулятора , кг	± 0,1 или < 145	± 0,1 или < 161	± 0,1 или < 180	± 0,1 или < 185	± 0,1 или < 185
---	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

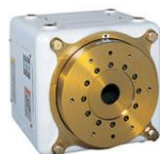
Программируемые вращатели – позиционеры PanaDice предназначены для позиционирования и вращения деталей с целью достижения самого оптимального положения шва относительно сварочной горелки, увеличения доступности и обеспечения

При комбинировании разных моделей PanaDice можно обеспечить различные варианты позиционирования деталей и их перемещения одновременно с перемещением сварочной горелки.

При помощи специального программного обеспечения выполняется гармонизация совместных движений манипулятора робота и внешних осей, как на участках сварки, так и при перемещении горелки между швами максимальной эффективности сварки.



PanaDice 200



PanaDice 500



PanaDice 1000

Модель	Максимальная нагрузка, кг	Максимальная частота вращения, об/хв	Крутящий момент, кг•м	Точность позиционирования, мм
PanaDice 200	200	25	15	± 0,05
PanaDice 500	500	16	50	± 0,05
PanaDice 1000	1000	10	150	± 0,05

Новая одель PanaDice – вращатель – позиционер серии RJS с двумя осями вращения. Он объединяет в себе непревзойденную компактность и большую мощность. Благодаря этим качествам значительно возрастает производительность, а также эффективность и надежность совместной работы с другим оборудованием сварочного комплекса. Этот вращатель выпускается в двух вариантах грузоподъемности (300 и 500 кг). Каждая ось вращения управляется контроллером, это позволяет достичь самых оптимальных условий сварки.

Сварочные ячейки PerformArc спроектированы для эффективного качественного решения разнообразных производственных задач. Они обеспечивают применение широкого диапазона габаритов деталей и их позиционирования с учетом эффективной рабочей зоны – пришлите нам трехмерную модель Вашего изделия и мы подберем лучшее решение для Вас.

Все системы PerformArc изготавливаются и тщательно тестируются на заводе Panasonic в Японии. Благодаря этому сварочная ячейка, смонтированная на общей платформе, быстро запускается в работу на предприятии заказчика без каких – либо дополнительных сложных работ.

Система трехмерного проектирования роботизированных сварочных комплексов и их программирования Panasonic DTPS

Для проектирования робототехнических комплексов с обязательной привязкой к решению конкретных задач производства, а также для расчета основных рабочих параметров, используется система трехмерного проектирования и программирования.

DTPS (Desk Top Programming & Simulation System) – система трехмерного моделирования, программирования и симуляции робототехнических комплексов.

При помощи интегрированных средств автоматического проектирования (CAD) достигается соединение различных компонентов и импортное трехмерное моделирование деталей и устройств, спроектированных в других CAD – системах. В базу данных пакета DTPS включены все робототехнические компоненты Panasonic.

В DTPS есть возможность оптимизировать и редактировать уже существующие программы для дальнейшего их использования уже внедренным робототехническим комплексом

Контрольные вопросы

- 1 Что такое промышленный робот? Как их классифицируют?
- 2 Каковы условия (особенности) работы роботизированных комплексов?
- 3 Какие требования предъявляются к сварочным горелкам в РТК?
- 4 Что такое самонастраивающиеся системы?
- 5 В каких случаях применяются промышленные роботы при контактной сварке?
- 6 Какие виды программирования перемещения применяют для роботов?
- 7 В чем состоят особенности роботизированной сварки?

ЛЕКЦИЯ №56

1.4 Основные принципы управления роботами

Цель: Изучить принципы управления роботами

План

1. Уровни управления
2. Системы управления промышленных роботов для сварки имеют развитое программно-автоматическое обеспечение (ПМО).

1. Уровни управления

Уровни управления (в порядке снизу вверх) (см рисунок 1):

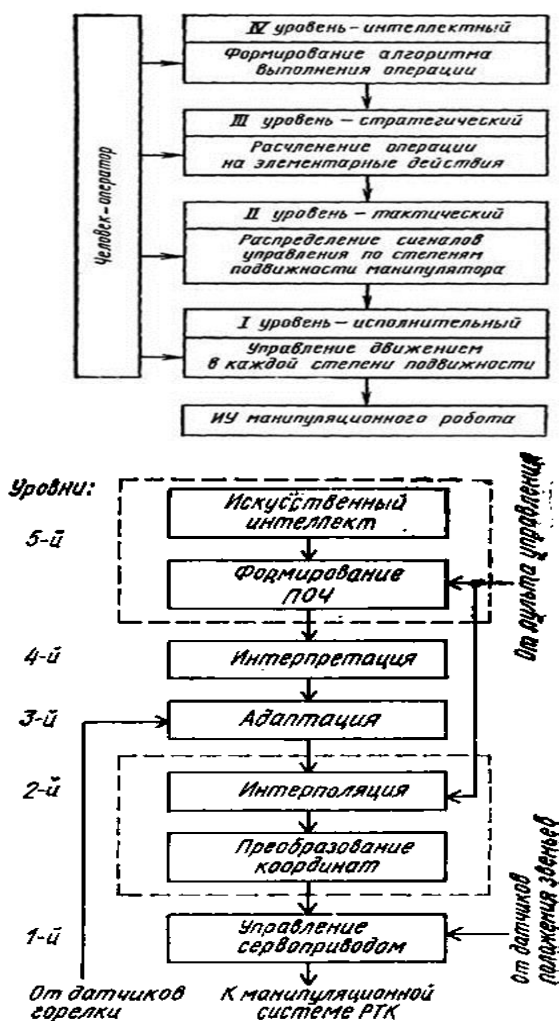


Рисунок 1 – Уровни управления

Управление роботом и работа – технологическим комплексом для сварки состоит в обеспечении согласованного перемещения звеньев манипуляционной системы и сварочного оборудования, а также в обмене информацией с внешними системами на основании программы выполнения операции о внутреннем состоянии составных частей комплекса и о производственной среде. (Под производственной средой следует понимать свариваемое изделие, приспособление, в котором оно закреплено,

оборудование, осуществляющее транспортные и накопительные функции, а также другие системы, участвующие в производственном процессе, состояние которых оказывает влияние на данный робот или комплекс)

Управление звеньями манипуляционной системы может быть позиционным или контурным. Позиционное управление положением обеспечивает лишь определенное значение координат рабочего органа в заданных точках, а управление движением по траекториям, повторяющим форму направляющих, – произвольные, в определенных пределах, траекторию движения между точками и скорость этого движения, кроме случаев, когда звенья перемещаются поочередно и траектория рабочего органа определяется отрезками соответствующих направляющих.

Контурное управление состоит в обеспечении движения рабочего органа по траектории любой формы с заданной скоростью. Задачи позиционного управления проще задач контурного управления. Однако системы, реализующие контурное управление, универсальны и, как правило, могут использоваться для решения позиционных задач.

Позиционное управление манипуляционными системами может применяться при роботизации сварки электро-заклепками, дуговой и ударно – конденсаторной приварки шпилек, в варке труб в трубные доски и приварки круглых бобышек с помощью сварочной головки, имеющей круговое движение горелки (горелок), а также при роботизации поочередной сварки прямолинейных и круговых швов, расположенных вдоль направляющих движения звеньев манипуляционной системы. Контурное управление манипуляционными системами необходимо при сварке и наплавке по траекториям, требующим двух и более степеней подвижности. В многозвенных манипуляционных системах с большим количеством вращательных движений, а следовательно, с переменной конфигурацией манипулятора сварочного инструмента получение заданной скорости и точности перемещений существенно осложняется необходимостью учета переменных инерционных сил.

Известны две группы методов программирования манипуляционных систем роботов и их комплексов для сварки: обучения (on – line) – задание программы с использованием манипуляционной системы робота или комплекса внешнего программирования (off – line) – составление программы без использования манипуляционной системы. Различают следующие методы обучения: с использованием обратимой кинематики манипулятора инструмента и перемещением сварочного инструмента или его имитатора вручную по линии соединения; с использованием рукоятки обучения со встроенными в нее датчиками, воздействующими на приводы звеньев в режиме слежения за рукой оператора; с использованием дистанционного управления с пульта обучения для последовательного перемещения сварочного инструмента в характерные точки траектории и языка программирования для описания характера траектории между указанными точками и скорости перемещения между ними. Дистанционное управление может быть реализовано как управление отдельными степенями

подвижности с помощью кнопок или посредством многокоординатного переключателя – рукоятки.

Методы обучения роботов и их комплексов для сварки с использованием дистанционного управления с пульта обучения являются в настоящее время основными. Небольшое применение нашли методы, основанные на обратимой кинематике (роботы типа Apprentice, МАС 2001). Методы обучения отличает наглядность, однако во время обучения не выдается продукция, а при сварке швов сложной формы или большого числа точек, или коротких швов программирование усложняется и требует больших затрат времени. Так, при программировании работы робота в течение 1 мин для дуговой сварки методом обучения требуется 20...80 мин. Следует отметить, что большая часть травм, связанных с использованием сварочных роботов, происходит во время обучения, когда оператор – программист вынужден находиться в зоне действия робота.

Различают следующие методы внешнего программирования: текстуальное, когда последовательность действий робота задается в виде инструкций, а перемещения и параметры режима сварки вводятся в числовом виде; с использованием компьютерной графики, позволяющей в наглядном виде моделировать работу комплекса, сравнивать различные варианты выполнения программы и проверять возможность ее реализации без столкновений робота с препятствиями. Методы внешнего программирования сокращают простои робота, связанные с составлением новой программы, что важно при мелкосерийном производстве, и способствуют повышению безопасности обучения. При этом обычно требуется "точная настройка" программы перед ее использованием с применением элементов обучения и геометрической адаптации. Поэтому в системах управления современных сварочных роботов сочетают принципы внешнего программирования и обучения.

Системы управления промышленными роботами представляют собой многопроцессорные управляющие устройства, построенные по иерархическому принципу. На верхнем уровне управления осуществляются: расчет траектории движения рабочего органа; формирование команд, управляющих движением звеньев робота; логическая обработка информации от периферийных устройств комплекса; диалоговый режим работы оператора через видеотерминальное устройство; обмен информацией с ЭВМ верхнего уровня и внешним программа – носителем (НГМД, КНМЛ); управление роботом через пульт ручного управления; диагностика работы системы; калибровка координат звеньев. Нижний уровень управления используется для решения задачи управления движением звеньев в соответствии с программой, поступающей с верхнего уровня.

Связь между процессорами, реализующими функции верхнего и нижнего уровней управления, может осуществляться через общую память (системы с общей памятью) или через системную магистраль (распределенные системы). Примером системы с общей памятью является система МП СУ, в которой обмен данными между ЦПУ – П, ЦПУ – Пр,

ЦПУ – Тр и ЦПУ – Св происходит по таймеру через общую память, расположенную в модуле ЦПУ – П. Структура распределенных систем может содержать одну общую системную магистраль М, как в системе "Прогресс 1 – 8" , или системные магистрали верхнего уровня М1 и нижнего М2, взаимодействующие через модуль связи МС, как в системе "Сфера – 36").

В системах МПСУ и "Прогресс 1 – 8" используются проблемно ориентированные языки, а в системе "Сфера – 36" – язык высокого уровня ARPS, структура и возможности которого позволяют решать задачи установочной, а в ряде случаев, и текущей адаптации путем создания алгоритмов адаптивного управления на уровне прикладных программ пользователя.

3. Системы управления промышленных роботов для сварки имеют развитое программно-атематическое обеспечение (ПМО). Основой ПМО является операционная система реального времени, которая обеспечивает распределение ресурсов системы, устанавливает порядок решения задач в соответствии с их приоритетами, организует процедуру обмена данными между программами, инициирует систему при ее включении, запускает программные тесты для проверки состояния аппаратной части системы, прерывает функционирование системы при обнаружении ошибок. Наибольшие ограничения по применению роботов для дуговой сварки оказывает отсутствие или недостаточность их адаптивных возможностей по отношению к случайным отклонениям от программных значений положения линии сопряжения свариваемых элементов (геометрическая адаптация) и геометрических параметров соединения, подготовленного под сварку (технологическая адаптация). –

МПСУ робота для дуговой сварки СУР – 25 Прогресс 1 – 8" робота ТУР – 10КМ; в – "Сфера – 36" робота РМ – 01; ПО – пульт обучения; ЦПУ – процессорное устройство; Д – дисплей; М – модуль (первая буква в обозначении); ПУ – пульт управления; П – память; КНМЛ и НГМД – накопитель соответственно на магнитной ленте и на гибких магнитных дисках; ВВ – ввод – вывод; Пр – привод; Тр – пересчет траектории; Се – сварочного оборудования; А – арифметический универсальный; К – расчет координат; 7777 – переходная плата; М – магистраль; К – контроллер управления; У – управление; СП – сенсорная подсистема; ОЗУ – оперативное запоминающее устройство; ПЗУ – постоянное запоминающее устройство; ПИ – последовательный интерфейс; ВТУ – видеотерминальное устройство; ПРУ – пульт ручного управления; АВ – аналоговый ввод; ШИ – широко – импульсное питание.

В первом приближении допускаемое случайное отклонение линии сопряжения свариваемых элементов от расчетного значения при сварке плавящимся электродом в защитных газах не должно превышать в направлении, поперечном оси электрода, $0,5 \cdot \lambda$ (без колебаний электрода) и d_3 (с колебаниями электрода). При роботизированной дуговой сварке сталей плавящимся электродом диаметр электродной проволоки $d_3 = 0,8 \dots 1,6$ мм.

Различают два класса задач, связанных с необходимостью геометрической адаптации (корректировки программ перемещений сварочного инструмента относительно изделия), когда отклонение линии сопряжения свариваемых элементов не сопровождается случайным искажением размеров и формы этой линии и сопровождается случайными искажениями размеров или формы линии сопряжения.

Первый класс задач геометрической адаптации решается с помощью методов установочной (начальной) адаптации и может быть разделен на два подкласса: 1) отклонения сводятся к случайному малому параллельному переносу линии сопряжения в двух – или трехмерном пространстве; 2) отклонения могут рассматриваться как случайный малый поворот в плоскости (вокруг одной оси) или в пространстве (вокруг двух или трех осей). Задачи первого подкласса наиболее часто встречаются при сварке коротких швов в конструкциях средних и крупных габаритных размеров, в частности, каркасно-решетчатого типа. При этом можно не учитывать случайный малый поворот короткой линии соединения, так как линейные смещения коротких швов пренебрежимо малы.

Для корректировки программы при случайном параллельном переносе необходимо и достаточно найти фактические положения трех или двух базовых точек соответственно для трех – или двумерных задач. Базовые точки находятся до начала сварки с помощью датчика поиска, который в простейшем случае может быть выполнен в виде тактильного электромеханического датчика, щуп которого радиусом r расположен на определенном расстоянии от конца электрода. Ориентация линий поиска базовых точек в рабочей зоне комплекса, неизменная для всех экземпляров изделия данного наименования, определяется программой перемещений сварочного инструмента относительно изделия.

Задачи второго подкласса встречаются в сварочном производстве значительно реже, чем предыдущие. Так, при приварке жестких, достаточно стабильно обрабатываемых бобышек, накладок и вставок средних размеров к листовым, каркасным, рамным конструкциям случайным поворотом, если он имеется, пренебречь нельзя. Для получения информации о необходимой корректировке программы при случайном малом повороте линии соединения в плоскости или в пространстве необходимо и достаточно определить положение соответственно трех или шести базовых точек.

Назначение минимального числа базовых точек, необходимых для определения положения каждого короткого шва (число таких швов на конструкциях каркасно – решетчатого типа велико), и выполнение поисковых движений на возможно большей скорости – важные пути повышения производительности комплекса для сварки, а следовательно, его экономической эффективности.

адаптации; для каждого экземпляра изделия определяется случайная вектор – функция, характеризующая текущее смещение линии соединения, т. е. текущую коррекцию положения точки сварки, а также текущую коррекцию ориентации сварочного инструмента относительно изделия. В этом классе

целесообразно выделить два подкласса задач получения швов: с большим радиусом кривизны; имеющих участки с малым радиусом кривизны.

Для швов с большим радиусом кривизны требуемые изменения ориентации горелки, связанные с малыми отклонениями линии соединения от расчетного положения, весьма малы, поэтому их влияние на качество сварного соединения незначительно. Следовательно, при сварке швов с большим радиусом кривизны достаточно определить три линейных составляющих смещения линий соединения АХЭ, А Уэ, АZ, относительно программного положения и скорректировать на соответствующее текущее положение горелки (точки сварки) относительно изделия, не меняя ее ориентации. Следует отметить, что составляющая АХЭ в рассматриваемом случае необходима только при сварке незамкнутых швов для определения момента начала конца сварки. По длине шва составляющая АХЭ может не использоваться.

Текущая адаптация при сварке швов с большим радиусом кривизны связана с определением составляющих отклонения линии соединения от расчетного положения Ауэ И Аэ и соответствующей коррекции положения горелки без изменения ее программной ориентации. В общем случае измерение отклонений линии соединения вдоль направлений Уэ и Z, требует трех ориентирующих подвижностей манипулятора сварочного инструмента. Исключение составляют только системы с круговым сканированием измерительного зонда вокруг точки сварки, которые при осесимметричном сварочном инструменте позволяют решить общую задачу при двух ориентирующих подвижностях.

Для швов, имеющих на линии соединения участки с углами и весьма малыми радиусами кривизны (пересечения и закругления различных конструктивных элементов), нельзя пренебречь требуемыми изменениями ориентации горелки, связанными с отклонением соответствующих точек линии соединения от расчетного положения. Задача текущей геометрической адаптации в этом случае существенно усложняется техническими трудностями получения информации о положении линии соединения в углах и на закруглениях малого радиуса, а также большой скоростью изменения переносных и ориентирующих координат.

Для швов с участками, имеющими углы и малые радиусы кривизны, целесообразно комбинированное решение задачи с помощью методов как начальной, так и текущей адаптации, основанное на том, что участки, подобные $p - 2p$, имеют малую длину и поэтому могут рассматриваться как случайным образом смещенные в пространстве в положение 1 – 2 без искажения их формы. Тогда при сварке прямоугольного патрубка с закруглениями на углах до начала сварки необходимо определить положение четырех базовых точек: 2х, 4х, 61, Я1, отстоящих от расчетного положения сторон прямоугольника на расстоянии Б. Положения точек 1 – 8, ограничивающих участки с закруглениями, определяются во время сварки из условия их удаленности друг от друга по соответствующим координатам на расстояние а.

Для начальной адаптации могут быть использованы электромеханические (тактильные), электроискровые датчики и датчики расстояния. Последние получили наибольшее распространение. В них касание изделия до начала сварки осуществляется электродом или изолированным соплом горелки. Во время поиска базовых точек 1 – 3 на электрод или сопло подается напряжение 400 В частотой 400 Гц. Электрод может предварительно выдвигаться до подводимого упора и фиксироваться специальной цангой, встроенной в горелку, для предотвращения его смещения вдоль оси во время измерений. Однако при этом усложняется конструкция горелки и снижается ее надежность. Альтернативным решением является автоматическое отрезание конца электрода на заданном вылете в отдельно стоящем устройстве, что повышает надежность последующего возбуждения сварочной дуги.

Использование изолированного сопла в качестве щупа позволяет исключить влияние

Создание средств измерения для текущей адаптации сварочных роботов возможно с использованием тактильных электромеханических датчиков и устройств прямого копирования, бесконтактных датчиков расстояния до поверхности элементов свариваемого изделия, сварочной дуги в качестве датчика и видео-сенсорных устройствах. Электромеханические датчики и устройства прямого копирования получили значительное распространение при автоматической сварке прямолинейных и круговых протяженных швов простой формы преимущественно в специализированных комплексах, реже в роботах.

Бесконтактные датчики расстояния могут использоваться при сварке угловых швов тавровых соединений, которые являются основным объектом роботизации дуговой сварки. В качестве бесконтактных датчиков расстояния могут применяться пневматические, емкостные, ультразвуковые, индукционные и другие устройства. Для адаптации сварочных роботов некоторое распространение нашли индукционные датчики. Они накладывают ограничения на технику сварки роботами, например: исключают возможность сварки с текущей адаптацией в угловых участках внутри корбчатых конструкций (часто требуют при этом отвода датчиков), на одном изделии различных видов соединений, а также сварки с колебаниями электрода поперек линии соединения, если среднее расстояние от поверхности изделия соизмеримо с амплитудой колебаний.

Использование сварочной дуги в качестве датчика позволяет получить информацию о фактическом положении свариваемого соединения, а в некоторых случаях и о ширине зазора или разделки в зоне сварки. Недостатком системы адаптации с использованием дуги в качестве датчика является то, что процесс адаптации начинается только после начала сварки. При значительных начальных несовпадениях электрода и линии соединения начальный участок шва не совпадает с линией соединения. Поэтому целесообразно сочетание системы текущей адаптации с дугой в качестве

датчика, и системы начальной адаптации с соплом или электродом в качестве щупа.

Системы с использованием сварочной дуги в качестве датчика наиболее эффективны при сварке в аргоне и аргона-содержащих смесях защитных газов, когда дуговой процесс наиболее стабилен. При сварке в CO₂ применение этого способа затруднено вследствие нестабильности дугового процесса. При сварке швов малого калибра применение колебаний дуги неэффективно с точки зрения производительности процесса.

Видео-сенсорные устройства составляют большую группу измерительных средств. Некоторые из них достаточно универсальны и перспективны для адаптации сварочных роботов. При дуговой сварке в защитных газах необходимо учитывать помехи от светового излучения дуги, брызг расплавленного металла, а также выделяющихся дымов и газов, поскольку оптика видео-сенсоров подвергается интенсивному загрязнению и эрозии пылью, брызгами металла, агрессивными аэрозолями и газами. В ряде случаев предлагается измерение каждого экземпляра изделия осуществлять на повышенной скорости до начала сварки, хотя предпочтительным является измерение во время сварки.

Наиболее универсален и информативен триангуляционный метод измерения сечения зоны свариваемого соединения световой плоскостью. Секущая плоскость может быть представлена движущимся точечным лучом (с помощью колеблющегося зеркала), стационарным щелевым лучом или светотеневой границей. Такое освещение получило название структурированного. Наиболее эффективным осветителем является лазер. Зона светового сечения наблюдается под углом, позволяющим получить трехмерную информацию о свариваемом шве: о положении линии соединения, зазоре или сечении разделки, превышении кромок. Картина, воспринимаемая двухмерным, чаще всего матричным фотоприемником, определяется типом соединения.

Одним из наиболее совершенных и компактных видео-сенсоров, построенных с использованием метода триангуляции, является

Видео-сенсор, смонтированный в одном корпусе с горелкой. Аппаратура видео-сенсора, которая должна быть расположена вблизи зоны сварки, заключена в цилиндрический корпус диаметром 57мм, центральная часть которого занята горелкой. Видео-сенсор состоит из двух частей, каждая из которых, в свою очередь, содержит источник структурированного освещения, состоящий из малоомощного инфракрасного лазера и цилиндрической оптики для получения полосы, пересекающей линию соединения; фотоприемник на основе ПЗС – матрицы; интерференционный фильтр, объектив и сменное входное окно. Поле зрения каждой части видео-сенсора 19 x 16мм. При этом центр поля зрения удален от точки сварки на расстояние 16 мм. Сопло 5 горелки защищает фотоприемник от прямого света сварочной дуги и препятствует попаданию брызг металла на входное окно.

Одна из двух частей видео-сенсора анализирует соединение перед точкой сварки и служит для получения информации об отклонении линии

соединения данного экземпляра изделия от эталонного, а также для измерения зазора в соединении с погрешностью не более 0,2мм. В начале сварки отклонение линии соединения от эталонного положения не должно превышать 5мм. В противном случае должна реализовываться специальная процедура поиска. Вторая часть видео-сенсора анализирует соединение после сварки и используется для получения информации об отклонении формы и положения получаемого шва от заданных номинальных значений.

Компьютер, являющийся частью видео-сенсорной системы, вырабатывает информацию, необходимую как для геометрической, так и технологической адаптации.

«Идеальный» робототехнический комплекс для сварки «оценивает» предъявляемое ему изделие, выбирает рациональный порядок сварки швов, а также рассчитывает траекторию перемещений сварочного инструмента относительно изделия и оптимальные значения параметров процесса сварки.

Виды программирования перемещения:

обучение посредством прямого силового воздействия оператора на руку робота;

обучение при воздействии на механизмы через следящие системы с помощью датчиков,

обучение при дистанционном управлении манипуляционной системой;
внешнее программирование, аналогичное применяемому в станках с ЧПУ.

Контрольные вопросы

1. Функции роботов и состав?
2. Классификация роботов?

ЛЕКЦИЯ № 57

10.5 Методы и технические средства адаптации роботов для сварки

Цель: Изучить методы и технические свойства адаптации роботов для сварки

План

1. Методика оценки технологичности
2. Общие рекомендации по повышению технологичности сварных конструкций
3. Задачи геометрической адаптации

1. Методика оценки технологичности

Методика оценки технологичности позволяет:

1. Выбирать сварные конструкции, как объект роботизированной сварки, из числа СК
2. Располагать эти СК в приоритетный ряд.
3. Давать оценку частных и комплексного показателя технологичности СК.
4. Выявлять особенности конструкций изделий, снижающие уровень их технологичности.

Пути повышения технологичности СК под роботизированную сварку

1. Изменение СК и технологии ее изготовления при заданном типе сварочного робота.
2. Выбор другого сварочного робота
3. Одновременная доработка конструкции, технологии и средств роботизации сварки.

Общие требования:

4. Минимизация времени и затрат на роботизированную сварку.
5. Минимизация стоимости изготовления и сборки изделия под сварку.
6. Минимизация стоимости роботизированной сварки.

2. Общие рекомендации по повышению технологичности сварных конструкций

1. Угловые соединения всюду, где возможно заменить тавровыми.
2. Обеспечивать сборку под сварку нахлесточных соединений без зазора.
3. Угловые швы в нахлесточных соединениях рекомендуется заменять сплошными
4. Следует избегать сварки в углах, выполняя ее по радиусу либо вручную прихватками.
5. При сварке конструкций из труб следует обеспечивать без зазорную сборку.
6. При сварке коробчатых конструкций следует избегать внутренних сварных швов

Ключевой проблемой роботизации сварки является возможность адаптации сварочных роботов. Ключом к успеху в использовании роботов для сварки ГПС является разработка необходимых датчиков. В конечном счете робот должен иметь возможность "видеть" начало шва и точно следовать по его траектории без обучения и контроля.

3. Задачи геометрической адаптации

1. Отклонение линии сопряжения свариваемых элементов не сопровождается случайным искажением размера и формы этой линии.

2. Отклонение линии сопряжения элементов сопротивления случайными искажениями размеров и формы линии сопряжения. Актуально при сварки швов с большими радиусами кривизны, либо сварной швов, имеющих участки с малыми радиусами кривизны.

Некоторые средства геометрической адаптации сварочных роботов

1. Электромеханический датчик с кольцевым щупом горелки.

2. Устройство периодического прямого копирования для текущей адаптации.

3. Индукционные датчики.

4. Сенсорные подсистемы, в которых используется отраженное световое излучение сварочной дуги.

5. Системы поиска положения базовых точек с использованием сварочного электрода в качестве щупа.

Контрольные вопросы

1. Методы и технические средства адаптации роботов для сварки?

2. Задачи геометрической адаптации?

3. Общие требования к роботам сварочного производства?

ЛЕКЦИЯ №58

10.6 Особенности использования роботов для автоматизации сварочных процессов

Цель: Изучить особенности приоритеты использования роботов для автоматизации сварочных процессов

План

1. Роботизированная сварка
2. Требования к размещению комплекса роботизированной сварки
3. Сварочные роботы, их место в производственном процессе

1. Роботизированная сварка

Виды роботизированной сварки:

- дуговая сварка в защитной газовой среде плавким и неплавящимся электродом;
- сварка электрической дугой под слоем флюса или шлака;
- сварка пламенем плазменной фактуры;
- сварка лазером;
- комбинированный гибридный вид сварки с применением деформирующих вальцов;

Качество манипуляторной электродуговой сварки зависит от компонентов:

- сварочная проволока и ее состав;
- вид используемого газа – протектора;
- равномерность подачи присадочной или сварочной проволоки;
- подвод нулевого провода от источника тока к заготовке;
- перепад температуры в рабочем цеху;

2. Требования к размещению комплекса роботизированной сварки

- вокруг робота должна быть охранный зона не менее полутора метров;
- должен быть слот для установки дополнительного оборудования;
- подвижные фрагменты конструкции робота должны быть закрыты кожухами.

Преимущества автоматизация процессов дуговой сварки с помощью ПР:

- увеличивается машинное время сварки с 40 до 80 %;
- уменьшается продолжительность цикла на 30 – 50 %;
- улучшается качество сварного соединения;
- достигается гибкость производственной

Сварочный робототехнический комплекс включает:

- автоматический манипулятор горелки,
- систему управления всем комплексом,
- позиционер (манипулятор изделия),
- сварочное оборудование, сопряженное с системой управления комплекса.

При дуговой сварке используются роботы портального и напольного типов, а также роботы антропоморфной конструкции, все степени подвижности которых вращательные.

Реализация роботом двигательных и управляющих функций дает ряд экономических и социальных эффектов.

К экономическим эффектам относятся:

- экономия рабочих площадей и высвобождение рабочих, которые могут быть использованы в другом производстве, более выгодном в материальном и социальном отношении;

- увеличение выпуска продукции в единицу времени, что является следствием повышения производительности в результате лучшего использования технически обоснованной эффективной мощности оборудования;

- повышение загрузки по времени основного производственного фонда, а тем самым улучшение коэффициента его использования;

- повышение качества продукции и связанное с этим уменьшение брака и объема работ по его исправлению;

- сокращение длительности производственного цикла изготовления деталей благодаря уменьшению вспомогательного времени и повышению непрерывности технологического процесса, что ведет к уменьшению оборотных средств.

Социальные преимущества, достигаемые благодаря применению робототехники, следующие:

- исключение человека из процессов, характеризующихся воздействием агрессивных сред, высоких температур и других факторов, отрицательно влияющих на здоровье;

- замена деятельности человека в процессах, значительную долю которых составляет монотонный и утомляющий труд;

- освобождение человека от работ, при которых он должен перемещать тяжелые грузы или проходить большие расстояния;

- независимость человека от такта производства;

- исключение несчастных случаев.

Мировой опыт внедрения робототехники можно обобщить в следующих положениях:

1. Экономически рациональное применение **промышленных роботов** вытекает из оптимизации производимой продукции, производственной концепции и технологии, однако не каждая оптимизация продукции, производственной концепции и технологии ведет к применению промышленных роботов.

2. Оптимизированные производственные концепции часто выходят за пределы традиционных, ориентированных на человека форм и методов труда, поэтому оборудование, моделируемое по функциональным возможностям человека, редко бывает оптимальным.

Новые решения в технологических, в том числе и в сварочных процессах возникают главным образом тогда, когда ставится более сложная

задача, т. е. в случаях, если значительное число краевых условий может нежелательно повлиять на действующее или будущее производство. Даже штучное изготовление представляет собой в значительной мере непрерывный поточный процесс с возможно меньшим числом «узких мест», как и в любом другом технологическом производственном процессе.

3. Сварочные роботы, их место в производственном процессе

Рассмотрим примеры применения сварочных роботов, которые показывают многообразие их технологических возможностей и тенденции развития, обеспечивающие эффективное использование современной промышленной робототехники в сварочном производстве. В некоторых исследованиях обосновывается необходимость внедрения промышленных роботов для улучшения условий производства, рентабельность которого не превышает 20%. К числу отрицательных производственных факторов относятся монотонная работа, вредная окружающая среда, тяжелая физическая работа, высокая температура, доля которых по степени воздействия на человека составляет соответственно 40, 20, 10 и 10%.

Сварочный робот освобождает сварщика от тяжелой, монотонной и грязной работы, однако ответственность человека возрастает. Задавая информацию о начале, окончании, изменении рабочих ходов или технологических переходов, оператор контролирует процесс сварки и обеспечивает правильное выполнение всех функций. Обязанности оператора не менее важны, чем обычного сварщика, однако труд оператора менее утомителен.

В работу оператора необходимо вложить новое содержание и придать ей определенную гибкость для того, чтобы он выполнял свою роль как обученный рабочий и мог совершенствовать свои навыки и далее. На суставы, мышцы и другие части тела сварщика, непосредственно связанные с выполнением технологических операций, а также на его органы кровообращения и чувств действуют физические и другие нагрузки, поэтому абсолютно необходимы меры для снижения этих нагрузок.

Большие динамические нагрузки на мышцы при тяжелой физической работе, например при перемещении заготовок или ручном манипулировании клещами для точечной сварки, повышают частоту пульса и вызывают физическое утомление. Статическая нагрузка мышц, возникающее при работе с малыми нагрузками на организм, часто обусловливается продолжительным пребыванием в одной позе или длительным удержанием инструмента в определенном положении, например при ведении электродвигателя или сварочной горелки.

Поэтому при назначении рабочего ритма сварщика или оператора сварочного робота следует учитывать, что периоды нагрузки должны чередоваться с периодами относительного покоя или отдыха. Оператор становится в известной степени руководителем специализированного сварочного поста, в обязанности которого входят:

- выполнение несложных заданий по программированию;

- управление и контроль всех процессов в пределах роботизированного сварочного поста;
- контроль качества сваренных деталей;
- устранение неполадок при незапланированных остановках;
- техническое обслуживание и уход за роботом и периферийным оборудованием;
- выполнение дополнительных сварочных работ, недоступных для робота;
- очистка и замена изношенных деталей, например сварочных сопел и контактных наконечников сварочных горелок;
- работа в контакте с механиками по обслуживанию и ремонту, а также с мастерами и технологами.
- Все указанные проблемы внедрения комплексных роботизированных постов для дуговой сварки последовательно учтены изготовителями сварочных роботов. В состав современного роботизированного комплексного поста входят:
 - шарнирно – рычажный робот со шкафом и пультом управления, а также программирующим устройством;
 - периферийное оборудование для установки и перемещения заготовок;
 - сварочная оснастка, состоящая из источника сварочного тока, механизма подачи проволоки и неохлаждаемой или водо-охлаждаемой горелки для сварки в защитном газе.

С помощью программирующего устройства горелку перемещают от точки к точке, а данные о координатах точек вводят в память системы управления нажатием на соответствующие кнопки программирующего устройства. Для каждого шага задают свою скорость позиционирования или сварки, для сварочных движений выбирают соответствующую комбинацию параметров режима. Периферийное оборудование для перемещения деталей во время процесса сварки для принятия сварочным швам удобного пространственного положения тоже программируется. Ошибочный ввод данных можно скорректировать или ввести дополнительные данные.

Контрольные вопросы

1. Что такое промышленный робот? Как их классифицируют?
2. Каковы условия (особенности) работы роботизированных комплексов?
3. Какие требования предъявляются к сварочным горелкам в РТК?
4. Что такое самонастраивающиеся системы?
5. В каких случаях применяются промышленные роботы при контактной сварке?
6. Какие виды программирования перемещения применяют для роботов?
7. В чем состоят особенности роботизированной сварки?