

Перспективы роботизации сварочных процессов промышленных предприятий*

Промышленный робот — это автоматическая машина, представляющая собой манипулятор и перепрограммируемое устройство управления, выполняющее в производственном процессе двигательные и управляющие функции, заменяющие аналогичные функции человека при перемещении предметов производства и технологической оснастки. По сути, промышленный робот — это перепрограммируемый манипулятор.

Классификация промышленных роботов:

- по специализации: специальные, специализированные, универсальные;
- по грузоподъемности: сверхлегкие, легкие, средние, тяжелые и сверхтяжелые;
- по числу степеней свободы: с двумя, тремя, четырьмя, более четырех;
- по возможности перемещения: стационарные, подвижные;
- по способу установки на рабочем месте: напольные, подвесные и встроенные;
- по виду системы координат: декартова, сферическая, угловая (цилиндрическая), смешанная.

В результате использования промышленных роботов в сварочном производстве становится возможным:

- применение автоматизированной сварки швов в любой форме, а также сварка большого количества коротких швов, различным образом ориентированных в пространстве;

- выполнение дуговой сваркой сварных швов с любой формой линии соединения в оптимальном пространственном положении с наиболее производительными режимами сварки при оптимальном формировании сварных швов;

- уменьшение в ряде случаев калибра сварных швов благодаря гарантированной стабильности их параметров, обеспечивая таким образом гарантированный рост производительности, экономию сварочных материалов и электроэнергии и уменьшение сварочных деформаций;

- сокращение потребности в специальном сварочном оборудовании и изготовлении специальных и специализированных станков, установок и машин для сварки.



Роботизированный комплекс сварки торцевых стен полувагонов

Для роботизации сварочного производства необходимо скомпоновать специализированные средства робототехники, решить комплекс технико-экономических вопросов, связанных с внедрением средств робототехники на конкретном сварочном производстве.

Классификация сварных конструкций по конструктивным и технологическим признакам:

- плоскостные сварные конструкции (СК);
- листовые СК типа тел вращения;
- каркасно-решетчатые СК (например, плоские и объемные фермы, ...);
- рамные СК, состоящие из соединенных сваркой продольных и поперечных балок, распорок и усиливающих элементов;
- корпусные СК, изготавливаемые из заготовок сортового проката, поковок, отливок, штамповок (стабилизаторы, стойки, ...);
- детали машин (сварные валы, шестерни, рукоятки, ...).

Условия (особенности) работы роботизированных комплексов

Высокая температура вблизи зоны сварки, мощное нестационарное электромагнитное и световое излучение, разбрызгивание металла, выделение защитных газов и аэрозолей, токсичных газов, поверхности изделий могут быть покрыты окалиной, иметь заусенцы, застывшие брызги.

Область роботизации

Из-за сложности реализации автоматизации сварочных процессов возникает необходимость использования средств роботизации, особенно в СК с короткими швами, сложной формы и пространственного расположения. Целесообразно применение роботизированных технологических комплексов (РТК) для сварки сварных конструкций малых размеров; сварки серийных крупногабаритных конструкций; контактной сварки тонколистовых и каркасно-решетчатых конструкций.

* Статья на правах рекламы. При подготовке статьи использованы материалы сайта weldingsite.com.ua.

Требования к манипулятору сварочного робота:

- не менее пяти степеней свободы;
- допустимые отклонения электрода от линии соединения сварных элементов не более 0,5 его диаметра, мм;
- наличие геометрической адаптации;
- наличие технологической адаптации;
- скорость установившегося переносного движения горелки до 1,5 м/с и клещей до 3 м/с.

Что сдерживает роботизацию сварочных процессов?

♦ При расчете эффективности внедрения робототехнического комплекса (РТК) зачастую учитывается прямая сдельная зарплата сварщика, но при этом упускаются прямые и косвенные налоги на основную заработную плату (ЗП); дополнительную ЗП; расходы на содержание бытовых помещений; коэффициент, учитывающий возможность непрерывной работы РТК за счет отсутствия сменности работ, отпусков, больничных, непроизводительных потерь; снижение затрат на сварочные материалы (проволока, защитный газ) и электроэнергию; уменьшение трудоемкости при зачистке сварных швов; исключение затрат на обучение и переаттестацию квалифицированных сварщиков.

♦ Нежелание и неумение персонала предприятия вникать в новые технологические процессы. В результате этого приходится привлекать новых специалистов, что ставит под удар окупаемость инвестиций и создает противоречия в коллективе. Следует сказать и о проблематичности привлечения в проект оператора-программиста РТК должного уровня подготовки.

♦ Считается, что роботизированная сварка предназначена для больших объемов продукции, например, серийного производства автомобилей. При этом модельный ряд не должен меняться в течение ряда лет. Большинство руководителей считают, что их предприятия производят слишком маленькие партии товаров для того, чтобы инвестировать в роботизированную систему (недостаточная гибкость РТК).

♦ Робототехнические комплексы часто ломаются, их ремонт дорогостоящий и занимает много времени. Сложно найти квалифицированных специалистов по их ремонту и обслуживанию.

Как обстоят дела по изложенным выше проблемам на самом деле

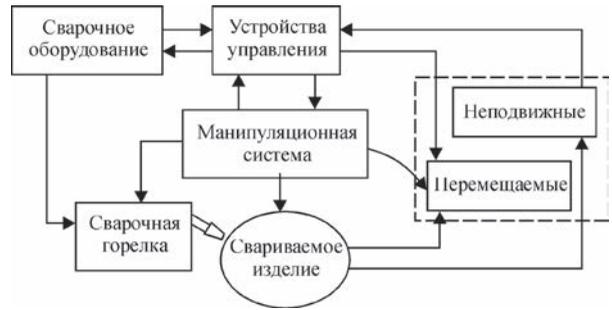
♦ Можно самостоятельно выполнить расчет экономической эффективности внедрения РТК. При этом необходимо в качестве исходных данных использовать реальные значения. В результате определяется срок окупаемости инвестиций и можно принять обоснованное решение.

♦ С момента появления сварочных роботов производители постоянно совершенствовали процесс написания рабочих программ, стремясь его максимально упростить и тем самым облегчить жизнь оператора-программиста. Сегодня эта проблема решена с помощью принципиально новой программы обучения роботов Kinetiq, разработанной фирмой «Robotiq» (Канада). Данная технология позволяет оператору руками перемещать сварочную горелку робота вдоль всей линии сварного шва, а затем с помощью пульта внести в память траекторию движения и определить параметры сварки. Существуют подобные программы и у других разработчиков.

♦ Современные РТК многофункциональны и способны в автоматическом режиме производить быструю замену инструмента. Для этого РТК необходимо окружить различными сменными инструментами. Гнезда для инструментов разработаны для их быстрой замены. Робот можно запрограммировать так, чтобы он весь день работал только в одном положении с определенным комплектом инструмента или в нескольких положениях, производя мелкие партии каждой детали. Оператору достаточно всего нескольких движений для полной смены одного комплекта на другой. Робот хранит в памяти множество разных программ и остается лишь переключить программу, чтобы робот начал сварку совершенно другой детали.



Роботизированный комплекс сварки стенок контейнеров



Функциональная схема робототехнического комплекса

На фотографиях приведены примеры конфигурации РТК. Нет необходимости самостоятельно подбирать конфигурацию и комплектацию РТК. Следует правильно составить техническое задание на требуемый комплекс и обратиться в компанию-интегратор РТК, которая имеет штат специалистов и

достаточный опыт в роботизации. На запрос предоставляют технико-коммерческое предложение на поставку РТК. Как правило, предложение включает несколько вариантов решения задачи. Остается сделать выбор в пользу одного из них. На рынке Украины работает ряд компаний-интеграторов РТК, таких как ООО НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг). Фирма-интегратор РТК, кроме поставки оборудования, производит монтаж, разрабатывает технологию, обучает персонал заказчика.

♦ Современные РТК, как правило, оснащены выходом USB, что позволяет переносить в память робота программы, созданные при помощи удаленного (offline) программирования. Кроме того, имеется функция подключения к сети Internet для online связи с поставщиком, осуществляющим гарантийное или послегарантийное сопровождение. Как показывает практика, 99 % сбоев комплекса происходит из-за ошибки оператора или программиста РТК (неправильно установленная в РТК деталь, некачественная сборка под сварку, ошибка при создании программы и т.п.). Эти ошибки легко диагностируются и устраняются на месте. Оставшийся 1 % — сбой программы. Диагностика и устранение ошибок производятся дистанционно без потерь времени. В крайне редких случаях требуется выезд специалиста-интегратора на место. Здесь решающий фактор — географическая удаленность и обязательность поставщика. Условия гарантийного или послегарантийного обслуживания должны быть обязательно учтены в договоре на поставку.

Еще несколько доводов в пользу эффективности РТК

Повышение производительности. Один из основных способов обосновать затраты на робота, это сравнить производительность РТК с производительностью, которая имеется на данный момент с применением ручной или полуавтоматической сварки. Во многих случаях сварка роботом выполняется в 2–5 раз быстрее, чем любым другим способом. Это значит, что за каждый час можно выпустить в 2–5 раз больше деталей, чем выпускается сейчас. Например, система тандемной сварки МИГ, которая одновременно использует две дуги, объединенные роботом, может в разы увеличить производительность.

Высокая надежность. Внедрение РТК на производстве позволяет разгрузить цеха, уменьшить потребность в рабочей силе, сделать производство более выгодным. Роботы надежны, они могут работать круглосуточно, без отдыха или обеденного перерыва. К тому же, с роботами можно забыть что такое текучка кадров. Они лояльны к любой компании и не уйдут, после того как будут обучены.

Присутствуют здесь и **социальные моменты**: роботов можно использовать на вредных участках производства (зачистка сварных швов, например), сохраняя здоровье рабочих.

Возможность увеличить объемы. Когда подписан новый контракт или расширен диапазон выполняемых работ, роботы с легкостью справятся с дополнительным объемом. Рабочее пространство, занимаемое РТК, более компактно, чем рабочая зона для ручных работ. По мере расширения производства не приходится волноваться о новых зданиях, аренде или покупке дополнительных площадей.

Гарантированное качество. Высокая точность позиционирования промышленных роботов, постоянство скорости и четкая повторяемость операций обеспечивают надежное качество изделия и устраняют возможность производства брака. С роботами компания инвестирует в товар наперед, без необходимости исправлять дефекты после их возникновения, как это часто бывает с ручной или полуавтоматической сваркой.

Для проверки сварных швов, выполненных роботом, обычно достаточно визуального осмотра. При полуавтоматической или ручной сварке могут понадобиться дополнительные испытания, такие, как виборочный неразрушающий контроль, радиография или цветная дефектоскопия.

Экономия на сварочном материале. При ручной сварке расходуется больше присадочного материала, поскольку сварщику сложно идеально выдержать требуемую геометрию и запас прочности сварного шва. Точность работы робота намного выше: дозированное количество присадочного материала заложено программой. К тому же, при роботизированной сварке меньше разбрызгивания и, как следствие, расход сварочной проволоки ниже на 10–15 %.



Роботизированный комплекс для сварки под флюсом хребтовых балок полувагонов



Роботизированный комплекс сварки промежуточных балок вагонов



Роботизированный комплекс для сварки отопительных котлов



Роботизированный комплекс для сварки бортов самосвалов

Сокращение затрат на обучение. Сегодня на рынке труда не хватает квалифицированных сварщиков. Компании тратят огромные суммы денег на поиск и обучение сварщиков, намного больше, чем они осознают. Сварщики также постоянно должны проходить переподготовку и подтверждать свои навыки. Поэтому некоторые предприятия обеспечивают работников собственными учебными центрами. По сравнению с оплатой труда квалифицированных сварщиков, намного дешевле иметь одного оператора, который будет управлять работой РТК и загружать программное обеспечение (ПО).

Контроль за качеством во время сварки. Современное ПО роботов позволяет улучшить процесс контроля производства, например, ПО слежения за дугой следит, записывает и составляет отчеты с данными сварки в режиме реального времени. Показатели могут поступать в центральную базу хранения через интернет (локальную сеть). Другая программа автоматически исправляет ошибки и обеспечивает быстрое решение проблемы в случае неожиданной ошибки робота, если она возникнет. И в завершение, защита паролем и ведение журнала событий обеспечат текущую сводку любых изменений в процессе роботизированной сварки за определенный период времени. Указанные пакеты ПО разработаны, чтобы помочь компаниям поддерживать высокий стандарт качества даже в случае замены персонала.

Приведенные в статье аргументы помогут специалистам принять обоснованное решение в пользу роботизации производства. Для большинства производителей роботизация и автоматизация должны быть лишь вопросом времени. Если же решается задача установки робота впервые, следует выбрать надежного интегратора, который в тесном сотрудничестве с производственниками разработает систему, соответствующую индивидуальным пожеланиям. Для любого проекта по автоматизации сварки также важны техническая поддержка и обучение. Главные задачи автоматизации и роботизации — снизить производственные затраты и повысить качество сварки.

Будьте уверены, роботы помогут в достижении этих целей!

Научно-производственная фирма «Техвагонмаш» имеет опыт проектирования и изготовления роботизированных сварочных комплексов на базе роботов Fanuc, Kawasaki, Motoman и выполняет полный спектр работ по их внедрению, включающий:

- анализ конструкции изделия на возможность роботизации;
- разработка компоновки робототехнического комплекса;
- разработка и изготовление вспомогательного оборудования: зажимных приспособлений, кантователей, вращателей, порталов;
- разработка технологии и режимов сварки;
- подбор сварочного оборудования и систем слежения;
- разработка систем вентиляции в составе робототехнических комплексов;
- интеграция в комплекс систем позиционирования, слежения и сварочного оборудования;
- обучение;
- сервисное обслуживание.

А. Н. Моторин, В. А. Дорошенко