

КОМПЛЕКСНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА: ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

В.А. Хритин (ООО "ФАМ-Роботикс")

В современном мире все большим интересом пользуются промышленные роботы-манипуляторы, область применения которых очень разнообразна. Рассмотрен опыт компании «ФАМ-Роботикс» в области создания роботизированных комплексов для производителей дверной промышленности, а также для демонстрации новой линии обувной продукции.

Ключевые слова: роботизированные комплексы, инженерные решения, энергоэффективность.

Робот-манипулятор состоит из нескольких основных компонентов. Интеллектуальная часть — контроллер, в котором находятся силовые узлы (блок сервоусилителей, контакторы), материнская плата с процессором и оперативной памятью, дополнительные платы расширения для подключения различных устройств коммутации, сбора информации, передачи данных. Вторую часть робототехнической системы представляет подвижный орган. Так как для задания траекторий движения робота необходимо присутствие оператора в непосредственной близости к манипулятору, то в дополнение к контроллеру подключается выносной пульт — сенсорный экран с клавиатурой и набором переключателей. Главным достоинством промышленных роботов является гибкость при решении производственных задач. Работа достаточно легко включить в работу с уже имеющимся оборудованием (подключение к конвейеру, прессам, печам и другим подвижным механизмам). Для этого в системе предусматриваются различные возможности по передаче, приему и обработке данных: сетевые карты, промышленные интерфейсы Profibus, Modbus, RS-485 и др. Достоинствами промышленных протоколов передачи данных является легкость настройки, защищенность от внешних электромагнитных воздействий и высокая скорость передачи данных. Взаимодействие со всеми протоколами передачи данных, кроме сетевого интерфейса TCP/IP, является опциональным, и заказчик выбирает требуемые опции, исходя из потребностей, не переплачивая за неиспользуемые возможности.

Опционально к роботу подключаются дополнительные оси. В простом варианте ось представляет собой сервоусилитель и серводвигатель с платой расширения дополнительной оси для синхронизации работы с остальными осями робота. Возможно подключение более десятка осей к одному контроллеру робота. Это позво-

ляет роботу управлять и работать в сложной конвейерной системе, в системах с позиционерами, в комбинированных подвижных системах. Также к роботу можно подключать различные специальные датчики (лазерная система сканирования, техническое зрение, дальномеры и т.д.). Многие фирмы-производители изготавливают датчики специально для конкретных моделей роботов, это позволяет быстро включить оборудование в работу без написания сложных алгоритмов и трудоемкой настройки системы.

Рассмотрим несколько робототехнических комплексов, реализованных компанией «ФАМ-Роботикс».

Автоматизация производства металлических дверей

У производителя металлических дверей в связи с приобретением высокопроизводительной линии производства профиля появилась необходимость в быстрой и качественной сварке элементов конструкции и ее последующей сборке. Привлечение множества сварщиков, ввод дополнительных рабочих смен, комплектация дополнительных рабочих мест

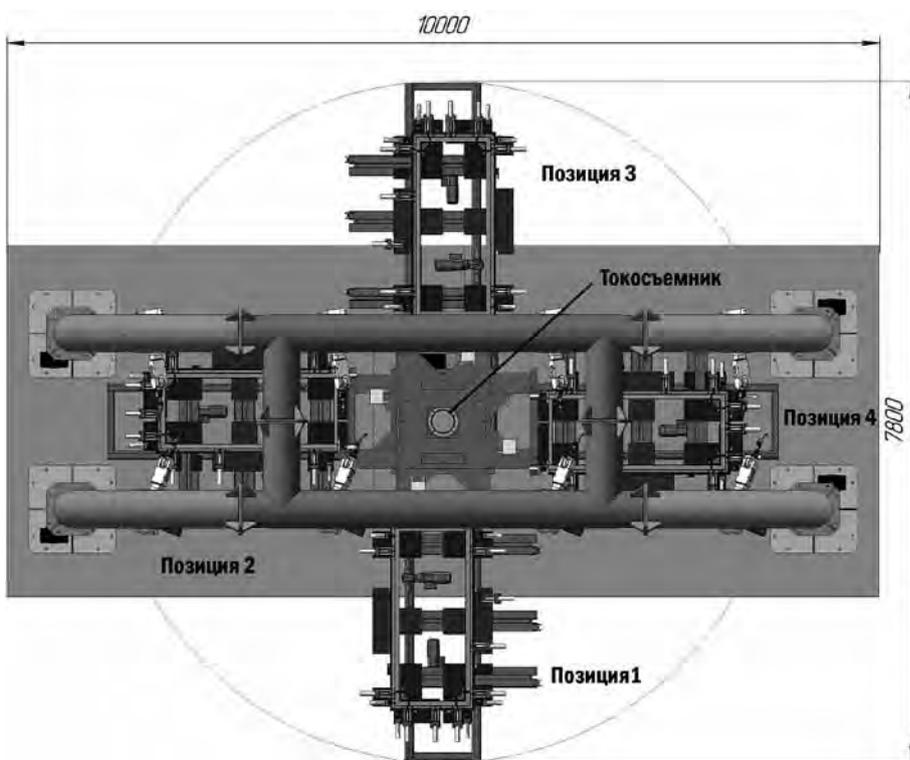


Рис. 1

необходимым оборудованием и расходными материалами сопровождается рядом организационных проблем и финансовыми расходами.

Для решения поставленной задачи выбор был сделан в пользу робототехнического комплекса. Компания-интегратор разработала и предложила четырехпозиционную схему комплекса (рис. 1) на базе промышленных роботов-манипуляторов Kawasaki. В данной схеме две позиции отвечают за сварку изделий, другие две позиции являются зоной загрузки элементов конструкции (позиция 1 — загрузка профиля, выгрузка сваренной двери по завершении цикла сварки; позиция 2 — сварка профиля; позиция 3 — загрузка закладных пластин; позиция 4 — приварка закладных пластин). Над каждой сварочной позицией установлено по четыре робота, закрепленных на кронштейны, которые является частью арочной конструкции.

Сварочные столы с механизмом оснастки крепятся на крестовину, которая в свою очередь фиксируется с помощью болтов к устройству бесконечного вращения, приводимого в движение синхронным двигателем мощностью 7 кВт. Двигатель имеет обратную связь и подключается к сервоусилителю, который установлен в стойке управления. После загрузки профиля в стол № 1 в позиции 1 оператор нажимает кнопку поворота. Крестовина поворачивается по часовой стрелке на 90° и оказывается в позиции 2, где происходит сварка профиля. Далее загружается следующий профиль в стол № 2. После сварки в позиции 2 стол поворачивается и оказывается в позиции 3. Оператор, находящийся в этой позиции, устанавливает закладные пластины. Стол 1 движется к позиции 4, где происходит окончательная сварка пластин. Когда стол 1, пройдя 360°, оказывается снова в позиции 1, два оператора снимают сваренное изделие и устанавливают новые элементы профиля. Весь процесс синхронизирован так, что простоя в работе роботов или операторов практически не происходит. За время установки профиля восемь роботов производят сварку. К моменту установки профиля сварка завершается, происходит поворот и т. д.

Сварочный стол — это две направляющие с оснасткой, приводимые в движение двумя асинхронными двигателями. Перемещаясь, направляющие регулируют по ширине и высоте оснастку для профиля. Сама оснастка представляет собой набор металлоконструкций с установленными пневматическими цилиндрами. Такая реализация позволила существенно сократить время закладки профиля в оснастку. Оператору необходимо лишь установить профиль в оснастке. Далее, по команде оператора цилиндры переходят из положения «разжать» в положение «сжать». Так как все элементы профиля невозможно зажать одновременно, была предложена схема наиболее эффективной последовательности включения пневмоцилиндров. Для этого трубки от пневмоцилиндров установлены в пневмоостров, который управляется по сети Profibus. Это позволяет в нужный момент времени переключать

один или группу пневмоцилиндров и, как следствие, фиксировать профиль в пригодном для сварки положении. Необходимо отметить, что для обеспечения качественной сварки и точной установки профиля в сварочную оснастку от производителя потребовался выпуск элементов профиля с погрешностью $\pm 0,5$ мм.

При прокладке пневматической трассы использовалась трубка диаметром 6 мм с классом огнеупорности UL94-V2. Данная модель трубки имеет хороший радиус изгиба и наименее подвержена деформации при механическом воздействии, а также при попадании на нее горящих частиц при сварочных работах. Однако через 2 месяца использования оказалось, что интенсивность окалины от сварочных работ настолько высока, что на большей части проложенной пневматической трассы появились микротрещины, что привело к травлению воздуха из пневматической системы, дополнительным энергозатратам, а также к менее жесткой фиксации профиля в оснастке.

Для решения проблемы потребовалось закрыть трассу в специальные огнеупорные рукава, установка которых позволила повысить надежность пневматической трассы. В течение года ни рукава, ни пневматическая трубка не были подвержены деформации.

Так как сварочные столы имеют в комплекте ряд электронных компонентов (пневмоостров, управляемый по сети Profibus, датчики наличия заготовки и положения цилиндров, и др.) и асинхронные двигатели, то появилась задача коммутации данных изделий в процессе работы. Так как крестовина со столами вращается только в одном направлении, необходимо было избежать скручивания проводов вокруг оси по мере вращения. Было принято решение установить токосъемник по центру устройства вращения. Провода от стойки управления к токосъемнику были протянуты через полую неподвижную ось авторотора. Ответные провода закреплены на щетках токосъемника. Инженерами компании был выбран один из наиболее недорогих токосъемников, без специальных рекомендаций к использованию высокочастотных сигналов. Тем не менее, данный тип токосъемника отлично справился с задачей по передаче высокоскоростных данных протокола RS-485 и сети Profibus.

При отладке процесса сварки прихваток в режиме «Arc spot» было выявлено, что робот тратит много времени на зажигание дуги. Связано это с алгоритмом работы данного режима. Сначала робот подходит к точке, далее подает ток на сварочную проволоку и выдвигает проволоку к точке сварки. В такой ситуации значительное время тратится на переходные процессы в начале сварки и по ее завершению. Для одной точки данное время измерялось в долях секунды, однако при наличии большого числа свариваемых точек временные потери существенно возрастали. Производство теряло до 30% своей мощности. После ряда экспериментов инженеры обнаружили, что при сварке короткой траектории (задание начала и конца цик-

ла сварки) в 2 мм получается такая же сварочная точка с хорошим проваром. Однако в этом режиме пуск тока происходит до подхода к началу траектории сварки без предварительного замедления робота. Это позволило существенно сократить время сварки.

Сократить время цикла работы комплекса помогли также управляемые цилиндры. После сварки части элементов конструкции нет необходимости держать их в зажатом положении при помощи пневмоцилиндра, поэтому по окончании операции подается сигнал, и шток пневмоцилиндра задвигается в начальное положение. Это позволяет роботу без обхода штока пневмоцилиндра пройти к следующему элементу конструкции, что в свою очередь сокращает траекторию движения робота, а, следовательно, и время цикла.

Решение данных задач позволило производству выйти на максимальную мощность. Существенно сократились затраты на содержание штата квалифицированных сотрудников. Повысилось качество выпускаемой продукции.

Полный цикл сварки дверного производства без участия человека

Следующий проект был реализован также для дверной промышленности. На производстве установлена похожая высокотехнологичная линия по изготовлению дверного профиля и полотна, которая присутствует в примере выше. Помимо сварки профиля дверной коробки осуществляется приварка ребер жесткости к полотну с помощью контактной свар-



Рис. 2

ки. Так как полотно имеет наибольший вес в отличие от других элементов конструкции, было принято решение использовать «робота-загрузчика». С помощью захвата (рис. 2), разработанного инженерами компании, робот надежно фиксирует полотно в захвате. Далее, полотно из специально подвешенного магазина перемещается и устанавливается на сварочный стол. Фиксируется пневматическими зажимами. Производится сварка элементов конструкции к полотну.

Была разработана уникальная технология приварки шарнирных креплений (петель) к коробке и полотну двери. Петли располагаются в специальном магазине, с помощью «робота-петельщика» фиксируются в захвате и подаются к месту сварки. При приварке петли очень важно, чтобы ее не повело из-за термического градиента, возникающего в процессе сварочных работ. Поэтому сначала петля фиксируется на двух прихватках, и только тогда происходит окончательная фиксация сварочным швом.

Промышленные роботы на данном производстве осуществляют целый ряд задач: паллетирование с высокой точностью, дуговая сварка, контактная сварка. Для реализации данного проекта понадобилась серьезная проработка всех этапов производства, позволившая, осуществить полный цикл сварки дверного производства без участия человека. Заказчик планировал иметь минимальный штат сотрудников, в который входят инженеры-наладчики, операторы, водители погрузчика. Отказ от сварщиков высокой квалификации позволил существенно повысить экономическую эффективность комплекса.

Демонстрация обувной продукции

Роботы-манипуляторы активно используются и в повседневной жизни. Один из проектов компании успешно реализован в магазине обуви. Заказчик изъявил желание использовать робота в качестве



Рис. 3

инструмента демонстрации новой линии обувной продукции. Робот манипулятор должен брать обувь с помощью специального захвата. Далее, двигаясь по траектории, робот поворачивает обувь вокруг оси, тем самым демонстрируя продукцию посетителям магазина, возвращается в исходную позицию и переходит к следующей модели обуви. На первый взгляд казалось, что задача крайне простая и не требует специальных инженерных решений. Однако в процессе разработки выяснилось, что обычный пневматический захват не подойдет для данной цели, так как, во-первых, захват подключается к компрессору, который издает весьма неприятный звук и может отпугнуть посетителей магазина, во-вторых, подключение компрессора требует дополнительных энергозатрат.

Инженерами компании был разработан уникальный захват на основе постоянных магнитов. В обувь крепится специальная пластина с установленными на нее четырема магнитами. Магниты расположены по окружности со сдвигом на 90° друг относительно друга. Одна пара противоположных магнитов устанавливается одними полюсами вверх, другая пара — противоположными полюсами относительно первой пары. На фланце робота установлена аналогичная пластина с магнитами. Как известно, магниты противоположными полюсами притягиваются, а одноименными отталкиваются. При соприкосновении пластины на роботе и пластины в обуви осуществляется захват обуви разноименными полюсами магни-

тов (рис. 3). Далее робот проходит заданную траекторию и возвращается в исходную точку. Ставит обувь на место и поворачивает на 90° пластину, установленную на фланце, попадая в область следующих магнитов. Так как полюса следующих магнитов совпадают с полюсами магнитов, установленных на захвате, происходит отстыковка пластин. Подошва прилегает к двум рамкам, расположенным по направлению движения фланца. Тем самым, обувь находится в статичном положении, позволяя роботу осуществить отстыковку захвата и перейти к следующей модели обуви.

Данная схема исключает подключения каких-либо дополнительных источников энергии, что повышает надежность системы и ее экономическую эффективность. На проработку и реализацию проекта потребовалось 2 недели.

Заключение

На сегодняшний день существует множество промышленных роботов от разных производителей. Увеличивается и число компаний, осуществляющих разработку, интеграцию и сопровождение робототехнических систем. Однако одной из главных задач при проработке робототехнических комплексов является поиск простых и в то же время надежных решений в кратчайшие сроки. При этом необходимо уделять внимание таким аспектам, как эргономичность, экономическая эффективность, простота и надежность работы комплексов промышленной автоматизации.

*Хритин Владимир Александрович — заместитель начальника технического отдела ООО "ФАМ-Роботикс".
Контактный телефон (812) 325-00-31.
E-mail: info@fam-robotics.ru*

На заводе «Сименс Технология Газовых Турбин» протестирован новый станок Speedram 2000 Pama

На заводе ООО «Сименс Технология Газовых Турбин» протестировали новый горизонтально-фрезерный расточный станок Speedram 2000 Pama для обработки ротора и деталей корпуса газовых турбин для изготовления крупных деталей, говорится в полученном deMetallo сообщении компании.

В ходе тестового запуска станок произвел первую обработку металла. Далее планируется технологическая подготовка производственной площадки для освоения производства деталей ротора и статора.

В рамках локализации производства газовых турбин на данном предприятии Сименс наладит изготовление компонентов газотурбинных установок (ГТУ), механическую обработку комплектующих ротора и статорных узлов, говорится в сообщении.

ООО «Сименс Технологии Газовых Турбин» — совместное предприятие Сименс и ОАО «Силовые машины», создано в 2011 г. Занимается разработкой газовых турбин, локализацией производства, сборкой, продажей, управлением проектами и обслуживанием газовых турбин России и СНГ.

<http://www.demetallo.com>

Компании «Мастер-Сервис Метролоджи Групп» и Alicona представляют на выставке «Металлообработка-2015» уникальное решение для контроля параметров поверхности и микрогеометрии

Уникальность оборудования состоит в сочетании высокоточного сенсора Alicona, основанного на принципе изменения фокусного расстояния и робота, управляющего сенсором,

которое позволяет оперативно контролировать параметры поверхности объекта в различных точках в полностью автоматическом режиме с точностью до десятков нанометров.

<http://www.demetallo.com>

Производственная компания Ерфрез (Армения) продемонстрирует на выставке «Металлообработка» работу широкоуниверсальный фрезерного станка модели 67E25ПФ1

Станок предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ в различных плоскостях и под различными углами в широком диапазоне режимов резания. Технические характеристики модели 67E25ПФ1, широкий ряд частот вращения

шпинделя и подач, наличие механических подач и ускоренных перемещений обуславливает экономичную обработку различных деталей из различных материалов за счет применения высоких режимов резания и снижения вспомогательного времени.

<http://www.demetallo.com>