

**УДК 621**

Игнатова А.Ю., студент гр. МРм-231  
Научный руководитель: Кизилев С.А.<sup>1,2</sup>, старший преподаватель  
(<sup>1</sup>КузГТУ), научный сотрудник (<sup>2</sup>ФИЦ УУХ СО РАН)

Ignatova A.Yu., student  
Kizilov S.A.<sup>1,2</sup>, senior lecturer (1KuzGTU), researcher (2FRC UUN SB RAS)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ  
ДЛЯ ОБЕСЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА  
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

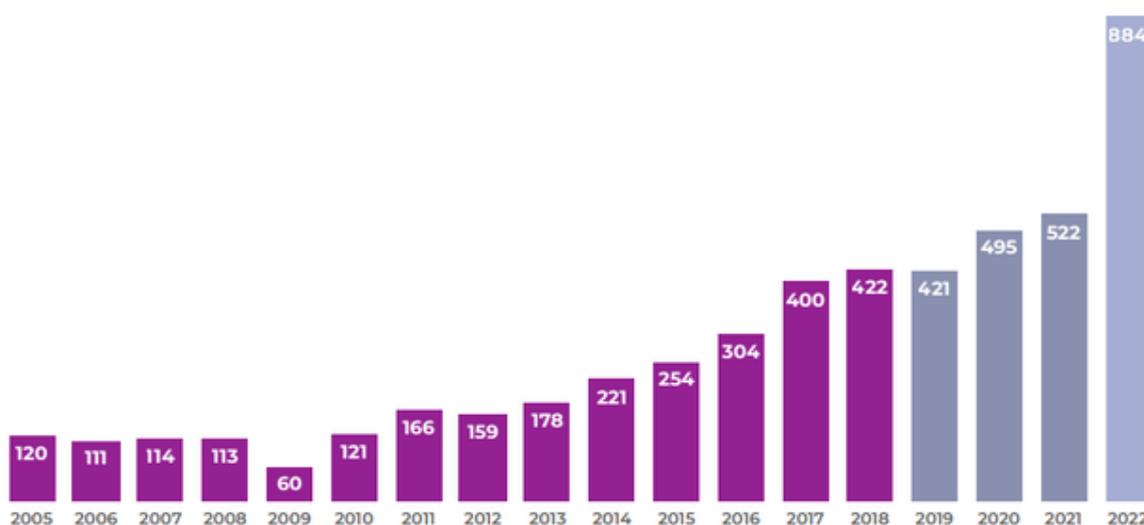
**APPLICATIONS OF INDUSTRIAL ROBOTS IN ENGINEERING**

Перспективно и своевременно применение на современных предприятиях, в т.ч. машиностроительного комплекса, промышленных роботов и робототехнических комплексов.

В современном машиностроительном производстве роботы обеспечивают комплексную автоматизацию, последовательное сокращение и в некоторых случаях полностью исключают ручной труд, что способствует более эффективному использованию трудовых ресурсов на предприятии [1].

Но самое важное – применение роботов позволяет исключить участие человека в выполнении операций в технологических процессах, связанных с опасными и вредными условиями труда, при высоком давлении, агрессивной газовой среде, повышенной температуре.

В 2022 году объем мирового рынка промышленных роботов оценен в 15,7 млрд. долларов [2]. На рис. 1 показаны мировые продажи промышленных роботов и прогноз их роста (тыс. шт.) [3].



*Рис. 1. Мировые продажи промышленных роботов*

Промышленные роботы широко используются литейном производстве. Роботы участвуют во всех операциях технологического процесса литья - от сборки форм и заливки жидкого металла до обрубки литниковых систем и очистки отливок, что увеличивает производительность, точность, обеспечивает безопасность работ, повышает коэффициент использования основного оборудования, заменяет труд рабочих, избавляя их от тяжелой работы во вредных условиях.

В процессах обработки металлов давлением промышленные роботы нашли наибольшее применение в операцияхковки, штамповки, прессования. Роботы способны в течение длительного времени переносить раскаленные тяжелые заготовки с высокой скоростью, работая в агрессивной среде. Рука робота способна, например, обеспечить четкое фиксирование заготовки в полости штампа, особенно при многоручьевой штамповке.

Сварочные работы промышленные роботы освоили одними из первых и до сих пор продолжают совершенствоваться в их выполнении.

Сварочный робот представляет собой сложную систему, состоящую в основном из двух элементов, в числе которых манипулятор и сварочное устройство. Роботизированное сварочное устройство, по существу, представляет собой сварочную установку, прикрепленную к манипулятору робота.

Сам манипулятор представляет собой сложную механическую систему, состоящую из многих компонентов, в числе которых основными являются: рука манипулятора, состоящая из нескольких суставов, которые могут двигаться в разных направлениях, что позволяет роботу достигать различных точек в пространстве, и контроллер, который является управляющим элементом промышленного робота и отвечает за программирование движений и параметров робота.

Компонентами сварочного устройства являются

1. Сварочная головка - это часть устройства, которая создает дугу или тепло, необходимое для сварки. Обычно он изготавливается из меди или другого термостойкого материала и может быть предназначен для выполнения различных видов сварки.

2. Источник питания: обеспечивает электроэнергию, необходимую для создания дуги. Обычно он располагается снаружи робота и подключается к сварочной головке кабелем.

3. Устройство подачи проволоки представляет собой устройство, подающее сварочную проволоку в сварочную горелку. Проволока расплавляется и используется для создания сварного шва.

4. Контроллер является мозгом сварочного устройства и отвечает за параметры сварки. Контроллер получает данные от датчиков и использует

эту информацию для настройки движений робота и параметров сварки в режиме реального времени.

5. Датчики используются для контроля процесса сварки и обеспечения обратной связи с контроллером. Датчики могут обнаруживать изменения сварочной дуги, измерять расстояние между сварочной горелкой и заготовкой и контролировать качество сварного шва.

Существует несколько типов автоматизированной сварки, каждый из которых подходит для различных сварочных работ. Наиболее распространенные виды сварки:

1. Дуговая сварка - это один из самых распространенных типов сварки, в котором используется электрическая дуга для расплавления и сплавления металлических деталей.

2. Сварка сопротивлением - это тип сварки, в котором для создания сварного шва используется давление и электрическое сопротивление.

3. Лазерная сварка - это тип сварки, при котором используется высокоэнергетический лазерный луч для плавления и сплавления металлических деталей. Он используется в случаях, требующих высокой точности и аккуратности.

4. Электронно-лучевая сварка. Электронно-лучевая сварка - это тип сварки, в котором используется пучок высокоэнергетических электронов для расплавления и сплавления металлических деталей.

5. Сварка трением. Сварка трением - это тип сварки, в котором для создания сварного шва используется трение и давление. Используется для сварки алюминиевых деталей.

Принцип работы сварочного робота основан на перемещении манипулятором сварочной горелки, пока та выполняет сварку. Общий принцип работы:

1. Подготовка. Перед началом сварки заготовку необходимо правильно подготовить. Это может включать очистку свариваемых поверхностей и фиксацию заготовки на месте

2. Программирование: Сварочный робот запрограммирован на выполнение требуемых сварочных задач. Это включает в себя создание серии инструкций, которые сообщают роботу, куда двигаться, как расположить сварочную горелку и какие параметры сварки использовать.

3. Позиционирование: после того, как робот запрограммирован, он располагается рядом с заготовкой.

4. Сварка: робот начинает процесс сварки, устанавливая сварочную горелку на правильном расстоянии от заготовки. Затем активируется сварочная горелка, и робот начинает перемещать ее по траектории сварки, расплавляя и сплавливая металлические детали.

5. Мониторинг: на протяжении всего процесса сварки робот использует датчики для контроля сварочной дуги, расстояния между сварочной горелкой и заготовкой и других параметров. Эта информация используется

для настройки параметров сварки в режиме реального времени и обеспечения высокого качества сварного шва.

6. Завершение: по завершении сварки робот останавливает сварочную горелку и отходит от заготовки.

Роботизированная сварка имеет ряд преимуществ по сравнению с ручной сваркой, в том числе:

1. Повышенная производительность. Сварочные роботы могут работать непрерывно без перерывов или отдыха, что приводит к повышению производительности. Кроме того, сварочные роботы могут выполнять сварочные задачи намного быстрее, чем сварщики люди, что приводит к повышению производительности и сокращению времени производства.

2. Улучшенное качество сварки. Сварочные роботы могут выполнять сварку с высокой точностью и аккуратностью, в результате чего сварные швы становятся более однородными и имеют меньше дефектов. Кроме того, сварочные роботы могут контролировать процесс сварки в режиме реального времени и при необходимости вносить коррективы, что обеспечивает более высокое качество сварных швов.

3. Снижение трудозатрат. Сварочные роботы могут выполнять сварочные работы практически без участия человека, что приводит к снижению трудозатрат.

4. Повышенная безопасность. Сварочные роботы могут работать в опасных условиях, что снижает риск получения травм сварщиками.

Роботизированная покраска находится на втором месте после автоматизированной сварки (по количеству занятых промышленных роботов).

Покрасочные роботы-манипуляторы – это автоматические устройства, которые предназначены для автоматизированного выполнения лакокрасочных работ (нанесение красок и прочих подобных покрытий на детали различных форм, размеров и материалов).

По сравнению с человеком, покрасочные роботы характеризуются высокой эффективностью окраски и точностью дозирования краски. Это делает их незаменимыми в массовом производстве.

Как правило, эти роботы изготавливаются из алюминиевых конструкций, поскольку это позволяет снизить энергопотребление и, соответственно стоимость оборудования. Кроме уменьшения потребления электроэнергии, использование алюминия при изготовлении покрасочных роботов обеспечивает дополнительную защиту от возгорания из-за отсутствия образования искр, и роботы, построенные из алюминия, легко поддаются очистке. Еще одной конструктивной фишкой некоторых покрасочных роботов является их полое запястье, в котором располагается проводка и подводящие трубки с краской. Это решение позволяет исключить некоторые деформации и продлить эксплуатационный срок машины. Ну и поскольку распыление различных красок и покрытий является потенциально опасным мероприятием,

поэтому большинство роботов изготавливается во взрывоопасном исполнении, дабы исключить весьма неприятные ситуации на производстве.

Широкое применение получили промышленные роботы в клеевой технологии. Клеевые работы могут выполняться кистью или краскопультом, а также тепловым пистолетом (для горячеплавленных клеев). Робот выполняет клеевые работы производительнее, качественнее и точнее человека, обеспечивая нанесение равномерного по ширине и толщине слоя клея на поверхности любой конфигурации, точное взаимное расположение склеиваемых поверхностей и равномерную сдавливающую нагрузку с необходимой выдержкой. При этом для робота никакого значения не имеет вредность условий работы.

Самой ответственной стадией машиностроительного производства является сборочный процесс. В настоящее время роботы освоили технологию сборочного производства - например, успешно работают автоматические системы роботов-манипуляторов по сборке трансформаторов, отдельных узлов автомобилей, интегральных микросхем и т.д. Наиболее перспективны так называемые гибкие (программируемые) сборочные системы, обеспечивающие высокое качество процесса сборки и производительность при возможности быстрого изменения технологии сборки с переходом на выпуск новой продукции.

Кроме вышеперечисленных основных областей использования промышленных роботов в машиностроении, они нашли широкое применение и на вспомогательных работах: при упаковке, укладке, загрузке-разгрузке и т.д.

В современных условиях актуально использовать роботов на предприятиях не как отдельные элементы технологии, а создавать полностью роботизированные производственные линии.

При проектировании роботизированных линий нужно соблюдать определенные условия, которые позволяют оптимизировать производство:

1. Завершенность технологического процесса. Нужно создавать линии, которые могут полностью завершить цикл производства детали без передачи в другие подразделения.

2. Желательно свести к минимуму количество промежуточных операций, для получения наибольшей производительности.

3. Экономичность. На производство нужно расходовать наименьшее количество материалов и времени, не жертвуя при этом качеством продукции

4. Наилучшим показателем для роботизированной линии является возможность быстрого перехода от производства одной продукции к другой.

В последнее время роботы начинают применять и в других отраслях: при производстве изделий из пластмасс, в промышленности строительных материалов, в легкой и пищевой промышленности и даже в сельском

хозяйстве. Известны, например, конструкции роботов для работы в садах, ягодниках, роботов-животноводов и т.д.

### Список литературы:

1. Орлов Н.В. Внедрение промышленных роботов в современном машиностроительном производстве / Сборник статей ВНИИ Машиностроение: новые концепции и технологии. – Сибирский гос. Университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, 2019. – С. 287-290.
2. Промышленные роботы. [Электронный ресурс]: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения 12.08.2023).
3. Прогнозы, статистика в области промышленных роботов. [Электронный ресурс]: <http://robotrends.ru/robopedia/novosti-prognozy-statistika-v-oblasti-promyshlennyh-robotov> (дата обращения 12.08.2023).

### References

1. Orlov N.V. Implementation of industrial robots in modern machine-building production / Collection of articles VNIIPK Mechanical engineering: new concepts and technologies. - Siberian state. University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, 2019. - S. 287-290.
2. Industrial robots. [Electronic resource]: <https://www.tadviser.ru/index.php> (accessed 12.08.2023).
3. Forecasts, statistics in the field of industrial robots. [Electronic resource]: <http://robotrends.ru/robopedia/novosti-prognozy-statistika-v-oblasti-promyshlennyh-robotov> (Accessed 08/12/2023).