

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.26

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ

RESEARCH ON THE APPLICATION OF ROBOTIC TECHNOLOGIES IN PRODUCTION

**S. Orekhov
N. Zaichikov
K. Petrukhin
E. Shiryaeva
A. Skadin**

Summary. The purpose of this work is to study the application of robotic technologies in production. In this paper analyzes the structure and values of the global robotics market, discusses ways to automate production, and provides advantages of using robotic systems in production.

Keywords: robotic systems, flexible production modules, flexible production complexes, flexible automated production, computer-aided design systems, automated production management system, robotic technological complexes.

Орехов Сергей Юрьевич

Старший преподаватель, Калужский филиал
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)
serg31057@mail.ru

Зайчиков Никита Евгеньевич

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
zanik.2000@inbox.ru

Петрухин Константин Андреевич

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
farlatov.maxim@yandex.ru

Ширяева Елизавета Дмитриевна

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
lady.eliza99@yandex.ru

Скадин Артём Владимирович

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
a.skadin@mail.ru

Аннотация. Цель данной работы заключается в исследовании применения робототехнических технологий в производстве. В работе анализируется структура и показатели мирового рынка робототехники, рассматриваются способы автоматизации производства, приводятся преимущества применения робототехнических систем в производстве.

Ключевые слова: робототехнические системы, гибкие производственные модули, гибкие производственные комплексы, гибкие автоматизированные производства, системы автоматизированного проектирования, автоматизированная система управления производством, роботизированные технологические комплексы.

Широкое распространение в производственной деятельности человека получили сегодня промышленные роботы. Они служат одним из эффективнейших средств механизации и автоматизации транспортных и погрузочных работ, а также многих технологических процессов[2].

Идея замены человеческого труда машиной известна с древних времен. Промышленный робот стал еще одним шагом в развитии гибкой автоматизации для оптимизации производства с возможностью не только постоянно повторять одни и те же операции с гарантированной точностью, но и с возможностью простого перепрограммирования в случае изменения производственной программы пользователя.

Концепция начинается с простых рабочих мест, где робот оснащен позиционером для размещения приспособлений и позиционирования деталей на двух или более станциях, для всей роботизированной производственной линии, где функция приспособлений, включая загрузку и разгрузку деталей, решается роботами.

Важными помощниками в мире современной автоматизации в настоящее время являются широко используемые вспомогательные системы, такие как системы визуализации или камеры, которые позволяют роботам удалять и манипулировать крупными деталями.

Автоматизация промышленности во многом связана с процессом интеграции робототехнического оборудования, позволяющего автоматически выполнять разные операции.

Сварка и резка. Роботы используются в металлургической сфере и на автомобильных предприятиях. Пока человеческие операторы делают подготовительную работу, машины регулируют и выполняют сварку (Рис. 1). При этом исключены человеческие риски ожогов и отравлений.

Сборка. Агрегаты на сборочных линиях встречаются в пищевой, автомобильной промышленности, машиностроительных предприятиях и т.д. Роботы уменьшают время ожидания и производства, увеличивают скорость и точность сборочного конвейера.

Упаковка и паллетизация продукции. Более быстрой и эффективной считается упаковка товаров тогда, когда они только сходят со сборочного конвейера. У роботов не теряется сноровка и гибкость при выполнении сотни последовательных действий. Поэтому такая техника востребована в обрабатывающих отраслях промышленности (Рис. 2).

Машины могут выполнять и другие задачи. В тех отраслях, где важна чистота окружающей среды, задействованы роботы-уборщики. Космическая и текстильная промышленности используют водоструйную робототехнику для того, чтобы отрезать и просверлить материалы.

Уровень и способы автоматизации производства существенно зависят от его вида и масштабов, и если в массовом и крупносерийном производстве наиболее оправданным является использование автоматических линий, то в среднесерийном и мелкосерийном и единичном производстве комплексная автоматизация стала возможной с появлением ПК, станков с ПУ и промышленных роботов.

На базе технологического оборудования с ПУ и промышленных роботов komponуются многономенклатурные линии, участки, цеха, получившие название гибкого автоматизированного производства (ГАП).

Основным принципом построения таких гибких производств является модульность. Автоматизация гибкого производства развивается от простого к сложному — первоначально создаются и внедряются гибкие производственные модули (ГПМ), на их основе строятся гибкие производственные комплексы (ГПК) и, наконец, ГАП.

Дальнейшим их развитием является создание практически безлюдного автоматического производства, где гибкие автоматизированные производства дополняются системами автоматизированного проектирования (САПР) выпускаемых изделий и технологической подготовки их производства, планирования и диспетчерского управления (АСУП).

Основной структурной единицей гибких производственных модулей любой сложности являются роботизированные технологические комплексы (РТК), которые могут быть образованы на основе одного промышленного робота, обеспечивающего индивидуальное или групповое обслуживание состыкованного с ним оборудования или законченный цикл обработки изделия (например, сварки), либо на базе нескольких промышленных роботов, выполняющих взаимосвязанные операции.

По оценке аналитического агентства по исследованию рынка «Research and Markets» [3], мировой рынок промышленных роботов (не включающий стоимость компонентов, программного обеспечения и системный инжиниринг) в 2018 году достиг объема в 16,9 млрд. долл. Ожидается, что среднегодовые темпы роста рынка в период с 2019 по 2024 гг. составят 12%, а объем достигнет 31,7 млрд. долларов. По объемам отгруженной продукции в 2018 году в мире установлено 420 тысяч ро-



Рис. 1. Плазменная резка с использованием робота Fanuc

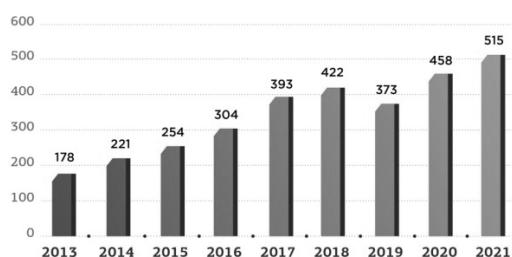


Рис. 3. Количество устанавливаемых промышленных роботов в мире (2013—2019 гг., 2020–2021 гг.— прогноз, тыс. ед.)

ботов. Данный показатель, по оценкам экспертов, будет расти в темпе 12,7% в год и достигнет 774 тысяч роботов в 2024 году.

Объем мирового рынка промышленной робототехники в целом в 2018 году составил 45,7 млрд. долларов. По прогнозам аналитиков, в 2024 году этот показатель достигнет отметки в 69,8 млрд. долларов, с темпом роста 7,8% в год.

Однако в конце 2019 года также «Research and Markets» скорректировали оценку и прогноз, согласно которым объем рынка индустриальных роботов в 2018 году составил 48,7 млрд. долл., в 2024 году объем увеличится до 75,6 млрд. долл. при среднегодовом темпе роста 9,2%, согласно новому прогнозу. По мнению аналитиков, ключевым драйвером рынка станет сокращение квалифицированных кадров на производствах, что приведет к росту автоматизации и популярности коллаборативных роботов.

В конце 2020 года, по оценке Всемирной ассоциации робототехники (International Federation of Robotics (IFR)) (Рис. 3), количество промышленных роботов, установленных в 2018 году, составило 422 271 единицу, а объем



Рис. 2. Упаковочный процесс с использованием ПТС

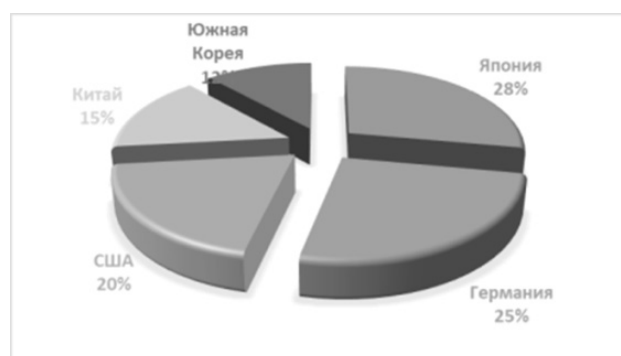


Рис. 4. Данные PwC

рынка достиг 16,5 млрд. долл. (без учета компонентов и системного инжиниринга). Продажи промышленных роботов в 2019 году сократились в количественном выражении на 12% по отношению к 2018 году, с 422 до 373 тысяч единиц. При этом суммарное количество роботов, находящихся в эксплуатации, составило 2,7 млн. единиц.

Внедрение робототехники в промышленное производство — всемирная тенденция, которая лежит в основе четвертой промышленной революции или индустрии 4.0. По данным «PricewaterhouseCoopers» (PwC)[1], Япония и Германия лидируют по количеству патентов и лицензий на робототехнику и автономные системы (24% и 22% соответственно), в то время как в США сосредоточено 17% патентов всего мира, а в Китае и Южной Корее — 13% и 10% соответственно. Основными производителями на рынке Германии в сфере роботизации и автоматизации выступают Siemens, FestoRobotics и KUKARobotics (Рис. 4).

Выводы

В результате роботизация становится основным инновационным процессом современной экономики, уве-

личивая не только объемы производства развитых стран, но и снижая издержки при изготовлении промышленной продукции (автомобилей, стали, пластмассы и т.д.). Согласно исследованиям группы «BostonConsultingGroup» (BCG) происходит процесс снижения издержек на рабочую силу, и, наоборот, увеличивается уровень KPI сотрудников компаний, где используются роботы.

Многочисленные обследования условий труда показывают, что около 30% работающих испытывают неблагоприятное воздействие шума; 30% должны работать по строго регламентированному режиму; 25% подвергаются воздействию сырости, жары или холода; 20% трудятся в физически неудобном положении или находятся в условиях дыма и испарений; 20% вынуждены затрачивать большие физические усилия; 15% работают в ночное время.

Указанные стресс-факторы часто действуют в совокупности, поэтому около 40% рабочих испытывают одновременное воздействие двух, а около 25% — трех и более факторов. Соответственно внедрение робототехники дает существенное сокращение доли ручного, тяжелого, вредного и утомительного труда (социальный фактор).

Кроме того, изменился характер производства — около 80% изделий изготавливается малыми сериями. Автоматизация производства, поэтому становится одним из существенных рычагов повышения производитель-

ности труда в мелкосерийном производстве (экономический фактор).

Робототехника позволяет решить проблемы двух- и трехсменной работы, повысить коэффициент загрузки оборудования и ритмичность его работы, улучшить качество изделий и снизить их себестоимость, в первую очередь при мелкосерийном производстве.

Она создает предпосылки для перехода к качественно новому уровню — созданию гибких автоматизированных производственных систем, допускающих возможность быстрой переналадки для выполнения операций с другой последовательностью и характером действий и работающих с минимальным участием человека.

Также исследования показывают, что при использовании на отдельных операциях один промышленный робот в зависимости от сменности работы заменяет 1–3 рабочих, повышает производительность труда на 60–80% и снижение затрат на подготовку производства на 45–50%.

При групповом использовании эффективность промышленных роботов резко возрастает: производительность увеличивается не менее чем в 3–5 раз, а в отдельных случаях в 8–10 раз, относительно уменьшаются капитальные вложения и расходы на обслуживание, повышаются интенсивность и ритмичность производства, сменность, качество продукции, сокращается количество брака.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, А.Д. Экономическая эффективность внедрения роботов-манипуляторов в промышленное производство в развитых странах / А.Д. Кузнецова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 40 (278). — С. 58–60. — URL: <https://moluch.ru/archive/278/62770/> (дата обращения: 20.03.2022).
2. Применение робототехники в промышленности // Техника и системы автоматизации URL: <https://tsa.su/news/primenenie-robototekhniki-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире // DelovoyProfil URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/> (дата обращения: 25.02.22).

© Орехов Сергей Юрьевич (serg31057@mail.ru), Зайчиков Никита Евгеньевич (zanik.2000@inbox.ru),
Петрухин Константин Андреевич (farlamov.maxim@yandex.ru), Ширяева Елизавета Дмитриевна (lady.eliza99@yandex.ru),
Скадин Артём Владимирович (a.skadin@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»