

Применения роботов в литейном производстве по опыту Лаемре

В статье приводятся повышающие тренды использования роботов; преимущества их применения — производительность, точность, повторяемость, исключение «человеческого фактора» и т.д.; примеры их применения для решения технологических задач в условиях современного литейного производства.

Ключевые слова: автоматизация и роботизация литейного производства, стержневые машины, Coldbox-Амин-процесс, модернизация литейного производства, современные тенденции применения роботов

The article deals with growing trends of industrial robots application, gives description of its advantages (productivity, precision, reproducibility, elimination of human factor etc.) and examples of its use by solving technological tasks in conditions of modern foundry production.

Keywords: automation and robotization of foundry production, coremaking machines, Coldbox-Amine-process, modernization of foundry production, modern trends in use of robots

В соответствии с технической рекомендацией № 2860 Немецкого Общества Промышленников (VDI) под понятием «робот» понимается универсально применяемое устройство со многими степенями свободы движения, которое выполняет предварительно запрограммированную последовательность движений в автоматическом режиме, т.е. без влияния прилагаемого извне усилия и, следуя траектории движения, которая четко определена сигналами от соответствующих позиционирующих датчиков [1]. Российский ГОСТ 25686—85 определяет, что робот — это «автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций»

Краткая историческая справка

Общеизвестны славянские корни термина «робот» (чешский писатель Карел Чапек применяет в 1921 г. впервые слово «робот» в своем романе «Универсальные роботы Росума», как производное от слова «работа» [2—5]). Предполагается, что еще в 15-ом веке Леонардо да Винчи занимался разработкой первых примитивных прототипов роботов. Но вещественных доказательств этого предположения

пока нет. Скорее всего, все возможные доказательства уничтожены самым Леонардо, чтобы избежать преследования со стороны католической церкви [2—5].

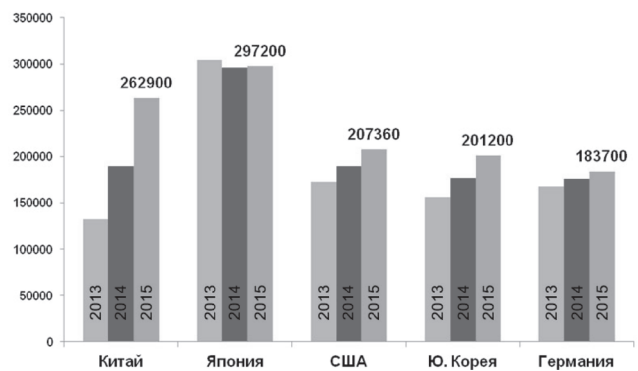
Первый «промышленный робот» назывался «Юнимейт» и был разработан в 1958 г. основанной Джо Энгелбергером американской компанией Unimation Inc.. «Юнимейт» первоначально применяли на поточных линиях производства кинескопов для телевизоров. А начиная с 1961 г. модифицированные варианты робота «Юнимейт» стали внедрять на автомобильном концерне General Motors для выполнения грузоподъемных операций. Уже в то время рука робота имела возможность поднимать грузы весом до 2 т [2—5].

Применение промышленных роботов в мире

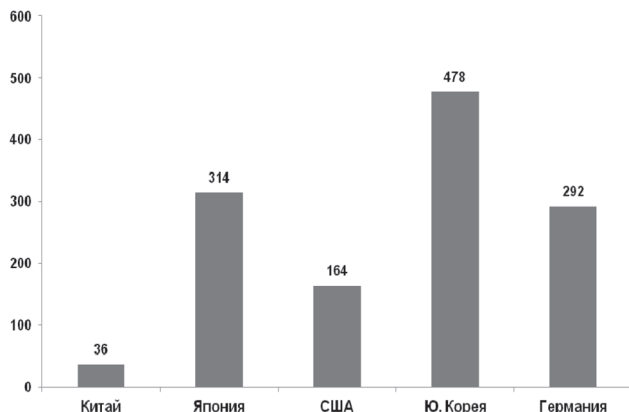
К концу 2014 г. общее количество промышленных роботов, применяемых в различных производственных процессах, превысило 1,5 миллиона. 70% из них находились на территории всего пяти стран, а именно на заводах Китая, Японии, США, Южной Кореи и Германии (диагр. 1).

Самый мощный рост в области применения промышленных роботов, начиная с 2010 г., показывает Китай, где динамика сбыта только за период 2014—2015 гг. превысила 56%!!!

Но по плотности применения промышленных роботов лидирует Южная Корея (478 роботов на



Диагр. 1. Количество промышленных роботов, применяемых в 2013—2015 гг. на территории пяти лидирующих стран мира (по данным Международной Организации по Роботам IFR [6])



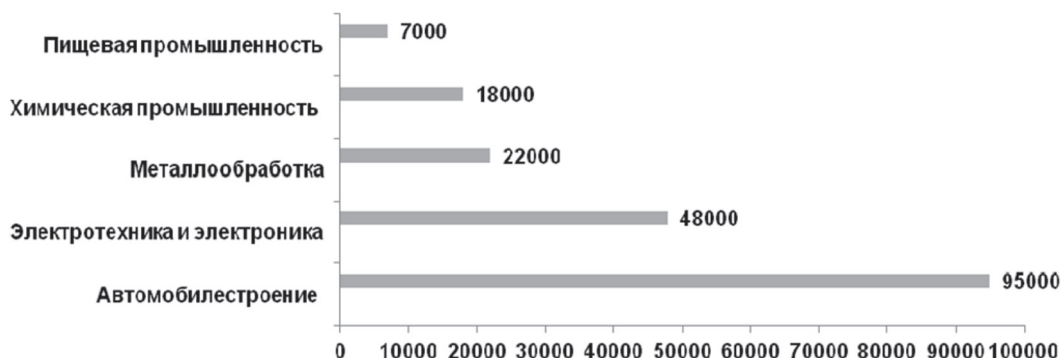
Диагр. 2. Плотность применения промышленных роботов в 2014 г. на территории пяти лидирующих стран мира (по данным Международной Организации по Роботам IFR [6])

10 000 человек), а Китай занимает всего пятое место, отставая более чем в 13 раз от мирового лидера, и почти в два раза от среднего мирового уровня — 66 роботов на 10.000 человек (диагр. 2) [4—6].

Производство промышленных роботов уже давно является автономной отраслью промышленности. По данным Международной Организации по Роботам (IFR) мировой капиталоборот в результате сбыта промышленных роботов в 2014 г. превышал 32 млрд долларов США [6].

Как показывает диаграмма 3, основная отрасль применения промышленных роботов — автомобильная промышленность. За период 2010—2014 гг. годовая динамика внедрения роботов в автомобильной промышленности повысилась на 27%!!! [5—6].

Доминирующая операция на монтажно-сборочных линиях заводов мирового автопрома, которая еще начиная с конца 70-х годов прошлого века осуществляется с массовым применением промышленных роботов — точечная сварка [4—6].



Диагр. 3. Основные области внедрения промышленных роботов в 2014 г. в мире (по данным Международной Организации по Роботам IFR [6])

Применение промышленных роботов экономически оправдано в таких производственных процессах, при которых:

- ручной труд не может конкурировать с роботом по точности, скорости и частоте выполняемых операций,
- условия труда неприемлемы (например, недопустимо высокая весовая нагрузка, опасное газо-выделение, излучение),
- высокий уровень автоматизации по социальным причинам и/или по причинам, которые вытекают из действующего законодательства, не может быть ручным.

Согл. анализу, проведенному Питером Горлом и Эндрю Клайвом в 2016 г., в результате применения промышленных роботов в различных отраслях промышленности, и особенно в автомобильной промышленности, было создано от 750 000 до 1 000 000 новых рабочих мест [7].

Применение промышленных роботов в литейной промышленности

Литейная промышленность со своей специфической организацией труда и ограниченной экологичностью представляет особый интерес для применения промышленных роботов.

Роботы в литейном производстве применяются успешно:

- на стержневых участках (например, для съема, последующей обработки отдельных стержней, сборки стержней в пакет, для перемещения стержней, стержневых форм и/или пакетов с одной транспортной системы на другой и др.),
- на формовочных участках (например, для простановки стержней и стержневых пакетов в нижнюю форму, для склеивания восковых моделей, а также для простановки керамических форм в жакеты при методе литья по выплавляемым моделям и др.),

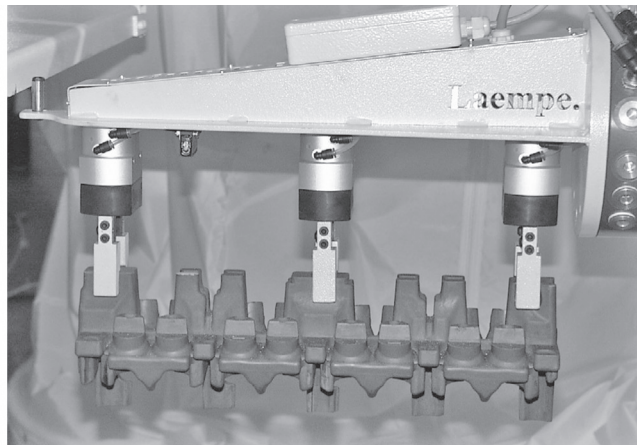
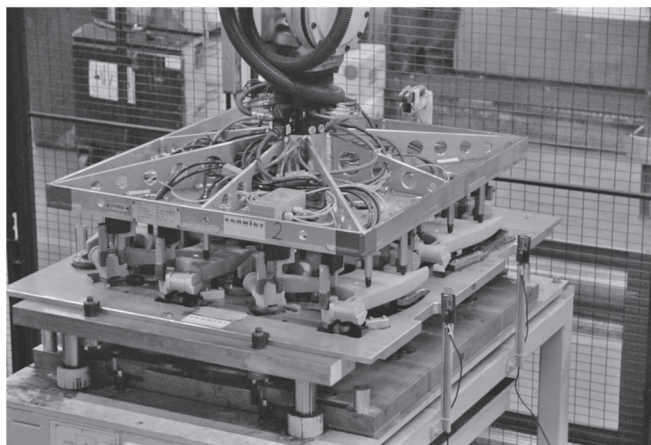


Рис. 1. Многофункциональные захваты для съема и перемещения стержней

- на участках заливки (для перемещения расплава и заливки кокильных форм или пресс-форм для литья под давлением при алюминиевом литье),
- на участках обрубки и обрезки литниково-прибыльных систем,
- на участках поверхностной обработки отливок (дробеструйная очистка, лакокрасочная обработка поверхностей отливок и др.)
- на участках мехобработки отливок,
- на участках контроля качества отливок (например, для проверки геометрической точности отливок, а также для проверки герметичности и т. пр.) [8—10].

Примеры применения роботов на стержневых участках по опыту Laempe

Фирма *Laempe, Германия* — мировой лидер в области разработки и поставки современных стержневых технологий и оборудования для литейных заводов. Основными заказчиками *Laempe* являются в основном заводы, выпускающие литые автокомпоненты (блоки, головки, тормозные диски, коллекторы газовых каналов).

Для активной работы с автомобильными концернами *Laempe* еще 20 лет назад создала современный монтажно-сборочный завод и базу развития, а также отдел с программистами для обучения роботов для крупных проектов, которые обычно связаны с высоким уровнем автоматизации.

Конструкторский отдел *Laempe* разрабатывает сложнейшие многофункциональные захваты и другие периферийные устройства для решения таких технологических задач, как, например, съем и последующая обработка стержней роботами. За массовое внедрение роботов в литейной промышленности фирма *Laempe* еще в 2003 г. получила приз от ведущего производителя промышленных роботов — компании *ABB*.

Основные операции со стержнями, для которых *Laempe* разрабатывает и поставляет комплексные решения для решения технологических задач:

- съем стержней с пескострельного автомата, конвейера, склада и т. д.,
- поверхностная очистка поверхностей стержней,
- нанесение противопопригарной краски как окунанием, так и распылением,

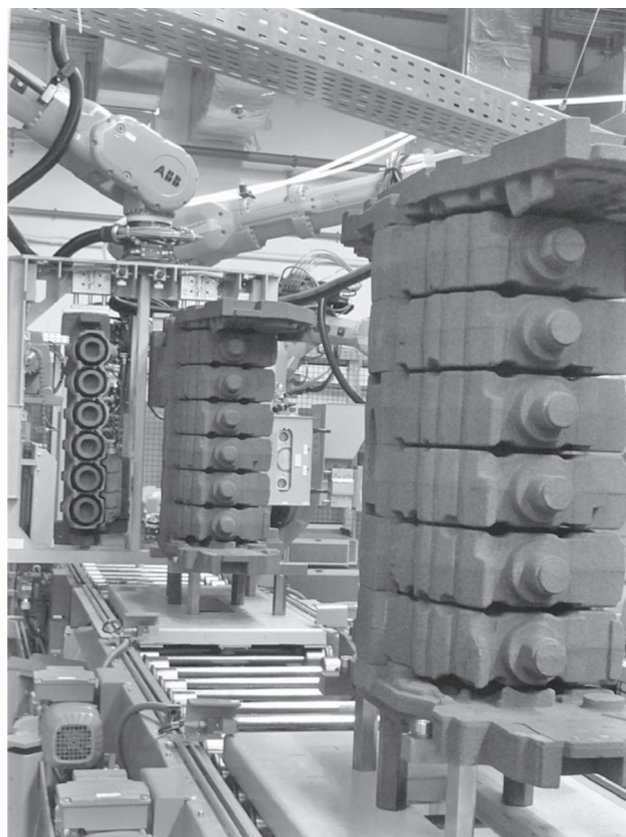


Рис. 2. Роботизированный участок сборки стержней в двойные стержневые пакеты для получения отливок 6-ти цилиндрических грузовых двигателей. Завод *Daimler AG*, г. Мангейм, Германия

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44

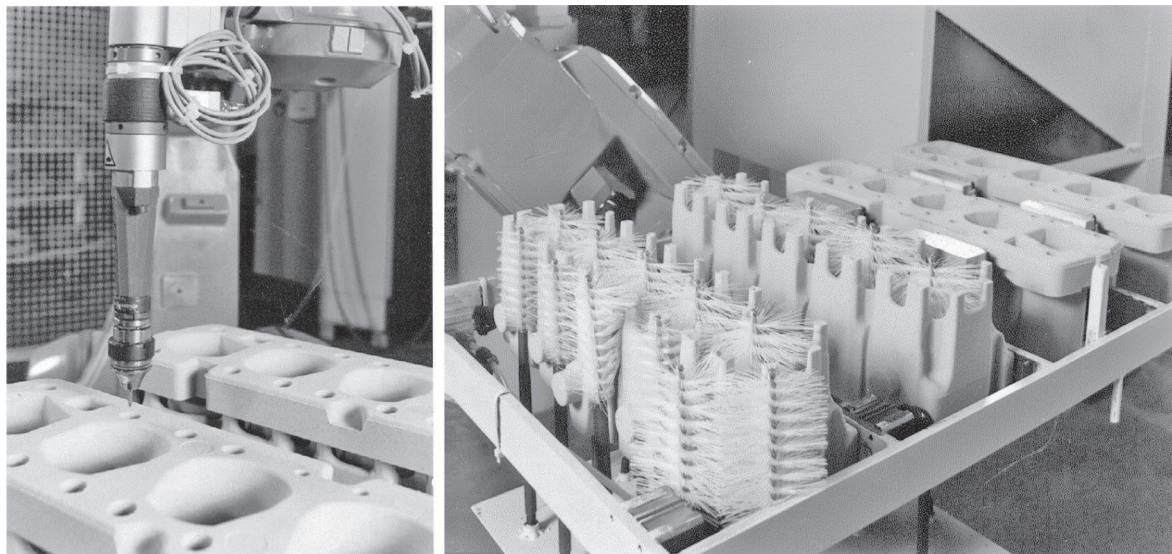


Рис. 3. Свинчивание стержней (слева), очистка заусенцев на стержнях (справа) роботом

- сборка стержней или стержневых форм в пакет,
- просверливание вентиляционных каналов,
- размещение стержней и стержневых пакетов в кокильные машины или в машины для литья под низким давлением,
- укладка стержней на координатные плиты, на тележки или на кондукторы для подачи на формовочный участок или в автоматизированный склад.

В рамках крупных проектов модернизаций стержневых участков на литейных заводах фирма Laetpre поставила за последние 20 лет более 380 промышленных роботов. К наиболее применяемым относятся роботы производства ABB, KUKA и FANUC. Следуя мировой тенденции, более 90% этих проектов связаны с производством автомобильных отливок.

Тип и производитель робота выбирается в зависимости от специфических условий в стране клиен-

та. Определяющие факторы при этом выборе кроме технических возможностей самого робота — наличие региональных сервисных центров и высококвалифицированных специалистов для быстрого и адекватного устранения возможных технических проблем в условиях прямого общения с литейным заводом.

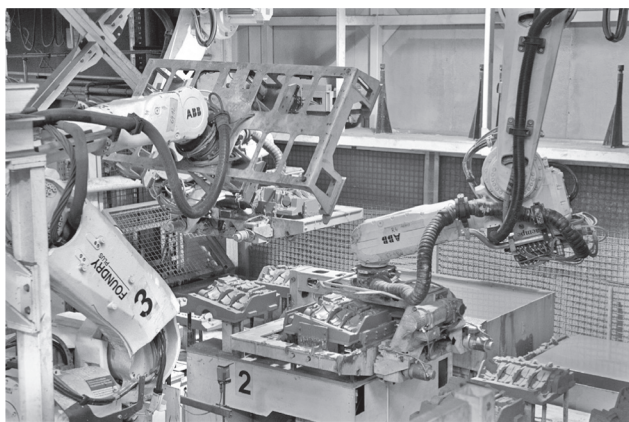


Рис. 4. Окрашивание стержневых пакетов роботом

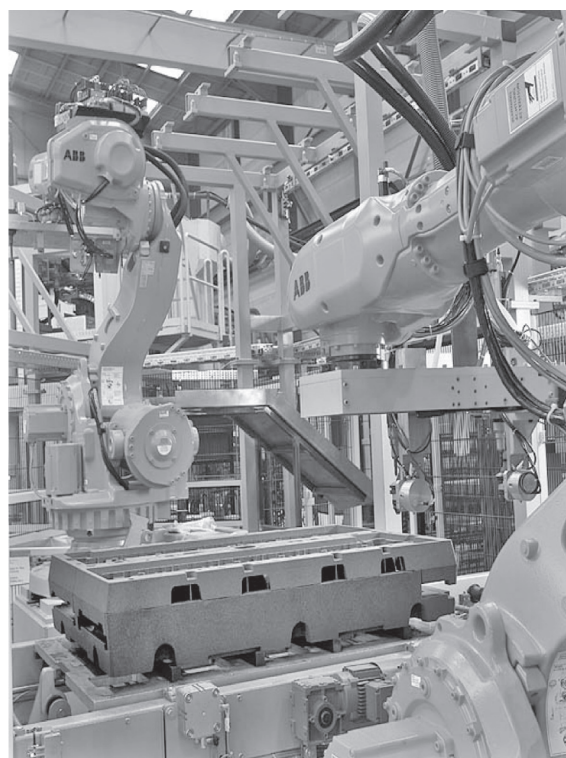


Рис. 5. Роботизированная линия производства и сборки стержней в пакет. Стержневые пакеты предназначены для изготовления чугуновых отливок «головка блока цилиндров» грузовых двигателей. Завод Daimler AG, г. Мангейм, Германия

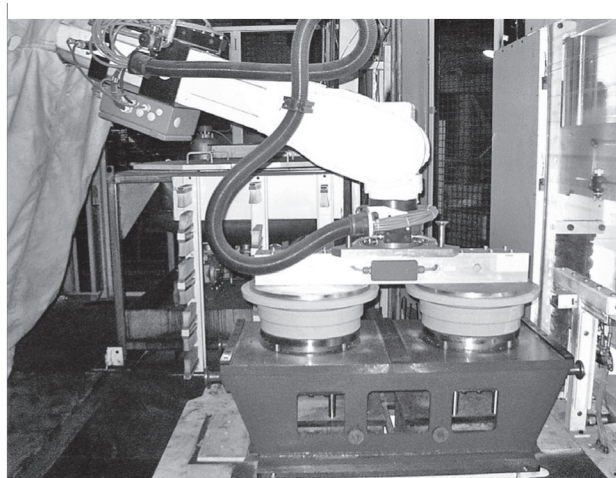


Рис. 6. Роботизированные комплексы Laetpre все больше встречаются на литейных заводах России (на фотографии слева: автоматизированный стержневой участок на чугунолитейном заводе «ЛЕМАЗ», г. Лебедянь // справа: автоматизированный стержневой центр на заводе трубопроводной арматуры ЛМЗ «Свободный Сокол», г. Липецк)

За последние 20 лет Laetpre поставила своим российским клиентам 17 роботизированных комплексов. Эти комплексы оснащены промышленными роботами KUKA и ABB.

Обобщение

По данным Национальной Ассоциации Участников Рынка Робототехники (НАУРР) плотность применения промышленных роботов на территории Российской Федерации в 2013 г. составляла 2 шт. на 10 000 человек [11]. По этому критерию Россия значительно отстает от среднего мирового уровня и почти в 240 раз от мирового лидера (Южная Корея).

Учитывая мировые тенденции развития, а также безусловное положительное влияние повышенного уровня роботизации на повышение производительности и рентабельности производственных процессов, в том числе в литейном производстве, потенциал для реализации проектов модернизации литейных заводов России с учетом максимального уровня автоматизации огромен. Нарастающая частота появления циклических кризисных ситуаций в мировой экономике обуславливает необходимость максимального использования этого потенциала.

Дополнительными специфическими факторами, которые будут стимулировать использование роботов в литейном производстве России, являются:

- Сложная демографическая ситуация и связанные с ней проблемы привлечения рабочего персонала для работы в «непрестижных» и физически тяжелых условиях литейного производства.
- Необходимость исключения или минимизации вредного влияния «человеческого фактора» на технологические процессы в литейном производстве, достижения максимальной повторяемо-

сти технологических режимов и, соответственно, качества литья.

- Необходимость повышения конкурентоспособности литейного производства в целом, включая, как сокращение издержек, так и увеличение гибкости производственных линий для изготовления разносерийной продукции.

Фирма Laetpre предлагает своим российским литейщикам комплексные технологические решения, в том числе с применением промышленных роботов. Активное сотрудничество с российскими литейщиками при внедрении крупных проектов модернизации стержневых отделений литейных заводов на территории РФ успешно продолжается.

Литература

1. H. Mütterich, Konzeption und Entwicklung von robotergeführten Werkzeugensystemen zur Fertigung von Holzbauteilen in kleinen Losgrößen; Diplomarbeit an der Universität Dortmund, 2005.
2. Johannes Bock, Kleine Zeitreise durch die Robotik, Vortrag an der RWTH Aachen, 2010.
3. H. Linnemann, Robotertechnik, Vortrag an der Beuth Hochschule für Technik, Berlin, 2016.
4. Lucas Beyer, Genauigkeitssteigerung bei Industrierobotern, Dissertation an der Helmut Schmidt Universität Hamburg, 2004.
5. Dirk Jacob, Roboter in der Automobilindustrie, Vortrag, Münchner Wissenschaftstage 2013.
6. A. Baroncelli, J. Gemma, VDMA-Vortrag IFR Press Conference World Robotics, Sept. 2015.
7. P. Gorle, A. Clive, Positive Impacts of Industrial Robots on Employment, Metra-Martech-Publication, Febr. 2011.
8. T.R. Vijayaram, Robots and Robotics in Foundries, Metalworld, Jan. 2012, p. 88...92.
9. Сайт компании KUKA, www.kuka.de
10. T. Brogardth, Robot Control Overview-An Industrial Perspective, Modeling, Identification and Control, vol. 30, no. 3, 2009, p. 167–180.
11. Аналитическое исследование-мировой рынок робототехники. Публикация НАУРР, 2016 г.