

УДК 62:621.82:621.9.015

Опыт роботизации контрольных операций деталей машиностроения

Власов Вадим Валерьевич

vlas400500@yandex.ru

Лагута Виктор Степанович

ipilp@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассмотрены варианты реализации методов бесконтактного контроля качества выполняемых технологических операций машиностроительного производства в составе роботизированных модулей. Приведены примеры практической реализации роботизированных комплексов технического контроля для различных вариантов схемотехнических решений. Показана перспективность этого направления во внедрении роботизации в структуру действующих и проектируемых производств.

Ключевые слова: бесконтактный контроль качества, машиностроение, автоматизация контрольных операций, роботизированный модуль, пример реализации

Введение. Внедрение методов роботизированного контроля в машиностроении является одним из перспективных направлений повышения качества выпускаемых изделий и повышения эффективности производства. Особенно важно это для производств ориентированных на выпуск продукции связанной с повышенным риском в эксплуатации и/или безопасностью человеко-машинных систем. Зачастую это приводит к необходимости реализации сплошного контроля, что затруднительно при повышенной серийности. В случае выпуска деталей (изделий) повышенной серийности по этим причинам приходится использовать выборочный контроль и партионную выборку, что может существенно увеличивать издержки производства. Роботизированные методы выполнения контрольных операций позволяют решить эту проблему обеспечив возможность сплошного контроля для изделий различной серийности и массо-габаритных параметров с сохранением требуемого уровня качества контроля. Рассмотренные ниже примеры реализации роботизированных модулей представляют контрольные операции, выполняемые в производственном цикле промышленного производства.

В составе роботизированных модулей контрольных операций в основном реализован неразрушающий контроль (НК). Неразрушающий контроль качества и надежности заготовок и готовых изделий реализуется с помощью методов, не нарушающих их целостность и эксплуатационные характеристики. Виды и методы НК классифицируют по руководящему документу — ГОСТ Р 56542–2019. В настоящее время используются следующие:

- 1) оптический (ГОСТ Р 58399–2019, ГОСТ Р 70652–2023);
- 2) акустический (ГОСТ Р 58399–2019, ГОСТ Р 70652–2023);
- 3) радиационный (ГОСТ 20426–82);

- 4) вихретоковый (ГОСТ Р ИСО 15549–2009);
- 5) проникающими веществами (ГОСТ Р ИСО 3452-1–2011);
- 6) магнитный (ГОСТ Р 55612–2013);
- 7) электрический (ГОСТ 25315–82);
- 8) радиоволновой (ГОСТ 23480–79);
- 9) тепловой (ГОСТ Р 53698–2009, ГОСТ Р 56511–2015).

В каждом конкретном случае необходим предварительный анализ возможностей применения. Требования, предъявляемые к результатам контроля, также отличаются — от пометки «годен/негоден» или развернутого отчета с указанием значений всех контролируемых параметров до внесения изменений в программу производства (перенаправления проверенного изделия в зону доработки). Рассмотрим примеры роботизированных систем контроля (РСК).

Система автоматизированного ультразвукового иммерсионного контроля железнодорожных осей САУЗК «ОСЬ-4». Российская система, разработанная специалистами предприятия ООО «НПП «ПРОМПРИБОР» [1]. Установка состоит из иммерсионной ванны, зажимных пинолей, сканирующего устройства с линейным приводом и аппаратно-вычислительного комплекса, на базе промышленного компьютера (рис. 1). Для выполнения контроля изделие необходимо поместить в ванну, наполненную иммерсионной жидкостью. Загрузка/выгрузка оси осуществляется с помощью захвата клещами.



Рис. 1. РСК «ОСЬ-4»

Промышленная система ультразвукового контроля LS-500. Американская автоматизированная система иммерсионного ультразвукового контроля производства ScanMaster (IRT) Inc. [2]. Система включает в себя сканирующего робота, ручной манипулятор, ультразвуковой прибор USC-100a,

иммерсионный резервуар с системой подготовки и очистки воды, вращающийся стол с планшайбой и программное обеспечение ScanMaster (рис. 2). Система использует иммерсионный эхо-импульсный метод контроля с возможностью использования теневого режима с дополнительными стационарными манипуляторами.



Рис. 2. ПСК "LS-500"

Система контроля больших деталей сложной формы XRHGantry. Немецкая адаптивная роботизированная система компьютерной томографии, разработанная специалистами компании VisiConsult [3]. Она оборудована порталным роботом с независимо контролируруемыми осями движения, рентгеновским аппаратом с напряжением трубки до 45 кВ, при необходимости поставляется с разборным рентгеновским кабинетом (рис. 3). Портальная система контроля разработана для аэрокосмической отрасли и успешно в ней используется.

Роботизированная система вихретокового контроля Uni-Versal Test Machine. Американская роботизированная система вихретокового контроля от компании Salem Design & Manufacturing [4]. Стенд состоит из двух рук-манипуляторов, конвейера, вихретокового прибора от компании Uni-West, вращающегося стола. Вспомогательный манипулятор забирает деталь с конвейера и помещает на стол в зону контроля (рис. 4). Критерии отбраковки определяются эталонной деталью. Принятые детали возвращаются на конвейер.



Рис. 3. РСК “XRHGantry”



Рис. 4. РСК “Uni-Versal Test Machine”

Роботизированная система оптического измерительного оборудования на Кузнечном заводе ПАО «КАМАЗ». Назначение роботизированной установки контроля геометрии [5]:

- автоматический контроль геометрических размеров поковок коленчатых валов относительно базовых поверхностей — бесконтактной оптической системы оцифровки и измерений ATOS III Triple Scan;
- обработка полученной информации и выработка сигнала о выбраковке изделий;
- подготовка статистической информации и создание архивов измерений;
- возможность единичного контроля геометрических параметров поковок, имеющих ось вращения.

Поковка коленчатого вала поступает по конвейеру на позицию контроля геометрических параметров. На позиции измерения геометрических параметров коленчатый вал перемещается роботом-манипулятором KUKA KR360 в рабочую зону измерительной установки. Поковка коленчатого вала фиксируется в специальных зажимах. Система сравнивает полученные размеры с допустимыми и определяет годность поковки коленчатого вала. Результаты измерений выводятся на экран монитора оператора. Поковки, не соответствующие заданным геометрическим параметрам, отделяются от годных поковок. Далее на каждую поковку наносится идентификационный номер.

Для реализации установки контроля геометрии использовалась компонентная база Siemens и Weintek. Для управления системой и написания скриптов измерений применен программный продукт ATOS Professional VMR и модули «Авиатех». Схема взаимодействия представлена на блок-схеме (рис. 5).

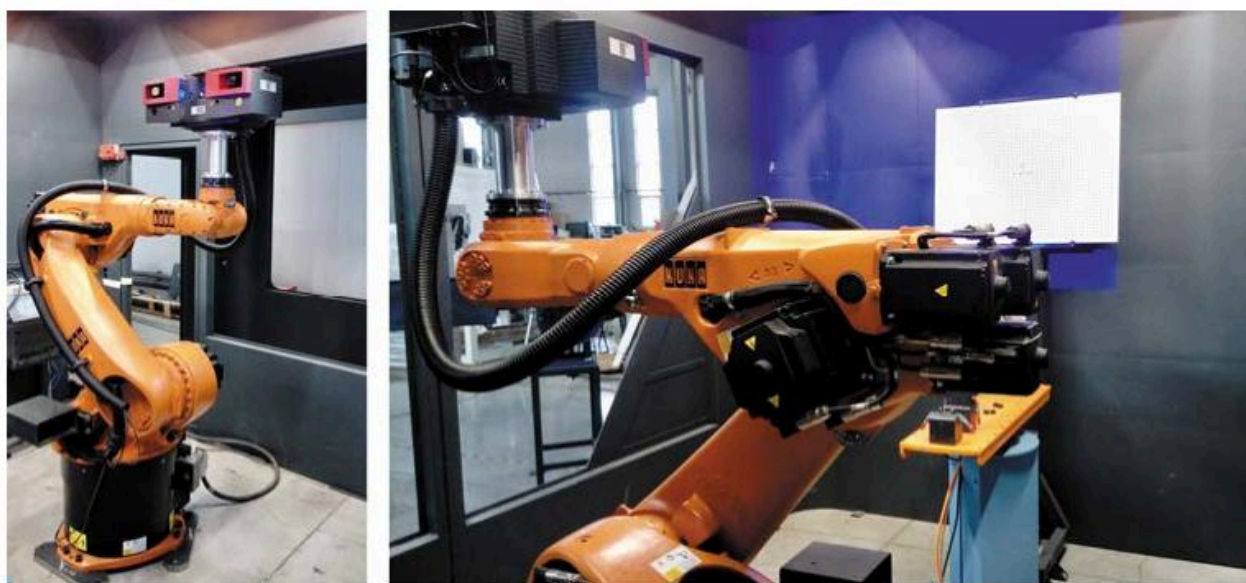


Рис. 5. РСК на базе робота-манипулятора KUKA KR60

Заключение. Внедрение цифровых технологий в промышленности, прежде всего в процессы интеграции различного автоматизированного оборудования в компьютерно-интегрированные производства, позволяет эффективно использовать возможности роботизации контрольных операций. Перспективным направлением расширения внедрения робототехники для выполнения контрольных операций становится использование коллаборативных роботов (КР). Это позволит оптимизировать процесс выполнения контрольных операций за счет сокращения ручного труда, например предварительная обработка осуществляется КР, а контролер-оператор работает с деталями «пограничных» значений контролируемых параметров.

Список источников

- [1] Система автоматизированного ультразвукового иммерсионного контроля железнодорожных осей. URL: <https://www.ndtprompribor.ru/product/automated-testing/sistema-avtomatizirovannogo-ultrazvukovogo-kontrolya-zheleznodorozhnykh-osej-sauzk-os-4> (дата обращения 09.12.2024).
- [2] Ultrasonic Immersion Testing Systems. URL: <https://scanmaster-irt.com/products/aerospace/standard-immersion-systems/> (accessed December 9, 2024).
- [3] XRHGantry HE: 600kV High-Energy X-ray system. URL: <https://visiconsult.de/xrhgantry-he-600kv-high-energy-x-ray-system/> (accessed December 9, 2024).
- [4] Eddy Current Testing Systems & Applications. URL: <https://www.salemndt.com/non-destructive-testing-machines/eddy-current-products> (accessed December 9, 2024).
- [5] Фролов И., Майоров А. Контроль геометрии линии коленчатых валов на автомобильном предприятии. *Control engineering Россия*, 2019, № 6 (84), с. 24–26.

Experience in robotization of control operations of mechanical engineering parts

Vlasov Vadim V. vlas400500@yandex.ru

Laguta Victor S. ipilp@mail.ru

BMSTU, Moscow, Russia

The article considers options for implementing methods of contactless quality control of technological operations performed in machine-building production as part of robotic modules. Examples of practical implementation of robotic technical control systems for various circuit design solutions are given. The prospects of this direction in the implementation of robotics in the structure of existing and projected production facilities are shown.

Keywords: contactless quality control, mechanical engineering, automation of control operations, robotic module, implementation example