

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ ЯЧЕЙКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Волков С.А.¹, Кожина Т.Д.², Курочкин А.В.³ Email: Volkov654@scientifictext.ru

¹Волков Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, начальник управления, управление инновационной деятельностью;

²Кожина Татьяна Дмитриевна – доктор технических наук, профессор, проректор по науке и инновациям;

³Курочкин Антон Валерьевич – кандидат технических наук, начальник управления, управление научно-исследовательской работой,

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева,
г. Рыбинск

Аннотация: в работе обосновано ключевое значение системы управления для функционирования роботизированных ячеек. Рассмотрены структура и особенности разработанной системы управления комплексом автоматизированной штамповки лопаток компрессора ГТД. Новым подходом к построению системы управления является использование стандартизованных решений с применением универсальных программно-аппаратных средств и различных наборов модулей ввода-вывода. Такой подход позволил добиться простоты разработки и конфигурирования при создании программируемой логики управления автоматизированным объектом.

Ключевые слова: система управления, роботизированный комплекс, автоматизированная штамповка, лопатки компрессора, газотурбинные двигатели.

DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEMS OF ROBOTIC COMPLEXES AT THE ENTERPRISES OF THE AIRCRAFT INDUSTRY

Volkov S.A.¹, Kozhina T.D.², Kurochkin A.V.³

¹Volkov Sergey Aleksandrovich - Candidate of technical sciences, Associate Professor, Head of Department, DEPARTMENT OF INNOVATION;

²Kozhina Tatyana Dmitrievna - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Science and Innovation;

³Kurochkin Anton Valerievich - Candidate of Technical Sciences, Head of Department, RESEARCH DEPARTMENT,

RYBINSK STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY,
RYBINSK

Abstract: the paper discusses the importance of the control system for the operation of robotic systems. The structure and features of the developed control system for the complex of automated forging of GTE compressor blades are considered. A new approach to building a control system is the use of standardized solutions using universal software and hardware and various sets of input-output modules. This approach allowed us to achieve simplicity of development and configuration when creating a programmable control logic for an automated object.

Keywords: control system, robotic complex, automated punching, compressor blades, gas turbine engines.

УДК 621.91.01:681.51

Производство лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) занимает главное место в структуре производства ГТД. Это обусловлено наибольшей применяемостью таких деталей в составе двигателей, трудоемкостью их изготовления, наименьшим ресурсом (по сравнению с ресурсом других деталей) [1]. Основными недостатками методов получения заготовок лопаток компрессоров являются высокая трудоемкость и высокая себестоимость изготовления заготовок, а также вредные условия и травматизм штамповочного производства. Для решения перечисленных производственных проблем разработан роботизированный комплекс (РТК) автоматизированной штамповки заготовок лопаток компрессора ГТД, принципиальная схема которого представлена на рис. 1 [2, 3].

Ключевое значение для обеспечения работоспособности РТК имеет система управления. С помощью разработанной системы управления РТК в автоматическом режиме реализуются следующие технологические и вспомогательные переходы операции объемной штамповки:

- загрузка исходной заготовки в печь;
- нагрев исходной заготовки;
- очистка (обдувка) штампа и подача графитовой смазки;
- загрузка нагретой исходной заготовки в штамп прессы;
- пластическая деформация (штамповка) исходной заготовки;

– выгрузка полученной заготовки.



Рис. 1. Принципиальная схема разработанного РТК

Объекты автоматизации, а именно, робот-манипулятор, станция охлаждения захвата робота, контроллер электрической печи, электровинтовой пресс, робот для очистки и смазки штампов, станция обдувки и подачи спрея снабжены локальными контроллерами и допускают объединение в локальную вычислительную сеть.

Разработанная система управления представляет собой распределенную вычислительную систему, использующую ресурсы управляющих контроллеров печи, прессы и робота-манипулятора. Взаимодействие этих контроллеров осуществляется как на программном уровне, так и на уровне дискретных сигналов ввода и вывода. Контроллер печи является ведущим, к нему подходит наибольшее количество сигнальных линий. Все сигнальные линии в системе управления имеют гальваническую развязку, что обеспечивает безотказную работу системы в условиях промышленных помех и минимизирует возможные повреждения в аварийных ситуациях. Гальваническая развязка выполнена двумя способами: с использованием опторазвязки и с использованием «сухих» контактов электромагнитных реле.

Дискретные входы гальванически развязаны от остальной части модуля ввода. Развязка выполнена с помощью оптронов с двумя излучающими диодами, включенными встречно. Это обеспечивает возможность подключения ко входам дискретных сигналов любой полярности.

Современные программируемые логические контроллеры (ПЛК) имеют модульную структуру, т. е. имеется базовый модуль (рис. 2), к которому могут быть подключены дополнительные модули расширения через системную шину.



Рис. 2. Базовый модуль ПЛК

Это обстоятельство позволяет расширять функциональные возможности уже эксплуатируемых контроллеров управления. В частности, в контроллер управления печью ELRH-12 введены 32-х разрядный модуль дискретного ввода и два 16-ти разрядных модуля дискретного вывода. В контроллер управления FANUC модели R-30-iBAR роботом-манипулятором Fanuc M710 IC/45 и роботом для очистки и смазки штампов Fanuc M-10iA введены 16-ти разрядные модули дискретного ввода и 16-ти разрядные модули дискретного вывода.

Соединение контроллеров различных устройств осуществляется кабелями, подключаемыми к клеммникам (рис. 3), которые установлены в соответствующих шкафах управления, и клеммным коробкам (рис. 4). В коробке установлена клеммная колодка с 6-ю зажимами под провод сечением до 6 мм² для коммутации цепей.

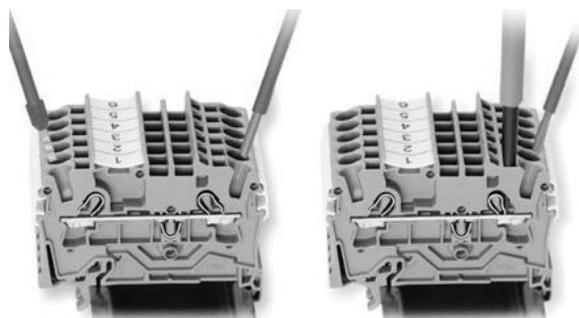


Рис. 3. Клеммники

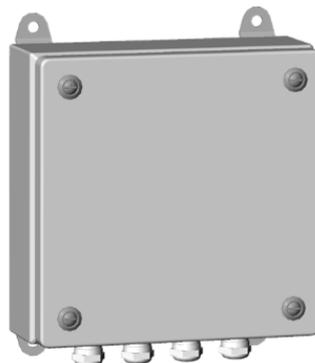


Рис. 4. Клеммная коробка

В контроллер печи информация о состоянии пресса Schuler PA325f поступает через модуль дискретного ввода с оптоэлектронной развязкой (оптопара). С этого же модуля снимается питающее напряжение для работы светодиода оптопары, которое подается на нормально разомкнутые контакты промежуточных реле, входящие в состав шкафа управления прессом Schuler PA325f. Эта группа сигналов управления включает в себя взаимодействие между роботом-манипулятором Fanuc M710 IC/45 и печью ELRH-12 и взаимодействие между роботом для очистки и смазки штампов Fanuc M-10iA и печью ELRH-12.

Взаимодействие между роботом-манипулятором Fanuc M710 IC/45 и прессом Schuler PA325f осуществляется при помощи сети Ethernet через промышленный маршрутизатор, подключенный к стойке компьютера.

В состав РТК входят приёмник для исходных заготовок и накопитель для обработанных заготовок. Приёмник представляет собой поворотный стол, предназначенный для автоматической подачи заготовок из зоны загрузки в зону захвата робота-манипулятора. Стол приводится во вращение серводвигателем со встроенным энкодером через редуктор (рис. 5). Серводвигатель подключается к сервоусилителю двумя специализированными кабелями: 4-жильным силовым и восьмижильным экранированным кабелем для связи с оптическим энкодером. Информация от энкодера передается тремя парами дифференциальных сигналов, также по этому кабелю подается питание энкодера.



Рис. 5. Серводвигатель со встроенным энкодером



Рис. 6. Датчик Холла

Попадание детали в позицию захвата регистрируется бесконтактным датчиком, после чего вращение стола останавливается и возобновляется после захвата заготовки роботом. Бесконтактный датчик на основе эффекта Холла (рис. 6) используется для определения наличия или контроля положения магнитных объектов или объектов, имеющих магнитные части. Датчики на основе эффекта Холла не реагируют на другие материалы. При появлении в зоне срабатывания магнита бесконтактный датчик

Холла замыкает или размыкает цепь. Таким образом, разработанная система управления позволяет полностью автоматизировать все операции объёмной штамповки заготовок лопаток. Основным достоинством системы управления является наличие распределённой системы ввода-вывода и децентрализацией обработки данных. Особенностью разработанной системы является повышенная отказоустойчивость и безопасность, что обеспечивается полной гальванической развязкой всех элементов системы.

Новым решением при построении системы управления является использование стандартизованных решений с применением универсальных программно-аппаратных средств и различных наборов модулей ввода-вывода. Такой подход позволил добиться простоты разработки и конфигурирования при создании программируемой логики управления автоматизированным объектом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по договору от 1 декабря 2015 г. № 02.G25.31.0156 в рамках исполнения постановления Правительства России № 218.

Список литературы / References

1. Автоматизация технологии изготовления газотурбинных авиационных двигателей. Часть первая / В.Ф. Безъязычный, В.Н. Крылов, В.А. Полетаев и др. Под ред. Безъязычного В.Ф. и Крылова В.Н. М.: Машиностроение, 2012. 554 с.
2. *Кожина Т.Д., Соколов Н.Н., Курочкин А.В. и др.* Комплексная автоматизация производства заготовок лопаток компрессоров ГТД // Вестник машиностроения, 2017. № 2. С. 51-55.
3. *Кожина Т.Д., Волков С.А. Соколов Н.Н.* Технологическое обеспечение высокоэффективного производства лопаток компрессора стратегической линейки промышленных газотурбинных двигателей // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, 2017. № 1. С. 20-25.