

РЕШЕНИЯ ГРУППЫ КОМПАНИЙ BOSCH ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАК ОДНО ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ INDUSTRY 4.0 НА ПРЕДПРИЯТИИ

Д.Е. Кремнев, М.В. Сонных (ООО «Бош Рексрот»)

Отмечено, что в рамках реализации концепции Industry 4.0 на машиностроительном предприятии необходима реализация сетевой инфраструктуры и мониторингово-аналитической модели производства. В связи с этим группа компаний Bosch предлагает ряд решений, включая мультидатчик CISS для распознавания движения и условий окружающей среды, шлюз IoT Gateway для сбора, передачи и интерпретации данных, программное обеспечение для мониторинга состояния оборудования Production Performance Manager, систему визуализации данных Active Cockpit.

Ключевые слова: мониторинг состояния оборудования, мониторинг ключевых параметров, сетевая инфраструктура, мониторингово-аналитическая модели производства, визуализация.

На данный момент достаточно широко представлена и стандартизована концепция цифрового производства, сформированы принципы построения цифровых производств в машиностроении [1]. Одним из принципов, лежащих в основе организации цифрового производства, является интеграция в сетевую инфраструктуру всех средств производства, задействованных в цепочке создания добавленной стоимости для реализации непрерывного мониторинга и анализа их ключевых показателей [2].

Такая сетевая инфраструктура и мониторингово-аналитическая модель призвана решать следующие задачи:

- определение ключевых параметров состояния оборудования (вкл./выкл./работа по программе/работа под нагрузкой/авария) и измерение времени работы;
- протоколирование статусов работы оборудования, включая указание причины простоя (с максимальной автоматизацией работы оператора);
- привязка оператора станка к выполняемой операции (автоматическая выгрузка информации с контроллеров станков с ЧПУ);
- учет числа выполненных операций (например, число обточек);
- учет успешности выполнения работы (мониторинг и контроль процесса обработки деталей соответствию параметрам технологии);
- детализированная визуализация аналитики по работе оборудования;
- удаленный доступ к аналитике по оборудованию (через Web-интерфейс);
- непрерывный сбор и хранение объективных данных о работе оборудования (параметры работы оборудования и его узлов, нагрузки и режимы, технология, действия операторов, ошибки, состояния и статусы).

Создание такой масштабируемой мониторингово-аналитической системы, особенно в условиях

необходимости сетевой интеграции существующего цехового оборудования, предполагает использование аппаратно-программного решения в составе:

- массива датчиков для мониторинга выбранных параметров в случае отсутствия таковых в составе оборудования или несоответствия их параметров по дискретности/скорости измерения;
- шлюзов, реализующих функциональность сбора, первичной обработки и интерпретации целевых данных от контроллеров машин, а также дополнительных интегрированных датчиков с целью формирования информационных пакетов и их последующей передачи к серверной и/или облачной инфраструктуре хранения и анализа данных;
- серверного программного обеспечения для эффективного непрерывного мониторинга и анализа производственных данных в условиях постоянного прироста массива структурированных «больших данных».



Рис. 1. Мультидатчик CISS

Таблица. Встроенные в датчик сенсоры

Датчик	Диапазон измерений	Точность
Акселерометр	± 2, 4, 8, 16 g (16 бит разрешение)	± 50 mg
Гироскоп	± 2000 °/с	± 1 °/с
Магнитометр	± 1300 μT (X, Y-оси); ± 2500 μT (Z-ось)	0,06 x M ± 25 μT
Температура	-20... 80°C	-2,7 ± 1 °C
Влажность	10...90%	20°C, max. ± 7 % -20°C, max. ± 10 %
Давление	30...110 кПа	± 1,5 гПа
Освещенность	0,53 ... 2220000 люкс	± 15 %

Создание масштабируемой системы, отвечающей таким требованиям, позволяет уже на первой стадии внедрения выявить «узкие места» в действующей производственной модели, запланировать и реализовать организационные меры, призванные их устранить и тем самым увеличить эффективность производства в целом.

Группа компаний Bosch реализовала данную мониторингово-аналитическую систему на ряде собственных производств и производств третьих компаний и на сегодняшний день обладает отработанной базой как компонент, так и готовых решений для решения указанной задачи.

Мультидатчик CISS

Мультидатчик CISS разработан подразделением Bosch Connected Devices and Solutions (BCDS). Индустриальный датчик CISS (рис. 1) — это мультисенсорное устройство, которое распознает движения, а также условия внешней среды.

Его прочный корпус и небольшой размер (53,2x80,03x21,3 мм, масса 34 г) идеально подходят для промышленного применения, включая мониторинг состояния и диагностическое обслуживание. Параметризация и настройка микропрограммного обеспечения позволяют заказчику решать самые разнообразные задачи, интерпретируя данные датчика с помощью интеллектуальных алгоритмов. Датчик включает встроенные сенсоры с широким диапазоном измерений (таблица).

Данные измерений могут подвергаться первичной обработке внутри мультидатчика посредством скриптов Python и передаются к устройству управления верхнего уровня по интерфейсам USB и Bluetooth.

Шлюз для сбора, передачи и интерпретации данных IoT Gateway

Данное устройство и программное обеспечение для него было разработано подразделением Bosch Rexroth на базе промышленного контролера серии XM и промышленного миникомпьютера PR21, построенного в компактном формате на базе процессора INTEL Atom, работающего под управлением ОС Linux Ubuntu и имеющего опциональные расширения посредством интерфейса mPCIe (2 x Gbit/RJ45/Intel i350, 2 x RS-232, 2 x RS-422/485, 4G: LTE/HSPA+/GPRS, WLAN/Bluetooth BLE). Шлюз позволяет собирать, интерпретировать и обрабатывать как цифровые данные, поступающие от систем управления машин посредством интерфейсов OPC UA/DA, так и аналоговые, напрямую поступающие от массива аналоговых и дискретных датчиков, подключаемых напрямую к колодке входов/выходов шлюза или посредством интерфейсов IO-Link, Bluetooth Low Energy и USB. Кроме того, в рамках программного обеспечения реализованы механизмы plug-and-play интеграции ПЛК Siemens S5, S7, Beckhoff Cx, Allen-Bradley ControlLogix.

Подключившись к шлюзу по сети Ethernet, можно непосредственно на нем, без использования дополнительного программного обеспечения, через Web-интерфейс осуществить привязку показания каждого сенсора или параметра, поступающего от контроллеров машин, к той или иной переменной, определить частоту сэмплирования данной переменной и спараметризовать ту или иную точку назначения для данной переменной. Другими словами, определить структуру пакета данных для передачи к серверным и/или облачным системам сбора и анализа информации. Стандартный пакет IoT-шлюза включает ряд опций, показанных на рис. 2.

При использовании в составе решений для новых линий или для модернизации существующих IoT Gateway позволяет осуществить не только сбор и передачу данных, но и стандартные функции контроллера электроавтоматики, а также проводить базовые математические операции с данными (рис. 3).

Сформированный пакет данных IoT-шлюз передает к выходной точке или их набору, в качестве которых могут выступать:

	Function Packages	Device Apps			Processing Apps										
IoT GateWay XM2 SET	XM2IoT-PLS	OPCUA Client	Siemens S5 Client	Siemens S7 Client	Bosch Energy Platform	Bosch Production Performance Manager (PPM)	Bosch Sensor Cloud	Microsoft Azure	MQTT Client	MySQL Client	Online Diagnostics Network (ODIN)	OPC UA Server	Oracle IoT Cloud Service	Formatter	Bosch OpCon MES
XM21 Basic Hardware															
R911386022	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼

Рис. 2. Опции стандартного пакета IoT-шлюза



Рис. 3. Шлюз для сбора, передачи и интерпретации данных IoT Gateway

- сервер для хранения данных в формате баз данных MySQL;
- сервер OPC UA;
- облачный сервис для хранения данных (например, Microsoft Azure, Oracle IoT Cloud, пр.);
- системы MES/ERP для обработки указанных данных (SAP, OPCON MES, пр.);
- различное программное обеспечение для анализа данных, установленное как на серверах внутри производственной сети, так и на облачных сервисах (Bosch ODiN, BEBS Energy platform, пр.).

Программное обеспечение для анализа состояния оборудования Production Performance Manager

ПО Production Performance Manager (PPM) было разработано подразделением Bosch Software Innovations. Пакет PPM (рис. 4) может быть использован для анализа данных, собранных с машин в составе линии. Он включает три основных модуля:

- модуль управления задачами: ремонт и диагностика, техническое обслуживание, база данных по опыту устранения неисправностей;
- модуль управления качеством: визуализация процессов, оптимизация процессов, сравнение процессов;
- модуль обработки данных: аналитика производственных данных, автоматическая оценка состояния, непрерывная оптимизация параметров мониторинга.

Визуализация обеспечивает комплексное отображение данных, позволяет производить мониторинг состояния контролируемых машин, определять данные, характерные для процесса и от-

личающиеся от характерных, соответствующие выходу машины из строя.

Для оценки данных могут быть установлены характерные правила и организована простая аналитика причинно-следственных связей между данными и неисправностями. Оценка данных может производиться без поддержки ИТ-специалистов, данные могут быть сохранены и перемещены в формате URL-адреса в различных форматах с возможностью переключения между ними.

Модуль управления задачами позволяет хранить историю сервисного обслуживания, оптимизировать процессы обслуживания машины, вести базу данных сервисных знаний, а также делегировать/эскалировать задачи между персоналом, ответственным за машину.

Примеры использования PPM.

- Мониторинг рабочего цикла станка ЧПУ позволяет выявить узкие места в производственных циклах и со-

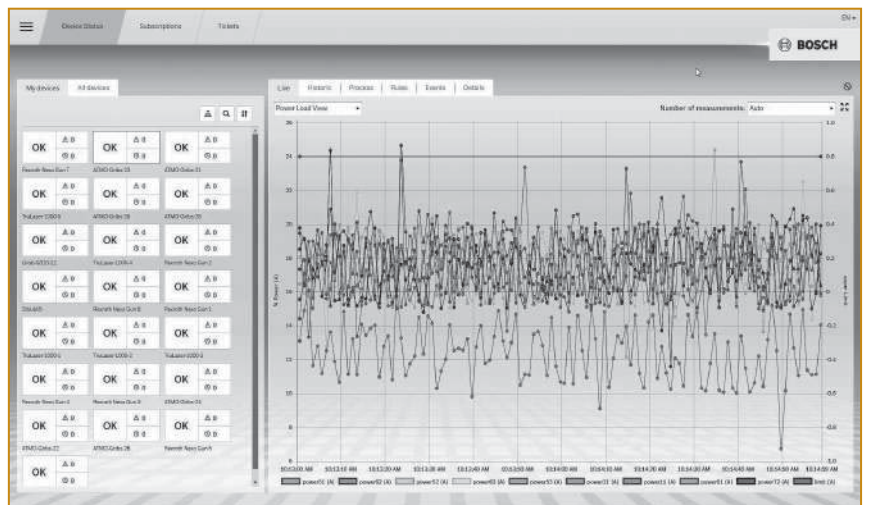


Рис. 4. Production Performance Manager. Интерфейс серверного программного обеспечения: визуализация изменения значений непрерывно отслеживаемых параметров и статуса оборудования

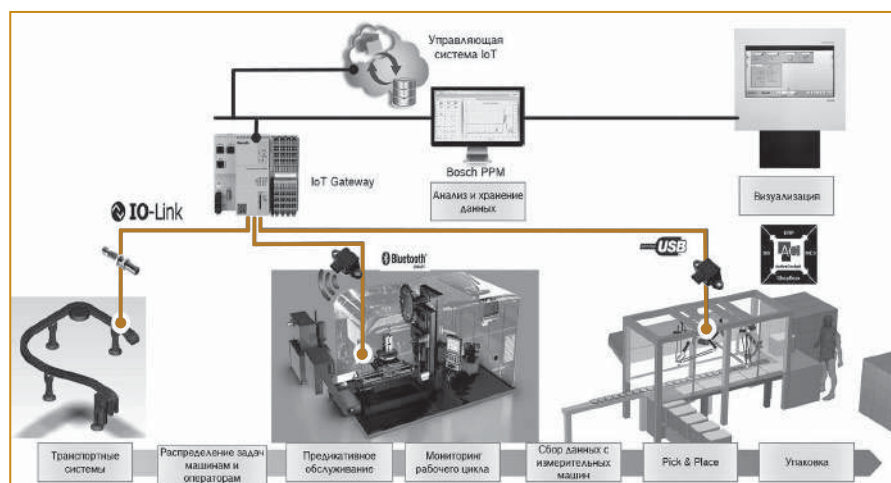


Рис. 5. Архитектура комплексной системы мониторинга и анализа оборудования

кратить как общее время работы, так и время простоя оборудования.

- Анализ данных, полученных с отдельного шпиндельного узла или робота манипулятора (дополнительные акустические датчики и датчики вибрации, а также встроенные датчики шпиндельного узла), позволяет диагностировать преждевременный выход из строя узлов оборудования и осуществить предикативное обслуживание, в результате снизив время простоя.
- Анализ данных отдельного производственного процесса, например, процесса затяжки болтового соединения, на различных площадках, производящих схожую номенклатуру комплектующих для финальной сборки позволяет унифицировать данный процесс, выявить характерные ошибки и неточности в производстве данных комплектующих и повысить качество, а также сократить время финальной сборки оборудования.

Система визуализации данных Active Cockpit

Эффективное внедрение системы непрерывного мониторинга оборудования требует внедрение соответствующего инструментария и на цеховом уровне с одновременным внедрением результатов в процессы непрерывного улучшения (СІР: Continuous Improvement Process) и бережливого производства с их диджитализацией. Для реализации данной функциональности Bosch Rexroth было разработано программное обеспечение Active Cockpit.

Система позволяет визуализировать данные, полученные от другого ПО (например, PPM, Excel, Word) либо систем класса ERP и MES, и предоставлять их сотрудникам производственной площадки в реальном времени в виде простых виджетов с консолидированной информацией для быстрого восприятия. Данные виджеты могут быть выведены на внутрицеховые информационные интерактивные доски, ПК и переносимые цифровые устройства сотрудников.

Кремнев Дмитрий Евгеньевич, Сонных Максим Владимирович – специалисты отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот». Контактный телефон (495) 560-96-30. E-mail: fa@boschrexroth.ru Http://www.boschrexroth.ru

Это удобно тем, что, например, при традиционном методе сбора информации к началу производственных совещаний и на момент самого совещания данные уже могут быть не актуальными.

В состав системы визуализации входят готовые конфигурируемые программные виджеты, реализующие функциональность мониторинга и отчетности проблем по качеству, безопасности рабочего процесса, производительности по ключевым параметрам оценки эффективности работы оборудования и др. В системе реализованы возможности по адаптации существующих виджетов к стандартам

визуализации, существующим на предприятии, а также по созданию пользовательских свободно-программируемых виджетов.

Комплексное применение указанных систем позволяет реализовать масштабируемую, иерархическую систему мониторинга и анализа состояния оборудования, эффективно решающую задачу поиска узких мест в производственном процессе, и подбора возможных решений для их устранения (рис. 5).

Благодаря внедрениям вышеуказанных продуктов и подходов создается единая масштабируемая структура производственного ИТ предприятия, позволяющая увеличить качество обслуживания за счет хранения и использования экспертных знаний, минимизации человеческого фактора при формировании отчетов. За счет ведения электронных журналов, идентификации персонала, фиксации действий операторов оборудования и персонала, обеспечивающего ремонт и техническое обслуживание становится возможным увеличить прозрачность и эффективность регламентного обслуживания машин.

Дополнительно на базе предлагаемой системной архитектуры могут быть идентифицированы детали, обрабатываемые на оборудовании, зафиксирован статус их готовности и ввод в базу данных по выпускаемым продуктам и их характеристикам, что в результате приводит к повышению общей экономической эффективности работы оборудования.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Кутин А.А., Долгов В.А. Принципы построения цифровых производств в машиностроении // Вестник МГТУ И. 2014. № 4 (31). С. 10-15.
2. Волкова Е.О., Сонных М.В., Холопов В.А. Индустрия 4.0: Подготовка технических специалистов будущего // Автоматизация в промышленности. 2017. № 7. С. 25-28.