

## ИНФОРМАЦИОННО – ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА БУРОВОГО СТАНКА

С.И. Малафеев, П.М. Афанасьев,

В.А. Студеникин (ООО «Компания «Объединенная Энергия»)

*Представлены особенности и функциональные возможности информационно-диагностической системы бурового станка, разработанной ООО «Компания «Объединенная Энергия». Система оснащена модулем удаленного мониторинга и сбора данных.*

*Ключевые слова: мониторинг, буровой станок, электропривод, диагностика, система управления.*

### Введение

На открытых горных разработках особое место занимают процессы бурения взрывных скважин. Удельный вес буровых работ в общей себестоимости добычи полезных ископаемых составляет >30% [1]. В связи с этим повышение технологических и эксплуатационных характеристик буровых станков имеет особое значение для развития добывающей промышленности. В современных условиях традиционные подходы к оценке работы машин по показателям в целом не удовлетворяют предъявляемым требованиям: от современных машин требуются максимальная отдача, высокая надежность и качество работы [2].

Современный буровой станок – сложная высокопроизводительная машина, содержащая множество различных механизмов с электроприводами разных типов. Важной функцией современного автоматизированного оборудования буровых станков является мониторинг их состояния – систематические наблюдения за техническим объектом в процессе его эксплуатации, оценка состояния его компонентов и прогнозирование поведения в масштабе РВ [3].

Цель мониторинга – получение объективной информации о работе машины в течение смены с целью принятия управленческих решений на различных уровнях иерархии. Результаты мониторинга технического объекта позволяют существенно повысить эффективность эксплуатации оборудования в первую очередь за счет повышения его надежности в конкретных горно-геологических условиях, коэффициента технического использования, своевременного выполнения профилактических мероприятий, экономии энергозатрат [4].

### Назначение и основные функции информационно-диагностических систем для буровых станков

Информационно-диагностическая система (ИДС) горной машины (бурового станка), разработанная ООО «Компания «Объединенная Энергия» (Москва), предназначена для повышения эффективности автоматизированного управления процессами добычи полезных ископаемых. ИДС является функциональным компонентом АСУ добывающего предприятия и обеспечивает:

- контроль ТП бурения скважин;
- контроль состояния оборудования бурового станка;
- учет электропотребления, объема выполненной

работы, числа и глубины скважин, времени работы и других показателей;

- регистрацию и анализ аварийных и нештатных ситуаций;
- оперативную настройку электрооборудования (приводов и других устройств);
- человеко-машинный интерфейс;
- информационную поддержку оператора;
- связь с верхним уровнем управления АСУ разреза;
- связь с производителями бурового станка и системы управления с использованием глобальной компьютерной сети.

Основные цели внедрения ИДС:

- повышение эффективности работы человеко-машинной системы путем уменьшения времени на диагностику состояния оборудования, оперативный контроль машины, снижение затрат на настройку;
- снижение негативных проявлений человеческого фактора путем автоматизации диагностических и наладочных операций, уменьшение зависимости результатов работы от субъективных качеств человека;
- повышение точности контроля параметров ТП, совершенствование учета энергопотребления, производительности машины и других характеристик;
- организация полномасштабной АСУ предприятия;
- непрерывный дистанционный контроль за работой бурового станка;
- учет аварийных и нештатных ситуаций, их анализ и предупреждение;
- получение данных о работе машины с целью анализа и совершенствования ТП;
- накопление сведений о работе машины в целом и отдельных механизмов для разработчиков с целью совершенствования разработок и модернизации действующего оборудования;
- расчет производственных расписаний на основе множества критериев (например, максимальный коэффициент загрузки и др.), моделирование производственных процессов, выбор наиболее эффективных сценариев выполнения текущего плана.

Особенности горных машин с точки зрения системы сбора и передачи информации:

- объект является полностью автономным, поэтому построение системы мониторинга затруднено из-за организации связи, которая во многих случаях просто невозможна;

- перемещение машин в течение смены, затрудняющее прогнозирование местоположения и организацию связи;
- тяжелые условия эксплуатации машин (вибрации, удары, перепады температур, запыленность и др.);
- ограниченные возможности установки датчиков и другой измерительной аппаратуры.

#### Функциональная схема ИДС бурового станка

На рис. 1 показана общая функциональная схема автоматизации и мониторинга бурового станка. Система реализована на основе традиционной двухуровневой структуры. Первый уровень составляют электроприводы основных агрегатов (вращателя, хода, компрессора и др.), датчики основных технологических параметров, коммутационная аппаратура. Второй уровень – пульт оператора, представленный промышленным компьютером и монитором с сенсорным экраном.

Для сбора информации от различных датчиков и управления оборудованием используются три сети CANBUS. Первая сеть CANBUS 1 обеспечивает работу электрического и гидравлического оборудования, контроль, регистрацию аварийных ситуаций и предельно допустимых положений механизмов. Устройства CANBUS 2 предназначены для измерения и преобразования технологических параметров основных механизмов бурового станка: вращателя, привода подачи, а также контроля глубины скважины. CANBUS 3 обеспечивает контроль вибраций, давления воздуха и наклон платформы бурового станка.

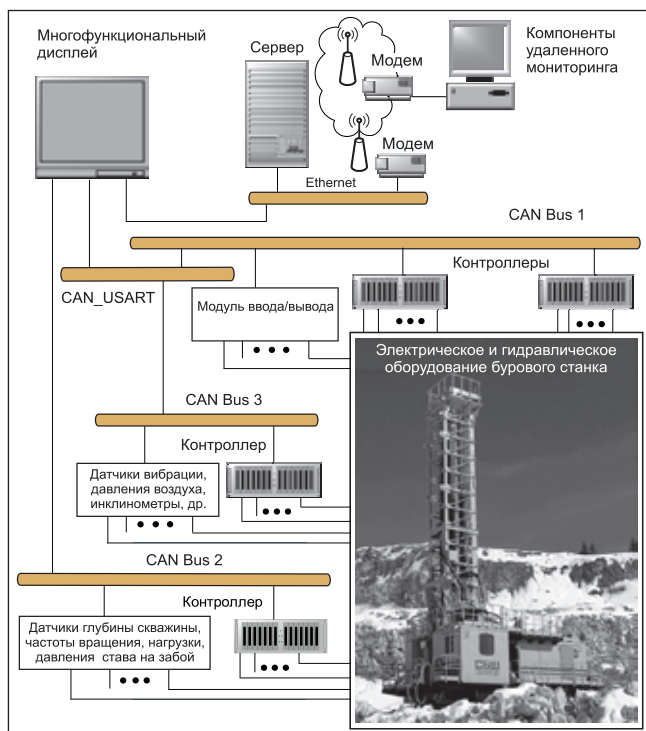


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации и мониторинга бурового станка

Система мониторинга обеспечивает отображение на операторской панели основных параметров ТП, состояние электрического и гидравлического оборудования и регистрацию всех отображаемых параметров в энергонезависимой памяти. Организация технологических экранных страниц предусматривает как параллельное представление всех процессов, так и детальное отображение процессов в отдельных подсистемах с графическими формами данных и параметрами компонентов системы.

Для организации алгоритмов автоматизированного управления буровым станком используется специальный интерфейс ввода/вывода, к которому подключаются как датчики, измеряющие необходимые параметры ТП, так и исполнительные механизмы, с помощью которых система управления может вносить корректировки в ход ТП. В системе предусмотрена световая и звуковая сигнализация неисправности оборудования. При аварии на мониторе отображается информация о характере неисправности.

Рабочая станция оператора установлена в кабине машиниста. Операторская панель локального мониторинга и управления представляет собой специализированный промышленный компьютер со встроенным цветным жидкокристаллическим дисплеем GERSYS (рис. 2). Для реализации функций управления панель снабжена блоками кнопочного управления и сенсорными экранами. Многофункциональный дисплей предназначен для графического отображения основных параметров бурения, давления масла, давления воздуха, уровня и давления воды, а также углов крена платформы бурового станка, отображения состояния входов/выходов отдельных плат. Дисплей принимает данные по шине CAN от модуля сбора данных и через контроллеры от устройств подсистемы. С периодом 50 мс многофункциональный дисплей отправляет CAN-посылки для модуля ввода/вывода. Информационная посылка содержит различную информацию, например, значение ограничения скорости вращения вращателя, разрешение работы глубиномера, команду обнулить (не обнулять) текущую глубину скважины.

На главном экране операторской панели представлена информация, которая постоянно требуется машинисту при бурении: нагрузка вращателя; частота вращения вращателя; усилие подачи; давление компрессора; давление масла; глубина скважины; скорость проходки; производительность маслонасоса.

На экране вращателя отображаются индикаторы неисправностей привода вращателя – «Перегрузка» и «Защита», индикатор наличия тока возбуждения вращателя, индикаторы нагрузки и частоты вращения вращателя. Имеется также возможность ограничения скорости вращения вращателя. Специальными кнопками можно установить значение ограничения скорости вращения привода вращателя в диапазоне 0...100%. При этом задание, подаваемое на привод вращателя, уменьшается в соответствии с этим ограничением.

На экране глубиномера отображены индикаторы скорости проходки и глубины скважины. Специальные кнопки позволяют сбросить текущую глубину скважины в «0» и установить заданную глубину скважины.

На экране «Маслосистема» представлены индикаторы давления масла, производительности маслонасоса, индикаторы включения пускателей, включающих насос управления, подачи, вспомогательный насос, подогрев масла. На экране «Вода» отображены индикаторы давления и уровня воды, а также индикатор включения пускателя насоса пылеподавления.

На экране «Горизонтирование» представлены индикаторы углов крена по продольной и поперечной осям.

На экране диагностики отображены все платы и интерфейсы, входящие в систему. На экране отображается состояние всех компонентов: «Связь установлена» или «Связи нет». Если устройство работает, и с ним есть связь, на экране появляется расшифровка значений всех входов/выходов с указанием фактического состояния каждого выхода/входа.

В системе предусмотрена калибровка всех индикаторов, представленных на экранах панели.

Сервер, выполненный на основе промышленного компьютера, обеспечивает: функционирование БД РВ, оперативной и архивной БД; передачу команд управления контроллерам с верхнего уровня управления; предоставление требуемой информации; поддержку работы радиомодемов для обеспечения взаимодействия с удаленными контроллерами и подсистемами; синхронизацию работы различных подсистем и т. д.

Система удаленного мониторинга обеспечивает передачу по Internet данных о работе бурового станка в виде протокола работы реальной системы (CAN-пакеты, данные GPS, эхолота, данные с COM-порта). В системе предусмотрено шифрование трафика и защита сервера мониторинга от несанкционированного доступа и DDOS-атак. Система удаленного мониторинга существует как Windows приложение, полностью повторяет интерфейс реальной системы, непосредственно работающей на машине, но получает данные мониторинга через Internet от сервера Internet-мониторинга.

Канал связи, по которому может осуществляться связь с сервером мониторинга, должен удовлетворять минимальным требованиям —  $\geq 9600$  бод (GPRS и WAP удовлетворяют этим требованиям). Для организации канала требуется только Internet-модем сотового оператора, который присутствует на месте работы машины, или спутниковый модем. Система сама устанавливает связь с сервером Internet-мониторинга.

**Малафеев Сергей Иванович** — д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник,  
**Афанасьев Павел Михайлович** — главный конструктор, **Студеникин Валерий Алексеевич** — канд. физ.-мат. наук,  
 директор по информатике ООО «Компания «Объединенная Энергия».  
 Контактные телефоны: (495) 558-88-18, 558-88-15.  
 E-mail: sim\_vl@nm.ru apt@jpc.ru studenikin@jpc.ru



Рис. 2. Пульт машиниста бурового станка СБШ-250

Для работы с реальной системой требуется месячный трафик  $\leq 300$  Мб на реальную систему (при 12-часовой работе с интервалом мониторинга 5 с).

#### Заключение

Важной функцией современного автоматизированного оборудования горных машин является мониторинг их состояния — систематическое наблюдение за техническим объектом в процессе его эксплуатации, оценка состояния его компонентов и прогнозирование поведения в масштабе РВ. Мониторинг обеспечивает получение объективной информации о работе машины в течение

смены с целью принятия управленческих решений на различных уровнях иерархии.

Разработанные компанией «Объединенная Энергия» системы управления буровой техникой в настоящее время используются для комплектации буровых станков, выпускаемых ОАО «Рудгормаш» (г. Воронеж) и ООО «ИЗ-КАРТЭКС» (Ижорские заводы). Внедрение систем мониторинга на горнодобывающих предприятиях позволяет повысить оперативность управления и эффективность работы предприятия, снизить затраты на организационное взаимодействие производственных структур, уменьшить парк традиционных приборов и численность обслуживающего персонала, повысить эффективность сбора, обработки, хранения и передачи информации, уровень безопасности ТП, достичь значительной экономии энергоресурсов за счет поддержания оптимальных режимов эксплуатации оборудования, уменьшить эксплуатационные расходы за счет увеличения межремонтного периода и уменьшения числа ремонтов, сократить финансовые расходы за счет качественного планирования и реализации производственных программ.

#### Список литературы

1. Жуковский А.А., Нанкин Ю.А., Сушинский В.А. Привод и системы управления буровых станков для карьеров. М.: Недра. 1990.
2. Малафеев С.И., Серебренников Н.А. Перспективное электротехническое электрооборудование и системы управления для горных машин: опыт компании «Объединенная Энергия» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Вып. 8. Электрификация и энергосбережение.
3. Малафеев С.И., Серебренников Н.А., Карклин А.В. Мехатронные комплексы станков шарошечного бурения/Проектирование и технология электронных средств. 2005. № 3.
4. Трубецкой К.Н., Кулешов А.А., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. Современные системы управления горно-транспортными комплексами. Под ред. К.Н. Трубецкого. СПб. Наука. 2007.