

INTERNATIONAL SEMINAR ON SHAFT HOISTING TECHNOLOGY

Анатолий КОВАЛЬ

Всесоюзный научно-исследовательский институт горной механики им. М. М. Федорова
Донецк, СССР

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ШАХТНОГО СТАЦИОНАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Резюме. В сообщении изложены основные принципы построения систем диагностирования стационарного оборудования, условия их эффективности и оптимальности выбора диагностических признаков. Дано описание разработанных систем, измерителей и устройств для диагностирования стационарного оборудования.

Значительное усложнение стационарного оборудования шахт и увеличение его стоимости при относительно низкой надежности и высоких затратах на техническое обслуживание и ремонт предопределили необходимость дальнейшего совершенствования систем, обеспечивающих диагностирование состояния, контроль работоспособности и поиск неисправностей в оборудовании в процессе эксплуатации.

Важным направлением развития технической диагностики стационарного оборудования является переход к системному анализу с учетом особенностей эксплуатации и технического обслуживания, определенных видов машин и различных систем. Это позволяет наряду с оперативной диагностикой прогнозировать возможные отказы и, в конечном счете, установить оптимальные временные интервалы между техосмотрами оборудования, где за критерий оптимальности может быть принят максимум коэффициента технического использования оборудования [1,2].

Теоретические исследования и накопленный опыт позволяют сделать вывод, что существует типовая корреляционная зависимость между скоростью износа отдельных узлов, деталей и в целом оборудования и появлением неисправностей.

В ряде случаев целесообразно сближение характеристик надежности с тем, чтобы иметь возможность проведения профилактики одновременно на всем оборудовании, для чего используются устройства встроенной диагностики.

В более общем случае существующие методы оценки надежности применяемого оборудования и безопасности эксплуатации требуют наиболее полных статистических исходных данных, что может быть достигнуто лишь при создании специальных автоматизированных систем сбора, обработки, анализа и хранения информации об изменении параметров, характеризующих работу оборудования и его составных частей.

Эффективность системы диагностирования зависит от используемых методов и средств (методическая и инструментальная составляющие). Первая составляющая определяется адекватностью принятых диагностических моделей и совершенством алгоритмов формирования диагностических признаков, вторая — метрологическими характеристиками проводимых измерительных операций.

При этом для каждого вида оборудования должны быть определены диагностические признаки, учитывающие основные его характеристики.

Целесообразность выбора диагностических признаков определяется совокупностью основных показателей: диагностируемой точностью определения параметра технического состояния, объемами измерений и вычислений.

В общепринятых методологиях достигаемая точность определяется результируемой погрешностью определяемого параметра или модулями максимальной, относительной и приведенной погрешностей.

Между относительной приведенной погрешностью определения значений технического состояния β [3] с коэффициентом множительной корреляции ρ принятой модели существует связь:

$$\beta = \sqrt{1 - \rho^2} / 2 ;$$

и соответственно энтропийного значения относительной приведенной погрешности β_3

$$\beta_3 = \sqrt{(1 - \rho^2) / 3} .$$

Информативность J диагностического признака можно представить в виде:

$$J = \lg_2 \frac{D_2 - D_1}{K_3 \delta},$$

где D_1 и D_2 - значения диагностического признака, соответствующие минимальным и максимальным значениям контролируемого параметра,

K_3 - энтропийный коэффициент вида распределения исходных данных,

δ - среднеквадратическое значение разброса.

При предварительной оценке эффективности диагностических признаков наряду со значениями β , β_2 и J учитываются объемы измерительных и вычислительных операций.

Наиболее широко среди различных методов контроля и диагностирования технического состояния оборудования подъемных комплексов шахт использованы параметрические методы, основанные на регистрации и анализе значений наиболее представительных параметров работающего оборудования. При этом удается использовать уже имеющиеся измерительные устройства.

В наиболее простом случае процесс изменения параметра текущего состояния отдельного узла или по совокупности параметров-оборудования в целом может быть представлен "веером реализаций", а рассеивание случайных величин их ресурсов - плотностью распределения.

В экспертной системе для прогнозирования возникновения аварий анализируют стадии износа оборудования и контролируют тенденции развития повреждений, появившихся в результате износа. Трудность прогнозирования неисправного состояния заключается в том, что сложно, а иногда и невозможно создать модель неисправного оборудования.

Эффективность прогнозирования изменения состояния диагностируемого оборудования можно оценить по показателю готовности, характеризующему вероятность отсутствия дефектов в оборудовании в течение определенного периода работы.

Задача обеспечения максимального значения уровня готовности изнашиваемого оборудования, при известных значениях показателей, отражающих безотказность, ремонтпригодность, контролепригодность, организацию эксплуатации оборудования и его диагностирования, решается с помощью аппарата полумарковских процессов моделей функционирования оборудования [4].

При учете нарастающих или внезапных отказов постоянно действующего оборудования или его составных частей повышение уровня готовности от выполнения прогнозирования определяется соотношением между продолжительностью периода, на который осуществляется прогнозирование и средней наработкой оборудования от внезапного отказа любого из элементов или составных частей, не приводящего к отказу оборудования в целом и соотношением между продолжительностью периода работы и затратами на диагностирование и восстановление оборудования.

В более сложных системах, к которым можно отнести шахтный подъемный комплекс, важно выделение приоритетной роли человека при проведении работ по диагностике трудно диагностируемых узлов и оборудования (армировка ствола, подъемные сосуды, канаты, отдельные машины и оборудование и др.). С этой целью наряду с автоматизацией процессов диагностики разработаны карты оперативной регистрации данных.

Оптимизацией показателей системы диагностики, охватывающей процессы контроля работоспособности и поиска неисправностей, является минимизация потерь времени, затрачиваемых на проведение работ.

Особо важно на этапе ввода в действие нового оборудования выделение его индивидуальных особенностей, характеризующихся исходными параметрами, которые должны учитываться в течение всего периода работы диагностируемых объектов, начиная с момента их обкатки.

Алгоритм обработки информации диагностируемых машин, оборудования и их составных частей должен обеспечить:

- анализ изменения параметров;
- прогнозирование момента достижения ими предельно допустимых или, в случае необходимости, строго фиксированных значений;
- подачу сигнала в общую систему управления и на пульт машиниста-оператора подъемной установки или диспетчера о достижении критических значений параметров;
- выработку стратегии производства работ по техническому обслуживанию и ремонту;
- получение ряда выходных документов, необходимых для проведения технического обслуживания и ремонта;
- определение ресурса машин, оборудования и их составных частей.

Начальным этапом создания общей системы автоматического диагностирования явилась разработка регистраторов

параметров подъемных установок, оазкирующихся на принципах "черного ящика", подобных выпускаемыми фирмами *БЭС* и *Sentinel* [5].

Разработанный в институте регистратор работы подъемной установки обеспечивает:

- сбор и первичную обработку данных в реальном масштабе времени о работе подъемной установки в течение рабочего цикла;
- сохранение в оперативной памяти событий за период последних десяти циклов работы подъемной установки;
- возможность последующего анализа фиксируемых данных, выводимых в банк памяти системы;
- автоматическую диагностику функциональных узлов аппарата; организацию тестов контроля и индикацию неисправностей.

Техническая характеристика:

Регистрируемое количество выходных параметров, шт... 16
 Дискретность опроса контролируемых параметров, с... 0,1-60
 Точность отсчета регистрируемых параметров, %..... 1,0
 Диапазон отсчета количества циклов..... 1-256
 Объем памяти хранения регистрируемых данных, кбайт 8

Для прогноза состояния и динамической балансировки машин разработана специализированная аппаратура "Спектр I", позволяющая измерять параметры вибрации (смещение, скорость, ускорение и сдвиг фаз) и производить их спектральный анализ.

Измерительно-информационная система (ИИС) "Спектр-АСИВ" в дальнейшем была разработана совместно со специальным конструкторским бюро завода "Виброприбор". Контрольно-сигнальная аппаратура для автоматизированного виброакустического контроля технического состояния оборудования "Амплитуда" (ВВК-002) предназначена для непрерывного автоматического контроля за уровнем вибрации одновременно в шести точках с периодическим измерением виброскопии и виброперемещения в любой из контролируемых точек, защиты оборудования от поломок при достижении опасного и аварийного вибрационных уровней путем выдачи предупредительного и аварийного сигнала и последующим отключением контролируемого оборудования и ввода данных в систему диагностирования.

В настоящее время на базе перечисленных систем создан измерительно-вычислительный комплекс с микроЭВМ "Электроника-85", который предназначен для регистрации, предва-

рительной аналоговой обработки, аналого-цифрового преобразования и комплексного анализа (с применением пакета прикладных программ) параметров виброакустических сигналов, регистрируемых при работе машин и оборудования. Контроль параметров подъемных канатов намечено осуществлять двухфункциональным дефектоскопом вместо широко распространенных измерителей износа канатов ИИСК-4. Определяется потеря сечения проволок и число их порывов на шаге свивки каната при скорости движения до 3 м/с.

Наряду с визуальным контролем полученные данные намечено вводить в регистратор параметров для их сохранения, анализа и выработки рекомендаций по дальнейшей эксплуатации каната.

Портативное устройство "Унисон" предназначено для осуществления волнового и частотного способов распределения нагрузок и обеспечивает контроль распределения нагрузок на канаты многоканатных подъемных машин и регулировку их натяжения. Получение необходимых данных предусматривает присутствие человека.

Связанные с вышеописанным устройства контроля длины ручьев барабанов и шкивов подъемных машин ИД-3 обеспечивают измерение длины с выдачей информации на цифровой измерительный прибор и при необходимости в общую систему диагностирования.

Регистрация величины тормозного усилия шахтной подъемной установки с помощью специального тензометрического датчика дает возможность оценить качество работы тормоза, определить время срабатывания и холостого хода, величину тормозного момента и прогнозировать работоспособность тормозной системы в целом.

Разработанные в институте измерители состояния проводников вертикальных стволов позволят контролировать ширину колеи, износ и искривление проводников. По стволовым каналам связи возможен ввод данных в общую систему диагностирования, обеспечивая оперативный контроль текущих параметров, сохранение и анализ полученной информации, прогноз состояния армировки на будущий период.

Наряду с перечисленными измерителями применяются механические устройства контроля состояния армировки, позволяющие при преобразовании механических величин в электрические сигналы ввести необходимую информацию в общую систему диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваль А.Н., Резников В.А., Силуев В.И. Средства технической диагностики при обслуживании и ремонте горношахтного оборудования. К. Уголь Украины, 1986, № 3, с.26-27.
2. Makselon Piotr. Optymalne planowanie przeglądów urządzeń górniczych metodą programowania dynamicznego. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo, 1979, Nr 597, Gliwice, s. 45-49.
3. Потапов В.Н. Диагностика авиационных электрических машин, М. Транспорт. 1989. 101 с.
4. Мозгалевский А.В., Калявин В.П., Малышев А.М. Условия целесообразности прогнозирования работоспособности объектов диагностирования. Приборостроение, 1981, № 2, с.81-86.
5. *Patton S.B., Noval T., Sanford R.L. Electrical fault diagnosis using expert systems, Mining Eng(USA)- 1989 - 41, № 9. - с.955-959.*

Recensent: Prof.sw.dr hab.inż. Jerzy Antoniak

Wpłynęło do Redakcji w październiku 1990 r

UDOSKONALANIE METOD KONTROLI I DIAGNOZOWANIA KOPALNIANYCH URZĄDZEŃ STACJONARNYCH

Streszczenie

Przedstawiono podstawowe zasady metod diagnozowania urządzeń stacjonarnych, warunki ich efektywności i optymalny wybór diagnostycznych zalet. Podano opracowane metody, przyrządy pomiarowe i urządzenia do przeprowadzania badań diagnostycznych kopalnianych urządzeń stacjonarnych - urządzenia wyciągowe, pompy i wentylatory.

IMPROVEMENTS IN DIAGNOSTICS OF MINE STATIONARY INSTALLATIONS**S u m m a r y**

The main principles of diagnostic methods for mine stationary installations have been presented in the paper together with description of their advantages and efficiency. The author has explained measuring devices used to test stationary installations: hoists, pumps and fans.