

УДК 621.83: 681.2

А.В.Емельянов (асп., СПбГУ ИТМО), Е.В.Шалобаев, к.т.н., доц.
З.Домбек (Аграрно-инженерная акад., г.Быдгощь, Польша), д.т.н., проф.

ПОСТОЯННЫЙ МОНИТОРИНГ ШАХТНОГО ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кроме взрыво- и пожароопасности, а также загазованности, основными причинами техногенных катастроф на подземных выработках являются нарушение работоспособности и снижение надежности механического оборудования. При определении технического состояния шахтных подъемных установок (в частности, «клетей»), важную роль играет контроль геометрических параметров, предопределяющих интенсивность износа материала крупномодульных зубчатых колес.

В настоящее время геометрические размеры и износ определяются при помощи шаблонов, штангенциркулей, линеек. Однако результаты подобного контроля во многом определяются человеческим фактором, износ механической части инструмента сильно влияет на достоверность результатов контроля, отсутствие аналогового или цифрового сигнала для дальнейшей обработки информационными системами и регистрации результатов, а, следовательно, - невозможность автоматизации или механизации процесса контроля.

Постоянный же мониторинг состояния передаточных механизмов требует именно автоматизации процесса контроля измеряемых параметров на основе их обработки информационными системами и документальной регистрации. Именно такой подход позволяет повысить безопасность и надежность шахтного оборудования.

Еще одним немаловажным недостатком используемых методов является часто возникающая необходимость демонтажа исследуемых элементов конструкции для осуществления требуемых замеров, так называемыми контактными методами. Здесь следует отметить, что такие действия производить зачастую технически очень сложно (диаметры используемых колес могут достигать 2...4 метров) и экономически невыгодно (из-за длительного простоя оборудования). Предлагаемый метод постоянного мониторинга оборудования позволяет избавиться от указанных недостатков. Его сущность заключается в фотографировании либо видеосъемке профилей зубчатых колес с последующим преобразованием полученной картины и сравнением с некими эталонными образцами.

В рассматриваемом случае разработан и реализован подход измерения толщины зубьев (в будущем предусмотрено расширение программы для измерения других параметров). Измерялись цилиндрические прямозубые зубчатые колеса с внешним зацеплением.

Измерительный стенд состоит из камеры видео CCD; компьютера класса PC с увеличенным оперативным и дисковым запоминающим устройством; осветительного оборудования.

Метод измерения состоит в том, что теоретический профиль образца сравнивается с действительным. При этом необходимо заметить, что съемка делается с торца колеса. Это является недостатком метода, что ограничивает исследование прямозубыми колесами. Кроме того, возможно ограничение по точности колес – не выше нормальной, т.е. 8-й степени точности относительно базовой оси. Еще одним из ограничений на применение рассматриваемого метода является то, что линзы видеокамер вносят нелинейные искажения, которые могут быть учтены использованием алгоритма нелинейной оптимизации, усложняющей решение задачи и, в свою очередь, дают недостаточную точность. Правда, в

последнее время появились работы, позволяющих повысить качество получаемых изображений.

Предварительным действием перед выполнением измерения является определение следующих исходных данных: модуль, число зубьев, коэффициент высоты зубьев, коэффициент коррекции, номинальный угол профиля. На основании указанных выше данных компьютерная программа вычисляет теоретический профиль двух соседних зубьев. Точки этого профиля запоминаются в форме матрицы [W], а профиль представлен на мониторе. Сфотографированный профиль тоже состоит из двух зубьев. Вычисленный профиль представлен в бинарной форме, исключая точки с яркостью больше пороговой. Потом точки профиля запоминаются как матрица действительного профиля [R].

Очень важным вопросом является выбор измерительной базы, т.е. точки (либо точек), относительно которой сравниваются профили. Предусматриваем две возможности: измерительная база – наружный диаметр и диаметр делительной окружности. Применение наружного диаметра как измерительной базы соответствует традиционному измерению штангозубомером, или таким же микрометром относительно измерения толщины зубьев. В этом случае сравнивают профили, накладывая друг на друга так, чтобы наиболее отдаленные точки были совместными и симметричными. Преимущество этого варианта заключается в том, что не нужно строить искусственный образец для определения базы. Недостатком является необходимость точного исполнения размера (наружного диаметра), а также неизбежное влияние погрешности формы (некруглости) и погрешности положения (биения) на результат измерения. В случае этого варианта нет необходимости фотографирования одновременно двух зубьев. Можно фотографировать поочередно и также поочередно накладывать на профиль образца. Вариант сопоставления с диаметром делительной окружности, требует определения базы на измеряемом колесе. Это можно сделать, помещая образец длины (могут быть использованы концевые меры) и шарики (для получения точки) на измеряемую деталь. Указанная операция выполняется только раз для первого зуба. Практически это не сложно, потому, что всегда можно найти некую искусственную базу так, чтобы образец не достигал оси колеса. В этом случае совместными точками будет взаимное совмещение по диаметрам двух профилей (теоретического и сфотографированного), а измерительной базой послужит точка пересечения диаметра делительной окружности и образца с контуром профиля с левой стороны. Проводя очередную съемку, получаем очередные матрицы координат точек профиля очередных зубьев. При этом точки первого зуба на n -й съемке соответствуют точкам второго зуба на предыдущей съемке. Это дает возможность перенесения измерительной базы на очередные съемки, сравнивая эти части матриц, в которых точки профиля первого зуба на съемке n -й и конгруэнтного на съемке $n-1$ -й - совместные. Таким образом, можно избежать возникновения погрешности выполнения наружного диаметра, однако возникнут погрешности связанные с образцом.

В дальнейшем планируется расширение программы для измерения зубчатого колеса произвольного профиля, а также других видов зубчатых колес. При этом, естественно, существенно будут изменены как оборудование, так и подходы.