© М.С. Островский, П.Ф. Бойко, 2007

УДК 622.232.7

М.С. Островский, П.Ф. Бойко

КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ГОРНЫХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Семинар № 21

Вибродиагностика является одним из основных методов оценки технического состояния слож-ных и дорогостоящих машин, какими являются дробильно-измельчительные агрегаты горного оборудования.

Определение технического состояния агрегата может производиться в процессе его эксплуатации без его разборки. Это открывает широкие возможности прогнозирования состояния оборудования в течение всего периода его эксплуатации. В связи с тем, что параметры состояния узла или агрегата такие, как величина износа, зазоры в соединениях деталей, изменение их геометрической формы и размеров, обычно бывают недоступны прямому измерению, которое возможно при выполнении демонтажа, определение технического состояния осуществляется по косвенным признакам – вибрационным сигналам, которые могут быть измерены непосредственно.

С интенсивным развитием техники регистрации и обработки вибросигналов и, особенно, при переходе к цифровой форме представления данных, диагностические возможности метода значительно возрастают. Принято считать, что вибродиагностические методы позволяют получить достоверность диагноза, определяемую как отношение числа верных диагнозов к общему их числу, до 90 % [1].

Достоверность вибродиагностики зависит не только от совершенствования техники измерения и регистрации сигналов, но также и от применяемых математических методов анализа сигналов.

Традиционно, спектры измерения амплитуды виброскорости *V(f)* в определенном диапазоне частоты принято представлять в виде суммы детерминированной и случайной составляющих:

$$V(f) = \theta(f) + \xi(f)$$

где *θ(f)* - функция, описывающая изменение амплитуды виброскорости от частоты в ВЧ диапазоне; $\xi(f)$ - шумовая составляющая сигнала, имеющая в общем случае произвольное распределение.

Функцию *θ(f)* можно представить в виде ряда Фурье:

$$\theta(f) = \theta_i(\varpi) = \sum_{i=0}^{i=n} A_i Sin(\varpi_i t + \gamma_i)$$

Отличительной особенностью предложенного метода контроля за состоянием оборудования при его эксплуатации является оценка уровня динамического качества машинного агрегата по результатам измерения вибраций в различных его точках с использованием обобщенного вибрационного показателя.

Прогнозирование технического ресурса и установление момента времени, при котором становится необходимым проведение ремонтно-вос-

становительных работ, может осуществляться как на основании анализа изменения тенденций одного из выбранных параметров вибраций в некоторой точке, так и на основании анализа обобщенного показателя - уровня динамического качества машины.

С этой целью, в первую очередь, необходимо выявить характерные для данного агрегата «болевые точки» измерения, в которые устанавливают соответствующие датчики. Такие точки обычно определяют наиболее изнашиваемые исполнительные и базовые поверхности сопряжения деталей и узлов, через которые в процессе эксплуатации агрегата проходит интенсивный поток нагрузки [2]. Для рассматриваемых дробильных агрегатов типа ККД такие точки следует располагать: на подшипниковых опорах приводного вала; в зоне зацепления конической зубчатой передачи; в зоне расположения цилиндрических базовых поверхностей эксцентрика; в зоне расположения пестовой опоры; на выносной гидростанции; в зоне подвеса дробильного конуса; по периметру рабочей зоны дробильной камеры; по периметру загрузочной камеры.

На дробильных агрегатах среднего и мелкого дробления необходимо предусматривать дополнительные точ-ки измерения: по периметру сферической подшипниковой чаши; в районе расположения двух базовых отверстий на нижнем торце дробящего конуса; по периметру регулировочного и опорного кольца.

На шаровых мельницах точки измерения должны быть расположены в следующих местах: в подшипниках скольжения по периметру опорных цапф;

в электроприводе маслонасоса; в маслонасосе;в главном электродвигателе;в редукторе привода вращения мельницы; в районе зацепления зубьев венцовой шестерни; по образующей вращающегося барабана.

Характерным признаком совершенства конструкции высокого качества является низкий уровень колебаний, генерируемых и воспринимаемых, как сопутствующий фактор, при выполнении требуемых функций. По мере износа деталей, инициатором которого часто оказывается фреттинг, в динамических свойствах машины начинают происходить изменения, которые можно фиксировать на начальном этапе путем применения специальной аппаратуры. К таким отклонениям следует отнести: нарушение центровки валов; увеличение зазоров в сопряженных деталях; изменение характера посадок; нарушается баланс вращающихся частей; возможно заклинивание пар трения; недопустимый износ броней и др.

Все эти факторы приводят к увеличению энергии механических колебаний, которая при рассеивании в машине может приводить к возникновению резонансов и увеличению динамической нагрузки на подшипники. Все возрастающие вибрации, в свою очередь, приводят к повышению интенсивности износа поверхностей сопрягаемых деталей.

Отклонения в узлах агрегата, возникающие в процессе его эксплуатации, с достаточной определенностью фиксирует измеряемые вибросигналы, исследование которых позволило выявить их специфику для типовых констрктивных узлов и деталей машин [1, 2].

Для узлов и деталей привода наиболее частым проявлением дефекта является формирование радиального биения, т.е. нарушение эксцентриситета в установке валов, зубчатых колес, шкивов, муфт. Оклонения в размерных связях и механику этого процесса достаточно точно фиксирует вибросигналы, сни-

маемые в процессе работы передачи. Исследования показывают, что кроме основной частоты участвовавших в передаче зубчатых пар при возникновении эксцентриситета резко проявляются модулирующие составляющие.

Таким образом, оценка отклонения технического состояния механизма от нормы по косвенным признакам, а именно, по изменению свойств вибрационных процессов в механизме, зависящих от характера взаимодействия его деталей и узлов, является важной, актуальной задачей.

Вибрации порождаются динамическими процессами взаимодействия деталей в работающем механизме, поэтому вибрационные сигналы, обладая высокой информационной емкостью, быстро реагируют на нарушение нормального характера локальных взаимодействий несопрягаемых в процессе работы деталей. Широкие частотный и динамический диапазоны колебательных процессов, малая инерционность, большая скорость распространения упругих волн по конструкции машины обусловливают быструю реакцию вибросигнала на изменение технического состояния. Эти особенности являются определяющими в аварийных ситуациях для принятия превентивных мер предотвращения катастрофических ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Островский М.С.* Триботехнические основы обеспечения качества функционирования горных машин. – М.: МГГУ, 1994, Ч. 1, 160 с. Ч. 2, 237 с.
2. *Островский М.С., Бойко П.Ф.* Организация ремонта дробильного оборудования на основе диагностики его состояния. Труды международной конференции «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии», БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005 г.с. 364-366. ГИАБ

Коротко об авторах

Островский Михаил Сергеевич - доктор технических наук, профессор каф. «Технология машиностроения и ремонта горных машин»,
Бойко П.Ф. –
Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 21 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *Л.И. Кантович.*