

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР КОРЕННОГО ВАЛА ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Еськова Ю.П., магистрант,
Яценко А.Ф., канд. техн. наук, проф.
Донецкий национальный технический университет

В данной работе исследован характер изменения виброускорения, предложены методы безразборной диагностики подшипников качения шахтных подъемных машин с использованием вибросигнала. Предложен метод обнаружения дефектов на ранних стадиях их возникновения.

Подъемные машины на горных предприятиях, особенно при значительных глубинах, являются мощными стационарными установками, к которым предъявляются жесткие требования по безопасности и надежности. Выполнение этих требований невозможно без получения достоверной информации об их фактическом состоянии. Однако, эта достоверность зависит не только от качества измерений, а в большей степени от качества анализа, выполненного на основании диагностической модели.[2]

Основным элементом подъемных машин является сборка коренного вала. Именно она подвержена динамическим нагрузкам, возникающим при эксплуатации шахтных подъемных машин (ШПМ) и передаются опорным (подшипниковым) узлам. Поэтому постоянный контроль за их состоянием, своевременный и правильный анализ позволит исключить аварийные режимы.

Наиболее уязвимым элементом сборки (часто выходит из строя), определяющим ее состояние, являются подшипники. Существуют различные методы инструментальной диагностики: ультразвуковой (дефектоскопия) и магнитопорошковый. Проведенные нами исследования показали, что при диагностировании технического состояния (ТС) подшипников ШПМ наиболее перспективным методом является вибродиагностика. Его аксиомой является то, что изменения амплитуды виброакустической характеристики указывают на изменение ТС, а частота, на которой происходит это изменение, указывает на расположение дефекта.[4]

При работе ШПУ в подшипнике, имеющем дефект, в спектре вибросигнала появляются гармонические составляющие от частоты вращения вала.

В нагруженном подшипнике имеются четыре основные, характерные частоты: внешней обоймы, внутренней обоймы, сепаратора и тел качения, которые можно использовать для диагностики ТС.

Частота перекатывания тел качения по внешней обойме, обозначаемая BPF0:

$$F_H = \frac{N_{mk}}{2 \times F_1 \times \left(1 - \frac{D_{mk}}{D_c} \times \cos \phi\right)}, \quad (1.1)$$

где: N_{mk} - количество тел качения в одном ряду подшипника;

F_1 - частота вращения вала;

D_{mk} - диаметр тела качения;

D_c - средний диаметр сепаратора;

ϕ - угол контакта тела качения с обоймой.

Частота перекатывания тел качения по внутренней обойме (BPF1):

$$F_B = \frac{N_{mk}}{2 \times F_1 \times \left(1 + \frac{D_{mk}}{D_c} \times \cos \phi\right)} \quad (1.2)$$

Частота сепаратора (FTF):

$$F_c = \frac{1}{2 \times F_1 \times \left(1 - \frac{D_{mk}}{D_c} \times \cos \phi\right)} \quad (1.3)$$

Частота перекатывания тел качения (BSF):

$$F_c = \frac{1}{2 \times F_1 \times \left(1 - \frac{D_{mk}^2}{D_c^2} \times \cos^2 \phi\right)} \quad (1.4)$$

Для повышения ресурса и надежности оборудования, сокращения затрат, связанных с ремонтом и простоями, необходима точная система диагностирования текущего технического состояния подшипников качения. Широкое распространение во всём мире получили методы контроля и диагностики подшипников качения,

базирующиеся на измерении параметров вибрации. Обусловлено это тем, что вибрационные сигналы несут в себе информацию о состоянии механизма и подшипников в частности. При этом теория и практика анализа вибросигналов к настоящему времени столь отработана, что можно получить достоверную информацию о текущем техническом состоянии не только подшипника, но и его элементов.[3]

Для оценки технического состояния и диагностики дефектов подшипников качения разработаны методы:

- диагностика по общему уровню вибрации;
- диагностика по СКЗ виброскорости;
- диагностика по спектру вибросигнала;
- диагностика по соотношению пик/фон вибросигнала;
- диагностика по спектру огибающей сигнала.[1]

Самым эффективным методом обнаружения дефектов на ранних стадиях является метод по спектрам огибающей, он менее остальных подвержен различным помехам, и, как следствие, имеет большую достоверность. Кроме того он позволяет проводить полный анализ состояния оборудования, что делает его универсальным. В этом случае набор технических средств диагностики оборудования будет минимальным по объёму и затратам.

Для предотвращения аварийных ситуаций на ШПУ необходимо применять систему непрерывного мониторинга комплекса диагностических параметров вибрации, основными из которых являются амплитудно-частотные соотношения спектров вибрации и огибающих, полученных методом спектрального анализа.[4]

Список источников.

1. Русов В.А. Спектральная вибродиагностика. - Пермь: Виброцентр, 1996. - Вып.1. - 176с.
2. Степанов. А.Г. Динамика Машин.- Екатеринбург:УрО РАН, 1999. – 302с.
3. Трибухин В.А. Исследование динамики процесса стопорения многоканатной подъемной установки //Сб. научных трудов НИИГМ имени М.М.Федорова "Проблеми експлуатації обладнання шахтних стаціонарних установок." - Вип. 95. - Донецьк, 2002.

4. Яценко В.А. Обоснование силовых параметров нагружения опор коренного вала шахтных подъемных машин // Дисс. канд. техн. наук: 05.05.06. – Донецк, 2008. – 189 с.