**УДК 53.083(430.1)**

**П. Б. Герике**

# НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КУЗБАССА КАК ОБЪЕКТ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Законодательство РФ четко регламентирует процедуру экспертизы промышленной безопасности технических устройств, эксплуатирующихся на опасных производственных объектах (ЭПБ ТУ ОПО) [1]. Неотъемлемой её составляющей является определение степени износа оборудования путем диагностирования его технического состояния на основе анализа параметров механических колебаний.

Значительное количество оборудования обогатительных фабрик в настоящее время выработало свой ресурс, часть его находится в недопустимом техническом состоянии. Это является определяющим фактором, напрямую влияющим на экономические показатели работы предприятия и безопасность обслуживающего персонала. Контроль по параметрам вибрации - единственный метод неразрушающего контроля, позволяющий без длительного непроизводительного простоя техники определить фактическое техническое состояние динамически работающего агрегата [2, 3].

В рамках проведения процедуры ЭПБ и технического диагностирования учеными и специалистами ИУ СО РАН и ФГБОУ ВПО КузГТУ (г. Кемерово) выполнен вибродиагностический контроль ряда технических устройств, эксплуатирующихся на обогатительных фабриках Кузбасса. На примере выборки из 50 единиц насосного оборудования рассмотрим процесс выявления наиболее распространенных дефектов, определяемых методом вибродиагностики. Агрегаты отличаются по конструкции, назначению, режимным характеристикам и т.д. Однако, оценка технического состояния оборудования такого типа осуществляется, как правило, на основе анализа параметров виброскорости и виброускорения как в стандартном, так и расширенном до 7-10 кГц частотном диапазоне методом прямого спектрального анализа.

Применительно к этому объекту диагностирования наибольшее распространение получили следующие типы неисправностей и повреждений:

– расцентровка электродвигателя с насосом;
– нарушение жесткости системы;
– ослабление посадки, увеличение зазоров подшипников;
– разнообразные повреждения подшипников качения, нарушение режима их смазки;
– дисбаланс ротора электродвигателя;
– повреждения элементов соединительных муфт;
– износ рабочих элементов насоса.

Одним из самых распространенных дефектов насосного оборудования является расцентровка электродвигателя с насосом (рис. 1). Отдельно следует выделить так называемую «горизонтальную» расцентровку – т.е. нарушение соосности валов в горизонтальной плоскости. Как правило, это является следствием нарушения технологии центровки и за непродолжительный период времени приводит к значительному росту величин параметров вибрации, эксплуатационный ресурс подшипников уменьшается в несколько раз, выходят из строя соединительные муфты, происходит общее нарушение жесткости системы и т.д.

Рис. 2 и 3 иллюстрируют еще несколько часто встречающихся дефектов, а именно повреждение подшипника и развитый дисбаланс ротора электродвигателя. На рис. 2 представлен спектр

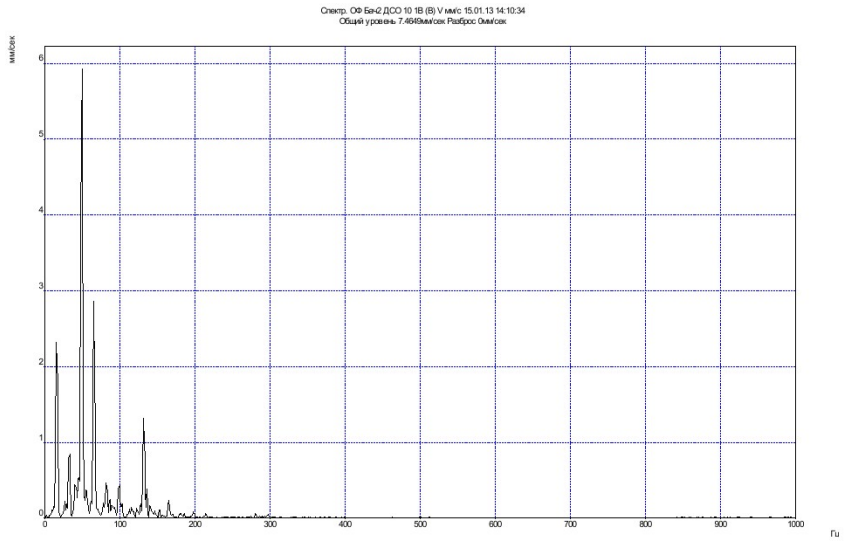


*Рис. 1. Расцентровка электродвигателя с насосом 8ш8.*

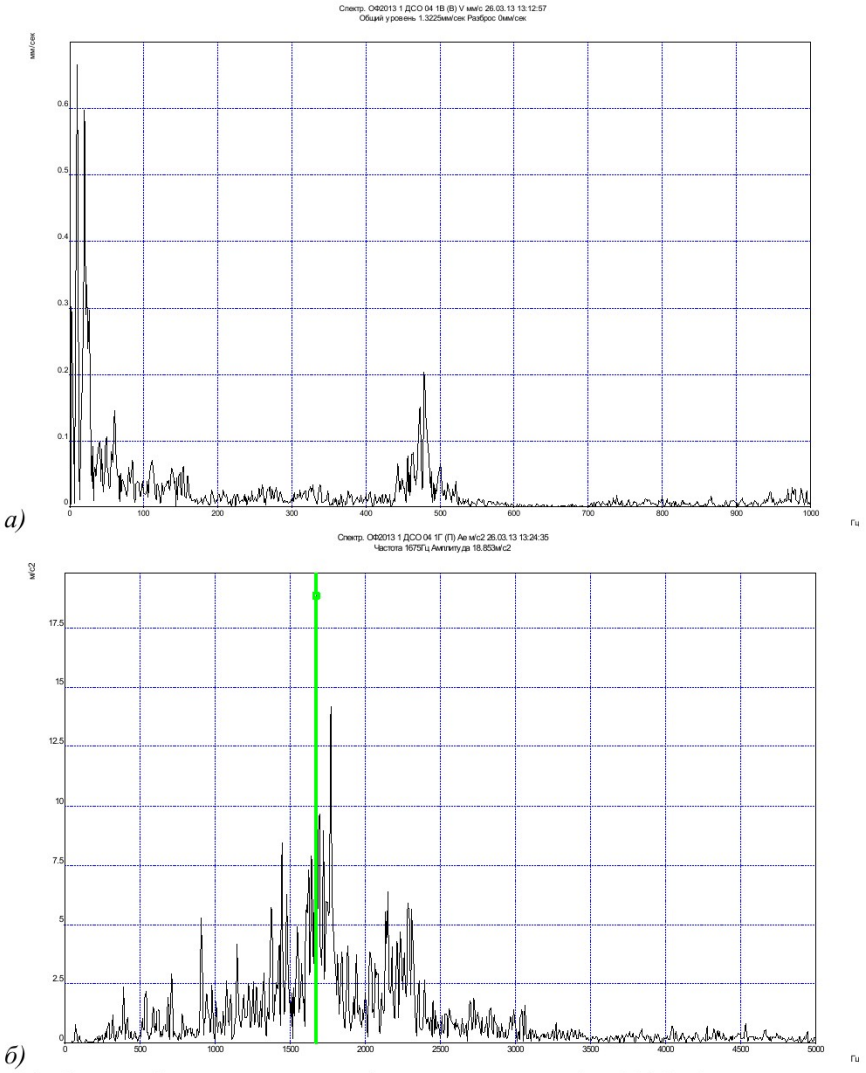


*Рис. 2. Развитый дефект подшипника электродвигателя насоса 1Д500/63.а) спектр сигнала подшипника электродвигателя (со стороны насоса); б) соответствующий этой точке измерений результирующий спектр по параметру виброускорения, общий уровень А=46,9 м/с$^2$.*

виброакустического сигнала, полученный на подшипниковом узле электродвигателя насоса 1Д500/63. Спектральное представление полигармонической волны содержит информацию об изменении формы тел качения и износе сепаратора. Подшипники качения являются одним из наиболее изученных объектов с точки зрения диагностирования их технического состояния [2, 3]. Однако, на практике анализ сигнала сильно затрудняет отсутствие актуальной технической документации на объект (замена вышедшего из строя двигателя на электродвигатель другой марки без отметки в паспорте технического устройства, замена подшипников с нарушением номенклатуры и т.д). При этом значительно изменяется характер волны вибрации, в спектре появляются совершенно иные гармонические составляющие, нежели расчетные для конкретного узла или агрегата. В том числе и поэтому наиболее эффективным считается применение сразу группы методов контроля по параметрам механических колебаний. Комплексный диагностический подход, как правило, включает в себя метод прямого спектрального анализа, синхронное накопление, анализ огибающей и эксцесс. В случае, когда рассматриваются процессы формирования виброакустических характеристик зубчатых зацеплений в редукторах, к этому комплексу добавляют вейвлет-преобразование, кепстр и анализ временной реализации сигнала. Именно такое сочетание методов вибродиагностики обеспечивает возможность максимально точной интерпретации полученных результатов [2]. Это, в свою очередь, позволяет строить достоверные прогнозные модели развития типовых повреждений различных узлов и агрегатов техники. Именно комплексный подход к диагностированию технического состояния позволяет провести точную ассоциацию между источником повышенной вибрационной активности и конкретным типом неисправности, указать степень развития дефекта, четко сформулировать рекомендации по ремонту техники.

Созданная на сегодняшний день на базе ИУ СО РАН единая представительная база данных по параметрам вибрации включает информацию по

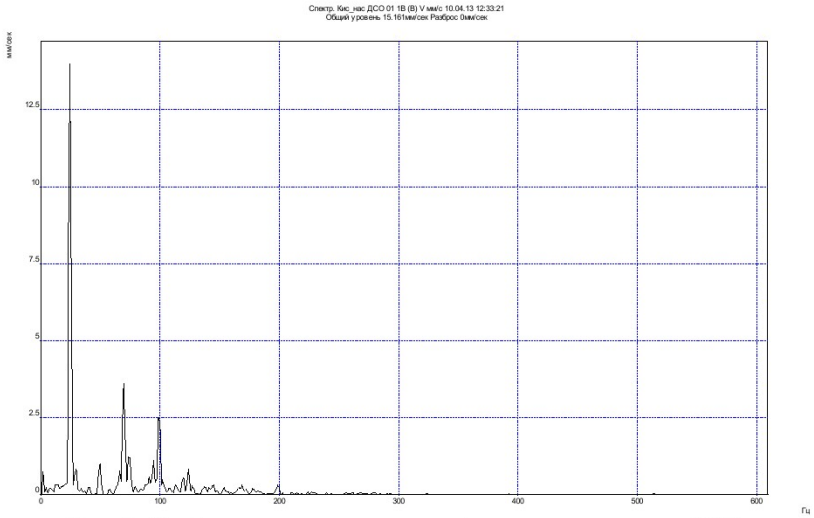


*Рис. 3. Дисбаланс ротора электродвигателя углесоса 12У6.*

более чем 500 единицам оборудования, эксплуатирующегося на обогатительных фабриках Кузбасса (ЗАО «ОФ Распадская», ОАО ЦОФ «Беловская», ОАО ЦОФ «Кузбасская», ОФ ООО «Разрез Бунгурский Северный», филиалы ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»: ОФ «Кедровская» («Кедровский угольный разрез»), ОФ «Вахрушевская» («Краснобродский угольный разрез»), ОФ «Энергетическая» («Бачатский угольный разрез»).

Обработка накопленных статистических данных позволила детально обосновать критерии предельно-допустимого состояния оборудования обогатительных фабрик, которые могут быть взяты за основу при построении прогнозных моделей развития типовых дефектов и расчете остаточного ресурса технического устройства. Предложенные подходы могут быть использованы в качестве базы для перехода на более совершенные формы технического обслуживания.

«В настоящее время необходимо опережающими темпами повышать эффективность производства на базе ускорения научно-технического прогресса…, обеспечивать удовлетворение потребностей в запасных частях к машинам и оборудованию» [4]. Предложенная система управления техническим обслуживанием позволит решить эти задачи, эффективно и максимально безопасно эксплуатировать технику, минимизировать потери времени на аварийные простои, оптимизировать логистику и складское хозяйство.

Внедрение экспертных систем диагностики технического состояния и стационарных комплексов для on-line измерения основных параметров динамического оборудования является частью реализации концепции системы обслуживания по фактическому состоянию. Реализация элементов этой концепции применительно к наиболее ответственной части оборудования обогатительных фабрик (до 20 % от общего количества технологических позиций) позволит предприятиям перейти на качественно новый уровень обслуживания техники, что в конечном итоге даст не только положительный экономический эффект, но и повысит безопасность работы обслуживающего персонала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588).

2. *Герике Б.Л.* Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. /Б.Л. Герике, П.Б. Герике, В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, А.А. Хорешок / Москва, 2012. – 400 с.

3. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева, т.7 – Москва, 2005. – 828 с.

4. *Клишин В.И.* Монтаж, демонтаж, эксплуатация и ремонт горно-шахтного оборудования. Учебное пособие. /В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, В.И. Клишин // Москва, 2012. – 511 с.

Автор статьи:

Герике
Павел Борисович,
канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаб.средств механизации отработки угольных пластов Института угля СО РАН, доцент каф. горных машин и комплексов КузГТУ,
email:.am_besten@mail.ru