

□ Авторы статьи:

Герике
Борис Людвигович
-докт. техн. наук, проф.,
главный научный сотрудник Инсти-
тута угля и углехимии СО РАН

Герике
Павел Борисович
-младший научный сотрудник
Института угля и углехимии СО
РАН

УДК 53.083(430.1)

Б. Л. Герике, Д. Г. Червов

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Высокая эффективность замены системы планово-предупредительных ремонтов на обслуживание технологического оборудования по фактическому техническому состоянию [1] базируется не только на сокращении сроков и затрат на техническое обслуживание, но и на исключении необоснованных ремонтов, что приводит в конечном счете к повышению надежности машинных агрегатов. Оценка же фактического технического состояния узлов и агрегатов динамического оборудования может базироваться только на результатах функциональной диагностики, проводимой в рабочих условиях на различных эксплуатационных режимах.

Обзор различных методов диагностирования технического состояния [2] позволяет утверждать, что на сегодняшнем этапе поставленным требованиям удовлетворяет только вибродиагностика.

Многолетний опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования в промышленности.

Наиболее характерными видами отказов машинных агрегатов являются постепенные (износовые) отказы. На рис. 1 представлена схема характерных процессов изнашивания узлов механизма в зависимости от наработки.

В реальных условиях имеет место существование всех перечисленных типов деградации узлов механизма. Наиболее ве-

сомый вклад в изменение состояния механизма вносит износ деталей кинематических пар. Он приводит к увеличению зазоров в парах, что усиливает динамическое взаимодействие деталей, приобретающее в некоторых случаях ударный характер, и обогащает вибросигнал шумовыми и импульсными характеристиками.

Для разработки методов и технологий диагностирования какого-либо объекта необходимо знать закономерности изменения его вибрационно-акустических характеристик в

процессе эксплуатации. Исход-

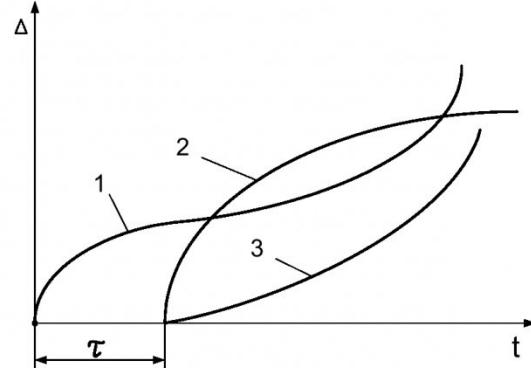


Рис. 1. Схема характерных процессов изнашивания узлов механизмов: 1 - классическая кривая Лоренца; 2 - усталостный износ; 3 - коррозионный износ; τ - латентный период (накопление повреждений поверхностного слоя)

ное состояние и скорость деградации однотипного оборудования подчиняется статистическим законам распределения (рис. 2), зная характеристики которых можно прогнозировать

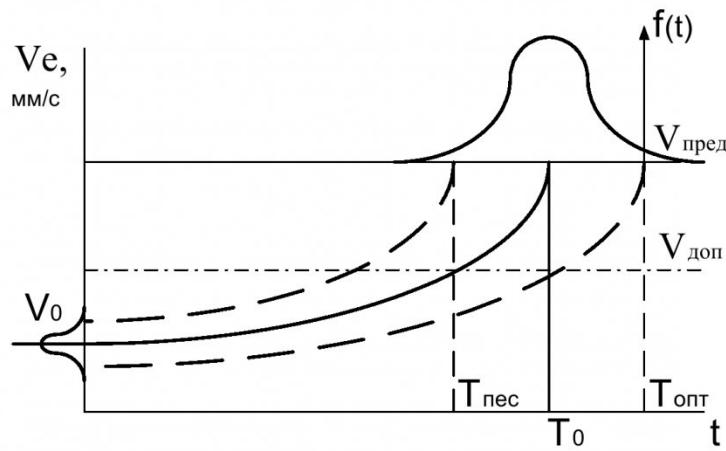


Рис. 2. Распределение скорости деградации однотипного оборудования: $f(t)$ -плотность вероятности возникновения отказа; T_0 - среднее время наработки на отказ; $T_{\text{опт}}$ - максимальное время наработки на отказ; $T_{\text{нес}}$ - минимальное время наработки на отказ

изменение технического состояния объектов диагностирования.

Цель вибродиагностики – распознавание классов технических состояний агрегата по совокупности его вибрационных характеристик. Распознавание состояния оборудования - это отнесение предъявленного к опознанию вибрационного образа к одному из возможных классов (диагнозов) с помощью специально построенного решающего правила. Для успешного решения этой задачи должна быть набрана статистика соответствия диагностических признаков классам технических состояний.

Поэтому задачу диагностирования можно рассматривать как двойственную: с одной стороны - построение характеристики класса состояний, которому принадлежит образ, а с другой - принятие решения о принадлежности к одному из классов состояний испытуемого образа. Решение такой задачи обеспечивается правильным выбором ряда структурных параметров, в частности, параметров вибрации.

Общепринятым подходом является разбиение оценок технического состояния диагностируемого оборудования на классы по общему уровню интенсивности вибрационных

процессов, измеренных в частотном диапазоне от 10 до 1000 Гц [3]. По общему уровню судить о состоянии испытуемого объекта, однако нельзя, так как различные дефекты, проявляющиеся в различных частотных диапазонах, вносят свой индивидуальный вклад в энергию колебательного процесса, то есть в эффективное значение виброскорости.

На сегодняшний день наиболее рациональным методом диагностирования является подход, основанный на использовании спектральных характеристик, по изменению которых возможно реально оценивать вклад тех или иных дефектов в интенсивность вибрации. Для оценки степени опасности дефекта необходимо создание опорных спектральных масок для каждого типа механизмов, являющихся эталоном «нормального» технического состояния диагностируемого машинного агрегата, относительно которого отслеживается изменение диагностических признаков. При этом должны быть выяснены характерные неисправности и частотные компоненты, на которых возможно их проявление. По этим частотам и ведется разбиение спектра на полосы.

Построение масок можно выполнить двумя способами:

- по средненормальному состоянию заведомо работоспособного агрегата (определяются средние значения в выделенном частотном диапазоне

$$\bar{\vartheta} = \frac{1}{N} \sum_i^N \vartheta_i) \quad \text{генерируется}$$

спектральная маска удовлетворительного состояния (ϑ_{cp}), определяется оценка среднего квадратического отклонения S_ϑ для каждой частотной полосы:

$$S_\vartheta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_i^N (\vartheta_i - \bar{\vartheta})^2} .$$

Уровень предупреждения задается как

$$\vartheta_{pred} = \bar{\vartheta} + S_\vartheta ,$$

а уровень тревоги –

$$\vartheta_{trrev} = \bar{\vartheta} + 3S_\vartheta .$$

- по исходному состоянию (после приработки) вновь смонтированного или отремонтированного оборудования определяются средние значения интенсивности вибрации в выделенных частотных диапазонах, которые принимаются за эталон удовлетворительного состояния. Далее, в соответствии с рекомендациями ISO 2372, граница поднимается на 8 дБ (в 2,5 раза) и определяется уровень «Предупреждение» (появился дефект), затем на 4 дБ (в 1,6 раза) – «Предельно допустимое состояние» (дефект развит), далее еще на 4 дБ – уровень «Тревога» (возможен аварийный отказ).

Сравнение полученных при обследовании оборудования спектров вибрации со спектральными масками – наиболее удобный метод для определения зарождающихся и развитых дефектов. В процессе эксплуатации возможна корректировка спектральных масок в сторону увеличения частотного разрешения (детализации спектральной картины).

На рис. 3 приведены спектральные маски для ортогональных составляющих абсолютной вибрации корпусов подшипников шахтных венти-

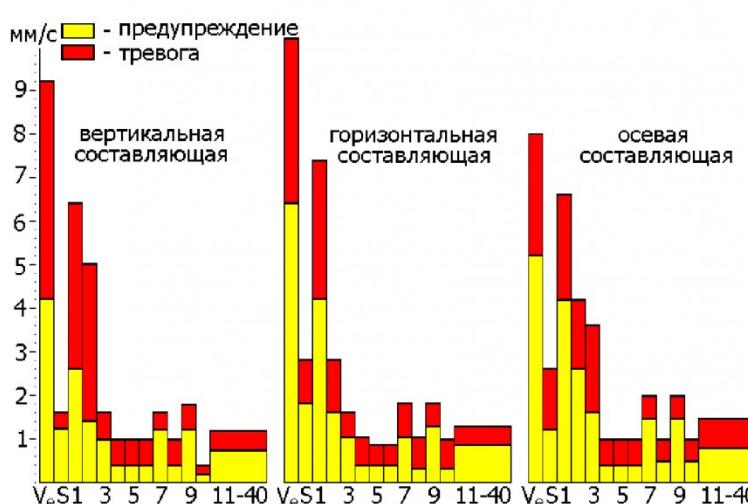


Рис.3. Спектральная маска однотипной группы осевых вентиляторов главного проветривания

ляторов главного проветривания, построенные по первому способу на основе экспериментальных данных обследования технического состояния 47 осевых вентиляторов.

Введение для каждого типа оборудования системы нормирования уровня вибрации с оценкой технического состояния в отдельных измерительных точках, взамен существующей

системы оценок с разделением всего динамического оборудования на пять классов [3], позволит осуществить индивидуальный подход к каждому конкретному механизму, что обеспечит более точное определение момента перехода машинного агрегата из одного класса состояния в другое. Вместо существующего нормирования общего уровня вибрации удаст-

ся реализовать нормирование уровня вибрации по характерным спектральным составляющим, что позволит оценить индивидуальный вклад каждого дефекта в энергию колебательного процесса. Применение данного метода позволит на более ранней стадии и с большей достоверностью выявлять зарождающиеся и прогрессирующие дефекты оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. М.: Машиностроение, 1999, 344с.
- Герике Б.Л., Смирнов А.Н. Концепция технического диагностирования объектов повышенной опасности // Вестн. КузГТУ, 1999. №6. с. 15-19.
- ГОСТ ИСО 10816-1-97 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1: Общее руководство»

□ Авторы статьи:

Герике

Борис Людвигович

-докт. техн. наук, проф., гл. научн. сотр. Института угля и углехимии СО РАН

Червов

Денис Геннадьевич

- аспирант Института угля и углехимии СО РАН

УДК 622.23.051

Б.А. Катанов

РЕЖУЩЕЕ БУРОВОЕ ДОЛОТО С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ АРМИРУЮЩИХ ПЛАСТИН ТВЕРДОГО СПЛАВА

Существующие конструкции режущего бурового инструмента для карьерных станков с вращательного бурения легкого (СБР) и тяжелого (СБШ) типов позволяют вести бурение скважин по породам с коэффициентом крепости $f = 2 \div 7$ (по шкале проф. М.М. Протодьяконова). Режущие элементы этих долот оснащаются (армируются) пластинами твердых сплавов, которые крепятся к корпусу долота или державкам сменных породоразрушающих элементов (резцов) посредством пайки.

Такой способ крепления не учитывает, что коэффициент термического расширения твердых сплавов в $2 \div 4$ раза меньше, чем у сталей.

Различие свойств неизбежно приводит к возникновению в спаянных соединениях при нагреве породоразрушающих элементов температурных напря-

жений, значительно снижающих их стойкость, поскольку в ряде случаев возможно возникновение напряжений превосходящих предел прочности не только припоя, но и твердого сплава.

Модуль упругости твердых сплавов в среднем в 3 раза выше, чем у легированных сталей, из которых изготавливаются державки резцов и корпуса долот. При повышении содержания кобальта модуль упругости у вольфрамо-кобальтовых твердых сплавов снижается. Большое различие в значении моду-

ля упругости твердого сплава и стали при их соединении пайкой также может приводить к значительным перегрузкам.

Одним из возможных направлений совершенствования режущих буровых долот является переход от пайки пластинок твердого сплава к их механическому креплению.

Опыт применения режущего инструмента с механическим креплением пластинок твердого сплава имеется в машиностроении [1 - 3]. Установлено, что исключение операции пайки

Техническая характеристика долота

Номинальный диаметр буримой скважины, мм	160
Коэффициент крепости буримых пород	6-7
Количество режущих пластин, шт.	9
Количество линий резания, шт.	7
Масса твердосплавной пластины, кг	0,077
Габаритные размеры: высота, мм	234
диаметр по резцам, мм	160