

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА

А. ЯБЛОКОВ, канд. техн. наук, Московский государственный университет пищевых производств

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОМБИКОРМОВЫХ, НАПРЯМУЮ СВЯЗАНЫ С ЕГО ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКОЙ.

Традиционные методы технического обслуживания (ТО) оборудования на зерноперерабатывающих предприятиях можно разделить на два вида: обслуживание по регламенту [система планово-предупредительных ремонтов (ППР)] и обслуживание после выхода оборудования из строя. Оба подхода имеют недостатки: практика эксплуатации оборудования показывает, что половина из числа всех ТО по регламенту выполняется без их фактической необходимости; техническое обслуживание оборудования по факту его поломки приводит к возникновению аварийных ситуаций и к несанкционированной остановке производства.

Более прогрессивным является метод технического обслуживания оборудования по его фактическому состоянию. При этом сроки его проведения и виды определяются по результатам технической диагностики. Для контроля состояния оборудования применяются различные диагностические параметры: тепловые, виброакустические, параметры движения, электрические параметры, мощность, расход и др.

Исследования показали, что метод функциональной вибродиагностики имеет ряд преимуществ: универсальность, малую инертность, удобство обработки и хранения диагностической информации с использованием компьютерных средств.

Виброакустическая диагностика технологического оборудования сегодня нашла широкое применение в энергетике, нефтегазовой отрасли, машиностроении, легкой и других отраслях промышленности. На зерноперерабатывающих предприятиях методы вибродиагностики пока не получили широкого распространения из-за отсутствия методик диагностики, высокой трудоемкости измерения вибрации и расшифровки диагностической информации.

Практические вибродиагностические исследования на комбикормовом заводе

Сотрудники кафедры «Технологическое оборудование предприятий хлебопродуктов» (ТОПХ) МГУПП совместно со специалистами ОАО «Болшево-Хлебопродукт» про-

вели научные исследования в области функциональной вибродиагностики оборудования роторного типа комбикормового завода. К такому оборудованию относятся: молотковые дробилки, вентиляторы, смесители, пресс-грануляторы и др. Исследования носили комплексный характер: проведен статистический анализ типовых поломок оборудования, выявлены наиболее характерные дефекты для каждого типа машин, проанализирована возможность использования методов вибродиагностики для выявления различных видов дефектов оборудования.

Решение задач вибродиагностики предполагает установление зависимости между видом дефекта и изменениями в параметрах вибрационного сигнала функционирующего оборудования. Эта зависимость может быть установлена в ходе натурных экспериментов либо в результате диагностического моделирования. Последний способ позволяет заменить трудоемкие экспериментальные исследования по натурному моделированию дефектов машин их моделированием на ПК с использованием математических моделей.

На первом этапе исследований была разработана процедура вибромониторинга оборудования, основанная на оценке интегральной характеристики среднеквадратического значения (СКЗ) виброскорости в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц. В рамках научной работы исследованы восемь молотковых дробилок А1-ДМР; шесть вентиляторов ВЦП; четыре смесителя СК-2,5; шесть грануляторов ДГ-1. Вибрация подшипниковых узлов измерялась переносным виброанализатором Корсар+ (ООО «Виброцентр»). В результате статистической обработки данных определены предельные СКЗ виброскорости для различных машин (см. таблицу).

Для идентификации вида и степени развития дефектов оборудования использован метод узкополосного спектрального анализа вибрации. Суть метода заключается в анализе спектра колебаний на частотах, детерминированных с возможными дефектами. В качестве

Статистические характеристики значения СКЗ виброскорости

Оборудование	Среднее значение СКЗ, мм/с	Средне-квадратическое отклонение, мм/с	Предельное значение СКЗ, мм/с
Дробилка А1-ДМР-12			
электродвигатель	3,2	1,4	7,1
корпус	9,2	3,1	18,0
Вентилятор ВЦП			
электродвигатель	3,4	1,2	7,1
корпус	2,5	0,8	7,1
Гранулятор ДГ-1			
корпус	2,2	0,7	4,5
Смеситель СГК 2,5			
электродвигатель	1,6	0,5	2,8
редуктор	2,4	0,4	2,8
подшипники	0,6	0,2	1,8

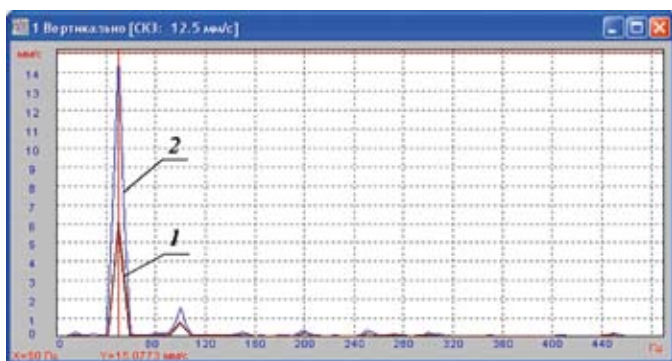


Рис. 1. Зависимость спектра вибрации подшипникового узла молотковой дробилки А1-ДМР от дисбаланса ротора:
 1 — ротор уравновешен;
 2 — дисбаланс ротора



Рис. 2. Опытный образец стационарной системы диагностики ССД-01

примера на рисунке 1 представлены спектры виброскорости подшипникового узла дробилки с отбалансированным ротором по 5 классу точности согласно ГОСТ ИСО 1940-1-2007 «Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов» (спектр 1) и при наличии статического дисбаланса 500 г·см (спектр 2). Дисбаланс характеризуется увеличением амплитуды виброскорости с 6,2 до 15,1 мм/с на частоте вращения ротора 50 Гц (3000 об/мин). Таким образом, диагностическим признаком дисбаланса ротора является увеличение амплитуды вибрации на его частоте вращения.

Результаты исследований на комбикормовом заводе подтвердили эффективность методов функциональной вибродиагностики для выявления различных механических дефектов оборудования: дисбаланса ротора, дефектов подшипника, ошибок монтажа и др.

Однако были выявлены и проблемы, сдерживающие более широкое внедрение методов вибродиагностики на предприятиях. Основные из них:

- периодическая диагностика с применением переносных виброанализаторов увеличивает трудоемкость и влечет дополнительные затраты на сбор диагностической информации, ее расшифровку и анализ;
- применение периодических виброобследований оборудования допускает значительную вероятность недосмотра аварийной ситуации;
- отсутствие на предприятии специалистов, способных проводить вибродиагностику;
- значения диагностических признаков зависят от технологических свойств продукта, а также от нагрузки на машину, что значительно усложняет процедуру диагностики.

Опытный образец стационарной системы мониторинга технического состояния дробилки

Перспективным направлением развития методов и средств диагностики является разработка встроенных средств непрерывного мониторинга и диагностики технического состояния оборудования с алгоритмом адаптации предельных значений диагностических признаков к технологическим процессам и возможностью автоматического отключения оборудования в случае превышения предельно допустимых значений диагностических признаков.

На кафедре ТОПХ МГУПП разработан и изготовлен опытный образец стационарной системы диагностики ССД-01 для молотковой дробилки (рис. 2). Система позволяет в режиме реального времени контролировать значения силы тока электродвигателя, частоту вращения ротора, измерять параметры вибрации и температуру в четырех измерительных точках (на подшипниковых узлах ротора и электродвигателя). Диагностическая информация о работе дробилки выводится на индикатор устройства и сохраняется в энергонезависимой памяти. Для дальнейшего хранения и обработки диагностической информации на ПК предусмотрена возможность передачи данных из прибора через порт RS-232.

Стационарная система диагностики ССД-01 работает следующим образом. После включения дробилки система переключается в режим непрерывного мониторинга. При этом снимаются показания со всех датчиков, производится дополнительная математическая обработка результатов измерений для повышения информативности диагностических признаков, рассчитываются предельные значения с учетом величины нагрузки на дробилку, сравниваются текущие значения с предельно допустимыми. В случае превышения последних формируется сигнал для включения световой и/или звуковой сигнализации, предусмотрена возможность отключения электродвигателя или механизма подачи продукта в дробилку.

Промышленное внедрение такой системы позволит предотвращать аварийные ситуации на производстве, обслуживающий персонал будет иметь объективную информацию о техническом состоянии эксплуатируемого оборудования.

В настоящее время сотрудники кафедры активно работают с представителями завода «Спомаш» (Польша) над созданием стационарной системы мониторинга для их новой молотковой дробилки типа RRMA [Хальбеделъ Я., Глебов Л., Гоголев А. «Молотковая дробилка XXI века» // Журнал «Комбикорма» № 7-2012].

Перспективные направления развития систем мониторинга

Дальнейшее развитие системы связано с реализацией дополнительных функций:

- спектральной вибродиагностики типовых дефектов молотковой дробилки (дисбаланса ротора, дефектов подшипников и др.);
- прогнозирования, которое позволит рассчитывать остаточный ресурс машины путем экстраполяции полинома 2 степени, описывающего тренд диагностического признака до уровня, соответствующего дефектному состоянию;
- учета времени наработки и фактической работы машины между капитальными и текущими ремонтами.

Актуальными также являются работы по организации удаленного доступа к системе мониторинга на базе IT-технологии посредством проводной связи (по интерфейсу RS485) или по радиоканалу (WiFi, GSM/GPRS). При этом данные будут передаваться на сервер для длительного хранения (в течение срока службы машины) и для статистической обработки. Доступ к базе данных всех заинтересованных лиц (обслуживающего персонала, проектировщиков, изготовителей оборудования и др.) будет обеспечен через Internet посредством WEB-интерфейса с компьютеров пользователей из любой точки мира. ■

ЭЛЕВАТОРМЕЛЬМОНТАЖ

СТРОИТЕЛЬСТВО ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ



Строительство заводов «под ключ».
Осуществление функции генерального подрядчика

Полная номенклатура современных зерновых и мельничных самоотков из нержавеющей стали и из черной стали, с окраской порошковыми эмалями в электростатическом поле

Нестандартизированное оборудование по чертежам заказчика для всех предприятий зерноперерабатывающей промышленности

Детали аспирации, вентиляции и электромонтажных изделий

Силоса бестарного хранения комбикормов

КОМПЛЕКТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ДОСТАВКОЙ НА ОБЪЕКТ, СТРОИТЕЛЬСТВО, МОНТАЖ, НАЛАДКА, ПУСК

400074, г. Волгоград, ул. Козловская 50а
тел. (8442) 944469, 944465, 944714
тел./факс 945153
e-mail: montaj@ran.ru
www.montaj.ru



**ВОЛГОГРАД
45-ЛЕТНИЙ
ОПЫТ РАБОТЫ**



141383,
Московская обл.,
г. Ивантеевка,
ул. Толмачева, 80
Тел.: (495) 993-63-18,
тел./факс: 517-91-95,
(49653) 6-10-59
www.elevatormash.net
elevatormash@yandex.ru

Сертификат
ГОСТ Р ИСО 9001-2001
№ РОСС RU. ИС84. КО0014

ПРОИЗВОДИТ И ПРОДАЕТ:

Конвейеры ленточные, винтовые, скребковые

Пакетоформирующие машины

Самотечное оборудование

Автомобиле- и вагоноразгрузчики

Нории

Пневмоперегрузчики
пневмопробоотборники

Ролики, ковши,
магнитные сепараторы, задвижки

ЛИНИИ ШЕЛУШЕНИЯ ЯЧМЕНЯ И ОВСА

на базе машины
шелушильной
МШ-500



ОАО «НИИПроектасбест»
Свердловская область, г. Асбест
Тел.: (34365) 43293, 43236 E-mail: nto@niasbest.ru