

УДК 622

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Озинковский О.О., студент гр. 22-ТО-МАГ, II курс
Хорунжева О.Е., к.т.н., доцент
Научный руководитель: Мазитов М.А., к.т.н., доцент
ФГБУ ВО «РОСБИОТЕХ»,
г. Москва

Сегодня предприятия работают в условиях рыночной экономики, для которых требуется современная комплексная система обслуживания и ремонта оборудования, поскольку нормативно-техническая документация разработки 1970-1980-х годов по выполнению технического обслуживания и ремонта оборудования в условиях плановой экономики, в том числе ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ и справочники потеряли возможность прямого применения и свою актуальность.

Основной принцип автоматизированного цифрового управления производственным предприятием состоит в автоматизации и интеграции ключевых производственных и обеспечивающих процессов, что в свою очередь, обеспечивает сквозное управление всем жизненным циклом выпускаемой продукции.

Процесс обслуживания и ремонта любого промышленного предприятия напрямую влияет на доступность работы производственного оборудования, а значит и на фактические объемы выпуска продукции. Таким образом, отсутствие высокого уровня автоматизации и цифровизации процесса технического обслуживания и ремонта может являться ограничением для автоматизированной работы всего предприятия.

Ключевые принципы автоматизации состоят в формировании замкнутого автоматизированного контура от инициации и планирования процесса технического обслуживания и ремонта, до контроля качества и стоимости его исполнения. При этом, все процедуры планирования и контроля должны происходить с минимальным участием персонала. Ремонтный персонал должен быть нацелен только на исполнение заданий в нормативный срок, с требуемым качеством и в пределах запланированных затрат.

Первым этапом в создании цифрового процесса по обслуживанию оборудования необходимо определить номинальные значения уровня ультразвуковых колебаний в работающих механизмах. Мощность сигнала обычно отображают в децибелах как: $L_p = 20 \lg r_a$, где r_a - отношение амплитуд.

В данной работе были проведены исследования по контролю состояния и диагностированию машин с использованием результатов измерений ультразвука, распространяющегося воздушным путем (воздушный

ультразвук). Воздушный ультразвук представляет собой высокочастотные акустические волны, возникающие внутри или на поверхности исследуемого объекта и обнаруживаемый либо в непосредственной близости от объекта, либо на некотором расстоянии от него. Большинство средств измерений ультразвука рассчитано на обнаружение волн в диапазоне свыше 20 кГц, т.е. вне диапазона слышимости человека.

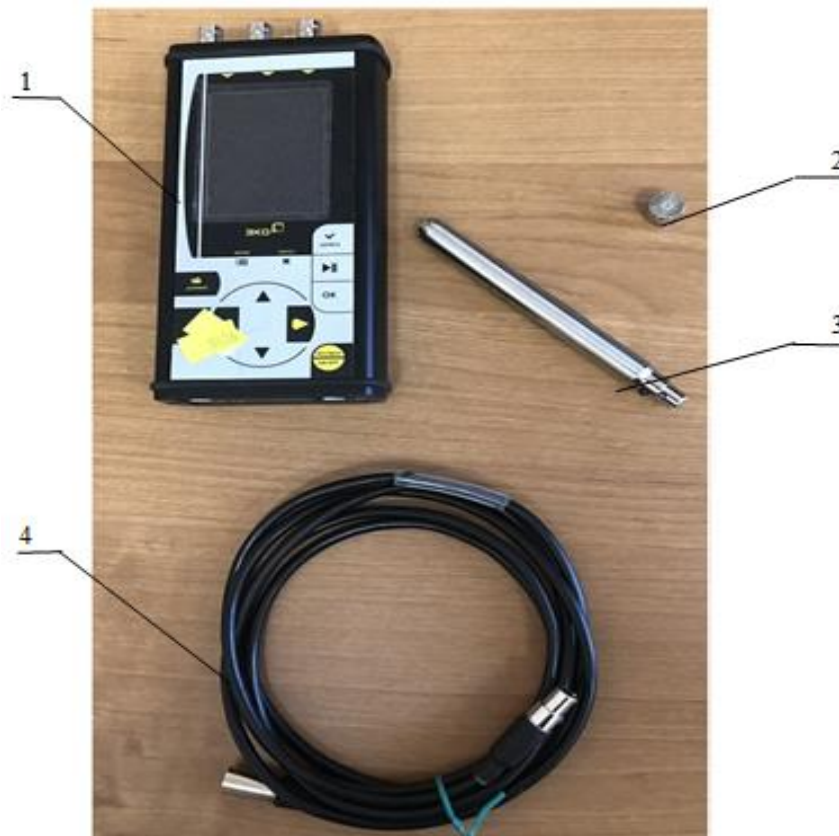
Объектом исследования служила экспериментальная установка, установленная на кафедре прикладной механики и инжиниринга технических систем «РОСБИОТЕХа» (рисунок 1). В ее состав входят преобразователь частоты переменного тока, электродвигатель мощностью 370 Вт. Вал электродвигателя соединён с ведущим валом передачи муфтой. На валу могут устанавливаться шестерни. На ведомый вал устанавливается зубчатое колесо. Валы вращаются в подшипниках типа 6002-2RS. Электромагнитный тормоз FZ-6-K позволяет создавать нагрузку на передачу. В состав установки также входят наборы эксцентриковых втулок (со смещенным центром).

Рисунок 1.



Для измерения ультразвуковых волн подшипниковых опор использовался шумомер - виброметр, анализатор спектра «ЭКОФИЗИКА-110А» (рисунок 2). Данный прибор предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней звука и регистрации временных форм сигналов. В комплект прибора входят: предусилитель звука серии Р200, микрофонный капсюль МК233 и кабель микрофонный. Частотный диапазон измерений в режиме 4НФ: 0,5-40000 Гц (40 кГц).

Рисунок 2.



1. Шумомер
виброметр,
анализатор
спектра
ЭКОФИЗИКА
110А
2. Микрофонный
капсюль МК-233
3. Предусилитель
звука Р-200
4. Кабель
микрофонный
удлинительный
ЕХС1.5

Описание моделируемых дефектов представлены в табл. 1.

Параметры передачи: модуль зубчатых колёс — 2,5 мм, число зубьев шестерни — 26, колеса — 44. Частота вращения шестерни — 750 об/мин (12,5 Гц). Нагрузочное устройство создавало момент сопротивления на ведомом валу — 4 Н·м. По каждому виду эксперимента проведено по 10 исследований.

Таблица 1 – Описание моделируемых технических состояний механической передачи

№ эксперимента	Описание условий эксперимента
1	Исправная и выверенная передача
2	Эксцентриситет шестерни $\delta=0,3$ мм
3	Эксцентриситет колеса $\delta = 0,6$ мм
4	Эксцентриситет колеса $\delta = 0,9$ мм

Для данной машины еще не определен базовый уровень и еще только предстоит определить точки контроля, не имея критерия их выбора. Сравнительный анализ может быть количественным или качественным. Во многих приложениях чаще используют количественный метод, в котором состояние контролируемого узла машины определяют по уровню сигнала, выраженному в децибелах. Результат измерений сравнивают с аналогичным

результатом, полученным для другого узла, или с базовым уровнем. На рис. 3 показаны результаты исследования на приборе ЭКОФИЗИКА-110А.

Рисунок 3.

Эксперимент 1



Эксперимент 2



Эксперимент 3

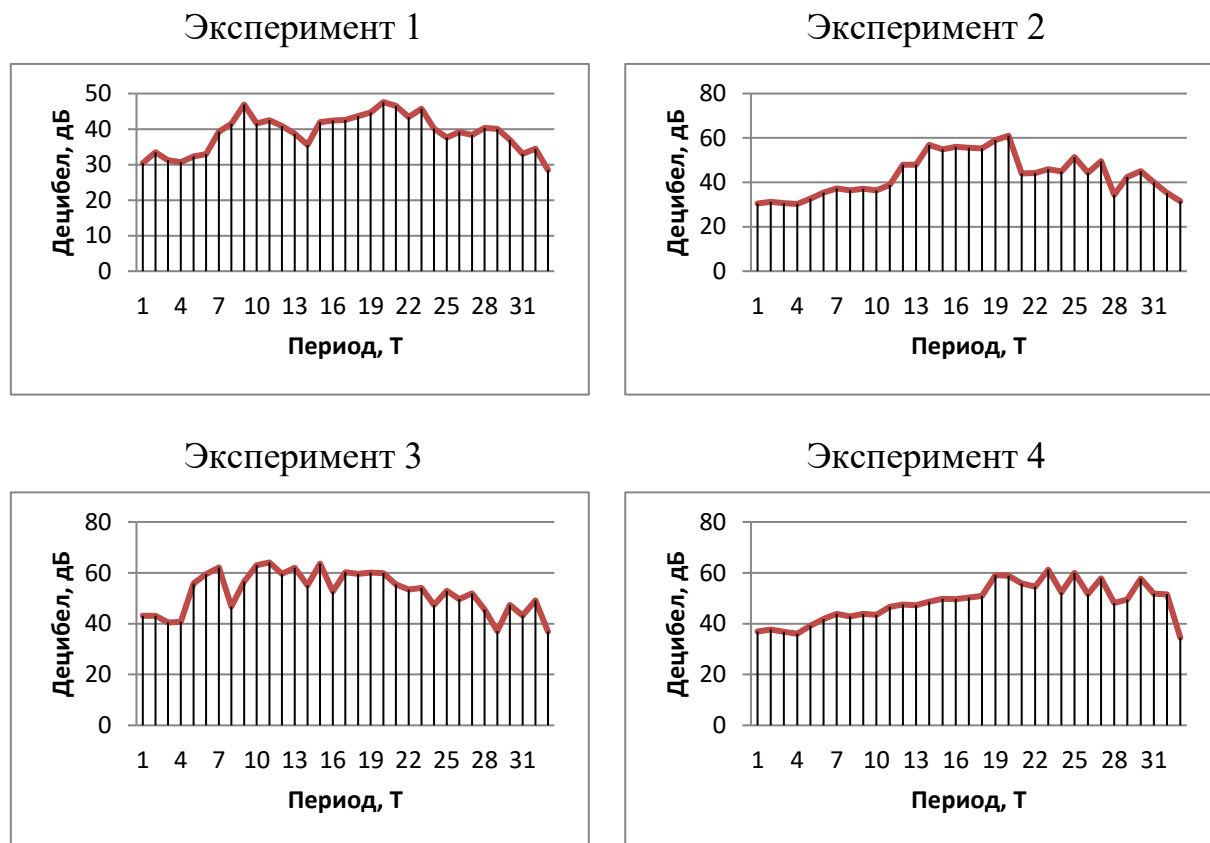


Эксперимент 4



На рис. 4 представлены спектры интегрированного ультразвукового сигнала. Измерения проводились путем приема передаваемых по воздуху акустических волн в диапазоне до 40 кГц с их последующей демодуляцией. Демодулированный сигнал сохраняет информацию о распределении амплитуд и частот в исходном ультразвуковом сигнале.

Рисунок 4.



Критерии оценки обычно основывают на истории изменения данных. Полученные результаты могут дать возможность установить скорость ухудшения состояния контролируемого объекта, спрогнозировать период и объем проведения корректирующих мероприятий, позволяющих продлить срок службы машины. Так, по увеличению уровня ультразвука можно судить об ухудшении условий работы. Постоянный мониторинг и получение измерений на длительном интервале времени, на одних и тех же узлах оборудования, в одних и тех же условиях их работы позволяет выявить контролируемые параметры, по изменениям которых можно предсказывать отказы этих узлов. Исходя их результатов видно, что уровень ультразвуковых колебаний увеличивается на экспериментах №2,3,4 на ≈ 15 дБ.

Тем самым можно сделать вывод: уровень ультразвуковых колебаний при изменении нормальных условий работы механизма увеличивается, тем временем общий уровень шума работы установки увеличивается всего на ≈ 6 дБ.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 29821-1-2015 Контроль состояния и диагностика машин. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Общее руководство.
2. ГОСТ Р 27.605-2013 Надежность в технике. Ремонтопригодность оборудования. Диагностическая проверка.
3. И.П. Голямина. Ультразвук. – М.: Советская энциклопедия, 1979.
4. И.Г. Хорбенко. В мире неслышимых звуков. – М.: Машиностроение, 1971.
5. В.П. Северденко, В.В. Клубович. Применение ультразвука в промышленности. – Минск : Наука и техника, 1967.
6. Биргер И.А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроения, 1978.
7. Ширман А.Р., Соловьёв А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования.- М, 1996г.,276с.
8. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля. М.: Машиностроение, 1991.
9. Анализ эффективности деятельности предприятия. Методологические аспекты. / Г.В. Савицкая. - М.: Новое знание, 2004 г.
10. Горемыкин В.А., Бугулов Э.Р., Богомоллов А.Ю. Планирование на предприятии: Учебник. – М.: Инф.-изд. Дом «Филинь», 1999.
11. Ильин А.И. Планирование на предприятии. Учебник – Мн.: Новое знание, 2001.
12. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного объединения (предприятия) / Под ред. В.В. Осмоловского. -М., Высшая школа, 1984.
13. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного объединения (предприятия) / Под ред. В.В. Осмоловского. -М., Высшая школа, 1984.
14. Управление организацией: Учебник. Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, И.А. Соломатина. – М.: ИНФРА – М., 1998.