

Русов В. А.

**Диагностика дефектов вращающегося
оборудования по вибрационным сигналам**

Пермь - 2012

Данное руководство по диагностике дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам писалось как методическое пособие, входящее в комплект поставки приборов для измерения вибрации, производимых фирмой «Вибро-Центр». Исходя из этого, был выбран достаточно свободный стиль изложения материала, ориентированный на то, чтобы помочь практическому специалисту диагностировать дефект, предварительно поняв причины возникновения определенной картины вибрационных процессов.

По этой же причине автор старался при описании диагностических процессов максимально избежать использования математического аппарата, тем более специального, требующего от диагноста дополнительной подготовки. Тем, кому хочется более подробно, и математически точно, разобраться в вибрационных процессах, следует обратиться к другим источникам, имеющим такие описания.

По своему достаточно ограниченному объему руководство не претендует на полноту и математическую строгость, не является подборкой практических случаев удачного или неудачного применения методов вибрационной диагностики в какой-либо отрасли промышленности. Его содержание формировалось по другому принципу. В руководстве описаны общие вопросы подхода к диагностике различных дефектов. Для наиболее часто встречающихся дефектов не только описаны характерные спектры вибрационных сигналов, но и объяснены причины возникновения тех или иных характерных гармоник. Нам кажется, что такое изложение материала, не связанное с конкретной маркой оборудования, принесет наибольшую пользу персоналу диагностических служб.

Мы заранее благодарны всем тем, кто окажет свое содействие в выявлении неточностей и ошибок в данном руководстве, поможет нам в повышении его информативности.

Оглавление

0. Введение в вибрационный анализ	4
0.1. Интегральные параметры вибрационного сигнала	5
0.2. Нормирование вибрационных сигналов	8
1. Математическое представление вибрационных сигналов	10
1.1. Форма вибрационного сигнала как функция от времени	10
1.2. Спектральное представление вибрационного сигнала	12
1.3. Виды спектров вибрационных сигналов	16
1.4. Получение спектров из временных вибрационных сигналов	19
1.5. Диагностическая информативность спектров	25
1.6. Спектр огибающей вибросигнала	28
1.7. Вейвлет-анализ	35
1.8. Кепстральный анализ	38
1.9. Понятие о модальном анализе	42
1.10. Использование различных представлений вибросигнала для диагностики	48
2. Диагностика дефектов по интегральным параметрам.....	53
2.1. Особенности работы системы диагностики по СКЗ виброскорости.	55
2.1.1. Технология проведения замеров и анализ параметров вибрации.	55
2.1.2. Интегральная диагностика – основа для организации обслуживания оборудования по техническому состоянию.	61
2.2. Алгоритмы диагностики дефектов по интегральным параметрам.	69
2.2.1. Алгоритмы диагностика дефектов опорных подшипников.	69
2.2.2. Алгоритмы диагностики дефектов уровня «механизм».	70
2.2.3. Алгоритмы диагностика дефектов уровня «агрегат».	73
3. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по спектрам вибросигналов.....	78
3.1. Диагностика дефектов уровня «подшипник».	79
3.1.1. Диагностика дефектов подшипников качения.	79
3.1.2. Диагностика дефектов подшипников скольжения.	100
3.2. Дефекты оборудования уровня «механизм».	107
3.2.1. Небаланс масс ротора.	107
3.2.2. Изгибы валов.	122
3.2.3. Механические ослабления.	127
3.2.3.1. Общие вопросы диагностики ослаблений.	128
3.2.3.2. Ослабление посадки элементов механизма на валу	131
3.2.3.3. Механические ослабления – трещины в агрегате.	131
3.2.3.4. Ослабление в агрегатах с вертикальной осью.	133
3.2.4. Задевания.	134
3.2.5. Дефекты редукторов и мультипликаторов.	136
3.2.6. Электромагнитные дефекты.	149
3.2.7. Проблемы гидравлики и аэродинамики.	164
3.2.8. Проблемы винтовых компрессоров.	169
3.3. Диагностика дефектов уровня «агрегат».	176
3.3.1. Расцентровка валов в агрегате.	176
3.3.2. Дефекты соединительных муфт в агрегатах.	187
3.3.3. Вибрационная диагностика состояния фундаментов.	194
3.3.3.1. Общее ослабление фундаментов вращающегося оборудования.	194
3.3.3.2. Ослабление крепления агрегата к фундаменту	198