



Носов В. В.

**Диагностика машин и оборудования:
Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп.**

ISBN 978-5-8114-1269-3

Год выпуска 2012

Тираж 1000 экз.

Формат 12,8 × 20 см

Переплет: твердый

Страниц 384

Цена 650,10 руб.

Учебное пособие подготовлено на основе курса лекций, читаемых автором пособия на протяжении нескольких лет студентам механических специальностей вузов.

В пособие вошли общие вопросы диагностики и неразрушающего контроля, понятия о дефектах и их видах, вопросы построения и исследования моделей объектов контроля и диагностики, моделей приводящих к отказу процессов, диагностических признаков, выбора методов диагностирования и т. д. В приложении приведены темы лабораторных работ, практических занятий, задания к ним и примеры решения некоторых задач.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов, использования в качестве указаний к проведению соответствующих лабораторных работ и практических занятий. Может оказаться полезным для аспирантов, преподавателей и научных работников.

Рецензент:

А. И. Потапов — зав. кафедрой приборов контроля и систем экологической безопасности Северо-Западного государственного заочного технического университета, заслуженный деятель науки РФ, д. т. н., профессор.

Введение

Диагностика состояния и прогнозирование работоспособности машин, оборудования, конструкций и сооружений, являясь одной из составляющих общей проблемы надежности, связана с решением таких задач, как предотвращение аварий, оптимизация производственных и ремонтных технологий, обоснование необходимости проведения поддерживающих работоспособность профилактических мероприятий, обеспечение экологически чистых и безопасных условий труда рабочих. В технике используются новые конструкционные материалы, работают и вводятся вновь в эксплуатацию крупномасштабные конструкции, глубокие подземные сооружения, непредвиденное разрушение которых может привести к большим человеческим жертвам и тяжелым экологическим последствиям.

Из-за недостатков в качестве выпускаемой продукции развитые страны ежегодно теряют до 10% своего национального дохода. Потери только от дефектов, приводящих к усталости материала, в США составляют более 100 млрд долларов в год, от коррозии — 200 млрд долларов в год. Убытки от недостаточно высокого качества машин и сооружений в нашей стране значительно выше, и их существенное сокращение возможно на основе внедрения средств диагностики и контроля, затраты на которые, по подсчетам специалистов, должны составлять не менее 30% от стоимости диагностируемого объекта. В области же атомной энергетики, аэрокосмической техники, транспорта и строительства в США, например, они в три раза превосходят стоимость самих сооружений.

На территории России насчитывается около 100 000 опасных производств и объектов, из которых около 1500 ядерных, 3000 химических и биологических объектов особой опасности. Средний период чрезвычайных ситуаций составляет 10...15 лет для аварий и катастроф с ущербом до 2 млрд долларов, 15...45 дней — с ущербом до 100 млн долларов США. Потери от техногенных аварий, катастроф (взрывы, пожары, разрушения, выбросы радиоактивных и отравляющих веществ, крушения и т. п.) и природных катаклизмов (землетрясения, обвалы, ураганы, сели, оползни, наводнения и др.) с каждым годом возрастают на 10... 30%. В нефтяной и газовой промышленности стран СНГ эксплуатируется 206 тыс. км магистральных газопроводов, 65 тыс. км магистральных нефтепроводов, более 6 тыс. км продуктопроводов и более 300 тыс. км промысловых трубопроводов различного назначения. Треть магистральных трубопроводов имеет возраст более 15 лет, в год на газо- и нефтепроводах происходит более 100 аварий, и наблюдается тенденция к их росту. Применение систем диагностики удорожает продукцию, однако их использование на всех стадиях изготовления, проверки и эксплуатации существенно повышает надежность объектов контроля и в конечном счете является экономически выгодным.

В настоящее время для контроля и диагностики машин, приборов и технических объектов используется более 100 физических методов, тысячи типов приборов. Развитие средств диагностики идет по пути повышения точности и

оперативности получения результатов диагностирования на основе разработки алгоритмов количественной обработки данных контроля и оценки его остаточного ресурса. Следует отметить, что всеобщая компьютеризация способствовала опережающему развитию аппаратной базы сбора информации по отношению к методическому обеспечению обработки результатов контроля, требующего осмысления контролируемых явлений и процессов. Подготовке специалистов в этом направлении и способствует данное пособие.

Оглавление

Введение 5

1. Общие вопросы разработки и применения средств неразрушающего контроля и диагностики 7

- 1.1. Техническая диагностика как основа повышения надежности машин и оборудования 7
- 1.2. Цель, задачи и основные понятия диагностирования 13
- 1.3. Классификация методов, параметров и систем диагностирования 18
- 1.4. Принципы разработки систем диагностирования 30
- 1.5. Оценка эффективности диагностирования 32
- 1.6. Метрологическое обеспечение диагностирования 42

2. Механические приборы и средства измерений 49

- 2.1. Механические чувствительные элементы 50
- 2.2. Передаточные механизмы 61
 - 2.2.1. Рычажные механизмы и механизмы прерывистого действия 67
- 2.3. Средства отображения информации. Отсчетные устройства 75

3. Методы неразрушающего контроля и технического диагностирования 80

- 3.1. Система неразрушающего контроля и основные направления ее развития 80
- 3.2. Стандартизация средств неразрушающего контроля и технического диагностирования 82
- 3.3. Акустические методы контроля 85
 - 3.3.1. Ультразвуковая дефектоскопия 87
 - 3.3.2. Метод акустической эмиссии 92
- 3.4. Вихревые методы контроля 130
 - 3.4.1. Физические основы и область применения метода вихревых токов 130
 - 3.4.2. Классификация преобразователей 135
 - 3.4.3. Амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый и спектральный методы контроля 138
 - 3.4.4. Методы высших гармоник и модуляционного анализа 138
 - 3.4.5. Вихревые дефектоскопы 140
- 3.5. Магнитные методы контроля 142
 - 3.5.1. Природа диа-, пара- и ферромагнетизма 142
 - 3.5.2. Физические основы магнитных методов контроля 145
 - 3.5.3. Магнитопорошковый, магнитографический, феррозондовый, индукционный, магниторезисторный, с использованием эффекта Холла методы 147
 - 3.5.4. Способы намагничивания 150
 - 3.5.5. Магнитные дефектоскопы, толщиномеры, коэрциметры 151
- 3.6. Тепловые методы контроля 157
 - 3.6.1. Физические основы пассивных и активных методов теплового контроля 157
 - 3.6.2. Способы и устройства теплового нагружения, регистрации тепловых полей 160
 - 3.6.3. Преобразователи теплового излучения 161
- 3.7. Радиационные методы контроля 164
 - 3.7.1. Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Рентгеновское, тормозное, гамма-излучение 164
 - 3.7.2. Радиографический, радиоскопический, радиометрический методы 166
 - 3.7.3. Рентгеновские аппараты, гамма-дефектоскопы, бетатроны, микротроны и линейные ускорители заряженных частиц 168
 - 3.7.4. Радиоскопические и радиометрические системы 174
 - 3.7.5. Контроль толщины, плотности, других физических параметров материалов и изделий 175
- 3.8. Электрические методы контроля 177
 - 3.8.1. Физические основы и область применения методов. Электропотенциальный, электроемкостной, трибоэлектрический, термоэлектрический методы, метод экзоэлектронной эмиссии 177
- 3.9. Контроль проникающими веществами. Капиллярные методы контроля 184
- 3.10. Методы течеискания 188
- 3.11. Оптические методы контроля 192
 - 3.11.1. Области применения эндоскопов 196

4. Диагностика состояния технических объектов 199

- 4.1. Остаточный ресурс технического объекта и принципы его прогнозирования 200
- 4.2. Диагностика состояния сварных соединений металлоконструкций 207
- 4.3. Неразрушающий контроль сварных соединений ультразвуковым методом 223
- 4.4. Акустико-эмиссионный контроль прочности сварных соединений 225
- 4.5. Диагностические АЭ-показатели прочности конструкционных материалов и способы их определения 229

4.6. Методики АЭ экспресс-оценки прочности и ресурса конструкций	246
4.7. Диагностика сосудов, работающих под давлением	262
4.7.1. АЭ-диагностика сосудов давления	268
4.8. АЭ-диагностика металлоконструкций грузоподъемных машин	278
4.9. Диагностика неисправностей подшипниковых узлов	281
4.9.1. Подшипники качения	281
4.9.2. Диагностика подшипников скольжения	300
4.10. Диагностика валков прокатных станов	307
4.11. Диагностика машин и механизмов на основе анализа проб машинной смазки	308
4.12. Контроль макроструктуры слябов	309
4.13. Определение координаты течи в трубопроводах	313
4.13.1. Построение модели распространения сигналов от вытекающей жидкости на основе корреляционного и спектрального анализа	313
4.13.2. Исследования процесса образования течи в трубопроводе	316
4.13.3. Исследование спектрального состава сигналов АЭ при различных длинах усталостной трещины	317
<u>5. Экологическая диагностика</u>	<u>321</u>
5.1. Общие вопросы экологической диагностики	321
5.2. Прогноз землетрясений	323
5.3. Оценка геомеханического состояния участка массива горных пород	329
5.4. Радиационный мониторинг	340
5.5. Химико-аналитическая диагностика	341
5.6. Оптические методы экодиагностики	347
5.7. Тепловая, СВЧ- и ультрафиолетовая экодиагностика	351
5.8. Биодиагностика	353
5.9. Передвижные эколаборатории и станции	353
<u>Примеры решения задач</u>	<u>356</u>
<u>Приложение. Практические задания и лабораторные работы</u>	<u>366</u>
<u>Список литературы</u>	<u>370</u>
