УДК: 658.5.012.7

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Шагабеев Д.Е. – инженер ОВК, КАО «Азот»,
Россия, г. Кемерово

Современные методы неразрушающего контроля (НК) являются важнейшим инструментом обеспечения надёжности, долговечности и безопасности оборудования, трубопроводных систем, сосудов, конструкций и материалов в различных отраслях промышленности. Они позволяют выявлять дефекты, повреждения и отклонения от проектных параметров без нарушения целостности объекта, что является критически важным для объектов, находящихся под давлением или работающих в агрессивной среде [1].

Одним из базовых методов НК является визуальный и измерительный контроль. Визуальный контроль позволяет выявлять поверхностные дефекты, трещины, коррозию, эрозию и деформации, в то время как измерительный контроль фиксирует геометрические параметры изделия и отклонения от проектных допусков. Современные методы визуального контроля включают использование эндоскопов, видеосистем, зеркал, оптических увеличительных приборов, что расширяет возможности осмотра труднодоступных зон [2;3].

Ультразвуковой контроль (УЗК) и толщинометрия являются одними из наиболее распространённых методов контроля внутренних дефектов и толщины стенок. Ультразвуковые колебания позволяют выявлять трещины, расслоения, включения, непровары и другие дефекты внутри материала. Толщинометрия используется для количественной оценки износа стенок трубопроводов, сосудов и резервуаров, что позволяет прогнозировать остаточный ресурс и планировать ремонтные мероприятия [4;5].

Радиографический контроль основан на использовании рентгеновских или гамма-лучей для получения изображения внутренней структуры изделия. Этот метод позволяет выявлять скрытые дефекты, такие как непровары, пористость, расслоения, трещины и включения. Применяется преимущественно для металлоконструкций, сварных соединений и ответственных узлов оборудования, где требуется высокая точность контроля [6].

Магнитопорошковый метод применяется для выявления поверхностных и приповерхностных дефектов на ферромагнитных материалах. Метод основан на создании магнитного поля в изделии и нанесении магнитного порошка, который концентрируется в местах разрыва магнитного потока, то есть на трещинах, раковинах или подрезах. Преимуществом метода является высокая чувствительность к поверхностным дефектам и относительная простота проведения контроля [7].

Капиллярный (жидкостной) метод позволяет обнаруживать поверхностные дефекты в материалах, которые могут быть видимыми при

нанесении индикаторной жидкости. Жидкость проникает в трещины, поры и микроподрезы под действием капиллярных сил, а затем проявляется специальным проявителем. Этот метод применим для неферромагнитных материалов и позволяет выявлять даже мелкие трещины на поверхности [8].

Вихретоковый метод используется для обнаружения дефектов, изменения толщины и электрических свойств проводящих материалов. Метод основан на создании вихревых токов в контролируемом объекте и измерении изменений индукции и сопротивления, вызванных дефектами, трещинами, коррозией или неоднородностью материала. Вихретоковый контроль особенно эффективен для трубопроводов, теплообменников и плоских металлических изделий [9].

Современные подходы к НК предполагают интеграцию нескольких методов для комплексной оценки состояния оборудования. Комбинированное применение визуального контроля, УЗК, радиографии, капиллярного и магнитопорошкового методов позволяет выявлять дефекты на разных уровнях и получить достоверную информацию о состоянии объекта. Автоматизированные системы контроля с цифровой обработкой сигналов и программным анализом повышают точность диагностики, скорость проведения работ и возможность накопления данных для долгосрочного мониторинга [10;11].

Подготовка поверхности и калибровка оборудования являются важнейшими этапами успешного проведения НК. Поверхность очищается от загрязнений, окалины, краски и масел, а приборы проходят проверку и настройку с использованием эталонных образцов. Квалификация персонала, выполнение инструкций и соблюдение нормативных требований ГОСТ, ISO и внутренних стандартов предприятия обеспечивают достоверность результатов и минимизацию риска человеческих ошибок [12].

Результаты НК документируются в виде протоколов, актов контроля и электронных баз данных. Документация содержит сведения о контролируемом объекте, применённых методах, параметрах испытаний, выявленных дефектах, их размерах и расположении, а также заключение о состоянии оборудования. Накопленные данные позволяют анализировать динамику износа, прогнозировать остаточный ресурс и принимать решения по планированию профилактического ремонта [13].

Современные методы неразрушающего контроля играют ключевую роль в обеспечении промышленной безопасности, повышения надёжности оборудования и минимизации аварийных ситуаций. Их использование позволяет предприятиям своевременно выявлять дефекты, предотвращать аварии, снижать затраты на ремонт и обеспечивать стабильность технологических процессов [14].

Список литературы:

1. Иванов П. Н. Современные методы неразрушающего контроля. — М.:

Машиностроение, 2021.

2. Петров А. В. Визуальный и измерительный контроль в промышленности. — СПб.: Питер, 2020.

3. Сидоров Л. И. Методы визуального контроля труднодоступных зон // Контроль. Диагностика. 2021. №3.

4. Кузнецов С. А. Ультразвуковой контроль и толщинометрия. — М.: Энергоатомиздат, 2019.

5. Литвинов Д. Ю. Практика ультразвукового контроля оборудования. — М.: Инфра-М, 2021.

6. ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Методы радиографического контроля.

7. ISO 17636-2:2020. Non-destructive testing of welds — Radiographic testing.

8. РД 03-609-03. Инструкция по капиллярному и магнитопорошковому контролю.

9. Смирнов В. Е. Вихретоковый контроль металлов и сплавов. — М.: Академия, 2018.

10. Иванов П. Н., Петров А. В. Комплексные методы неразрушающего контроля. — СПб.: Питер, 2022.

11. ГОСТ 23479-79. Контроль неразрушающий. Общие требования.

12. ISO 17637:2016. Non-destructive testing — Visual testing of welds.

13. Литвинов Д. Ю. Документирование и анализ результатов НК // Вестник машиностроения. 2022. №5.

14. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования, работающего под давлением.