

# Скрытые дефекты при неразрушающем контроле: вызовы и решения

**Неразрушающий контроль (НК) – важный инструмент обеспечения безопасности и качества продукции в различных отраслях, таких как авиация, энергетика, машиностроение и строительство. НК позволяет оценить состояние объекта без его разрушения, но не всегда способен обнаружить все дефекты.**

**Скрытые дефекты – те дефекты, которые остаются незамеченными при традиционном НК, представляя собой серьезную угрозу для безопасности и работоспособности объекта.**

## **Типы скрытых дефектов**

1. *Дефекты малого размера.* НК-методы имеют ограниченное разрешение, определяемое используемым оборудованием и применяемыми методиками. Дефекты, размер которых меньше этого разрешения, могут остаться незамеченными. Например, микротрещины в металле или тонкие поры в сварных швах могут быть невидимы для ультразвуковой дефектоскопии.

2. *Дефекты в труднодоступных местах.* Многие методы НК не могут применяться в ограниченном пространстве или на сложных геометрических формах. Дефекты,

расположенные в таких местах, могут быть недоступны для обследования. Например, дефекты в корневых швах сварных соединений, скрытые под слоем шва, могут быть труднообнаруживаемыми.

3. *Дефекты, маскируемые другими материалами.* Дефекты, находящиеся под слоями покрытия, краски, изоляции или другими материалами, могут быть невидимы для методов НК. Например, коррозия под слоем краски или дефекты арматуры, скрытые бетоном, могут быть незаметны при визуальном осмотре или ультразвуковом контроле.

4. *Дефекты, имеющие структуру, близкую к структуре материала.* Дефекты, имеющие схожие свойства с основным материалом, могут быть труднообнаруживаемыми. Например, трещины в сварных швах, заполненные сварочным материалом, могут быть невидимы на рентгеновском снимке.

5. *Дефекты, проявляющиеся при определенных условиях.* Некоторые дефекты могут проявляться только под нагрузкой, при определенной температуре, влажности или в других условиях. Например, усталостные трещины в металле могут быть незаметными при обычном осмотре, но проявляться при циклическом нагружении.

6. *Дефекты, связанные с внутренним напряжением.* Внутреннее напряжение в материале может маскировать дефекты или способствовать их возникновению. Например, дефекты, связанные с остаточными напряжениями после сварки, могут быть трудны для обнаружения.

7. *Дефекты, связанные с микроструктурой материала.* Некоторые дефекты связаны с несовершенствами структуры материала, которые трудно обнаружить обычными НК-методами. Например, дефекты, связанные с пористостью, включениями или неоднородностью структуры, могут быть невидимы для визуального осмотра или ультразвуковой дефектоскопии.

## Причины возникновения скрытых дефектов

1. *Неправильная подготовка объекта.* Неочищенная поверхность, неправильно выбранные параметры НК-метода, неверно установленная аппаратура могут исказить результаты.

2. *Недостаточная квалификация персонала.* Ошибки в выборе метода, интерпретации результатов или использовании оборудования могут привести к пропуску дефектов.

3. *Несовершенство НК-методов.* Существующие НК-методы имеют ограничения.

4. *Ограничения доступа к объекту.* В некоторых случаях доступ к объекту может быть ограничен, что затрудняет проведение НК-исследований.

5. *Изменение свойств объекта.* Со временем свойства объекта могут меняться, что может повлиять на эффективность НК-методов.

## Пути преодоления проблемы скрытых дефектов

1. *Комплексный подход.* Использование нескольких НК-методов, имеющих разные принципы действия, позволяет получить более полную информацию о состоянии объекта и увеличить вероятность обнаружения дефектов. Например, сочетание визуального осмотра, ультразвуковой дефектоскопии и радиографического контроля может быть более эффективным, чем применение только одного метода.

2. *Выбор оптимального метода.* Необходимо выбирать метод НК, наиболее подходящий для обнаружения конкретных типов дефектов, учитывая особенности объекта, материалы, предполагаемые условия эксплуатации и ожидаемые дефекты. Например, для обнаружения микротрещин в металле может быть более эффективным использование ультразвуковой дефектоскопии с использованием

фазированных решеток, а для выявления коррозии под краской — электромагнитных методов контроля.

3. *Повышение квалификации персонала.* Регулярное обучение, сертификация, использование современных программных продуктов для обработки результатов НК — все это повышает квалификацию специалистов, что, в свою очередь, минимизирует риск пропуска дефектов.

4. *Применение современных НК-технологий.* Новые методы, такие как компьютерная томография, ультразвуковая дефектоскопия с использованием фазированных решеток, флуоресцентная дефектоскопия позволяют обнаруживать более сложные дефекты, в том числе скрытые.

5. *Разработка специальных процедур НК.* Для сложных объектов необходимо разработать специальные процедуры НК, учитывающие особенности их конфигурации, материалы, ожидаемые дефекты и условия эксплуатации.

6. *Моделирование и анализ данных.* Современные методы моделирования и анализа данных могут помочь в обнаружении скрытых дефектов. Например, использование искусственного интеллекта для анализа данных НК-контроля может помочь выявить аномалии, которые могут указывать на скрытые дефекты.

Скрытые дефекты представляют серьезную угрозу безопасности и надежности технических систем. Применение комплексного подхода к НК, использование современных методов и повышение квалификации персонала являются ключевыми факторами для снижения риска пропуска скрытых дефектов. Важно помнить, что даже при использовании самых современных методов НК вероятность пропустить дефекты всегда существует. Постоянное совершенствование методов НК и использование современных технологий являются необходимыми условиями для повышения безопасности и надежности технических систем.

*Виталий КРИВОПУСТ,*  
начальник отдела  
технического диагностирования  
Гродненского областного управления  
Госпромнадзора