

УДК 621.4

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В АВТОМОБИЛЬНОЙ
ДИАГНОСТИКЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ**

**NON-DESTRUCTIVE TESTING IN AUTOMOBILE
DIAGNOSTICS: ADVANTAGES, CHALLENGES AND
DEVELOPMENT PROSPECTS**

Е.В. Котова, Д.С. Маклаков, Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в г. Новокузнецке

Аннотация. В данной статье обсуждается роль неразрушающего контроля (НК) в диагностике и ремонте автомобилей. Представлены основные методы НК, такие как термографический и визуально-оптический контроль, а также их применение для обнаружения дефектов, оценки состояния компонентов и контроля качества ремонта. Обсуждаются преимущества данного подхода, в том числе повышение точности диагностики и снижение затрат на ремонт, а также недостатки, такие как высокая стоимость оборудования и требуемая квалификация специалистов. Подчеркнута важность дальнейшего технологического развития и интеграции систем НК и искусственного интеллекта, открывающих новые горизонты для автомобильной промышленности.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, диагностика автомобилей, термографический контроль, визуально-оптический контроль, диагностика дефектов, предиктивное обслуживание, технологии ремонта, безопасность транспортных средств.

Annotation. The article discusses the role of non-destructive testing (NDT) in vehicle diagnostics and repair. The main NDT methods, such as thermographic and visual-optical testing, are described, as well as their use for identifying defects, assessing the condition of components and monitoring the quality of repairs. The advantages of the method are discussed, including increased diagnostic accuracy and reduced repair costs, as well as disadvantages, such as the high cost of equipment and the required qualifications of specialists. In conclusion, the importance of further development of technology and the integration of NDT with artificial intelligence systems is emphasized, which opens up new horizons for the automotive industry.

Key words: non-destructive testing, vehicle diagnostics, thermographic testing, visual-optical testing, defect diagnosis, predictive maintenance, repair technologies, vehicle safety.

Современный автомобиль представляет собой сложную техническую систему, требующую регулярной диагностики и обслуживания. По мере усложнения транспортных технологий возрастает потребность в качественной диагностике, которая позволяет выявлять неисправности на ранней стадии и предотвращать серьезные поломки и аварии. Автопарки грузовых автомобилей и сельскохозяйственная техника относятся к опасным производственным объектам [2]. Основными причинами выхода из строя автомобильной техники являются коррозия, эксплуатационный износ и нарушение технологии технического обслуживания [1]. В этом контексте неразрушающий контроль (НК) становится важным инструментом, обеспечивающим точность и надежность диагностики без повреждения автомобильных деталей и узлов. Для продления срока службы оборудования необходимо применять НК.

Неразрушающий контроль — это совокупность методов, позволяющих оценить состояние материалов, конструкций и оборудования без нарушения их целостности. Основными задачами НК являются обнаружение дефектов, оценка износа, контроль качества ремонта и прогнозирование остаточного ресурса деталей. НК имеет массу преимуществ перед традиционными методами диагностики: позволяет сократить время тестирования, повысить точность результатов и минимизировать затраты на ремонт.

В НК встречаются следующие виды дефектов – недопустимые нарушения сплошности металла: трещины (сварочные, усталостные, закалочные и др.), коррозионные повреждения, поры, неметаллические включения [4].

Рассмотрим основные методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностических исследованиях автомобилей.

Ультразвуковая диагностика основана на использовании высокочастотных звуковых волн, которые проникают в материалы и отражаются от дефектов внутри них. Этот метод широко применяется для проверки сварных соединений, а также обнаружения трещин и коррозии в металлических деталях. Ультразвуковые сканеры позволяют точно определять глубину и размер дефектов, что делает их незаменимыми при диагностике двигателей, подвесок и других важных узлов вашего автомобиля.

Рентгеновский контроль использует рентгеновские лучи для визуализации внутренней структуры детали. Этот метод особенно эффективен для обнаружения скрытых дефектов, таких как пустоты, трещины и включения в металлах. В автомобильной промышленности рентгенография используется для диагностики литья, сварных швов и сложных компонентов, которые невозможно осмотреть визуально.

Магнитный контроль основан на регистрации магнитного поля, возникающего при намагничивании стальной детали. Такие дефекты, как

трещины или коррозия, искажают магнитное поле, что позволяет их обнаружить. Этот метод широко используется для испытания стальных компонентов, включая шасси, подвеску и кузов.

Вихретоковый контроль использует электромагнитные поля для обнаружения дефектов в проводящих материалах. Этот метод особенно эффективен для диагностики деталей из алюминия и меди, которые широко используются в современных автомобилях. Датчики вихревых токов позволяют быстро и точно оценить состояние деталей без необходимости их разборки.

Термографический контроль основан на регистрации инфракрасного излучения с поверхности детали с помощью тепловизора. Такой подход позволяет обнаружить перегрев, износ и неравномерное распределение температуры в автомобильных компонентах, таких как тормозные системы, двигатели и электрические цепи.

Визуальный и оптический осмотр подразумевает использование эндоскопов и оптических систем для осмотра труднодоступных участков транспортного средства. Эндоскоп оснащен гибким зондом и камерой, что позволяет проводить детальный осмотр двигателя, трансмиссии и других компонентов без их разборки.

НК при ремонте автомобилей применяется для:

- Диагностика повреждений кузова и несущих элементов. НК позволяет выявить скрытые повреждения кузова, такие как трещины, коррозия и деформации, которые могут быть не видны при визуальном осмотре. Это особенно важно при оценке состояния автомобиля после аварии.
- Оценка состояния двигателя и его компонентов. НК можно использовать для оценки износа цилиндров, поршней, коленчатых валов и других компонентов двигателя. Это помогает предотвратить серьезные неисправности и продлевает срок службы двигателя.
- Диагностика тормозной системы и управления подвеской. НК используется для проверки состояния тормозных дисков, тормозных колодок и элементов подвески. Это обеспечивает безопасность и надежность автомобиля на дороге.
- Проверка сварных швов после ремонта. После ремонта кузова автомобиля или других устройств, имеющих сварные швы, НК позволяет проверить качество и бездефектность этих швов.

Например, в 2008 году была разработана автономная мобильная лаборатория неразрушающего контроля (ЛАБ-НК) автомобильной техники, включающая рабочие места операторов, размещенные в герметичном отсеке вездехода и прицепа, технические средства и бортовую аппаратуру с выносными датчиками для измерения требуемых характеристик, стеллажи и шкафы, пульты управления, автономную энергетическую установку с электроприборами. В лаборатории имеется

система аварийного электроснабжения от двигателя автомобиля и система жизнеобеспечения со средствами очистки воздуха, вентиляции и отопления. Методами магнитопорошкового, ультразвукового, акустического, вихретокового, капиллярного, оптико-визуального и радиометрического контроля, обеспечивается полный комплекс исследований, который гарантирует их точность и надежность. Автономная мобильная лаборатория неразрушающего контроля деталей (ЛАБ-НК) позволяет проверять целостность материала детали, положение детали в неразборных узлах и сборках, выявлять наличие в них посторонних включений [3].



Рисунок 1-Мобильная лаборатория

Перспективы развития данной технологии автомобильной диагностики следующие:

- Автоматизация процессов НК с использованием роботов. Роботизированные системы позволяют автоматизировать процесс диагностики, повышая его точность и скорость. Например, роботы, оснащенные ультразвуковыми датчиками, могут сканировать кузова автомобилей, выявляя скрытые дефекты.
- Применение искусственного интеллекта и машинного обучения. Искусственный интеллект позволяет анализировать данные, полученные в ходе ЧПУ, и прогнозировать износ деталей. Это открывает новые возможности для предиктивного обслуживания.
- Интеграция НК в системы предиктивного технического обслуживания транспортных средств. НК становится важным компонентом систем предиктивного технического обслуживания, предотвращая отказы до их возникновения, снижая затраты на ремонт и повышая безопасность.

Преимуществами использования методов НК являются то, что данные методы позволяют сократить время диагностики и повысить точность выявления дефектов, что особенно важно в современных

условиях эксплуатации; точная диагностика минимизирует затраты на ремонт, а к недостаткам НК можно отнести дороговизну оборудования и наличие квалифицированных специалистов, что может ограничивать его применение на небольших станциях технического обслуживания автомобилей.

Неразрушающий контроль играет ключевую роль в повышении безопасности и качества ремонта автомобилей. Это позволяет выявить дефекты на ранней стадии и предотвратить серьезные поломки и аварии. Однако для широкого внедрения НК необходимо подготовить специалистов и развить технологическую базу. В будущем можно ожидать дальнейшего развития методов НК и их интеграции с искусственным интеллектом и роботизированными системами, что откроет новые возможности для автомобильной промышленности.

Список литературы

1. Бондарева, Г. И. Инновационные технологии неразрушающего контроля надежности машин и оборудования / Г. И. Бондарева, Б. Н. Орлов // Новости науки Казахстана. – 2017. – № 1(131). – С. 117-126. – EDN YTBVYDU.

2. Орлов, Б. Н. Исследование применения неразрушающего контроля конструкций кабин грузовых автомобилей и тракторов / Б. Н. Орлов, Г. И. Бондарева, В. Н. Паляева // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 2(72). – С. 57-63. – EDN VSKLQX.

3. Патент на полезную модель № 73969 U1 Российская Федерация, МПК G01M 17/00. автономная мобильная лаборатория неразрушающего контроля : № 2008102354/22 : заявл. 25.01.2008 : опубл. 10.06.2008 / В. В. Афонин, И. В. Мячин, В. Г. Палиенко, А. В. Шутов ; заявитель Закрытое акционерное общество "Научно-технический центр "КАЧЕСТВО". – EDN MEGCRY.

4. Рябчук, С. П. Дефекты и методы неразрушающего контроля деталей при ремонте автомобилей / С. П. Рябчук, Ю. А. Туленинов // Наука, образование и инновации в современном мире : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 20–21 марта 2018 года. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 251-257. – EDN YVFDTX.

5. Хасанов, И. Х. Совершенствование методов диагностирования кузовов легковых автомобилей / И. Х. Хасанов // Вестник Оренбургского

государственного университета. – 2015. – № 4(179). – С. 131-135. – EDN
UHINMT.