

УДК 614.849

Аксенов Сергей Геннадьевич
д-р э.н., профессор,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, РФ, г. Уфа

Иванов Павел Сергеевич
студент,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, РФ, г. Уфа

БЕЗОПАСНОСТЬ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к обеспечению безопасности нефтегазового оборудования с использованием комбинированной диагностики. Анализируются основные риски, связанные с эксплуатацией оборудования, такие как коррозия, механический износ и трещинообразование. Описываются различные методы диагностики, включая ультразвуковой контроль, рентгеновский контроль, термографию, акустический эмиссионный метод и визуальный контроль. Особое внимание уделяется концепции комбинированной диагностики, которая представляет собой интеграцию нескольких методов для повышения точности оценки состояния оборудования. Также обсуждаются перспективы развития комбинированной диагностики с учетом внедрения технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и беспилотных систем.

Ключевые слова: комбинированная диагностика, нефтегазовое оборудование, безопасность, ультразвуковой контроль, рентгеновский контроль, термография

Aksenov Sergey Gennadievich
Doctor of Economics, Professor,
Ufa University of Science and Technology, Russian Federation, Ufa

Ivanov Pavel Sergeevich
Student,
Ufa University of Science and Technology, Russian Federation, Ufa

OIL AND GAS EQUIPMENT SAFETY: APPLICATION OF COMBINED DIAGNOSTICS

Abstract. The article discusses modern approaches to ensuring the safety of oil and gas equipment using combined diagnostics. The main risks associated with the operation of the equipment, such as corrosion, mechanical wear and cracking, are analyzed. Various diagnostic methods are described, including ultrasound, X-ray, thermography, acoustic emission method, and visual inspection. Special attention is paid to the concept of combined diagnostics, which is the integration of several methods to improve the accuracy of equipment condition assessment. The prospects for the development of combined diagnostics, taking into account the introduction of artificial intelligence technologies, the Internet of Things and unmanned systems, are also discussed.

Keywords: combined diagnostics, oil and gas equipment, safety, ultrasonic inspection, X-ray inspection, thermography

Сфера добычи и переработки нефти и газа занимает важное место в мировой экономике, играя ключевую роль как в обеспечении энергетических потребностей, так и в стимулировании роста промышленности. Однако функционирование этого сектора связано с множеством сложностей, особенно когда речь идет о техническом состоянии производственного оборудования. Надежная эксплуатация установок напрямую влияет на эффективность процессов, соблюдение стандартов экологической безопасности и защиту работников от несчастных случаев. В этом контексте применение современных технологий диагностики становится необходимой мерой для минимизации рисков аварий и снижения вероятности внештатных ситуаций.

Прежде чем углубиться в исследование диагностических методов, стоит выделить ключевые проблемы, которые могут проявляться при эксплуатации техники. Крупнейшие риски включают следующие факторы:

- Коррозионное воздействие: это одна из наиболее распространенных угроз, способная вызвать деградацию трубопроводной системы, резервуаров хранения и других компонентов инфраструктуры.

- Износ механических элементов: условия работы при повышенных температурах или давлениях, а также контакт с абразивными веществами способствуют быстрому изнашиванию деталей.

- Формирование трещин: термические изменения вместе с динамическими нагрузками служат причиной появления трещин в конструкциях, что может привести к их разрушению.

- Нарушение герметичности оборудования: проблемы с уплотнением создают опасность утечек рабочих сред, что грозит не только экологическим ущербом, но также финансовыми потерями компании.

- Использование сверхресурсного срока службы: эксплуатация аппаратов после истечения их проектного ресурса без соответствующих проверок значительно повышает вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Для повышения надежности оборудования нефтегазовой отрасли применяются различные способы диагностики состояния объектов. Каждая методика имеет как свои достоинства, так и ограничения в применении. Наиболее результативным считается использование комплексного подхода — сочетания нескольких методов.

Ультразвуковая диагностика, как способ контроля состояния элементов промышленной инфраструктуры, позволяет выявлять скрытые дефекты внутри металлических конструкций, включая трещины различного происхождения, коррозионные повреждения поверхностей или области со сниженной толщиной стенок. Основные преимущества этого метода заключаются в высокой точности результатов и способности работать даже при сложных условиях эксплуатации.

Применение методов диагностики в труднодоступных зонах и использование доступного оборудования с низкой ценой становятся ключевыми аспектами современных технологий. Однако ультразвуковая диагностика (УЗК) демонстрирует снижение эффективности при исследовании объектов со сложной конфигурацией или материалов с ограниченной акустической проводимостью.

Метод рентгенографического анализа позволяет выявить внутренние повреждения, такие как трещины, поры или недостаточная проварка в местах сварки. Этот подход характеризуется высокой степенью информативности, однако требует создания строгих условий работы и соблюдения правил защиты от радиационного воздействия.

Тепловизионный контроль основывается на анализе изменений температурного распределения на поверхности обследуемого объекта для определения дефектов. Его применяют для диагностики электротехнических устройств, элементов систем теплообмена и трубопроводных конструкций. Основным преимуществом метода является возможность оперативно обследовать обширные зоны, но его точность снижается при необходимости обнаружения дефектов значительной глубины.

Визуальная инспекция остается одним из наиболее распространенных способов выявления внешних повреждений — коррозии, деформаций и механических нарушений целостности объекта. Для более детального изучения поверхностей активно используют различные измерительные устройства: штангенциркульные инструменты, микрометры или лазерные приборы выравнивания.

Акустико-эмиссионный метод базируется на фиксации звуковых волн, возникающих в процессе формирования структурных дефектов внутри материала. Он особенно эффективен для отслеживания процессов появления трещин или коррозионного разрушения в реальном времени.

Комбинированную диагностику можно рассматривать как интеграционный подход к контролю состояния объектов: она включает

применение нескольких техник одновременно для формирования полной картины состояния оборудования. Такой способ компенсирует ограничения отдельных методов и улучшает общую результативность контроля.

Ключевые преимущества комбинированной оценки состояния:

1. Повышенная точность благодаря совместному использованию разных методик контроля для детализации диагностической информации.

2. Экономия средств за счет точной локализации проблемных участков, что уменьшает объем ремонтных операций.

3. Продление срока эксплуатации оборудования через раннюю идентификацию неисправностей с возможностью их устранения до наступления серьезных последствий.

4. Уменьшение экологических рисков за счет предотвращения аварийных ситуаций и минимизации негативного влияния на природу путем оперативного устранения потенциально опасных дефектов.

Пример применения комбинированного подхода: при диагностике трубопровода используют ультразвуковой метод для замеров толщины стенок трубы и прибегают к рентгенографическому исследованию для поиска внутренних повреждений конструкции.

Для изучения характеристик сварочных швов и анализа термограмм необходимо определить области с повышенной интенсивностью теплового излучения. Такой подход обеспечивает всестороннюю оценку состояния рассматриваемого объекта.

Современный этап развития технологий, включая внедрение искусственного интеллекта, открывает новые горизонты для усовершенствования комбинированных методов диагностики. Использование этих технологий позволяет создавать интеллектуальные системы мониторинга, которые не только выявляют потенциальные неисправности оборудования на ранних стадиях, но и предлагают наиболее рациональные способы их устранения.

Таким образом, задача обеспечения надежности и безопасности эксплуатации нефтегазового оборудования приобретает центральное значение для отрасли в целом. Применение комбинированной диагностики становится передовым инструментом для решения данной проблемы, так как предоставляет всесторонние сведения о состоянии исследуемых объектов и позволяет оперативно принимать обоснованные меры. Интеграция передовых методов анализа и контроля способствует не только значительному прогрессу в нефтегазовой индустрии, но также усиливает экологическую ответственность предприятий и повышает экономическую рентабельность производственных операций.

Список литературы

1. Аксенов С.Г., Корнеев В.С., Синагатуллин Ф.К., Пермьяков А.В. Анализ обеспечения пожарной безопасности в резервуарном парке // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2023, № 1. - С. 31-47.
2. Гальперин, Е. Н., Рачков, В. И., Харин, П. А., Кутепов, С. М., Маннапов, Р.Г. Проблемы диагностирования технического состояния и определения остаточного ресурса эксплуатации оборудования //ТХимическое и нефтегазовое машиностроение. 1999. №8.- С. 21-24.
3. Гольдберг, М.Л., Корюкин, А.В., Кондрашов, Э.К. Покрытия для полимерных материалов. - М.: Химия,1980. — 230 с.
4. Дайчик, М.Л., Пригоровский, Н.И., Хуршудов, Г.Х. Методы и средства натурной тензометрии. - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.
5. Иосилевич, Г. Б. Концентрация напряжений и деформаций в деталях машин. - М.: Машиностроение, 1981. - 224с.
6. Хайруллина, Л.Б. Диагностика машин и оборудования нефтегазохимического комплекса//Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института.-Тюмень: ТюмГНГУ.2013, С. 107-111.

References

1. Aksenov S.G., Korneev V.S., Sinagatullin F.K., Permyakov A.V. Analysis of fire safety in a tank farm // Electronic scientific journal Oil and Gas Business. - 2023, No. 1. - P. 31-47.
2. Galperin, E.N., Rachkov, V.I., Kharin, P.A., Kutepov, S.M., Mannapov, R.G. Problems of diagnosing the technical condition and determining the residual service life of equipment // Chemical and oil and gas engineering. 1999. No. 8.- P. 21-24.
3. Goldberg, M.J.L., Koryukin, A.V., Kondrashov, E.K. Coatings for polymeric materials. - M.: Chemistry, 1980. - 230 p.
4. Daichik, M.L., Prigorovsky, N.I., Khurshudov, G.Kh. Methods and means of natural tensometry. - M.: Mashinostroenie, 1989. - 240 p.
5. Iosilevich, G. B. Concentration of stresses and deformations in machine parts. - M.: Mashinostroenie, 1981. - 224 p.
6. Khairullina, L.B. Diagnostics of machines and equipment of the oil and gas chemical complex//Proceedings of the international scientific and technical conference dedicated to the 50th anniversary of the Tyumen Industrial Institute.- Tyumen: TyumGNGU.2013, pp. 107-111.