

Диагностика днищ и стенок резервуаров с применением сканирующих магнитных дефектоскопов высокого разрешения

Д. В. СУХОРУКОВ, Д. А. СЛЕСАРЕВ (к. т. н.), **А. А. АБАКУМОВ – МЛ.** (к. т. н.),
Л. Ю. МОГИЛЬНЕР (к. т. н., ООО «ИНТРОН ПЛЮС»), **Е. Е. СЕМИН** (ЗАО «ВНИИСТ-Диагностика»),
М. Ю. ПОЛЯХОВ (к. т. н., Московский энергетический институт)

СОГЛАСНО ДЕЙСТВУЮЩИМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ, ОСНОВОЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ (РВС) ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ЯВЛЯЕТСЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВСЕХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РВС, В ТОМ ЧИСЛЕ ДНИЩА И СТЕНКИ. ПО СОВОКУПНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ ПРОВОДИТСЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ (ОТС) С РАСЧЕТОМ СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РВС, ВЫРАБАТЫВАЮТСЯ РЕКОМЕНДАЦИИ О НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТА ИЛИ ИСКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВУАРА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОФОРМЛЯЕТСЯ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. ПРИ ЭТОМ ОТ ПОЛНОТЫ И КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ, НАПРЯМУЮ ЗАВИСИТ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ РВС.

Днище и первый пояс стенки относятся к наиболее ответственному элементу РВС, на которые в максимальной степени воздействуют неблагоприятные эксплуатационные и технологические факторы. По действующим правилам для контроля состояния металла днища и стенки РВС рекомендовано использование: акусто-эмиссионного (АЭ) обследования, визуального инструментального (ВИК), ультразвукового (УЗК) и магнитного (МК) контроля. Состояние защитного изоляционного покрытия (ЗИП) также подлежит оценке.

В части обследования днищ РВС наибольшее распространение в России получил УЗК. Однако его физические особенности не позволяют осуществить 100-процентный контроль. Применение УЗК предусматривает демонтаж ЗИП вне зависимости от его состояния, поэтому посредством УЗК проводят не сплошное обследование, а контроль только в отдельных точках. При этом велика вероятность пропуска дефектов, в особенности коррозионных повреждений внешней поверхности днища.

Опыт обследования резервуаров показывает, что не менее 30% РВС подвержены возникновению дефектов, которые при

традиционном подходе к осуществлению контроля не могут быть выявлены. Результаты сравнительного анализа различных технологий обследования днищ РВС даны в **таблице 1.**

В ООО «ИНТРОН ПЛЮС» на основе опыта разработки средств магнитной диагностики магистральных трубопроводов и стальных канатов разработана технология магнитного контроля днищ и стенок РВС.

Таблица 1.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТНОГО ДЕФЕКТΟΣКОПА ИНТРОКОР М150

Параметр	Значение
Толщина стенки, мм	4-16
Максимальная толщина покрытия, мм	6
Порог чувствительности	0,3Т
Абсолютная погрешность определения положения дефектов от точки отсчета дистанции, мм	не более 20
Максимальная скорость контроля, м/с	1
Исполнение	IP54
Масса, кг	12

Она предполагает применение дефектоскопа ИНТРОКОР М150, программного обеспечения (ПО) WINTROSCAN для интерпретации диагностических данных и методики оценки срока безопасной эксплуатации для прогнозирования ресурса РВС.

Достоинства разработанной технологии по сравнению с традиционными методами контроля очевидны. Во-первых, магнитный контроль (МК) можно проводить без демонтажа ЗИП. Во-вторых, высокая производительность и разрешающая способность МК позволяют осуществлять 100-процентный контроль без пропусков и «мертвых зон». В-третьих, есть возможность оценки размеров дефектов и толщины металла днища и ЗИП. В-четвертых, метод позволяет определять местоположение дефектов (внешний/внутренний) и наносить их на «карту» днища и стенки РВС. И наконец, в-пятых, магнитный контроль осуществляется в реальном времени.

Применение технологии магнитного контроля днищ и стенок РВС обеспечивает безопасность их эксплуатации и повышает достоверность прогноза остаточного ресурса.

МАГНИТНАЯ ДИАГНОСТИКА СТенок И ДНИЩ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ, СОСУДОВ ДЕФЕКТОСКОПОМ ИНТРОКОР М-150



- ОБНАРУЖЕНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ ДНИЩА И СТенок
- ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
- КОНТРОЛЬ БЕЗ ДЕМОНТАЖА ЗАЩИТНОГО ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ
- ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ ДЕФЕКТОВ
- ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ЗОН
- ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ
- ВОЗМОЖНОСТЬ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ ТОЛЩИН
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СТАЛЬНОГО ЛИСТА
- ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ НК

ООО «ИНТРОН ПЛЮС»:

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО
ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА
ПРИБОРОВ



ПРИМЕР ВЫЯВЛЕНИЯ ТОЧЕЧНОЙ КОРРОЗИИ ДНИЩА

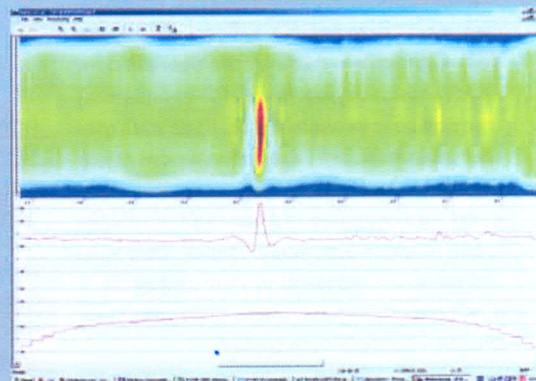


Таблица 2.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДНИЩА И СТЕНКИ РВС

Возможности	АЭ	ВИК	УЗК	МК
Контроль без демонтажа ЗИП	+	-	-	+
Контроль 100% площади днища и стенки	-	+	-	+
Возможность контроля при полной диагностике	-	+	+	+
Возможность контроля при частичной диагностике	+	Только стенка	Только стенка	Только стенка
Возможность выявления как наружных, так и внутренних дефектов	+	-	+	+
Определение местоположения дефектов (внешний/внутренний)	-	-	+	+
Определение координат дефектов	-	+	+	+
Оценка размера дефектов	-	-	+	+
Определение остаточной толщины металла днища и стенки	-	-	+	+
Оценка толщины ЗИП	-	-	-	+

Оборудование магнитной диагностики

Принцип действия магнитного дефектоскопа ИНТРОКОР М150 основан на регистрации магнитных полей рассеяния от дефектов (MFL-метод). В полевых условиях информация о выявленных дефектах записывается в портативное устройство сбора данных Datalogger или компьютер. Предварительная оценка объекта контроля производится непосредственно в процессе диагностирования. Подготовка итогового отчета осуществляется с помощью компьютерных методов. По изображению магнитных отпечатков определяется форма дефектов, их ориентация, размеры и взаимное расположение, а также остаточная толщина днища и стенки. Используемое ПО запатентовано.

Дефектоскопом выявляются нарушения сплошности металла, в том числе коррозионные и усталостные трещины, каверны, язвы и т. п., по всей толщине днища и стенки РВС. Выявление дефектов в сварных соединениях и вблизи уторного шва также является преимуществом магнитных дефектоскопов ИНТРОКОР М150. Характеристики дефектоскопа приведены в таблице 2.

Подготовка специалистов к работе с дефектоскопом осуществляется в ООО «ИНТРОН ПЛЮС» с применением авторских методик и приглашением ведущих специалистов по магнитному контролю.

Программное обеспечение

Специальное ПО WINTROSCAN позволяет производить обработку и анализ данных, полученных в результате сканирования, с целью подготовки заключения о состоянии как конкретного листа, так и объекта обследования в целом. Вся информация сохраняется в специальной базе данных. В

ПО предусмотрены следующие функции: анализ дефектограмм отдельных проездов, объединение отдельных проездов в дефектограмму всего листа, оценка геометрических параметров дефектов.

Методика оценки срока безопасной эксплуатации РВС

Оценка срока безопасной эксплуатации является важнейшим элементом диагностического обследования РВС. Используемая для этого методика предусматривает:

- определение напряженно-деформированного состояния конструкций РВС с учетом его фактической геометрии (вмятины, просадки, отклонения образующих стенки от вертикали, угловатости и др.);
- определение локальной прочности в зоне дефектов (коррозионных, механических, технологических);
- моделирование коррозионного и циклического роста дефектов;
- расчет срока эксплуатации конструкции с каждым обнаруженным дефектом и срока эксплуатации резервуара в целом;
- определение сроков следующих обследований.

При необходимости выдаются рекомендации по ремонту.

По результатам расчетов возможно продление срока эксплуатации резервуара с ненормативными отклонениями и дефектами без их устранения.

Сравнительный анализ

В настоящее время в практике магнитного и электромагнитного контроля РВС применяются приборы различных производителей, в том числе Silverwing, MFE, Rosen, «Автогаз» (СКМ), «Интроско» (МИ-2Х), Testex, Corrocont (TST-27), комбинированные дефектоскопы MAC и Kontrol Technik.

Большинство представленного оборудования обладает сходными техническими характеристиками, поэтому на первый план выходят потребительские качества. В этом отношении отечественное оборудование, в первую очередь магнитный дефектоскоп ИНТРОКОР М150 компании ООО «ИНТРОН ПЛЮС», обладает преимуществом перед зарубежными образцами. Это определяется:

- доступной стоимостью оборудования и услуг;
- оперативностью при плановом и срочном техническом обслуживании;
- авторской поддержкой оборудования и ПО;
- обучением специалистов с применением авторских методик;
- предоставлением на период проведения ремонтных и профилактических работ «подменного» оборудования, в том числе с привлечением сотрудников организации-производителя.

Особенности и результаты применения технологии магнитного контроля днищ и стенок РВС

В настоящее время на предприятиях, эксплуатирующих резервуарные парки, приходится понимание необходимости организации комплексного подхода к диагностическому обследованию РВС. При этом во главу угла ставится задача получения полного пакета диагностических данных с целью:

- установления возможности безопасной эксплуатации;
- определения остаточного ресурса в случае обнаружения дефектов или после исчерпания расчетного срока службы;
- прогнозирования возможности и условий эксплуатации сверх расчетного срока службы, а также после аварии или повреждения отдельных конструктивных элементов.

При этом контролю днища и стенок РВС уделяется повышенное внимание. Для обеспечения качества диагностических работ разработаны отраслевые нормативные документы, регламентирующие проведение обследования, в том числе с применением магнитных методов. Конструкция и технические возможности дефектоскопа ИНТРОКОР М150 полностью удовлетворяют требованиям указанных нормативов.

Опыт магнитного контроля днищ и стенок РВС показал возможность регистрации дефектов, вероятность обнаружения которых при использовании других методов очень мала. В частности, на РВС выявлены питтинговые дефекты днища, расположенные со стороны гидрофобного слоя, а также коррозионные дефекты, вызванные воздействием подтоварной воды.