



## **МАРК 4**

Сканер для контроля  
днищ резервуаров

✉ info@novotexsys.ru

☎ +7 495 128 38 80

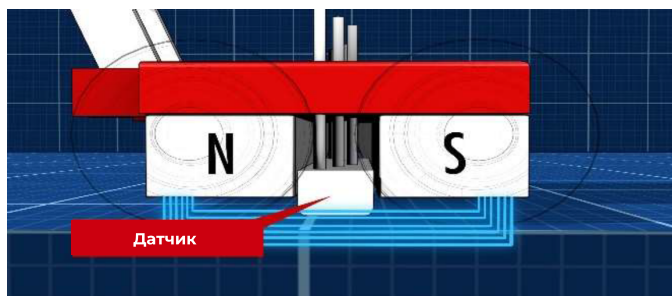
# Продвинутый метод неразрушающего контроля

## Исследование утечки магнитного потока (MFL)

### Что такое метод MFL?

Метод поиска утечек магнитного потока (MFL) — это метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации изменений магнитных потоков рассеивания, применяется в промышленности для контроля изделий и элементов из ферромагнитных материалов; начал широко применяться с начала 50-х годов XX века и является наиболее популярным методом контроля днищ резервуаров, трубопроводов и труб. Данный метод контроля применяется для поиска и оценки коррозии, широко применяется для внутритрубной диагностики, дефектоскопии стальных канатов, стальных резервуаров, дефектоскопии бурильных труб и магистральных трубопроводов.

Мощный магнит используется для намагничивания стального объекта в зоне контроле, а на коррозионных участках или участках с потерей металла происходит рассеивание плотности магнитного потока. В оборудовании MFL применяются датчики, расположенные между полюсами магнита, чтобы точно определить зону утечки магнитного потока. MFL — это быстрый и надежный метод, который по-прежнему широко используется для обнаружения коррозии на днищах резервуаров, поскольку он охватывает большую площадь за короткое время. Основным недостатком метода MFL является то, что метод не является прямо показывающим. Поэтому для точной классификации обнаруженного дефекта и повышения точности определения размеров дефекта часто применяют УЗ толщиномер с А-скан.



### МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ:

1. Метод электромагнитной индукции. Основан на законе электромагнитной индукции Фарадея, это один из основных методов магнитных измерений.
2. Метод воздействия магнитного сопротивления. Этот метод использует изменение характеристик сопротивления материала под воздействием магнитных полей.
3. Метод эффекта Холла. Электродвижущая сила возникает под действием электрического тока в магнитном поле. Изменение напряженности магнитного поля можно получить путем измерения электродвижущей силы.
4. Метод магнитно-резонансной томографии. Поглощение или излучение электромагнитной волны определенной частоты в магнитном поле.
5. Магнитооптический метод. Этот подход использует магнитооптические и магнитострикционные эффекты.

### ДЕФЕКТЫ И КОРРОЗИЯ ДНИЩ РЕЗЕРВУАРОВ:

В нефтяной и нефтехимической промышленности коррозия является одной из основных причин аварий сооружений и оборудования. Атмосферные резервуары для хранения, сосуды под давлением и трубопроводы постепенно подвергаются коррозии в результате химических или электрохимических реакций в окружающей среде.

Наиболее распространенными видами коррозии являются точечная и общая коррозия, особенно точечная коррозия низкоуглеродистой стали. Низкоуглеродистая сталь широко используется в качестве основного материала днищ резервуаров атмосферного хранения, которые играют незаменимую роль при хранении и транспортировке сырой нефти и нефтепродуктов.

**Более 80%** аварий, связанных с остановкой резервуаров, повреждений днища и утечками, **вызваны коррозией днища резервуаров**. Это может привести к серьезным последствиям для окружающей среды, здоровья и безопасности, порождая широкий спектр опасностей и катастроф. Поэтому коррозия днищ резервуаров-хранилищ в последние десятилетия привлекает все больше и больше внимания во всем мире.

### ТОЧЕЧНАЯ КОРРОЗИЯ ДНИЩ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ:

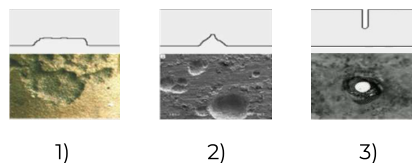
Точечная коррозия наземных резервуаров со стороны почвы может быть основной причиной выхода из строя резервуаров. Считается, что воздействие хлоридов и других агрессивных веществ из естественной почвы и грунтовых вод на днище и стенки резервуара, а также присутствие таких бактерий, как SRB (сульфатредуцирующие бактерии), являются основными причинами коррозии со стороны почвы. Хлориды и влага, содержащиеся в воздухе, могут просачиваться под резервуар возле зоны уторного шва, вызывая коррозию краевых листов.

Под точечной коррозией понимается локализованная коррозия в днищах резервуаров со стороны почвы, это наиболее серьезная проблема коррозии в резервуарах, которая приводит к разрушению днища. Скорость коррозии зависит от характеристик грунта, содержания влаги в подкладке и степени проникновения влаги между подкладкой и днищем.

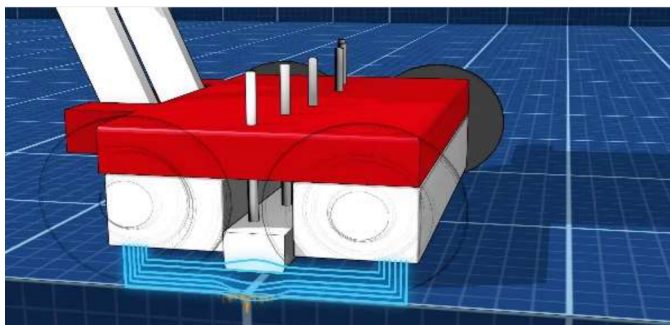
### РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОРРОЗИИ:

Коррозия имеет множество различных форм и размеров, которые подразделяются на три категории в зависимости от геометрической формы:

- 1) Пятна
- 2) Язвы
- 3) Нитевидные



- ▶ Дефекты формы пятна имеют большой диаметр по сравнению с их фактической глубиной.
- ▶ Дефекты типа язвы имеют закругление в самой глубокой точке.
- ▶ Дефекты нитевидного типа имеют малый диаметр, по сравнению с глубиной.



По мере роста коррозии эти основные формы могут объединяться, коррозию в форме пятна становится труднее обнаружить из-за плавных краев. Оборудование MFL обнаруживает изменение толщины пластины. Таким образом, как только инспекционная головка MFL окажется в зоне значительной коррозии, система сможет обнаружить только дальнейшее уменьшение толщины пластины. Возможно, удастся обнаружить края такой коррозии и с помощью последующего ультразвукового контроля толщины определить, что существует область общего утончения из-за обширной коррозии.

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Сканер днищ резервуара; оборудование состоит из магнитов, датчика или матрицы датчиков и соответствующих электронных схем. Для определения приблизительного поперечного положения показаний следует использовать эталонный индикатор, такой как линейчатая шкала или линейная матрица светящихся светодиодов. Оборудование может быть предназначено для ручного сканирования или может иметь привод от двигателя. Программное обеспечение может быть встроено для помощи в обнаружении и определении характеристик дефектов (ASME BPVC, раздел V, статья 16, T-1630).

Крайне важно, чтобы оборудование MFL, производимое для конкретного применения, было спроектировано с учетом экологических и практических проблем, которые всегда присутствуют. Оборудование, разработанное в лаборатории и проверенное в идеальных условиях, всегда имеет существенные недостатки при его практическом применении.

Дополнительные инструменты могут быть разработаны для работы в ограниченных местах и вокруг препятствий или в зоне небольших поверхностей. В качестве альтернативы для таких требований существуют специальные устройства «ручного сканирования».

Сканирование MFL может выполняться в автоматическом режиме, при этом фиксируется информация о ходе сканирования. Она может быть оценена в момент сканирования или сохранена на компьютере для создания MFL-изображения всего дна резервуара. Последующий анализ данных может быть выполнен в программе. На основе этого анализа можно определить области для последующих верификаций дефектов ультразвуковым методом.

### ПРЕИМУЩЕСТВА MFL:

- ▶ Надежные результаты и возможность быстро и эффективно обнаружить и оценить размер дефектов на больших площадях.
- ▶ Экономия времени и средств благодаря высокой частоте проверок.
- ▶ Комплексные отчеты со статистическими данными и цветовым отображением.

- ▶ Возможность обнаружения многих типов дефектов. Например, поверхностные дефекты, задиры, царапины, язвенная и точечная коррозия.

- ▶ Автоматизированное составление отчетов и анализ данных.

- ▶ Мгновенный результат «Отображение в реальном времени».

### MFL в МЕЖДУНАРОДНЫХ КОДЕКСАХ И СТАНДАРТАХ:

- ▶ Стандарт API 653 — Обследование резервуаров, ремонт, изменение и реконструкция резервуаров.
- ▶ Кодекс ASME BPVC. Раздел V. Неразрушающий контроль. Статья 16.
- ▶ ASNT Том 5 – Электромагнитный контроль
- ▶ Сборник MFL – опубликовано API и ASNT

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- ▶ Днища резервуаров для хранения нефтепродуктов и технических жидкостей (металлическое днище с защитным покрытием и без):

MFL широко используется для обнаружения коррозии в днищах наземных резервуаров для хранения в нефтяной промышленности, где днища резервуаров периодически проверяются, а резервуары выводятся из эксплуатации и опорожняются. Это значительно увеличивает затраты на техническое обслуживание и требует применения надежных и быстрых методов. MFL широко используется в данном контексте из-за присущей ему скорости. MFL — общепринятая технология обнаружения дефектов на дне резервуара. Рекомендуются API 653 и ASME.

- ▶ Наружная инспекция трубопровода: MFL широко используется для внешнего обнаружения коррозии в трубопроводах в нефтяной промышленности, трубы можно проверять во время эксплуатации.

- ▶ Внутритрубная диагностика магистральных трубопроводов: MFL дефектоскоп — это тип интеллектуального инспекционного прибора-поршня, используемый для измерения коррозии труб и потерь металла.

- ▶ Инспекция трубок теплообменников: MFL используется для обнаружения кольцевых трещин, потерь в стенках и точечной коррозии в ферромагнитных трубках, изготовленных из углеродистой стали, никеля и черной нержавеющей стали теплообменников, воздухоохладителей, котлов.

- ▶ Инспекция стальных проволочных канатов: Измерительные приборы MFL разработаны для обнаружения локальных повреждений и потери металлической площади во внешних или внутренних слоях стального каната.

## Программное обеспечение (ПО)

**Удобное ПО:** ПО имеет интуитивно понятный процесс, который начинается с быстрого создания эскиза днища резервуара и заканчивается подробной MFL картой днища резервуара.

**Отображение в режиме реального времени:** в режиме реального времени отображается светодиодный сигнал «А-Скан», который работает одновременно с предварительным просмотром карт «С-Скан» и позволяет определить, где дефект находится относительно магнитного моста. Это позволяет обнаруживать дефекты еще быстрее и исключает необходимость постоянного перемещения сканера при обнаружении дефектов.

**Создание карты днища резервуара:** менее чем за 10 минут оператор может воссоздать расположение листов днища резервуара, включая листы окрайки. Подробная информация для каждого листа не требуется, пока оператор не будет готов начать MFL сканирование.

**Отслеживание скорости:** новая функция отслеживания скорости предоставляет оператору мгновенную обратную связь, поэтому он уверен, что сканирует в оптимальном диапазоне скоростей, обеспечивая стабильные, надежные и точные результаты.

**ПО для компенсации скорости:** наше ПО для компенсации скорости позволяет операторам сканировать на разных скоростях с получением одинаковых результатов.

## Характеристики

**Ширина сканирования** - 300 мм

**Максимальная длина одного сканирования** - без ограничения

**Диапазон толщин** - до 20 мм, (от 13 мм до 20 мм доступно с обновлением моста High Flux)

**Сканирование через покрытия** - да, при немагнитном покрытии (с толщиной листа днища и покрытия до 20 мм)

**Анализ в реальном времени** - да, 12 каналов

**Требования к питанию** - горячая замена батареи

**Вес** - всего 30 кг

**Функция заморозки экрана** - да

**Регулируемый порог** - да

**Чувствительность** - регулируемая

## Горячая замена батареи

Марк 4 оснащен двойной батареей с возможностью горячей замены, которая позволяет оператору безопасно заменять батареи без потери питания для сканера.

Батареи имеют малый вес всего 45 г.

## Удобная конструкция

Марк 4 был сконструирован с идеей упрощения использования и обеспечения легкой транспортировки. Конструкция Марк 4 имеет складные рукоятки, регулируемые по высоте ручки, а также обладает быстросъемным креплением для рукоятки и встроенной электроникой.

## Защищенные разъемы

Наличие специальных защищенных разъемов для надежного контакта и защиты от нежелательных воздействий/повреждений.



# МАРК 4

MFL сканер для контроля днищ резервуаров  
Работает в 2-х режимах

## Особенности ПО

- отображение в реальном времени
- построение макета резервуара
- функции анализа и отчета

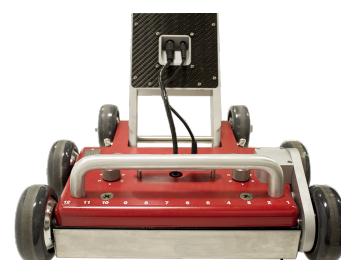
Быстросменяемые батареи

Режим картографирования (mapping) и обнаружения (detecting)

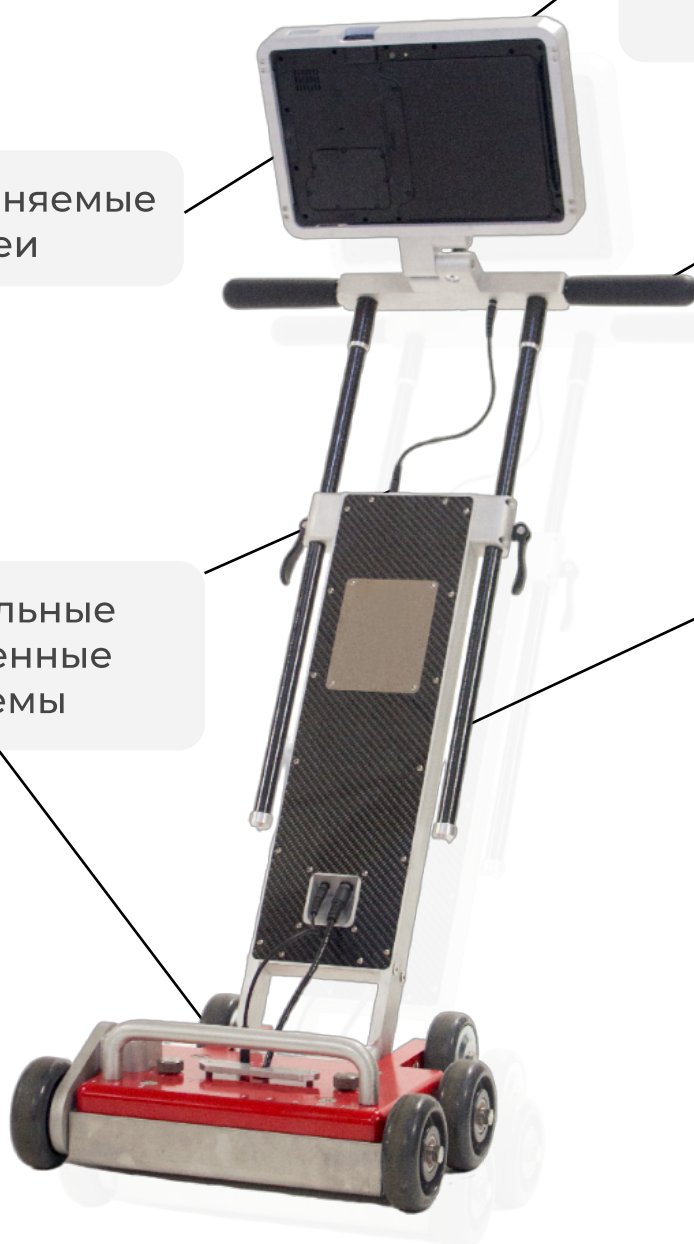
Регулируемые ручки

Специальные защищенные разъемы

Встроенная электроника



Энкодер для картографии (mapping)



**Новый эргономичный дизайн**