

следовательно, расширить область применения калибров-пробок, а также уменьшить затраты на инструментальный материал.

Список информационных источников

1.ГОСТ 14807–69 – ГОСТ 14826–69. Калибры-пробки гладкие диаметром от 1 до 360 мм. Конструкция и размеры.

2.Калибр-пробка: пат. 2536963 Рос. Федерация. 96117646/28: 29.08.96 заявлен: опубл. 20.04.98.

3.Кутай А.К. Справочник по производственному контролю в машиностроении: 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1974. – 676 с.

РАДИОВОЛНОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Бодуков А. А., Шиян В.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Современный мир, в котором мы все живем, нераздельно связан с нефтью и газом как источником энергии. Данные природные ресурсы в большом количестве имеются на территории нашей страны. Что полностью используется правительством и частными компаниями, работающими в данной отрасли. Россия является одним из главных экспортеров данных ресурсов за границу другим странам.

Как известно нефтепродукты являются легко воспламеняемыми веществами, следовательно, при аварии трубопровода в густозаселенных и застроенных территориях может вызвать много разрушений и человеческих жертв. Что бы этого избежать требуется проводить контроль трубопроводов. Чтобы не иметь потерю времени и потери поставок диагностику надо проводить, не останавливая передачу нефтепродуктов. В этой ситуации на помощь приходят методы диагностики неразрушающего контроля.

Суть метода, описанного в Патенте РФ №2020467, заключается в том, что наличие сквозного дефекта определяют по излученному из щели СВЧ сигналу, принимаемому приемником со сканирующей антенной.

СВЧ-энергия в виде волны заданного типа подается и распространяется по волноводу-трубопроводу, а затем ее часть излучается через сквозной дефект в свободное пространство. Этот

излученный сигнал и является полезным сигналом, который необходимо зарегистрировать (обнаружить).

Структурная схема макета для обнаружения сквозных дефектов, представленная на рисунке 1, содержит трубопровод, устройство ввода СВЧ-энергии, передатчик, генератор, приемную антенну, усилитель высокой частоты (УВЧ), приемник, индикатор, блок обработки информации (ЭВМ), дефект.

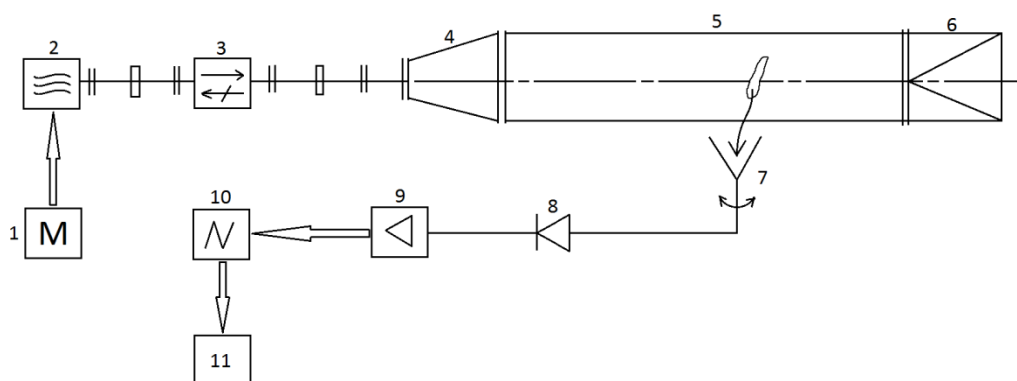


Рисунок 1. Структурная схема макета для обнаружения сквозных дефектов: 1 – модулятор, 2 – генератор, 3 – вентиль, 4 – трансформатор типа волн, 5 – газопровод, 6 – согласованная нагрузка, 7 – антенна, 8 – детектор, 9 – усилитель, 10 – осциллограф, 11 – персональный компьютер

Принцип работы устройства, реализующего данный способ, заключается в следующем.

Генерируемый передатчиком импульс электромагнитного излучения СВЧ-диапазона посредством устройства ввода возбуждает в трубопроводе электромагнитную волну. Тип и рабочую длину волны λ выбирают с учетом обеспечения приемлемого для практики затухания и стабильности структуры поля (волны) в трубопроводе диаметром D .

По мере распространения по трубопроводу-волноводу часть энергии СВЧ-импульса расходуется на потери в стенках. При прохождении импульса по участку трубопровода-волновода с дефектом часть энергии излучается через щель (дефект) в свободное пространство, являясь информативным сигналом для обнаружения и определения местоположения дефекта-щели. Этот сигнал принимается приемной антенной, усиливается широкополосным усилителем высокой частоты (УВЧ) и подается на приемник, где преобразуется в импульсы промежуточной частоты (ПЧ), детектируется и уже в форме видеоимпульса подается на индикатор и в блок обработки информации.

На индикаторе дефект визуально отображается в виде яркостной отметки в определенном азимутальном секторе

Поскольку положение газопровода зафиксировано в пространстве, то координаты дефекта можно определить также топографическим путем, располагая знанием расстояния от антенны (приемника) до газопровода и азимутом дефекта, считанным с экрана индикатора и перенесенным на местность. Естественно, что при этом система координат индикатора сориентирована относительно сторон горизонта. СВЧ-генератор располагается непосредственно у трубопровода, а приемник с антенной относится от трубопровода. Для обеспечения непрерывного контроля более протяженного участка трубопровода приемник с антенной следует располагать как можно дальше от трубопровода при заданном угле сканирования приемной антенны. Максимальное удаление будет определяться мощностью генератора (передатчика), чувствительностью приемника, характеристиками антенны, параметрами ослабления СВЧ-энергии в трубопроводе-волноводе, в грунте, на дефекте (щели).

Экспериментальная измерительная установка для измерения параметров согласования радиоволнового тракта ввода СВЧ энергии в волновод-трубопровод и ослабления в трубе представлена на рисунке 2. Она включает в себя: измеритель КСВН панорамный (Р2-61), осциллограф, трансформатор типа волны, имитатор трубопровода с выполненными щелями вертикального и горизонтального положения, антенну пирамидальную, усилитель.

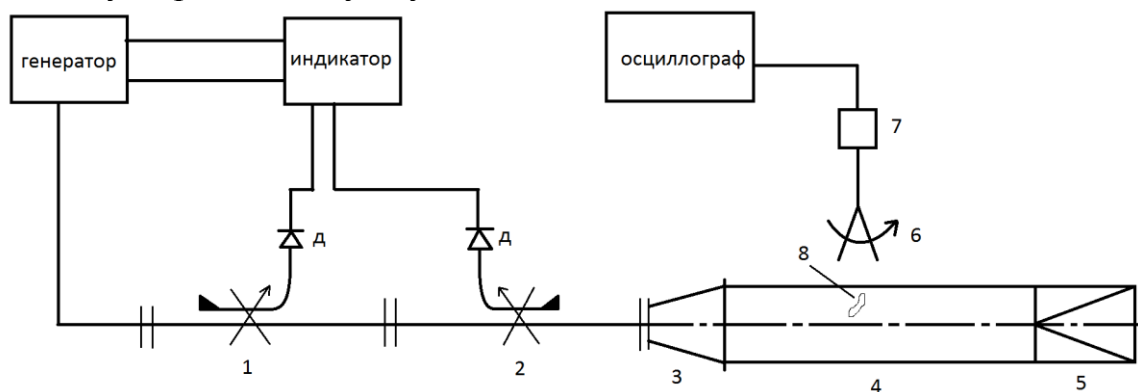


Рисунок 2. Схема измерительной установки: 1, 2 – направленный ответвитель, Д – детектор, 3 – преобразователь типа волны, 4 – аналог трубопровода, 5 – согласованная нагрузка, 6 – антенна, 7 – усилитель, 8 – щель.

С целью выбора рабочей частоты разрабатываемого устройства экспериментально были проведены измерения КСВН тракта и ослабление в трубе волноводе.

Осциллограмма частотной зависимости КВСН в диапазоне 8,5 – 12,5 ГГц. Получено наименьшее значение КВСН ($\rho = 1,11$) соответствует частоте $f = 10,45$ ГГц.

С учетом полученного значения КВСН определен коэффициент отражения:

$$|\Gamma| = \frac{\rho - 1}{\rho + 1} = \frac{1,11 - 1}{1,11 + 1} = \frac{0,11}{2,11} = 0,052$$

По данному значению коэффициента отражения, было найдено значение отраженной мощности $P_{отр}$:

$$P_{отр} = P_{пад} \cdot |\Gamma|^2 = 100 \cdot |\Gamma|^2 = 100 \cdot 0,00272 = 0,272\%$$

Полученный результат подтверждает хорошее согласование тракта макета. На основе полученного результата измерения КВСН выбрана рабочая частота $f_{раб} = 10,45$ ГГц. Данной частоте соответствует длина волны 2,8 см, которая может распространяться в используемой трубе-волноводе диаметром 90 мм.

С целью определения чувствительности метода были поставлены эксперименты по оценке уровня мощности сигналов излученных дефектом (щелью). Полученные сигналы для щелей вертикального, горизонтального положения представлены в таблице 1.

Таблица 1

	Длина щели, мм	Расстояние от щели до антенны, мм	Сигнал, мВ	Коэффициент усиления, дБ
Вертикальная щель	50	60	12	50
Горизонтальная щель	50	60	16	50

Данные результаты были получены при мощности генератора $P_{ген} = 5$ мкВт и коэффициенте усиления 50 дБ. Сигнал, излученный горизонтальной щелью, несколько превосходит сигнал, излученный вертикальной щелью. Данный результат можно отнести на счет структуры поля волны H_{11} в круглом волноводе.

Полученные данные демонстрируют «работоспособность» рассмотренного метода обнаружения сквозных дефектов и могут быть использованы в качестве исходных данных для построения лабораторного макета радиоволнового дефектоскопа.

Список информационных источников

1. Патент РФ №2020467 от 03.07.91 г. Способ обнаружения сквозных дефектов в трубопроводах/А.П. Арзин, В.Л. Жуков, С.Ю. Левин, В.П. Овчинников, А.Ф. Саяпин, Г.О. Фетисов, В.П. Шиян, Ю.Г. Штейн.
2. Техника и приборы СВЧ, Том 1/И.В. Лебедев/ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» МОСКВА.
3. Технические средства диагностирования: Справочник/В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др./Под общей ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1983. – 672 с.
4. Основы радиационного неразрушающего контроля: Методическое пособие/Р.А. Назипов, А.С. Храмов, Л.Д. Зарипова/Издательство Казанск. гос. университета, 2008. – 66 с.:ил.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ НЕМЕТАЛЛОВ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПО ВСЕМ КЛАССАМ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Борисов С. С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Калиниченко Н.П., к.т.н., доцент
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Капиллярный контроль изделий осуществляют с помощью дефектоскопических материалов. Дефектоскопические комплекты обычно выбирают, исходя из требуемой чувствительности контроля, его производительности, условий проведения, стабильности качества дефектоскопических материалов, а также химической инертности в отношении объекта контроля. Высокочувствительные комплекты (класс I) позволяют выявлять дефекты с раскрытием до 1 мкм, комплекты средней чувствительности (класс II) – с раскрытием от 1 до 10 мкм, пониженной чувствительности (класс III) – с раскрытием от 10 до 100 мкм, IV класс – с раскрытием от 100 до 500 мкм, технологический класс – не нормируется (т.е. что обнаружено). Дефектоскопические материалы следует проверять на контрольных образцах перед проведением контроля.

Существуют различные способы изготовления контрольных образцов. Наибольшее распространение получили способы изготовления контрольных образцов из металлов. Контрольные образцы