

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

А. С. Храмов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Н. И. Вяхирев

Цель данной работы – экспериментальное обоснование применимости индукционного метода для определения мест повреждения изоляционного покрытия нефтепроводов.

Методы исследований. При нарушении изоляции возникают токи утечки в грунт. Данные токи, а также неоднородность распространения токов трубопровода вблизи места утечки, создают магнитное поле, которое предлагается измерять внутри трубопровода индукционным датчиком.

В источнике [1] приведены теоретические исследования индукционного метода на переменном токе. По их результатам был создан индукционный датчик и собран

макетный образец измерительной схемы с возможностью накопления данных. В качестве датчика используются две катушки 2 намотанные на Ш-образный ферритовый сердечник 1 и включенные дифференциально (рис. 1).

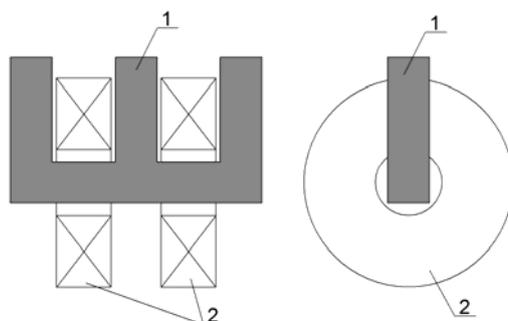


Рис. 1. Индуктивный датчик:
1 – ферритовый сердечник; 2 – катушка

Сигнал с датчика подается на частотно-избирательный усилитель с коэффициентом усиления 106 и частотой настройки 800 Гц. После выпрямления сигнал оцифровывается микроконтроллером и записывается на флэш-карту.

Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории был создан полигон, имитирующий отрезок нефтепровода. На рис. 2 показана схема проведения экспериментов. Труба 1 покрыта изоляционным покрытием, аналогичным используемому, и погружена в грунт. На подвижной платформе 3 расположены индукционный датчик 2, измерительная схема и автономное питание.

С помощью реостата устанавливался ток проходящий по трубе. Регулировка тока утечки производилась путем изменения площади электрода погруженной в грунт. По удельному сопротивлению грунта и расчетным формулам [2] определили, что при площади электрода 100 см^2 ток утечки будет составлять 1,88 мА. Эти данные совпали с экспериментальными: при площади электрода 200 см^2 , погруженного в песок, с удельным сопротивлением $\rho = 2000 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ получили ток 4 мА.

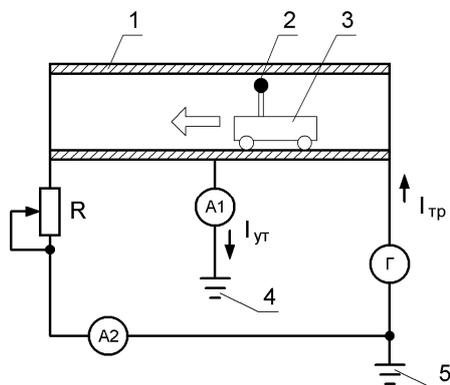


Рис. 2. Схема проведения экспериментов: 1 – труба; 2 – датчик; 3 – подвижная платформа; 4, 5 – электроды погруженные в грунт; Г – генератор переменного напряжения ГЗ-112/1; А1, А2 – вольтметры В7-40 в режиме измерения тока; R – реостат

Результаты исследований. На рис. 3 приведен один из полученных графиков. Подъем напряжения в областях 1 обусловлен магнитными полями, создаваемыми на краях трубы. В точке 2 находится область утечки (300 мВ).

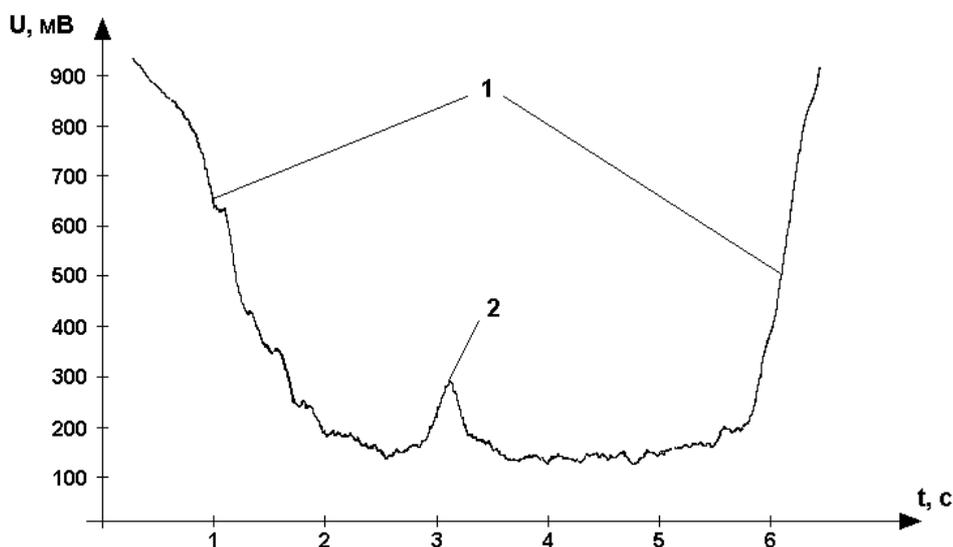


Рис. 3. Диаграмма эксперимента

«Фоновое» напряжение на уровне 150 мВ обусловлено усилением шумов измерительной схемы из-за большого коэффициента. Таким образом, полезный сигнал будет определяться разностью между «фоновым» напряжением и пиком напряжения в месте утечки тока, т. е. 150 мВ.

В результате проведенных исследований был определен минимальный ток утечки 2 мА, который возможно детектировать. Этого достаточно для обнаружения места повреждения изоляции площадью 100 см².

В таблице приведено исследование положений датчиков для измерения магнитного поля продольного, поперечного и вертикального токов, формируемых утечкой.

**Результаты исследования величины магнитного поля
в зависимости от положения датчика относительно оси трубы**

Положение датчика			
	1	2	3
Ток трубы $I_{тр}$, мА	10,3	10,3	10,3
Ток утечки $I_{ут}$, мА	5,5	5,5	5,5
Напряжение в месте утечки, мВ	300	230	260
«Фоновое» напряжение, мВ	150	140	130
Полезный сигнал, мВ	150	90	130

Из таблицы видно, что наибольший полезный сигнал дает измерение продольной составляющей.

Заключение. Для наилучшего детектирования места повреждения необходимо создать датчик, позволяющий суммировать продольные, поперечные и вертикальные составляющие формируемые током утечки.

В результате проведенных экспериментов была подтверждена применимость индукционного метода для определения мест повреждения изоляционного покрытия нефтепроводов.

Л и т е р а т у р а

85. Электродинамический метод обнаружения дефектов изоляционного покрытия нефтепровода / Н. И. Вяхирев [и др.] // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. В 2 т. Т. 2 / редкол.: Э. Р. Бариев [и др.]. – Минск : НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси, 2009. – 275 с.
86. Карякин, Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок / Р. Н. Карякин, В. И. Солнцев. – Энергоатомиздат, 1991.