

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО КОНТРОЛЯ ПОКРЫТИЙ ТРУБ В ПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

© 2024 г. Антонов Денис Игоревич^{1*}, В. А. Сясько^{2**}, А.С. Мусихин^{2***},
М.С. Степанова^{3****}

¹ – ВНИИМ им. Менделеева, Санкт-Петербург, Московский пр., 19

² – ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург, Огородный пер., д.21, литер А,

³ – Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург, 22-я линия В.О., д.1

*antonovden99@mail.ru; **9334343@gmail.com; ***musihinaleksei@mail.ru;

****stepanovamariya11.02.01@gmail.com

В настоящее время автоматизированный контроль сплошности покрытий металлических труб, с учетом обеспечения требований по электробезопасности, регламентируется проводить импульсным электроискровым методом неразрушающего контроля (НК) [1]. Однако, при его реализации в поточном трубном производстве присутствует ряд факторов, оказывающих существенное влияние на производительность и достоверность контроля. В частности, электрическая емкость системы «электрод – диэлектрическое покрытие – металлическое основание» обуславливает дополнительные требования по обеспечению выходной мощности источника испытательного напряжения U_n , при необходимости согласовывания скорости перемещения трубы с частотой следования импульсов испытательного напряжения [2].

Разработана конечно элементная модель системы «источник высокого импульсного напряжения – электрод – диэлектрическое покрытие – металлическое основание», с использованием которой исследовано влияние параметров объекта контроля – металлической трубы диаметром D от 1 до 1,5 м с защитным диэлектрическим покрытием толщиной d_n от 2 до 6 мм [3] – на достоверность НК и стабильность высокого напряжения и частоту следования импульсов при варьируемых D и d_n , а также диэлектрической проницаемости покрытия и нестабильности контакта электрода с покрытием.

Для обеспечения стабильного поддержания амплитуды импульса U_n , а также обеспечения требуемой мощности выходного сигнала было проведено моделирование электрической эквивалентной схемы указанной выше электронной модели в САПР *LTspice* и предложено программно-аппаратное решение генератора высокого напряжения, позволяющее обеспечить требуемое стандартами [4] U_n до 35 кВ на электродах большой площади при нагрузочной емкости C_n до 800 пФ.

На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости $U_n(d_n)$ снятые при разных C_n (где d_n - толщина покрытия).

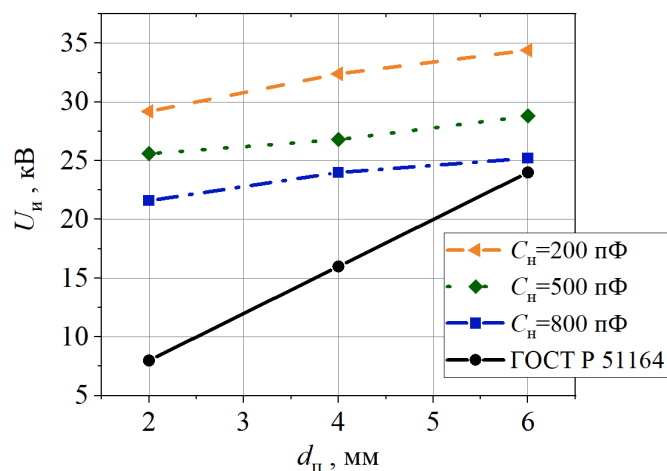


Рис. 1. Зависимость напряжения на электроде от толщины покрытия для отличающихся емкостей нагрузки (C_n)

Из рис. 1. видно, что использование предложенных аппаратных и программных решений позволяет обеспечить нестабильность амплитуды U_n не более 5% при $C_n = 200 \dots 800$ пФ и обеспечить выявление сквозных и несквозных дефектов покрытий при скорости движения объекта контроля до 0,3 м/с вдоль традиционно применяемых кольцевых электродов.

Полученные результаты предлагается использовать при проектировании систем автоматизированного электроискрового контроля сплошности покрытий труб магистральных и распределительных трубопроводов в поточном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. Клюева В.В. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль. / Вавилов В.П. Кн. 2: Электрический контроль. / Подмастерьев К.В., Соснин Ф.Р., Корндорф С.Ф., Ногачева Т.Н., Пахолкин Е.В., Бондарева Л.А., Мужижкий В.Ф. - М.: Машиностроение, 2004. 679 с.: ил. и цветная вкладка 24 с.
2. Гаджиев Я.М., Ибрагимова Э.Н. Экспериментальное исследование измерения размеров трещин силикатно-эмалевого покрытия трубы // Дефектоскопия. 2020. №1. С. 61—65.
3. ГОСТ 31448-2012 Трубы стальные с защитными наружными покрытиями для магистральных газонефтепроводов. М.: Стандартиформ, 2013. 11 с.
4. ГОСТ 34395-2018 Материалы лакокрасочные. Электроискровой метод контроля сплошности диэлектрических покрытий на токопроводящих основаниях. М: Стандартиформ, 2018. 10 с.