

ВЛИЯНИЕ МЕШАЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ МЕТОДОМ

© 2023 г. И.С. Гнивуш^{1,2,*}, В.А. Сясько^{1,2,**}, А.С. Мусихин^{2,***}

¹Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Россия 199106
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., 2

²ООО “КОНСТАНТА”, Россия 198097 Санкт-Петербург, Огородный пер., 21
E-mail: *kin4_g@mail.ru; **9334343@gmail.com; ***musihinaleksei@mail.ru

Поступила в редакцию 26.05.2023; после доработки 26.05.2023
Принята к публикации 09.06.2023

Приводится анализ влияния шероховатости поверхности электропроводящего основания и частичных разрядов на процесс контроля диэлектрических покрытий электроискровым методом. Результаты моделирования и полученные зависимости позволили сформулировать предложения в части режимов работы оборудования и принципов фиксации тока разряда, уменьшающие их влияния на достоверность контроля.

Ключевые слова: контроль сплошности, лакокрасочные покрытия, шероховатость поверхности, частичные разряды, электроискровой контроль.

DOI: , EDN:

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость защиты от атмосферного коррозионного воздействия изделий из черных металлов создает потребность в нанесении лакокрасочных покрытий на их поверхность [1]. Однако в случае нарушения технологии нанесения покрытий и правил эксплуатации изделий в покрытиях могут образовываться трещины, поры, царапины и т.д. Учитывая малую толщину лакокрасочных покрытий, на результаты электроискрового контроля могут влиять параметры песко- или дробеструйной обработки поверхности основания и возможное наличие воздушного зазора между электродом и покрытием при контроле.

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВАНИЯ НА ПРОБИВНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Металлическое основание, прошедшее песко- или дробеструйную обработку, при электроискровом контроле следует рассматривать не как плоскость, а как последовательность выступов и впадин, приводящих к локальной неоднородности электрического поля и уменьшению величины пробивного напряжения покрытия в районе выступов.

Для детального рассмотрения влияния шероховатости на распределение электрического поля проведено моделирование в программе Ansys Electronics Desktop. В качестве примера приведены картины распределения напряженности электрического поля в системе двух электродов для разности потенциалов 10 кВ между скругленным электродом-стержнем и заземленной подложкой с регулятивной шероховатостью R_z (рис. 1). Моделирование проводилось для двух значений шероховатости: $R_z = 10$ мкм, $R_z = 100$ мкм.

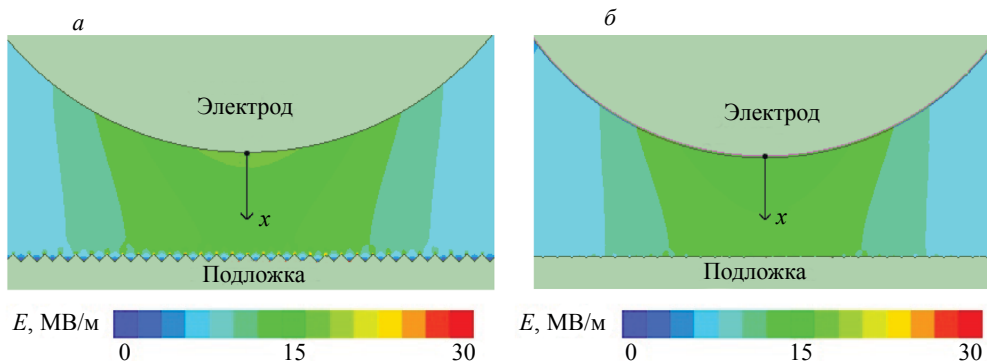


Рис. 1. Распределение напряженности электрического поля в случае:
а — $R_z = 100$ мкм; б — $R_z = 10$ мкм.

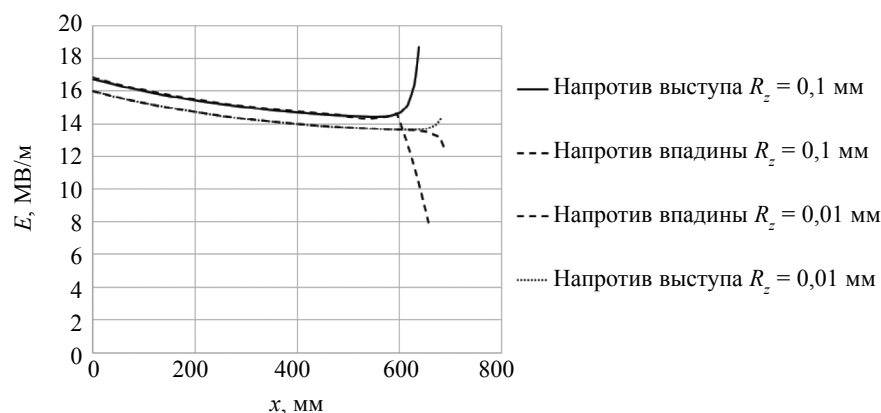


Рис. 2. Зависимость напряженности электрического поля от координаты на оси электрода-стержня для разных значений R_z и отличающихся положений электрода относительно подложки.

Исходя из картин напряженности, были построены зависимости напряженности электрического поля от координаты x на оси электрода-стержня (рис. 2).

Из рис. 1 и 2 видно, что около выступа шероховатой поверхности образуется область с высокой напряженностью электрического поля. Разряд возникнет в момент прохождения электрода над выступом за счет уменьшения межэлектродного расстояния и увеличения неоднородности поля. Электрический пробой начнется со стороны подложки, т.е. при изменении полярности испытательного напряжения разряд начнется при меньшей величине пробивного напряжения.

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ НА ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

В ситуации, когда между испытательным электродом и поверхностью покрытия образуется воздушный зазор (например, в случае волнистой поверхности контролируемого изделия), напряженность электрического поля в нем будет выше напряженности поля в диэлектрическом покрытии. Это может привести к образованию частичных разрядов, перекрывают только часть межэлектродного промежутка [2]. Эти разряды не свидетельствуют о дефекте, однако ток частичного разряда может быть ошибочно принят за ток полного разряда.

На рис. 3 представлена картина фронта импульса испытательного напряжения (измерительный канал CH1 — синим) и импульсов падения напряжения на измерительном резисторе, которые вызваны током частичного разряда (измерительный канал CH2 — красным).

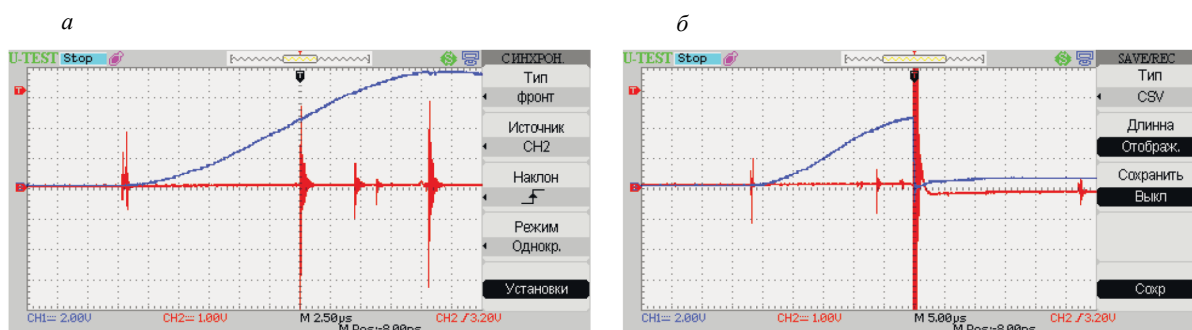


Рис. 3. Осциллограммы импульсов испытательного напряжения и частичных разрядов: *а* — без полного разряда; *б* — при полном разряде.

Как можно заметить, амплитуда импульса частичного разряда меньше амплитуды полного разряда. Отсюда можно сделать вывод, что необходимо выполнять фильтрацию полных разрядов посредством измерения параметров импульсов.

ВЫВОДЫ

Полученные в работе результаты компьютерного моделирования распределения напряженности электрического поля в сквозных дефектах покрытий с основаниями различной шероховатости позволяют сделать вывод о влиянии шероховатости основания на контрольное напряжение электроискрового метода и возможности его уменьшения при подаче переменного потенциала на контролирующий электрод, что в свою очередь способствует снижению требований к используемому оборудованию в части автономности и нагрузочной способности.

Кроме того, основываясь на результатах экспериментального анализа параметров частичных разрядов, представленного в работе, можно утверждать, что измерение амплитуды и длительности импульса испытательного напряжения в процессе проведения контроля позволит повысить достоверность электроискрового контроля за счет исключения ложноположительных результатов возникающих при образовании частичных разрядов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев В.Г., Рузич Е.Н.* Диэлектрические покрытия и их влияние на защиту от коррозии наружной поверхности подземных трубопроводов // Проблемы энергетики. 2018. № 1. С. 80—89.
2. *Редько В.В., Старикова Н.С.* Выявляемость дефектов изоляции кабельных изделий при испытаниях высоким напряжением // Контроль. Диагностика. 2014. № 12. С. 69—73.