

## ВЛИЯНИЕ МЕШАЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ МЕТОДОМ

© 2023 г. И.С. Гнивуш<sup>1,2,\*</sup>, В.А. Сясько<sup>1,2,\*\*</sup>, А.С. Мусихин<sup>2,\*\*\*</sup>

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

<sup>2</sup>ООО “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: 10.31857/S0130308223070096, EDN: DXRNVL

### 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.

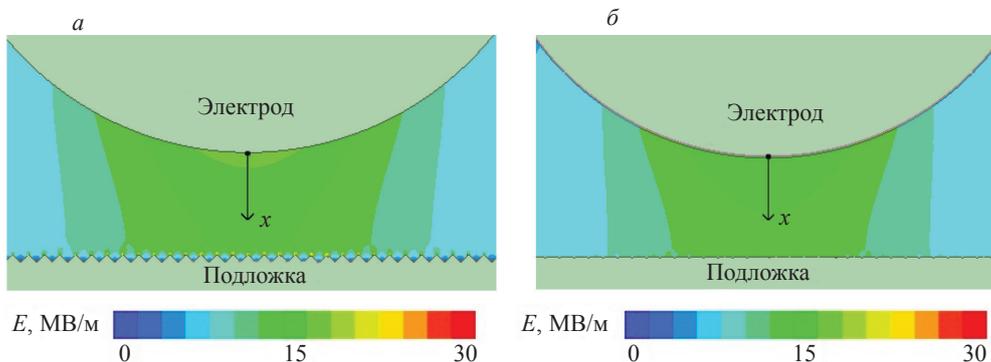


Рис. 1. Распределение напряженности электрического поля в случае:  
а —  $R_z = 100$  мкм; б —  $R_z = 10$  мкм.

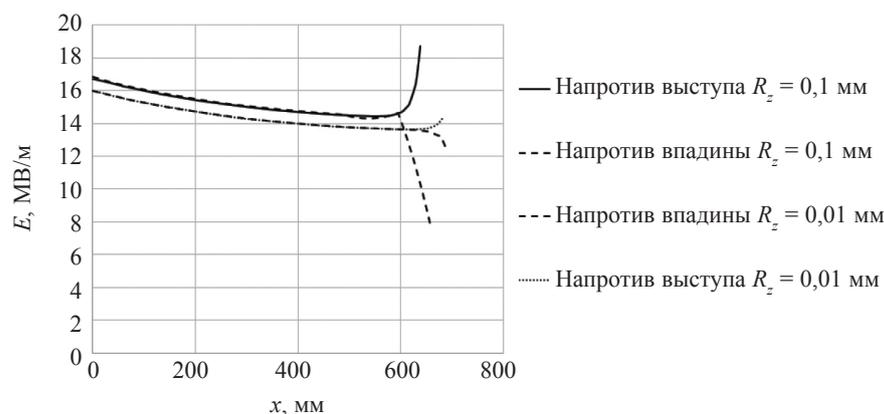


Рис. 2. Зависимость напряженности электрического поля от координаты на оси электрода-стержня для разных значений  $R_z$  и отличающихся положений электрода относительно подложки.

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).

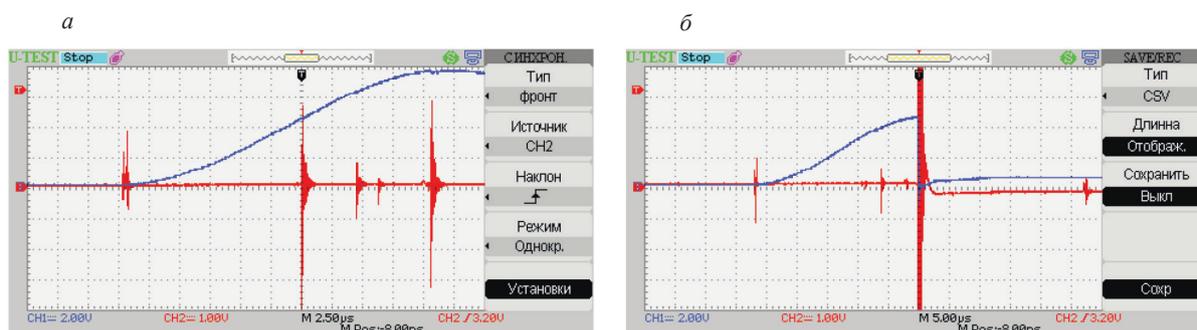


Рис. 3. Осциллограммы импульсов испытательного напряжения и частичных разрядов:  
 а — без полного разряда; б — при полном разряде.

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.