

УДК 620.179

DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-26-33

Влияние мешающих параметров при электроискровом контроле лакокрасочных покрытий

В. А. Сясько, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

И. С. Гнивуш, аспирант, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

А. С. Мусихин, ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург, Россия

Приводится анализ мешающих факторов, таких как шероховатость поверхности основания и частичных разрядов, которые могут оказывать влияние на процесс контроля сплошности электроискровым методом, снижая пробивное напряжение межэлектродного промежутка и приводя к появлению ложных срабатываний сигнализации. Для рассмотрения влияния шероховатости поверхности основания покрытия на процесс контроля построено распределение электрического поля в системе двух электродов с заданной шероховатостью в программе Ansys Electronics Desktop. Проведен эксперимент по определению пробивного напряжения воздушного промежутка для разных значений шероховатости поверхности одного из электродов. На образце шероховатости устанавливалась пленка толщиной 0,05 мм с отверстием, имитирующим дефект. На поверхности пленки в районе отверстия устанавливался электрод, на который подавалось контрольное напряжение. Напряжение увеличивалось до значения пробивного напряжения и фиксировалось. Эксперимент показал, что пробивное напряжение межэлектродного промежутка, имитирующего сквозной дефект покрытия, практически не меняется при изменении шероховатости.

На процесс электроискрового контроля могут влиять волнистость покрытия и неоднородность его толщины, которые приводят к образованию воздушных зазоров между электродом и поверхностью покрытия. Показано, что в этом случае напряженность электрического поля в воздушном зазоре будет выше напряженности поля в диэлектрическом покрытии, что, в свою очередь, создает условия для формирования частичных разрядов в межэлектродном промежутке. Частичный разряд создает импульс тока, пропорциональный емкости воздушного промежутка, который может быть ошибочно принят за ток искрового разряда всего промежутка и, следовательно, за наличие дефекта, тогда как наличие частичного разряда не означает наличие дефекта. Таким образом, можно утверждать, что частичные разряды – мешающий параметр, влияние которого необходимо учитывать. Предложены меры по уменьшению влияния частичных разрядов на процесс контроля сплошности. Для исключения возможности появления ложных срабатываний сигнализации от частичных разрядов необходимо измерять параметры импульса напряжения, обусловленного током полного разряда, и учитывать их при принятии решения о наличии дефекта.

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

Введение

Изделия из черных металлов, техника, узлы крупногабаритных конструкций и др. при эксплуатации на открытом воздухе подвергаются негативному коррозионному воздействию атмосферных и других антропогенных факторов [1–3]. В связи с этим возникает проблема оценки технического состояния и продления срока службы таких изделий [4–6], как видно из ГОСТ Р51164–98 и ГОСТ 9.602–2016. Одним из способов защиты от их воздействия является нанесение на поверхность различных диэлектрических покрытий [7, 8].

В настоящее время широкое распространение получили лакокрасочные покрытия различного состава [9], толщина которых, как правило,

варьируется в диапазоне 50...1000 мкм (ГОСТ 9.072–2017). При нарушении методик нанесения покрытий и правил эксплуатации в покрытиях могут возникать дефекты, нарушающие их сплошность: сквозные и несквозные поры, трещины, непрокрасы и др. Учитывая, что наличие в покрытиях дефектов сплошности приводит к значительному сокращению срока службы изделия, для своевременного выявления таких дефектов используется ряд методов неразрушающего контроля, в том числе электроискровой [10–13], который предполагает приложение высокого контрольного напряжения между электродом, установленным на поверхность покрытия, и электропроводящим основанием. При этом в области дефектных участков покрытия образуется искровой пробой. Электрический ток I , ко-

торый протекает при искровом пробое, фиксируется прибором.

При электроискровом контроле лакокрасочных покрытий, учитывая их малую толщину, может иметь значение качество обработки основания и электрическая емкость системы «электрод – воздушный зазор – покрытие – основание».

Цель исследования – проанализировать влияние данных параметров на результаты электроискрового контроля и предложить способы, учитывающие это влияние.

Влияние шероховатости поверхности основания на пробивное напряжение

Измерение шероховатости используется при решении различных задач [14–17]. Шероховатость характеризуется, как правило, среднеарифметическим отклонением профиля на протяжении базовой длины (R_a) и высотой неровностей профиля по десяти точкам (R_z) [18]. Требования к шероховатости поверхности устанавливаются в соответствии с ГОСТ 9.032–74.

При электроискровом контроле основание является одним из электродов, который определяет картину электрического поля в межэлектродном промежутке. При этом сильно неоднородном поле возникают области повышенной напряженности, в результате чего понижается пробивное напряжение газового промежутка.

Таким образом, можно говорить о возможном влиянии шероховатости поверхности на пробивное напряжение. Если шероховатость значительная, подложку следует рассматривать не как плоскость в системе двух электродов, а как последовательность неровностей с выступами и впадинами (рис. 1), приводящими к увеличению степени неоднородности электрического поля, что может повлечь уменьшение величины пробивного напряжения.

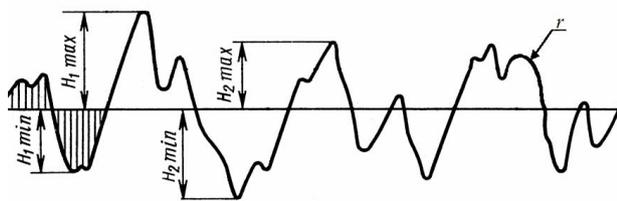


Рис. 1. Шероховатость поверхности

Fig. 1. Surface roughness

В соответствии с ГОСТ 2789–73 R_z вычисляется как сумма средних абсолютных значений

высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5},$$

где y_{pmi} – высота i -го наибольшего выступа профиля; y_{vmi} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

Для рассмотрения влияния шероховатости на картину распределения электрического поля проведено моделирование в программе Ansys Electronics Desktop. На рисунке 2 представлена зависимость напряженности электрического поля от расстояния между электродами для двух систем электродов. Как можно заметить, в случае системы электродов «стержень – плоскость» напряженность имеет зависимость от координаты и достигает максимального значения около электрода-стержня. Это приводит к снижению пробивного напряжения в этой области в сравнении с условиями для однородного поля в системе «плоскость – плоскость».

Также были построены картины распределения напряженности электрического поля в системе двух электродов для случая разности потенциалов 10 кВ между стержнем и заземляющей подложкой с заданной шероховатостью R_z (рис. 3, а, б). Моделирование проводилось для двух значений шероховатости: $R_z = 10$ мкм, $R_z = 100$ мкм. Радиус скругления электрода и расстояние до подложки оставались постоянными.

Зависимость напряженности электрического поля от координаты x на оси контролирующего электрода представлена на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что при прохождении контролирующего электрода над выступом резко повышается неоднородность электрического поля. Соответственно, искровой разряд начнет развиваться предположительно между выступом и электродом за счет уменьшения межэлектродного расстояния и повышения неоднородности поля в промежутке.

Для оценки влияния шероховатости поверхности (после песко- или дробеструйной обработки) основания на пробивное напряжение был проведен эксперимент с образцами шероховатости Elcometer 125 Surface Comparator, Shot. На образце устанавливалась пленка толщиной 0,05 мм с отверстием, имитирующим дефект. На поверхности пленки в районе отверстия устанавливался электрод, на который подавалось контрольное напряжение. Конструкция закреплялась зажимами (рис. 5).

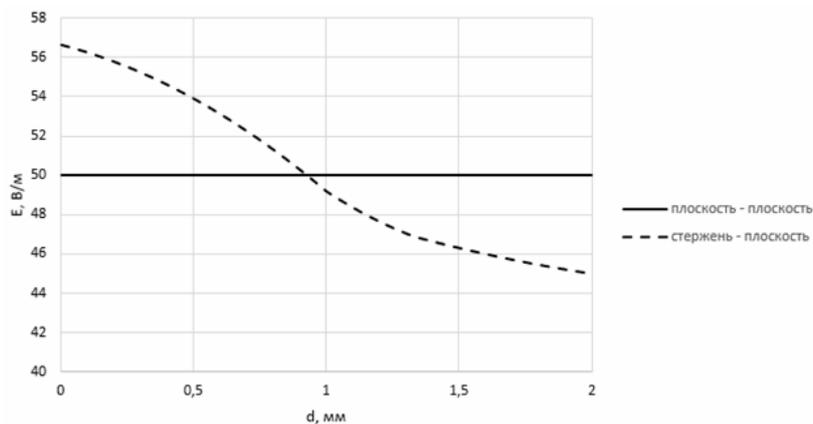


Рис. 2. Зависимость напряженности электрического поля от расстояния между электродами для разных систем электродов

Fig. 2. The dependence of the electric field strength on the distance between the electrodes for different systems of electrodes

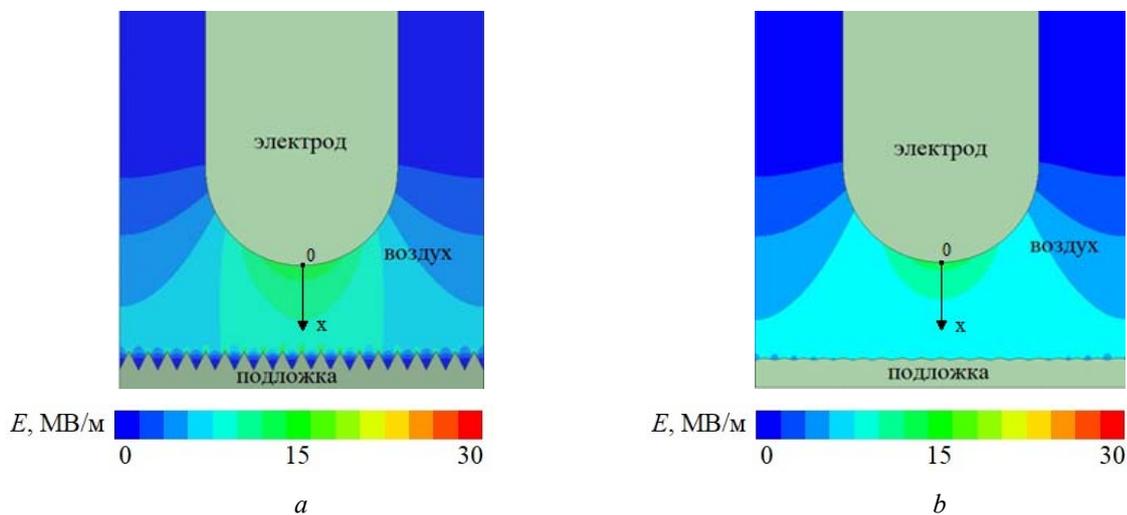


Рис. 3. Распределение напряженности электрического поля в случае: $a - R_z = 100 \text{ мкм}$; $b - R_z = 10 \text{ мкм}$

Fig. 3. Distribution of the electric field strength in the case of: $a - R_z = 100 \text{ }\mu\text{m}$; $b - R_z = 10 \text{ }\mu\text{m}$

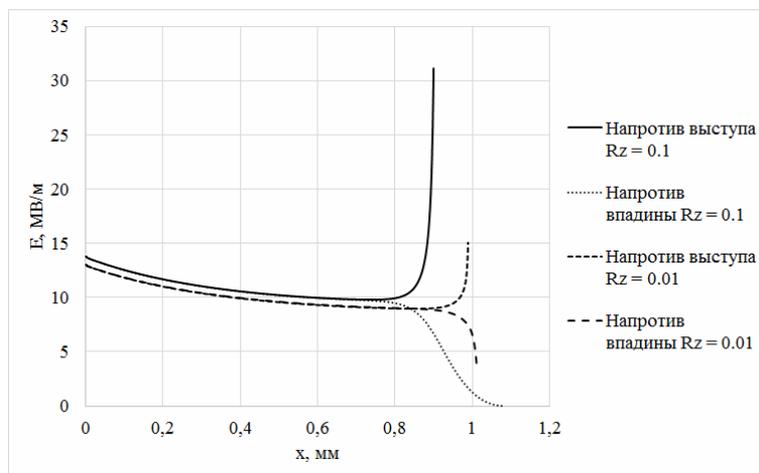


Рис. 4. Зависимость напряженности электрического поля от координаты на оси электрода для разных значений R_z и разных положений электрода относительно подложки

Fig. 4. Dependence of the electric field strength on the coordinate on the electrode axis for different values of R_z and different positions of the electrode relative to the substrate



Рис. 5. Конструкция для эксперимента

Fig. 5. Design for the experiment

Результаты испытаний приведены в таблице.

Результаты измерения пробивного напряжения воздушного зазора для разных значений R_z

Air-gap breakdown voltage measurements for different values of R_z

R_z , МКМ	$U_{проб.}$, кВ		
	25	1,3	1,2
40	1,3	1,3	1,26
70	1,36	1,3	1,28
100	1,36	1,3	1,36

Из полученных данных видно, что пробивное напряжение межэлектродного промежутка, имитирующего сквозной дефект покрытия, практически не меняется при изменении R_z . Предположительно это связано с тем, что диаметр сквозного дефекта (D) значительно больше расстояния между соседними выступами (T), и искровой разряд возникает всегда в области между пиком и стержнем. Таким образом, можно заключить, что для дефектов диаметром $D \gg T$ шероховатость основания значительного влия-

ния не оказывает. С другой стороны, если $D < T$, то дефект может сформироваться в области впадины, что приведет к увеличению межэлектродного промежутка и увеличению пробивного напряжения. В таком случае контрольное напряжение предлагается рассчитывать исходя из величины $d + \frac{1}{2}R_z$, где d – максимальная толщина контролируемого покрытия.

Вместе с тем необходимо отметить, что чем меньше радиус скругления выступа (пика) профиля основания (см. рис. 1), тем больше будет неоднородность электрического поля. Следовательно, напряженность поля в этой области будет больше в сравнении с условиями большего радиуса скругления выступов шероховатости. Это приведет к снижению пробивного напряжения межэлектродного промежутка.

Влияние частичных разрядов на процесс контроля сплошности диэлектрических покрытий

На процесс электроискрового контроля могут влиять волнистость покрытия и неоднородность его толщины, которые приводят к образованию воздушных зазоров между электродом и поверхностью покрытия. При этом в них создается напряженность электрического поля выше напряженности поля в диэлектрическом покрытии, так как относительная диэлектрическая проницаемость покрытия больше, чем диэлектрическая проницаемость воздуха (рис. 6). Это создает благоприятные условия для формирования частичных разрядов – разрядов, перекрывающих только воздушные зазоры [19, 20], тогда как полный разряд перекрывает весь межэлектродный промежуток.

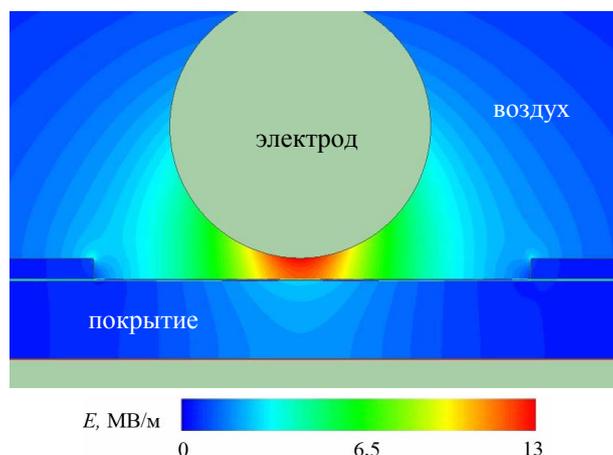


Рис. 6. Конечно-элементная модель распределения напряженности электрического поля с воздушным зазором 50 мкм и остаточной толщиной покрытия 180 мкм

Fig. 6. Finite element model of electric field strength distribution with an air gap of 50 μm and a residual coating thickness of 180 μm

Наличие частичного разряда не означает наличие дефекта в покрытии, однако создает импульс тока, пропорциональный емкости воздушного промежутка, который может быть ошибочно принят за ток искрового разряда всего промежутка и, следовательно, за наличие дефекта. Исходя из этого можно утверждать, что частичные разряды – мешающий параметр в процессе контроля, и его влияние необходимо учитывать.

На рисунке 7 представлен фронт импульса испытательного напряжения (измерительный канал CH1) и импульсы падения напряжения на резисторе $R_{изм}$, включенном последовательно в цепь измерения, которые обусловлены током частичного разряда (измерительный канал

CH2). На рисунке 8 для сравнения представлены осциллограммы импульсов испытательного напряжения и частичных разрядов при полном разряде межэлектродного промежутка (в области сквозного дефекта).

Как видно из осциллограмм, амплитуда импульса частичного разряда меньше, чем амплитуда полного разряда. Это связано с тем, что при частичном разряде источником зарядов является заряженная емкость воздушного зазора, а при полном разряде ток обуславливается протеканием зарядов как от заряженных емкостей, так и от источника высокого напряжения. Также при полном разряде межэлектродного промежутка происходит падение напряжения на электроде до близких к нулю значений.

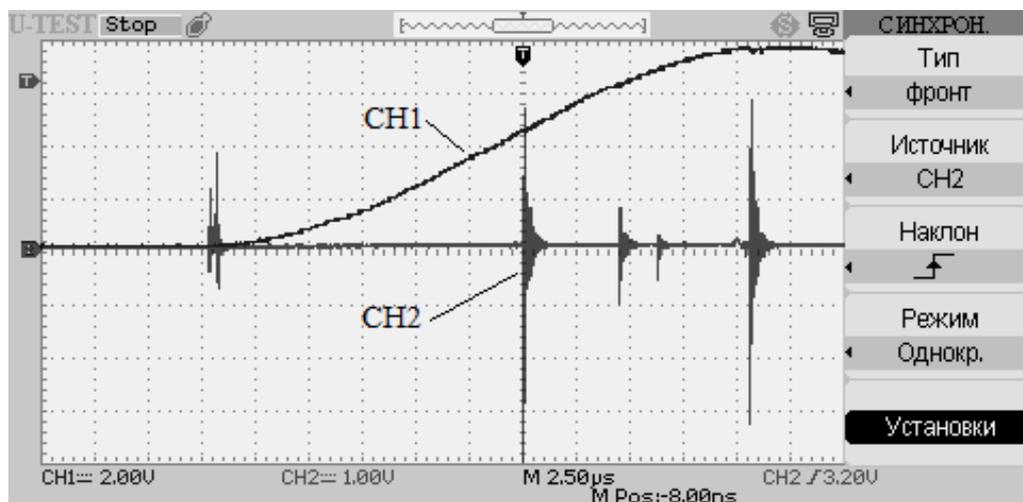


Рис. 7. Осциллограммы импульса испытательного напряжения и импульсов частичных разрядов

Fig. 7. Oscillograms of the test voltage pulse and partial discharge pulses

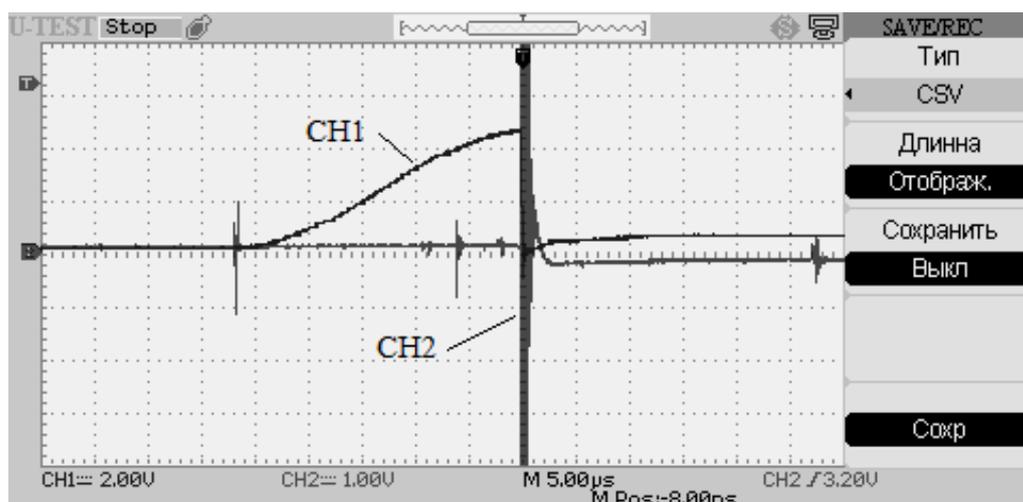


Рис. 8. Осциллограммы импульсов испытательного напряжения и импульсов частичных разрядов при искровом разряде в межэлектродном промежутке (величина межэлектродного промежутка $d_n = 950$ мкм)

Fig. 8. Oscillograms of test voltage pulses and partial discharge pulses during a spark discharge in the interelectrode gap (the value of the interelectrode gap is $d_n = 950$ µm)

Установлено, что в области малой толщины покрытий ($d_{\text{п}} \approx 50$ мкм) амплитуда импульса полного разряда меньше, чем амплитуда импульса частичного разряда в случае большой толщины покрытий (рис. 9), $d_{\text{в}}$ – величина воздушного зазора. Отсюда следует, что для приборных реализаций электроискрового метода НК необходимо регулировать чувствительность приборов. При этом если чувствительность прибора будет настроена неверно, то могут возникнуть ложные срабатывания сигнализации, обусловленные частичными разрядами.

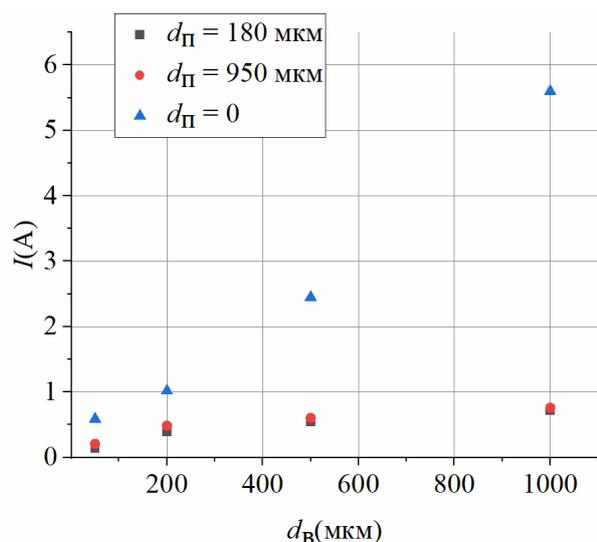


Рис. 9. Зависимость тока разряда и расчетных значений тока частичных разрядов от $d_{\text{в}}$

Fig. 9. Dependence of the discharge current and the calculated values of the partial discharge current on $d_{\text{в}}$

Для исключения возможности появления ложных срабатываний сигнализации от частичных разрядов необходимо вместе с амплитудой импульса напряжения, который обусловлен током полного разряда, измерять также длительность импульса высокого напряжения. При совпадении двух событий можно принять достоверное решение о протекании полного разряда в межэлектродном промежутке.

Выводы

Проведенные исследования показали, что следует учитывать влияние шероховатости и частичных разрядов на результаты контроля.

1. Шероховатость поверхности основания практически не влияет на значение пробивного напряжения в процессе контроля сплошности электроискровым методом при условии, что диаметр сквозного дефекта (D) значительно больше расстояния между соседними выступами шероховатости (T). Для случаев $D < T$ при

расчете контрольного напряжения толщину контролируемого покрытия следует принимать равной $d + \frac{1}{2}R_{\text{э}}$.

2. Наличие выступов шероховатости основания с малым радиусом скругления приводит к формированию резко неоднородного электрического поля в межэлектродном промежутке у основания или у основания и контролирующего электрода в зависимости от радиуса скругления электрода. Снижает испытательное напряжение.

3. При контроле покрытий для исключения влияния ложных срабатываний вследствие частичных разрядов предлагается оценивать временные параметры импульса высокого напряжения (или постоянного напряжения).

Библиографические ссылки

1. Кантюков Р. Р., Запечалов Д. Н., Ваганов Р. К. Анализ применения и воздействия углекислотных сред на коррозионное состояние нефтегазовых объектов // Записки Горного института. 2021. Т. 250. С. 578–586. DOI: 10.31897/PMI.2021.4.11
2. Ольт Ю., Максаров В. В., Красный В. А. Исследование износостойкости подшипниковых узлов двигателей карьерных автосамосвалов, работающих в условиях фреттинг-коррозии // Записки Горного института. 2019. Т. 235. С. 70–77. DOI: 10.31897/PMI.2019.1.70
3. Болобов В. И., Попов Г. Г. Методика испытаний трубопроводных сталей на стойкость к ручейковой коррозии // Записки Горного института. 2021. Т. 252. С. 854–860. DOI: 10.31897/PMI.2021.6.7
4. Инновационные средства диагностики для оценки технического состояния технологических трубопроводов компрессорных станций / В. Б. Братков [и др.] // Газовая промышленность. 2020. Т. 800. № 5.
5. Исмаилов М. М., Доминчак Е. С. Вопросы оптимального планирования контроля состояния трубопроводов с помощью средств дистанционного зондирования // Актуальные проблемы экологии и охраны труда. 2019. С. 157–164.
6. Сауткина Т. Н., Чеснокова Е. В., Касатов А. Ю. Обзор методов защиты стальных трубопроводов // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. 2018. Т. 1, № 1. С. 66–68.
7. Применение заводских эпоксидных покрытий для антикоррозионной защиты подземных трубопроводов / А. М. Ефремов, П. Д. Волянский, П. О. Ревин, С. В. Ануфриев // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. Т. 11, № 3. С. 293–303.
8. Рагуткин А. В., Сидоров М. И., Ставровский М. Е. Некоторые аспекты эффективности нанесения антифрикционных покрытий технологиями финишной

антифрикционной безабразивной обработки // Записки Горного института. 2019. Т. 236. С. 239–244. DOI: 10.31897/PMI.2019.2.239

9. Киселев В. Г., Рuzич Е. Н. Диэлектрические покрытия и их влияние на защиту от коррозии наружной поверхности подземных трубопроводов // Проблемы энергетики. 2018. № 1. С. 80–89.

10. Syasko V.A., Litvinov B.Y., Musikhin A.S. (2022) Integrated Electric Spark Testing of Continuity and Unacceptable Thinning of Dielectric Coatings. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2022, vol. 58, no. 9, pp. 814-820. DOI: 10.1134/S106183092209008X

11. Syasko V.A., Musikhin A.S. (2020) High voltage testing of functional dielectric coatings with thickness from 25 μm and more. Journal of Physics: Conference Series, 2020, no. 1636(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1636/1/012008

12. Сясько В. А., Голубев С. С., Мусихин А. С. Совершенствование электроискрового метода неразрушающего контроля // Контроль. Диагностика. 2019. № 12. С. 4–14.

13. Мусихин А. С., Сясько В. А. Электроискровой контроль сплошности защитных лакокрасочных покрытий // В мире неразрушающего контроля. 2018. Т. 21, no. 2. С. 42–45.

14. Степанов С. Н., Ларионова Т. А., Степанов С. С. Изучение влияния алюминия на адгезию нержавеющей стали при газопламенном напылении // Записки Горного института. 2020. Т. 245. С. 591–598. DOI: 10.31897/PMI.2020.5.11

15. Olt J., Maksarov V., Efimov A. (2019) Improving the quality of critical tractor parts through the dynamic stabilisation of the manufacturing process in regard to CNC machines. 2019. DOI: 10.15159/AR.19.060

16. Atroshchenko V.A., Alexandrov V.I. (2022) Increasing the efficiency of the transport pipelines of the stowing complex with the application of a polyurethane coating. Min. Inf. Analyt. Bull., 2022, vol. 10, pp. 25-38. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_101_0_25

17. Atroshchenko V.A. (2021) Experimental hydro-transportation unit for testing material resistance of pipelines and parts of dredging pumps to hydro-abrasive wear. Obogas. Rud., 2021, vol. 2021, pp. 39-45. DOI: 10.17580/or.2021.03.07

18. Параметры и характеристики шероховатости поверхности / Т. Т. Тураев, А. А. Топволдиев, Ш. Ф. Рубидинов, Ж. Г. Жайратов // Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2021, vol. 1, no. 11, pp. 124-132.

19. Предотвращение возникновения частичных разрядов в твердой изоляции высоковольтных токопроводов / В. Н. Вариводов, Д. И. Ковалев, С. С. Жуликов, Д. В. Голубев, В. А. Романов // Электротехника. 2021. № 8. С. 30–34.

20. Редько В. В., Редько Л. А. Обнаружение дефектов типа воздушная полость при электрическом контроле изоляции кабельных изделий в области слабых и сильных полей // Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 82–87. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.016

References

1. Kanyukov R.R., Zapevalov D.N., Vagapov R.K. (2021) [Analysis of the application and impact of carbon dioxide environments on the corrosive state of oil and gas facilities]. *Journal of Mining Institute*, 2021, vol. 250, pp. 578-586 (in Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2021.4.11

2. Ol't Yu., Maksarov V.V., Krasnyi V.A. (2019) [Investigation of wear resistance of bearing assemblies of mining dump truck engines operating under fretting corrosion conditions]. *Journal of Mining Institute*, 2019. vol. 235, pp. 70-77 (in Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2019.1.70

3. Bolobov V.I., Popov G.G. (2021) [Method of testing pipeline steels for resistance to rivulets corrosion]. *Journal of Mining Institute*, 2021. vol. 252, pp. 854-860 (in Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2021.6.7

4. Bratkov V.B. (2020) [Innovative diagnostic tools for assessing the technical condition of technological pipelines of compressor stations]. *GAS Industry of Russia*, 2020. vol. 800, no 5 (in Russ.).

5. Ismailov M.M., Dominchak E.S. (2019) *Voprosy optimal'nogo planirovaniya kontrolya sostoyaniya truboprovodov s pomoshch'yu sredstv distantsionnogo zondirovaniya* [Issues of optimal planning for monitoring the condition of pipelines using remote sensing tools]. *Aktual'nye problem ekologii i okhrany truda* [Current problems of environment and labor safety]. Kursk, 2019, pp. 157-164 (in Russ.).

6. Sautkina T.N., Chesnokova E.V., Kasatov A.Yu. (2018) [Overview of methods for protecting steel pipelines]. *Sovershenstvovani emetodov gidravlicheskikh raschetov vodopropusknykh i ochistnykh sooruzhenii*, 2018. vol. 1, no 1, pp. 66-68 (in Russ.).

7. Efremov A.M., Volyanskii P.D., Revin P.O., Anufriev S.V. (2021) [Application of factory epoxy coatings for anti-corrosion protection of underground pipelines]. *Nauka i tekhnologii truboprovodnogo transporta nefiti i nefteproduktov*, 2021, vol. 11, no 3. pp. 293-303 (in Russ.).

8. Ragutkin A.V., Sidorov M.I., Stavrovskii M.E. (2019) [Some aspects of the efficiency of applying anti-friction coatings by technologies of finishing antifriction nonabrasive treatment]. *Journal of Mining Institute*, 2019, vol. 236, pp. 239-244 (in Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2019.2.239

9. Kiselev V.G., Ruzich E.N. (2018) [Dielectric Coatings and Their Influence on Corrosion Protection of the External Surface of Underground Pipelines]. *Problemy energetiki*, 2018, no 1. pp. 80-89 (in Russ.).

10. Syasko V.A., Litvinov B.Y., Musikhin A.S. (2022) Integrated Electric Spark Testing of Continuity and Unacceptable Thinning of Dielectric Coatings. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2022, vol. 58, no. 9, pp. 814-820. DOI: 10.1134/S106183092209008X

11. Syasko V.A., Musikhin A.S. (2020) High voltage testing of functional dielectric coatings with thickness from 25 μm and more. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, no. 1636(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1636/1/012008

12. Syas'ko V.A., Golubev S.S., Musikhin A.S. (2019) [Improvement of the electrospark method of non-destructive testing]. *Testing. Diagnostics*, 2019, no 12, pp. 4-14 (in Russ.).
13. Musikhin A.S., Syas'ko V.A. (2018) [Electrospark control of continuity of protective paint and varnish coatings]. *V mire nerazrushayushchego kontrolya*, 2018, vol. 21, no. 2, pp. 42-45 (in Russ.).
14. Stepanov S.N., Larionova T.A., Stepanov S.S. (2020) [Study of the influence of aluminum on the adhesion of stainless steel during flame spraying]. *Journal of Mining Institute*, 2020, vol. 245, pp. 591-598 (in Russ.). DOI: 10.31897/PMI.2020.5.11
15. Olt J., Maksarov V., Efimov A. (2019) Improving the quality of critical tractor parts through the dynamic stabilisation of the manufacturing process in regard to CNC machines, 2019. DOI: 10.15159/AR.19.060
16. Atroshchenko V.A., Alexandrov V.I. (2022) Increasing the efficiency of the transport pipelines of the stowing complex with the application of a polyurethane coating. *Min. Inf. Analyt. Bull.*, 2022, vol. 10, pp. 25-38. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_101_0_25
17. Atroshchenko V.A. (2021) Experimental hydro-transportation unit for testing material resistance of pipelines and parts of dredging pumps to hydro-abrasive wear. *Obogas. Rud.*, 2021, vol. 2021, pp. 39-45. DOI: 10.17580/or.2021.03.07
18. Turaev T.T., Topvoldiev A.A., Rubidinov Sh.F., Zhairatov Zh.G. (2021) [Parameters and characteristics of surface roughness] *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and socialsciences*, 2021, vol. 1, no. 11, pp. 124-132 (in Russ.).
19. Varivodov V.N., Kovalev D.I., Zhulikov S.S., Golubev D.V., Romanov V. A. (2021) [Prevention of partial discharges in the solid insulation of high-voltage conductors]. *Russian Electrical Engineering*, 2021, no 8, pp. 30-34 (in Russ.).
20. Red'ko V.V., Red'ko L.A. (2018) [Detection of defects such as an air cavity during electrical control of the insulation of cable products in the area of weak and strong fields]. *Polzunovskii vestnik*, 2018, no 1, pp. 82-87 (in Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.016

Influence of Interfering Parameters in Electrospark Testing of Paint Coatings

V.A. Syasko, DSc in Engineering, Professor, Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia
 I.S. Gnivush, Postgraduate, Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia
 A.S. Musikhin, CONSTANTA Ltd, Saint Petersburg, Russia

An analysis is made of interfering factors, such as base surface roughness and partial discharges, which can affect the process of continuity testing by the electrospark method, reducing the breakdown voltage of the interelectrode gap and leading to false alarms. To consider the influence of the coating base surface roughness, the distribution of the electric field in the system of two electrodes with a given roughness was constructed in the Ansys Electronics Desktop program. An experiment was carried out to determine the breakdown voltage of the air gap for different values of the surface roughness of one of the electrodes. A film 0.05 mm thick with a hole simulating a defect was placed on the roughness sample. An electrode was placed on the surface of the film in the region of the hole, to which a control voltage was applied. The voltage was increased to the value of the breakdown voltage and fixed. The experiment showed that the breakdown voltage of the interelectrode gap, simulating a through coating defect, practically does not change with a change in roughness.

The process of electrospark testing can be affected by the waviness of the coating and the inhomogeneity of its thickness, which lead to the formation of air gaps between the electrode and the coating surface. It is shown that in this case the electric field intensity in the air gap will be higher than the field intensity in the dielectric coating, which, in turn, creates conditions for the formation of partial discharges in the interelectrode gap. Partial discharge creates a current pulse proportional to the capacitance of the air gap, which can be mistaken for the spark discharge current of the entire gap, and therefore as a defect, while the presence of a partial discharge does not mean the presence of a defect. Thus, it can be argued that partial discharges are an interfering parameter, the influence of which must be taken into account. Measures are proposed to reduce the influence of partial discharges on the continuity control process. To eliminate the possibility of false alarms from partial discharges, it is necessary to measure the parameters of the voltage pulse caused by the full discharge current and take them into account when making a decision about the presence of a defect.

Keywords: continuity control, paint coatings, surface roughness, partial discharges, electric spark control.

Получено 18 мая 2023

Образец цитирования

Сясько В. А., Гнивущ И. С., Мусихин А. С. Влияние мешающих параметров при электроискровом контроле лакокрасочных покрытий // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2023. Т. 26, № 2. С. 26–33. DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-26-33.

For Citation

Syasko V.A., Gnivush I.S., A.S. Musikhin (2023) [Influence of Interfering Parameters in Electrospark Testing of Paint Coatings]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 26-33 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2023-2-26-33.