УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В ОБЛАСТИ ТОЛЩИН ОКОЛО 1 ММ

Косенкова Юлия Александровна

студент, Санкт-Петербургский горный университет, РФ, г. Санкт-Петербург

IMPROVEMENT OF THE ELECTROSPARK METHOD OF CONTROL OF CONTINUITY OF PROTECTIVE COVERINGS IN THE AREA OF THICKNESS ABOUT 1 MM

Iulia Kosenkova

Student, Saint Petersburg Mining University, Russia, Saint Petersburg

Аннотация. Усовершенствование электроискрового импульсного метода, которое позволит контролировать сплошность лакокрасочных покрытий до 1 мм. Был проведён анализ процессов формирования пробоя воздушного промежутка дефектного участка. Определены факторы, влияющие на повышение чувствительности электроискрового контроля.

Abstract. The rationale for improving the electrospark pulse method, which will allow to control the continuity of paints up to 1 mm. The analysis of processes of forming the breakdown of the air gap of the defective area is carried out. The factors influencing the increase of sensitivity of electrospark control were determined. Electrode design for thin coatings control was developed.

Ключевые слова: электроискровой контроль, сплошность, напряженность электрического поля, полярность.

Keywords: electrospark test, continuity, electrical strength, polarity.

Для определения сплошности при помощи дефектоскопа, используют 2 метода:

- метод «влажной губки» или «низковольтный» метод;
- электроискровой высоковольтный метод по ГОСТ Р 51164, ГОСТ 9.602, ASTM G 62, ASTM D 5162, ISO 2746.

Зарубежными стандартами описано проведение электроискрового высоковольтного метода контроля сплошности защитных покрытий для толщин более 25 мкм. Но при контроле тонких покрытий, у которых толщина менее 1 мм, при неправильно подобранном напряжении, возможно нарушение целостности таких покрытий. Стандартами регламентировано проведение контроля для тонких покртий «низковольтным» методом. Но он является малопроизводительным по сравнению с электроискровым.

Для того, чтобы понять каким образом можно оптимизировать проведение контроля сплошности покрытия, были изучены процессы, которые протекают при электроискровом

разряде.

В соответствии с теорией, созданной Таунсендом, в межэлектродном пространстве, с расстоянием $d_п$ от 5 мкм до 50 мм, искровой разряд формируется благодаря возникновению лавин.

Число столкновений электронов и нейтральных атомов вырастет, при условии постоянного расстояния между электродами и давления p немного превышающее минимальное значение. В результате снижается его энергия, которая аккумулируется на его свободном пути. Для того, чтобы начать процесс ударной ионизации (пробоя воздушного пространства), необходимо увеличить значение контрольного напряжения $U_{пр}$. но если значение p давления ниже определенного минимума, то свободный путь электронов увеличивается, а энергия, которую они аккумулируют, снижается. В результате это приводит к меньшему количеству столкновений и, как следствие, меньшей возможности возникновения ионизации при столкновении. Для того чтобы увеличить вероятность ионизации столкновений, необходимо максимальное количество ионизированных столкновений. Это требует повышения приложенного контрольного напряжения $U_{пр}$ (повышение напряженности поля E между электродами) и, соответственно, повышения свободной энергии электродов. Но не всегда создается возможным увеличивать напряжение, поскольку это может привести к повреждению покрытия.

Напряженность поля можно увеличить использую систему электродов заостренного стержень- плоскость. В роли заостренного стержня выступает контролирующий электрод, в роли плоского электрода непосредственно само покрытие.

Было проведено моделирование электрических полей электродов во время проведения контроля в области искусственного цилиндрического дефекта в программе Ansys Maxwell. Моделирование показало, что неоднородность электрического поля можно достичь, используя модификацию плоского резинового электрода, путем усечения его торца. (Рисунок 1)

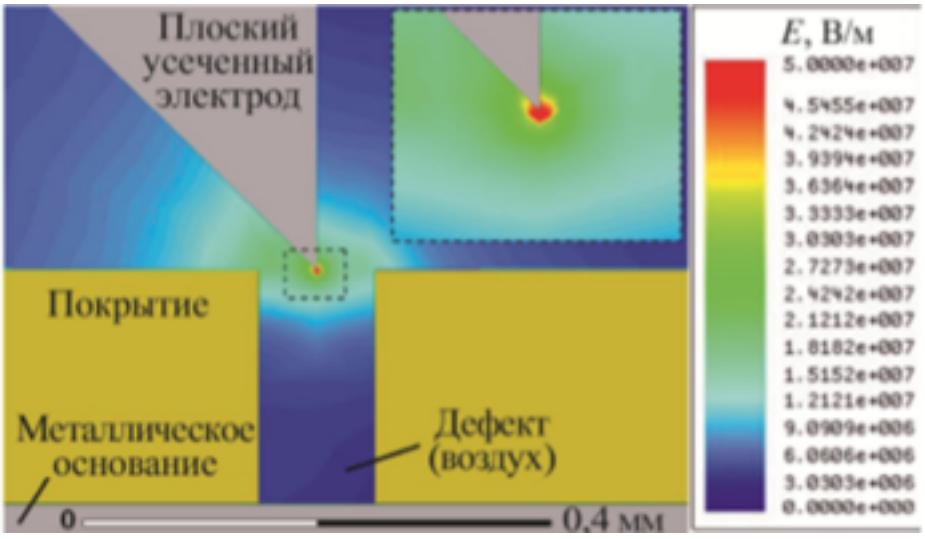

Рисунок 1. Моделирование электрического поля для плоского резинового контролирующего электрода, усеченного на торце

Так же уменьшение напряжения, при котором происходит пробой воздушного промежутка дефектного участка, можно добиться за счет использования положительной полярности контролирующего электрода.

При положительной полярности острия, лавина образуется благодаря процессу ударной

ионизации. Электроны двигаются в область сильного поля, выбивают новые электроны и создают лавину электронов. При пересечении промежутка и достижении анода, электроны лавины нейтрализуются. Положительные ионы в сравнении с электродами имеют малую скорость, поэтому они создают область положительного заряда, что является как бы продолжением острия. Поле в близи острия ослабляется, а в остальной части усиливается. Электроны смешиваются с положительными ионами и образуется плазменный канал. Возникает стримерный коронный разряд. Лавина при таком разряде будет иметь положительные заряд на головке, что обеспечивает область сильного поля, которая помогает образовываться новым лавинам. Новые электроны втягиваются в область сильного поля и стример постепенно удлиняется и перекрывает межэлектродный промежуток.

Отрицательная полярность острия вызывает эмиссию электронов с катода. У острия создается область сильного поля и образуется большое число электронных лавин. Электроны лавин, достигая анода и захватываются нейтральными ионами. Электроны становятся нейтральными ионами. Положительные ионы так же образуют у острия положительный объем заряда и напряженность у острия увеличивается, а в остальном пространстве промежутка уменьшается. Происходит эмиссия электронов с катода еще с большей силой. Образуется плазменный канал, который способствует уменьшению напряженности внешней области. Это значит, для того чтобы процесс ионизации не прервался, необходимо прикладывать большее напряжение. Если напряжение увеличивать, процесс ионизации продолжается, образуется большое число лавин, которые образуют стример, перекрывающей межэлектродный промежуток. Но в этом случае наблюдается размытие головки стримера и напряженность в этой области меньше, чем при положительной полярности.

Исходя из выше описанных процессов, можно сделать вывод, что стример при отрицательной полярности острия развивается с большими трудностями, чем при положительной полярности. При отрицательной полярности острия требуется большее значение разрядного напряжения, чем при положительной в 2-2,5 раз.

Список литературы:

1. Воробьев Г. А., Похолков Ю. П., Королев Ю. Д. и др. Физика диэлектриков (область сильных полей): учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. 244 с.

2. Мусихин А. С., Сясько В. А. Электроискровой контроль сплошности защитных лакокрасочных покрытий // В мире НК. 2018. Т. 21. № 2. С. 42 – 45.

3. Райзер Ю. П. Физика газового разряда: учеб. руководство. 2-е изд. М.: Наука, 1992. 536 с.

4. 17. ASTM G62–14/Standard Test Methods for Holiday Detection in Pipeline Coatings, 2014.

5. 18. ASTM D6747–15/Standard Guide for Selection of Techniques for Electrical Leak Location of Leaks in Geomembranes, 2015.

6. 19. ASTMD 5162-01:2015/Standard Practice for Discontinuity (Holiday) Testing of Nonconductive Protective Coating on Metallic Substrates, 2015.

7. 20. NACE SP0188–2006/Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates, 2006.