

РАЗДЕЛ II. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

выбирать по возможности меньшее значение зазора.

Заключение

На основе результатов компьютерного моделирования в среде COMSOL Multiphysics взаимодействия электрического поля электроемкостного измерительного преобразователя измерителя погонной емкости с электрическим кабелем осуществлен выбор оптимальных конструктивных параметров основных элементов преобразователя: внутреннего диаметра трубчатых электродов, длины измерительного и дополнительных электродов, расстояния между измерительным и дополнительными электродами, внутреннего диаметра цилиндрического корпуса преобразователя. Оптимальность конструкции оценивалась степенью приближения к единице отношения значений погонной емкости между электродом и проводящей жилой кабеля на участке электрода с однородным в продольном направлении полем и для всей длины измерительного электрода. Оценено влияние на характеристики измерительного

преобразователя электропроводности используемой воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 11326.0-78. Радиочастотные кабели. Общие технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 35 с.
2. ГОСТ 27893–88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний. Москва: Изд-во стандартов, 1989. 26 с.
3. Гольдштейн, А. Е. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля [Текст] / А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова // Ползуновский вестник. – 2013. - № 2. - С. 146-150.
4. Пат. № 2358928 GB, МПК G01B 7/06 A system for monitoring fluctuations in the thickness of a cable insulating sheath / Patrick Fleming, Lee Robert Coleman.; заявл. 04.02.2000; опубл. 08.08.2001.

Д.т.н., зав. кафедрой А.Е. Гольдштейн, al-gol@tpu.ru; аспирант Г.В. Вавилова, wgw@tpu.ru - Национальный исследовательский Томский политехнический университет, кафедра информационно-измерительной техники, тел. (3822) 418911

УДК 621.3.089.68

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО КОНТРОЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.С. Старикова, В.В. Редько

В работе представлен метод контроля состояния изоляции по изменению электрической емкости при электроискровом контроле кабельных изделий, предложены рекомендации по выбору параметров электрода и испытательного напряжения для повышения информативности контроля.

Ключевые слова: электроискровой контроль, кабель, электрод, электрическая емкость, пробой

Введение

В настоящее время кабельная промышленность является одной из наиболее развивающихся отраслей. На всех этапах производства кабельных изделий необходимо обеспечивать контроль различных параметров: внешней геометрии, состава изоляционного материала, эксцентricности и т.д.

Непрерывный контроль состояния изоляции кабельных изделий в процессе производства позволяет уменьшать объем отбракованной продукции, тем самым увеличивая эффективность производства. Испытания электрической прочности осуществляются двумя методами – электроискровым и электроемкостным. Классический элек-

троискровой дефектоскоп позволяет обнаруживать только сквозные дефекты. Измеритель емкости позволяет регистрировать и другие виды дефектов (локальное увеличение / уменьшение диаметра, воздушные полости), но, учитывая необходимость дополнительного технического обслуживания и дополнительного оборудования для обеспечения работы системы, может быть установлен не на каждой производственной линии. Таким образом, для увеличения эффективности контроля было предложено конструктивно объединить оба метода путем включения в электроискровой дефектоскоп дополнительного блока контроля погонной электрической емкости [1].

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014

Контроль электрической емкости кабельных изделий осуществляется с помощью трубчатого электрода, погруженного в охлаждающую ванну экструзионной линии. Водная среда необходима для обеспечения электрического контакта между измерительным электродом и поверхностью объекта контроля. В результате данная система представляет собой цилиндрический конденсатор, одной обкладкой которого является поверхность токоведущей жилы кабельного изделия, а другой – вода охлаждающей ванны [2].

В электроискровых дефектоскопах широко используются электроды, состоящие из наборов шариковых цепей, т.к. данный вид электродов обладает наиболее высокими эксплуатационными характеристиками.

В предложенном методе контроля на результат измерения сильно влияет распределение электрического поля по поверхности объекта контроля. При уменьшении неоднородности поля информативность измерений повышается.

Целью данной работы является определение параметров испытательного напряжения, а также конструкции электрода, необходимой для повышения информативности контроля электрической емкости.

Влияние размеров электрода на результаты контроля

При прохождении объекта контроля через электрод дефектоскопа возможны различные положения кабеля относительно электродных шариков, в зависимости от соотношения их размеров.

Если внешний диаметр контролируемого кабеля равен или превышает значение диаметра электродных шариков, то между ними будет обеспечен контакт в нескольких точках (рисунок 1).

При приложении испытательного напряжения к изоляции кабеля электрический потенциал распределяется по поверхности за счет скользящих искровых разрядов [3]. Данный вид разрядов образуется на границе диэлектрик-воздух в связи с существованием поверхностной емкости изоляции объекта контроля [3].

Так как контроль состояния изоляции проводится после охлаждающей ванны, то поверхность кабеля будет увлажненной, что сможет повысить однородность поля на поверхности изоляции без необходимости увеличения амплитуды испытательного напряжения.

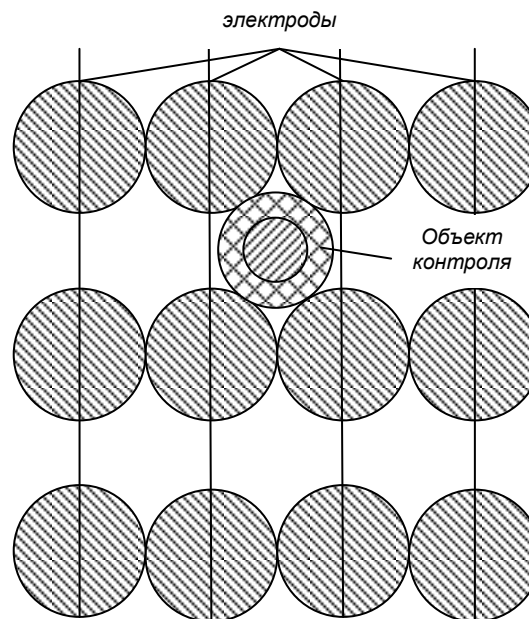


Рисунок 1 – Расположение объекта контроля относительно электродов

30-
ляет повысить информативность контроля.

При условии, что диаметр контролируемого изделия значительно меньше диаметра электродного шарика, возможны случаи, при которых контакт объекта контроля и электродов будет осуществлен только в одной точке или будет отсутствовать вовсе.

При отсутствии непосредственного контакта между поверхностью кабеля и электродами образуется сильное электрическое поле (рисунок 2), которое, в случае превышения электрической прочности воздуха, приводит к искровым разрядам и, как следствие, образованию электрического контакта.

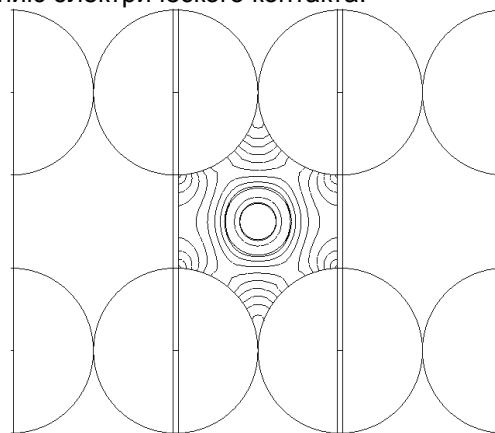


Рисунок 2 – Распределение поля между электродами и объектом контроля

РАЗДЕЛ II. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Необходимо учесть, что электрическая прочность воздуха является функцией расстояния между электродами и в однородном поле представляет собой следующую зависимость (рисунок 3) [4].

$E_{пр\ max}, \text{кВ/мм}$

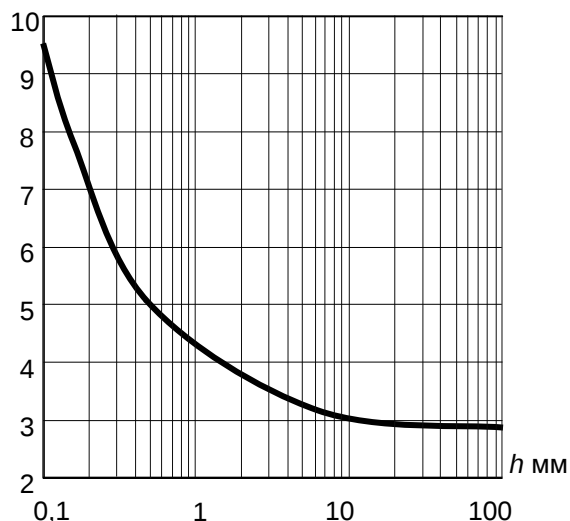


Рисунок 3 – Зависимость электрической прочности воздуха от расстояния между электродами в случае однородного поля

Поэтому для определения возможности пробоя при различных испытательных напряжениях (согласно ГОСТ 23286-78) с помощью программного пакета для конечно-элементного анализа COMSOL Multiphysics 3.5 была создана модель взаимодействия системы, которая представляет собой электроды и кабель, расположенный между электродами. При моделировании электрода были взяты наиболее часто используемые на практике параметры, а именно диаметр шариков – 3,2 мм, расстояние между центрами шариков – 5 мм.

Согласно полученным данным, при заданных параметрах электрический пробой воздуха возможен в случае, если испытательное напряжение составляет не менее 6 кВ. Таким образом, погонная емкость кабельных изделий с малым внешним диаметром (менее 1 мм), для которых электроискровые испытания осуществляются при меньших значениях испытательного напряжения, не может быть достоверно измерена при данных размерах шариков электродов.

Влияние размеров электрода на результаты контроля

В ходе проведенных исследований было выявлено, что амплитуда и частота приложенного напряжения оказывают заметное

влияние на распределение потенциала по поверхности объекта контроля (рисунок 4) [5].

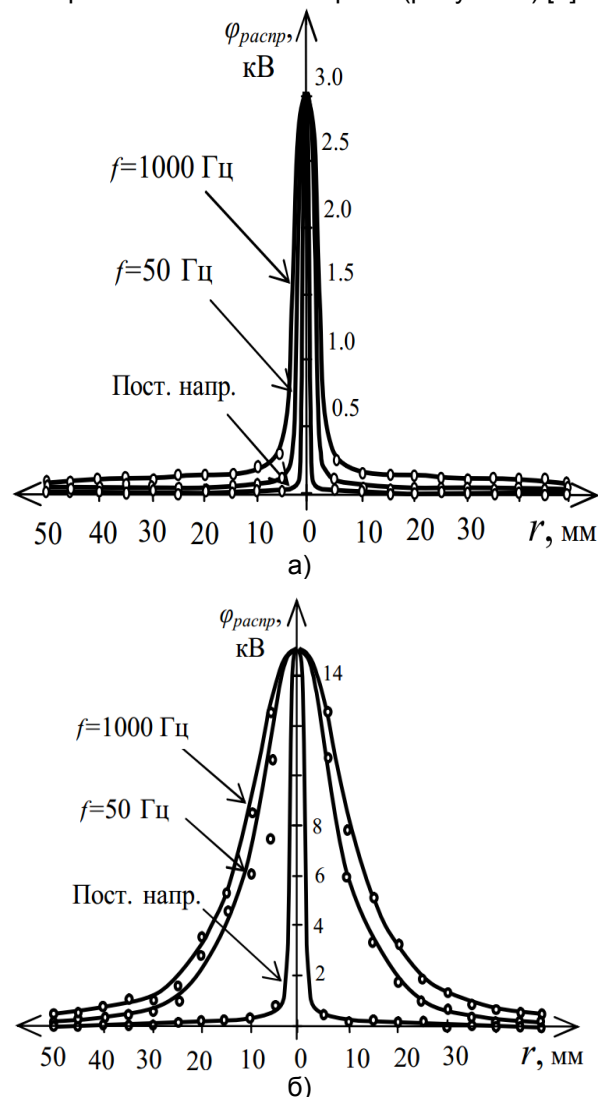


Рисунок 4 – Распределение потенциала по поверхности кабеля при разных испытательных напряжениях: а) 3кВ; б) 15 кВ

При увеличении этих параметров распространение потенциала по поверхности изоляции усиливается. Таким образом, повышается информативность контроля за счет увеличения однородности поля.

Величина испытательного напряжения, в зависимости от материала и толщины изоляции, определяется нормативной документацией, при превышении которой возможен электрический пробой бездефектной части изоляции, что недопустимо. Поэтому для улучшения результатов измерения возможно увеличение частоты испытательного напряжения, что особенно важно при малых размерах объекта контроля (относительно диаметра шариков электродов).

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014

Заключение

В результате исследований было выявлено, что контроль состояния изоляции кабельных изделий по изменению электрической емкости при электроискровых испытаниях возможен и его достоверность может быть повышена при правильном выборе конструкции электрода и частоты испытательного напряжения. Измерения электрической емкости являются информативными при условии, что внешний диаметр объекта контроля составляет не менее 30 % от диаметра электродных шариков. Также является целесообразным при контроле объектов с малым диаметром (меньше диаметра электродных шариков) увеличить частоту испытательного напряжения для улучшения качества контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн, А.Е. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля [Текст] / А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова // Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – С. 146-150.
2. Редько, В.В. Повышение информативности электроискрового технологического контроля изоляции кабельных изделий [Текст] / В. В. Редько, Л.А. Редько, Н.С. Старикова // Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – С. 164-167.
3. Григорьев, А.Н. Электрический разряд по поверхности твердого диэлектрика. Ч.1. Особенности развития и существования поверхностного разряда [Текст] / А.Н. Григорьев [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – №. – 1. С. 66-68.
4. Новикова, С.Ю. Физика диэлектриков: [Электронный ресурс] / С.Ю. Новикова. Режим доступа: <http://ftemk.mpei.ac.ru/ctl/DocHandleD.aspx?p=pubs/phd/3.1.htm> (дата обращения: 17.03.2014).
5. Редько, В.В. Электроискровой контроль качества изоляции кабельных изделий [Текст] / В.В. Редько. - Томск: ТПУ, 2013. - 176 с.

Аспирант **Старикова Н.С.**
nadushasns@sibmail.com, Редько В.В., к.т.н.,
ultratone@rambler.ru, доцент кафедры Информа-
ционно-измерительной техники – Томский поли-
технический университет.

УДК 620.91

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

А.В. Юрченко, А.В. Козлов, А.В. Охорзина, М.В. Китаева, А.П. Пургин

В статье рассматривается система контроля работы фотоэлектрического модуля в натурных условиях. Особое внимание уделено измерению вольтамперной характеристики фотоэлектрического модуля. Приведены результаты работы данной системы. Сделан вывод об эффективности фотоэлектрического модуля в условиях г. Томска

Ключевые слова: фотоэлектрический модуль, вольтамперная характеристика, климатические факторы

Введение

Основным фактором, ограничивающим широкое применение солнечной энергетики на практике, является стоимость энергетических систем на его основе. Современное развитие солнечной энергетики позволяет использовать фотоэлектрические модули (ФМ) в широтах ранее считавшихся непригодными для данного вида возобновляемой энергетики. В предыдущих работах были проанализированы факторы, воздействие которых возможно на работу ФМ [1, 2].

Все факторы, влияющие на фотоэлектрический модуль (ФМ), функционирующий в естественных условиях, могут быть разделены на две группы [1,2]:

- Аппаратные факторы - определяются конструкцией и технологией изготовления фотоэлектрического модуля и солнечных элементов, ФМ.
- Климатические факторы - определяются различными климатическими параметрами, которые влияют на выходные энергетические характеристики солнечных батарей: солнечная радиация, температура воздуха, влажность, скорость ветра и концентрация аэрозолей

Для определения эффективности применения ФМ на территории Томска была создана система контроля работы солнечного модуля с учетом влияния климатических параметров. Основной характеристикой описы-