

УДК 620.179.14

## ЭФФЕКТ НАРКЕВИЧА-ИОДКО-КИРЛИАН И ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ВИДИМОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА КРЕМНЕВОЙ ВОДЕ

*Довгялло А.Г., к.т.н., Венгринович В.Л., д.т.н., Бусько В.Н., к.т.н., Цукерман В.Л.*

*Институт прикладной физики НАН Беларуси,*

*Колпащиков В.Л., к.ф.-м.н.*

*Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси*

В работе [1] показаны некоторые возможности применения эффекта Наркевича-Иодко-Кирлиан, например, для выявления нарушений сплошности, дефектоскопии, топографии диэлектрической неоднородности, экспресс-диагностики на ранней стадии заболеваний, кроме того, лечения воздействием электрического разряда высокой частоты на точки акупунктуры каналов тела человека (аналогично иглоукалованию).

Электроразрядная высокочастотная визуализация на эффекте Наркевича-Иодко-Кирлиан [2, 3] находит применение в науке (как метод исследования различных явлений), электровизуализации и фотографирования дефектов под слоем оптически непрозрачного диэлектрика [4] и т.д.

Для регистрации электроразрядных изображений созданы и испытаны несеребряные тонкоплёночные органические материалы, не требующие затемнения [5], а полученные при этом электроразрядные изображения не нуждаются в дальнейшей обработке (проявления и закрепления изображения).

При электроразрядной визуализации, в том числе и при регистрации на любой носитель информации объектов живой и неживой природы в электрическом поле высокой напряжённости и высокой частоты, необходимо применение специальных первичных преобразователей электрического сигнала в видимое изображение.

Обычно рабочая часть первичного преобразователя представляет собой прозрачный диэлектрик, на который напылен прозрачный электропроводящий слой (например,  $SrO_2$  [6], танталовая плёнка [7]), к которому подводится высоковольтное высокочастотное электрическое поле.

Преобразователи работают в очень жёстких электрофизических условиях, что определяет

их высокую изнашиваемость, т.е. короткий срок службы. Особенно это относится к месту электрического контакта электропроводящего прозрачного слоя и подводящего кабеля от высоковольтного высокочастотного прибора, служащего источником электрического поля. Кроме того, электропроводящий слой необходимо защитить как от механического истирания, так и от электроразрядной эрозии.

С учётом вышеизложенного в Институте прикладной физики Национальной академии наук Беларуси созданы и испытаны экспериментальные образцы электроразрядных первичных преобразователей в видимое изображение в значительной степени свободных от указанных недостатков.

Это достигалось тем, что нанесение прозрачного электропроводящего слоя осуществлялось не путём напыления на рабочую поверхность, а путём введения микрочастиц металла в поверхность прозрачного упрочненного диэлектрика в условиях высокой температуры. Также был разработан специальный метод создания высокопрочного низкоомного электрического контакта электропроводящего слоя с подводимым кабелем от высоковольтного высокочастотного прибора, например ДЭРВЧ-3.

Испытания комплекта первичных преобразователей проводились с помощью разработанного, изготовленного и испытанного в ИПФ НАНБ прибора ДЭРВЧ-3 [8] (рис. 1), предназначенного как для целей дефектоскопии, так и для экспресс-диагностики на ранней стадии заболеваний [9] после его модернизации, что позволит использовать методику Короткова К.Г. [10] (рис. 2) для целей медицины в Республике Беларусь.

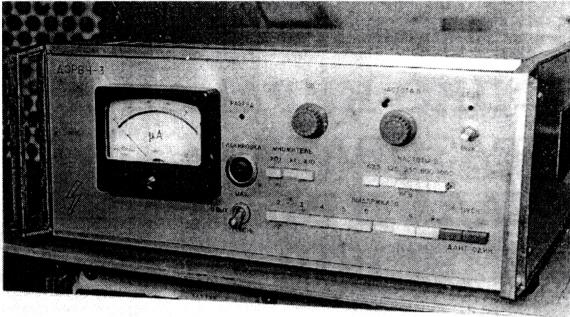


Рис. 1. Фотография электроразрядного высоко-частотного высокольтного прибора ДЭРВЧ-3

Технические данные прибора ДЭРВЧ-3:

- амплитуда импульсов, кВ – 0...30;
- частота заполнения импульсов (дискретная), КГц – 62,5...1000;
- частота следования импульсов, кГц – 2... 10;
- максимальная выходная мощность (импульсное значение), Вт – 600.

## Б Э О Г Р В

### Диагностическая Таблица

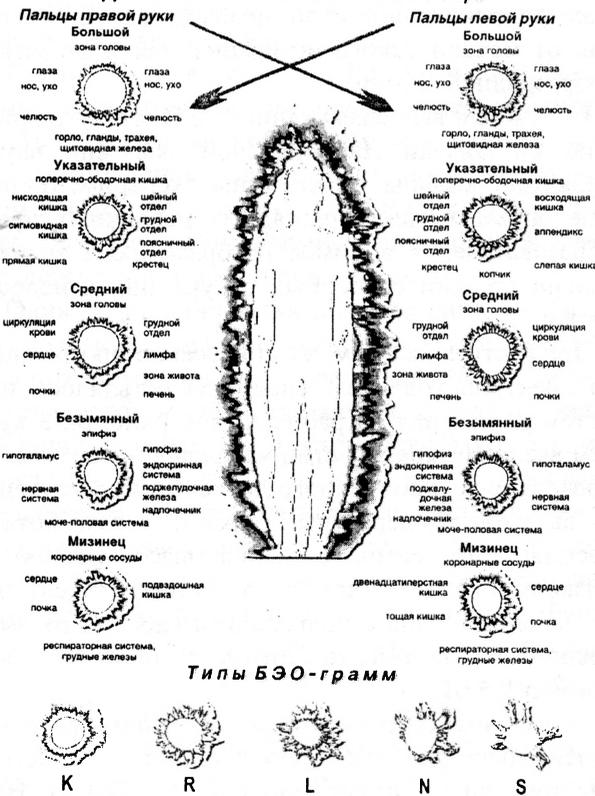


Рис. 2. Диагностическая таблица Короткова К.Г.

Кроме того, прибор может работать в циклическом (автоматическом) режиме. Прототип этого прибора ДЭРВЧ-1 был внедрён в 1987 году на Минском заводе гражданской авиации для контроля влажности самолётных обтекателей радиолокационных станций «ВСО-ГРОЗА».

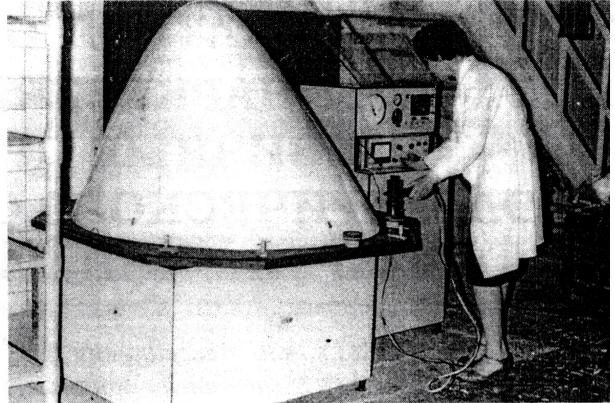


Рис. 3. Контроль влажности самолетного обтекателя с помощью прибора ДЭРВЧ-1

При испытании преобразователей с микрочастицами были использованы образцы с дефектами как открытыми, так и под слоем оптически непрозрачного диэлектрика (рис.4, 5, 6, 7).

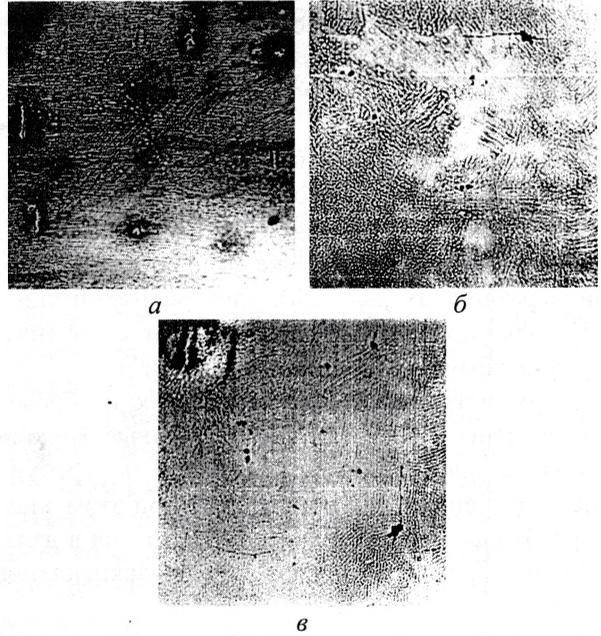


Рис. 4. Электроразрядная фотография поверхностных дефектов (ширина раскрытия трещины — 0,02 мм): а — без краски; б — толщина краски 70 мкм; в — толщина краски 200 мкм

Результаты испытаний этих преобразователей показали, что они обеспечивают чёткую электро-визуализацию дефектов, в том числе скрытые под оптически непрозрачными диэлектриками и отличаются надёжностью в работе.

II. Необычными свойствами кремня и активированной им воды (АКВ) в Институте прикладной физики НАН Беларуси занимаются с конца 70-х годов прошлого столетия, а с 1991 г. — в рамках проекта «КРЕМЕНЬ» по распоряжению 41р от 04.02.91 Совета Министров Республики Беларусь

(научный руководитель проекта академик А.В. Степаненко, координатор А.Д. Малярчиков).

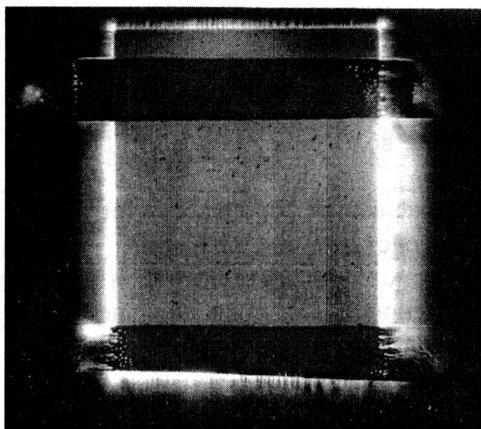


Рис. 5. Электроразрядная фотография поверхности сборного образца: ширина раскрытия модельных трещин (слева направо): 1 — 5–7 мкм; 2 — 20 мкм; 3 — 40 мкм; 4 — 60 мкм

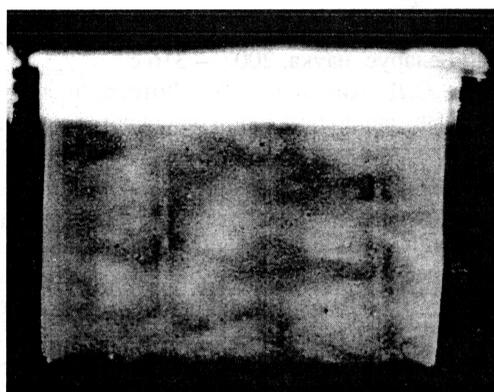


Рис. 6. То же самое, но под слоем оптически непрозрачного диэлектрика толщиной 0,5 мм



Рис. 7. Электроразрядная фотография образца частично закрытого (слева) оптически непрозрачным диэлектриком толщиной 0,5 мм

11 июня 1984 года в сосуд со свежей водопроводной водой был помещён кусочек кремня. Одновременно другой сосуд был наполнен такой же водопроводной водой (контрольной), но уже без кремня. Сосуды, негерметично закрытые, хранились в одной и той же комнате, но были оптически изолированы друг от друга и защищены от прямых солнечных лучей.

В настоящее время, т.е. спустя 24 года после начала эксперимента, АКВ продолжает оставаться исключительно прозрачной, не имеет запаха, стенки сосуда чистые. Контрольная вода зацвела, имеет неприятный запах, а стенки сосуда покрылись большим количеством водорослей. С помощью универсальной индикаторной бумаги была определена кислотность АКВ и контрольной воды. Разницы не было обнаружено.

Несомненный интерес представляло сравнение поведения АКВ и контрольной воды в поле электрического разряда высокой частоты и высокой напряжённости. Эти исследования проводились с использованием электроразрядных высокочастотных приборов ДЭРВЧ-3 и прибора УИСИ-1, тоже созданного и испытанного в ИПФ НАН Беларуси и предназначенного как для идентификации скрытого изображения, так и для электровизуализации дефектов, оптически скрытых в гибких диэлектриках [11].

Сущность эксперимента по исследованию поведения АКВ и контрольной воды заключалась в том, что капли АКВ и контрольной воды одинакового объёма помещали на предметное стекло, затем вводили в поле электрического разряда. Визуальные наблюдения показали, что АКВ отличается от контрольной воды. Так, например, АКВ (её капли) более активно движется в поле электрического разряда, аура (свечение вокруг капли воды) более равномерная и большей площади у АКВ.

Научный и практический интерес представляло исследование поведение АКВ в капиллярных системах, в качестве которых были выбраны образцы в форме цилиндра высотой 20 мм, изготовленные из одного и того же корня дерева и высушенные в комнатных условиях в течение 10 лет. Пропитывающими жидкостями служили дисциллированная вода, активизированная кремнем в течение 10 дней, и контрольная (дисциллированная неактивированная кремнем).

Экспериментально установлено значительное (в 1,5–2 раза) увеличение скорости подъёма АКВ по сравнению с неактивированной водой. Первый стример (видимый электрический разряд) на поверхности капиллярного образца появился через 4 мин. после начала пропитки кремневой водой и только через 10 мин. после пропитки контрольной водой. Массовое появление стримеров началось через 7 мин. после начала пропитки АКВ и только через 17 мин. после начала пропитки контрольной водой, при этом величина электрического сигнала после его стабилизации в АКВ в

1,2 раза превышала аналогичный сигнал контрольной воды.

Эти характерные особенности поведения АКВ в поле электрического сигнала и обусловили создание преобразователей электрического сигнала в видимое изображение на кремневой воде. Преобразователи на воде представляют собой герметически закрытые кюветы, заполненные водой.

14.06.1991 года кюветы были одновременно заполнены водопроводной водой и герметически закрыты, причем в одну из кювет был предварительно положен кремнь, а другая кювета без кремня стала контрольной. Эти преобразователи (кюветы) находились в одинаковых комнатных условиях.

Спустя 10 дней были проведены визуальные сравнения светопропускаемости данных преобразователей. АКВ стала чистой, прозрачной, а вода без кремня — мутной и плохопрозрачной. Эти свойства преобразователей на воде сохранились спустя 17 лет.

Эксперименты показали, что преобразователи электрического сигнала в видимое изображение на АКВ обеспечивают чёткую электровизуализацию объектов исследования (рис. 8), а встроены в 1996 году преобразователь на АКВ в один из приборов УИСИ-1 до сих пор успешно выполняет свои функции и не требует ремонта.

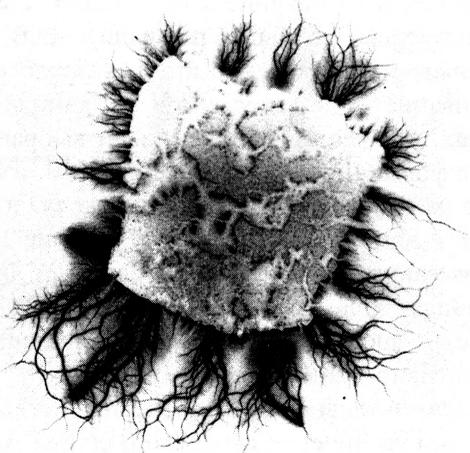


Рис. 11. Электроразрядная фотография шлифованной поверхности кремня, чтобы избежать влияния рельефа; четко видны нитевидные стримеры по краям кремня, а с поверхности — включения с разными диэлектрическими свойствами

Таким образом, проведенные многолетние исследования позволяют сделать следующие выводы:

1 Электроразрядные высокочастотные высоковольтные преобразователи электрического сигнала

в видимое изображение на кремневой воде по разрешающей способности и чувствительности не уступают напыленным электроразрядным высокочастотным высоковольтным преобразователям.

2 Перспективные направления использования кремневой воды:

- создание водохранилища с многодневным запасом воды;
- интенсификация процессов питания растительных систем и пропитки капиллярно-пористых систем и материалов, что может послужить основой для создания энергосберегающих технологий и улучшения экологии окружающей среды.

#### Литература

1. Довгялло А.Г., Венгринович В.Л., Колпашиков В.Л. Эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан и некоторые вопросы его применения // Инженер-механик, 2007 № 2, с. 15–21.
2. Киселев В.И. Парадоксы «электрического человека» Минск: Беларус. наука, 2007. – 316 с.
3. Кирлиан С.Д., Кирлиан В.Х. Фотографирование и визуальные наблюдения при посредстве тока высокой частоты. // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. М. 1961. Т. 6, № 6, с. 397–403.
4. Дежкунова С.В., Довгялло А.Г. Визуализация усталостных дефектов электроразрядным высокочастотным методом. // Дефектоскопия, 1983, № 2, с. 46–50.
5. Жиженко Г.А., Агабеков В.Е., Довгялло А.Г. Тонкоплёночные органические регистрирующие материалы для электроразрядной визуализации. // Весті НАНБ сер. фіз.-тэх. навук, 1998, № 1, с. 3–6.
6. А.с. 996980 СССР Носитель информации, содержащий стеклянное основание с нанесённым на неё прозрачным покрытием из  $S_nO_2$  // Афанасьев В.П., Панова Я.И., Пархова И.Б. и др. – опубл. в БИ, 1983, № 6
7. А.с. 1411311 СССР Способ изготовления прозрачного электрода. // Дежкунова С.В., Дежкунов Н.В., Короткевич А.В., Сокол В.А. – опубл. в БИ, 1988, № 27.
8. А.с. 964564 СССР. Устройство для фотографирования в токах высокой частоты. // Довгялло А.Г., Дежкунова С.В., Шукин Б.М., Филипов А.И. – опубл. в БИ, 1982, № 37.
9. А.с. 1377813 СССР. Способ определения физиологического состояния биологического объекта. // Коротков К.Г. и др. – опубл. в БИ, 1988, № 8.
10. Коротков К.П. Основы ГВД биоэлектрорафии – Санкт-Петербург, 2001 – 360 с.
11. Венгринович В.Л., Довгялло А.Г., Цукерман В.Л. Устройство идентификации скрытого изображения УИСИ-1 // Обеспечение безопасности информации в информационных системах. Материалы конференции. (Минск 11.11.2004), с. 133–135.