

Метод Кирлиан.

v.4.0

Колтовой Николай Алексеевич

koltovoi@mail.ru

Москва

2015

Глава 13. Электрография.

13.1 История развития электрофотографии (ксерокса). 2

13.2 Фоторегистрация электромагнитного поля. 7

13.3 Электролюминесценция. 16

13.4 Электрорентгенография. 17

13.5 История фотографии, история создания различных способов регистрации оптического излучения. 18

13.6 Регистрация разрядов при дефектоскопии. 27

13.1 История развития электрофотографии (ксерокса).

Принцип электрофотографии можно описать следующим образом:

- 1-на поверхность наносится создается рельеф, неоднородность электромагнитных свойств.
- 2-затем на поверхность наносится тонер, который распределяется по поверхности неравномерно в соответствии со свойством поверхности,
- 3-затем проявляется (фиксируется) изображение.

1885-Гоппельсродер (Coppelsroeder) немецкий химик, в труде "Об изготовлении красителей" описал процесс запечатывания бумаг, тканей и других материалов, сущность которого состояла в следующем: стопу материала помещали между двух электродов в электролит, который при подключении электродов к источнику тока совокупно с материалом электродов давал некоторую красочную субстанцию. Одному из электродов придавали конфигурацию изображения, которое необходимо репродуцировать.

1885-Coppelsroeder. Ueber die Darstellung der Farbstoffe. Reichenberg, 1885.

1891-Coppelsroeder. Studien uber die Anwendung der Elektrolyse. Frankfurt-a-M., 1891.

1889-Альфред Астфальк (Asfalk A.) из Кельна 24 сентября подал в патентное ведомство Германии заявку на изобретение, сущность которого была изложена следующим образом: "Способ размножения рисунков и текстов, состоящий в том, что лист бумаги, обработанный раствором черного железистого красителя и сернокислого аммония, приводят в соприкосновение с другим листом, на котором предварительно воспроизведены с помощью непроводящей краски подлежащие репродуцированию изображение или текст. Оба листа помещают между двух проводящих электричество пластин, подключенных к гальванической батарее. После этого первый лист промывают водой". Речь таким образом шла о копировании с использованием электрохимического процесса вручную воспроизведенных изображений. Изобретение Альфреда Астфалька 22 сентября 1890 г. было защищено немецким патентом за № 53858, выданным по классу 15 к, 7/05.

1889-Astfalk A, Verfahren zur Vervielfaltigung von Zeichnungen und Schriften. Deutsches Reichspatent №53858 von 24.9. 1889.

Следующая попытка примерно в том же направлении была предпринята в 1899 году английским изобретателем Уильямом Фриз-Грином [1], имя которого мы уже называли в связи с его опытами в области фотографического набора. Электролитический способ печати этого новатора стал предметом английского патента № 27243, выданного с приоритетом от 20 ноября 1897 г. [2], и немецкого патента № 118205, заявленного 18 июня 1898 г. [3]. В 1899 г. сообщение об этом способе было опубликовано в "Ежегоднике по фотографии и репродуцированию" [4], который издавал известный теоретик и историк фотографии Иозеф Мариа Эдер. Были и другие публикации. Для реализации изобретения была даже создана специальная фирма "Electrical Inkless Printing Syndicate" ("Синдикат электрической бескрасочной печати"). Усовершенствованием способа занимался профессор Чарльз Р. Дарлинг в Техническом колледже Финсбери в Лондоне. Сущность способа состояла в проявлении под воздействием электрического тока изображения на специально препарированном бумажном листе.

Для осуществления способа была приспособлена обычная плоскопечатная машина. Наборная форма, установленная на талере, была тщательно изолирована от металлического корпуса машины. На цилиндре закрепляли изогнутую цинковую пластину. Между цилиндром и формой создавалась разность потенциалов с напряжением порядка 150 вольт. Лист специальной бумаги помещали на форму, при проходе последней под цилиндром ток избирательно, в соответствии с конфигурацией формы, воздействовал на бумагу и на ней проявлялось изображение. Двухсторонняя печать в этом случае была невозможна [5].

В принципе аналогичный электрохимический способ воспроизведения изображений был описан и в немецком патенте № 293207 на "Способ наносить изображения на бумагу, помещенную между двумя электродами, с помощью электролиза", патент был выдан Макс

Бауману с приоритетом от 26 мая 1915 г. [6]. В отличие от У.Фриз-Грина М. Бауман отказался от плоскопечатной машины. Воспроизведение изображений он осуществлял не на одном отдельно взятом листе, а сразу на целой стопе, помещенной между электродами, одному из которых была придана конфигурация репродуцируемого оригинала.

1-О нем см.: Allister Ray. Friese-Greene. Close up of an inventor. L., 1948.

2-Friese-Green W. Printing. British Patent №27243.

3-Friese-Green W. Verfahren zum Markieren, Beschreiben, Bedrucken und dgl. von Papier, Geweben oder ähnlichen Stoffen auf elektrolytischem Wege. Deutsches Reichspatent №118205 vom 18. Juni 1898.

4-Jahrbuch für Photographie und Reproduktion. B., 1899. S. 626.

5-О способе В. Фриз-Грина см.: Schlittke O. Der elektrische Druck /Journal für Buchdruckerkunst, Schriftgießerei und die verwandten Fächer. 1900. Band. 67. Sp. 501-504, 1901. Band. 68. Sp. 894b896, Kopien auf elektrischem Wege /Schweizer Graphische Mitteilungen. 1900. S. 117, Elektrischer Druck /Photographisches Wochenblatt. 1904. S. 173 f.

6-Baumann M. Verfahren, um zwischen zwei Elektrodenplatten befindliches Papier mit Hilfe der Elektrolyse zu bestrichen. Deutsches Reichspatent vom 26 Mai 1915.

1891-Копирование гравюр посредством фотографии без камеры. Вестник опытной физики и элементарной математики. 1891. выпуск № 130, с.220-221.

1915-Интересный способ был предложен **Фердинандом Винтером** из Вены и **Шунигом** из Будапешта в 1915г. В этом случае между электродами размещали не специально препарированную, а обычную бумагу. Поверх листа накладывали листовой носитель красочного вещества. При создании между электродами необходимого потенциала красящий состав переходил на бумагу, образуя на ней изображение, конфигурация которого соответствовала конфигурации оригинала.

1915-Wieder einmal ein elektrisches Druckverfahren /Graphische Revue Österreichs. 1915. Band. 60. S. 75.

1916-Горин Ефим Евграфович (1881-1951) фотограф из Симбирска. 27 октября 1916 года подал заявку на изобретение "Электрофотографический аппарат". Именно в этой заявке, по-видимому, и был впервые применен термин "электрофотография". В этом аппарате в качестве промежуточного элемента использовался полупроводниковый слой, изменяющий своё сопротивление под действием света. Полученные, в результате этого, импульсы воздействовали на бумагу, пропитанную составом, обладающим свойством изменять свою окраску пропорционально силе проходящего через него электрического тока. Дальнейшие усовершенствования (сделанные в разных странах) в области электрофотографии привели к появлению ксерокса.



Рис. 13-1-1. Горин Е.Е.

1964-Немировский Е.Л., Горбачевский Б.С. С книгой через века и страны. М., 1964. с.359-361. Книга о Горине и его изобретении.

1938-Честер Карлсон (Chester Floyd Carlson) (1906-1968) 22 октября изобрел технологию ксерграфии и сделал первый ксерографический отпечаток. Он получил патент с приоритетом от 4 апреля 1939 г. Это способ получения изображения на бумаге получил название **"ксерография"**. Это сухой электростатический фотокопировальный метод. Изображение получалось **на цинковой пластине, покрытой слоем серы**.

Идея электрографии заключается в использовании фотобарабана: по поверхности фотобарабана равномерно распределяется статический заряд, который снимается в нужных местах либо светодиодным лазером, либо светодиодной линейкой, и, в итоге, на поверхности фотобарабана появляется скрытое изображение. Далее на фотобарабан наносится тонер, после чего фотобарабан прокатывается по бумаге, при этом тонер переносится на бумагу. Бумага проходит через блок термозакрепления для фиксации тонера, а фотобарабан очищается от остатков тонера и разряжается в узле очистки.

1947-малоизвестная компания Haloid приобрела у Карлсона патент на его изобретение с целью организации промышленного выпуска копирующих устройств. Термин ксерография образован от двух греческих корней: xeros (сухой) и graphein (писать). Вначале фирма называлась «Haloid Xerox», затем «Xerox Corporation» и, наконец, «The Document Company Xerox».



Рис. 13-1-2. Честер Карлсон и первый ксерографический отпечаток.

В России работы по созданию ксерокопировальных аппаратов начались с 1949 г. вначале в Научно-исследовательском кинофотоинституте (образован в 1929 г. в Москве), затем с 1956 г. в «НИИ Полиграфмаш» (Москва), а с 1957 г. и в «НИИ электрографии» (Вильнюс), совместно с ПО «Оргтехника», заводом «Сухумприбор» и Казанским оптико-механическим заводом. Все созданные копировальные аппараты (например, «ЭРА», «РЭМ-600») использовались только в учреждениях.



Рис. 13-1-3. Аппарат электрофотографический ЭП-12Р2, производства Каунасский экспериментальный завод средств автоматизации.



Рис. 13-1-4. Электрографический копировальный аппарат ЭР-620РЗ. Аппарат предназначен для копирования чертежей, текстовой и другой технической документации. Фирма Таурус, г.Лермонтов, Ставропольский край. <http://taurus-po.narod.ru/index.html>

**Немировский Евгений Львович,
Жилевич Иван Иосифович (1911-1980).**

Особенно большую роль в становлении электрографических исследований сыграл изобретатель Иван Иосифович Жилевич. Будучи преподавателем начертательной геометрии в одном из вильнюсских институтов, он заинтересовался электрофотографией и, отталкиваясь от первых публикаций о ней в отечественной печати, самостоятельно освоил технологию процесса. С 1955 г. он вел соответствующую тему в Научно-исследовательском институте полиграфического машиностроения в Москве. А затем, его усилиями, был организован филиал названного института в Вильнюсе, который в июле 1957 г. был преобразован в самостоятельный Научно-исследовательский институт электрографии, первое в мире специализированное исследовательское учреждение в этой области.

1959-Жилевич И.И. Состояние и перспективы развития электрографии в СССР /Электрография и магнитография. Труды научно-технической конференции. Вильнюс, 1959. с.5-16.

1961-Жилевич И.И., Немировский Е.Л., Электрофотография. М. Искусство, 1961. 128с.

1965-Электрофотография и магнитография. Труды Научно-технической конференции по вопросам электрофотографии, состоявшейся в г. Вильнюсе 16-19 декабря 1958 года /Под ред. И. И. Жилевича. Вильнюс, 1959.

1961-Электрофотография и магнитография. Труды Научно-технической конференции по вопросам электрофотографии, состоявшейся в г. Вильнюсе 21-24 ноября 1961 года. Вильнюс, 1965.

В Москве в НИИПолиграфмаше работы в области электрофотографии продолжал вести Владимир Михайлович Фридкин. В 1955-1956 гг. под его руководством был разработан принципиально новый электрофотографический метод формирования изображения на фотополупроводнике, способном получать фотоэлектретное состояние. Фотоэлектреты это

диэлектрики, которые в процессе фотопроводимости приобретают устойчивую электрическую поляризацию. Фотоэлектретное состояние возникает при одновременном воздействии на некоторый диэлектрик одновременно постоянного электрического поля и света. Процесс этот был защищен авторским свидетельством №103649, заявленным 15 марта 1955 г. В дальнейшем Научно-исследовательский институт полиграфического машиностроения совместно с Институтом кристаллографии Академии наук СССР разработали специальный электрофотоаппарат, работающий на фотоэлектретах и в 1961 г. показали его на Выставке достижений народного хозяйства. В широкую практику это изобретение, однако, внедрено не было.

1955-Немировский Е.Л. Печатание с электростатическим переносом красочного слоя /Полиграфическое производство. 1955. № 1. с.34-38.

1955-Немировский Е.Л. Ксерография и ферромагнитография /Материалы по обмену опытом рационализации и изобретательства. М. 1955. Вып.14. с.34-38.

1957-Фридкин Б.М. Фотография на фотоэлектретах /Кристаллография. 1957. т.2. № 1. с.130-133.

1959-Немировский Е.Л. История электрофотографии /Электрофотография и магнитография. Труды научно-технической конференции по электрографии. Вильнюс, 1959. с.179-180.

Немировский Е.Л., Фридкин В.М., Фройман А.И. Способ электростатического изготовления печатной формы. Авторское свидетельство № 103649.

1998-Немировский Е.Л. Орловская печать. Очерки истории специальных видов печати /Флексо Плюс. 1998. № 2. с.44-48, 50-52, № 3. с.40-42, 44, 46. № 4. С. 40-42,44-47.

1985-Василевский Д. Основы ксерографии. Учеб. пособие. М. Учеб. центр Rank Xerox, 1995.

1972-Электрофотография и магнитография /Труды III научно-технической конференции. Вильнюс: Минтис, 1972.

1973-Moore A.D. Electrostatics and Its Applications. John Willey & Sons, New-York, 1973.

Tokyo, Japan Kabushiki Kaisha KIP, Tokyo, Japan Filed: Mar. 14, 1974 Appl. No.: 451,008

1973-Masanori Watanabe, Takaaki Konuma, Hirokazu Asano. Method and apparatus for charging by corona discharge. US **3912989** A. 1975.

Устройство для равномерного нанесения электрического заряда на поверхность.

1974-Charles D. Oughton, Edward T. Bradley. (Colorkrome, Inc.). Electrophotographic camera. Patent US 4011568. 1977.

1977-Опыт эксплуатации и перспективы развития электрофотографической копировально-множительной техники/Материалы совещания 18-19 ноября 1975 г. Вильнюс: Мокслас, 1977.

1984-Scharfe M. Electrophotography Principles and Optimization. Research Study Press Ltd, Letchworth, Herfordshire, England, 1984.

1990-Чепенко В.Г. Электрофотографические и другие немеханические печатающие устройства для ЭВМ. М., 1990. (Полиграфическая промышленность. Обзор информ. по основным направлениям развития отрасли /Информпечать. Вып.1).

1990-Литвинов В.Е., Старосельский М.В. Электрофотографические аппаратура и процессы, использующие однокомпонентные проявители. М.: Книжная палата, 1990. (Полиграфическая пром-сть. Обзор информ. по основным направлениям развития отрасли /Информпечать. Вып.8).

1993-Borsenberger P.M., Weiss D.S. Organic Photoreceptor for Imaging Systems, Marcel Dekker, Inc New York, Basel, Hong Kong, 1993. p.447.

1993-Pai, D.M. Springett, B.E. Physics of electrography. Review of Modern Physics. 1993. v.65. N.1. p.163-211.

1996-Харин О., Сувейздис Э. Цветная электрофотография. Л.М., 1996.

2002-Литвинов В.Е. Применение теории плазмы для исследования физических процессов в электрографии и электростатической печати /Прикладная физика, 2002. № 4. с.38-47.

2000-Ванников А.В. Уарова Р.М. Электрография. Учебное пособие.

13.2 Фоторегистрация электромагнитного поля.

1969-Первый физик, защитивший в нашей стране диссертацию по методике Кирлиан Виктор Адаменко. Он полагал, что основным носителем информации о биологическом и психофизиологическом состоянии живых организмов являются электроны и считал кирлиановские снимки прижизненным электронным изображением, получаемым в отличие от электронного микроскопа не в вакууме, а при атмосферном давлении или в газе низкого давления. Ему удалось получить кирлиановские изображения **не только на фотоплёнке, но и на люминесцентном экране, на электростатической бумаге, даже на термографических пластинках.**

1979-Джоном Опалинским, Канада, в качестве регистрирующего слоя, на котором возможно осуществлять запись газоразрядных изображений, были успешно использованы самые разнообразные материалы. Хорошие изображения были получены на пленках ацетатцеллюлозы, полиметил-метакрилата, сортового стекла, канифоли, льняного масла и других материалов.

Электрофотография, способ получения фотографических изображений, основанный на использовании полупроводниковых или диэлектрических светочувствительных слоев, обладающих способностью изменять свою электропроводность под действием света. Зарождение электрофотографии связано с открытием в 1873 американским физиком У. Смитом явления фотопроводимости. Наиболее распространенная разновидность электрофотографии-ксерография. Электрофотография широко применяется для оперативного копирования документов.

Фотография без серебра.

Выделяют следующие виды фотографии

- пленочная фотография, регистрация производится на фотоматериале,
- электронная (цифровая), регистрация производится на специальном детекторе,
- электрографическая (бессеребряная).

Исключительные свойства солей серебра, особенно галоидных, как основы светочувствительных сред, ограничивающие, тем не менее, возможность их применения, вызвали закономерные попытки разработать другие-бессеребряные-необычные процессы.

Ранее других были найдены светочувствительные системы в виде хромированных коллоидов (1855-1858) и солей железа-цианотипные (1842) и платинотипные (1873). По уровню светочувствительности они сильно уступают не только негативным, но отчасти и позитивным фотоматериалам, поэтому пригодны (при соблюдении определенных условий) при экспонировании только для получения позитивных копий.

Репрография охватывает способы получения малотиражных копий (до 50 экземпляров) со штриховых или тоновых оригиналов без применения печатных форм. Сам термин «репрография» стал общепринятым со времени первого Международного конгресса по репрографии, который был организован в Кельне в 1963 году. Способы получения копии в процессе репрографии условно можно разделить на три вида-**фотохимические, фотоэлектрические и термографические**. К первому виду относится диазография в двух вариантах-диазотипия (1923) и везикулярный способ (1938); процессы на фотохромных (1961) и фотополимеризирующихся (1959) материалах. Ко второму виду принадлежит электрография (1950). К третьему-термографические способы (1952).

Диазотипия (Грин) 1917 год.

Электрофотография (Карлсон) 1938 год.

Фототермография (Миллер) 1952 год.

Фотополимеризация (Остер) 1956 год.

Фоторельефография (Гленн) 1957 год.

Везикулярный процесс (фирма «Кальвар») 1958 год.

Фотохромия (фирма «Каш Регистер») 1959 год.

Различные типы электрофотографического процесса (фотографии без серебра):

- 1-электрофотографический процесс,
- 2-фототермопластический процесс,
- 3-диазотропный процесс,
- 4-везикулярный процесс,
- 5-термографический процесс,
- 6-фотохромный процесс,
- 7-свободнорадикальный процесс.

Диазотипия это процесс использования светочувствительных слоев с диазосоединениями, способность которых разрушаться под действием света была открыта еще в конце XIX века. Впервые разработал диазобумагу Грин в 1887 году, хотя патент на нее был получен лишь в 1917 году, а промышленное производство начато немецкой фирмой «Калле» в 1923 году. Диазопроцесс основан на двух реакциях, из которых одна-фотохимическая (разложение диазосоединения), а другая-темновая (азосочетание с образованием красителя, строящего изображение). Темновую реакцию составляет взаимодействие исходной соли диазония с азосоставляющими, например фенолами, от природы которых зависит цвет азокрасителя. Отсюда ясно, что диазотипия является позитивным процессом. Способ проявления экспонированного диазотипного слоя зависит от его состава: если слой содержит только соль диазония, одноцветное изображение образуется проявлением в щелочном растворе азосоставляющей, если же в слое введена соль диазония в смеси с азосоставляющей, проводится сухое проявление парами аммиака. Фундаментальную работу по диазотипии провел И. И. Левкоев. Она была начата в 1930 году, а в 1933 году на основе полученных результатов было организовано производство светокопировальных диазобумаг. Такие бумаги выпускались в рулонах и листах и позволяли получать изображение в синих (так называемые "синьки") и коричневых тонах. Производилась также пленка на лавсановой основе. Область применения диазоматериалов-размножение чертежей, графиков, текстовых оригиналов. Подробные сведения о диазотипии-фотохимии диазосоединений, химии копировальных процессов и применении диазоматериалов в различных отраслях техники можно найти в монографии М. С. Динабурга (1964).

Везикулярный фотографический процесс, основан также на светочувствительности соли диазония, но использующий для построения изображения молекулярный азот, выделяющийся при фотохимическом распаде этой соли. Практическое начало данного метода следует отнести к году выпуска материала «Кальфакс» (1958). Сущность процесса заключается в следующем: под действием света соль диазония выделяет при разложении свободный азот, который при подборе определенного связующего полимера и температуры при последующем нагревании-проявлении скрытого изображения-сохраняется в виде пузырьков микроскопического размера, формирующих видимое изображение. Фиксирование пузырькового изображения осуществляется разложением оставшейся неизменной соли

диазония; это достигается равномерным облучением проявленного изображения активным УФ светом. Светочувствительность везикулярных пленок приблизительно на порядок выше таковой для диазоматериалов. Явление светорассеяния проявленных везикулярных отпечатков создает своеобразный эффект: на прозрачной или светлой подложке изображение воспринимается негативным, тогда как на черной подложке – позитивным. Везикулярный процесс находит применение для печати копий с черно-белых негативов (фильмов), для микрофильмирования и других репрографических целей; везикулярные фотоматериалы по своим качествам представляли большой интерес, например, для голографии.

Электроискровой метод.

Существует электроискровой (электротермический) метод регистрации информации, обеспечивающий получение факсимильных копий на специальных материалах под действием электрического сигнала, сила тока которого пропорциональна оптической плотности оригинала. В электроискровых аппаратах основой узла записи является игла. При подаче на нее электрического сигнала между иглой и барабаном-держателем материала для копии возникает искровой разряд, с помощью которого на этом материале и воспроизводится изображение. Происходящая в этих материалах электротермическая реакция приводит к образованию почернения с оптической плотностью, соответствующей оригиналу. Полученная копия является позитивной, она имеет масштаб оригинала и не требует фотохимической обработки. При электротермическом (электроискровом) методе записи применяются специальная электротермическая бумага и электротермотапленка.

Электротермическая бумага ЭТБ имеет трехслойную структуру: верхний слой светлосерый, близкий по своим свойствам к диэлектрикам, средний имеет темный цвет и состоит из графита с хорошей электропроводностью, а нижний – бумажная основа. Прикладываемое к такой бумаге высокое напряжение вызывает пробой верхнего слоя, а происходящая при этом электротермическая реакция приводит к образованию почернения с оптической плотностью, пропорциональной силе тока, поданного на записывающую головку. Электротермическая бумага типа ЭТБ-2 толщиной $8 \cdot 10^{-5}$ м имеет разрешающую способность до 7 линий/мм.

В электротермотапленках «Искра-1» и «Искра-2» и им подобных материалах в местах разряда остаются отверстия, копирующие изображение на оригинале. Регистрирующий материал представляет собой однослойную пленку, плотно прикатанную к бумажной подложке с электропроводящим слоем, и применяется для получения трафаретных и офсетных печатных форм, а также копий на обычной бумаге или кальке.

1977-Иванов Р.Н. Репрография (Методы и средства копирования и размножения документов). М.: Советское радио, 1977. 384 с.

Термографический метод.

В микроволновой печи можно наблюдать эффект, аналогичный феномену “листика призрака” в Кирлиан фотографии. Для эксперимента на пенопластовую или стеклянную пластину положите термочувствительную (факс) бумагу чувствительным слоем вверх, а на нее листик растения. Это накройте второй пластиной и поместите в микроволновку, используя тарелку как подставку. Установив время экспозиции порядка 10 с, нажмите кнопку СТАРТ. После выключения микроволновки разберите пакет и посмотрите отпечаток (пластины могут быть горячие). Подбором времени экспозиции добейтесь четкого отпечатка листика. После этого опыт повторяют, срезав у свежесорванного листика верхушку. Вокруг обрезанного листика виден след целого. Этот след образуют пары воды. В этом можно убедиться, поместив между бумагой и листиком тонкую полимерную пленку. На отпечатке был только след обрезанного листика.

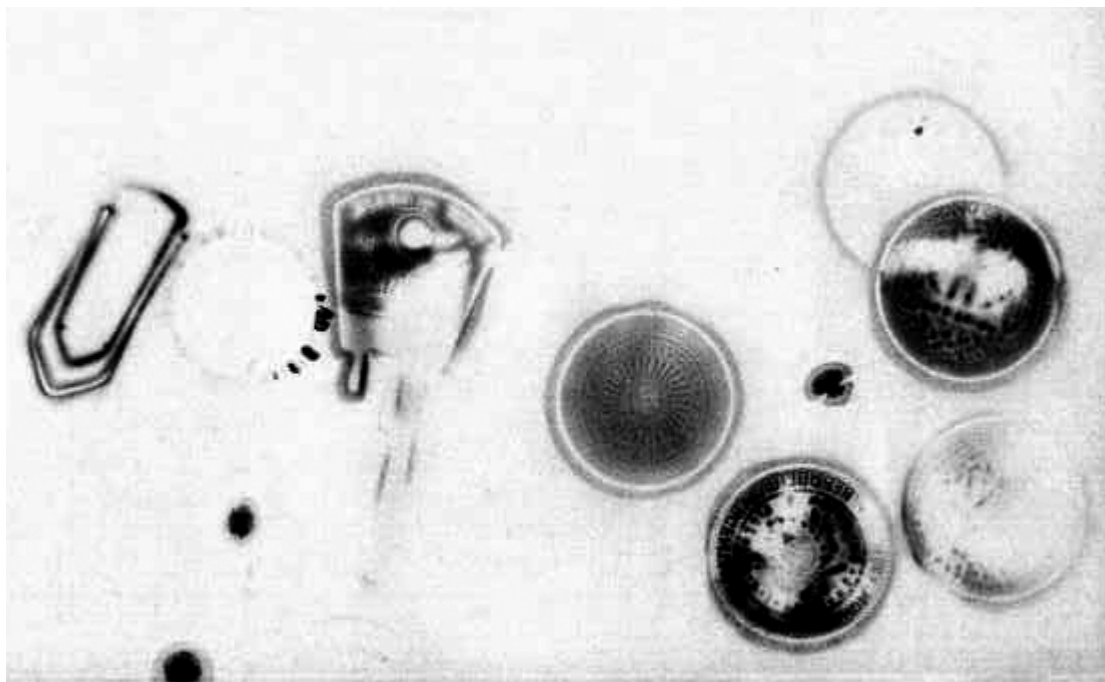


Рис. 13-2-1. Кирлианограмма, полученная на термобумаге от факс-машин.

Образование изображений в электрическом поле.

1960-Иванов Р.Н. Репрография (Методы и средства копирования и размножения документов). М.: Советское радио, 1977. 384 с.

1961-Картужанский А.Л. Элементарные фотографические процессы в электрическом поле. УФН. 1961. Т.73. вып.3. с.471-502.+

Москва, МГУ, ФИАН им. П.Н. Лебедева АН СССР.

1968-Галашин Е.А. Термодинамическая теория фотографического процесса /Журн. науч. и прикл. фото-и кинематогр. 1968. Т.13. №3. с.203-210.

1971-Галашин Е.А. Фок М.В. О механизме образования скрытого фотографического изображения. Доклады АН СССР. 1971. т.199. №1. с.128-131.+

1972-Галашин Е.А., Фок М.В. /Журн. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1972. т.17, вып.5. с.359.

1987-Галашин Е.А. Образование скрытого изображения в электрическом поле. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1987. т.32. №1. с.68-79.

1967-Пескова М.З. Мейкляр П.В. Влияние электрического поля на фотографические свойства эмульсионных слоев. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1967. т.12. №5. с.352-357.

1982-Сырец О.Ф., Богданова В.В., Рогач Л.П., Лесникович А.И. Светочувствительная композиция для изготовления фотографических термопроявляемых материалов /Авт. свид. № 964564 СССР. Бюлл. изобр. 1982. №37. с.135.

1984-Василевский Ю.А. Фотография без серебра. 1984.

1984-Слущкин А.А. Электростатическая фотография. 1984.

2011-Лизунов Игорь Николаевич. Фотоэлектронный способ и прибор для регистрации коронных разрядов на высоковольтном электрооборудовании. Диссертация кандидата технических наук. Казань. КГЭИ. 2011. 168с.

Желудев Иван Степанович.

1960-Фридкин В.М. Желудев И.С. Фотоэлектреты и электрографический процесс. М. Изд. АН СССР. 1960.

1961-Желудев И.С. Филимонов А.А. Юдин В.А. Наблюдение доменной структуры сегнетоэлектрических кристаллов при помощи электрических люминофоров. Кристаллография. 1961. т.6. с.676-680. Проводилось наблюдение доменной структуры люминофоров в переменном электрическом поле. Для этого в качестве отображающей среды использовалась специальная паста, приготовленная из порошка люминофора ZnS и силиконового масла.

1968-Желудев И.С. Физика кристаллических диэлектриков. М. Наука. 1968.

1979-Желудев И.С. Электрические кристаллы. 2-е изд. Наука. 1979. 202с.+

1975-Павлов Виктор Иванович, Булгаков Виталий Игоревич, Пасечник Анатолий Алексеевич (п/я А-3103) Способ получения изображения на термопластическом носителе. Патент **510688**. 1976.

Уланов В.М.

1979-Кожанов Е.В. Уланов В.М. О возможности повышения абсолютной светочувствительности фотографической эмульсии с применением электрического поля. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1979. т.24. с.292-295.

1980-Кожанов Е.В. Лемешко Б.Д. Скляров А.А. Уланов В.М. К вопросу о вуалирующем действии электрического поля на фотографические слои. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1980. т.25. №1. с.55-57.

1982-Картужанский А.Л. Уланов В.М. Эффекты в фотоэмульсионных микрокристаллах, обусловленные размножением носителей в сильных электрических полях. Физика и техн. полупр. 1982. т.16. №2. с.337-339.

Лемешко Б.Д. МИФИ.

Тужиков Михаил Иванович,

Шишкин Герман Анатольевич

1978-Тужиков М.И. Шишкон Г.А. Устройство для фотографирования в токах высокой частоты. Патент 794591. 1981.+

1983-Диденко А.Я. Лемешко Б.Д. Островский В.А. (МИФИ, Москва) Способ фотографирования на галоидно-серебряном носителе. Патент **1173380**. 1985.

1986-Диденко А.Я. Лемешко Б.Д. Островский В.А. Тужиков М.В. (МИФИ, Москва) Способ фотографирования на галоидосеребряном фотоносителе быстропротекающих процессов со случайной величиной экспозиции, меньшей порога чувствительности фотоматериала. Патент **1357909**. 1987.

1983-Уланов В.М. Никитин А.Н. (Тульский Государственный педагогический институт) Устройство для фотографирования в электрическом поле. Патент **1559326**. 1983.

1988-Диденко А.Я. Жученко С.В. Лемешко Б.Д. Тужиков м.В. Способ фотографирования быстропротекающих процессов со случайной величиной экспозиции. Патент **1564581**. 1990.

1986-Диденко А.Я. Лемешко Б.Д. Островский В.А. Повышение чувствительности фотоматериалов сильным электрическим полем при регистрации сигналов с экрана осциллографа. ПТЭ, 1986, №6. с.189-191.

Певчев Ю.П.

1964-Калашникова В.И. Самойлович Д.М. Певчев Ю.П. Финогенов К.Г. О влиянии электрического поля на плотность почернения фотографических эмульсий. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1964. т.9. №6. с.464-466.

1969-Самойлович Д.М. Ардашев И.В. Воздействие импульсного электрического поля на образование скрытого фотографического изображения. Доклады АН СССР. 1969. т184. №2. с.327-330.+

Певчев Юрий Федорович

1967-Колюбин А.А. Певчев Ю.Ф. Финогенов К.Г. О влиянии электрического поля на чувствительность фотографических эмульсий. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1967. т.12. №1. с.42-45.

1970-Певчев Ю.Ф. Коновалова Л.П. О влиянии импульсного электрического поля на топографию скрытого фотографического изображения. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1970. т15. №2. с145-147.

Певчев Б.Г.

1978-Богданова Н.Б. Певчев Б.Г. Полевой С.В. Результаты измерения напряженности электрического поля на поверхности коронирующего цилиндрического электрода /Электричество. 1978. №4. с.67-69.

1978-Богданова Н.Б. Певчев Б.Г. Напряженность электрического поля на частично коронирующем электроде. Известия АН СССР Энергетика и транспорт. 1978. №5. с.83-88.

1978-Попков В.И. Богданова Н.Б. Певчев Б.Г. Напряженность электрического поля на поверхности электрода положительной полярности в условиях встречного потока отрицательных ионов. Известия АН СССР Энергетика и транспорт. 1978. №1. с.96-102.

1980-Андреанов Р.Л. Богданова Н.Б. Певчев Б.Г. Факельный разряд в некоторых технологических процессах /Известия АН СССР Энергетика и транспорт. 1980. №4. с.102-108.

Москва, ФИАН им. П.Н. Лебедева.

Кравцов Александр Евгеньевич Опытное производство при Институте физики УкрССР

Резников Михаил Абрамович

Пермяков Виталий Вадимович

Пипа Виктор Иосифович Институт полупроводников АН УССР, Киев, Украина.

Фок М.В. ФИАН, Москва.

Применение метода электротопографического контроля для контроля качества тонких диэлектрических слоев в планарной технологии полупроводниковых приборов.

1970-Кравцов А.Е. Резников М.А. и позднее Фок М.В. (ФИАН, Москва) стали изучать механизм образования скрытого изображения в галоидо-серебряных фотоэмульсионных слоях под действием электрического поля высокой напряженности.

Вводится понятие **электротопографический эффект**, это возникновение на фотоэмульсии центров скрытого изображения под действием электрического поля.

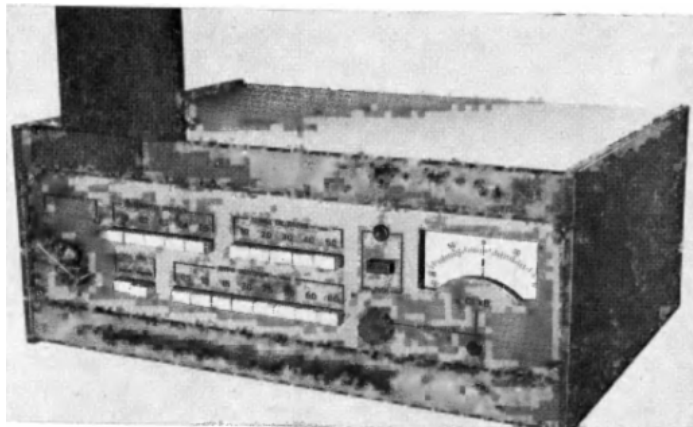


Рис. 13-2-2. Прибор ЭТ-3 для электротопографического контроля.

1972-Кравцов А.Е., Резников М.А. Способ контроля дефектов слоев материалов. Патент **360599**. 1972.+ Образец накладывается на исследуемой поверхностью на эмульсионный слой фотопластины, помещают между электродами и прикладывают напряжение.

1972-Галашин Е.А. Фок М.В. Термодинамическая теория фотографического процесса. IV. О детальном механизме образования скрытого изображения. Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. 1972. т.17. Вып.5. с.359-366.

1994-Резников М.А. (Товарищество с ограниченной ответственностью «Инженерная фирма» Украина) Способ диагностики состояния организма. Патент **94012892**. 1996.+ Способ диагностики состояния организма человека с помощью эффекта Кирлиан заключается в поочередной регистрации разрядных стримеров кончиков пальцев человека и оценке величины стримеров. В качестве регистрирующего материала используется термопластический полимер, а оценку величины и количества стримеров производят в точках классической акупунктуры.

1974-Кравцов А.Е. Пипа В.И. Резников М.А. Фок М.В. Электротопографический эффект в фотоэмульсиях. Методы визуализации изображений. М. Наука. 1974. с.13-65.

1976-Кравцов А.Е. Пипа В.А. Резников М.А. Фок М.В. Влияние электрического поля на коалесценцию атомов серебра на поверхности кристалла /Диспергированные металлические пленки: Сб. науч. трудов II Всесоюзн. конф: 1. Киев. 1976. с.31-38.

1977-Кравцов А.Е. Пипа В.И. Резников М.А. Фок М.В. О механизме регистрации неоднородностей поверхностей материалов на фотоэмульсионных слоях электротопографическим способом. Электронная Техника. 1977. Сер.8, Вып.5 (58). с.80-88.

1977-Кравцов А.Е. Пипа В.И. Резников М.А. Фок М.В. О природе электрочувствительности фотографических эмульсионных слоев. Журнал научной и прикладной фото-и кинематографии. 1977. т.22, №3. с.186-195.

1978-Кравцов А.Е. Пермяков В.В. Резников М.А. Способ контроля дефектов. Патент **763767**. 1980.+

1979-Фок М.В. Предельные свойства фотографической регистрирующих сред. Конф. Черноголовка. 199. с.41.

1979-Кравцов А.Е. /Предельные свойства фотографических регистрирующих сред: Всес. конф. Черноголовка, 1979. с.45.

1979-Резников М.А. /Предельные свойства фотографических регистрирующих сред: Всес. конф. Черноголовка, 1979. с.43.

1980-Резников М.А. Пермяков В.В. Федорова Л.Н. Электротопографическая чувствительность термопластического слоя. Конф. Вильнюс 1980. с.146-148.

1981-Резников М.А. Локальная пересенсибилизация фотоэмульсионного слоя в электрическом поле /Процессы усиления в фотографических системах регистрации информации: Всес. конф. 28-30.09.1981. Минск: БГУ, 1981. с.109-111.

1981-Фок М.В. Общие вопросы визуализации изображений. Труды ФИАН. 1981. №129. с.3-12.+

1981-Кравцов А.Е. Резников М.А. Фок М.В. К вопросу о действии электрического поля на фотографические слои. Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. 1981. т.26. вып.1. с.68-70.

1981-Кравцов А.Е. Пипа В.А. Резников М.А. Фок М.В. Электротопографический эффект в фотоэмульсиях и его применения. Труды ФИАН. 1981. №129. с.13-65.+

1981-Резников М.А. Физическая природа электротопографического эффекта в фотографических эмульсиях. Диссертация кандидата физико-математических наук. Киев. 1981.

1990-Пипа В.И. Теория нелокальных оптических и концентрационных эффектов, связанных с переносом энергии электронного возбуждения, излучения и частиц в полупроводниковых системах. **Диссертация** доктора физико-математических наук. Киев. 1990.

Санкт-Петербург, Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе

Агаронов Борис Сергеевич,

Зейналлы Азер Ханафиевич,

Лебедева Нелли Николаевна,

Парицкий Лев Григорьевич (Георгиевич),

Сресели Ольга Михайловна

Касымов Шавкат Сулейманович

1973-Касымов Ш.С. Парицкий Л.Г. Устройство для получения изображений. Патент **479071**.

1975.+ В качестве фиксирующей среды применяется ядерная фотоэмульсия на полупрозрачной гибкой основе. Для регистрации используется растровая металловолоконная структура.

1973-Касымов Ш.С. Парицкий Л.Г. Устройство для получения изображений. Патент **610053**. 1978.

1974-Касымов Ш.С. Парицкий Л.Г. Рывкин С.М. Исследование ионизированного преобразователя изображений. Л. 1974. Депонировано в ВИНТИ. 12.09.74. №2693-74. 29с.

1975-Астров Ю.П. Касымов Ш.С. Парицкий Л.Г. Исследование полупроводниковых фотографических систем ионизационного типа. Л. 1975. Депонировано в ВИНТИ 03.04.75. №1031-75. 47с.

1975-Астров Ю.П. Касымов Ш.С. Парицкий Л.Г. Рывкин С.М. Исследование характеристик полупроводникового ионизационного преобразователя изображений и ионизационной фотографической системы. Л. 1975. Депонировано в ВИНТИ 03.04.75. №1032-75. 35с.

1975-Астров Ю.А. Лебедев А.А. Мамадалимов А.Т. и др. Полупроводниковый преобразователь на основе кремния, компенсированного цинком. Л. 1975. Депонировано в ВИНТИ. 04.03.75. №1103-75.

1975-Астров Ю.П. Касымов Ш.С. и др. Полупроводниковая фотографическая система и преобразователь изображений ионизационного типа на основе компенсированного кремния. Л. 1975. Депонировано в ВИНТИ. 04.03.75. №2463-75. 27с.

1977-Агаронов Б.С., Зейналлы А.Х., Лебедева Н.Н., Парицкий Л.Г., Сресели О.М. Устройство для получения изображений. Патент **635451**. 1978.+ Осуществляется преобразование плотности светового потока на поверхности полупроводника в распределение плотности электрического тока, протекающего через устройство.

1981-Астров Ю.А. Лебедев А.А. Мамадалимов А.Т. Парицкий Л.Г. Устройство для получения изображений. Патент **755019**. 1981.

1994-**Лебедева Н.Н.**, Саламов Б.Г., Орбух В.И., Нагиев В.М. Газоразрядный визуализатор неоднородностей высокоомных полупроводников /Приборы и техника эксперимента. 1994. №5. с.166-170.

Санкт-Петербург, ЦКБ машиностроения.

1975-Горяев Михаил Александрович, Пименов Юрий Дмитриевич. (п/я Р-6681) Способ визуализации электрического поля произвольной конфигурации. Патент **573792**. 1977.+ Используется пластина из гидрида алюминия. Предварительно облучается светом с длиной волны 400 нм. Затем подвергается воздействию поля. Проявление записи поля осуществляется путем прогрева при температуре 140 градусов.

1999-Гаряев М.А. Сенсibilизация фототермографических материалов. Диссертация доктора технических наук. СПб. 1999. 247с.

1982-Иванова Е.И. Колин В.В. Новогрудский Б.В. Разработка фотографического полупроводникового процесса на полуизолирующих кристаллах. Л. 1973. Депонировано в ВИНТИ. 26.09.73. №5706-73. 44с.

Электронисковые маркеры.

Электронисковый маркер (электромаркер, электрокарандаш, электрограф) предназначен для выполнения надписей (маркировки) искровым методом на гладких металлических поверхностях.

Ширина следа маркера 0,1-1мм. В качестве наконечника используется пружинная проволока диаметром 1мм. Напряжение между электродами 29в.



Рис. 13-2-3. Электронисковый маркер EVZ 021. Трехступенчатая регулировка мощности искры. Сменный вольфрамовый электрод.



Рис. 13-2-4. Электрокарандаш модель VCM-150N фирмы CEMark (Чехия). Сменный вольфрамовый электрод диаметром 1,0 и 1,2 мм. Четырехступенчатая регулировка мощности искры.



Рис. 13-2-5. Электромаркер ARKOGRAF модель A50/6, фирмы ARGLO AG (Швейцария). Количество регулировок мощности-6, рабочая мощность 50Вт, рабочее напряжение 2,4-6,5в.

13.3 Электролюминесценция.

Электролюминесценция это люминесценция, возбуждаемая электрическим полем. Некоторые считают, что метод Кирлиан является разновидностью электролюминесценции. Наблюдается в веществах-полупроводниках и кристаллофосфорах, атомы (или молекулы) которых переходят в возбуждённое состояние под воздействием пропущенного электрического тока или приложенного электрического поля. Материалы, обладающие свойством электролюминесценции, как правило, обладают и свойством фотолюминесценции.

Уменьшение длительности фронта возбуждающего импульса приводит к увеличению яркости свечения.

Если на люминофор подается постоянное напряжение, то вспышка света происходит только в момент подачи напряжения, и другая вспышка в момент снятия напряжения.

Примеры тонкопленочных электролюминесцентных материалов:

- Порошкообразный сульфид цинка, активированный медью или серебром (сине-зеленое свечение);
- Сульфид цинка, активированный марганцем (желто-оранжевое свечение),
- Полупроводники III-V InP, GaAs, GaN.

Яркость электролюминесценции монотонно возрастает с частотой и величиной возбуждающего напряжения.

Принято разделять все явления электролюминесценции на два класса: относящиеся к эффекту Лосева и относящиеся к эффекту Дестрио. В первом случае кристаллы электролюминофора непосредственно соприкасаются с электродами, и таким образом носители заряда могут непосредственно проникать в кристаллы. Впервые такого рода свечение твердых веществ в электрическом поле наблюдал в 1923 г. Лосев на карбиде кремния, который использовался в качестве кристаллического детектора, причем люминесценция наблюдалась всегда непосредственно, вблизи контактов. Второй вид электролюминесценции, электролюминесценцию порошкообразных фосфоров наблюдал впервые в 1936 г. Дестрио.

1890-Гершун А. Л., Электролюминесценция /Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: В 86 томах (82т. и 4 доп.). СПб., 1890-1907.

1960-Богатов Г.Б. Электролюминесценция и возможности ее применения. Госэнергоиздат. 1960. 49с.+

1960-Пайпер В. Вильямс Ф. Электролюминесценция. УФН. 1960. т.70. №4. с.621-677.+

1968-Деркач В.П. Корсунский В.М. Электролюминесцентные устройства. Киев. Наукова Думка. 1968. 139с.

1974-Казанкин О.Н. Лямичев И.Я. и др. Прикладная электролюминесценция. М. Сов. Радио. 1974. 416с.

1981-Абдуллаев Г.М.Б., Эфендиев Э.Г., Джагунов Р.Г., Якубов Р.А. Электролюминесцентная ячейка. Патент 797657. 1981.

1982-Абдуллаев Г.М.Б., Эфендиев Э.Г., Шафизаде Р.Б., Касумов А.М. Электролюминесцентная ячейка. Патент 942684. 1982.

2001-Корнышев Н.П. Алгоритм автоматической нормировки телевизионной системы с источником возбуждения электролюминесценции (газоразрядного свечения): 9-я конференция «Современное телевидение», М, МКБ «Электрон». 2001.

2007-Бойченко, А.П., Прокопенко, А.В., Яковенко, Н.А. Электролюминесценция полимерных ионообменных мембран в набухшем состоянии /Журнал физической химии. 2007. Т.81, № 11. с.2093-2095.

2011-Игнатъев Н.К. Электролюминесцентное исследование. Новосибирск. 2011. 76с.++

13.4 Электрорентгенография.

Электрорентгенография (рентгеновская электрофотография, ксерорентгенография, ксерорадиография) состоит в формировании с помощью рентгеновских лучей скрытого электростатического изображения на поверхности фотополупроводника с последующим изготовлением видимого изображения. В 60-х годах электрорентгенография стала применяться в промышленности США, Англии, Японии, Австралии как метод неразрушающего контроля изделий машиностроения, урановых блоков и пр.

Важной областью применения электрофотографии стала электрорентгенография, работы в области которой начались в самый первый период развития нового репродукционного процесса. Роланд Майкл Шефферт, Роберт Чарлз Макмастер и Уильям Эллис Биксби, проводя экспериментальные исследования с электрофотослоями в Бэттеллевском институте, открыли в 1950 г., что рентгеновские лучи способны нейтрализовать электрические заряды сенсibilизированного слоя. Эта идея и пути ее практического осуществления стали предметом американского патента № 2666144, английского патента № 721944 и швейцарского патента № 300623, выданных в 1954-1955 гг.

Schaffert P.M., McMaster R.C., Bixby W.E. Battelle Development Corporation. Xeroradiography. American Patent №2666144. Schaffert R.M., McMaster R.C., Bixby W.E. Improvements in radiography. British Patent №791944.

Первая публикация в технической печати, посвященная электрорентгенографии, или, как ее называли в США, ксерорадиографии, появилась в 1950 г.
1950-McMaster R.C., Schaffert R.M. Xeroradiography-a basic development in X-ray non-destructive testing /Non-Destructive Testing. 1950. Summer. p.II.

Было установлено, что чувствительность ксерографических пластин превосходит чувствительность рентгеновской пленки. Это позволило снизить время экспонирования, что имело большое значение в области медицинской рентгенографии. Повысить чувствительность позволило применение мышьяково-трисульфидного подслоя для фотополупроводниковых слоев, предложенное Р.М. Шеффертом и Дж.Ф. Хансеном (Американский патент №72901349, выданный в 1959 г.). Электрорентгенография обеспечивала получение более контрастных и четких изображений, чем это позволял обычный метод.

Одним из вариантов электрорентгенографии стала ионография, разработанная в 1955-1956 Е.Л. Крискуоло и Д.Т. О'Коннором.
1956-Criscuolo E.L., O'Konnor D.T. American Patent №2900515. См. также: Criscuolo E.L., O'Konnor D.T. Ionography. A new process of radiographic imaging /Non-Destructive Testing. 1956. V.14. No.2. p.28-30.

В 1962 г. в нашей стране Институтом электрографии были разработаны и изготовлены для применения в промышленности электрорентгенографический аппарат ЭРГА-С и селеновые пластины. В 1963 г. с использованием этой аппаратуры начались экспериментальные, а с 1964 и клинические медицинские исследования. Положительные результаты применения промышленной установки послужили основанием для разработки специального медицинского электрорентгенографического оборудования, которая была осуществлена совместными усилиями инженеров и врачей.

В 1965 г. был создан медицинский электрорентгенографический аппарат ЭРГА-М, а в 1968 г. портативный аппарат ЭРГА-МП. Серийное изготовление селеновых пластин СЭРП-100 (в 1968 г.), а затем и СЭРП-150, фоточувствительность которых позволяет производить снимки при режимах, принятых для рентгеновских пленок с усиливающими экранами, сделало возможным широкое клиническое применение электрорентгенографии.

Обычный для электрофотографии фотополупроводниковый слой в этом процессе не участвовал. Скрытое изображение формировалось на поверхности диэлектрической пластины с

проводящей подложкой. Диэлектрический слой предварительно подвергали электризации. Между рентгенографируемым объектом и пластиной помещали проволоочный растр, соединенный проводом с заземленной проводящей подложкой пластины. Подложка и растр при этом образовывали некоторое подобие ионизационной камеры. Способ распространения не получил вследствие низкой чувствительности процесса.

1972-Гольцев В.А. Алексеенко А.А. Способ получения цветных радиографических снимков. Патент 452797. 1975. Используется цветная рентгеновская пленка РЦ-1, предварительно обработанная раствором азотнокислого таллия. Это обеспечивает более высокое качество получаемых изображений.

13.5 История фотографии, история создания различных способов регистрации оптического излучения.

1726 году **А.П. Бестужев-Рюмин** (1693-1766) химик-любитель, впоследствии политический деятель и **Иоганн Генрих Шульце** (1687-1744), физик, профессор Галльского университета в Германии обнаружили, что под влиянием света растворы солей железа меняют цвет. В 1725 году, пытаясь приготовить светящееся вещество, он случайно смешал мел с азотной кислотой, в которой содержалось немного растворённого серебра. Шульце обратил внимание на то, что, когда солнечный свет попадал на белую смесь, то она становилась тёмной, в то время как смесь, защищённая от солнечных лучей, совершенно не изменялась. Затем он провёл несколько экспериментов с буквами и фигурами, которые вырезал из бумаги и накладывал на бутылку с приготовленным раствором, получались фотографические отпечатки на посеребрённом меле. Он взбалтывал раствор в бутылке, и изображение пропадало. Профессор Шульце опубликовал полученные данные в 1727 году, но у него не было и мысли постараться сделать найденные подобным образом изображения постоянными.

1822-Жозеф Нисефор Ньепс (Nicéphore Niépce) (1765-1833), французский исследователь.



Рис. 13-5-1. Нисефор Ньепс.

Первое закреплённое изображение было сделано в 1822 году Ньепсом, но оно не сохранилось до наших дней. Поэтому первой в истории фотографией считается снимок «вид из окна», полученный Ньепсом в 1826 году с помощью камеры-обскуры на **оловянной пластинке, покрытой тонким слоем асфальта**. Экспозиция длилась восемь часов при ярком солнечном свете. Достоинством метода Ньепса было то, что изображение получалось рельефным (после протравливания асфальта), и его легко можно было размножить в любом числе экземпляров.

Ньепс не только создал фотографию в камере-обскуре и изобрел диафрагму для исправления дефектов, которые он наблюдал при открытых линзах. Прежде всего Ньепс был

первым, кто сделал изображение постоянным. Он называл эти изображения, полученные в камере-обскуре, «отражением видимого», чтобы отличать их от его «гравюрных копий». Его «гравюрные копии» были похожи на бутерброд, состоящий из гравюры (он ее делал с помощью масла прозрачной), которую он помещал между светочувствительной пластиной и чистым стеклом; стекло удерживало гравюру в ровном положении, пока все это сооружение выставилось на солнечный свет. Ньепс обрабатывал стеклянную пластину так же, как и металлическую, но с одной существенной разницей: когда битум растворялся лавандовым маслом, пластина промывалась и просушивалась, и на ней оставалось видимое изображение. Странно, что Ньепс, который старался разрешить проблему многоцветных репродукций, не попытался использовать полученное изображение на стекле как негатив, чтобы с него сделать отпечатки на светочувствительной бумаге. Этот принцип-негатив-позитив, от которого берет начало вся современная фотография, был предложен Фоксом Тальботом несколькими годами позже в Англии.

В октябре 1829 года Ньепс написал Дагеру, предлагая ему сотрудничество «с целью усовершенствования гелиографического процесса, чтобы их объединенные достижения могли привести к успеху». Десятилетний контракт о сотрудничестве был подписан 14 декабря 1829 года, в котором, в частности, говорилось: «Г-н Дагер приглашает г-на Ньепса объединиться, чтобы добиться совершенства нового метода, открытого г-ном Ньепсом, для фиксирования изображений природы, не обращаясь к помощи художника». Это была неравноценная сделка, так как в содружестве Ньепс-Дагер новая камера Дагера была еще чем-то неопределенным, неиспробованным, а все, что, собственно, было известно о фотографии, являлось вкладом Ньепса. Но Дагер был жизненно важной половиной этого содружества. Старый и больной Ньепс не очень верил в будущее своих экспериментов, и ему была необходима энергия и самоуверенность Дагера. Кроме того, Ньепс верил в неувядаемый интерес Дагера к фотографии, в его убеждение, что процесс будет усовершенствован и принесет коммерческий успех. Ньепс отослал Дагеру детальное описание своего процесса: информацию о **гелиографии**, полностью объяснявшую подготовку серебряных, медных или стеклянных пластин, сведения о пропорциях различных смесей (именно это и было в то время самым большим секретом), о растворителях для проявления изображения, о промывочных и фиксирующих процессах, а также сообщил об использовании его последних экспериментов в гелиографии-употреблении паров йодида для усиления изображения.



Рис. 13-5-2. Первая фотография «вид из окна» сделанная Н.Непсом в 1826 году на сплаве олова со свинцом.

1833-метод получения фотографии при помощи нитрата серебра опубликовал франко-бразильский изобретатель и художник **Эркуль Флоранс**. Свой метод он не запатентовал и в дальнейшем не претендовал на первенство.

1839-француз Луи-Жак-Манде Дагер (Jacques Daguerre) (1787-1851) опубликовал способ получения изображения на **медной пластине**, покрытой серебром.



Рис. 13-5-3. Луи-Жак-Манде Дагер. 1837.

Он не изобрел фотографию, но он сделал ее действующей, сделал ее популярной. В течение 1839 года, его имя и его фотографический процесс стали известны во всех частях света. Пластина **обрабатывалась парами иода, в результате чего покрывалась светочувствительным слоем иодида серебра**. После тридцатиминутного экспонирования Дагер перенёс пластину в тёмную комнату и какое-то время держал её над **парами нагретой ртути**. В качестве закрепителя изображения Дагер использовал поваренную соль. Снимок получился довольно высокого качества-хорошо проработанные детали как в светах, так и в тенях, однако копирование снимка было невозможно. Свой способ получения фотографического изображения Дагер назвал **дагеротипия**.

Именно Дагер был тем человеком, который сделал все, чтобы изобретение Ньепса воплотить в жизнь, и он двигался к цели, изобретая новые пропорции и смеси, новые воздействия на изображения. Основная идея Дагера заключалась в том, чтобы получать изображение с помощью паров ртути. Сначала он проводил опыты с бихлоридом ртути, но изображения получались очень слабые. Затем он усовершенствовал процесс, используя сахар или закись хлора, и, наконец, в 1837 году, после одиннадцати лет опытов, он стал подогревать ртуть, пары которой проявляли изображение. Он превосходно фиксировал изображение, пользуясь сильным раствором обычной соли и горячей водой для смывки частиц серебряного йодида, не подвергшихся воздействию света. Принцип Дагера был оригинален и надежен, и основан, без сомнения, на знаниях, полученных Дагером от Ньепса. Этапы процесса Дагера были следующими:

1. Тонкий лист серебра припаивался к толстому листу меди.
2. Серебряная поверхность полировалась до блеска.
3. Серебряная пластина пропитывалась парами йодида и становилась чувствительной к свету.
4. Подготовленная пластина помещалась в темноте в камеру.
5. Камера устанавливалась на треногу, выносилась на улицу и направлялась на любой предмет, освещенный солнцем.
6. Объектив открывался на время от 15 до 30 минут.
7. Скрытое изображение проявлялось и закреплялось в следующем порядке:

Пластина помещалась в небольшую кабину под углом 45 градусов над контейнером с ртутью, которую спиртовая лампа нагревала до 150 градусов (по Фаренгейту).

За пластиной велось внимательное наблюдение до тех пор, пока изображение не становилось видимым благодаря проникновению частиц ртути на экспонированную часть серебра.

Пластина помещалась в холодную воду, чтобы поверхность стала твердой.

Пластина помещалась в раствор обыкновенной соли (после 1839 года заменена гипосульфитом натрия-фиксирующим элементом, открытым Джоном Гершелем и немедленно взятым для использования Дагером).

Затем пластина тщательно промывалась, чтобы прекратилось действие фиксажа.

Период дагерротипии просуществовал недолго. Изображение на серебряной пластинке стоило дорого, было зеркально обращенным, изготовлялось в одном экземпляре, рассматривать его из-за блеска было крайне затруднительно.

1839-Ипполит Байар продемонстрировал в Париже позитивные отпечатки.

1839-Джон Гершель прочитал в Королевском обществе (Академия наук в Англии) свой доклад об изобретенном им способе фиксирования фотографий с помощью гипосульфита соды. Сэр Джон Гершель не очень успешно, но делал опыты по использованию стекла, а не бумаги или металла, в качестве основы для нанесения светочувствительных солей серебра. Он экспериментировал сначала с крахмалом и желатином, а потом более успешно с яичным белком. В белок яйца он добавлял несколько капель йодида калия и бромида калия, несколько крупинок обычной соли, тщательно все это взбалтывал до пенного состояния, а затем процеживал через миткаль. Этот раствор йодированного яичного белка он наносил на стекло, и когда раствор просыхал, он погружал эту стеклянную пластину в нитрат серебра, и она становилась светочувствительной. Пластины можно было вставлять в камеру мокрой или сухой, но сухая пластина требовала большего времени экспозиции, чем дагерротип или калотип.

1839-Уильям Генри Фокс Тальбот (William Henry Fox Talbot) английский изобретатель предложил способ получения негативного фотографического изображения, который назвал **калотипией (calotype, talbotype)**. В качестве носителя изображения Тальбот использовал бумагу, пропитанную хлористым серебром. Эта технология соединяла в себе высокое качество и возможность копирования снимков (позитивы печатались на аналогичной бумаге).

Он много путешествовал и делал зарисовки при помощи камеры-обскуры. К фотографическим опытам Талбот приступил в 1834 году. Первоначально свои работы в этой области он описал в отчете «Об искусстве фотогенного рисования», представленном Королевскому обществу 31 января 1839 года. Талбот применял вначале бумагу, пропитанную раствором нитрата серебра, но, убедившись в медленном действии на нее света, перешел к использованию хлористого серебра. В этих опытах он опирался на работы Веджвуда и Дэви. Позднее Талбот доказал (чего не сумели сделать его предшественники), что раствор хлорида натрия можно применять в качестве фиксирующего вещества.

Узнав в январе 1839 года о докладе Араго, посвященном дагерротипии, Талбот поспешил возобновить прерванные было фотографические работы, и уже 25 января того же года им была организована в Королевском институте выставка фотогенных рисунков, - это были полученные контактным путем теньевые изображения растений (листьев, цветов). В газетах сообщалось, что, кроме того, на выставке представлены и позитивные копии гравюр. По этому поводу в своем отчете Талбот писал: «Если копия защищена от действия солнечного света, то она сама может служить объектом копирования, и при помощи этого второго процесса свет и тени воспроизводятся в их исходном положении». Это и есть ясное изложение негативно-позитивного принципа.

Кроме хлористого серебра Талбот применял также и бромистое, для чего бумагу, пропитанную в растворе нитрата серебра, он очувствлял дополнительным купанием в растворе бромистого калия. Но основным его достижением является процесс калотипии (калос погречески-красиво, хорошо), основанный на применении бумаги, покрытой йодистым серебром, с дополнительной сенсibilизацией галло-нитратом серебра, который служил и для проявления, т.е. усиления едва заметного первоначального изображения после экспонирования. Получаемое при этом негативное изображение печатали контактным путем на хлоро-серебряной бумаге; фиксирование в обоих случаях осуществляли раствором гипосульфита.



Рис. 13-5-4. Уильям Тальбот.

1839-William Yenry Fox Talbot, remarks in "Report of the proceedings of the ninth meeting of the British Association for the Advancement of Science". American Journal of Science. 1839. 37. p.97-100.

1839-Май-июнь. Член Петербургской Академии наук, академик И. Гамель, находясь в Лондоне, познакомился с изобретением В. Тальбота.

1839-23 мая. Ю. Фрицше на заседании Петербургской Академии наук сделал Отчет о гелиографических опытах В. Тальбота по документам, присланным И. Гамелем, и продемонстрировал собранию собственные фотографии листьев растений.

1839-Степанов Н. Описание практического употребления настоящего дагерротипа, изобретенного Дагером. 1839. В России в первые годы развития фотографии она называлась «светописью».

1840-Алексей Греков (1800-1855) русский изобретатель и фотограф занимался изготовлением дагеротипных аппаратов. Весной 1840 года, т.е. спустя всего несколько месяцев со дня объявления об открытии дагеротипии, Греков добился получения более прочного изображения на серебряной пластинке, научившись покрывать ее тонким слоем золота. Он нашел также способ получения дагеротипа не на пластинке накладного серебра, а на пластинках из более доступных металлов-меди и латуни. Вот выдержка из Петербургской "газеты промышленности, хозяйства и реальных наук" "Посредник" (1840, №43. 1841, №26) "В Парижской Академии наук было читано, что г. Греков, занимающийся в Москве резьбою, достиг способа делать неизгладимыми дагеротипные или светописные рисунки". Опытами Грекова заинтересовался оказавшийся в Москве француз Марен Дарбель. Письмо с образцом усовершенствованного дагеротипа он отправил в Париж, во французскую Академию наук.

А.Греков, совершенствуя съемку на металлических пластинках, одновременно занимался фотографированием и способом Фокса Тальбота на светочувствительной бумаге. Уже 25 мая 1840 года он сообщил в "Московских ведомостях", что приготовляет особого рода "чувствительную бумагу для снятия на ней всевозможных кружев или чертежей", и добавил, что "на сей бумаге можно снимать даже и виды в камере-обскуре". Он продемонстрировал свои ландшафты "известнейшим особам". Снимки вызвали одобрение. Тогда же ему удалось получить оттиски с дагеротипов на бумаге. Таким образом, Грекову принадлежит в России первенство применения фотографии в полиграфии.

Его снаряд состоял из трех деревянных ящиков. Первый представлял собой камеру, второй служил для йодирования пластинок, а третий для проявления пластинок ртутными

парами. Камера состояла из двух вдвигающихся один в другой деревянных ящиков: в наружном помещался объектив из двояковыпуклого стекла, а во внутреннем кассета со светочувствительной йодосеребряной пластинкой. Наводка на фокус, т.е. изменение расстояния от объектива до матового стекла, осуществлялось перемещением внутренней коробки.

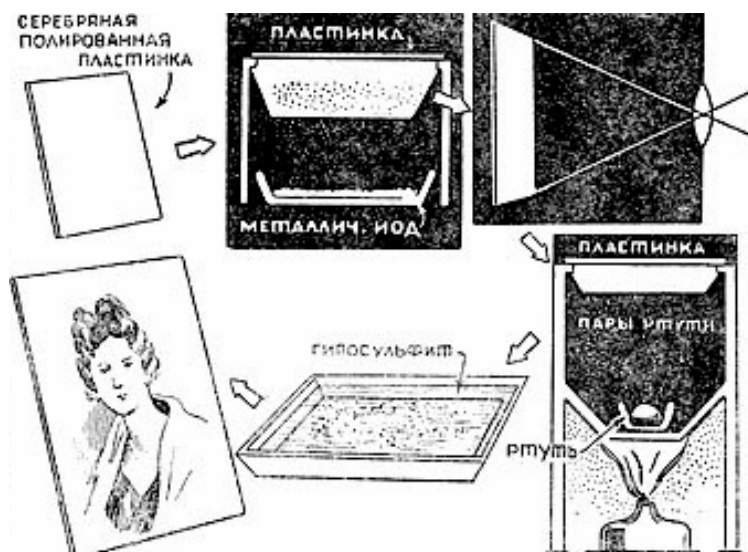


Рис. 13-5-5. Схема дагеротипного способа, из книги Серова А.А. Путь фотоаппарата.

1843-Lerebours N.P. Treatise on photography. Containing the latest discoveries and improvements appertaining to the Daguerreotype. London. 1843. 200 pages.++

1843-Francois Arago. Consideration relative to the chemical action of light. Scientific Memories. 1843. 3. p.558-563.

1848-в конце 40-х годов изобретатель из семьи Ньепсов-Ньепс де Сен-Виктор-заменял в этом способе негативную подложку из бумаги стеклом, покрытым слоем крахмального клейстера или яичного белка. Слой очувствили к свету солями серебра. Ньепс де Сент-Виктор сообщил о своем белковом процессе в Академию наук в Париже в июне 1848 года. Сразу же после опубликования этого процесса были предложены различные модификации и усовершенствования для более быстрого получения светочувствительного белка с тем, чтобы им можно было пользоваться при создании портретов и чертежей, при фотографировании архитектурных объектов и пейзажей.

1851-англичанин Ф. Скотт Арчер изобрел мокрый коллоидный процесс. Он покрыл стекло коллодином. Позитивы стали печатать на альбуминной бумаге. Фотографии можно было размножать. Скотт Арчер, британский скульптор и фотограф, растворял пироксилин, эфир и спирт, чтобы получить коллодий (эта формула уже несколько лет была известна в медицине), а затем перемешивал его с раствором йодида серебра и йодида железа. Этой смесью он покрывал чистую стеклянную пластину, которую затем погружал в раствор дистиллированной воды и нитрата серебра и мокрую экспонировал в камере. Пластины нужно было проявлять, пока коллодий был еще влажным. Новый процесс был гораздо быстрее, чем при использовании яичного белка или какого-либо другого фотографического метода. Он требовал всего двух-трехсекундной экспозиции при прямых солнечных лучах, а получившаяся в результате тональность не шла ни в какое сравнение с результатами любых других существовавших процессов. Трудно представить, какой это был прорыв! Поскольку эфир очень быстро испарялся из коллодия, пластину нужно было проявлять сразу же после экспозиции.

1868-Луи Харон создал анаглиф, который представлял собой метод получения стереоэффекта 3D при просмотре через красные и синие линзы.

1873-Фогель Г. изготовил ортохроматические пластинки.

1874-Ричард Меддокс предложил съемку на сухих бромжелатиновых пластинках. Такое усовершенствование сделало фотографию родственной современной.

1876-Полное руководство по фотографии. СПб, 1876.

1877-Луи Харон изобрел возможность цветной съемки, несмотря на то, что устройство было громоздким, дорогим и совсем не прижилось.

В 1870-х годах **Чарльз Беннет (Charles Bennett)** обнаружил, что когда желатин нагревают в течение нескольких дней, он "созревает", и одним из результатов является невероятно быстрая эмульсия пленки, при этом аппарат фотографирует с точностью до доли секунды.

1877-Лермонтов Владимир Владимирович (1845-1919), заведующий Физической лабораторией, Санкт-Петербургский университет, физико-математический факультет. Поместил в «Журнале Русского физико-химического общества» статьи: «Фотографический процесс» (1877), «О химическом и фотографическом действии света» (1879), где впервые (за 15-20 лет до аналогичных работ зарубежных физико-химиков) высказал догадку, что скрытое фотографическое изображение состоит из центров металлического серебра, которые образуются в объеме микрокристаллов галогенида серебра.

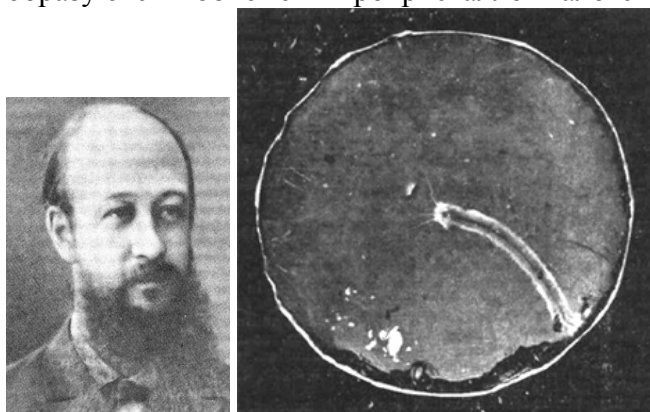


Рис. 13-5-6. Лермонтов В.В. и полученное им изображение.

1877-Лермонтов В.В. «Фотографический процесс» (1877, стр. 307),

1879-Лермонтов В.В. «О химическом и фотографическом действии света» (1879, стр. 331),

1910-Lermontoff W. Electrical Discharge Figures. Nature. 1910. vol.84. issue 2125. p.72.+

1952-Мошковский Ю. Ш. Теория фотографического процесса В.В. Лермантова. Успехи химии. 1952. Вып.3. С.360.

1889-Д.Истмен наладил производство целлулоидных пленок.

1904-появились первые пластинки для цветной фотографии, выпущенные фирмой Люмьер.

Гелиография (гелиотипия) это способ получения фотографических снимков на литографском камне или металлических досках с тем, чтобы затем можно было получить произвольно большое количество оттисков.

До изобретения фотопластинок фотографирование производилось на серебряных пластинках.

1855-Джованни Казелли (Giovanni Caselli) (1815-1891) высказал идею сканирования с помощью иглы изображения, нарисованного токопроводящими чернилами.

Фотографические пластинки.

В фотографических аппаратах ранних моделей для регистрации изображения использовались стеклянные пластины, покрытые тонким слоем светочувствительной эмульсии. В состав светочувствительной эмульсии входит желатин и бромистое серебро. Даже после широкого применения пленочных фотоаппаратов в бытовых целях, фотопластинки по-прежнему использовались для научной фотографии (астрономия, спектроскопия). В настоящее время они используются для специальных видов фотосъемок.

Возможно изготовление светочувствительных эмульсий различного состава. Это позволяет создавать фотопластинки, чувствительные к различным типам излучения. На первом этапе под действием излучения происходит неравномерное по поверхности изменение свойств состава. На втором этапе производится проявление, визуализация произошедших изменений.

Возможны два основных способа проецирования излучения на светочувствительную поверхность:

- помощью оптических систем (объектив),
- pin-hole, через маленькое отверстие, камера обскура,
- контактным способом.

Важным преимуществом фотопластинок является возможность изготовления фотопластинок большого размера (30х40см) и возможность получения изображений контактным способом.

Вторым важнейшим шагом в развитии метода трехцветной фотографии стало открытие в 1873 г. немецким фотохимиком Германом Вильгельмом Фогелем сенсibilизаторов, то есть веществ, способных повышать чувствительность серебряных соединений к лучам различной длины волны. Фогелю удалось получить состав, чувствительный к зелёному участку спектра.

Литература по теории фотографического процесса.

- 1945-Eder J.M. History of photography. New York, 1945. p.268.
- 1949-Миз К. Теория фотографического процесса. М. Л. Издательство технико-теоретической литературы. 1949. 748с.
- 1952-Фотографический метод в ядерной физике. /Под. ред. К.С. Богомолова. Сб. статей. М.: Изд-во иностр. литературы, 1952. с.7-33.
- 1967-Пескова М.З., Мейкляр П.В. Влияние электрического поля на фотографические свойства эмульсионных слоев. Журн. науч. и прикл. фото-и кинематогр. 1967. т.12. №5. с.352-357.
- 1970-Гороховский Ю.Н., Баранов В. Свойства черно-белых фотографических пленок. Сенситометрический справочник. М.: Наука, 1970.
- 1972-Мейкляр П.В. Физические процессы при образовании скрытого фотографического изображения. М.: Наука, 1972. 400с.
- 1973-Миз К. Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л. Химия. 1973. 623с.
- 1973-Лейбзон С.А., Уварова В.М., Барщевский Б.У., Шеберстов В.И., Шпольский М.Р. Зависимость светочувствительности фотопленок от температуры при экспонировании УФ излучением /Ж.научн.и прикл. фотогр. и кинематогр. 1973. Т.18, вып.6. с.469-471.
- 1980-Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Под ред проф. Картужанского. Л. Химия. 1980. 672с.
- 1980-3-я Всесоюзная конф. по бессеребряным и необычным фотографическим процессам. Вильнюс. 1980. 3 Всесоюзная конференция по бессеребряным и необычным фотографическим процессам, май 1980. 224с.

-
- 1980-Болдырев Владимир Вячеславович (Новосибирск, Институт химии твердого тела)
- 1980-Болдырев В.В. Михайлов Ю.И. Топохимические реакции как основа создания новых бессеребряных фотографических материалов // Третья Всесоюз. конф. по бессеребряным и необычным фотопроцессам, Вильнюс, май 1980: Тез. докл.-Вильнюс, 1980.-С.43-44.

1980-Болдырев В.В. Андреев В.М., Михайлов Ю.И. Фототермографический процесс на гидриде алюминия // Третья Всесоюз. конф. по бессеребряным и необычным фотопроцессам, Вильнюс, май 1980: Тез. докл.-Вильнюс, 1980.-С.155-156.

1980-Болдырев В.В. Андреев В.М., Михайлов Ю.И. Фототермографический процесс на солях серебра // Третья Всесоюз. конф. по бессеребряным и необычным фотопроцессам, Вильнюс, май 1980: Тез. докл. Вильнюс, 1980. С.16-18.

1981-Давыдкин И.М., Ломаченкова Т.А. Разрешающая способность и частотно-контрастные характеристики фотографических материалов в УФ области спектра. Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1981. т.26, вып.1. с.58-60.

1983-Картужанский А.Л., Адмони Л.В. Химия и физика фотографических процессов. Л. Химия, 1983. 137с.

1988-Рагойша Г.А. Фотографическая регистрация информации: Химические аспекты. Минск. БГУ. 1988. 127с.

1988-Гурлев Д.С. Справочник по фотографии (фотосъемка). Киев: Техника, 1989. 319с. (Светотехника и материалы), 1986. 368с. (Обработка фотоматериалов), 1988. 335с.

1990-Журба Ю.И. Краткий справочник по фотографическим процессам и материалам. М.: Искусство, 1990. 352с.

1991-M. Susan Barger, William B. White. The Daguerreotype: Nineteenth-Century Technology and Modern Science. 1991. 246 pages.

<http://www.fototeni.ru/personalii.php>

13.6 Регистрация разрядов при дефектоскопии.

Метод газоразрядной визуализации очень эффективен для выявления скрытых, подповерхностных дефектов. Хорошо выявляются дефекты на поверхности изделий под слоем краски. Хорошо выявляются микротрещины на поверхности изделий. Метод Кирлиан используется для дефектоскопии композиционных диэлектриков.

Дефектоскопы, основанные на газоразрядном методе относятся к классу-дефектоскопы искровые.

Течеискатели.

1954-Самойликов К. Искровой течеискатель /Радио. 1954. № 1. с.45.

1963-Назаров С.Т. Метод потокового контроля пластмассовых объектов. Заводская лаборатория. 1963. №1. С.36-38.

1975-Силиньш Ю.А. Искровой течеискатель /Приборы и техника эксперимента. 1975. № 5. с.242-243.

1967-Дружкин Л.А. Тимофеев В.М. Высокочастотных потоковый детектор. Труды института горного дела. Москва. 1976. 38с.

1969-**Носиков С.В.** Синица С.П. Пресс Ф.П. Электролитический способ контроля дефектов диэлектрических слоев. Патент **324570**. 1972.+

1971-**Носиков С.В.** Пресс Ф.П. Электрографический метод исследования слоев двуокиси и нитрида кремния. Электронная промышленность. 1971. №1. с.69-73.

1971-Демков Е.С. Михайлусь Н.Г. Виценко В.И. Ефременко И.П. Электроискровой дефектоскоп. Патент **426181**. 1974. Изобретение относится к средствам дефектоскопии материалов и изделий и может быть использовано для контроля качества диэлектрических покрытий на металлических подложках композиционных материалов и т.п. Электроискровой дефектоскоп, содержащий высоковольтный трансформатор с обмотками низкого 2 и высокого 6 напряжения, щуп 8, подключённый к обмотке высокого напряжения, бесконтактный пороговый ключ 3, через который обмотка низкого напряжения связана с источником питания 1 и индикатор электроискрового пробоя 7, включённый в цепь заземлённого вывода обмотки высокого напряжения, отличающийся тем, что, с целью повышения надёжности конструкции, экономичности питания и уменьшения габаритов и веса дефектоскопа, источник питания обмотки низкого напряжения выполнен в виде двухполупериодного преобразователя промышленного переменного тока в пульсирующий и последовательно соединённой с его входом балластной ёмкости, бесконтактный пороговый ключ выполнен в виде последовательно соединённых тиристора 4 и RC-двухполюсника 5 с регулируемым резистором, подвижный электрод которого соединён с управляющим электродом тиристора, а в качестве индикатора электроискрового пробоя применён стрелочный прибор постоянного тока.

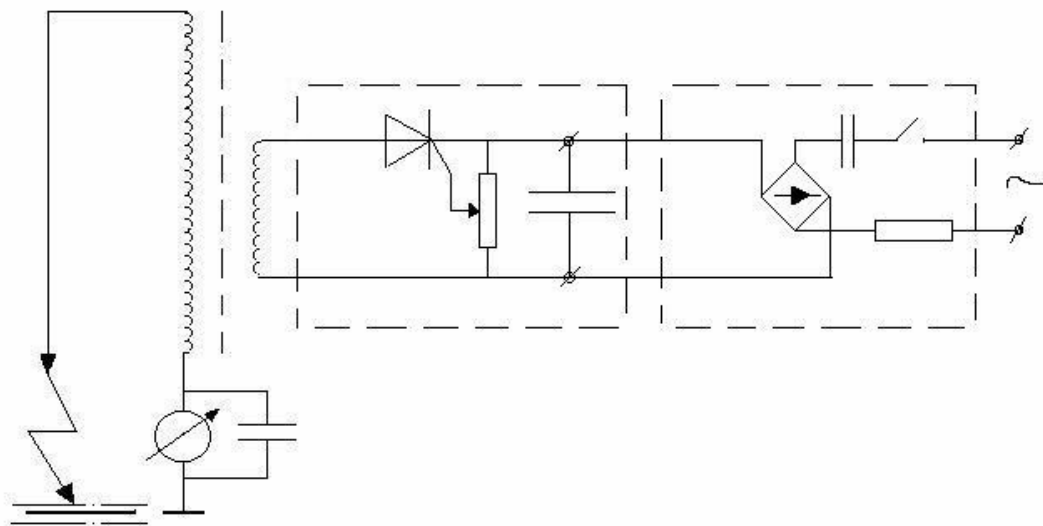


Рис. 13-6-1. Схема устройства.

1972-Кирлиан С.Д., Адаменко В.Г., Кирлиан В.Х. Шевкунов К.Ф. Способ контроля физического состояния металла. Патент **336586**. 1972.+

1973-Станкевич А. Мхайленко В. Назаренко Н. Искровой дефектоскоп. Радио. 1973. №1. с.25.

1974-Гуцко Ю.П. Фазовая рельефография / Ю.П. Гуцко. М.: Энергия, 1974. 137 с.

1974-Вайнштейн А.Б. Власова Г.В. Королева Г.И. Кочегаров В.М. Кутовая Н.В. Коломина Т.А. Исследование непрерывности тонких диэлектрических пленок электрографическим методом. Электроника и инженерия. Сер. 3. Микроэлектроника в России. 1974. №2(50). С.57-61.

1976-Минск, Отдел физики неразрушающего контроля АН БССР.

Кравцов Александр Давидович,

Перепелкин Евгений Николаевич,

Петровский Анатолий Казимирович.

1976-Кравцов А.Д. Перепелкин Е.Н. Петровский А.К. Устройство для фотографирования объектов. Патент **581450**. 1977.+ Устройство для фотографирования объектов, содержащее установленный с возможностью перемещения вдоль объекта корпус с окном, приёмной и подающей катушками и металлической обкладкой разрядного конденсатора, соединённого с генератором тока высокой частоты, лентопротяжный механизм и светонепроницаемую прокладку, отличающееся тем, что, с целью повышения производительности труда путём непрерывности фотографирования, в нём лентопротяжный механизм выполнен в виде попарно установленных на каждой оси колёс, у которых на оси ведущих колёс размещена обкладка разрядного конденсатора, выполненная в виде покрытого слоем диэлектрика ролика, а оси ведущих колёс и приёмной катушки связаны механической передачей.

1977-Кравцов А.Д. Перепелкин Е.Н. Устройство для фотографирования объектов в электрическом поле токов высокой частоты. Патент **617762**. 1978.+

Институт прикладной физики НАН Белоруссии. Минск.

Кожаринов Валерий Владимирович.

Домород Н.Е.

Довгялло Анатолий Григорьевич с.н.с. лаборатория вычислительной диагностики.

Перепелкин Евгений Николаевич,

Дежкунова С.В.

Чернетченко Ирина Владимировна,

Любый Владимир Яковлевич,

Зацепин Николай Николаевич.

В конце 70-х Госкомитет Совета Министров СССР по Науке и Технике на основании проведенного глубокого анализа состояния развития исследовательской работы в СССР и за рубежом по проблеме метода Кирлиан поручил АН БССР рассмотреть вопрос целесообразности более глубоких теоретических и экспериментальных исследований физического и биофизического механизмов эффекта Кирлиан в институтах АН БССР. Комплексная программа исследований, состоящая из двух разделов: медико-биофизического и физико-технического была отправлена для утверждения в ГКНТ. К сожалению, из-за недостаточной убедительности и обоснованности первая часть программы не была одобрена. Предпочтение было отдано прикладным исследованиям, выделены средства и определена задача Отделу физики неразрушающего контроля АН БССР (далее Институт прикладной физики АН БССР) разработать и исследовать электронно-эмиссионный неразрушающий метод экспресс-диагностики качества материалов и разработать макет прибора для выявления поверхностных трещин в металлических изделиях сложной формы. Задание было успешно выполнено под руководством А.Г.Довгялло, макет прибора был испытан на заводах Министерства гражданской авиации, выданы рекомендации на создание образцов прибора ДЭРВЧ для целей дефектоскопии.

1977-Кожаринов В.В., Перепелкин Е.Н., Довгялло А.Г. Устройство для визуализации магнитного рельефа на поверхности объекта. Патент **634185**. 1978.+

1979-Довгялло А.Г., Дежкунова С.В., Кокаринов В.В., Любый В.Я. Перепелкин Е.Н., Щукин Б.М., Шрамков Н.П. Бура З.Н. (Отдел физики неразрушающего контроля АНБССР и Минский авиаремонтный завод гражданской авиации) Способ дефектометрии объектов в электрическом высокочастотном поле. Патент **845074**. 1981.

1980-Перепелкин Е.Н. Кожаринов В.В. Устройство для визуализации магнитного рельефа на поверхности объекта. Патент **783682**. 1980.+

1978-Кожаринов В.В., Перепелкин Е.Н., Довгялло А.Г. Устройство для визуализации магнитного рельефа на поверхности объекта. Патент **787979**. 1980.+

1980-Кожаринов В.В. Перепелкин Е.Н. Довгялло А.Г. Чернетченко И.В. Любых В.Я. Устройство для фотографирования объектов в токах высокой частоты. Патент **900242**. 1982.+

1980-Зацепин Н.Н. Кожаринов В.В. Способ дефектометрии в высокочастотном электрическом поле. Патент **960614**. 1982.+

1981-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н. К вопросу о возможности неразрушающего контроля методом визуализации низкоэнергетического излучения /Использование современных физических методов в неразрушающих исследованиях и контроле. Всес. конф. по прикл. Физике. Хабаровск, 1981. Ч. 3. с.18-19.

1981-Довгялло А.Г. и др. /Неразрушающие методы и средства контроля. IX Всес. научно-техн. конф. Минск, 1981. Секция Д. с.154-157.

1981-Довгялло А.Г. Дежкунова С.В. Щукин Б.М. Филиппов А.И. Устройство для фотографирования в токах высокой частоты. Патент **964564**. 1982.

1982-Кожаринов В.В., Домород Н.Е. Анализ закономерностей распределения напряженности электрического поля при неразрушающем контроле изделий электроразрядным методом визуализации. Минск, 1982. 18с. Институт прикладной физики АН БССР. Деп. в ВИНТИ 29 июня 1982. № 3550-82.

1982-Кожаринов В.В. Анализ основных процессов, происходящих в воздушном зазоре при неразрушающем контроле изделий электроразрядным методом визуализации. Минск, 1982. 14с. Институт прикладной физики АН БССР. Деп. в ВИНТИ 29 июня 1982. № 3549-82.

1982-Кожаринов В.В. Распределение потенциала между заряженным шаром и многослойной диэлектрической средой с металлической подложкой. Минск, 1982. 19с. Институт прикладной физики АН БССР. Деп. в ВИНТИ 29 июня 1982. № 3540-82.

1982-Кожаринов В.В. Исследование электроразрядного метода визуализации и разработка средств неразрушающего контроля материалов и изделий. Диссертация кандидата технических наук. Минск. 1982. 222с.

1983-Кожаринов В.В., Домород Н.Е. А.с.1003005 СССР. Устройство для визуализации электрических неоднородностей плоских объектов электрическим полем. Открытия. Изобретения. 1983. №9.с.200.

1981-Кожаринов В.В. Способ получения изображений электрических неоднородностей плоских объектов. Патент **1059538**. 1983.+

1983-Дежкунова С.В., Довгялло А.Г. Визуализация усталостных дефектов электроразрядным высокочастотным методом П Дефектоскопия. 1983. №2. с.46-50.

1983-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н. Распределение электрического поля у поверхности электрода с модельным дефектом. Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук. 1983. № 4. с.104-109.

1983-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н. Экспериментальное исследование модельных дефектов в электромагнитных полях высокой напряженности /Дефектоскопия. 1983. № 11. с.7-10.

1984-Зацепин Н.Н., Домород Н.Е., Кожаринов В.В. А.с.1080113 СССР. Устройство для высокочастотного фотографирования электрических неоднородностей объектов /Открытия. Изобретения. 1984. №10.с.167.

1984-Дубина А.В., Домород Н.Е., Кожаринов В.В. А.с.1096602 СССР. МКИ G03G 17/00. Устройство для высокочастотного фотографирования электрических неоднородностей объектов с гладкой поверхностью /Открытия. Изобретения. 1984. №21.с.145.

1984-Гинзбург Е.Л., Домород Н.Е., Кожаринов В.В. и др. А.с.1103071 СССР. Устройство для обнаружения дефектов на внутренней поверхности осесимметричных отверстий и труб /Открытия. Изобретения. 1984. №26.

1984-Гинзбург Е.Л., Домород Н.Е., Кожаринов В.В. и др. А.с.1120159 СССР. Способ измерения шероховатости электропроводящих изделий /Открытия. Изобретения. 1984. №39.

1984-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н., Домород Н.Е. Формирование электроразрядных изображений поверхностных дефектов. Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук. 1984. № 1. с.89-92.

1984-Кожаринов В.В. Приближенный метод расчета электростатических полей. Минск, 1984. 12с. Рукопись предст. Редколл. ж-ла «Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук». Деп. в ВИНТИ 2 июля 1984. № 5067-84.

1984-Домород Н.Е., Кожаринов В.В. Применение метода изображений для расчета электростатических полей в присутствии двухслойного диэлектрика. Минск, 1984. 13с. Рукопись предст. Редколл. журналала «Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук». Деп. в ВИНТИ 2 июля 1984. № 5071-84.

1985-Домород Н.Е. Кожаринов В.В. Устройство для фотографирования в электромагнитных полях высокой напряженности. Патент **1324005**. 1987.

1985-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н., Домород Н.Е. Применение роликовых электродов в неразрушающем контроле изделий электроразрядным методом визуализации /Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук. 1985. № 3. с.92-96.

1985-Дежкунова С.В. Довгялло А.Г. Сырец О.Ф. Рогач Л.П. Электроразрядный неразрушающий метод контроля и бессеребряные термопроявляемые фотоматериалы для регистрации полей дефектов. Конф. Рига. 1985. с.64-65.

1985-Кожаринов В.В., Зацепин Н.Н., Домород Н.Е. Некоторые особенности получения изображений поверхностных дефектов электроразрядным методом визуализации /Дефектоскопия. 1985. № 3. с.86-87.

1986-Кожаринов В.В. Зацепин Н.Н. Домород Н.Е. Электроразрядный метод визуализации. Минск. Наука и техника. 1986. 134с.

1986-Дежкунова С.В., Сыроев О.Ф., Довгялло А.Г., Рогач Л.П. Несеребряные фотоматериалы для электроразрядного метода выявления поверхностных дефектов /Дефектоскопия. 1986. №4. с.53-57.

1986-Домород Н.Е., Кожаринов В.В. /Весці АН БССР. Сер. Фіз. тэхн. н. 1986. № 1. с.87-91.

1987-Домород Н.Е. Кожаринов В.В. Храповицкий В.П. и др. О влиянии влажности окружающей среды на характер электроразрядных процессов в коротких воздушных промежутках /Журн. технич. физики. 1987. т.57. Вып.2. с.264-267.

1987-А.с.**1324005** СССР. МКИ G03B 41/00. Устройство для фотографирования в электромагнитных полях высокого напряжения /Н.Е. Домород /Открытия. Изобретения. 1987. №26.

Институт общей и неорганической химии АН БССР,

Институт прикладной физики АН БССР

1987-Савастенко Г.Н., Лазарева Т.Г., Довгялло А.Г. Ермоленко И.Н. Способ дефектоскопии металлической поверхности в высокочастотном электрическом поле. Патент **1462229**. 1989.

1988-Савастенко Г.Н., Лазарева Т.Г., Ермоленко И.Н. Довгялло А.Г. Способ дефектоскопии металлической поверхности в высокочастотном электрическом поле. Патент **1550388**. 1990.

Цель изобретения в увеличение контраста изображения дефектов на металлической поверхности. Для этого на исследуемую металлическую поверхность, к которой подключают высокочастотное электрическое поле, помещают полимерную пленку, состоящую из смеси диацетата целлюлозы, ацетосукцината целлюлозы и дисперсного красителя.

1988-Дежкунова С.В., Зацепин Н.Н., Сырец О.Ф. Структура искровых каналов при разряде в узких промежутках. /Вестник АН БССР. 1988. №3. с.87-89.

1990-Кожаринов В.В. Электроразрядный метод визуализации и диагностики газоразрядных процессов высокого давления /Изв. АН БССР. Сер. физ. техн. наук. 1990. № 4. с.91-95.

1993-Барташевич Р.А., Жиженко Г.А., Кожаринов В.В. Тонкопленочные регистрирующие покрытия для электроразрядного метода визуализации /Дефектоскопия. 1993. №7. с.76-78.

Институт физико-органической химии НАН Беларуси

Жиженко Г.А., Кудрявцева М.А.

1997-Жижейко Г.А. Агабеков В.Е. Михайловский Ю.К. Котов Е.В. Роль различных составляющих коронного разряда в процессе визуализации на термовакуумно-напыленных слоях органических красителей. Весці акадэміі навук беларусі. серыя хімічных навук. 1997. №3. с.53-60.

2001-Довгялло А.Г., Жиженко Г.А., Кудрявцева М.А. О применении органических тонкопленочных регистрирующих сред для решения задач электроразрядной диагностики. Дефектоскопия, 2001, №8, с.83-88. Для получения электроразрядных изображений полей дефектов предложен новый класс тонкопленочных органических недорогих систем, отличающихся нечувствительностью к видимому свету, высокими чувствительностью и разрешением, отсутствием операций проявления и закрепления изображений. Приведен ряд конкретных примеров использования тонкопленочных слоев и композиций на их основе для регистрации электроразрядных изображений.

Институт прикладной физики НАН Беларуси.

Дежкунова Светлана Васильевна,

Дежкунов Николай Васильевич

Кузавко Юрий Алексеевич.

1983-Дежкунова С.В. Довгялло А.Г. Визуализация усталостных дефектов электроразрядным высокочастотным методом. Дефектоскопия. 1983. №2. с.46-50.

1985-Дежкунова С.В. Довгялло А.Г. Сырец О.Ф. Рогач Л.П. Электроразрядный неразрушающий метод контроля и безсеребряные термопроявляемые фотоматериалы для регистрации полей дефектов /Неразрушающие методы контроля в народном хозяйстве /Конф. Рига. 1985. с.64-65.

1986-Дежкунова С.В. Сырец О.Ф. Довгялло А.Г. Рогач Л.П. Несеребряные фотоматериалы для электроразрядного метода выявления поверхностных дефектов. Дефектоскопия. 1986. №4. с.53-57.

1988-Дежкунова С.В. Дежкунов Н.В. Кузавко Ю.А. Электроразрядная фотографическая ячейка. Патент **1522141**. 1989.+ Изобретение относится к устройствам для фотографирования в поле электрического заряда. Цель-расширение функциональных возможностей ячейки. Электроразрядная ячейка содержит электроды 1 и 3, соединенные с генератором 4 переменного напряжения. Между электродами в контакте с электродом 1 и с зазором относительно прозрачного электрода 3 установлена пьезопластина 2. При прохождении ультразвуковых волн

через материал 5 на пьезопластине генерируются заряды в зависимости от интенсивности ультразвука, которая зависит от внутренней структуры материала 5. Эти заряды влияют на распределение поля между электродами и, следовательно, на интенсивность сведения.

1977-Романий Станислав Филиппович, УкрНИИ технологий машиностроения. Днепропетровск, Украина.

1977-Романий С.Ф. Устройство для сканирования при дефектоскопии изделий. Патент 721743. 1980.+

1979-Романий С.Ф. Черный Э.Д. Высокочастотный способ контроля диэлектрических материалов. Дефектоскопия. 1979. №5. с.47-51.

1981-Романий С.Ф. Карамушко В.А. Дефектоскоп импульсный высокочастотный ДИВ-1. Дефектоскопия. 1981. №11. с.76-80.

1991-Романий С.Ф. Черный З.Д. Неразрушающий контроль материалов по методу Кирлиана. Днепропетровск. ДГУ. 1991. 144с.

1979-Баньковский Норберт Георгиевич, Ленинградский Политехнический Институт.

1979-Смирнова Е.Л. Баньковский Н.Г. Перчик Э.Б. Шигалов В.К. Устройство для неразрушающего контроля объектов с использованием метода газоразрядной визуализации. Патент **1624395**. 1991.

1980-Баньковский Н.Г., Коротков К.Г. Основные особенности поверхностной ГРВ при пониженном давлении. Л., 1980. 45с. Деп. ВИНТИ №5288-80.

1984-Баньковский Н.Г. Коротков К.Г. Способ контроля герметичности изделий. Патент **1290120**. 1987.+

1979-Институт Геотехнической механики Украинской ССР.

Забигаило Владимир Ефимович,

Поляшов Александр Сергеевич,

Пимоненко Николай Александрович,

Гончаренко Вячеслав Александрович.

1979-Забигаило В.Е. Поляшов А.С. Пимоненко Н.А. Гончаренко В.А. Способ исследования пористости материалов. Патент **798679**. 1981.

1979-Пивоваров О.Н. (Краснодар).

1979-Лидоренко Н.С. Гудков Л.А. Котельников В.А. Пивоваров О.Н. (Краснодар) Опыт применения метода Кирлиан в дефектоскопии. Конф. 1979. с.28-30.

1979-Пивоваров Олег Николаевич, Гудков Леонид Александрович, Котельников Валерий Александрович, Кочетков Юрий Васильевич, Курсевич Петр Антонович, Балакшин Виктор Николаевич (п/я В-2763) Способ обнаружения дефектов и включений в материалах. Патент **832522**. 1981.+ Исследуемый объект погружается в жидкий диэлектрик и прозрачный электрод размещается над поверхностью жидкого диэлектрика. Это позволяет получать изображения глубинной структуры исследуемых объектов со сложной формой и рельефом поверхности, так как достигается равномерность разрядного промежутка между поверхностью жидкого диэлектрика и прозрачным электродом.

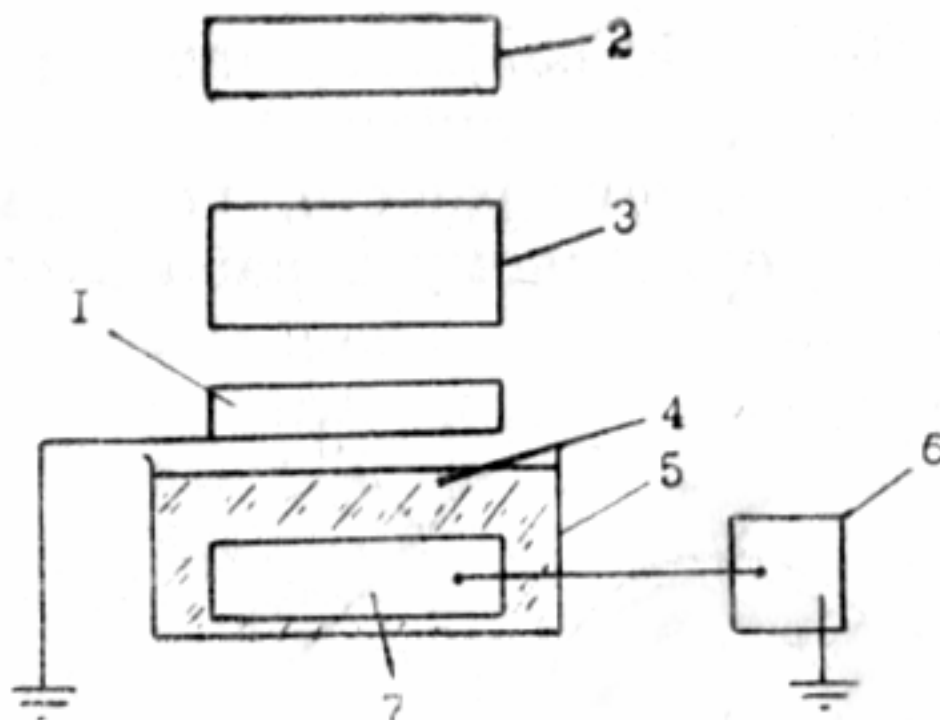


Рис. 13-6-2. Схема устройства, 1-прозрачный электрод, 2-считывающее устройство, 3-оптическое устройство, 4-жидкий диэлектрик, 5-ванна, 6-высоковольтный генератор, 7-исследуемый объект.

1983-Балакшин В.Н., Тивков А.М., Фельдман В.И. О механизме визуализации включений в диэлектриках с помощью газового разряда /Дефектоскопия. 1983. № 2. с.43-46.

1982-Любатин О.С. Кисляков В.Е. Автоматический контроль металлизированных стеклянных волокон. Дефектоскопия. 1982. №6. с.50-55.

1984-Отчет НПК «Сатурн», Краснодар.

1984-Метод Кирлиан-газоразрядный метод неразрушающего контроля.

Скоков Ю.В. к.т.н. руководитель темы, Беломестных Н.В. м.н.с., руководитель лаборатории.

1989-Добровольский Ю.Г. ЦКБ Ритм, Черновцы, Украина.

1989-Добровольский Ю.Г., Милованов И.Л., Плащенко Р.И. А.с. 1522142 СССР Разрядно-оптическое устройство. БИ. 1989. № 12.

1998-Добровольский Ю.Г. Аналіз якості напівпровідникових пластин за допомогою газорозрядної візуалізації. Науковий вісник Чернівецького університету. Вип.32. Фізика. Чернівці. ЧДУ, 1998. с.113-115.

1999-Добровольский Ю.Г. Использование эффекта Кирлиан для контроля качества полупроводниковых пластин. Технология и конструирование в электронной аппаратуре, №6-7 1999, с.26-28.

2000-Ащеулов А.А.(Институт термоэлектричества, Черновцы, Украина)

Добровольский Ю.Г.(ЦКБ Ритм, Черновцы, Украина)

Романюк И.С. (ВАТ Кварц, Черновцы, Украина)

О возможности контроля однородности термоэлектрических материалов с помощью газоразрядной визуализации. Термоэлектричество. 2000. №1. с.62-68.

Предложена методика отбраковки слитков и пластин полупроводниковых термоэлектрических материалов, в частности твердых растворов теллурида висмута. Методика основана на явлении газоразрядной визуализации (ГРВ, эффект Кирлиан). Критерием годности служит отклонение мощности свечения проверяемого образца в условиях ГРВ по сравнению с эталонным. Точность контроля $\pm 10\%$.

1984-ТПИ, Томск.

Ермолаев Виктор Александрович

Руднев Станислав Васильевич

Радиография и радиографические ячейки являются чувствительным методом выявления несовершенств и дефектов структуры и текстуры различных материалов. Изложены результаты дистантного действия различных источников электромагнитной энергии технического и природного происхождения на радиографические ячейки-носители информации о структуре поля.

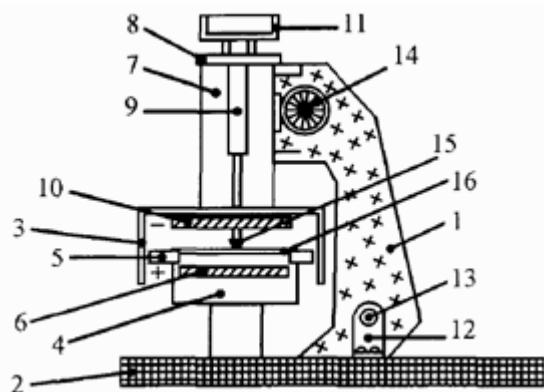


Рис. 13-6-3. Измерительный блок.

Измерительная установка предназначена для контактного исследования поверхности твердых тел-макроструктуры и микролокальных полей напряжений полупроводниковых монокристаллов, текстуры поликристаллических агрегатов. На поверхность пластины исследуемого материала в жидком виде наносят нитроцеллюлозную пленку толщиной 2-4 мкм. После сушки образец помещают на подставку из фторопласта в поле плоского конденсатора так, чтобы поверхность пленки была обращена к положительной обкладке конденсатора, т.е. вниз. Образец нагружают индентором-грузом от 10 до 50 г, после чего ячейку закрывают защитной заземленной сеткой. Напряжение, подаваемое на измерительную ячейку, меняют от 1 до 9 кВ. Начальное напряжение экспонирования определяется экспериментально по первому "проскоку искры" в межэлектродном промежутке; затем напряжение уменьшают до исчезновения пробоя. Образец экспонируют в электрическом поле 5 минут, затем после 30...60 сек перерыва производится повторное пятиминутное экспонирование. После экспонирования пластину исследуемого материала вместе с нанесенной нитроцеллюлозной пленкой обрабатывают в 20% водном растворе NaOH или KOH. Время травления (25 минут) и концентрацию раствора подбирают экспериментально. Растворитель диффундирует по границе пленка-твердое тело и селективно растворяет места деструктурированных областей пленки. После высыхания щелочи, ее микрокристаллы ориентируются под действием объемного заряда пленки, образуя картины декорирования. После промывки образца в дистиллированной воде, его сушат в термостате при 30°C в течение часа. Поверхность материала вместе с нитроцеллюлозной пленкой изучают под микроскопом МБС-2.

Электроразрядно-кристаллизационный метод (ЭРКМ) является доступным и относительно экспрессным методом анализа состояния поверхности твердых тел. Для диагностики поверхностных слоев контролируемого материала используется процесс кристаллизации из пересыщенного раствора. Тонкий слой раствора индицирующего состава наносят непосредственно, либо через тонкую непроницаемую и неактивную прокладку на поверхность исследуемого материала.

Управление уровнем чувствительности индицирующего состава осуществляется приложением однородного, регулируемого по напряженности, постоянного электрического поля. Суперпозиция индивидуального распределения электрического поля, сформированного над поверхностью исследуемого материала и обусловленного неоднородностью

пространственно-объемного распределения его физико-химических свойств, с однородным внешним полем предопределяет развитие кристаллизационных процессов (скорость кристаллизации, размеры, форму, ориентацию кристаллического осадка).

В качестве индицирующего состава используют водные, спиртовые и иные растворы органических и неорганических соединений, в частности, водные растворы галогенидов щелочных металлов. Управление скоростью кристаллизации и размером кристаллического осадка (разрешающей способностью ЭРКМ) может быть осуществлено варьированием температуры индицирующего состава.

1984-Ермолаев В.А., Руднев С.В. Способ исследования поверхности образцов полупроводниковых и диэлектрических материалов. Патент 1228003. 1986.

1995-Ермолаев В.А., Шустов М.А. Электрорадиографический метод исследования поверхности твердых тел /Датчики электрических и неэлектрических величин (Датчик-95). II Междунар. конф. 1995. Барнаул. АГТУ, 1995. с.135-136.

1996-Ермолаев В.А., Шустов М.А. Электроразрядная визуализация физических полей биологических объектов. Биоэлектросенсорика и научные основы культуры здоровья на рубеже веков. Междунар. конф. М. МНТОРЭС, 1996. с.92-94.

1996-Ermolaev V.A., Shustov M.A. Comparative radiographical registration of physical fields local nonhomogeneous / Conference on Precision Electromagnetic Measurement (CPEM'96). Thesis of Report. Section THP1-10. 17-20 June 1996. Germany, Braunschweig. PTB, 1996. p.569.

1997-Ермолаев В.А. Похолков Ю.П. Шустов М.А. Исмаилова О.Л. Азикова Г.И. Руднев С.В. Радиография и радиографические ячейки. Томск. Изд-во РИО «Пресс-Интеграл» ЦПК ЖК. 1997. 224с.+

1998-Ермолаев В.А., Шустов М.А. Электроразрядная визуализация микронеоднородностей поверхности твердых тел. Физико-химические процессы в неорганических материалах. Международная конференция. Кемерово. КемГУ, 1998. ч.2. с.133-134.

1998-Ермолаев В.А., Шустов М.А. Электроразрядно-кристаллизационный метод исследования поверхности твердых тел /Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-98). IV Международная научно-техническая конференция. Т.15. 23-26.09.1998. Новосибирск. НГТУ, 1998. с.11.

1998-Yermolayev V.A., Shustov M.A. The electrodischarged-crystal-lized method of solid body surface research / Actual Problems of Electronic Instrument Engineering Proceeding (APEIE-98). 4-th International Conference. Thesis of Report. Volume 1. Sep-tember 23-26, 1998. Novosibirsk. NSTU, 1998. p.414.

1986-Боев Сергей Григорьевич, Суржилов Анатолий Петрович, Притулов Александр Михайлович (Томск, ТПИ) Устройство для измерения распределения заряда по поверхности диэлектрика. Патент 1392519. 1988.

1995-Бойченко Александр Павлович, Краснодар, КГУ.

1995-Бойченко А.П. Об электрической прозрачности диэлектриков в газовом разряде. Дефектоскопия. 1995. №6. с.63-66.

1995-Староверов А.И. Бойченко А.П. Газоразрядно-телевизионная дефектоскопия мостовых металлоконструкций. Автомобильные дороги. 1995. №10-11. с.20-21.

2003-Староверов А.И. Бойченко А.П. Газоразрядная неразрушающая диагностика микротрещин и коррозии в мостовых металлоконструкциях. Известия Томского политехнического университета. 2003. т.306. №5. с.83-84.+

1996-Пронин Виталий Петрович, Саратовский Государственный Аграрный Университет, кафедра «Физика».

1996-Пронин В.П. Емкостные системы в электрофизике / В.П. Пронин. Саратов. СГСХА, 1996. 310с.

2001-Пронин В.П. Мамин Д.В. Неразрушающие исследования однородности электрических свойств низкоомных композиционных материалов. Перспективные материалы. 2001. № 2. С. 93-98.

2008-Пронин В.П. Определение плотности термостимулированного заряда и его релаксация в пьезоэлектрических материалах. Перспективные материалы. 2008. №3. С.98-104.

2002-Иркутск. ОАО НПК «Иркут», Иркутское авиационное производственное объединение.
2002-Астафьев А.Г. Способ контроля сплошности покрытия из диэлектрических материалов на электропроводной основе. Патент 2237890. 2004.+

2005-Трутнев Роман Николаевич, Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате

На кафедре «Оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки» филиала УГНТУ в г.Салавате проводятся исследования по изучению текущего состояния конструкционных материалов с помощью метода газоразрядного фотографирования (ГРФ).

В стенах нашего филиала исследования в этой области начинали в 1998 г. старший преподаватель физики Успенский Олег Анатольевич и студент Чуров Алексей. Но их эксперименты также были связаны с объектами живой природы.



Рис. 13-6-4. Установка для газоразрядного фотографирования.

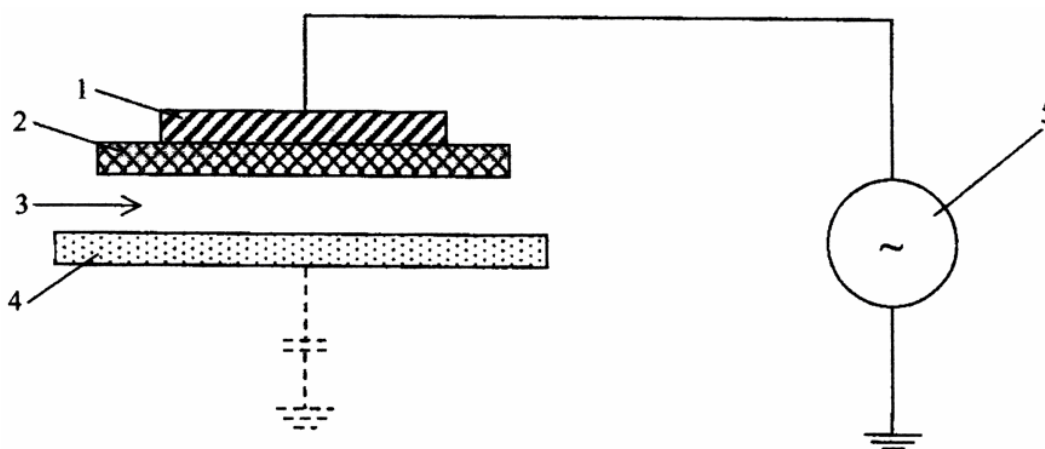


Рис. 13-6-5. Схема устройства для газоразрядного фотографирования. 1-электрод Роговского, 2-регистрирующий материал, 3-газоразрядный промежуток, 4-объект, 5-источник высокого напряжения.

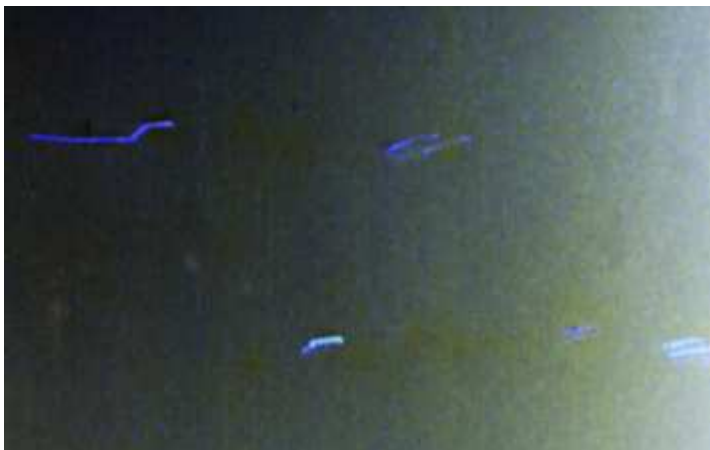


Рис. 13-6-6. Газоразрядная фотография образца с искусственной усталостной трещиной.

2005-Трутнев Р.Н. Газиев Р.Р. Захаров Н.М. Диагностика повреждений материалов оборудования нефтегазопереработки ГРВ-методом. Нефтегазопереработка и нефтехимия 2005. Уфа. ГУЛ ИНХП РБ, 2005.

2006-Трутнев Р.Н., Газиев Р.Р., Захаров Н.М. Диагностика конструкционных материалов методом газоразрядного фотографирования. Нефтегазовое дело. 2006.+

2007-Трутнев Р.Н. Газиев Р.Р. Захаров Н.М. Метод газоразрядного фотографирования как способ диагностики конструкционных материалов. Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2007. №10. с.23-29.

2007-Трутнев Р.Н. Оценка степени поврежденности аппаратов, изготовленных из двухслойных сталей. Диссертация кандидата технических наук. Уфа. 2007. 113с.

2006-Томск.

Цицура Владимир Николаевич,

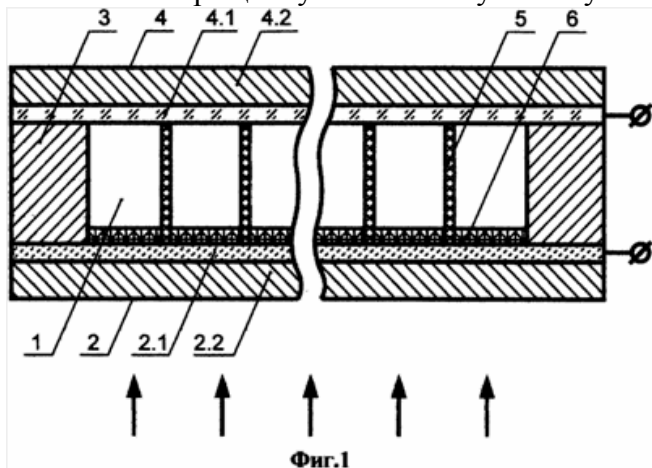
Силантьев Олег Игоревич,

Алхимов Юрий Васильевич,

Кулешов Валерий Константинович.

2006-Газоразрядный преобразователь радиационного изображения в видимое. Патент 2333566.

2008.+ Сущность заключается в том, что газоразрядный преобразователь радиационного изображения в видимое выполнен в виде герметичной газоразрядной камеры, заполненной рабочей смесью на основе инертного газа, объем которой ограничен двумя электродами, один из которых прозрачный, а другой непрозрачный, и диэлектрической рамкой, а также слоем люминофора, отличается тем, что между электродами расположена диэлектрическая матричная решетка, обеспечивающая отсутствие выхода ультрафиолетового излучения локализованных электрических разрядов за габариты каждой отдельной ячейки, при этом слой люминофора нанесен на обращенную к газовому объему поверхность непрозрачного электрода.



Фиг.1

Рис. 13-6-7. Схема устройства.

Emerize Corporation. USA. (раньше работали на Украине).

Редько Владимир Иванович

Шембель Елена Моисеевна

Новак Петр Яковлевич

2004-Volodymyr Redko, Elena Shembel, Peter Novak (Emerize Corporation) Method of nondestructive tightness testing based on gas discharge visualization. Patent US 7498817 B2. Способ неразрушающего бесконтактного проверки герметичности внутренней структуры изделий на основе газоразрядной визуализации включает стадии получения пленки для формирования изображения на диэлектрической пластине, и на электроде, в диэлектрической пластине, расположенной на электроде, и поляризационная диэлектрическую пластину, применяя серия высокоскоростных импульсов напряжения на диэлектрике представить предварительную поляризованный диэлектрической пластины.

2004-Шембель Елена Мойсеевна, Редько Володимир Іванович, Новак Петро Якович. Спосіб неруйнівного контролю герметичності на основі газорозрядної візуалізації. Патент 64623. 2004.

2008-Алхимов Василий Юрьевич, Барнаул, АГТУ.

2008-Алхимов В.Ю. Разработка и оптимизация газоразрядного преобразователя для визуализации пространственно-модулированных полей рентгеновского излучения нано-и пикосекундной длительности и создание приборов неразрушающего контроля на его основе. Диссертация кандидата технических наук. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Томск, 2008.

2014-Цифровой дефектоскоп Корона 2.2. (ЗАО «Константа», Санкт-Петербург)

Дефектоскоп Корона 2.2-Цифровой используется для выявления недопустимых утонений, трещин, пористости и других нарушений сплошности внутренних и внешних защитных покрытий металлических изделий приложением импульсного высоковольтного напряжения и фиксацией электрического пробоя в местах нарушения сплошности.

Технические характеристики:

-Амплитуда высокого импульсного испытательного напряжения между высоковольтным выводом и проводом заземления от 5 до 40В,

-Частота следования импульсов испытательного напряжения 50Гц.

Выпускаются различные модели дефектоскопа, Корона 1 (0,7-4кВ), Корона 1В (1-5кВ), Корона 2.1 (2-35кВ), Корона 2.2 (5-40кВ), Корона С (2-35кВ).



Рис. 13-6-8. Цифровой дефектоскоп Корона 2.2.

Зарубежные работы по дефектоскопии.

1974-D.E. Lord and R. R. Petrini, "High-voltage photography applied to materials science", Lawrence Livermore Laboratory. Technical Report, UCRL-51702, TID-4500, UC-38, Livermore. California. November. 1974.

1975-D.E. Lord and R.R. Petrini, in: 24th Defense Conference on Nondestructive Testing, San Diego, California, November 10, 1975.

1975-D.E. Lord and R.R. Petrini, "High-voltage photography applied to nondestructive testing", Lawrence Livermore Laboratory Tech. Rept., UCRL-77388, 1975.

1975-David E. Lord and R.R. Petrini, High-voltage photography applied to non-destructive testing. Livermore. California. Lawrence Livermore Laboratory. Oct. 8. 1975. p.3-6.

1979-David E. Lord. Electrical Discharge in Gas-A technique for detecting Metal anomalies. Livermore. California. Lawrence Livermore Laboratory. June 6. 1979. p.2.

1977-Hinton, Yolanda Leigh. Kirlian photography as a method of non-destructive evaluation. Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Mechanical Engineering. Thesis. 1977.

1978-Niels Jacob Nielsen. Electrical Discharge Imaging. Thesis for Master of Science. Davis, Calif., Univ. of Calif. At Davis. 1978. p.35.

1981-N. J. Nielsen and J. F. Shackelford, "Nondestructive inspection of surface topography by electrical discharge imaging", Int.' Advances in Nondestructive Testing, Vol.8, p.151-165, Gordon and Breach, 1981.

1982-Rodney Rountree. The use of high-voltage photography as a technique for detecting subsurface electrical inhomogeneties in materials.

1984-Michopoulos J.G., Sih G.C. Electromagnetic discharge imaging technique as a means of nondestructive evaluation of material imperfection. Lehigh University. Institute of fracture and solid mechanics. 1984. (Bethlehem, Pennsylvania, USA).

1986-Sih, GC. Michopoulos, JG. (1986) Non-destructive detection of damage in aluminium. Electromagnetic discharge imaging. Theoretical and Applied Fracture Mechanics. 5(1). 23-30.

1987-Kuo, Chun-Hung, Non-destructive evaluation of notched aluminum specimen by application of electromagnetic discharge imaging. **Dissertation.** M.S. Lehigh University. 1987. 50 pages.

1991-T. Kawasaki, U. Arai, and T. Takada, Two dimensional measurement of electrical surface charge distribution on insulating material by electro-optic pockels effect, Japanese Journal of Applied Physics. 1991. vol.30, part.1. No.6. p.1262-1265.

1996-Gregory J. Gormley, Robert Griebel. Method and apparatus for testing and measuring for porosity and anomalies of materials using electron beams. Patent US 5844406 A. 1998.

1997-M. Pavlik, L. Peska and B. Gross, "Determination of the breakdowns in the insulation materials by the Kirlian phenomenon", 10 th Int. Symp. on HV Engineering, Montreal, Canada, Aug. 25-29, 1997.

1998-A. Kumada, M. Chiba, and K. Hidaka, "Potential distribution measurement of surface discharge by Pockels sensing technique", Journal of Applied Physics. 1998. vol. 69, p.3059-3065.

2003-Novak Petr Yakovlevich, Redko Vladimir Ivanovich, Shembel Elena Moiceevna. Non-destructive contactless method for controlling tightness by gas-discharge visualization. Patent WO 2005010476 A1. 2003.

2004-Volodymyr Redko, Volodymyr Khandetsky, Peter Novak, Elena Shembel, Satoshi Kohara.

(Enerize Corporation) Method and apparatus for measuring conductivity of powder materials using eddy currents. Patent US 7288941 B2. 2004.

Способ неразрушающего бесконтактного контроля герметичности на основе газоразрядной визуализации, который включает воздействие на контролируемое изделие высоковольтным импульсным электрическим полем, созданным между положительным электродом и металлическим слоем многослойного корпуса изделия, регистрацию на фотоносителе изображения газоразрядного процесса, который возникает при этом.