

04

## Газоразрядная диагностика текстов на бумажных носителях

© А.П. Бойченко, Д.А. Гаврилин

Кубанский государственный университет, Краснодар

E-mail: bojchenco@yandex.ru

Поступило в Редакцию 5 мая 2012 г.

С помощью барьерного газового разряда лавинной формы исследован рукописный текст на бумаге с разновременными записями. Сравнение оптических изображений этого текста с газоразрядными показало преимущества последних. Продемонстрирована возможность привлечения барьерного разряда для технико-криминалистической диагностики бумажных документов на предмет выявления дописок к основному тексту, сделанных в разное время.

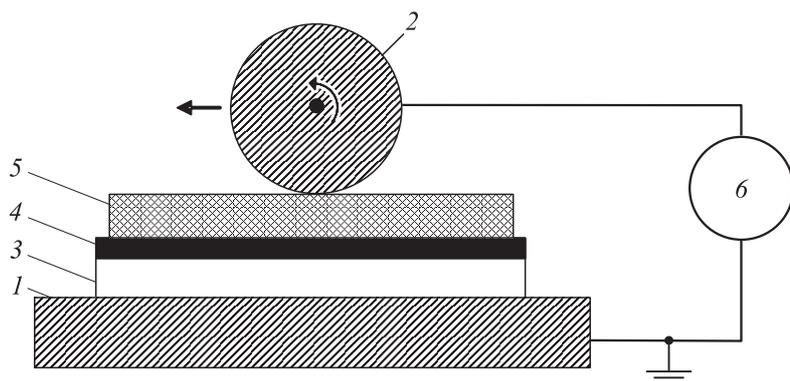
В настоящее время барьерный газовый разряд (БГР) находит очень широкое применение, начиная от озонаторов [1] и заканчивая газоразрядными визуализаторами изображений [2] и ионизационными преобразователями инфракрасного излучения [3]. Кроме того, он оказался весьма информативным при дефектоскопии полимерных и композиционных материалов [4,5], а также технической диагностике мостовых металлоконструкций [6,7]. Впервые для технико-криминалистических исследований различных документов на бумажных носителях БГР был применен А.Ф. Аубакировым в 1968 году [8]. Автором показана возможность не только выявления подделок денежных банкнот, но и восстановления первоначальных текстов на документах, вытравленных химическими способами. С тех пор методы и средства полиграфии значительно усовершенствовались, а вместе с ними существенно расширился и ассортимент различных красителей. Поэтому использование такого арсенала нарушителями закона диктует криминалистике новые требования в выявлении как поддельных документов, так и совершаемых с их помощью противоправных действий. Одной из сложных и пока не до конца решенных задач такого рода является выявление временного различия записи на документе, что требует поиска новых методов криминалистической диагностики или существенного усложнения имеющихся, но с последующим разрушением документа.

В данной статье представлены первые результаты по неразрушающему использованию лавинного БГР в решении названной задачи.

Исследованию подвергался рукописный текст, выполненный гелевыми чернилами черного цвета и пастой для шариковых ручек синего цвета на белой бумаге плотностью  $80 \text{ g/m}^2$ . Для зафиксированного на ней слова „Образ“ было получено два оптических изображения (ОИ) в отраженном и проходящем свете, а также газоразрядное изображение (ГРИ) в лавинном БГР, возбуждаемом переменным напряжением  $8 \text{ kV}$  и частотой  $13 \text{ kHz}$ . Выбранный режим оказался наиболее подходящим для газоразрядно-криминалистической диагностики (ГКД) данного типа документа, так как позволил за время менее  $1 \text{ s}$  очень четко воспроизвести его мелкие детали с высокой контрастностью. Первое ОИ сразу получалось в отраженном свете и электронном виде путем сканирования документа с разрешением  $600 \text{ dpi}$  на сканере HP ScanJet 4300C. Второе изображение этого слова получено методом контактной печати на галогенсеребряную фото пленку „Микрат-орто“ (производство ОАО „Тасма“, г. Казань), которое затем также переводилось в электронный вид, а третье — на той же фото пленке с помощью газоразрядной установки, состоящей из роликового металлического электрода и плоского, на котором располагалась фото пленка с исследуемым документом. Схема установки для ГКД приведена на рис. 1. Варианты изображений названного слова являлись контрольными и получались в пятикратной повторности для каждого варианта.

Затем документ подвергался искусственному старению путем термического воздействия при температуре  $240^\circ\text{C}$  в течение  $1200 \text{ s}$ . Как известно, этот способ точно воспроизводит очень многие физико-химические процессы, протекающие в бумаге и красителях за десятилетия [9]. На „состарившейся“ бумаге к первоначальному слову „Образ“ делалась дописка окончания „ец“ теми же пастой и чернилами, а затем производилось получение изображений нового слова по описанной выше технологии. Этот документ со словом „Образец“ являлся опытным. Рис. 2 отражает результаты проведенных исследований.

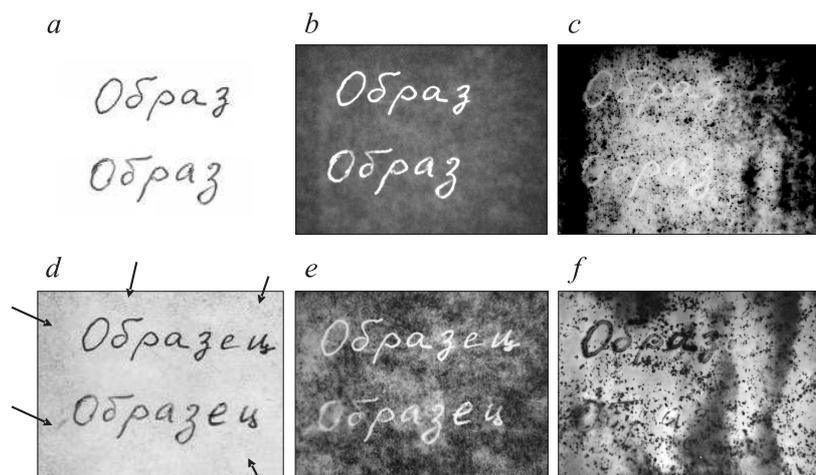
Сравнение рис. 2, *a* и *d* наглядно демонстрирует не только результат „старения“ бумаги в виде изменения ее контрастности, но и папиллярный рисунок отпечатков пальцев (отмечены стрелками), преимущественно расположенных по краям документа. Однако каких-либо визуально или инструментально наблюдаемых различий в сделанной дописке к слову „Образ“ не обнаруживается. Аналогичный результат



**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки для ГКД бумажных документов: 1 — плоский металлический электрод, 2 — роликовый металлический электрод, 3 — полимерная подложка фотопленки, 4 — фотоэмульсионный слой, 5 — исследуемый документ, 6 — высоковольтный генератор.

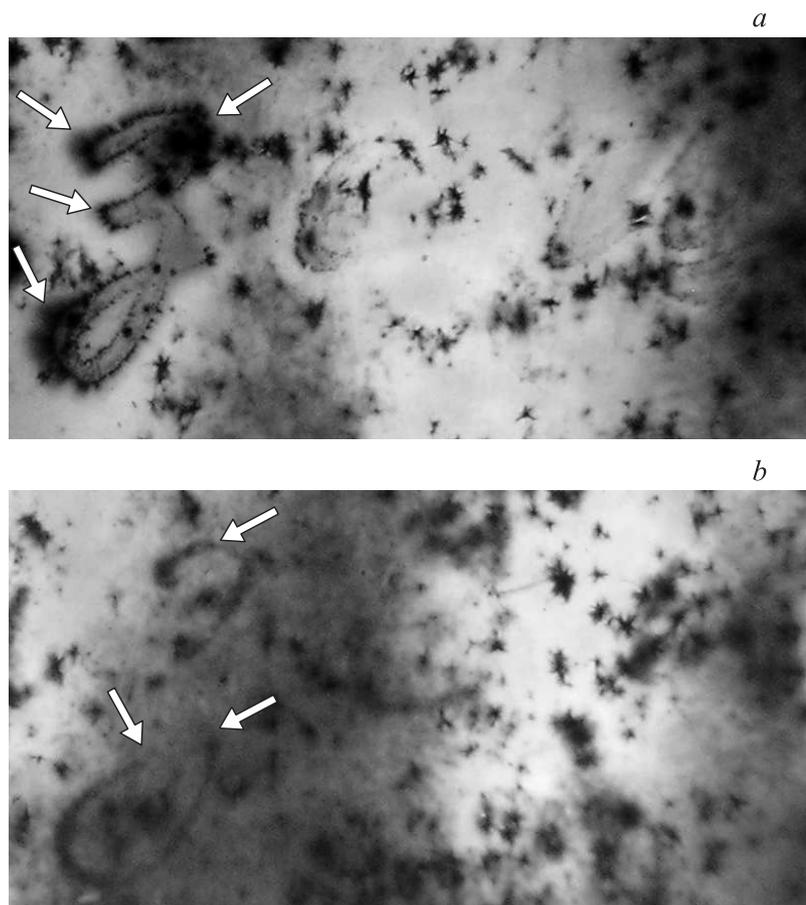
дает контактная фотопечать — просвечивание документа, изображения слов на котором (рис. 2, *b* и *e*) выглядят негативными по отношению к исходным (рис. 2, *a* и *d*) вследствие существенной разницы прохождения света через участки с различными оптическими плотностями, каковыми являются неоднородность бумаги и темный цвет красителей выполненной записи. При фотографировании документа лавинным БГР полученные изображения слов на рис. 2, *c* и *f* оказываются не только противоположными по контрастности, но и имеющими существенные различия этого параметра между основными записями и сделанными к ним дописками.

Увеличенные фрагменты со значимыми для криминалистики признаками этих различий отражают рис. 3, *a* и *b*. По первому рисунку видно, что одни и те же гелиевые чернила по-разному отражаются на ГРИ документа до и после „старения“. Дописка ими окончания „ец“ имеет минимальную оптическую плотность по отношению к букве „з“ основного слова. В случае ГРИ названного окончания, выполненного пастой, оно вообще не выявляется разрядом, за исключением фрагмента буквы „е“. При этом как буква „з“, так и остальные буквы слова „Образ“ не только выявляются БГР, но и отражают характер распределения



**Рис. 2.** Изображения документа, полученные: *a, d* — в отраженном свете (стрелками показаны следы папиллярного рисунка от пальцев); *b, e* — в проходящем свете; *c, f* — в лавинном БГР. *a-c* — до искусственного старения, *d-f* — после него.

пасты при письме на бумаге в виде резко меняющихся градиентов контрастности (показано стрелками на рис. 3, *b*), что, вероятно, связано с различными давлениями шариковой ручки во время записи. Сказанное относится и к гелевым чернилам. Например, отдельные элементы буквы „з“ выглядят не только высококонтрастными, но и имеют характерное для высокочастотного разряда (по сравнению с его зажиганием на промышленной частоте 50 Hz) распределение стримеров в виде факелов [10] на этих местах (показано стрелками на рис. 3, *a*). Кроме того, на данных рисунках хорошо видны звездообразные фигуры, соответствующие порам бумаги. Сравнение ГРИ на рис. 2, *c* и *f* показало увеличение их диаметра и уменьшение количества после „старения“. Так, при оптико-микроскопическом анализе снимков было установлено, что контрольный образец в пересчете на  $1 \text{ m}^2$  имеет в среднем  $2.2 \cdot 10^5$  поры диаметром от  $10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ , тогда как в опытно их насчитывалось всего  $10^5$  диаметром от  $7 \cdot 10^{-5}$  до  $10^{-4} \text{ m}$  на ту же площадь. Полученные данные однозначно говорят о



**Рис. 3.** Увеличенные фрагменты ГРИ текста с криминалистически значимыми признаками (стрелками показаны участки с резко меняющимися градиентами контрастности): *a* — выполненные гелевыми чернилами, *b* — выполненные пастой для шариковых ручек.

произошедших в бумаге структурных изменениях, что подтверждается и другими экспериментальными данными как по искусственному, так и по естественному старению документов на бумажных носителях [9].

Из результатов работы следует, что при газоразрядном фотографировании бумажного документа на ГРИ отображается не только его структурная неоднородность, но и электрическая. Очевидно, последнее обстоятельство позволило четко различить в БГР сделанную дописку к основному слову вследствие изменения электрических свойств бумаги и красителей в результате „старения“, но существенно не повлиявшего на их оптические характеристики. При этом сам документ не претерпел каких-либо изменений после ГКД. Таким образом, лавинный БГР по сравнению с оптическими методами обладает рядом дополнительных физических свойств, позволяющих привлечь его как неразрушающее средство в технико-криминалистической диагностике бумажных документов, в частности для выявления временного различия сделанных записей.

## Список литературы

- [1] Луни В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона. М.: Изд-во МГУ, 1998. 480 с.
- [2] Boyers D.G., Tiller W.A. // J. Appl. Phys. 1973. V. 44. N 7. P. 3102–3112.
- [3] Astrov Yu.A., Portsel L.M., Teperick S.P. // J. Appl. Phys. 1993. V. 74. N 4. P. 2159–2166.
- [4] Романий С.Ф., Черный З.Д. // Дефектоскопия. 1979. № 5. С. 47–51.
- [5] Бойченко А.П. // Дефектоскопия. 1995. № 6. С. 63–66.
- [6] Староверов А.И., Бойченко А.П. // Автомобильные дороги. 1995. № 10–11. С. 20–21.
- [7] Бойченко А.П., Староверов А.И. // Известия Томского политехнического университета. 2003. Т. 306. С. 83–84.
- [8] Аубакиров А.Ф. Дис... канд. юрид. наук. Алма-Ата: Казахский НИИ судебных экспертиз, 1968. 226 с.
- [9] Аксенова В.В. Технико-криминалистическое исследование документов, подвергшихся естественному изменению. Киев: РИО МВД УССР, 1972. 36 с.
- [10] Каццов Н.А. Электрические явления в газах и вакууме. М.; Л.: Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1950. 830 с.