

В.Д. Шкилев, А.Н. Адамчук

## О НОВЫХ ПОДХОДАХ В ФОРМИРОВАНИИ БАЗ ДАННЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ МЕТОК, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫМ СПОСОБОМ

Министерство информационного развития,  
ул. Пушкина, 42, г. Кишинев, MD-2012, Республика Молдова, [schilov@registru.md](mailto:schilov@registru.md)

Обнаруженные и описанные в [1] интерференционные картины от попадания электрических разрядов в бумажную мишень (*будущий документ особой важности*) потребовали разработки новых подходов в формировании баз данных.

При создании идентификационной метки рано или поздно должна была возникнуть технология, позволяющая защищать цифровой код на материальном носителе с помощью практически неповторяемой матрицы (*картинки из электроразрядных пятен*). Стохастичность газового разряда [2] дает возможность создавать каждый раз неповторяемую матрицу, и именно это свойство стохастичности позволяет разрабатывать новые подходы в идентификации материальных ресурсов.

Единство государственного документооборота можно реализовать с помощью универсальных принципов, применяемых для защиты как материальных бумажных носителей, так и при передаче аналогичной информации в форме электронных документов и защиты их с помощью электронно-цифровой подписи.

Немаловажным фактором для продолжения исследований послужил тот факт, что первоначально описанный эксперимент [1] был проведен на специфичном высокочастотном (*с частотой 200-300 Гц*) высоковольтном источнике с крутыми фронтами. Проводился он в ограниченном диапазоне межэлектродных промежутков (от 5 до 10 мм).

Появилась необходимость проверить, сохраняются ли интерференционные картины на мишени при использовании обыкновенного высоковольтного трансформатора, питающегося от промышленной сети в 50 Гц в диапазоне межэлектродных промежутков от 15 до 20 мм. Схема эксперимента, его методология и математическая обработка результатов были аналогичными [1]. Определялся центр распределения отверстий, мишень разбивалась на заданное число колец вокруг найденного центра и вычислялась относительная площадь отверстий на кольце данного радиуса.

Мишенями служили бумажные материальные носители, и каждый из разрядов быстро находил свой индивидуальный путь в межэлектродном промежутке (рис. 1–2).



Рис. 1–2. Фотографии разряда при выдержке 5–10 секунд

Фотографирование процесса с выдержкой в несколько секунд подтверждает неповторимость пути искрового разряда.

Полученный набор электроразрядных пятен необходимо зафиксировать и внести в базу данных. Это делается для того, чтобы в будущем проводить идентификацию материальных ресурсов [3]. Идентификация осуществляется в два этапа, к первому этапу можно отнести поиск в базе данных

по цифровому коду конкретного материального ресурса. Этот этап легко автоматизировать с помощью того же штрих-кода. Второй этап, который собственно и является идентификацией, – это сверка невоспроизводимой (*индивидуальной*) матрицы изделия с индивидуальной матрицей, хранящейся в базе данных. Как формируется такая база данных? На первом этапе необходимо создать Центр индивидуальных идентификационных меток, который будет выдавать всем предприятиям такие метки для установки на производимые ими объекты. Такой Центр по своей методологии будет мало отличаться от Центра сертификации закрытых ключей. Да и сам процесс идентификации в чем-то идентичен проверке подлинности документов с помощью электронно-цифровой подписи. Процесс идентификации заканчивается при совпадении индивидуальной матрицы на изделии с аналогичной матрицей, хранящейся под этим номером в базе данных. В последующем, после анализа работы системы на этом принципе, возможна передача идентификационного оборудования на каждое предприятие. Отчет предприятия перед государством будет отличаться от сегодняшнего не только нанесением на изделие цифрового кода, но и совмещенной с каждым цифровым кодом индивидуальной матрицей. Строить систему только на индивидуальных матрицах без цифровых кодов не оптимально ввиду сложности распознавания образов. При наличии цифрового кода на метке поиск осуществляется по цифровым кодам. Если при продаже изделия обнаруживается, что под цифровым кодом находится другая индивидуальная матрица, то налоговая инспекция может бить тревогу – она обнаружила контрафактный товар.

Затронем принципы создания таких баз данных. Их несколько. Первый – самый простой и хорошо всем известный декартовский подход (рис. 3), когда каждое электроразрядное пятно (*которое отлично как по площади, так и конфигурации*) сводится с помощью программного обеспечения в точку. Больших трудностей при реализации такого подхода не ожидается. Но он уместен только для технологии, основанной на внесении в материальный объект случайного (*индивидуального*) набора точек, а следовательно, применим только для твердых (*электропроводных и диэлектрических*) материальных ресурсов.

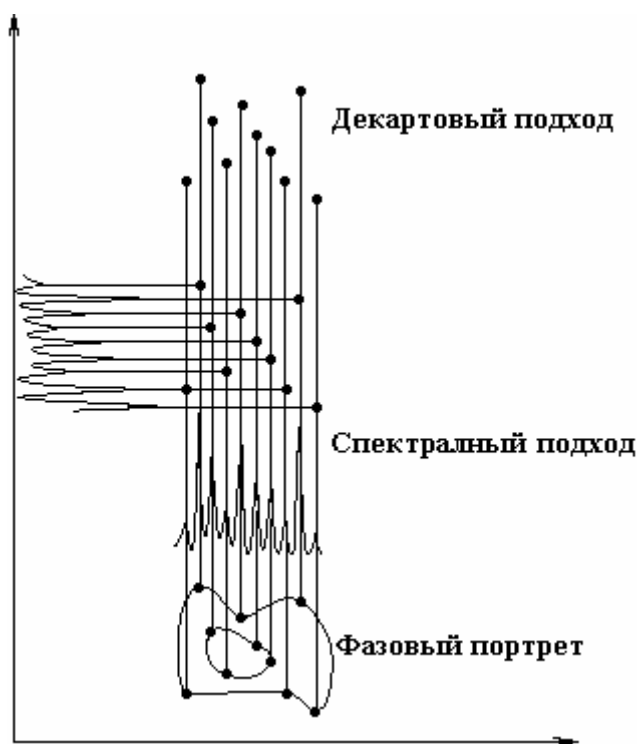


Рис. 3. Декартовый, спектральный и фазовый подходы к формированию баз данных

Интересно то, что спектральный подход и метод случайных электроразрядных пятен имеют единые информационные корни. Но по своей глубине и степени обобщения спектральный подход несравненно более значимый по сравнению с декартовым.

Уже понятно, что то, что мы воспринимали как точку в декартовой обработке, в спектральном подходе осмысливается как вершина спектрального пика. Такой подход легко объединит информационную обработку не только электроразрядной идентификации, но и позволит строить единую базу данных на универсальных принципах.

Есть еще один подход в формировании баз данных – это фазовый портрет. Термин «фазовый портрет» введен в науку академиком Л.И. Мандельштамом и А.А. Андроновым в середине прошлого века. Применялся в основном в электродинамике при изучении колебательных и волновых процессов. Но плодотворность подхода с применением «фазового подхода» в идентификации материальных ресурсов не вызывает сомнений.

Соединяя отдельные точки на фазовой плоскости, получаем фазовую траекторию. Система замкнутых фазовых траекторий образует фазовый портрет ресурса. В информационном смысле спектральный и фазовые подходы эквивалентны. Фазовый подход в некотором смысле напоминает классическую дактилоскопию, основанную на сличении папиллярных (*фазовых по сути*) траекторий. Если декартовый подход основан на цифровых подходах (*наборе координат случайных точек*), то спектральный, и особенно фазовый – на сравнении образов. Декартовый подход легко автоматизировать, спектральный и фазовый подходы упираются в сложности математической теории распознавания образов. Она, правда, стремительно развивается, и остается надежда, что автоматизировать можно будет и эти подходы. Сегодня последние два подхода допускают только экспертный уровень идентификации, требующий участия в принятии решения высококвалифицированного эксперта.

Тема выбора принципа формирования базы данных достаточно глубока и потребует со временем написания не одной отдельной статьи.

Вернемся к обсуждению вновь полученных экспериментальных данных на зазорах в 15 и 20 мм (рис. 4–5) и использовании в качестве источника питания высоковольтного трансформатора, запитанного от промышленной сети.

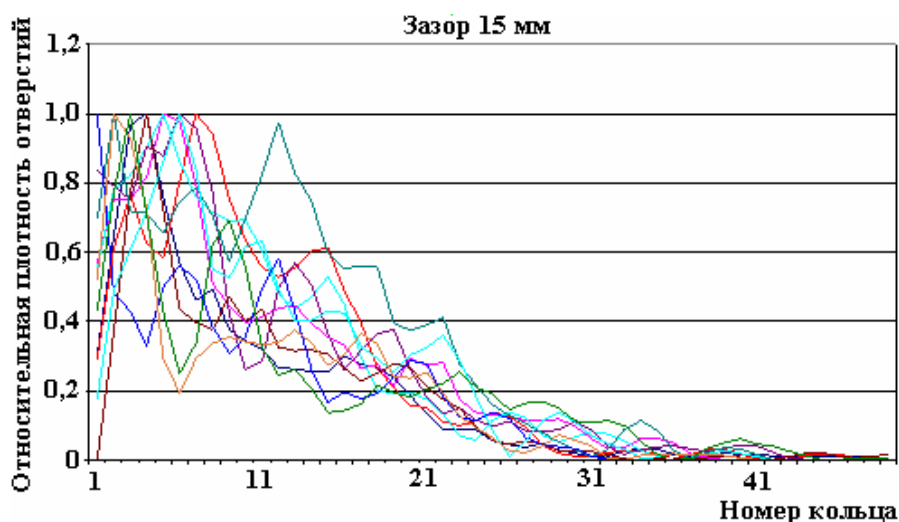


Рис. 4. Интерференционные картины при зазоре 15 мм

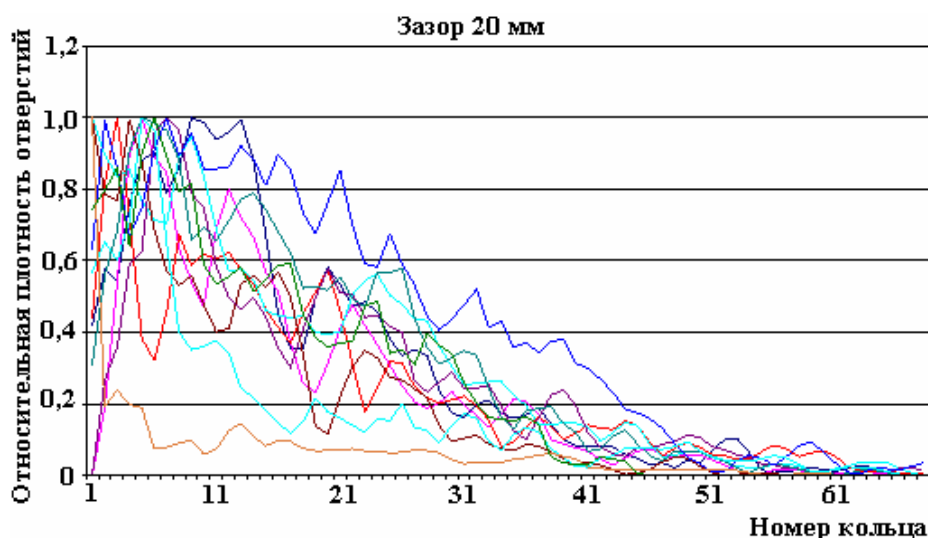


Рис. 5. Интерференционные картины при зазоре 20 мм

Как и ожидалось, интерференционные картины проявились и в таких условиях. Интерференционные волны формируются не источником питания, а физическим явлением – искровым разрядом, точнее, неразрывным единством волнового стримера и собственно самого разряда. Возникают интерференционные картины в результате проявления стохастичности электрического разряда [4]. Возвращаясь к настоящему эксперименту, отметим, что объяснение интерференционной картины стохастичностью газового разряда требует дальнейшего углубленного изучения физического процесса. Нужно создавать новое программное обеспечение, раскрывающее тонкости проявления стохастичности.

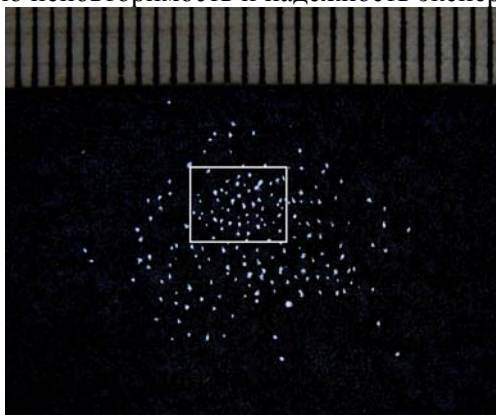
Эта работа посвящена технологическим аспектам и возможности применения рассматриваемой технологии для идентификации материальных ресурсов, принципам построения баз данных индивидуальных матриц, полученных электроразрядным процессом. К физической стороне вопроса можно будет вернуться в будущем по мере накопления экспериментальных данных.

Немаловажным фактором, от которого зависят экономические и технологические аспекты предлагаемой технологии, является длительность обработки мишени. Во [1] время обработки мишени во всех сериях экспериментов было одинаковым и равным 60 секундам.

В новой серии экспериментов длительность обработки изменялась от 5–6 секунд до 2 минут с шагом 15 секунд.

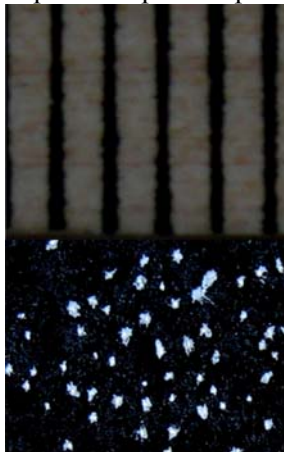
Сравнительный анализ подтверждает, что высочайший уровень информационной защиты реализуется даже за 5–6 секунд. Дальнейшая обработка мишени приводит к незначительному увеличению числа пятен на мишени, что объясняется попаданием разряда в сформированные ранее пятна.

Электроразрядные пятна от повторного попадания меняют свои внешние контуры и размеры. Конечно, индивидуальность (рис. 6) каждого из получаемых электроразрядных пятен может существенно усилить информационную неповторимость и надежность экспертной идентификации.



*Рис. 6. Характерный набор электроразрядных пятен*

Выделенный светлый квадрат на рис. 6 при большем увеличении (рис. 7) подтверждает индивидуальность пятен и позволяет внутри каждого электроразрядного пятна рассмотреть более светлый участок, являющийся сквозным каналом, через который проходит электрический разряд. Остальная часть пятна формируется за счет испарения черного красителя.



*Рис. 7. Индивидуальность пятен на матрице*

Естественно, что вероятность повтора индивидуальной матрицы, построенной на основе набора электроразрядных пятен (*при допущении одинаковости форм и размеров пятен*) на матрице, на несколько порядков ниже, чем вероятность повтора с учетом индивидуальности пятен.

Тем не менее вероятность даже в первом случае настолько незначительна, что не окажет никакого влияния на экономические взаимоотношения, и, следовательно, допускается возможность сведения каждого электроразрядного пятна к точке по известным программам обнаружения центра фигуры и декартового подхода, допускающего полную автоматизацию идентификации без участия экспертов.

Более глубокий уровень идентификации, основанный на сравнении форм электроразрядных пятен, требует привлечения сложной математической теории распознавания образов, и поэтому на первом этапе его автоматизировать затруднительно.

В настоящее время этот уровень идентификации называют экспертным, и он выполняется вручную путем сопоставления форм электроразрядных пятен на идентификационной метке с аналогичной информацией в базе данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шкилев В.Д., Адамчук А.Н., Недиогло В. Электроразрядная технология защиты документов особой важности (*строгой отчетности*) // Электронная обработка материалов. № 2. 2008. С. 4–10.
2. Фейман. Феймановские лекции по физике. Т. 5. Электричество в атмосфере. С. 172–178.
3. Патент Республики Молдова № 3389, Способ идентификации материальных ресурсов. Каранфил В.Г., Фотенко В.М., Шкилев В.Д., опубликовано в MD-ВОPI, № 8. 2007. С. 51.
4. Подлипчук В.Ю. Стохастическая модель квантовой механики // Журнал ТМФ. 1990. Т.82. № 2. С. 208–215.

*Поступила 18.06.08*

*После переработки 24.12.08*

## Summary

Methods of protection of identification labels received are offered by electrodischarge way on the basis of approaches (Cartesius) Descartes, a spectral and phase portrait. It is shown, that the sufficient level of protection is achieved at time of processing of a label about 5 seconds.

---