

ШЕЛКОВ Вадим Антонинович

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛЕДОВ РУК

В специальной литературе почти нет упоминаний об использовании рентгеновских лучей для выявления следов рук, за исключением "Введения в криминалистику" Питера де Фореста [1].

Столь оригинальный способ рекомендован для визуализации следов на гладких непористых и слегка пористых поверхностях, в том числе и на коже человека, после их припудривания свинцовой пудрой. Подобный метод проходил экспериментальную проверку в НТО ГУВД Ленинграда и Ленинградской области и ВНИИ МВД СССР в середине 80-х гг. Исследовалась возможность выявления и фиксации латентных следов рук на бумаге, картоне и коже с помощью рентгеновского излучения. Для "окрашивания" следов использовались дактилоскопические порошки с добавлением окислов и солей висмута.

И вот совсем недавно Крис Ворли (Chris Worley), специалист в области аналитической химии из Национальной лаборатории в Лос-Аламосе (штат Нью-Мехико, США), доложил на заседании Американского национального химического общества новом способе выявления следов рук с помощью рентгеновских лучей [2].

Как известно, традиционные способы выявления следов рук связаны с применением порошков, жидкостей или паров различных химических реагентов для получения контрастирующего окрашивания папиллярного узора следа с его последующим документированием. Однако, механическое нанесение твердой красящей компоненты может повредить след. Кроме того, во многих случаях использование указанных методов для проявления следов на таких поверхностях, как текстиль, волокнистые виды бумаги, кожа, некоторые виды пластмасс, многоцветные поверхности и, наконец, кожа человека весьма проблематично.

По сообщению К. Ворли предлагаемый им и его коллегами новый метод визуализации следов с помощью рентгеновских лучей свободен от указанных недостатков. Более того, он в состоянии обнаруживать химические примеси и/или маркеры, содержащиеся в веществе следа, которые могут дать криминалистам дополнительную информацию.

В новом методе используется явление так называемой микро-рентгеновской флуоресценции (Micro X-ray Fluorescence – MXRF), позволяющее весьма оперативно определить элементарный состав химической композиции некоторого образца. В данном случае – это след руки человека. Облучая его остророфокусированным рентгеновским лучом, эксперт не подвергает след какому-либо механическому воздействию, оставляя его неизменным, абсолютно пригодным для дальнейшего исследования.

Разумеется, новая технология никоим образом не заменяет традиционные способы, а скорее дополняет их, позволяя выявить следы, содержащие некоторые примеси.

Используя явление микро-рентгеновской флуоресценции, ученым удалось обнаружить калий, натрий и хлор в веществе следа. А поскольку примеси указанных солей расположены вдоль линий папиллярного узора следа, существует принципиальная возможность "прорисовать" и сам папиллярный узор. По заявлениям К. Ворли ему и его коллегам удалось выявить следы рук, загрязненные различными субстанциями, в том числе слюной, лосьонами и кремами, не прибегая к другим способам.

Здесь следует сделать одно существенное замечание: по новой технологии следы рук не могут быть проявлены непосредственно на месте происшествия. Вещественные доказательства должны быть доставлены в лабораторию, оснащенную соответствующим оборудованием. А это сложное и весьма дорогое аналитическое оборудование для рентгеновской флуоресцентной спектроскопии.

Метод рентгеновской флуоресцентной спектроскопии основан на зависимости интенсивности рентгеновской флуоресценции от концентрации некоторого химического элемента в исследуемом образце. При облучении образца мощным рентгеновским излучением возникает характеристическое флуоресцентное излучение атомов, которое пропорционально их концентрации в образце.

излучение атомов, которое пропорционально их концентрации в образце.

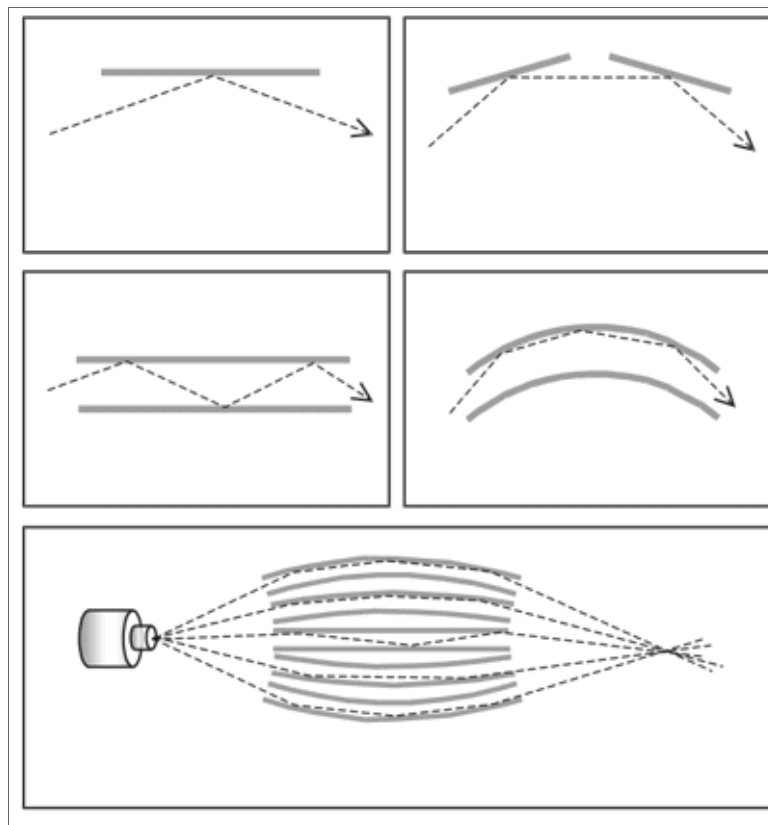


Рис. 1. Спектр электромагнитного излучения и место в нем рентгеновской флуоресценции

Это характеристическое излучение разлагается в спектр, и далее с помощью детекторов и счетной электроники измеряется его интенсивность. Математическая обработка спектра позволяет проводить как количественный, так и качественный анализ.

По словам исследователей, если в ходе дальнейших экспериментов будет подтверждена эффективность нового метода, то в течение 2 – 5 лет можно ожидать появления аппаратуры, пригодной для использования криминалистами-практиками.

Однако у нового способа есть и свои ограничения, свойственные самому методу рентгеновской флуоресцентной спектроскопии.

Во-первых, отнюдь не все элементы могут быть обнаружены указанным методом. В общем случае, чем тяжелее элемент, тем легче его выявить. Легкие элементы: углерод, азот и кислород обнаружить не удастся, тогда как натрий, калий и хлор выявляются достаточно уверенно.

Во-вторых, некоторые следы содержат слишком мало "контрольного" вещества для того, чтобы быть обнаруженными.

В ближайшем будущем авторы предполагают исследовать возможность совмещения флуоресцентной рентгеновской спектроскопии с другими спектроскопическими методами, позволяющими детектировать не только химические элементы, но целые и молекулярные структуры, обеспечивая эксперта-криминалиста ценной дополнительной информацией.

К примеру, уже сейчас избыточное присутствие калия в веществе следа может свидетельствовать о присутствии нитрата калия – компонента некоторых взрывчатых композиций, а высокий уровень серы и калия характерен для черного пороха.

Даже в тех случаях, когда рисунок выявленного папиллярного узора следа не достаточен для уверенной идентификации личности, информация о химическом составе примесей может оказаться исключительно ценной для расследования в целом.

К. Ворли надеется, что его исследования в конечном счете приведут к созданию удобного портативного устройства, пригодного для использования непосредственно на месте преступления.

В сообщении американских исследователей отсутствует какая-либо информация о том, каким образом прорисовывается папиллярный узор по тем сигналам, которые выдает рентгеновский флуоресцентный спектрометр. Остается только строить предположения о схеме устройства, реализующего эту функцию.

Представляется, что обследуемая поверхность сканируется некоторым образом с помощью острогофокусированного источника мягкого рентгеновского излучения (5 – 10 кэВ), а результаты сканирования в сочетании с выходными сигналами спектрометра отображаются на некотором дисплее в соответствующих координатах.

В принципе острогофокусированный пучок рентгеновских лучей вполне реализуем с помощью так называемой оптики Кумахова – рентгеновской капиллярной оптики, принципы которой были предложены в 80-х гг. XX века в Институте рентгеновской оптики (в то время лаборатории Института им. И.В. Курчатова).

Оптика Кумахова основана на многократном полном внешнем отражении рентгеновских лучей. Многочисленные отражения позволяют поворачивать пучок на значительный суммарный угол порядка нескольких градусов. Это означает, что любой рентгеновский луч, попадая внутрь пустой гладкой трубки, например из стекла, при угле, меньшем, чем критический угол, будет многократно отражаться от внутренних поверхностей трубки, создавая на конце ее "виртуальный" рентгеновский источник.

Этот принцип лег в основу разработки первой капиллярной линзы Кумахова, созданной в середине 80-х гг. XX века.

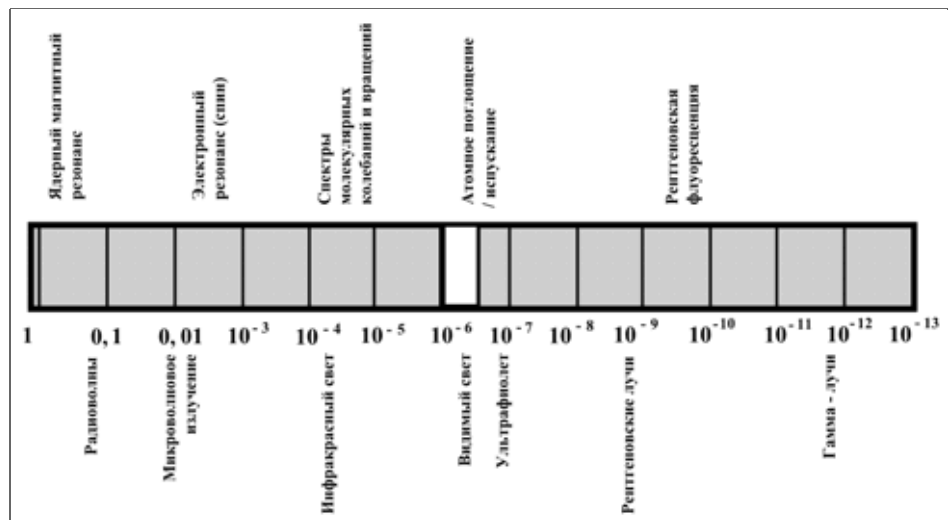


Рис. 2. Схема работы оптики Кумахова

Оптика Кумахова позволяет отклонять излучение на углы, в сотни раз превышающие угол Френеля. Сейчас уже созданы волноводы на основе стеклянных капилляров с диаметром около 1 мкм. На этой основе впервые в мире созданы рентгеновские и нейтронные линзы. Рентгеновские линзы представляют собой монолитную систему изогнутых стеклянных капиллярных волноводов различной длины и конфигурации.

В зависимости от задач линзы могут иметь различную длину и диаметр от 1 до 3 см.

В одном квадратном сантиметре может быть и сто тысяч каналов специальной конфигурации (круглые, гексагональные и др.), и 1...3 млрд. каналов.

Линзы предназначены для транспортировки и управления рентгеновским, гамма- и нейтронным излучением, например фокусировки, монохроматизации, а также фильтрации энергии. Направляя рентгеновское излучение через специальную систему капилляров можно сфокусировать рентгеновский пучок в фокусное пятно разного размера.

Эксперименты, проведенные на ускорителях США и Европы, показали, что линзы и полулинзы Кумахова обеспечивают плотность энергетического потока, равную потоку ускорителя среднего поколения. Линзы Кумахова позволяют создать сфокусированный пучок диаметром порядка нескольких микрон. Капиллярная оптика Кумахова – это самая эффективная оптика, которая легко сочетается с традиционными рентгеновскими трубками, имеющими анод конечного размера.

Многие современные рентгеновские флуоресцентные спектрометры используют рентгеновские трубки с линзой Кумахова для создания пучка возбуждающего

рентгеновские трубки с линзой Кумахова для создания пучка возбуждающего излучения.



Фото 1. MXRF-спектрометр серии μ -EDX-1200/1300/1400 японской фирмы SHIMADZU

Например, в микро-рентген-флуоресцентных спектрометрах серии μ -EDX-1200/1300/1400 (фото 1) японской фирмы SHIMADZU, производится локальный анализ в точке диаметром всего 50 микрон!



Фото 2. Настольный спектрометр MiniPal 4 фирмы PHILIPS Analytical B.V

Фокусировка первичного (возбуждающего) излучения производится с помощью линзы Кумахова – поликапиллярной оптической системы.

Установка μ -EDX-1300 позволяет производить элементный анализ от натрия до урана в атмосфере воздуха, а версия μ -EDX-1200/1400 – от алюминия до урана.

Надежды К. Ворли на создание портативной аппаратуры для выявления следов рук с помощью рентгеновского излучения вполне обоснованы, если принять во внимание настольный спектрометр MiniPal 4 (фото 2) фирмы PHILIPS Analytical B.V (потребляемая мощность 80 Вт, масса 28 кг, габариты – 220×530×500 мм). Прибор рекомендуется для одновременного анализа проб в диапазоне определяемых элементов от натрия до урана.

Высокий аналитический результат достигается применением нового кремниевого энергодисперсионного детектора высокого разрешения, работающего без охлаждения жидким азотом. Охлаждение осуществляется с помощью устройства, использующего эффект Пельтье.

Энергетическое разрешение детектора не хуже 145 эВ на линии 5,9 кэВ.

По разрешающей способности новый прибор не уступает традиционным рентген-флуоресцентным спектрометрам, работающим с полупроводниковыми детекторами, охлаждаемыми жидким азотом.

охлаждаемыми жидким азотом.

Мини спектрометр MiniPal 4 успешно применяется в промышленности, а также при проведении научно-исследовательских работ, в том числе в составе полевых лабораторий.

Литература

1. Forensic Science. An Introduction to Criminalistics. P.R. de Forest, R.E. Gaensslen, H.C. Lee, McGraw Hill, Inc., 1998.
2. Справочно-информационный сайт www.physorg.com.