

номеров облучаемых ядер (с 29 до 72), в то время как число каскадных нейтронов остается постоянным (2 — для меди и 2,5 — для гафния). По полученным данным была определена средняя энергия возбуждения ядер гафния; она оказалась равной 150 Мэв, что согласуется с расчетными значениями работы [7].

Поступило в Редакцию 13/II 1959 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Поздняков. Ж. анал. хим., II, 566 (1956).
2. А. П. Виноградов, Н. П. Алимари, В. П. Баранов, А. К. Лавру-

хина и др. Сессия АН СССР по мирному использованию атомной энергии (заседания отд. хим. наук). Изд-во АН СССР, 1955, стр. 97.

3. Т. В. Малышева, Н. П. Алимари, Ж. эксперим. и теор. физ., 35, 1103 (1958).
4. А. К. Лаврухина, Л. Д. Красавина, Ф. П. Павлоцкая, Н. М. Грещева. Атомная энергия, II, № 4, 345 (1957).
5. I. Jackson. Canad. J. Phys., 35, 21 (1957).
6. S. Rudstam. Philos. Mag., 44, 1131 (1953).
7. N. Metropolis, R. Bivis, M. Stoom, J. Miller, G. Friedlander, A. Turkevich. Phys. Rev., 101, 204 (1958).

Авторадиографический метод исследования чернильных и карандашных штрихов на документах

Г. Е. Гордон, В. К. Лисиченко

В криминалистической практике большое значение имеет констатация подделок и исправлений, произведенных позднее, чем основной текст документа. Относительную давность нанесения штрихов в текстах, исполненных железоголловыми чернилами, которые содержат большие количества хлорида или сульфата железа, было предложено¹ определять по миграции хлор- или сульфат-ионов из штриха в окружающую бумагу.

Однако обычное химическое проявление хлоридного изображения штриха удовлетворительные результаты дает только при значительной концентрации в чернилах хлор-ионов, поэтому мы заменили его авторадиографическим проявлением.

Исследуемая часть документа пропитывалась 0,1 N раствором AgNO_3 , меченным Ag^{110} активностью 1 мкюри/мл, в 0,1 N HNO_3 или раствором сульфата одновалентного таллия, меченного Tl^{204} . Спустя 5 мин для удаления избытка реактива производилась пятикратная промывка документа 0,01%-ной HNO_3 . После высушивания документ в темноте приводился в контакт с фотобумагой. Через сутки полученная радиограмма проявлялась и фиксировалась, как обычно.

При исследовании штрихов анилиновых чернил, содержащих ничтожные количества хлоридов, оказалось, что миграцию хлор-ионов обнаружить не удается. Но при этом было установлено, что за счет адсорбции радиоактивного реактива красителем чернил получается радиографическое изображение самого чернильного штриха. Такое изображение получается и при приготовлении чернил из химически чистого метилфиолетового красителя, в котором посторонние хлор-ионы практически отсутствуют. Изображение не расплывается после пребывания документа в воздухе, насыщенном водяными парами, и почти точно соответствует по размерам чернильным штрихам. Оказалось, что адсорбируе-

мость серебра чернильными штрихами зависит от того, давно ли исполнен текст. Как видно из фотограмм (рис. 1), штрихи, нанесенные на бумагу недавно, дают более интенсивные радиографические отпечатки, чем штрихи, исполненные давно.

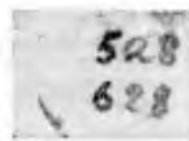


Рис. 1. Авторадиограмма цифрового текста, исполненного метилфиолетовыми чернилами, после обработки раствором AgNO_3 , меченным Ag^{110} . Основной текст исполнен полтора года назад; за месяц до исследования к нему такими же чернилами приписаны цифры 5 и 6.

В отличие от кислотных основные красители чернил адсорбируют также радиоактивные изотопы, входящие в состав некоторых анионов. Но при этом зависимости от давности исполнения текста не наблюдается. Так, при обработке даже выцветших от времени текстов растворами Na_2S , NaJ или $\text{K}_4\text{Fe(CN)}_6$, меченными соответственно S^{35} , J^{131} и C^{14} , получают отчетливые радиографические отпечатки.

Особенно хорошие отпечатки текстов, исполненных фиолетовыми и синими чернилами, получены при адсорбции комплексных анионов Fe(CN)_6^{4-} , Zn(CNS)_2^- , TlBr_4^- и CdJ_2^- . Последние три аниона легко образуются при растворении ZnSO_4 в избытке KCNS , $\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$ — в KBr и CdSO_4 — в NaJ . Метить подходящим радиоактивным изотопом можно любой атом комплексного аниона.

В соответствии с правилом Фаянса — Панета лучше адсорбируются и, следовательно, дают бо-

¹ O. Mezger, H. Rall, W. Heess. Angew. Chemie, 44, 645 (1931).

лее контрастные радиографические отпечатки анионы, которые образуют наименее растворимые соединения с красителем. Это позволяет дифференцировать чернила и обнаружить дописки. Например, штрихи синих чернил, изготовленных на основе

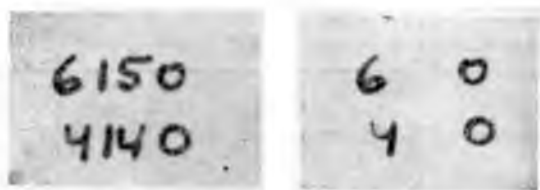


Рис. 2. А — Фотография цифрового текста. (Средние две цифры каждой строчки написаны метиленовыми синими чернилами, крайние — метиленовыми синими «Ц»). Б — Авторадиография того же текста после обработки раствором $K_4Fe(CN)_6$, меченным C^{14} .

красителя метиленового синего «Ц», адсорбируют ферроцианид-ион сильнее, чем штрихи, содержащие обычный метиленовый синий краситель. Это отчетливо видно на авторадиографии (рис. 2).

Бумага документа также адсорбирует радиоактивные изотопы, в особенности, если они входят

в состав катионов. Писчая бумага третьего сорта адсорбирует слабее, чем та же бумага первого и второго сортов. Мелованная бумага с большим количеством наполнителей адсорбирует ион серебра так сильно, что чернильные штрихи на общем фоне радиограммы различаются с большим трудом.

Штрихи графитных, графитно-копировальных и цветных карандашей также адсорбируют радиоактивные изотопы. Адсорбция карандашными штрихами, содержащими основные красители, определяется последними. Однако зависимости от времени здесь не наблюдается во всех случаях. Кислотные красители в составе карандашного штриха (например, эозин) адсорбируют практически только катионы. Мягкие графитные карандаши, содержащие в своем составе больше графита и сажи, адсорбируют катионы лучше, чем твердые. Печатная краска также адсорбирует катионы серебра и таллия.

Таким образом, описанным методом при помощи радиоактивных изотопов в ряде случаев можно изготавливать более контрастные фотокопии с плохо видимых оригиналов и устанавливать дописки, произведенные или различными пишущими материалами, или не в одно и то же время.

Поступило в Редакцию 23/IV 1959 г.

Отражение от парафина и воды нейтронов с разными энергиями

А. М. Коган, Г. Г. Петров, Л. А. Чудов, П. А. Ямпольский

При решении задачи о биологическом воздействии нейтронов весьма важно знать величины, характеризующие отражение нейтронов с различными энергиями от ткани, и зависимость коэффициента отражения от геометрии пучка. В связи с этим мы произвели измерения величины и угловой зависимости отражения нейтронов от тканеподобного вещества в широком интервале энергий.

В экспериментах определялось отношение обратного потока нейтронов всех энергий из среды к падающему потоку исследуемых нейтронов. В результате следовало найти, какая доля из общего числа падающих нейтронов будет поглощена в веществе.

Применялись два метода измерения отражения. Первый метод применялся в тех случаях, когда источник нейтронов имел небольшие размеры, так что его можно было считать почти точечным. Вторым методом измерялось альbedo медленных нейтронов на нейтронных пучках, выходящих из капала ядерного реактора.

Первый метод заключался в следующем. В большом баке с водой, в центре которого помещался источник, при помощи марганцевых фольг измерялось радиальное распределение плотности поглощения. Интегрирование активности фольг по всему объему бака позволяло определить мощность источника в относительных единицах, связанных с активностью стандартной фольги. Если после этого источник помещали на достаточном удалении от границы исследуемого материала, то падающий поток на границе можно было считать плоским. Тогда

из соображений симметрии считали, что интеграл активности стандартных фольг по глубине в материале выражал число нейтронов, испытавших поглощение, т. е. не вышедших через поверхность. В то же время число падающих нейтронов определялось по мощности источника и расстоянию от него до поверхности. Если мощность источника определялась в воде, а отражение измерялось от парафина, то в результате вводилась поправка, связанная с различными макроскопическими сечениями поглощения парафина и воды. В опытах использовался водяной бак диаметром 110 см, высотой 130 см и прямоугольный парафиновый блок в виде параллелепипеда размерами 40×40×60 см. Расстояние от источника до поверхности равнялось 50—150 см.

Этим методом было измерено отражение от парафина нейтронов полоний-бериллиевого источника (средняя энергия 5 Мэв) и фотонейтронов натрий-бериллиевого (0,83 Мэв), натрий-дейтериевого (0,22 Мэв) и сурьяно-бериллиевого (25 кэв) источников.

При измерениях на реакторе применялся второй метод. Для относительного определения падающего потока коллимированный пучок нейтронов из отражателя ядерного реактора вводился в устройство, играющее для нейтронов роль абсолютно черного тела. Это устройство было выполнено в виде тонкостенной трубы, заканчивающейся поллой сферой, окруженной толстым слоем слабого водного раствора хлористого марганца. Диаметр сферы — 24 см, диаметр трубы — 3,5 см. Таким образом, пучок нейтронов, попавший внутрь сфе-