

# Сравнительная оценка методов пробоподготовки при рентгенофлуоресцентном анализе

Н.А. Лукоянов, В.А. Чеботов, А.С. Хлопкова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

**Обоснование.** В настоящее время анализ продуктов выстрела играет ключевую роль в криминалистике, позволяя устанавливать порядок выстрелов, идентифицировать тип оружия и изучать динамику загрязнения. Одним из методов исследования продуктов выстрела является рентгенофлуоресцентный спектральный анализ. Однако, при исследовании внутренней поверхности гильз или других объектов со сложной геометрией поверхности, критическим этапом является пробоподготовка для проведения рентгенофлуоресцентного спектрального анализа.

**Цель** — определить оптимальный метод пробоподготовки продуктов выстрела для рентгенофлуоресцентного спектрального анализа.

**Методы.** Объектом исследования в данной работе являлись 3 серии по 24 использованных гильз калибра 9 мм с остатками продуктов выстрела. В гильзы заливали 25 % уксусную кислоту и выдерживали на протяжении 10 мин, далее раствор наносили каплями на фильтр «белая лента» и «синяя лента», предварительно смоченный уксусной кислотой. Фильтры высушивали на воздухе и анализировали на рентгенофлуоресцентном спектрометре Спектроскан Макс-GV. Обработку результатов проводили методом главных компонент в программе Statistica 6.0.

**Результаты.** В качестве компонентов выстрела, опираясь на литературные источники, рассматривали такие элементы, как железо, свинец, медь, сурьму, олово, ртуть. При проведении пробоподготовки было отмечено, что на фильтре «синяя лента» наблюдается меньшее размытие зоны нанесения пробы. В то время как на фильтре «белая лента» фиксации фронта растворителя не наблюдалось. Анализ фильтров после нанесения смывов проводили в точке нанесения смывов, а также в зоне фиксации фронта движения растворителя. Обработка результатов методом главных компонент показала значимые результаты только для фильтра «синяя лента». На графике корреляции переменных, полученном методом главных компонент, наблюдается корреляция значений для сурьмы, олова, меди и железа по фронту движения растворителей на фильтре «синяя лента». Содержание ртути и свинца не коррелирует с другими определяемыми элементами. Результаты, полученные в центре фильтра, отличаются по корреляции элементов. Группировка результатов анализа проб, нанесенных на фильтр «синяя лента», показала выпадения результатов для 3, 6 и 8 образцов по порядку отстрела гильз, что говорит о возможности определения порядка выстрела с использованием предложенного способа пробоподготовки с обработкой данных методом главных компонент. На графике главных компонент для проб, нанесенных на фильтр «белая лента», таких выбросов не наблюдается.

**Выводы.** Использование фильтра «синяя лента» предпочтительнее для нанесения смывов с поверхностей со сложной геометрией из-за меньшего размытия компонентов пробы. При размытии компонентов пробы рентгенофлуоресцентный спектральный анализ необходимо проводить в зоне фронта движения растворителя. Обработка данных методом главных компонент позволяет определить порядок выстрела, а также выбрать коррелирующие между собой компоненты пробы для сокращения времени анализа.

**Ключевые слова:** пробоподготовка; рентгенофлуоресцентный спектральный анализ; продукты выстрела.

*Сведения об авторах:*

**Никита Александрович Лукоянов** — студент, группа 4225-280302D, институт естественных и математических наук; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: Lapsovnikita31@gmail.com

**Владимир Андреевич Чеботов** — студент, группа 4225-280302D, институт естественных и математических наук; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: overlock-clock@yandex.ru

**Алена Сергеевна Хлопкова** — студентка, группа 4225-280302D, институт естественных и математических наук; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: hlopkovaalena01@gmail.com

*Сведения о научных руководителях:*

**Лариса Викторовна Павлова** — кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры химии, институт естественных и математических наук; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: pavlova.lv@ssau.ru

**Рафаэль Рифкатович Мингалимов** — подполковник медицинской службы, заведующий отделением судебно-медицинской экспертизы филиала № 3 ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» МО. E-mail: raf13@mail.ru