

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОННЫХ И СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ
ПРОДУКТОВ ВЫСТРЕЛА МЕТОДОМ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ
МИКРОСКОПИИ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

магистранта 2 курса 208 группы
направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»,
профиль «Криминалистическое материаловедение»
факультета нано- и биомедицинских технологий
Сапаргалиевой Аиды Жармугамбетовны

Научный руководитель
доцент, к. ф.- м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В. А. Федоренко

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
профессор, д.ф. - м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2018

Введение. В настоящее время возможность внедрения в практику расследования преступлений научных методов современного материаловедения значительно расширила перечень объектов, используемых в процессе уголовно – процессуальных доказательств. В целом, такие объекты могут включать следы выстрела.

При расследовании происшествий, связанных с применением огнестрельного оружия, используются многие методы для исследований следов выстрела и других вещественных доказательств.

Процесс работы со следами выстрела может быть разделен на несколько стадий: их поиск и обнаружение; фиксация результатов осмотра следов выстрела; изъятие и сохранение следов выстрела; исследование следов выстрела; толкование результатов исследования; составление экспертного заключения.

Действия, проведенные на более ранних этапах работы со следами выстрела, определяют качество конечного результата. Для сбора следов выстрела разработаны и могут использоваться различные методы. Выбор метода для каждого конкретного случая не всегда прост и зависит от ряда факторов, среди которых можно выделить следующие: природа самих следов выстрела; природа и состояние объектов носителей следов выстрела; отношение следов выстрела к расследуемому событию; предполагаемый метод последующего экспертного исследования следов выстрела; иные факторы и обстоятельства, возникающие при осмотре на месте преступления либо в ходе исследования следов выстрела [1].

За последние пятьдесят лет с развитием науки и техники список технических средств и методов, используемых для изучения следов выстрела, значительно расширился.

Проанализировав методы, используемые для изучения следов выстрела, можно сделать вывод о том, что «традиционные» методы анализа постепенно вытесняются, о чём свидетельствует преобладающее число публикаций посвященных применению электронной микроскопии.

Электронная микроскопия позволяет выявить продукты выстрела, отлагающиеся на мишени, на руках и одежде человека в результате производства им выстрела, а именно частицы, выносимые с потоком пороховых газов и имеющие характерные сфероидальную форму размером 0.5 – 5 мкм.

С помощью электронной микроскопии можно эффективно проводить химический элементный анализ продуктов выстрела, а также исследовать морфологию несгоревших частичек пороха, микрочастичек металлов и других веществ, выбрасываемых пороховой струей на преграду [2].

Методику исследования с помощью РЭМ условно можно отнести к неразрушающим, поскольку для ее реализации требуется изъятие с преграды только малой части микроколичеств продуктов выстрела.

Актуальность:

В настоящее время широко распространена растровая электронная микроскопия, которая используется во многих научных учреждениях и в ряде экспертных отделов России.

С ее помощью можно определить элементный состав продуктов выстрела, исследовать морфологию микрочастиц металлов и других веществ, присутствующих на поверхности выстреленной пули, и выбрасываемых пороховой струей на преграду.

Это, в целом, укрепляет доказательную базу для восстановления места преступления, связанного с использованием огнестрельного оружия.

Цель исследования – изучить микронные и субмикронные частицы продуктов выстрела, исследовать продукты выстрела разной давностью (давность 7 – 15 лет) методом растровой электронной микроскопии.

На основе поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить явление выстрела и формирование отложений продуктов выстрела на преграде.
2. Проанализировать методы исследования, применяемые для выявления продуктов выстрела.

3. Провести исследования продуктов выстрела методами растровой электронной микроскопии.

4. Отработать методику отбора проб продуктов выстрела.

5. Исследовать микронные и субмикронные частицы продукты выстрела разной давностью (давность 7 – 15 лет) методом растровой электронной микроскопии. Магистерская работа занимает 53 страницы, имеет 12 рисунков и 19 таблиц.

Обзор составлен по 22 информационным источникам.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел представляет собой описание явления выстрела и формирование отложений продуктов выстрела на преграде а именно физико-химические процессы при образовании продуктов выстрела, химический и элементный состав продуктов выстрела, размерные и морфологические характеристики микрочастиц продуктов выстрела, классификация частиц продуктов выстрела, методы исследования, применяемые для выявления продуктов выстрела.

Во втором разделе работы представлены экспериментальные исследования продуктов выстрела методами растровой электронной микроскопии. Данный раздел включает в себя такие подразделы, как методика применения растрового электронного микроскопа при исследовании частиц продуктов выстрела; исследование фонового содержания микрочастиц, характерных для продуктов выстрела; исследование субмикронных и микронных частиц продуктов выстрела с разной давностью; исследование продуктов выстрела при стрельбе холостыми и боевыми патронами.

Основное содержание работы

Описание физико-химических процессов при образовании продуктов выстрела. Выстрелом из огнестрельного оружия, в целом, является процесс выброса снаряда из канала ствола оружия за счет энергии пороховых газов, образующихся при сжигании заряда пороха. От удара бойка по капсюлю-

воспламенителю боевого патрона, досланного в патронник, воспламеняется ударный состав капсюля и образующиеся конденсированные и газообразные продукты сгорания через затравочные отверстия, проникают в пороховой заряд и зажигают его. Воспламенение порохового заряда обусловлено главным образом энергией нагретых конденсированных продуктов сгорания капсюльного состава. Во время сгорания частиц порохового заряда образуется большое количество сильно нагретых газов, которые создают в канале ствола высокое давление, действующее на дно пули (снаряд), на дно и стенку гильзы, а также на элементы конструкции огнестрельного оружия.

В результате интенсивного повышения давления газов пуля начинает движение и врывается в поля нарезов, затем продвигается с увеличением скорости по каналу ствола, одновременно вращаясь вокруг своей продольной оси. Далее она выбрасывается в направлении оси канала ствола. При этом на срезе ствола происходит резкий сброс давления пороховых газов и их торможение. При резком падении давления происходит потеря устойчивости процессов горения конденсированных продуктов горения, вплоть до полного затухания. Эти недогоревшие конденсированные частицы являются объектами исследования в первую очередь [3].

Химический и элементный состав продуктов выстрела. Элементарный состав частиц продуктов выстрела определяется главным образом композицией капсюльного состава. В частицах продуктов выстрела были обнаружены такие элементы, как Pb, Sb, S, K, Cl, Ba, Hg которые являются частью различных компонентов капсюльной смеси – элементами иницирующего вещества, сенсibilизатора, горючего, окислителя, стабилизатора и т.д.

Следует отметить, что элементный состав продуктов выстрела включает и элементы, входящие в состав гильзы, пули и ствола оружия.

Таблица 1 – Элементы продукты выстрела, характерные для деталей оружия и боеприпасов

Источник происхождения	Элементы
Ствол	Fe
Гильза	Fe, Cu, Zn
Капсюль (оболочка, колпачок, прокладка, кружок) Пуля	Fe, Cu, Zn, Sn, Pb
- Безоболочечная	Pb
- Оболочечная: оболочка сердечник	Fe, Cu, Zn, Ni Fe, Cu, Zn, W, Al, Pb

Размерные и морфологические характеристики микрочастиц продуктов выстрела. Процесс сгорания пороха происходит при высокой температуре (температура горения пироксилиновых порохов 2000 – 3500 градусов Цельсия), что приводит к плавлению и частичному испарению продуктов разложения капсюльного состава. На выходе снаряда из ствола происходит резкое падение давления и температуры продуктов выстрела за срезом снаряда (пуля). Прежде всего, происходит затвердевание продуктов жидкого разложения капсюльного состава с выделением в них газообразных продуктов сгорания пороха. В результате образуются круглые пористые частицы относительно тугоплавких компонентов. Дальнейшее охлаждение потока приводит к конденсации относительно плавких компонентов и расслоению частиц (рисунок 1).

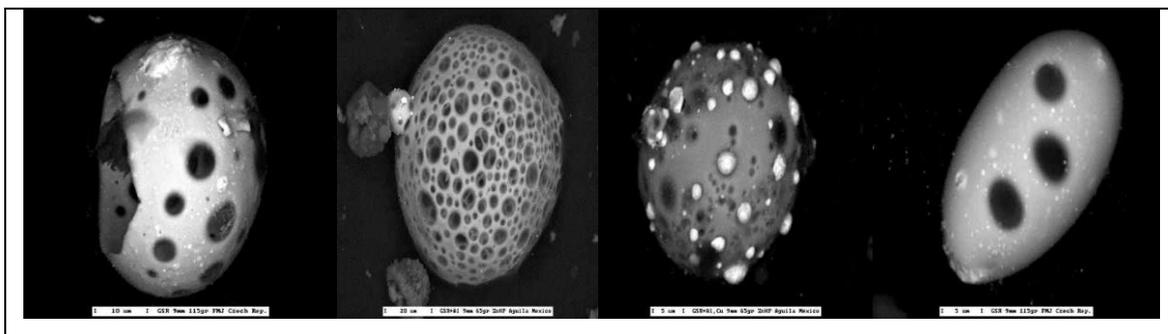


Рисунок 1 – Округлые и пористые частицы продуктов выстрела

В процессе сгорания порохового заряда и движения снаряда по каналу ствола, части продуктов сгорания капсюльного состава конденсируются на холодных стенках ствола, и затем выносятся пороховыми газами. Форма таких частиц может существенно отличаться от сферической (рисунок 2).

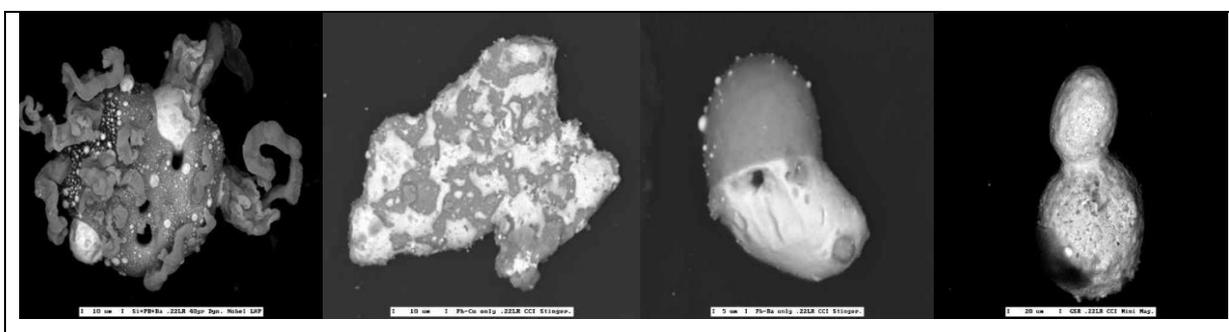


Рисунок 2 – Частицы продуктов выстрела произвольной формы

Классификация частиц продуктов выстрела. В последние годы общепринятая классификация частиц продуктов выстрела претерпела некоторые изменения. В настоящее время принято разделять частицы продуктов выстрела по следующим классам:

Характерные – частицы, содержащие композиции из трех или четырех химических элементов, характерные для продуктов сгорания капсюльного состава. Ввиду уникальности элементного состава и довольно редкой возможности их обнаружения в окружающей обстановке, присутствие таких частиц интерпретируется как, разумеется, положительный знак наличия частиц продуктов выстрела.

Соответствующие – частицы, содержащие композиции двух химических элементов, характерные для продуктов разложения капсюльного состава. Наличие таких частиц указывает на вероятное присутствие частиц продуктов

выстрела. Из-за того, что частицы этих композиций могут быть образованы другими процессами, на интерпретацию результатов влияет количество обнаруженных частиц этого класса и многообразие идентифицированных композиций.

Сопутствующие – частицы, содержащие некоторые другие химические элементы: железо, медь, свинец, олово, цинк и т. д., образование которых сопровождает процесс производства выстрела (частицы сплава оболочки пули, материала гильзы и капсюля, продукты изнашивания ствола) [4].

В таблице 2 представлена классификация элементного состава продуктов выстрела с оржавляющим и неоржавляющим капсюльным составом.

Таблица 2 – Классификация частиц продуктов выстрела

	Характерные	Сопутствующие	Соответствующие
Оржавляющие	Ртуть, ртуть вместе с сурьмой и серой, или с соединениями калия и хлора, гадолиний, титан, цинк, галлий, медь, олово.	Кремний, кальций, алюминий, медь, железо, сера, фосфор, цинк, никель, калий, хлор и олово.	Кальций, кремний, Титан, цинк, стронций.
<u>Неоржавляющие</u>	Свинец, сурьма и барий	Свинец (с присутствием сурьмы или без неё), сурьма, барий.	Свинец, барий

Методы исследования, применяемые для выявления продуктов выстрела. В настоящее время задачи, связанные с установлением факта выстрела конкретным лицом, решаются различными путями. С этой целью, «традиционно» применяют элементный анализ, цель которого – выявление сурьмы, бария и других элементов, входящих в состав продуктов выстрела. Для

этого применяют высокочувствительные физико-химические методы анализа – атомно-абсорбционную спектрофотометрию (AAS), масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS), атомно-эмиссионную спектрометрию (AES), либо нейтронно-активационный анализ (NAA). Другое направление – использование сканирующей электронной микроскопии с рентгенофлуоресцентным микроанализом (SEM-EDX).

Достоинства растровой электронной микроскопии. Основные преимущества данного метода анализа по сравнению с используемыми в настоящее время методами исследования следов продуктов выстрела следующие:

- **Неразрушающий метод анализа.** Частицы, обнаруженные при исследовании, сохраняются и пригодны для повторного изучения, хотя необходимо признать, что происходит некоторое видоизменение вещественных доказательств – осуществляется перенос части частиц ПВ с поверхности объектов на стандартные столики для электронной микроскопии;

- **Требуется минимальная пробоподготовка:** объекты исследования не повреждаются. Отбор проб осуществляется аппликацией исследуемых поверхностей специальной спектрально чистой графитовой липкой лентой, закрепленной на стандартном столике микроскопа, и, таким образом, собираются только поверхностные наслоения без повреждения объектов.

- **Проводится индивидуальный анализ каждой частицы.** Анализ обнаруженных частиц осуществляется не только по элементному составу, но и по морфологическим признакам, что повышает достоверность метода и позволяет точно диагностировать природу образования частиц.

- **Автоматизация анализа** позволяет повысить вероятность обнаружения частиц продуктов выстрела до 99%.

Чувствительность метода при условии гарантированного обнаружения частицы размером 1 мкм на стандартном столике микроскопа диаметром 12 мм составляет порядка 10^{-6} г [5].

Алгоритм описания процессов при исследовании частиц продуктов выстрела растровым электронным микроскопом. Процесс исследования частиц продуктов выстрела с помощью растрового электронного микроскопа заключается в следующем:

1. Копирование (перенос) микроколичеств продуктов выстрела с исследуемого объекта (ткань с огнестрельным повреждением) на предметный столик с электропроводящим скотчем.

2. Предварительное исследование микрочастиц продуктов выстрела при увеличениях 50 – 300 крат с целью выявления наиболее информативных участков наслоений на скотче-пробнике;

3. Исследование элементного состава выделенных участков наслоений общим числом не менее 10 (для исключения случайного характера появления отдельных частиц) при увеличениях порядка 1000-10000 крат, построение обобщенного спектра;

4. Исследование морфологии микрочастиц, определение наличия или отсутствия признаков, характерных для частичек продуктов выстрела (микрочастиц металла оболочки пули, продуктов срабатывания капсюльного состава, продуктов горения пороха) [6].

Исследование фонового содержания микрочастиц, характерных для продуктов выстрела. Надежность определения присутствия микроколичеств продуктов выстрела напрямую связана с изучением фона окружающей среды вблизи места происшествия. Образцы окружающего фона необходимы для идентификации в изъятых образцах веществ, которые не содержат информации о выстреле. Для оценки влияния фонового содержания частиц на состав образцов, изъятых с места происшествия, необходимо исследовать и сопоставить содержание образцов как с места происшествия, так и взятых рядом с ним.

Для определения различий в элементном составе частиц, собранных на месте выстрела и в разных местах города, где выстрелы заведомо не

производились, (таблица 3) был проведен химический элементный анализ образцов. Особое внимание уделялось микрочастицам сферической формы [7].

Таблица 3 – Результаты химического элементного анализа исследуемых образцов

	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Cu	Zn	Sn	Sb	Ba	Pb
А	63	6	3	6	11		1,8	1,6	5,3		3,4						
Б	77			3,1	8,6				4,1	4,2	2,9						
В	60			6,8	21			5,9	4,8		1,2						
Г	64	1,3	2,4	3,1	6,3	3,0	2,2	1,1	11		2,7	2,7					
Д	64		1,9	4,2	15		1,4	1,3	9,3		2,5						
Е	14			0,8	5,4		0,7	0,6	0,7		77						
Ж	45			23		0,8		5,4								19	6,1
З	41			13	1,3	1,9		4,2						0,3		22	15
И	39			0,9	1,2	1,3						5,1		37	3,2		12
К	47	1,4	1,8	3,5	12	5,3	0,9	4,4	13		5,3	1,1	2				
Л	64								36								
М	62	2,7	1,7	3,2	10,		3,5	1	7,4		1,5	5,4					

В результате исследования образцов ж – к с места выстрела и сравнения с результатами исследования образцов а – е окружающего фона были установлены химические элементы, характерные только для выстрела: Zn, Sn, Sb, Ba, Pb. Были также установлены химические элементы, которые можно отнести к фону: O, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe. Кроме того, был обнаружен элемент не характерный ни для фона, ни для выстрела – Ti.

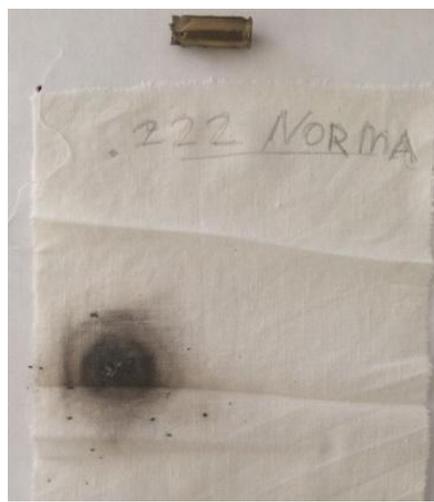
В результате проведенных исследований было установлено фоновое содержание химических элементов продуктов выстрела, изъятых с места выстрела. Они являются наиболее распространенными в окружающей среде химическими элементами O, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, которые можно назвать фоновыми химическими элементами или сопутствующими. Были идентифицированы элементы, специфичные только для продуктов выстрела – Zn, Sn, Sb, Ba, Pb. Они практически не распространены в окружающей среде, относятся к характерным частицам продуктов выстрела, и это позволяет использовать их для идентификации следов выстрела.

Исследование субмикронных и микронных частиц продуктов выстрела разной давностью. В ходе выполнения магистерской работы из

коллекций мишеней со следами близкого и дальнего выстрела различной давностью, имеющихся в лаборатории криминалистического материаловедения, были подобраны экспериментальные образцы (рисунок № 3) для проведения исследований элементного состава и морфологии частиц продуктов выстрела с помощью растрового электронного микроскопа.



а



б



в



г

Рисунок 3 – Экспериментальные образцы с частицами продуктов выстрела: а – выстрел из пистолета Макарова патроном 9x18 мм, б – выстрел из пистолета «Парабеллум» патроном «Para» с маркировкой «222 NORMA», в – выстрел из револьвера 9 мм патронами Магнум с маркировкой «FEDERAL», г – выстрел из пистолета Макарова патронами с увеличенной навеской пороха с маркировкой «ППО»

Также был произведен сравнительный анализ продуктов выстрела с разной давностью. Данный анализ представлен в таблице № 4.

Таблица 4 – Сравнительная таблица продуктов выстрела с разной давностью

Дав-ть	C	O	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ba	Fe	Cu	Zn	As	Mo	Sn	Pb	Sb
продукты выстрела 9 мм патроном к пистолету Макарова с маркировкой «ППО»																	
1 год		24		0.4	5.6	12	13			3.4	0.8				3		10
7 лет	70	20			1.2	0,3				0.2					4		3.4
продукты выстрела 9 мм пистолетным патроном Магнум с маркировкой «FEDERAL»																	
1 год		23			3.8	0.3	0.4		32.3	0.4	0.8					25.6	0.8
7 лет	69	23	0.1		0.3	0.1			4.5	0.1	0.3					1.6	1.4
	C	O	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ba	Fe	Cu	Zn	As	Mo	Sn	Pb	Sb
продукты выстрела 9 мм патроном «Парабеллум» с маркировкой «NORMA»																	
1 год	41	27	0.2	0.3	0.3	0.2		4.4	19	0.3	0.3					3.6	

Из таблицы № 4 видно, что продукты выстрела с давностью 7 – 15 лет можно дифференцировать по элементному составу. Наблюдается некоторое уменьшение концентрации, но в целом возможно формирование положительного вывода о присутствии частиц продуктов выстрела.

В ходе исследования были сформированы обобщённые спектры элементного состава для каждого исследуемого объекта. Данные спектры строились на основе частоты появления частиц продуктов выстрела. Элементам, вероятность появления которых в измерениях не превышала 30 %, присваивался коэффициент 1. Элементам, вероятность появления которых во всех реализациях лежала от 30 % до 70 %, присваивался коэффициент 2. Элементам, вероятность появления которых в измерениях превышает 70 %, присваивается коэффициент 3 (рисунок 4) [8].

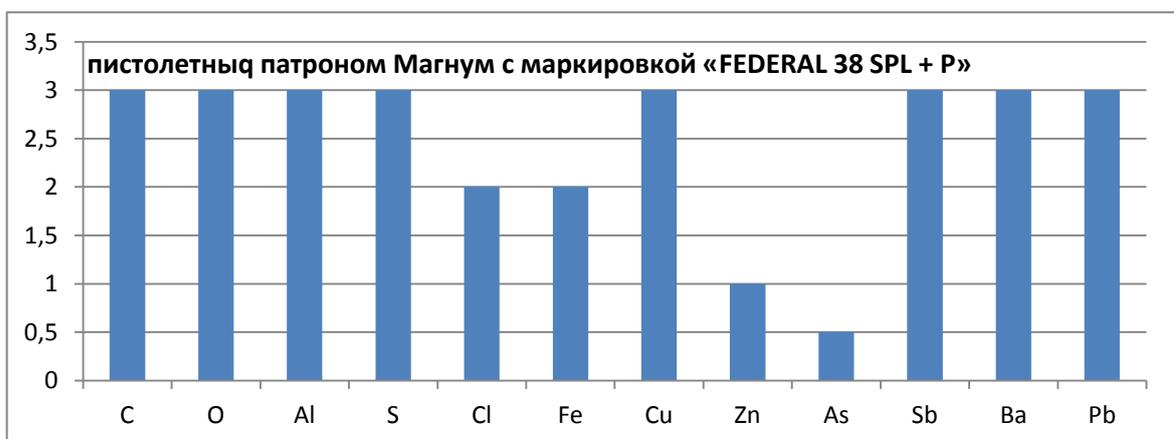
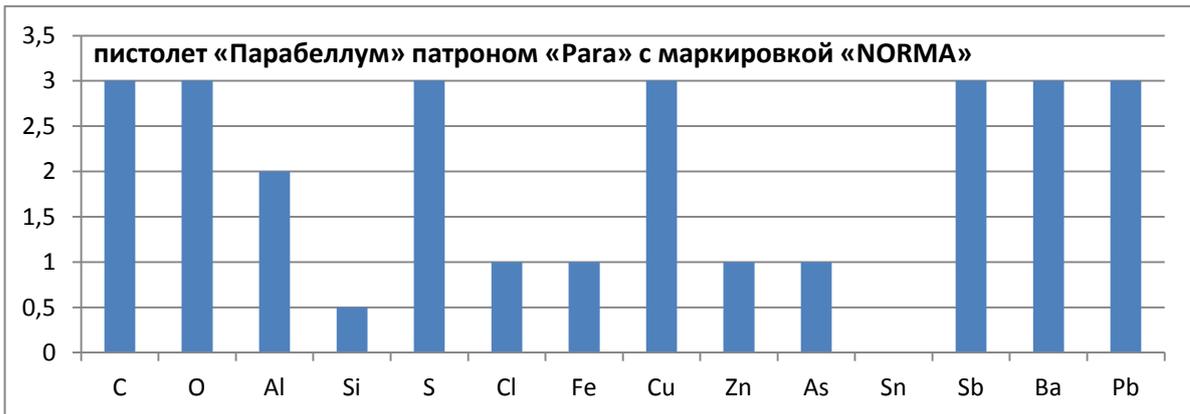
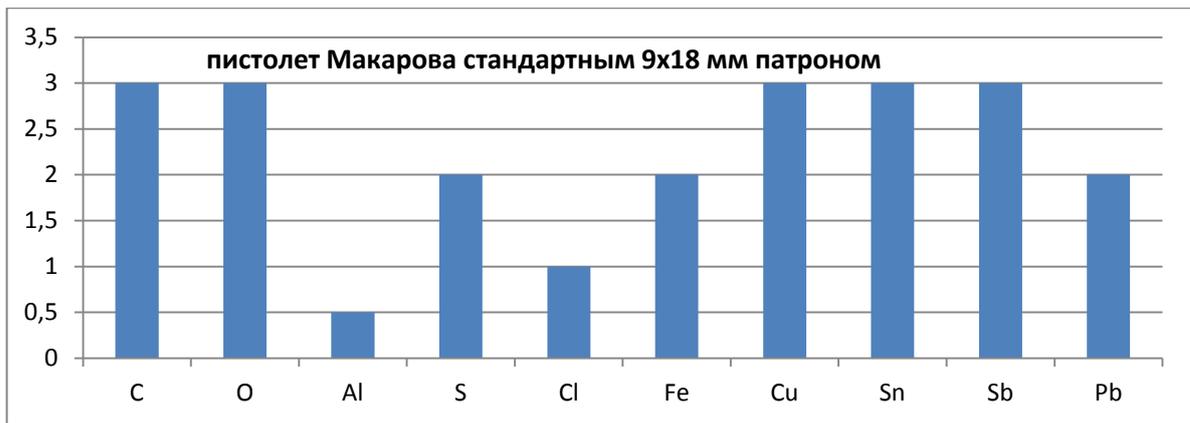


Рисунок 4 – Элементный состав продуктов выстрела, произведенных различными патронами

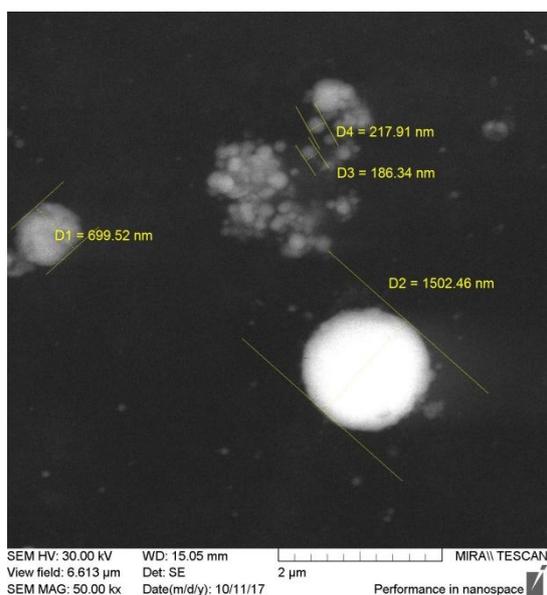
В результате исследования элементного состава в продуктах выстрела патронами зарубежного производства хорошо выявляются такие элементы, как Ba и Pb, характерные для неоржавляющего капсюльного состава. Необходимо отметить, что в следах на уровне шумов появляются такие элементы как Zn, Si и As.

В поясках обтирания присутствует большое содержание меди и железа при стрельбе патронами с оболочечной пулей, покрытой томпаком.

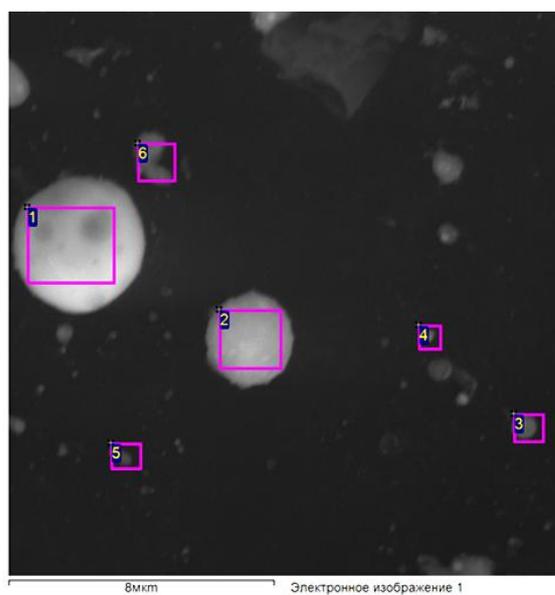
Данный вид исследования наглядно показал присутствие характерных частиц продуктов выстрела, таких как Sn, Sb, Ba и Pb.

Результаты исследований морфологии частиц продуктов выстрела.

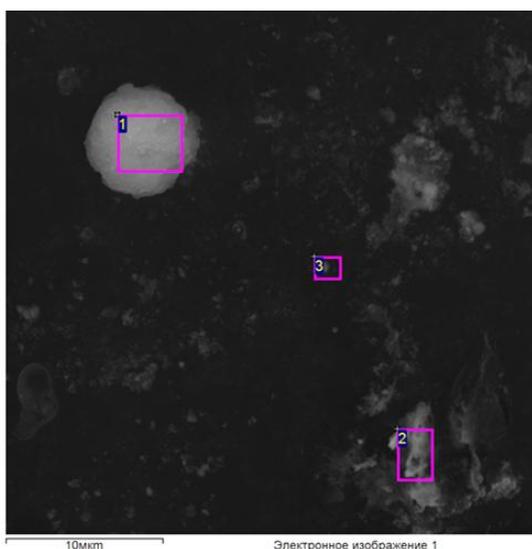
При исследовании продуктов выстрела с помощью РЭМ были выбраны характерные частицы сферической формы размерами от 1 до 10 мкм. На рисунке 5 а представлены частицы продуктов выстрела 9 мм патроном Макарова давностью 15 лет, содержащие Sn, Sb и S с формой, близкой к сферической. На рисунке 5 б представлены частицы продуктов выстрела патроном «Парабеллум» с маркировкой «NORMA» давность 7 лет, содержащие Ba и Sb с формой, близкой к сферической.



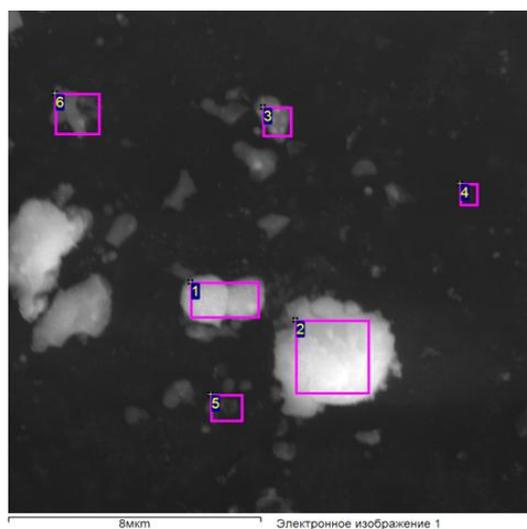
а



б



В



Г

Рисунок 5 – Характерные частицы продуктов выстрела

На рисунке 5 в представлены частицы продуктов выстрела 9 мм патроном к пистолету Макарова с маркировкой «ППО» давность 7 лет. Частицы с формой, близкой к сферической, содержат **Sn**, **Sb** и **K**.

На рисунке 5 г представлены частицы продуктов выстрела 9 мм пистолетным патроном Магнум с маркировкой «FEDERAL» давность 7 лет, содержащие химические элементы **Sn**, **Sb** и **Ba** [9].

Наличие эти частиц металлов таких размеров и с такой морфологией, является признаком огнестрельной природы их происхождения.

Произведя исследование морфологии частиц продуктов выстрела с давностью 7 – 15 лет можно сделать вывод, что формы и размеры этих частицы не изменяются с течением времени.

Исследование продуктов выстрела при стрельбе холостыми и боевыми патронами. Существует мнение, что при выстреле происходит выброс в сторону стреляющего нитратов от сгоревшего пороха, отдельных порошинок, смазочного вещества, остатков осалки, микрочастиц сурьмы, олова, бария, меди, серебра, никеля, ртути, магния, хрома и других элементов. Стреляющий не просто окутывается облаком из этих мельчайших, невидимых невооруженным глазом частиц. Они с достаточно большой силой и интенсивностью проникают в его одежду и относительно глубоко внедряются в

кожу, а также в волосы. По их концентрации, особенностям расположения и другим характеристикам можно определить отдельные обстоятельства происшедшего [10].

Целью данного исследования было выявление характерных частиц продуктов выстрелов на образцах, изъятых с одежды стрелявшего при стрельбе им из гладкоствольного охотничьего ружья холостыми и боевыми патронами.

В результате экспериментальных исследований было установлено, что при стрельбе боевыми патронами продукты выстрела на одежде стрелявшего присутствуют, а при стрельбе холостыми – отсутствуют. Отсутствие продуктов выстрела при стрельбе холостыми патронами является несколько неожиданным результатом. Однако это можно легко объяснить.

За счет того что при стрельбе боевыми патронами достигается максимальное давление 450 атм, происходит прорыв пороховых газов из патронника через микроскопические щели в узле запираания, в следствие чего эти газы попадают на одежду стрелявшего.

При стрельбе холостыми патронами максимальное давление достигает всего 20 – 40 атм, в результате пороховые газы не прорываются через соединения узлов механизма запираания канала ствола и не осаждаются на одежде стрелявшего.

Можно сделать вывод, что при стрельбе холостыми патронами из гладкоствольного охотничьего ружья отложения продуктов выстрела могут быть не обнаружены в концентрациях, достаточных для положительного вывода.

При стрельбе боевыми патронами продукты выстрела достаточно легко могут быть обнаружены в концентрациях, позволяющих однозначно дать положительный вывод.

Заключение. В магистерской работе были проведены исследования микронных и субмикронных частиц продуктов выстрела методами растровой электронной микроскопии, они позволили сформировать следующие выводы:

1. Исследования фонового содержания микрочастиц, характерных для продуктов выстрела показали, что они редко встречаются в окружающей среде. Это позволяет надежно идентифицировать продукты выстрела по элементному химическому составу, форме и размерам частиц.

2. Исследования микрочастиц продуктов выстрела разной давностью (7 – 15 лет) показали, что с увеличением давности наблюдается некоторое уменьшение концентрации характерных элементов, но в целом, возможно формирование положительного вывода о присутствии частиц продуктов выстрела.

Произведя исследование морфологии частиц продуктов выстрела с давностью 7 – 15 лет можно сделать вывод, что формы и размеры (сферической формы размером 0.5 – 5 мкм) этих частиц сохраняются с течением времени.

3. При исследовании проб микрочастиц продуктов выстрела для иллюстрации надежности выводов рекомендовано формировать элементные обобщенные спектры, которые визуализируют частоту встречаемости характерных частиц продуктов выстрела, таких как Sn, Sb, Ba и Pb.

4. Экспериментальные исследования продуктов выстрела при стрельбе боевыми и холостыми патронами показали, что при стрельбе холостыми патронами из неавтоматического длинноствольного оружия отложения продуктов выстрела могут быть не обнаружены на одежде стрелявшего в концентрациях достаточных для положительного вывода. При стрельбе же боевыми патронами продукты выстрела достаточно легко могут быть обнаружены на одежде стрелявшего в концентрациях, позволяющих однозначно сделать положительный категорический вывод.

Результаты исследования представляют интерес для экспертов-баллистов и могут быть рекомендованы для внедрения в экспертную практику.

Список использованных источников

- 1 Арипов, А. Л. Деятельность следователя по собиранию и проверке доказательств на предварительном следствии: дис. ... канд. юрид. наук / А. Л. Арипов. Москва, 2011. 228 с.
- 2 Надеждин, С. В. Теоретические основы современных методов микроскопии / С. В. Надеждин, М. З. Федорова, В. А. Буржинская. Белгород : БелГУ, 2008. 123 с.
- 3 Россинская, Е. Р. Криминалистическое следование: курс лекций по криминалистике для слушателей следственного факультета / Е. Р. Россинская. М. : Изд-во Норма, 1994. Вып. 3.
- 4 Аверьянова, Т. В. Судебная экспертиза. Курс общей теории / Т. В. Аверьянова. М. : Изд-во Норма, 2006. 272 с.
- 5 Лобачева, Г. К. Методы криминалистической экспертизы при исследовании веществ, материалов и изделий / Г. К. Лобачева// Волгоград : Изд-во ВолГУ 2014. 228 с.
- 6 Снеткова, В. А. Методики производства судебно-баллистических экспертиз / В. А. Снеткова// М. : ВНИИСЭ. 2000. 143 с.
- 7 Захаревич, А. М., Качественный анализ фонового содержания микрочастиц, характерных для продуктов выстрела / А. М. Захаревич, С. Б. Вениг // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2016. Т. 12, вып. 3. С. 72–76.
- 8 Федоренко, В. А., Исследование продуктов дальнего выстрела с помощью растрового электронного микроскопа / В. А. Федоренко, А. М. Захаревич, Д. И. Биленко, С. Б. Вениг, Л. С. Гвоздкова // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2016. Т. 12, вып. 3. С. 72–76.
- 9 Россинской, Е. Р. Основы естественно-научных знаний для юристов : учебник / Е. Р. Россинской// под ред.. М. : Норма-Инфра М, 2000. 428 с.
- 10 Центров, Е. Е. Следы как отражение взаимосвязи объектов и их связи с происшедшим событием / Е. Е. Центров // Вестник криминалистики. 2002. Вып. 1 (3). С. 32–36.