



Дальневосточный медицинский журнал. 2022. № 2
Far Eastern Medical Journal. 2022. № 2

Оригинальное исследование
УДК 340.624.1:537.533.35-001.8
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-2-7>

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА МИШЕНЯХ НАЛОЖЕНИЙ ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ СГОРАНИЯ ПРОДУКТОВ ВЫСТРЕЛА ИЗ ОХОТНИЧЬЕГО КАРАБИНА КО-98М1

Светлана Владимировна Гусева¹, Сергей Валерьевич Леонов^{2✉}, Александр Иванович Авдеев³,
Юлия Павловна Шакирьянова⁴

¹Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия, svetlanaguseva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1293-0358>

^{2,4}111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз;
Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва,
Россия

^{2✉}sleonoff@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-04228-8973>

⁴tristeza_ul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>

³Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия, aiaavdeev@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1506-5547>

Аннотация. Целью исследования стало изучение топографии распределения и количественного состава твердых компонентов продуктов сгорания на поверхности мишеней в области экспериментальных огнестрельных входных повреждений. Исследование проведено на 54 экспериментальных повреждениях мишеней из хлопчатобумажной ткани, полученных выстрелами из охотничьего карабина КО-98М1, патронами калибра 8×57 JS с оболочечными пулями однорадиусной оживальной формы. Произведено 18 серий экспериментальных отстрелов по 3 выстрела с расстояния от плотного упора до 250 см. Исследование отстрелянных мишеней проведено на сканирующем электронном микроскопе Hitachi FlexSem 1000 II. Характер и морфология распределения на поверхности мишеней твердых компонентов продуктов сгорания при выстреле оказались весьма специфичны: при удалении от дульного среза ствола карабина зафиксировано уменьшение размеров частиц продуктов выстрела и размеров их конгломератов. В зависимости от зоны близкой дистанции выстрела зарегистрирована разная степень проникновения продуктов выстрела в нити и между волокнами мишеней. Элементный состав твердых фракций продуктов сгорания, установленный при энергодисперсионном анализе, достаточно стабилен во всей зоне близкой дистанции выстрела. Количественная представительность твердых компонентов химических элементов из состава продуктов сгорания меняется в зависимости от расстояния выстрела. Совокупность полученных данных позволяет с высокой точностью установить расстояние выстрела.

Ключевые слова: огнестрельные повреждения, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионный анализ

Для цитирования: Особенности распределения на мишенях наложений твердых компонентов сгорания продуктов выстрела из охотничьего карабина КО-98М1 / С.В. Гусева, С.В. Леонов, А.И. Авдеев и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2022. – № 2. – С. 40-45. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-2-7>.

FEATURES OF DISTRIBUTION ON TARGETS OF OVERLAYS OF SOLID COMPONENTS OF COMBUSTION OF PRODUCTS OF A SHOT FROM THE HUNTING CARBINE KO-98M1

Svetlana V. Guseva¹, Sergey V. Leonov^{2✉}, Alexander I. Avdeev³, Yuliya P. Shakiryanova⁴

¹Bureau of Forensic Medicine, Moscow Department of Health, Moscow, Russia, svetlanaguseva@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-1293-0358>

^{2,4}111 State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise; Moscow State University of Medicine
and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia

^{2✉}sleonoff@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-04228-8973>

⁴tristeza_ul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>

³Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, aiaavdeev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1506-5547>



Abstract. The goal of the research was to study the topography of the distribution and quantitative composition of the solid components of the combustion products on the target surface in the area of experimental gunshot entry injuries. The study was carried out on 54 experimental injuries of cotton cloth targets obtained by shots from a KO-98M1 hunting carbine, 8×57 JS caliber cartridges with single-radius ogive shell bullets. 18 series of experimental shootings of 3 shots were made from a distance from a tight stop up to 250 cm. The study of the shot targets was carried out on a scanning electron microscope Hitachi FlexSem 1000 II. The nature and morphology distribution on the surface of solid targets components of the combustion products when the shot was very specific: when you remove from the muzzle end of the barrel of the rifle recorded a decrease of particle size product shots and their conglomerates. Depending on the zone of the close range of the shot, a different degree of penetration of the shot products into the threads and between the target fibers was observed. The elemental composition of the solid fractions of the combustion products, established by the energy dispersion analysis, is quite stable in the entire zone of the close range of the shot. The quantitative representation of the solid components of chemical elements from the composition of the combustion products varies depending on the distance of the shot. The totality of the data obtained allows to set the distance of the shot with high accuracy.

Keywords: gunshot injuries, scanning electron microscopy, energy dispersion analysis

For citation: Features of distribution on targets of overlays of solid components of combustion of products of a shot from the hunting carbine KO-98M1 / S.V. Guseva, S.V. Leonov, A.I. Avdeev, et al. // Far Eastern medical journal. – 2022. – № 2. – P. 40-45. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-2-7>.

Наличие окопчения, как признак входной огнестрельной раны, описывал еще Н.И. Пирогов (1848) [1]. Отложение копоти в области входного повреждения вариablyно достаточно широко. Так, при поражении мишени в пределах первой и второй зоны близкой дистанции выстрела копоть распределяется весьма своеобразно и специфично, что позволяет экспертным путем установить расстояние, с которого произведен выстрел. На дистанции выстрела за пределами действия сопутствующих факторов, копоть откладывается достаточно стабильно в виде пояса обтирания, накладываясь на осадненные края входной раны [2]. М.И. Авдеев и последующие исследователи на протяжении более полувека объясняли окопчение краёв входных ран или повреждений на одежде механическим взаимодействием их краёв и грани снаряда [3-9]. Современное видение механизма образования пояса обтирания состоит в том, что между слоями кожи при формировании экскавационной воронки возникают явления сдвига, а наложение металла происходит из-за механического стряхивания его частиц с поверхности пули при ударе, поскольку в момент внедрения сна-

ряда в кожу, расхождение краёв формирующейся раны превосходит диаметр снаряда в несколько раз [10, 11].

Целью нашего исследования было установление характера и морфологических особенностей наложения копоти на мишени, а также установление механизма её отложения в области входного повреждения, причинённого выстрелом из охотничьего карабина КО-98М1.

Для достижения цели экспериментального исследования нами были поставлены следующие задачи:

1. Установить морфологические особенности отложения твердых компонентов продуктов сгорания на тканевой мишени по периферии центрального повреждения в трех зонах близкой дистанции выстрела.
2. Установить морфологические особенности отложения твердых компонентов продуктов сгорания в поясе обтирания по краям входного огнестрельного повреждения на тканевой мишени.
3. На основании полученных данных определить механизм отложения твердых компонентов продуктов сгорания в области входного огнестрельного повреждения на тканевой мишени.

Материалы и методы

Моделирование следов произведено выстрелами из гражданского варианта боевого карабина Mauser 98K – охотничьего карабина КО-98М1, патронами калибра 8×57 JS с оболочечными пулями однорадиусной оживальной формы. В качестве мишени применялась хлопчатобумажная ткань белого цвета. Экспериментальные отстрелы произведены в условиях герметичного (плотного) и неплотного упора, с расстояний 5 см, 10 см, 20 см, 30 см, 40 см, 50 см, 60 см, 70 см, 80 см, 90 см, 100 см, 125 см, 150 см, 175 см, 200 см и 250 см. Произведено 54 выстрела – по 3 выстрела с каждого расстояния. Стрельба осуществлялась в специально оборудованном тире «Биссерово-Парк» (Московская область) с соблюдением требований безопасности при обращении с огнестрельным оружием.

Исследование отстрелянных мишеней проводилось на сканирующем электронном микроскопе Hitachi FlexSem1000 II. Тканевые объекты исследования помещались на алюминиевый предметный столик камеры микроскопа диаметром 52 мм и крепились при помощи двухстороннего проводящего углеродного скотча. Режим сканирования производился с регистрацией обратно-рассеянных электронов (режимы BSE). Сканирование производилось в режиме низкого вакуума, что исключало электронизацию ткани (VP-SEM 30 Pa). Применялось увеличение от ×75 до ×2500. Ускоряющее напряжение – 15 кВ, величина силы поглощенного тока составила 600-800 пА, рабочая дистанция – 5,6-10,0 мм. Элементный анализ осуществлялся при помощи энергодисперсионного

рентгеновского спектрометра Bruker SCU. Время набора спектра осуществлялось в режиме «точно» и составило от 12 до 28 минут. Полученные данные сравнивались с результатами ранее проведенных исследований, в ходе которых установлено, что для карабина КО-98М1 зона действия пламени и порохо-

вых газов реализуется на расстоянии 5 см от дульного среза ствола, зоне отложения копоти выстрела соответствует расстояние 10-50 см, зоне преимущественного действия частиц пороха и металлических частиц соответствует расстояние до 60 см от дульного среза ствола оружия.

Результаты и обсуждение

При выстрелах в упор (герметичный и неплотный) и с расстояния 5 см в образцах ткани, полученных с пояска обтирания и наружного края входного повреждения, регистрировалось интенсивное отложение твердых компонентов продуктов сгорания в виде наложения конгломератов частиц. Наибольшая интенсивность распределения наложений продуктов выстрела соответствует поверхности волокон нитей, обращенных к дульному срезу ствола оружия. Кроме этого, отмечалось глубокое проникновение частиц в межволоконное пространство нитей мишени и просыпание их на углеродный скотч (рис. 1).

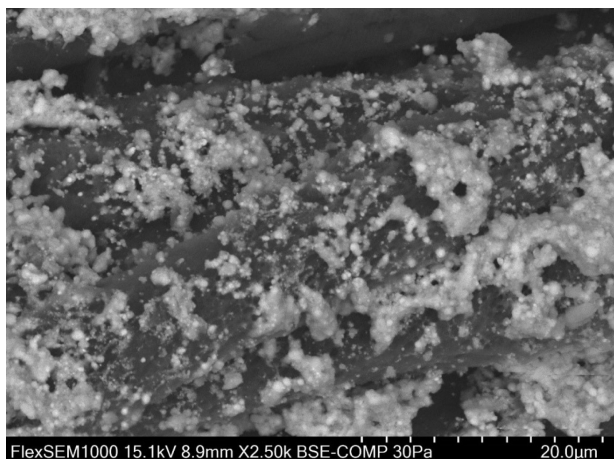


Рис. 1. Морфология распределения наложений твердых компонентов сгорания продуктов выстрела на волокнах нитей мишени из краевой зоны входного повреждения, причиненного выстрелом с расстояния 5 см (исследование в режиме BSE-COMP, увеличение $\times 2500$)

При выстрелах с расстояния 10-50 см в образце ткани с области пояска обтирания, на увеличениях до $\times 250$, отложение продуктов сгорания представлено в виде четко отграниченных участков наложения крупных конгломератов частиц, покрывающих 5-8 рядом расположенных волокон нитей. С увеличением расстояния выстрела диффузно расположенные частицы встречаются значительно реже, чем на мишенях, выстрелы в которые проведены с более близкого расстояния. Просыпание частиц на углеродный скотч и в межволоконное пространство нитей не регистрировалось (рис. 2).

В образцах ткани из периферического отложения твердых компонентов продуктов сгорания с входного повреждения мишеней, образовавшихся при выстрелах с расстояния 10-50 см, крупные конгломераты не регистрировались, отмечалось наличие множественных единичных частиц и мелких конгломератов на поверхности волокон мишени (рис. 3).



Рис. 2. Морфология распределения наложений твердых компонентов продуктов сгорания выстрела на волокнах нитей мишени из краевой зоны входного повреждения при выстреле с расстояния 30 см (исследование в режиме BSE-COMP, увеличение $\times 180$)

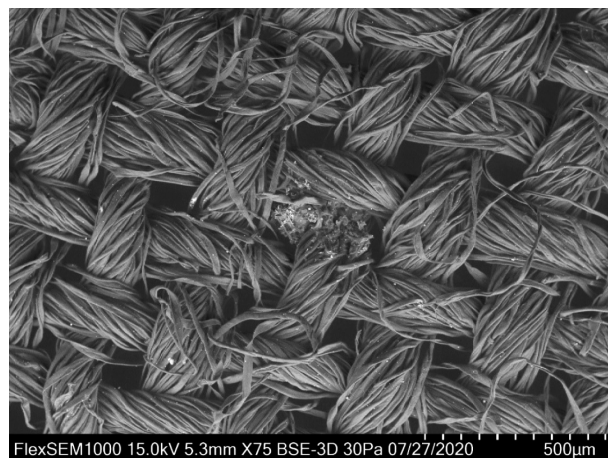


Рис. 3. Морфология распределения наложений твердых компонентов продуктов сгорания на волокнах нитей мишени по периферии входного повреждения, причиненного выстрелом с расстояния 30 см (исследование в режиме BSE-3D увеличение $\times 75$)

При выстрелах с расстояния 60-90 см в образце ткани с области пояска обтирания, на увеличениях до $\times 270$, как и в предыдущей серии наблюдений, отложение твердых компонентов сгорания продуктов выстрела было представлено в виде четко отграниченных участков наложения крупных конгломератов частиц. Диффузно расположенные частицы встречались редко и поверхностно, глубокого внедрения и просыпания частиц не регистрировалось (рис. 4).

В образце ткани из периферического отложения продуктов сгорания с входного повреждения мишеней, образовавшихся при выстрелах с расстояния 60-90 см, регистрировались множественные единич-



ные частицы и мелкие конгломераты на поверхности волокон мишени (рис. 5). Вместе с тем, в ходе предыдущих исследований как в визуальной зоне спектра, так и в инфракрасных лучах копоть выстрела не регистрировалась.

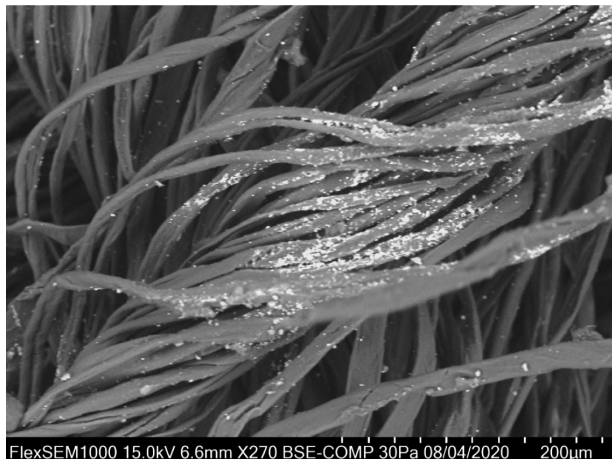


Рис. 4. Морфология распределения наложений продуктов сгорания на волокнах нитей мишени из краевой зоны входного повреждения при выстреле с расстояния 90 см (исследование в режиме BSE-COMP, увеличение $\times 270$)



Рис. 5. Морфология распределения наложений твердых компонентов продуктов сгорания по периферии от входного повреждения при выстреле с расстояния 70 см (исследование в режиме BSE-COMP, увеличение $\times 320$)

При энергодисперсионном рентгеновском анализе для каждого расстояния устанавливалось наличие химических элементов, входящих в состав твердых компонентов продуктов выстрела (рис. 6): Cu, Pb – металлы, из которых изготовлена оболочка снаряда; Fe – основной металл, из которого изготовлен ствол оружия; Sb, S – химические элементы, входящие в капсюльный состав.

Проведенным исследованием установлено, что характер и морфология отложения продуктов сгорания выстрела из охотничьего карабина КО-98М1 в пояске обтирания имеют достаточно специфическую картину – конгломераты частиц откладываются по поверхности волокон на стороне, обращенной к центральному дефекту.

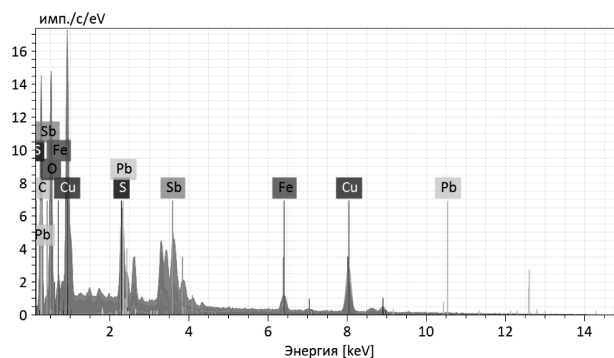


Рис. 6. Спектрограмма с области пояски обтирания (выстрел с расстояния 50 см)

В зоне действия пламени выстрела и пороховых газов, очевидно, за счет высокого градиента давления, регистрируется большое количество диффузных частиц продуктов сгорания и их конгломератов, как на поверхности нитей и волокон мишени, так и в межволоконном пространстве. Частицы твердых компонентов выстрела проникают в материал мишени достаточно глубоко – на всю толщину ткани, что регистрируется просыпанием продуктов сгорания на углеродный скотч подложки.

Во второй зоне близкой дистанции выстрела регистрируется отложение твердых компонентов продуктов сгорания в виде крупных диффузно расположенных частиц и их конгломератов без проникновения в межволоконное пространство нитей мишени.

В зоне преимущественного действия частиц металла и пороха на расстоянии 60-90 см от дульного среза ствола карабина регистрировались множественные мелкие диффузно расположенные частицы, которые ни визуальными, ни в инфракрасных лучах или другими традиционными методами, применяемыми в экспертизе огнестрельной травмы, не определялись.

Качественный элементный состав продуктов сгорания, установленный при энергодисперсионном анализе, достаточно стабилен в пределах всей зоны близкой дистанции выстрела. При количественной оценке установлено изменение содержания химических элементов, входящих в продукты сгорания при выстреле, в зависимости от расстояния, с которого произведен выстрел. Эти данные мы планируем опубликовать в отдельной работе.

Таким образом, установленное нами посредством электронной микроскопии наличие частиц пороха и металла на мишени на расстоянии до 90 см от дульного среза ствола карабина, а также элементный состав твердых компонентов сгорания продуктов выстрела, свидетельствуют о существенном расширении экспертных диагностических возможностей применением указанного метода исследования. В частности, полагаем, что перспективными направлениями исследования являются количественная оценка элементного состава и установление абсолютных размеров частиц продуктов сгорания при выстреле.



Список источников

1. Авдеев М.И. Судебно-медицинская экспертиза трупа. – М.: Медицина, 1976. – С. 234-248.
2. Гаджиева Д.Б. Особенности следов близкого выстрела из некоторых современных образцов огнестрельного оружия (экспериментальное исследование): дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 132 с.
3. Исаков В.Д. Механизмы поражающего действия факторов выстрела и их судебно-медицинская оценка (экспериментальное исследование): дис. ... д-ра мед. наук. – Л., 1993. – 466 с.
4. Колкутин В.В., Макаров И.Ю. Становление, современное состояние и перспективы развития судебно-медицинской экспертизы огнестрельной травмы // Судебно-медицинская экспертиза. – 2008. – Т. 51, № 1. – С. 11-15.
5. Леонов С.В., Никитаев А.В. Новый взгляд на механизм формирования пояса осаднения при огнестрельной травме // Медицинская экспертиза и право. – 2014. – № 4. – С. 37-40.
6. Микляева О.В. Криминалистическая диагностика промежуточных огнестрельных повреждений, образованных выстрелами из нарезного оружия: автореферат. дис. канд. юр. наук. – М., 2000. – 24 с.
7. Молчанов В.И., Попов В.Л., Калмыков К.Н. Огнестрельные повреждения и их судебно-медицинская экспертиза. – Л.: Медицина, 1990. – 270 с.
8. Пирогов Н.И. Военно-врачебное дело и частная помощь на театре войны в Болгарии и в тылу действующей армии в 1877-1878 гг. – СПб., 1879. – 6 с.
9. Попов В.Л., Дыскин Е.А. Раневая баллистика (судебно-медицинские аспекты). Труды Военно-медицинской академии. – Т. 234. – СПб., 1994. – С. 37-38.
10. Попов В.Л., Шигев В.Б., Кузнецов Л.Е. Судебно-медицинская баллистика. – СПб.: Гиппократ, 2002. – С. 75-80.
11. Сафонов А.А. Обнаружение следов выстрела // Теоретико-методологические и прикладные аспекты социальных институтов права, экономики, управления и образования: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Гуманитарно-социальный институт. – М.: Перо, 2016. – С. 411-418.

References

1. Avdeev M.I. Forensic medical examination of a corpse. – M.: Medicine, 1976. – P. 234-248.
2. Gadzhieva D.B. Features of traces of a close shot from some modern samples of firearms (experimental study): Thesis of ... a Candidate of Med. Science. – M., 2007. – 132 p.
3. Isakov V.D. Mechanisms of the damaging effect of the factors of the shot and their forensic medical assessment (experimental study): Thesis of ... a Doctor of Med. Science. – L., 1993. – 466 p.
4. Kolkutin V.V., Makarov I.Yu. Formation, current state and prospects of development of forensic medical examination of gunshot injury // Forensic Medical Examination. – 2008. – Vol. 51, № 1. – P. 11-15.
5. Leonov S.V., Nikitaev A.V. A new look at the mechanism of formation of the sedimentation belt in case of a gunshot injury // Medical Expertise and Law. – 2014. – № 4. – P. 37-40.
6. Miklyaeva O.V. Criminalistic diagnostics of intermediate gunshot injuries formed by shots from rifled weapons: Abstract of a thesis ... of a Candidate of Legal Sciences. – M., 2000. – 24 p.
7. Molchanov V.I., Popov V.L., Kalmykov K.N. Gunshot injuries and their forensic medical examination. – L.: Medicine, 1990. – 270 p.
8. Pirogov N.I. Military medical practice and private assistance in the theater of war in Bulgaria and in the rear of the active army in 1877–1878. – SPb., 1879. – 6 p.
9. Popov V.L., Dyskin E.A. Wound ballistics (forensic aspects). Proceedings of the Military Medical Academy. – Vol. 234. – SPb., 1994. – P. 37-38.
10. Popov V.L., Shigev V.B., Kuznetsov L.E. Forensic Ballistics. – SPb.: Hippocrates, 2002. – P. 75-80.
11. Safonov A.A. Detection of traces of a shot // Theoretical, methodological and applied aspects of social institutions of law, economics, management and education: Materials of the All-Russian Scientific Conference with international participation. Humanities and Social Institute. – M.: Publishing House «Pero», 2016. – P. 411-418.

Вклад авторов:

Гусева С.В., Леонов С.В., Шакирьянова Ю.П. – сбор данных;
Гусева С.В., Шакирьянова Ю.П. – написание черновика рукописи;
Леонов С.В., Авдеев А.И. – научная редакция текста статьи;
Гусева С.В., Леонов С.В., Шакирьянова Ю.П. – рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Contribution of the authors:

Guseva S.V., Leonov S.V., Shakiryanova Yu.P. – data collection;

Guseva S.V., Shakiryanova Yu.P. – writing a draft of the manuscript;

Leonov S.V., Avdeev A.I. – scientific revision of the text of the article;

Guseva S.V., Leonov S.V., Shakiryanova Yu.P. – consideration and approval of the final version of the manuscript.

All the authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 21.03.2022.

The article was accepted for publication 21.03.2022.

