



УДК 343.98

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКОЙ КАНАЛА СТВОЛА

А. В. Федин, Е. А. Чашин,* В. А. Федоренко**

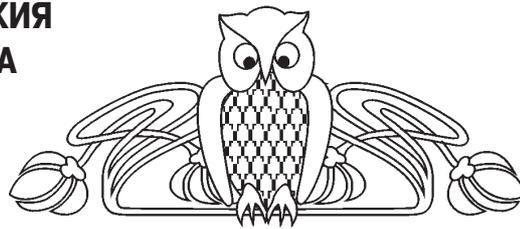
Ковровская государственная технологическая академия

E-mail: a_fedin@list.ru

*E-mail: kanircha@list.ru

**Научно-образовательный институт наноструктур и биосистем
Саратовского государственного университета

E-mail: fed77@yandex.ru



В работе рассмотрена возможность использования лазерной маркировки канала ствола для идентификации оружия по следам на выстреленных пулях. На основе проведенных экспериментов выполнен анализ режимов лазерной обработки ствола, при которых следы на выстреленной пуле могут быть признаны пригодными к идентификации.

Ключевые слова: идентификация, огнестрельное оружие, канал ствола, лазерная маркировка.

Identification of Firearms Laser Marks of the Barrel Bore

A. V. Fedin, E. A. Chashin, V. A. Fedorenko

The paper considers the possibility of using laser marking to identify the bore arms on the traces on fired bullets. The analysis of modes of laser processing of a trunk at which traces on the shot bullet can be recognized by suitable to identification, is executed on the basis of the spent experiments.

Key words: identification, firearms, barrel bore, laser marking.

Идентификация ствола стрелкового оружия основана на сравнении следов на исследуемых выстреленных пулях¹. Однако идентификация ствола с полигональными нарезами существенно затруднена из-за отсутствия на стенках канала ствола таких элементов, как грани и ребра нареза, сколы и неоднородности на которых и обеспечивают появление в следах на выстреленных пулях характерных наборов трасс. Поэтому данная идентификация ввиду отсутствия значимых неоднородностей микрорельефа на внутренней поверхности ствола является одной из наиболее актуальных задач судебно-баллистической экспертизы.

Мы рассмотрим возможность нанесения лазерной маркировки в канале ствола с целью идентификации оружия по следам на выстреленных пулях, а также формирования на следообразующих частях огнестрельного оружия устойчивых индивидуальных признаков, стабильно отражающихся на выстреленных пулях.

Работы, выполненные ранее², показали принципиальную возможность идентификации оружия с полигональными нарезами, содержащего на внутренней поверхности канала ствола по меньшей мере один маркирующий элемент, оставляющий на пуле при выстреле следы, которые позволяют однозначно идентифицировать ствол. В качестве

маркирующего элемента использовалось произвольное изменение микрорельефа внутренней поверхности ствола, возникающее под действием энергии от источника лазерного излучения. Обработка внутренней поверхности ствола лазерным излучением основана на передаче энергии квантов света тепловым колебаниям решетки твердого тела материала ствола. При достижении на поверхности плотности мощности излучения на уровне $(1-5) \times 10^8$ Вт/см² основными процессами в зоне воздействия становятся испарение и плавление, которые сопровождаются локальным изменением микрорельефа, а именно появлением на поверхности малых деформаций в виде лунок (в результате испарения) и застывших капель расплавленного материала (в результате плавления). Применение многомодового лазерного излучения, энергетические и пространственные параметры пучка которого произвольно изменяются с течением времени, сопровождается хаотичным распределением плотности мощности в зоне воздействия. При этом в отличие от известных методов³, на внутренней поверхности ствола формируются индивидуализирующие метки, оставляющие на пуле следы (рис. 1), комплекс совокупных признаков которых повторить невозможно⁴. Для дополнительного упрочения маркирующих элементов внутренняя поверхность канала ствола в области лазерного воздействия покрывалась тонким слоем боросодержащей пасты.

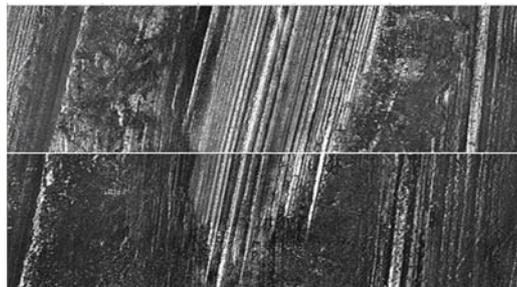


Рис. 1. Совмещение трасс, образованных маркировкой внутри ствола

Высокая скорость обработки, достигающая 150–200 мм/с, и отсутствие механического воздействия на ствол обеспечивают возможность



маркировки готовых изделий практически без изменения их механических и баллистических свойств. Это позволяет считать лазерную маркировку одним из наиболее перспективных подходов к решению задачи обеспечения идентификации стволов с полигональными нарезами. Однако результаты исследований следовой картины на выстреленных пулях, выполненных с использованием баллистического сканера, входящего в состав идентификационного комплекса POISC, показали, что в течение первых 8–10 выстрелов наблюдается высокая вариативность следов, образованных лазерной маркировкой, при дальнейшей эксплуатации оружия следы от маркировки изменяются медленнее. Таким образом, исходя из известных криминалистических принципов, которым должна удовлетворять маркировка, наиболее слабым местом является её устойчивость от выстрела к выстрелу.

Для оценки устойчивости идентифицирующих меток к износу проводились экспериментальные исследования на машине трения в условиях нагружения образцов до 27 кгс/см² со смазкой МГЕ-10А. В качестве пары трения использовали индентор из ствольной стали диаметром 10 мм с нанесенными маркирующими метками и вращающийся диск из латуни ЛМцСКА58-2-2-1-1, используемый в качестве антифрикционного материала⁵. Время нагружения каждой пары – 1 час. Эксперименты показали, что одной из причин вариативности профиля поверхности является малая площадь металла, вытесненного из области расплава на поверхность канала ствола. Малая зона контакта может быть вызвана локальным изменением интенсивности лазерного излучения в зоне воздействия при маркировке импульсным лазерным излучением с многомодовым характером пучка. Для исключения влияния многомодового режима воздействие осуществляли импульсами модулированного излучения иттербиевого волоконного лазера LDesigner F1 средней мощностью 10 Вт с частотой 20 кГц и длительностью импульса в диапазоне 0,05–0,08 мкс⁶.

Эксперименты показали, что размер деформаций поверхности канала ствола превышает амплитуду колебания профиля поверхности вследствие ее шероховатости и достигает 10 мкм. После нагружения на машине трения максимальный размер колебания «пиков» профиля поверхности уменьшается примерно на 20%. Столь малый износ свидетельствует о том, что при контакте индентора с подстилающей поверхностью происходит пластическая деформация менее твердого подстилающего материала, в результате на нем образуется набор характерных трасс (см. рис. 1). Также следует отметить исчезновение ряда «локальных» пиков, однако их удаление происходит практически в первые моменты нагружения, поэтому незначительно влияет на вариативность следов после отстрела. Для получения образцов пуль со следами маркировки было произведено до 100

выстрелов из каждого исследуемого экземпляра оружия. Стрельба производилась в стандартный пулеулавливатель, представляющий собой полую трубу, заполненную кевларовыми нитями. Использование пулеулавливателя позволило исключить деформацию пуль и обеспечить сохранность на них следов, оставляемых поверхностью канала ствола (рис. 2–4).

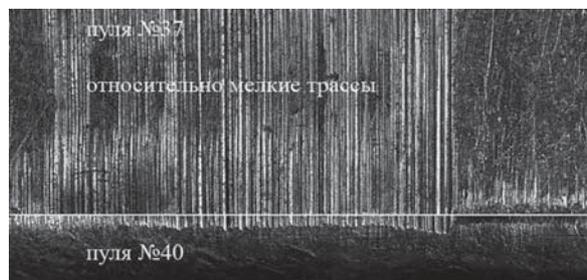


Рис. 2. Совмещение трасс, образованных лазерной маркировкой внутри ствола при однократном воздействии лазерного луча



Рис. 3. Совмещение трасс, образованных лазерной маркировкой внутри ствола, ширина дорожки 50 мкм

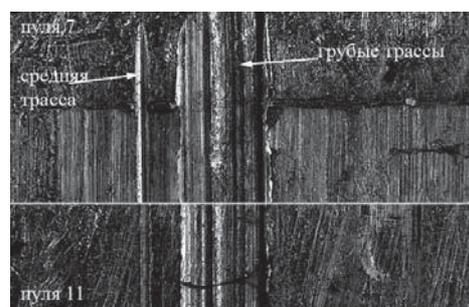


Рис. 4. Совмещение трасс, образованных лазерной маркировкой внутри ствола, ширина дорожки 1 мм

Рассмотрим устойчивость от выстрела к выстрелу следовой картины трасс, образованных лазерной маркировкой, нанесенной на внутренней поверхности ствола на расстоянии 8–10 мм от дульного среза. Видно, что маркировка ведет себя достаточно устойчиво. Деформация пули при ее движении по каналу ствола позволяет обеспечить плотный контакт с лунками, созданными лазерной маркировкой. Вариативность в следах присутствует, но связана, на наш взгляд, в основном, с различными условиями выстрела



и присутствием порой достаточно выраженных серий трасс от запрессовки пули в гильзу.

Результаты отстрела показали, что трассы от однократной маркировки достаточно мелкие и могут маскироваться трассами от запрессовки пули в гильзу. Один из путей повышения выраженности трасс заключается в увеличении глубины и ширины зоны лазерной маркировки. На рис. 3 и 4 приведены результаты отстрела стволов, содержащих в качестве маркирующих элементов линии лазерной маркировки шириной 50 мкм и 1 мм соответственно. Линии получены путем многократного сканирования лазерным лучом рабочей поверхности канала ствола. Видно, что с увеличением ширины маркируемой зоны трассы получаются более выраженными, принципиально упрощая процедуру сравнения следов и совмещения.

Таким образом, наши исследования показали возможность идентификации стволов нарезного оружия с полигональными нарезками путем маркировки излучением импульсных волоконных лазеров внутренней поверхности ствола. Из результатов экспериментов следует, что для решения задачи идентификации оружия по следам на выстреленных пулях трассы от маркировок канала ствола должны образовывать группы из нескольких трасс шириной 50 ± 15 мкм и двух-трех «грубых» трасс большей ширины. Проведенные исследования следует рассматривать только как

первый шаг в решении задачи нанесения лазерной маркировки на внутреннюю поверхность канала ствола. Необходимо продолжить работы по направлениям, связанным с исследованием влияния маркировки на ресурс ствола, износостойкости маркирующих символов при решении задач идентификации стрелкового оружия большего калибра, эффективности лазерной маркировки в образцах оружия при отстреле пуль с напыленными покрытиями и т. д.

Примечания

- 1 См.: Комаринец Б. М. Идентификация огнестрельного оружия по выстреленным пулям // Методика криминалистической экспертизы. Вып. 3. М., 1961.
- 2 См.: Федоренко В. А. [и др.]. Применение лазерной маркировки для идентификации оружия по следам на выстреленных пулях // Судебная экспертиза. 2008. № 1. С. 17–24.
- 3 RU № 2094732, F41 A21/00, 1997
- 4 См.: Федоренко В. А. [и др.]. Применение лазерной маркировки для идентификации оружия по следам на выстреленных пулях; Патент на изобретение. Способ маркировки оружия. № 2373476. Россия, 20.11.2009.
- 5 См.: Трение, изнашивание и смазка: справочник: в 2 кн. / под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алисина. М., 1978. Кн. 1.
- 6 См.: Сапрыкин Л. Г. Лазерная маркировка и гравировка // Оборудование. Регион. № 4(21). 2006. С. 35–36.

УДК 343.98

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО СЛЕДАМ НА ПУЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ТОПОГРАФИИ МИКРОНЕОДНОРОДНОСТЕЙ И КОРРЕЛЯЦИИ. ОБЪЕДИНЕНИЕ МИКРОСКОПИИ И СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Р. Томпсон, В. Чу, Дж. Сонг*

Национальный институт стандартов и технологий, США

E-mail: robert.m.thompson@nist.gov

*E-mail: jun-feng.song@nist.gov

В настоящее время идентификация огнестрельного оружия основывается на сравнении изображений с помощью сравнительных микроскопов. Эффективность идентификации зависит от качества изображения сравниваемых следов, которое сильно зависит от условий освещения. Баллистические следы по своей природе представляют собой геометрическую микротопографию, поэтому главной целью работы является демонстрация полезности методов измерения топографии поверхности следов для идентификации оружия. К тому же объективный, основанный на математических расчетах метод ввода данных и сравнения позволяет показать научную основу идентификации огнестрельного оружия по следам.

Ключевые слова: криминалистика, уникальность следов на пулях, баллистическая идентификация, справочные материалы



(СМ), стандартизованные гильзы, топографические измерения, Национальный институт по стандартам и технологиям (НИСТ).

Bullet Signature Identification Using Topography Measurements and Correlations. Unification of Microscopy and Objective Statistical Methods

R. Thompson, W. Chu, J. Song

Current firearm identification is based on image comparisons using optical comparison microscopes. The ability to produce an accurate identification depends on image quality which is largely affected by lighting conditions. Because ballistic signatures are