

## Энергетика

УДК 623.451

### НЕДЕФОРМИРУЮЩЕЕ ТОРМОЖЕНИЕ ПУЛИ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ С ВЫСОКОЙ ДУЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ

**С.Е. Алексенцева, И.В. Захаров**

Самарский государственный технический университет  
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

*Изложены задачи идентификации нарезного огнестрельного оружия. Показаны характерные следы на поверхности пули и гильзы, оставляемые частями оружия при выстреле. Исследованы условия недеформирующего торможения пули огнестрельного оружия в различных тормозных средах. Изложена методика разработки пулеулавливающего устройства с тормозной средой. Произведен подбор тормозной среды для улавливания пули с высокой дульной энергией в условиях «мягкого» недеформирующего торможения. Изложены условия проведения экспериментальных исследований, обеспечивающих точность и корректность работы контрольного отстрела. Разработана система пулеулавливания высокоэнергетичной пули со свинцовым сердечником разнотипных конструкций.*

**Ключевые слова:** *нарезное огнестрельное оружие, идентификация, конструкция пули, гильза, недеформирующее торможение, тормозные среды, контрольный отстрел.*

Испытания различных систем вооружения включают методы торможения боеприпасов, в том числе пуль огнестрельного оружия. Требования к методике торможения определяются целью проводимых испытаний.

Недеформирующее торможение пуль стрелкового оружия производят в соответствии с процедурой аттестации конкретного вида огнестрельного оружия [1–2]. Комплексная информация по конкретному «стволу» используется при расследованиях криминального применения огнестрельного нарезного оружия или потерях оружия, при контрольном отстреле и выдаче разрешений на владение оружием.

Аттестация, или контрольный отстрел, огнестрельного нарезного оружия заключается в производстве выстрелов из оружия и улавливании пули и гильзы. Улавливание должно производиться таким образом, чтобы на пулях и гильзах оставались только характерные следы нарезов канала ствола, следы удара бойка по капсюлю-воспламенителю, а также следы на боковых поверхностях гильз, оставляемые стенками патронника казенной части ствола, и следы выбрасывающих механизмов. Пулеулавливающие установки и тормозные среды не должны оставлять на поверхности пуль и гильз деформаций, микродеформаций, истираний оболочек, наплавленных или натертых на оболочки пуль остатков материалов тормозной среды. В результате процедуры аттестации контрольного отстрела оружия улавливаемые пули и выброшенные из патронника стреляные гильзы

---

*Светлана Евгеньевна Алексенцева (д.т.н.), зав. кафедрой «Химия и технология полимерных и композиционных материалов».*

*Игорь Владиславович Захаров, ведущий инженер.*

направляются на хранение в Центральную пулегильзотеку РФ. В результате несанкционированного применения огнестрельного оружия характерные следы на поверхности пуль и гильз способствуют идентификации конкретного «ствола» и последственным действиям соответствующих органов.

На рис. 1–4 показаны характерные идентификационные следы на пуле и гильзе после выстрела и улавливания [1–4].



Рис. 1. Пуля в унитарном патроне (воссозданная сборка)



Рис. 2. Пуля с нарезом после прохождения по каналу ствола оружия



Рис. 3. Гильзы со следами выбрасывателя



Рис. 4. Донце пули со следом от бойка

В Самарском государственном техническом университете проводится разработка систем улавливания пули и гильзы всех классов стрелкового оружия с нарезным стволом военного, служебного и гражданского назначения в соответ-

ствии с номенклатурой оружия, подлежащего аттестации, для калибров до 12 мм, пуль массой до ~20 г и дульной энергией до ~4000 Дж.

Наиболее часто используемые виды оружия и патронов в преступных нападениях – это боевое и охотничье огнестрельное нарезное оружие: пистолеты Макарова (ПМ) и Тульский Токарева (ТТ), автомат Калашникова (АКМ), снайперская винтовка Драгунова (СВД) и ее гражданский вариант «Тигр», самозарядный карабин Симонова (СКС), армейский карабин системы Мосина (КО-44), охотничьи карабины 7,62 мм «Сайга» и др., а также стрелковые системы иностранного производства.

В таблице представлены данные о баллистических характеристиках и конструктивных особенностях пуль основных видов огнестрельного нарезного оружия в соответствии с классами защиты [5].

Разработка различных типов конструкций системы улавливания пули обусловлена подбором материала тормозной среды, комбинации материалов тормозных сред, типами плотностей набивки материала тормозной среды (однородной, возрастающей линейной, нелинейной), степенью нагрева пули от тормозящего трения в среде, длиной тормозного пути/установки, степенью расхоности и износа тормозящего материала и его стоимостью, ремонтпригодностью самих установок. Установки готовятся под каждый конкретный вид ствола, его штатного патрона и пули. Особенности процесса торможения пули в тормозной среде зависят от скорости, калибра, массы, формы пули и конструктивных характеристик пули – безоболочечные, полуоболочечные, оболочечные, составные пули: специальные, со стальным, термоупрочненным и бронебойным сердечниками. Как ни странно, техническая и организационная части работы контрольного отстрела на две трети зависят от профессионализма, грамотности и мастерства стрелка.

Пули со свинцовым сердечником (рис. 5, 6) требуют более мягкого, бережного торможения на большом тормозном пути, чем пули со стальным сердечником, которые можно улавливать на более коротком пути в более жесткой тормозной среде.



Рис. 5. Винтовочные и автоматная пули со свинцовым сердечником в разрезе



Рис. 6. Открытое донце пуль со свинцовым сердечником

### Характеристики пуль и патронов огнестрельного оружия по классам защиты

Тип оружия	Калибр и тип пули	Дульная скорость, м/с	Масса пули, г	Класс защиты
Малокалиберная винтовка	5.6, БО	310	2.6	1
Револьвер Наган	7.62, свинец БО	275–295	7.2	
Пистолет Макарова	9.0 ОБ/ПС	305–325	6.2	
Пистолет Вальтер-Олимпия	22 LRHV Lead / 5.6 БО	320	2.6	
Револьвер Смит-Вессон	38 SpRN Lead / 9.6 БО	259	10.2	
Пистолет ТТ	7.62, сталь ОБ/ПС	415–445	5.6	2
Пистолет Парабеллум	9.0 Para FMJ / 9.0 ОБ	410	8.0	
Пистолет-пулемет UZI	9.0 Para FMJ / 9.0 ОБ	410	8.0	
Автомат АКМ	7.62, сталь ОБ/ПС	710–740	7.9	3
Автомат АК-74	5.45, сталь ОБ/ПС	890–910	3.4	
Винтовка М16	5.56 ОБ/ПС	830	3.4	
АК-74	5.45, сталь Б/ТУС	890–910	3.4	4
Винтовка СВД	7.62, сталь ОБ/ПС	820–840	9.6	5
Автомат АКМ	7.62, сталь ОБ/ТУС	710–740	7.9	
Винтовка СВД	7.62, сталь ОБ/ТУС	820–840	9.6	6

*Примечание:* ОБ – оболочечная свинцовая пуля; БО – свинцовая пуля без оболочки; ОБ/ПС – оболочечная пуля с простым стальным сердечником; ОБ/ТУС – пуля с термоупрочненным стальным сердечником.

При аттестации огнестрельного оружия на контрольном отстреле существует проблема – очень сложно без разрушения затормозить полуболобочную пулю из очень мягкого свинца, без примеси сурьмы, в тонкой фольгированной оболочке из меди или латуни, которая сама по себе легко сминается от руки (рис. 7). Такая пуля, «мягкая» в целом вместе с оболочкой, конструктивно выполненная на пределе прочности, рассчитана выдержать только свой выстрел и не разрушиться в стволе при разгоне, а при соприкосновении с преградой сразу разлетается, притом что ее скорость и энергия очень высоки. Классический пример – «барсовый» патрон с полуболобочкой со скоростью 1030 м/с или образцы очень старого, раритетного оружия XVIII века: гильза 60 мм, калибр за 9 мм, из гильзы торчит огромный черный кусок древнего мягчайшего свинца, пуля вообще безоболочечная при скорости под 800 м/с. Температура плавления свинца – всего 327,4 °С [6]. Накладывается несколько разных факторов. Мягкий свинец при торможении в среде не должен размягчаться от трения «в пластилин», сразу де-

формируясь, и тем более не должен нагреваться до жидких состояний. То есть подбирается коэффициент трения материала среды по свинцу или по оболочке пули со свинцовым сердечником. В общем случае чем ниже становится кинетическая энергия и скорость пули, тем плотнее может быть среда тормозных установок, хотя простой зависимостью коэффициента плотности на единицу скорости не обойтись (имеют значение неравномерность среды, доля испарения свинца, большое механическое истирание свинца о среду с уменьшением массы, разбалансировкой пули и смещением центра тяжести, меняющаяся твердость свинца, параметры инерции и гигроскопичности, в динамике дающие отклонения от осевой выстрела, кувыркивание, моментально вызывающее еще большие неплановые изменения траектории торможения, внутренние рикошеты в установках). Поэтому существуют выстрелы «удачные» или «неудачные», это сложный многофакторный физико-математический процесс кинетической работы проникновения ударника в среду с их взаимовлиянием. Все рассчитать сложно, но очень многое можно предусмотреть.



Рис. 7. Пуля со свинцовым сердечником 7.62 мм карабина «Барс», уловленная в тормозной системе

Рассмотрим второй фактор. Даже нагреваясь до допустимых норм, мягкий свинец полуоболочечный, а тем более безоболочечный, не должен механически истираться о среду (свинец же оставляет следы на бумаге – истирается).

Третий фактор: среда должна быть химически нейтральной к химическому свинцу в условиях высоких температур. Это значит, что тормозная установка будет четко задана то на температуру, то на скорость, то на прямолинейность траектории торможения, то на целостность пули, ее конструкцию, окончательное улавливание и останов. Она должна быть многофункциональной, последовательной для многих типов материалов тормозных сред. То есть речь идет о категории патронов с пулями, выполненными на грани прочности по механическим свойствам, конструктивным особенностям, по температуре; об очень редком раритетном оружии и боеприпасе к нему. Причем даже не для ведомств контрольного отстрела (можно подобрать другой современный патрон, вполне подходящий по гильзе и калибру), а для экспертных криминалистических оружейных лабораторий МВД, где один выстрел могут тщательно готовить несколько дней. Судмедэкспертизу интересует поведение и следы таких пуль в сложной среде биологических тел для последовательных экспериментов.

На контрольном идентификационном отстреле существуют несколько проблематичных, но разрешаемых факторов: патроны с пулями на грани механической прочности, крупные калибры, крупные калибры с пулями с округлой головной частью, крупные калибры безоболочечные.

Пули с круглым, сферическим носом, в отличие от узкоконических, имеют максимально возможное лобовое сопротивление, а это значит, что при огромной скорости, большом калибре на границе соприкосновения свинец – среда выделяется максимальное количество кинетической энергии, производящей работу. И все это приходится на очень мягкий пластичный низкотемпературный свинец или тонкую оболочку, не считая моментальных следствий рикошета, разрывов пули, потерявшей форму, и состояния движущейся кинетической массы, которая все равно будет двигаться дальше в жидком или твердом, в целом или осколочном виде, снопом, форсом осколков и свинцовых брызг, пока не «обнулится» вся. Цельнооболочечный крупный калибр требует плавного наращивания плотности тормозной среды – от легчайшей до практически монолитной, спрессованной в конце у останова.

Организация контрольного отстрела и конструкции установок отстрела, тормозные среды, дополнительные материалы, конструкции, узлы и защиты дают возможность вести стрельбу из оружия практически любой степени разуконплектации, брака, износа, поломок, потерь частей оружия, вплоть до единичного ствола с запирающимся затвором и взведением от отвертки.

В СамГТУ после тщательных исследований и многократных экспериментов в качестве материалов тормозных сред подобраны: вода, гомогенные, блочные и стружечные парафин и церезин, листовая и нитевидная резина, бумажная мишура и др., которые могут обеспечить быстрое улавливание пуль и их недеформируемость в процессе торможения, подтвержденные заключениями экспертиз МВД. С учетом стоимости расходного материала среды, практичности и скорости работы были окончательно приняты обычная бумага, ставшая ненужной, и резина двух типов – жесткая и мягкая. Большая универсальная практика контрольного отстрела показала, что окончательно принятые варианты способны полностью и предельно качественно обеспечить работу идентификации всего оборота типов стрелкового оружия, существующего у населения, по крайней мере в Самарской области, до нарезных 12-го калибра. Возможна работа и с 12-м калибром, но с полной переделкой стрелкового тира, конструкции тормозной установки и лафетной части с дополнительными камерами звукопоглощения, выхлопного звукопоглощения и дистанционного спуска.

Для минимизации количества экспериментальных исследований проведены теоретические расчеты длины тормозного пути, которую можно оценить по зависимости, используемой для скоростей проникания ударников в преграду до 800 м/с [7]:

$$S = \frac{2m}{\pi \cdot d^2 \cdot \lambda \cdot a \cdot b} \ln(1 + bV^2),$$

где  $m$  – масса пули, кг;

$V$  – скорость пули перед преградой, м/с;

$d$  – диаметр пули, м;

$\lambda$  – коэффициент формы пули ( $\lambda = 1.91 - 0.35 \frac{h}{d}$ ,  $h$  – высота конической части ударника при соотношении конической части к цилиндрической  $\lambda \cong 1.2$ );

$a$  – характеристика прочности, Н/м<sup>2</sup>;

$b$  – характеристика вязкости материала преграды, с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> ( $b$  – отношение значений плотности к прочности).

На основе комплексных теоретических и экспериментальных исследований разработана наиболее эффективная система торможения с тормозной средой в виде бумажной мишуры общей длиной 12 м, гарантированно превышающая длину тормозного пути при улавливании винтовочных пуль со свинцовым сердечником.

Точность эмпирических исследований обеспечена рядом подтверждающих операций при торможении пуль. Производится регистрация дульной скорости пуль исследуемых патронов с помощью хронографа «Баллистика М». На основе учета конструкции пули, материала сердечника, массы пули, площади поперечного сечения (калибра) рассчитывается дульная энергия пули по формуле  $E = mv^2/2$ , Дж. Прицеливание осуществляется с помощью лазерного целеуказателя.

На рис. 7 показано фото пули со свинцовым сердечником, уловленной в пулеуловителе СамГТУ. Качество нарезов и отсутствие деформаций от тормозящего материала на боковой поверхности пули подтверждаются применением баллистического сканера и последующим заключением экспертизы МВД.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексенцева С.Е., Гановичев А.В., Суздальцева Е.А.* Экспериментальный комплекс улавливания и идентификации пуль стрелкового оружия // Тез. докл. Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона». – Новосибирск: НГТУ, 22–24 апреля, 2009. – С. 12–13.
2. *Захаров И.В., Алексенцева С.Е.* Организация и безопасность проведения контрольного отстрела огнестрельного оружия. – Самара: СамГТУ, 2012. – 74 с.
3. *Калашников В.В., Алексенцева С.Е.* Исследование влияния конструкции пули на процесс пробивания стальной преграды // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2009. – Вып. 2 (24). – С. 99–104.
4. *Алексенцева С.Е., Захаров И.В.* Влияние демпфирующих свойств сплавов на пулестойкость // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2011. – С. 88–95.
5. *ГОСТ Р 51112-97. Средства защитные банковские. Требования по пулестойкости и методы испытаний.* – М.: Госстандарт России, 2003. – 14 с.
6. *Политехнический словарь* // Гл. ред. А.Ю. Ишлинский; Ред. кол. А.Ф. Белов, Г.В. Воскобойников, В.А. Дубровский и др. – М.: Больш. Рос. энциклопедия, 2000. – 656 с.
7. *Данилин Г.А., Огородников В.П., Заволокин А.Б.* Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2005. – 374 с.

*Статья поступила в редакцию 1 июня 2017 г.*

## **BRAKING WITHOUT DEFORMATION OF A BULLET OF FIRE-ARMS WITH HIGH ENERGY**

***S.E. Aleksentseva, I.V. Zacharov***

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

*Problems of identification of rifled fire-arms are set up. Characteristic traces on the bullet and barrel surfaces left units of the weapon at a shot are shown. Conditions of braking without deformation of a bullet of fire-arms in brake mediums environments are investigated. The technique of working out of the device for braking of bullets with the brake environment is set up. Selection of the brake environment is made for catching of a bullet with high energy in conditions braking without deformation. Conditions of Fulfilment of the experimental researches providing accuracy and a correctness of monitor shooting are set up. The system of catching bullets with high energy with the lead core is created.*

**Keywords:** *rifled weapon, identification, bullet construction, barrel, braking without deformation, brake mediums, monitor shooting.*

---

*Svetlana E. Aleksentseva (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.  
Igor V. Zacharov, Leading Engineer.*