

ГЛУШИТЕЛЬ ЗВУКА ВЫСТРЕЛА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ ГАЗОВ В ВИДЕ НАБОРА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

В статье приведены сведения о глушителях звука выстрела ручного огнестрельного оружия, преобразователи энергии газов которых представляют собой набор отрезков цилиндрических осесимметричных оболочек, установленных перпендикулярно продольной оси глушителя.

Описаны устройство и принцип действия разработанного авторами глушителя, в конструкции которого использованы отрезки осесимметричных цилиндрических оболочек, установленных перпендикулярно продольной оси.

Приведена информация о модификациях разработанных авторами глушителей такого типа и испытаниях их на эффективность.

Сделаны выводы о целесообразности применения предложенных авторами конструкций глушителей и намечены пути их совершенствования.

В статті приведено відомості про конструкції глушників звуку пострілу ручної вогнестрільної зброї, перетворювачі енергії газів яких являють собою набір відрізків циліндричних осесиметричних оболонок, встановлених перпендикулярно поздовжній осі глушника.

Описано будову та принцип дії розробленого авторами глушника, в конструкції якого використовуються відрізки осесиметричних циліндричних оболонок, встановлених перпендикулярно поздовжній осі.

Приведно інформацію про модифікації розроблених авторами глушників цього типу та випробування їх на ефективність.

Зроблено висновок про доцільність використання запропонованих авторами конструкцій глушників та намічено шляхи їх удосконалення.

Data about firearm sound suppressors, propellant gas energy converters comprised of a set of cylindrical axially symmetric baffles, mounted perpendicular to a longitudinal axis, are presented in the article.

The device and the principle of operation of the sound suppressor under consideration are described.

Particular modifications of this type of sound suppressors developed by the authors, and the corresponding effectiveness test results are examined.

Conclusions about applications of the proposed sound suppressors are made, and the ways of improving are determined

В [1, 2] показана необходимость усложнения конструкций глушителей звука выстрела ручного огнестрельного оружия для обеспечения их эффективности при условии применения высокоэнергетических боеприпасов, в том числе калибра 5,45; 5,56; 7,62 мм.

При этом конструкция глушителя должна оставаться достаточно простой в изготовлении, обеспечивать высокий показатель по критерию эффективность/стоимость, незначительно увеличивать массу, обеспечивать высокую надежность и простоту эксплуатации.

Когда сложность конструкции и стоимость глушителя не ограничиваются, разрабатываются эффективные, но сложные по устройству и трудоемкие в изготовлении глушители, имеющие, к тому же, значительную массу. Одна из таких конструкций – глушитель звука выстрела, описанный в [3] и получивший распространение в силовых структурах США.

Усложняя конструкцию преобразователя энергии газов выстрела в глушителе, целесообразно использовать комбинации простых элементов – плоских перегородок, дросселирующих отверстий, осесимметричных конических или цилиндрических элементов.

Из таких конструкций можно выделить группу, в которой используются отрезки осесимметричных цилиндрических оболочек (труб).

Так, в [4] приведена конструкция глушителя, разработанного в 1915 году, в устройстве которого применены отрезки осесимметричных цилиндрических

труб, расположенных так, что их продольные оси перпендикулярны продольной оси глушителя (рис. 1).

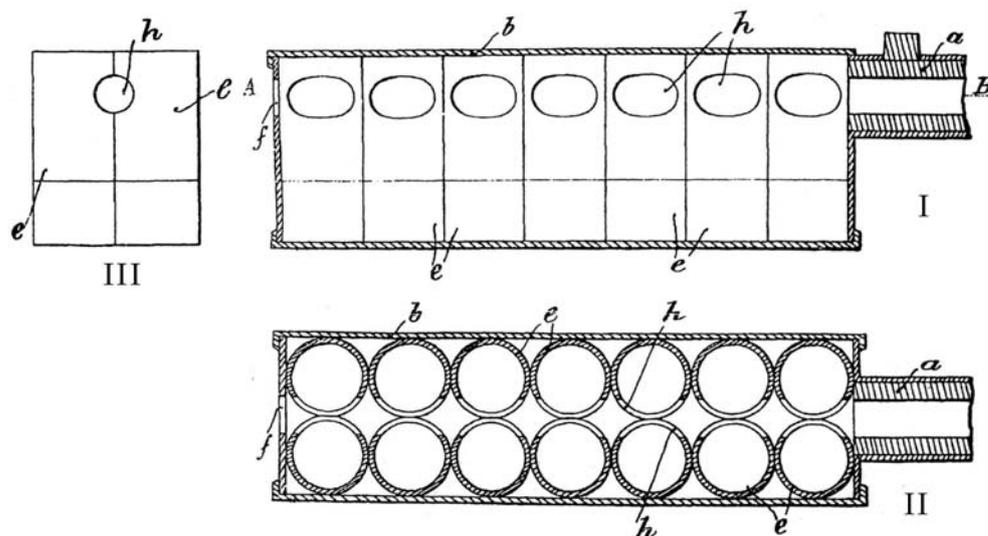


Рис. 1

На рис. 1(I) приведен продольный разрез глушителя, на рис. 1(II) – вид сверху, а на рис. 1(III) – вид на пару цилиндрических элементов по направлению стрельбы. Глушитель работает следующим образом: образующиеся при выстреле пороховые газы, движущиеся со сверхзвуковой скоростью, попадают через отверстия h в полые цилиндры e , приобретая тангенциальное вращательное движение. По ходу пули вращательная скорость газов уменьшается, их энергия преобразуется в тепловую, и газы истекают через отверстие f наружу.

Конструкция глушителей, использующих цилиндрические расширительные камеры, продольные оси которых перпендикулярны продольной оси корпуса глушителя, приведена также на рис. 6.120, рис. 6.121, с. 204 [5].

К числу подобных устройств относится также глушитель, схема которого приведена в [6] (рис. 2).

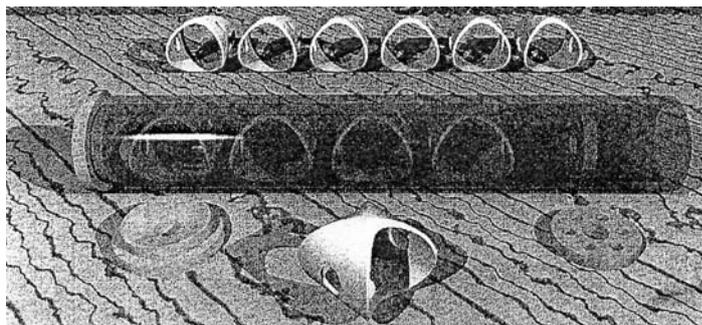


Рис. 2

Преобразователь энергии этого глушителя выполнен в виде отрезков осесимметричных цилиндрических поверхностей (труб), продольные оси кото-

рых перпендикулярны оси глушителя, концы отрезков спрофилированы таким образом, что они контактируют с внутренней цилиндрической поверхностью корпуса. Боковые поверхности отрезков труб при установке в корпус глушителя контактируют между собой. В районе контакта в каждой оболочке выполнено отверстие для пролета пули.

Цилиндрические осесимметричные элементы используются и в конструкции глушителя [7] (рис. 3).

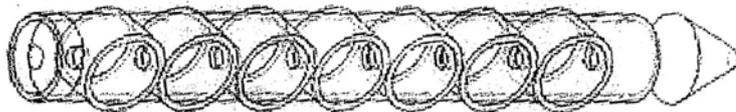


Рис. 3

Глушитель содержит узел крепления к стволу оружия, пустотелый цилиндрический корпус, конечный фланец и преобразователь энергии пороховых газов, выполненный в виде последовательного набора жестко связанных между собой отрезков цилиндрических осесимметричных оболочек, контактирующих внешними поверхностями. Продольные оси симметрии отрезков цилиндрических оболочек перпендикулярны продольной оси глушителя. В оболочках выполнены отверстия для пролета пули.

Это простая и достаточно эффективная конструкция, однако она имеет ряд недостатков. В глушителе реализуется, в основном, течение пороховых газов, имеющее линейный характер, без достаточно эффективного создания газовых вихрей и столкновения газовых потоков, что снижает эффективность преобразования и рассеивания энергии потока пороховых газов. Кроме этого, при нагревании глушителя в процессе стрельбы очередями преобразователь предложенной конструкции получает значительные тепловые деформации, что приводит, в связи с отсутствием продольного жесткого конструктивного элемента, к отклонению продольной оси преобразователя от прямолинейности и увеличению рассеивания пуль.

Снижают эффективность этого глушителя также отсутствие изолированных расширительных камер, образованных поперечными перегородками.

Задачи, которые ставили авторы при разработке глушителя с использованием отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек – повышение эффективности снижения уровня звука выстрела при улучшении габаритно-массовых, стоимостных и эксплуатационных характеристик по сравнению с ранее разработанными конструкциями.

Конструктивная схема разработанного глушителя приведена на рис. 4 [8].

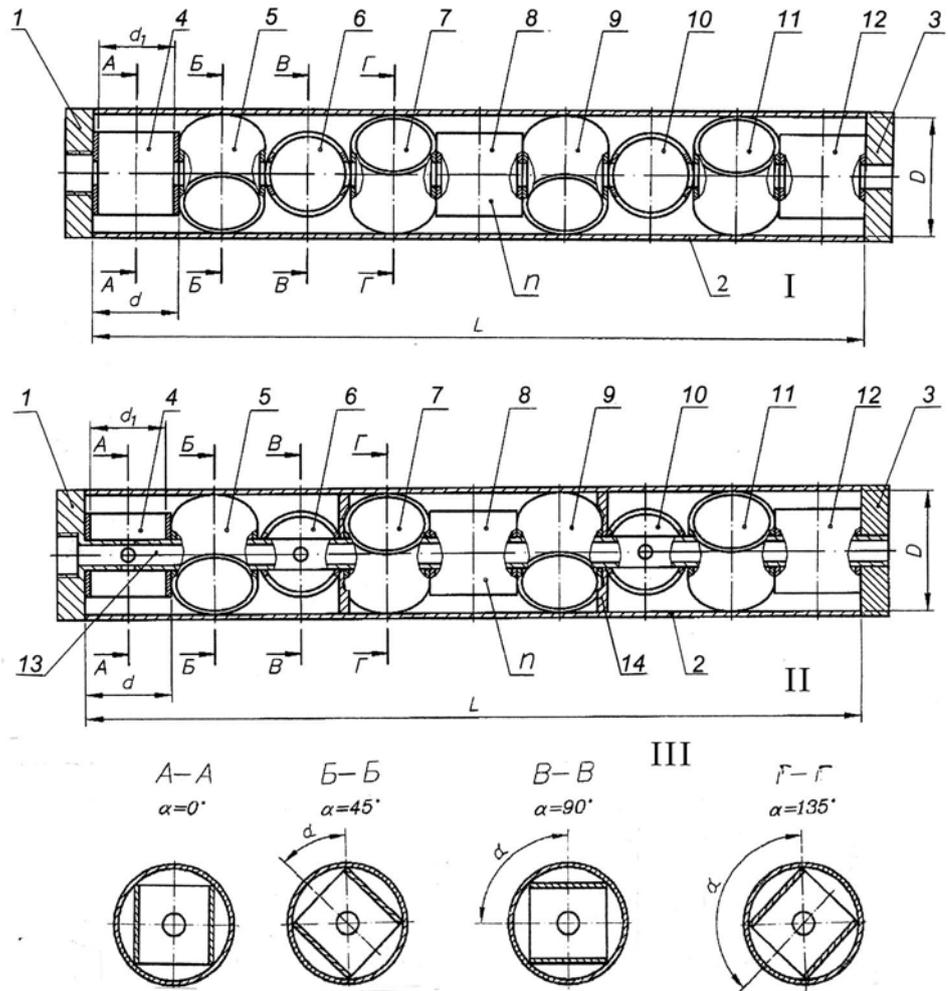


Рис. 4

Глушитель содержит узел крепления к стволу оружия 1, полый цилиндрический корпус 2, конечный фланец 3 и преобразователь энергии пороховых газов, выполненный в виде жестко соединенных между собой отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек, соприкасающихся внешними поверхностями; продольные оси симметрии оболочек (отрезков прямых цилиндрических труб) 4 – 12 перпендикулярны продольной оси глушителя. Он также может содержать центральную перфорированную трубку 13 и поперечные перегородки 14 [рис. 4 (II)].

Продольные оси симметрии отрезков цилиндрических оболочек расположены относительно вертикальной плоскости глушителя под углом $\alpha = (n - 1) 45^\circ$, их внешний диаметр составляет $d = D \sin 45^\circ$, внутренний диаметр – $d_1 = (0,98 - 0,95)d$, а длина внутренней полости корпуса глушителя составляет $L = nd$, где D – внутренний диаметр корпуса глушителя, n – порядковый номер отрезка оболочки, начиная от среза ствола оружия, равный от 1 до 9.

Как показано на рис. 4 (III), при $n = 1$ $\alpha = 0^\circ$ (сечение А – А) при $n = 2$ $\alpha = 45^\circ$ (сечение Б – Б), при $n = 3$ $\alpha = 90^\circ$ (сечение В – В), при $n = 4$ $\alpha = 135^\circ$ (сечение Г – Г), а далее угловое расположение осей симметрии отрезков оболочек повторяется.

Глушитель работает следующим образом. При прохождении пули по стволу оружия со сверхзвуковой скоростью впереди нее образуется слой сжатого воздуха (отошедшая ударная волна), который через узел крепления достигает внутреннего объема глушителя. За пулей со сверхзвуковой скоростью движутся пороховые газы, имеющие значительные температуру и давление.

Когда пуля входит в глушитель, газы заполняют первый отрезок цилиндрической оболочки и двигаются вслед за ней и по направлению к внутренней цилиндрической поверхности корпуса глушителя; после прохода пулей первого отрезка цилиндрической поверхности пороховыми газами начинает заполняться второй отрезок осесимметричной цилиндрической оболочки, продольная ось которого повернута на 45° относительно продольной оси первого отрезка цилиндрической оболочки.

Пороховые газы из внутреннего объема второй цилиндрической оболочки движутся за пулей в третий отрезок, а также по направлению к внутренней поверхности корпуса глушителя.

Такая картина течения повторяется по мере того, как пуля будет последовательно проходить внутренние объемы последующих отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек. При этом будет формироваться пространственное закрученное течение, скачки уплотнения и встречные потоки порохового газа, которые приведут к эффективному рассеиванию их энергии, превращению ее в тепловую энергию и снижению уровня звука выстрела.

После вылета пули из глушителя пороховые газы истекают из его внутреннего объема также с потерей энергии.

Наличие в конструкции глушителя центральной перфорированной трубки и поперечных перегородок изменяет процесс работы глушителя так, что его газодинамическое сопротивление увеличится, а эффективность снижения уровня звука выстрела возрастет.

С использованием предложенной конструктивной схемы были разработаны и изготовлены глушители звука выстрела различных вариантов этой конструкции.

На рис. 5 представлен вариант конструкции, в которой продольные оси отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек параллельны, а оболочки установлены на перфорированной центральной трубке. Глушитель имеет две поперечные перегородки, установленные на центральной трубке преобразователя энергии газов.

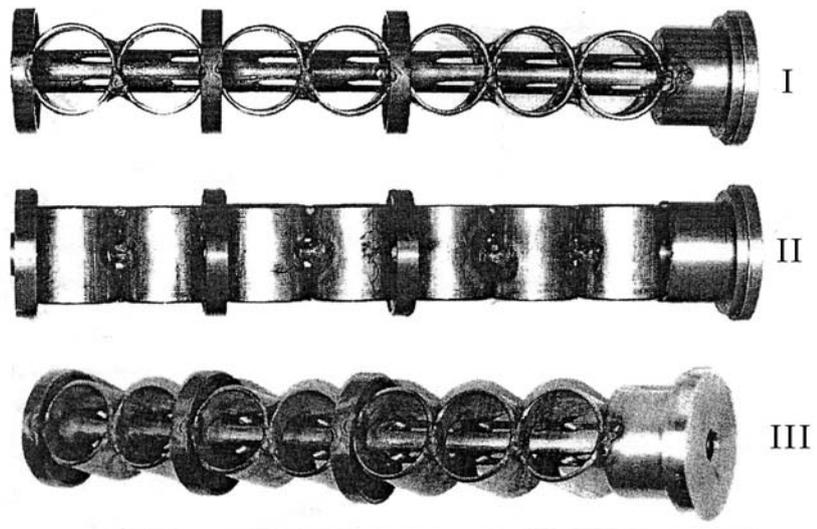


Рис. 5

На рис. 5(I) показан вид преобразователя энергии со стороны концов отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек, а рис. 5(II) – вид на их боковые поверхности. На рис. 6 представлен вид преобразователя энергии глушителя с последовательным поворотом на 45° осей отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек, установленных на центральной перфорированной трубке с двумя поперечными перегородками.

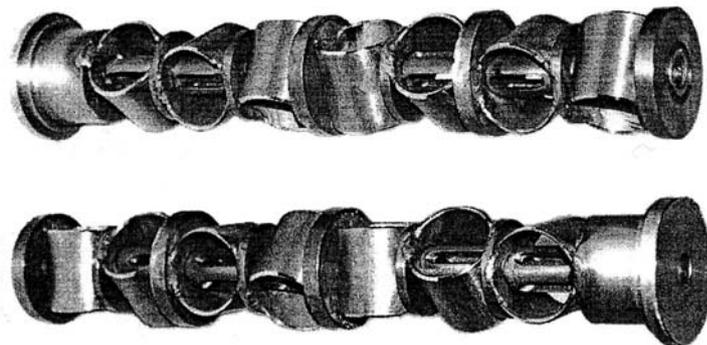


Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

Разработаны конструкции преобразователей энергии с выполненными на боковой поверхности отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек щелевыми отверстиями (пазами), продольные оси которых параллельны образующим цилиндрических оболочек, установленных на центральной трубке с относительным поворотом на 45° (рис. 7). Такая же конструкция, но без центральной трубки и поворота отрезков осесимметричных цилиндрических оболочек представлена на рис. 8.

Внешний вид изготовленных глушителей, в конструкции которых используются описанные преобразователи энергии, представлен на рис. 9.

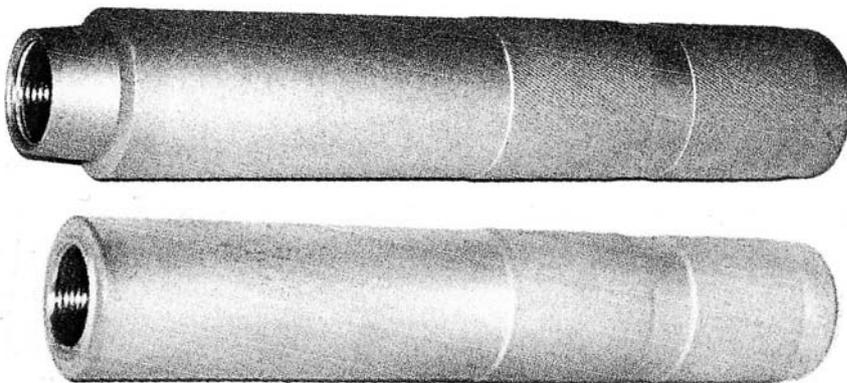
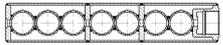
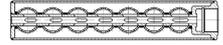
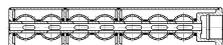


Рис. 9

Характеристики модификаций глушителей с кратким описанием конструктивных особенностей представлены в таблице.

Таблица. Приборы снижения уровня звука выстрела (глушители) с рассекателем в виде цилиндрических оболочек

№ п/п	Наименование, тип оружия, калибр	Конструктивная схема	Массогабаритные характеристики (диаметр, длина, масса), крепление, размеры центрального канала (ЦК)	Конструктивные особенности исполнения ПСУЗВ, материал
1	2	3	4	5
1	ПСУЗВ-80А-7,62 Карабин «САЙГА МК-03», калибр 7,62 мм		Ø38×232 мм m=0,665 кг M241,5 ЦК Ø8,2×185 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. под углом 45° с 6 пазами 4×12 мм в каждой. Центральная трубка с отверстиями: в 1 камере 12 пазами 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере 8 пазов 4×14 мм. Трубка, перегородки, крышка – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрическая оболочка – 08Х18Т1.
2	ПСУЗВ-97-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×210 мм m = 0,590 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×189 мм	Цилиндрические оболочки – (2+2+3) шт. с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 3 камеры. Без центральной трубки. Крышка, перегородки, штуцер – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
3	ПСУЗВ-98-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×205 мм m = 0,540 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×184 мм	Цилиндрические оболочки – 7 шт. с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 1 камера, центральная трубка с отверстиями: 8 пазов 4×18 мм, 8 пазов 4×16 мм, 12 пазов 4×14 мм. Рассекатель – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
4	ПСУЗВ-107-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×209 мм m=0,490 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×188 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 3 камеры, центральная трубка с отверстиями: в 1 камере – 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
5	ПСУЗВ-108-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×209 мм m = 0,590 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×188 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 3 камеры, центральная трубка (из ПСУЗВ-99) с отверстиями: 24 отв. Ø4 мм 2 места, 4 паза 4×40 мм.
6	ПСУЗВ-109-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×210 мм m = 0,640 кг M24×1,5 ЦК А7,5×188 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт., повернутые на 45° без пазов. 3 камеры, центральная трубка с отверстиями: в 1 камере 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
7	ПСУЗВ-110-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×209 мм m=0,545 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×188 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. без пазов. 3 камеры, центральная трубка (из ПСУЗВ-107) с отверстиями: в 1 камере 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
8	ПСУЗВ-112-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×210 мм m = 0,530 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×188 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. повернутые на 45° с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 3 камеры, центральная трубка с отверстиями: в 1 камере – 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
9	ПСУЗВ-113-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×215 мм m = 0,540 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×194 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт. без пазов. Штуцер А15. 3 камеры, центральная трубка (из ПСУЗВ-107) с отверстиями: в 1 камере – 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки, штуцер – 12Х18Н10Т. Шайба – 65Г-С-0,8. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
10	ПСУЗВ-114-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×215 мм M24×1,5 ЦК Ø7,5×194 мм	Цилиндрические оболочки – (3+2+2) шт., повернутые на 45° с 6 пазами 4×12 мм в каждой. Штуцер А15. 3 камеры, центральная трубка (из ПСУЗВ-107) с отверстиями: в 1 камере – 12 пазов 4×18 мм, во 2 камере – 8 пазов 4×16 мм, в 3 камере – 8 пазов 4×14 мм. Трубка, крышка, перегородки, штуцер – 12Х18Н10Т. Шайба – 65Г-С-0,8. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.
11	ПСУЗВ-118-5,45 Автомат АК-74, калибр 5,45 мм		Ø38×210 мм m = 0,590 кг M24×1,5 ЦК Ø7,5×189 мм	Цилиндрические оболочки – (2+2+3) шт., повернутые на 45° с 6 пазами 4×12 мм в каждой. 3 камеры, без центральной трубки. Крышка, перегородки, цилиндрическая оболочка, штуцер – 12Х18Н10Т. Гильза, цилиндрические оболочки – 08Х18Т1.

Для выбора оптимальной конструкции из разработанных были проведены натурные испытания 24 образцов глушителей (рис. 10) на оружии калибра 5,56; 5,45 и 7,62 мм (Хеклер и Кох MP223, АКСУ (Вулкан ТК) и АКМС-МФ).

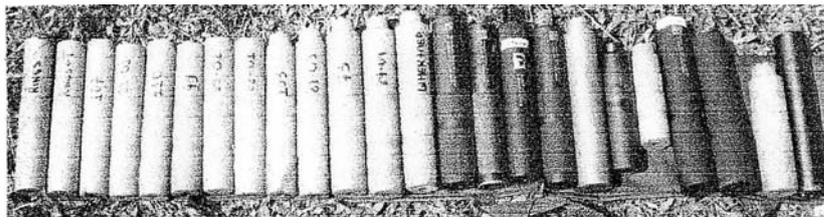


Рис. 10

Глушители звука выстрела, в конструкции которых используются отрезки осесимметричных цилиндрических труб, установленные так, что их продольные оси перпендикулярны продольной оси глушителя, разработанные авторами, показали высокую эффективность в сравнении с глушителями других конструкций, сравнимую с лучшими зарубежными аналогами. Высокая эффективность предложенных глушителей сочетается с их надежностью, в том числе при стрельбе очередями, приемлемыми массо-габаритными характеристиками и стоимостью.

Из всех модификаций глушителей предложенного типа предпочтение следует отдать глушителю, в конструкции которого использована перфорированная центральная трубка с установленными на ней отрезками осесимметричных цилиндрических оболочек, последовательно повернутых относительно вертикальной плоскости симметрии глушителя на 45° , который имеет две плоские цилиндрические перегородки корпуса.

Целесообразно дальнейшее совершенствование предложенной конструкции с целью получения максимальной эффективности снижения уровня звука выстрела путем определения оптимальных геометрических характеристик (D , d , n , α) преобразователя энергии пороховых газов.

1. Коновалов Н. А. Определение газодинамических характеристик и эффективности многокамерных приборов снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия с рассекателями потока оружейных газов сложной формы / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Ю. А. Кваша, В. И. Коваленко, Е. О. Пугач, А. Д. Скорик // Техническая механика. – 2009. – №2. – С. 36 – 44.
2. Коновалов Н. А. Сравнительные испытания глушителей звука выстрела различных конструкций на эффективность / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Г. А. Поляков, Е. О. Пугач, А. Д. Скорик, В. И. Коваленко // Техническая механика. – 2009. – №3. – С. 132 – 140.
3. Патент №4588 043 США на изобретение, МПК⁷ F16K 47/12, F16L 55/02 Sound Suppressor for Firearm, Финн Чарльз А. – 684 350, заявлено 20.12.1984, опубликовано 13.05.1986.
4. Патент №77843 Deutschoesterreichisches на изобретение Knalldampfe für Feuerwaffen, Матишек Франц, заявлено 04.11.1915, опубликовано 25.08.1919.
5. Коновалов Н. А. Ручное огнестрельное оружие бесшумного боя. Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов. Проектирование и экспериментальная отработка / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, Ю. А. Кваша, В. И. Коваленко. – Днепропетровск : Институт технической механики НАН Украины и НКА Украины, 2008. – 303 с.
6. <http://www.silensertalk.com/forum/viewtopic.php?p=399010>
7. <http://www.talks.guns.ru/forummessage/2/320502.html>.
8. Заявка №а 2009 07528 Украины на выдачу патента на изобретение МПК⁷ F41A 21/30, F41A 17/12, Глушник звуку пострілу стрілецької зброї. Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Авдеев А. Н., Пугач Е. О., Скорик А. Д. Заявлено 17.07.2009.

Институт технической механики
НАН Украины и НКА Украины,
Днепропетровск

Получено 22.01.10,
в окончательном варианте 22.01.10

ООО «Тактические системы»,
Киев