

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА ГЛУШИТЕЛЯ ЗВУКА ВЫСТРЕЛА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО РАБОТЫ

В статье приведена информация об особенностях конструкции глушителей звука выстрела стрелкового оружия, не имеющих внутренних перегородок и с профилированием внутренней поверхности корпуса (продольным и поперечным).

Приведен один из вариантов классификации глушителей звука выстрела стрелкового оружия и показано место однокамерных (объемных, бесперегородочных) глушителей в ней.

Дана информация об эффективности работы глушителей в зависимости от величины внутреннего объема и количества перегородок, полученная теоретически и экспериментально.

В хронологической последовательности описано устройство и работа глушителей звука выстрела с профилированной внутренней поверхностью корпуса, на конструкцию которых выданы патенты.

Сделаны выводы об основных направлениях развития профилирования внутренней поверхности корпуса глушителя как средства повышения эффективности его работы.

В статті приведено інформацію про особливості конструкції глушників звуку пострілу стрілецької зброї, які не мають внутрішніх перегородок та з профілюванням внутрішньої поверхні корпусу (поздовжнім і поперечним).

Приведено один з варіантів класифікації глушників звуку пострілу стрілецької зброї та показано місце однокамерних (об'ємних, безперегородкових) глушників в ній.

Дано інформацію про ефективність роботи глушників в залежності від величини внутрішнього об'єму і кількості перегородок, яка отримана теоретично та експериментально.

В хронологічній послідовності описано будову та роботу глушників звуку пострілу з профільованою внутрішньою поверхнею корпусу, на конструкцію яких видано патенти.

Зроблено висновки щодо основних напрямків розвитку профілювання внутрішньої поверхні корпусу глушника як засобу підвищення ефективності його роботи.

The paper presents information about the special features of designs of sound suppressors for small arms without inner baffles and with profiling (longitudinal and transversal) the internal body surface.

One of the versions of the classification of sound suppressors for small arms is considered. The location of one-chamber (volume, baffle-free) sound suppressors is demonstrated therein.

The analytical and experimental data on an efficient operation of sound suppressors depending on the internal volume value and the number of baffles are discussed.

The design and operation of patented sound suppressors with the profiled internal body surface are described in an orderly sequence.

Conclusions about the basic lines for profiling the internal surface of the sound suppressor body as a tool of an improved efficiency of its operation are made.

Ключевые слова: *глушитель звука выстрела, профилирование внутренней поверхности, повышение эффективности.*

Классический надульный многокамерный глушитель звука выстрела стрелкового оружия (ГЗВСО) расширительного типа представляет собой цилиндрический корпус с поперечными перегородками в его полости, установленный на срезе ствола оружия.

В простейшем случае такой глушитель имеет свободную от каких-либо перегородочных элементов внутреннюю полость и, по существу, является однокамерным. Такие глушители используются на оружии малого и большого калибра. В первом случае энергетика боеприпаса незначительна и однокамерный глушитель обеспечивает снижение уровня звука выстрела до приемлемого. Во втором случае энергетика выстрела такова, что практически невозможно обеспечить сохранение перегородок в корпусе глушителя при выстреле. Конструкция таких глушителей описана, например, в [1 – 4].



Рис. 1

В [5] на стр. 57, 63 и 65 приведены конструкции глушителей звука выстрела, представляющие собой прямой круговой цилиндр с плоскими передней и задней крышками, отверстиями для пролета пули и узлом крепления к оружию с незначительной энергетической выстрела (к пистолету, рис. 1а, б; к пистолету-пулемету рис. 1 в [5]).

В [7] приведены внешний вид и конструктивная схема глушителя Black Hole фирмы Webley к воздушному ружью (рис. 2). Этот глушитель не имеет перегородок, а только внутренние выступы небольшой высоты.

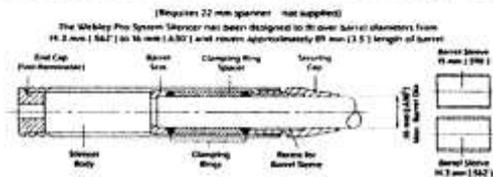
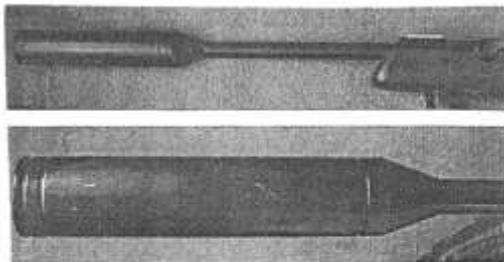


Рис. 2

Эти глушители согласно [6] классифицируются как «надульные расширительные однокамерные» (схема 1).

Анализ разработанных и используемых конструкций глушителей, описание которых приведено в конструкторской документации, патентных материалах, позволил обобщить и выделить в их конструкции три основные функциональные части, которые имеются во всех этих устройствах:

входную, среднюю и выходную. В каждой из них в максимальной степени должны использоваться физические принципы, приводящие к изменениям основных характеристик потока (температуры, давления, скорости и др.), что в конечном итоге уменьшит величину проявления звука выстрела.

Входная часть, как правило, конструктивно реализуется в виде расширительной камеры значительного объема, в которой пороховые газы, имеющие высокую температуру и давление, проходят первоначальное расширение, теряя свою скорость и энергию, уменьшая давление в проходном канале. При практической реализации этой части конструкции глушителя могут быть использованы различные технические решения, например симметричные элементы, обеспечивающие интенсивное отклонение газового потока на периферию корпуса к его внутренней поверхности, что увеличивает турбулентность и, как следствие, приводит к улучшению технических характеристик устройства в целом.

Средняя часть представляет собой отрезок прямого кругового цилиндра, в котором движется к выходной части турбулизованный высокотемпературный сверхзвуковой поток. В этой части, как правило, устанавливается ряд последовательных перегородок, образующих расширительные камеры, в которых газовый поток путем продления его пробега, дальнейшей турбулизации, организации внутренних противотоков, столкновений, отражений, задержек и т. п. претерпевает изменения термодинамических характеристик, что приводит к уменьшению уровня звука выстрела.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЗВ СО

Схема 1



Выходную часть выполняют в виде конструктивных решений, направленных на достижение постепенного, с задержками, пролонгированного во времени истечения пороховых газов из глушителя.



Рис. 3

Внешний вид и элементы устройства одного из модельных глушителей (рис. 3) для пистолетов. Он выполнен из поливинилхлоридной трубы, и лишь на срезе глушителя установлена металлическая крышка.

В [10] приведены результаты экспериментальных исследований по определению эффективности снижения уровня звука выстрела глушителем из ПЭТ-емкости, имитирующей цилиндрический однокамерный глушитель (рис. 4) где:

- 1 – ствол испытываемого пистолета-пулемета;
- 2 – устройство крепления ПЭТ-емкости к стволу;
- 3 – ПЭТ-емкость.

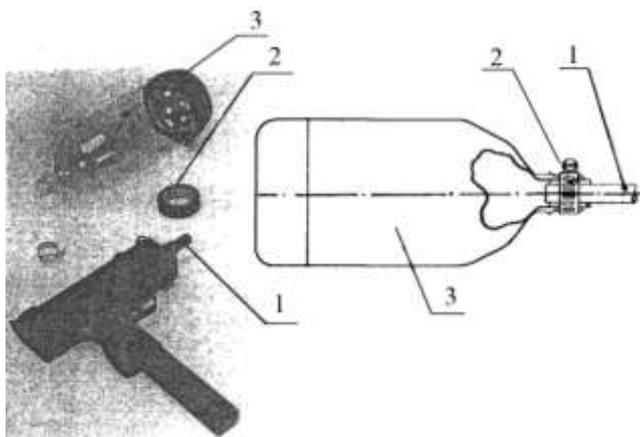


Рис. 4

Цилиндрический пустотелый корпус ПЭТ-емкости служил также моделью глушителя без перегородок (рис. 5 [12]).

Слева видна пуля, покидающая емкость с образованием в ней правильного круглого отверстия. На видеокadre также зафиксировано отражение газа

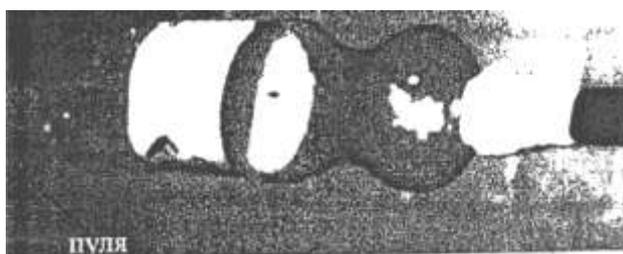


Рис. 5

от места сужения емкости на расстоянии примерно 1/3 её длины от среза ствола. В [11, 14 и 15] приведены результаты расчетов и экспериментальных исследований по сопоставлению характеристик генерируемого шума выстрела без глушителя, с цилиндрическими глушителями без перегородок и с различным их количеством.

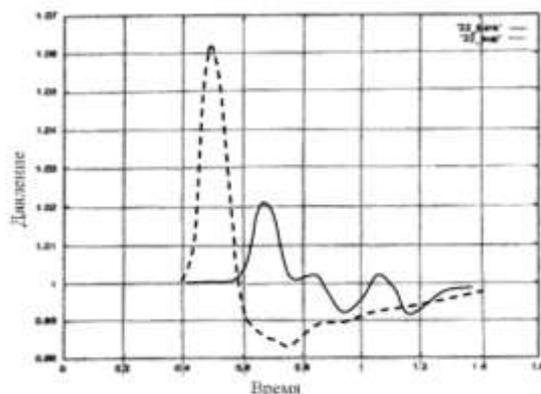


Рис. 6

График изменения звуковых характеристик при стрельбе из огнестрельного оружия представляет собой большой пик, наблюдаемый при стрельбе с «чистым» стволом, который заменяется набором пиков примерно одинаковой интенсивности, часто двумя почти одинаковой амплитуды (рис. 6 [11]) при стрельбе с цилиндрическим глушителем.

На рис. 7 [12] приведены результаты экспериментальных исследований влияния изменения объема глушителя на давление в глушителе и скорость пули.

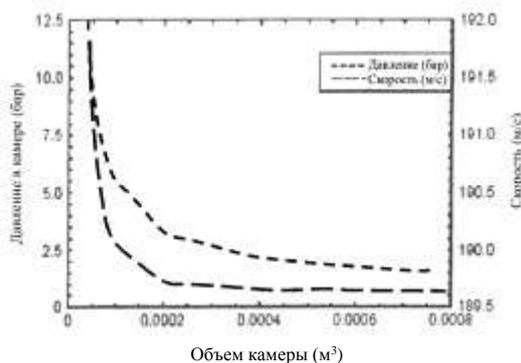


Рис. 7

Объем глушителя меняется от минимального $3,0 \times 10^{-5} \text{ м}^3$ до максимального $8,0 \times 10^{-4} \text{ м}^3$ с равномерными интервалами. Все остальные параметры и факторы были неизменными. Из рис. 7 видно, что по мере увеличения объема глушителя давление в нем и скорость пули на срезе падали. Давление упало от максимального 12,5 бар для камеры минимального объема до несколько больше 1,0 бар для объема $8,0 \times 10^{-4} \text{ м}^3$.

Падение скорости пули при изменении объема глушителя в указанном диапазоне составило не более 2 м/с.

При проведении испытаний на модельных образцах бесперегородочных глушителей снижение уровня звука выстрела составило от ~5,0 до 12,0 дБ [12].

Проведены также эксперименты с натурной стрельбой, которые должны были показать зависимость эффективности работы глушителя

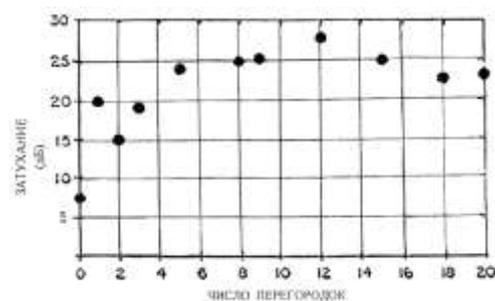


Рис. 8

уменьшения уровня звука выстрела) от количества перегородок. Использовался цилиндрический глушитель с плоскими крышками. Было обнаружено, что ослабление звука выстрела растет с увеличением количества перегородок, достигая максимума при 10 – 12 перегородках. При дальнейшем увеличении количества перегородок эффективность глушения звука выстрела падает (рис. 8 [12]).

Несколько иные результаты получены в [13].

На рис. 9 [13] представлены изменения давления на выходе из прибора малошумной стрельбы [МПС] для различного количества перегородок.

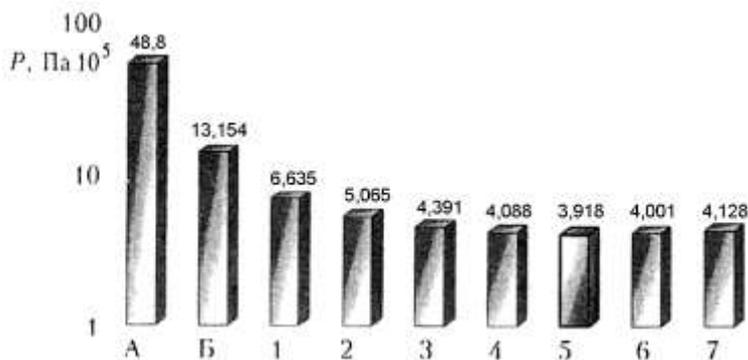


Рис. 9

Давление на выходе из прибора на рис. 9 показано в логарифмической шкале. Значения А и Б соответствуют давлению при выстреле без ПМС (А) и цилиндрическому прибору без перегородок (Б). Из рис. 9 видно, что минимальное значение давления на выходе ПМС достигается при пяти перегородках. При дальнейшем увеличении количества перегородок давление на выходе из прибора растет.

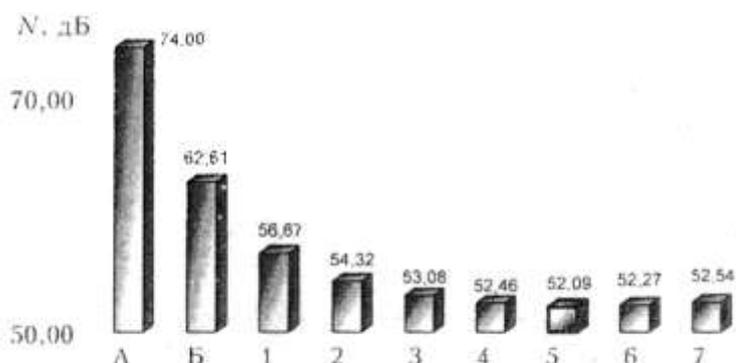


Рис. 10

На рис. 10 [13] показано изменение уровня шума при отсутствии ПМС (А), наличии прибора без перегородок (Б) и при различном их количестве. Из рисунка следует, что наименьший уровень шума достигается в конструкции ПМС с пятью перегородками, что коррелирует с данными, приведенными на рис. 9. Эффективность снижения уровня звука выстрела ПМС с пятью перегородками составила $\sim 23,0$ дБ.

Рассмотрим ряд конструкций глушителей звука выстрела, в которых имеются элементы профилирования внутренней поверхности корпуса.

Глушитель по патенту Германии № 144415 с приоритетом от 09.03.1901 г. (рис. 11 [16]) содержит корпус 2, внутреннюю цилиндрическую подвижную гильзу 3, тягу 4, возвратную пружину 5 и заслонку 6. Глушитель имеет форму параллелепипеда с прямоугольным продольным и поперечным сечениями

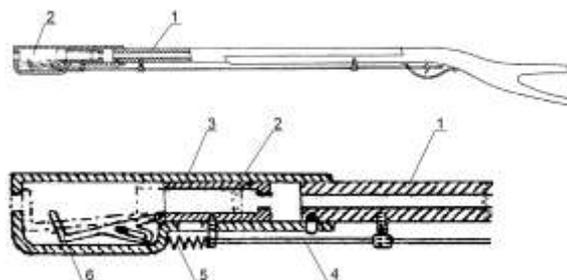


Рис. 11

внутренней полости. При нажатии на курок ружья через тягу 4 и пружину 5 открывается заслонка 6, которая приводится в исходное закрытое состояние после вылета пули и, таким образом, задерживает выход газов выстрела из полости корпуса глушителя, что уменьшает уровень звука выстрела. Глушитель объемного типа, бесперегородочный.

Техническое решение глушителя по патенту Германии № 210314 с приоритетом от 19.04.1908 года (рис. 12 [17]) отличается тем, что в нем применена профилированная сфероконическая расширительная камера большого объема, продольная ось которой перпендикулярна направлению стрельбы. На рис. 12 показаны:

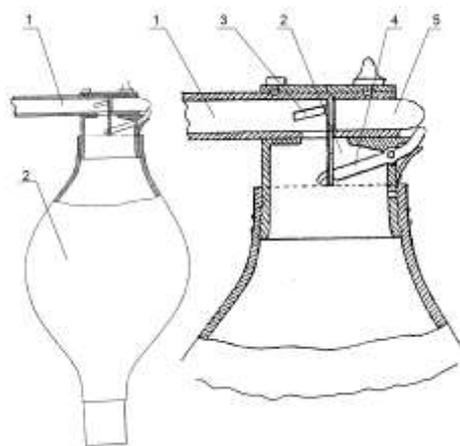


Рис. 12

1 – ствол оружия;
2 – камера глушителя;
3 – привод заслонки;
4 – поворотный рычаг;
5 – пружина.

Как и в предыдущем случае, заслонка после вылета пули задерживает газы выстрела, которые расширяются в камере большого объема 2 и выходят наружу с задержкой. По-видимому, целесообразно применять глушитель такой конструкции в стационарном крупнокалиберном оружии из-за больших габаритов и массы глушителя.

Конструкция глушителя звука выстрела по патенту Германии № 298936 с приоритетом от 19.01.1915 приведена на рис. 13 [18].

Конструкция глушителя звука выстрела по патенту Германии № 298936 с приоритетом от 19.01.1915 приведена на рис. 13 [18].

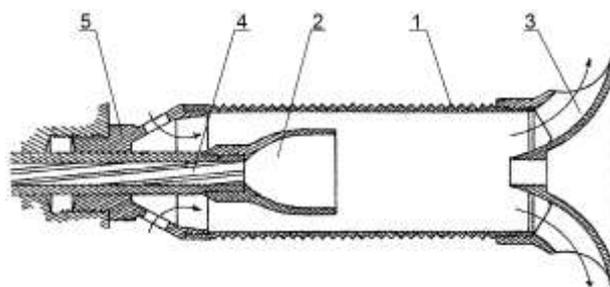


Рис. 13

На рис. 13 обозначены: 1 – корпус глушителя; 2 – сверхзвуковое сопло; 3 – выходной диффузор; 4 – ствол оружия; 5 – узел крепления глушителя к оружию. Корпус 1 не имеет перегородок, его наружная поверхность выполнена ребристой для увеличения поверхности теплоотдачи, сопло 2 обеспечивает необходимый профиль скоростей газа, истекающего из ствола 4 и приводящего к подосу внешнего воздуха в корпус глушителя (показано стрелками). Диффузор 3 обеспечивает необходимое сопротивление выходящему из полости глушителя газу. Спрофилированы сопло 2 и диффузор 3.

Простейшую конструкцию имеет глушитель по патенту Германии № 317 577 с приоритетом от 09.01.1917, что видно из рис. 14 [19].

На рис. 14: 1 – ствол оружия; 2 – внутренний корпус; 3 – внешний корпус глушителя; 4 – заслонка; 5 – устройство возврата заслонки в исходное состояние.

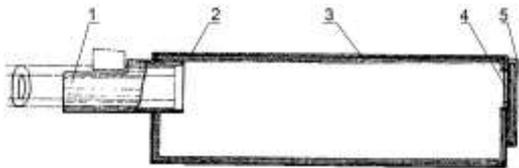


Рис. 14

Ствол оружия расположен эксцентрично глушителю, имеет двойной цилиндрический корпус, заслонку для задержки газов выстрела после вылета пули.

Сложное профилирование (течение в нем газов выстрела можно назвать «лабиринтным») использовалось в глушителе по патенту Нидерландов № 32149 от 08.07.1930 (рис. 15 [20]).

На рис. 15 обозначены: 1 – ствол оружия; 2 – корпус глушителя; 3 – направление потока оружейных газов после выхода из ствола; 4 – отверстия подачи охладителя; 5 – поршень-кольцо; 6 – трубы поворота потока; 7 – выходные крышки-диффузоры.

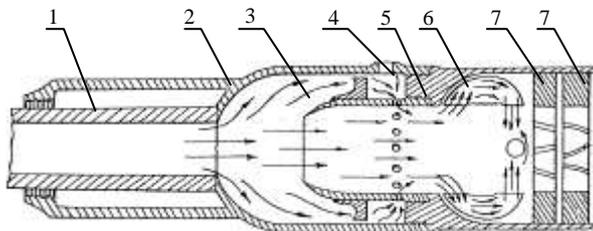


Рис. 15

Движение газов обозначено на рисунке. Поршень-кольцо 5 при поступлении в корпус глушителя газов выстрела передвигается вдоль оси и открывает отверстия 4, через которые в глушитель поступает охладитель; трубы 6 поворачивают поток на 90° и обеспечивают встречное столкновение частей потока, что должно приводить к повышению эффективности работы глушителя.

Глушитель звука выстрела стрелкового оружия без перегородочных элементов в двух вариантах описан в материалах по патенту Франции № 918.658 с приоритетом от 04.09.1945 (рис. 16 [21]).

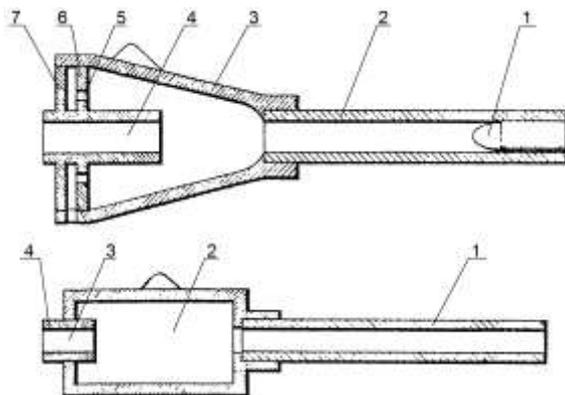


Рис. 16

На рисунке: 1 – пуля; 2 – ствол оружия; 3 – корпус глушителя; 4 – цилиндрический выходной диффузор; 5, 7 – отверстия; 6 – узел крепления выносной части диффузора. В первом случае продольный профиль внутренней поверхности корпуса глушителя трапециевидный, во втором – прямоугольный, диффузоры цилиндрические с разной длиной выступания в полость глушителя.

Глушитель без внутренних перегородок, так называемая «насадка Джаретта», описан в патенте США № 2.868.078 с приоритетом от 11.01.1956 (рис. 17 [22]). На рис.17 обозначены: 1 – ствол оружия; 2 – узел крепления

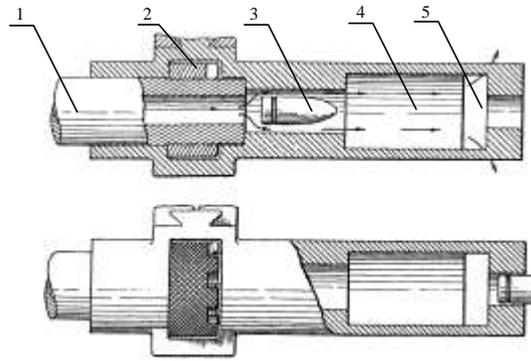


Рис. 17

глушителя к стволу; 3 – пуля; 4 – промежуточная камера глушителя; 5 – выходные окна.

Основной принцип повышения эффективности снижения уровня звука выстрела этим глушителем – создание сверхзвуковых колебаний частотой более 20000 Гц, неслышимых человеком. Эти колебания должны генерироваться при выходе газа выстрела из камеры 4 в окна 5 («сверхзвуковой свисток»). Эта

схема получила популярность и упоминается в каждом источнике информации по конструкции глушителей, однако авторам неизвестны случаи практического применения этой насадки в используемых глушителях.

Конструкция глушителя звука выстрела по патенту США № 3.114.289 с приоритетом от 12.07.1962 представлена на рис. 18 [23]. К стволу оружия 1 с

помощью резьбы 2 крепится корпус глушителя 3, выполненный в виде отрезка цилиндрической трубы, в которой размещены обоймы 4 и 5, обеспечивающие сужение-расширение потока оружейных газов. На выходе из глушителя выполнены радиальные окна 6 для выхода в различном направлении газов выстрела.

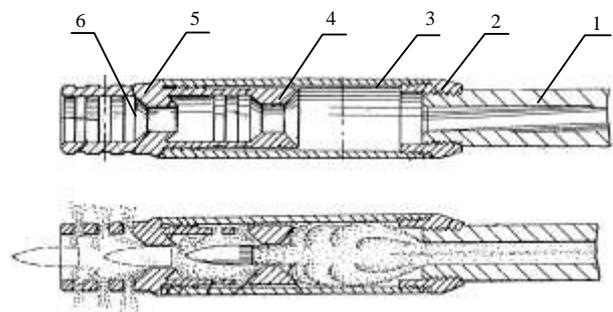


Рис. 18

На имя Зигфрида Хюбнера (Германия) выданы патенты Франции № 1.469.523 [24] с приоритетом от 30.11.1965 и Бельгии № 673003 [25] с приоритетом от 16.03.1966 по первоначальной его заявке, поданной в Германии 30.11.1964 № Н 54.417 (рис. 19) на глушитель звука выстрела с профилированием его внутренней поверхности.

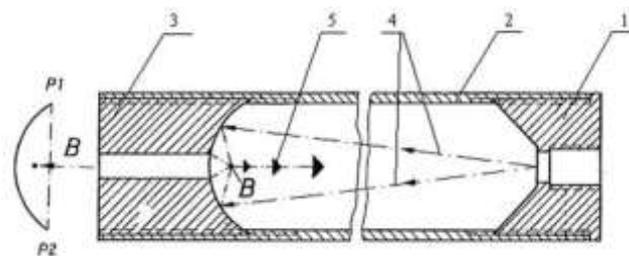


Рис. 19

Глушитель включает переднюю крышку с внутренней резьбой для крепления к стволу оружия 1, корпус 2, переднюю крышку 3. Основной элемент профилирования – параболический газовый отражатель, выполненный на внутренней поверхности задней крышки, положение которого вдоль оси глушителя в зависимости от мощности боеприпаса может изменяться с помощью резьбы. Предполагаемый путь газового потока показан стрелками 4 и 5.

параболический газовый отражатель, выполненный на внутренней поверхности задней крышки, положение которого вдоль оси глушителя в зависимости от мощности боеприпаса может изменяться с помощью резьбы. Предполагаемый путь газового потока показан стрелками 4 и 5.

«Газы, отраженные назад параболическим рефлектором, концентрируются в его фокусе В и создают препятствие для движения следующих порций газов, что приводит к газодинамическому замыканию внутреннего пространства глушителя, при этом преимущество конструкции заключается в том, что чем выше давление газов, тем эффективнее проявляется противодействие отраженного газа» [25].

Сложное профилирование внутренней поверхности корпуса глушителя использовано в техническом решении по патенту США № 3.492.912 от 03.02.1970 с приоритетом от 01.09.1966 [26]. Конструктивная схема этого глушителя, а также предполагаемая структура течения газов приведены на рис. 20 [26]. Глушитель содержит узел крепления к стволу оружия 1, корпус 2 и расширительные камеры 3 и 4. На выходе из камер 3 и 4 установлены профилированные диффузоры, которые должны обеспечивать противопотоки и создание отошедших ударных волн (скачков уплотнения), создающих дополнительное сопротивление истекающим газам.

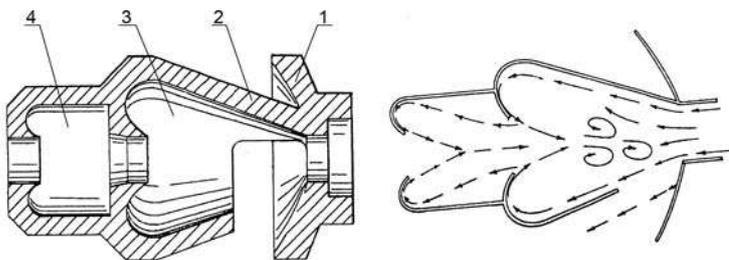


Рис. 20

Дальнейшим развитием подхода З. Хюбнера к профилированию внутренней поверхности корпуса глушителя [24, 25] является его техническое решение, на которое выдан патент США № 3.478.841 с приоритетом от 07.07.1967 «Глушитель для стрелкового оружия с выходом газов со сверхзвуковой скоростью» (рис. 21 [27]).

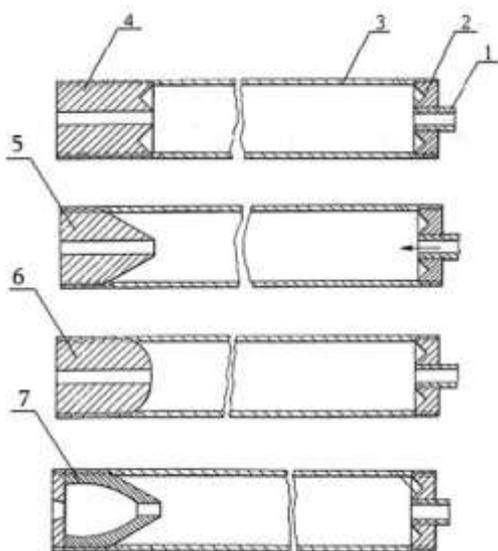


Рис. 21

Глушитель, установленный на стволе 1 оружия, содержит переднюю крышку 2, внутренняя поверхность которой профилирована, корпус 3, заднюю крышку 4 (варианты её выполнения 5, 6 и 7), положение которой вдоль оси глушителя может регулироваться с использованием резьбы. Основная цель изобретения – «создание глушителя простой, но эффективной конструкции для стрельбы сверхзвуковыми патронами» [27].

На внутренней поверхности передней крышки выполнено коническое углубление с углом конусности $\sim 45^\circ$, такую же форму имеет внутренняя поверхность задней крышки по варианту I исполнения

глушителя. Возможны другие варианты профилирования внутренней поверхности задней крышки (поз. 5, 6) и с образованием дополнительной камеры (7).

Согласно описанию [27] «Внутренняя поверхность передней торцевой стенки вокруг среза ствола имеет выпуклую отражающую поверхность. После того, как газы со сверхзвуковой скоростью входят в цилиндрическую камеру, они ударяются о выпуклую отражающую поверхность, формируя зону продольного сжатия (ударную волну), что увеличивает сопротивление прохождению следующих порций газа. В области волны сжатия сверхзвуковой поток пороховых газов преобразуется в поток газа с дозвуковой скоростью. Отраженные пороховые газы повторно отражаются при столкновении с внутренней поверхностью задней торцевой стенки глушителя. Повторные отражения пороховых газов внутри глушителя значительно рассеивают их энергию, снижают скорость, и когда газы выходят из глушителя, их энергосодержание относительно мало».

Трубчатый глушитель телескопического типа описан в патенте США № 4.384.507 с приоритетом от 06.08.1980 [28].

Его устройство приведено на рис. 22 [28]. На рис. 22 обозначены: 1 – задняя крышка корпуса глушителя; 2 – корпус; 3 – задняя стенка внутреннего подвижного цилиндра; 4 – внутренний подвижный цилиндр; 5 – фиксатор взаимного положения корпуса и внутреннего подвижного цилиндра; 6 – передняя крышка внутреннего подвижного цилиндра.

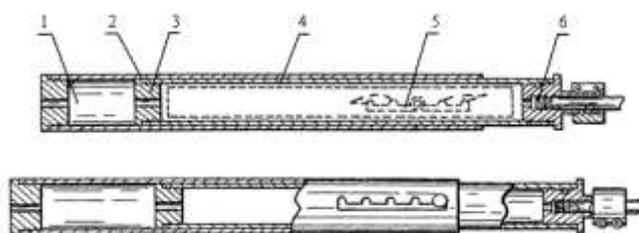


Рис. 22

В полости внутреннего подвижного цилиндра при необходимости предполагается расположить рассекатель газового потока (например перегородчатый). Телескопическая конструкция глушителя позволяет регулировать его объем в зависимости от энергетика боеприпаса.

Примером бесперегородочного однокамерного глушителя выстрела, эффективность которого определяется профилированием продольного сечения его внутренней полости, является техническое решение по Publication Number WO 99/39147, приоритет 29.01.1998 [29]. Схема его устройства и работы представлена на рис. 23.

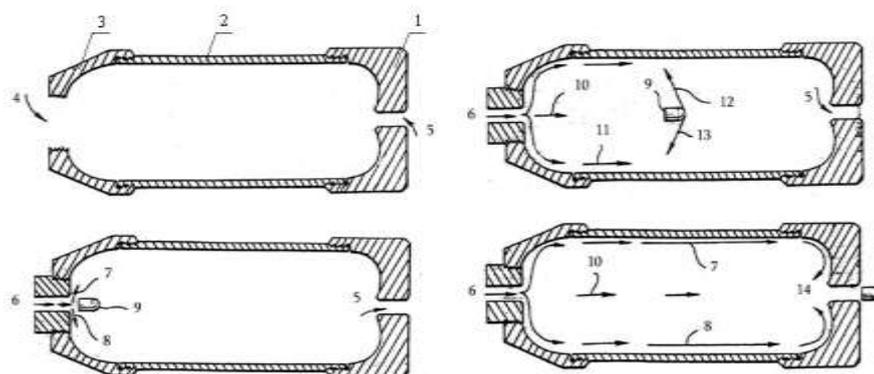


Рис. 23

Глушитель состоит из задней профилированной крышки 1, корпуса 2, передней профилированной крышки 3, входного отверстия 4, куда установлен узел крепления глушителя к стволу 6, и выходного отверстия 5. Описано движение газов выстрела в полости глушителя (направление показано стрелками 7, 8, 10, 11, 14). Показано также три положения пули 9 (на входе в глушитель, в средней части с образовавшейся на ней ударной волной и на выходе (12, 13)).

Описание термогазодинамических процессов, происходящих в полости глушителя звука выстрела, приведенное в патентной документации, слабо коррелирует с информацией по этому вопросу, представленной в [1, 30 – 38].

Это понятно и автору, который в описании замечает, что «объясняется способ действия глушителя, хотя нужно понимать, что это объяснение предлагается в качестве гипотезы» и «независимо от того, правильное это объяснение или нет, эмпирическим путем установлено, что глушитель для огнестрельного оружия такой конструкции является высокоэффективным».

Профилирование внутренней поверхности корпуса этого глушителя заключается в том, что внутренняя поверхность задней крышки 1 корпуса глушителя представляет собой поверхность вращения, образованную двумя прямыми линиями под углом не менее 90° друг к другу, стянутыми дугой окружности, а внутренняя поверхность передней крышки 3 образована так же, только угол между прямыми составляет не более 90° .

Родственную рассмотренному техническому решению конструктивную схему имеет устройство глушителя по патенту США № 6.575.266 В1 с приоритетом от 14.07.2000 [39] (рис. 24).

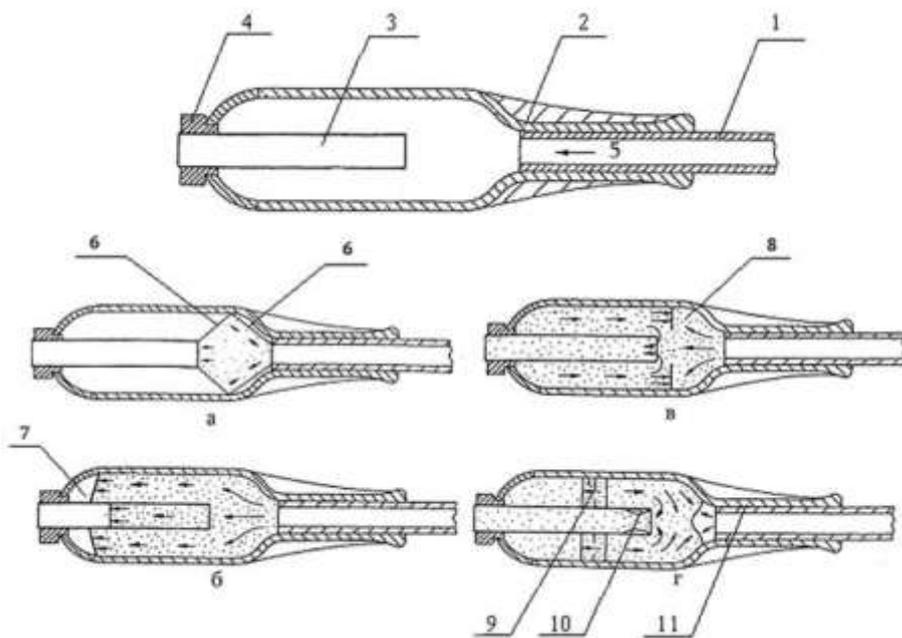


Рис. 24

Глушитель состоит из корпуса 2, установленного на стволе 1, цилиндрической разделительной трубки 3, выходной части корпуса 4. Пороховые газы выстрела 5 поступают в расширительную камеру, образованную частью кор-

пуса глушителя, причем «пространство расширения можно увеличить в направлении, противоположном выстрелу за пределами среза ствола, чтобы оптимально отрегулировать момент времени второго внутреннего отражения внутри этого пространства» и, кроме этого, «конфигурацию пространства, примыкающего к выходной части корпуса 4, можно изменить так, что этот участок будет наклонен в направлении выстрела, что приводит к уменьшению эффективной длины этого участка, а также к фокусировке падающей волны. Такая конфигурация в виде конуса может быть желательной из соображений аэродинамики».

Газодинамические процессы в глушителе, как их представляет автор, ясны из рис. 24, где 6 – ударная волна, 7 – ударная волна перед отражением от внутренней поверхности корпуса, примыкающей к выходному отверстию, 8 – прямой скачок уплотнения, движущийся к срезу ствола, 9 – волна разрежения, 10 – вход газов в разделительную трубку, 11 – скачок уплотнения на границе отраженных и поступающих в расширительную камеру глушителя газов выстрела.

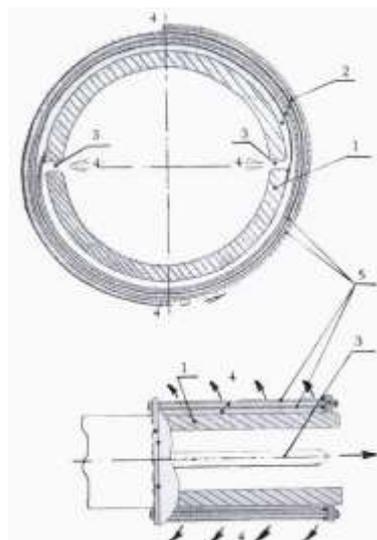


Рис. 25

3, установлены подвижные деформируемые пластины 5 в направляющих 2, газы из ствола оружия движутся в направлении 4, сдвигают и деформируют пластины 5 по направляющим, чем обеспечивается дросселирование газов выстрела, рассеивание его энергии и, следовательно, снижение акустического проявления выстрела.

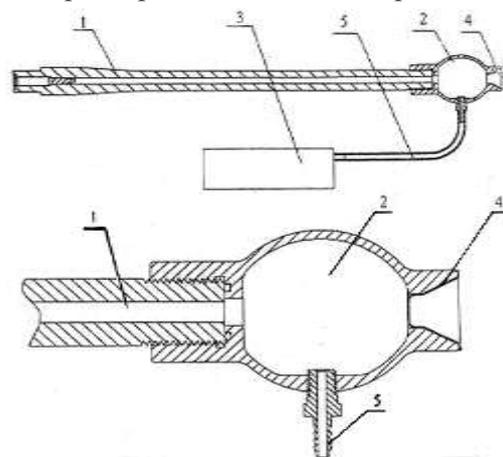


Рис. 26

Глушитель предназначен преимущественно для использования с авиационным оружием (пушками) с целью предотвращения значительных импульсных воздействий на элементы конструкции и датчики электронных систем воздушного судна. Расчеты основных характеристик глушителя в описании изобретения приведены для авиационной 27-мм пушки.

Для использования с артиллерийским оружием предназначен также глушитель по патенту РФ на полезную модель №100208 с приоритетом от 24.08.2010 (рис. 25 [40]).

На стволе оружия 1, имеющего прорези 3, установлены подвижные деформируемые пластины 5 в направляющих 2, газы из ствола оружия движутся в направлении 4, сдвигают и деформируют пластины 5 по направляющим, чем обеспечивается дросселирование газов выстрела, рассеивание его энергии и, следовательно, снижение акустического проявления выстрела.

Предложен также глушитель согласно патенту США № Pub. US 2012/0080261 A1, с приоритетом от 02.08.2011 [41] (рис. 26).

Глушитель, установленный на стволе 1, имеет вакуумную камеру 2, вакуумный насос 3, вакуумное уплотнение 4 и вакуумную всасывающую трубу 5.

Благодаря использованию вакуумной камеры 2, пороховые газы заполняют ее, и в результате увеличивается время их пребыва-

ния в глушителе, кроме того, вакуумная камера 2 уменьшает объем газов, выходящих из ствола оружия во время выстрела. Для обеспечения разрежения воздуха к глушителю через трубку 5 подсоединен вакуумный насос 3. На дальнем конце глушителя установлено вакуумное уплотнение 4 для герметичного закрытия выходного отверстия глушителя и создания до выстрела вакуума в стволе 1 и расширительной камере 2.

При выстреле из оружия, оснащенного таким глушителем, как только пуля достигает внутренней камеры глушителя, газы начинают заполнять вакуумную камеру 2, когда пуля перемещается к дальнему концу глушителя, она пробивает уплотнение и выходит из глушителя.

После одиночного выстрела вакуумное уплотнение разрушается, и на дальний конец глушителя необходимо установить новое вакуумное уплотнение. После подачи нового боеприпаса в затвор оружия и установки нового вакуумного уплотнения используется вакуумный насос для удаления воздуха из внутреннего пространства «ствол-глушитель». После достижения необходимого вакуума оружие готово к новому выстрелу.

В техническом решении по патентной заявке США № US 2014/0059913 A1 с приоритетом от 06.03. 2014 с целью повышения эффективности глушителя

звуча выстрела использовано профилирование поперечного сечения внутренней поверхности корпуса (рис. 27 [42]).

Вдоль средней части корпуса 1 глушителя выполнены впадины 3, а на наружной поверхности – ребра 2.

Впадины образуют в поперечном сечении глушителя многоугольник со скругленными вершинами. Выполнение ребер 2 снаружи корпуса глушителя предполагает улучшение в результате этого теплоотдачи, что должно привести к повышению эффективности падения энергии пороховых газов. Многоугольный внутренний профиль глушителя должен улучшить с этой же целью турбулизацию потока пороховых газов (в том числе за счет создания препятствий для окружной составляющей скорости потока).

Несколько иначе профилирована средняя часть глушителя по РСТ/RU 2013/000 700 с приоритетом от 02.07.2013 (рис. 28 [43]).

Глушитель содержит корпус 1, установленный на стволе 2. Средняя часть 3

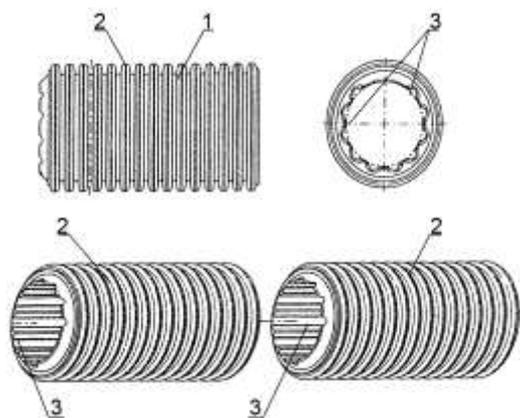


Рис. 27

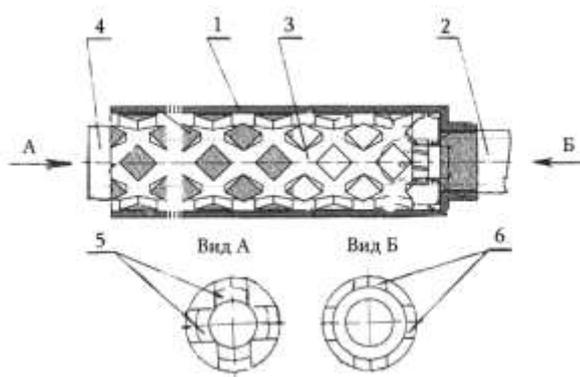


Рис. 28

имеет сложный профиль, образованный двумя геликоидальными поверхностями встречного направления. В крышке 4 глушителя выполнены окна 5 таким образом, что истекающие из них струи пороховых газов соударяются, так же выполнены окна 6 в передней крышке.

Основной элемент, обеспечивающий высокую эффективность шумоглушения – профилированная цилиндрическая часть корпуса, формирующая сталкивающиеся потоки газа, предварительно "разведенные" на периферию внутренней части корпуса.

Анализ особенностей приведенных конструкций глушителей звука выстрела стрелкового оружия позволяет сделать следующие выводы.

1. Профилирование внутренней поверхности корпуса глушителей звука выстрела стрелкового оружия носит, преимущественно, вспомогательный характер.
2. Не обнаружено конструкций глушителей, созданных с учетом реально протекающих термогазодинамических процессов в их внутренних полостях. Описания этих процессов носят только гипотетический характер.
3. При создании глушителей с элементами профилирования внутренней поверхности корпуса следует учитывать закономерности термогазодинамических процессов, характер которых изложен в публикациях за последние примерно 60 лет, для каждой их функциональной части – входной, средней и выходной.
4. С целью определения вклада профилирования внутренней поверхности корпуса бесперегородочного глушителя необходимо экспериментально определить его влияние на функциональные характеристики глушителя (в первую очередь – эффективность).

1. 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.
2. *Parker N. R.* Firearm Suppressor Patents, Volume 1, United States Patents / *N. R. Parker.* – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2004. – 373 p.
3. *Paulson Alan C.* Silencer. History and performance. Volume 2. C.Q.B. Assant Rifle and Sniper Technology // *Alan C. Paulson, R. Parker, Peter G. Kokalis.* – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2002. – 429 p.
4. *Wilson Nolan* The Silencer Cookbook. 22 Rim fire silencers / *N. Wilson.* – EL Dorado : Desert Publications, 1983. – 29 p.
5. *Huebner Siegfried F.* Silencers for Hand Firearms / *Siegfried F. Huebner.* – Printed in the United States of America : Paladin Press, 1976. – 97 p.
6. *Макаров И. Ю.* Экспертная характеристика судебно-медицинских баллистических исследований огнестрельных повреждений, причиненных оружием специального назначения : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора мед. наук : спец. 14.00.24 – судебная медицина / *И. Ю. Макаров.* – М. : Главный государственный центр судебно-медицинских криминалистических экспертиз Министерства обороны Российской Федерации, 2007. – 22 с.
7. Plumik do wiatrowki – fainy gadzet czy niezbedny dodatek? [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.aizyun.neostrada.pl/tiumiki.htm>.
8. *Hollenbeck M. George* Workbench Silencers: The Art of improvised Designs / *George M. Hollenbeck.* – Boulder, Colorado : published by Paladin Press, a division of Paladin Enter-Prises, 1996. – 65 p.
9. *McLean Donald B.* Silencers. Patterns and Principles, Norm out Technical Publications / *Donald B. McLean, Leonard W. Skochko, Harry A. Greveris.* – OR, 97116, USA : Forest Grove, 1971. – 206 p.
10. *Flores J.* How to Make Disposable Silencers / *J. Flores.* – EL Dorado : Published by Desert Publications, 1984. – 79 p.
11. CFD Approach to Firearms Sound Suppressor Design / *M. Keith Hadson, Chris Luchini, J. Keith Clutter, Wei Shyg.* – AIAA Paper, 96-3020, 1996. – 12 p.
12. *Lister Aimee* Investigations into the optimization of Sound Suppressor Geometry / *Aimee Lister.* – Grandfield University, 2006. – 167 p.

13. Проектирование прибора малозумной стрельбы методами численного моделирования / *В. Л. Бучарский, К. Ю. Добринская, В. В. Сербин, А. В. Сичевой* // Артиллерийское и стрелковое оружие. – 2009. – № 2. – С. 3 – 7.
14. *Striefel L.* Gun Propulsion Technology / *L. Striefel* // Progress in Astronautics, AIAA, Washington D.C. – 1988. – Vol. 109. – P. 183 – 259.
15. *Klingenberg G.* Gun Muzzle Blast and Flash / *G. Klingenberg, J. M. Heinerl* // Progress in Astronautics, AIAA, Washington D.C. – 1992. – Vol. 139. – P. 197 – 338.
16. Pat. 144415 Deutschland, kl. 72a. Vorrichtung zur Verminderung des Ruckstobes und Knalles bei Schusswaffen / *Robert Schultz*. – Patentiert 3. März 1901; Ausgegeben den 26. Sep. 1903. – 3 s.
17. Pat. 210314 Deutschland, kl. 72a, gr. 28. Vorrichtung zur Verminderung des Knalles von Feuerwaffen / *Basiling Gavriloff*. – Patentiert 19. April 1908; Ausgegeben den 27. Mai 1909. – 3 s.
18. Pat. 298935 Deutschland, kl. 72a, gr. 28. Vorrichtung an Feuerwaffen zum Dampfer bzw. Aufhaben des Mündungsfeners mit dusenartiger Vserlängerung der Mündung / *Paul Schauer*. – Patentiert 19. Januar 1915; Ausgegeben Am 03. Dezember 1919. – 5 s.
19. Pat. 317577 Deutschland, kl. 72a, gr. 28. Shalldampfer für Handfeuerwaffen / *Gottlieb Nothiger und Karl Molz*. – Patentiert 9. Januar 1917; Ausgegeben Am 20. Dezember 1919. – 3 s.
20. Pat. 32149 Nederland, kl. 72a. 28. Inrichting voor het onderdrukken van de vlam en den knal bij het afschieten van vuurwapens / *Societa Italiana Miglioramento Armi, te Napels*. – 52497; ingediend 8 Juli 1930; dagtekening 17 Februari 1934. – 7 p.
21. Brev. 918.658 France, Gr. 11, Cl. I. Silencieux pour armes a feu / *Jean-Joseph Stapelle*. – Demandé le 4 septembre 1945; Publié le 14 février 1947. – 3 p.
22. Pat. 2,868,078 USA, Cl. 89 – 14. Noise Reducer for Gun / *William J. Jarrett*. – 558593; Filed Jan. 11, 1956; Pub. Date Jan. 13, 1959. – 3 p.
23. Pat. 3,114,289 USA, Cl. 89 – 14. Muzzle Brake / *William E. Aulabaugh*. – 209,413; Filed July 12, 1962; Pub. Date Dec. 17, 1963. – 3 p.
24. Brev. 1.469.523 France, Int. Cl. F41C. Dispositif d'amortissement de bruit notamment pour armes a feu / *M. Siegfried Hubner*. – 40.320; Demandé le 30 novembre 1965 (RFA H 54.417; Demandé le 30 novembre 1964); Publié le 17 février 1967, Bull. n. 7. – 3 p.
25. Brev. 673.063 Belgique. Dispositif de allencienx WEC reflectens parabolique pour armes a feu / *S. Hubner* (République Fédérale). – Demandé le 30 novembre 1964; Publié le 16.03.1966. – 6 p.
26. Pat. 3,492,912 USA, Int. Cl. F41f 17/12. Recoil Controlling Device / *Clifford Logan Ashbrook*. – Ser. No. 576,630; Filed Sept. 1, 1966; Pub. Date Feb. 3, 1970. – 7 p.
27. Pat. 3,478,841 USA, Int. Cl. F01n 1/06. Silencer for Firearms Discharging Gasses at Supersonic Velocity / *Siegfried Hubner*, Germany. – Ser. No. 651,958; Filed July 7, 1967; Pub. Date Nov. 18, 1969. – 5 p.
28. Pat. 4,384,507 USA, Int. Cl.³ F41C 21/18. Adjustable Sound Suppressor for Weapon / *Charles A. Finn*. – 175,364; Filed Aug. 6, 1980; Pub. Date May 24, 1983. – 5 p.
29. Pat. WO 99/39147 International, IPC⁶ F41A21/30. Sound Moderatoe devices for Guns / *Gerald Lapwood*. – PCT/GB99/00235; Filed 22.01.1999 (9801785.8 GB; Filed 29.01.1998); Pub. Date 05.08.1999. – 19 p.
30. Термогазодинамические процессы в приборах снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Г. А. Поляков, А. Д. Скорик, А. Д. Чаплиц* // Техническая механика. – № 4. – 2012. – С. 13 – 26.
31. Характеристики термогазодинамического процесса на выходе из прибора снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Г. А. Поляков, А. Д. Скорик, Г. А. Стрельников* // Техническая механика. – № 3. – 2012. – С. 64 – 78.
32. Газодинамические основы внутренней баллистики / *С. А. Бетехтин, А. М. Винницкий, М. С. Горохов, К. П. Станюкович, Н. Д. Федотов*, под ред. *К. П. Станюковича*. – Государственное издательство оборонной промышленности, 1957. – 384 с.
33. *Серебряков М. Е.* Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет / *М. Е. Серебряков*. – М. : Оборониздат, 1962. – 703 с.
34. *Таскин А. А.* Явления в канале огнестрельного оружия при выстреле / *А. А. Таскин*. – М. : НКПА СССР, Государственное издательство оборонной промышленности, 1940. – 199 с.
35. *Мамонтов М. А.* Некоторые случаи течения газа по трубам, насадкам и проточным сосудам / *М. А. Мамонтов*. – М. : Государственное издательство оборонной промышленности, 1951. – 491 с.
36. Альбом течений жидкости и газа : пер. с англ. / сост. *М. Ван-Дейк*. – М. : Мир, 1986. – 184 с.
37. Математическая модель быстротекающих газодинамических процессов в приборах снижения уровня звука выстрела с учетом двумерности течения в канале прибора / *Н. А. Коновалов, В. И. Коваленко, Н. И. Лахно, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик* // Техническая механика. – № 1. – 2005. – С. 77 – 88.
38. *Кулагин В. И.* Газодинамика автоматического оружия / *В. И. Кулагин, В. И. Черезов*, под ред. докт. техн. наук, проф. *В. А. Коновалова*. – М., 1985. – 256 с.
39. Pat. US 6,575,266 B1 USA, Int. Cl.⁷ F41A 21/00. Tube Barrel Weapon / *Hartmut Geshe, Gerhard Wedekind*. – 09/704,214; Filed Jul. 14, 2000; Pub. Date Jun. 10, 2003. – 8 p.
40. Патент на полезную модель RU 100208 РФ, МПК F41A 21/30. Глушитель артиллерийского орудия / *Троцилов В. И., Муравьев Ю. Л., Лемякин Е. Д.* – 2010135126/28; заявл. 24.08.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 34. – 2 с.
41. Pat. US 2012/0080261 A1 USA, Int. Cl.F41A 21/30. Sound and Flash Suppressor for Firearms / *Ronnle Alexander Shand*. – 13/196,851; Filed Aug. 2, 2011; Pub. Date Apr. 05, 2012. – 15 p.

42. Pat. US 2014/0059913 A1 USA, Int. Cl. F41C 27/00. Suppressor Sleeves and Heat Resistant weapon Accessories / *Frederick J. Diamond, Michael E. Stein, Frank J. Michal.* – 13/826,087; Filed Mar. 14, 2013; Pub. Date Mar 06, 2014. – 8 p.
43. Заявка WO 2015/002567A1 Международная, МПК F41A 21/30. Глушитель оружейный, преимущественно для ручного стрелкового оружия / *Гусев М.Н.* – РСТ/RU 2013/000700; заявл. 12.08.2013 (2013130041 RU; заявл. 02.07.2013); опубл. 08.01.2015. – 13 с.

Институт технической механики
Национальной академии наук Украины и
Государственного космического агентства Украины,
Днепропетровск,

Получено 16.03.15,
в окончательном варианте 20.05.15

Киевский Государственный институт
декоративно-прикладного искусства и дизайна
им. Михаила Бойчука,
Киев