

Н.А. КОНОВАЛОВ, О.В. ПИЛИПЕНКО, Г.А. ПОЛЯКОВ,
Г.А. СТРЕЛЬНИКОВ, А.Д. СКОРИК, А.Н. АВДЕЕВ

ГЛУШИТЕЛЬ ЗВУКА ВЫСТРЕЛА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ С КОНИЧЕСКИМИ ПЕРЕГОРОДОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

В статье приведены сведения о конструкции глушителей звука выстрела огнестрельного оружия, расширительные камеры которых снабжены перегородочными элементами в виде тонкостенных конических оболочек, продольные оси которых совпадают с продольной осью корпуса глушителя.

Описано устройство и принцип действия глушителя, предложенного авторами, в конструкции которого использованы тонкостенные конические перегородочные элементы, разделенные цилиндрическими проставками, продольные оси которых совпадают с продольной осью глушителя.

Сделаны выводы о целесообразности применения предложенного авторами глушителя, и приведены соображения о направлениях его совершенствования.

В статті приведені відомості про конструкції глушників звуку пострілу вогнестрільної зброї, розширювальні камери яких оснащені перегородочними елементами у вигляді тонкостінних конічних оболонок, повздовжні осі яких співпадають з повздовжньою оссю корпусу глушника.

Описано будову та принципи дії глушника, запропонованого авторами, в конструкції якого використано тонкостінні конічні перегородкові елементи, розділені циліндричними проставками, повздовжні осі яких співпадають з повздовжньою оссю корпусу глушника.

Зроблено висновки про доцільність використання запропонованого авторами глушника та приведено міркування з напрямків його удосконалення.

Data about the firearm sound suppressor design wherein the expansion chambers are provided by baffles in the form of thin-walled conical shells and longitudinal axes coincide with a longitudinal axis of the sound suppressor body are presented in the paper.

The arrangement and the principle of operation of the sound suppressor developed by authors wherein thin-walled conical baffles divided by cylindrical spacers the longitudinal axes of which coincide with a longitudinal axis of the sound suppressor are described.

Conclusions about applications of the proposed sound suppressor are made and the ways of improving are proposed.

Надульные глушители звука выстрела стрелкового оружия расширительного типа, реализующие «перегородочную технологию», получили широкое распространение [1 – 5]. Основными элементами-преобразователями энергии газов выстрела в тепловую в глушителях такого типа служат перегородки, установленные в корпусе, образующие расширительные камеры и формирующие протекание термогазодинамических процессов в глушителе.

Используются перегородочные элементы разнообразных форм и конструкций – плоские поверхности, перпендикулярные или наклонные к направлению потока газов, цилиндрические поверхности, винтовые (геликоидальные) поверхности, сферические элементы, клиновые рассекатели-завихрители, поверхности вращения сложной формы, комбинированные рассекатели. Зачастую разрабатываются и патентуются глушители звука выстрела, преобразователи энергии газового потока выстрела которых имеют сложное устройство.

© Н.А. Коновалов, О.В. Пилипенко, Г.А. Поляков, Г.А. Стрельников, А.Д. Скорик, А.Н. Авдеев 2011

Техн. механика. – 2011. – № 1.

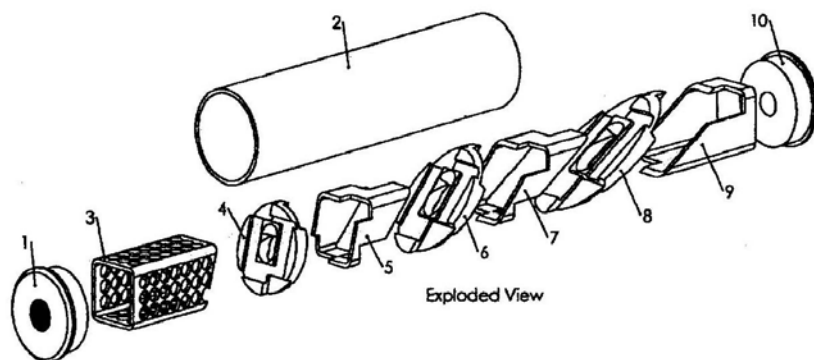


Рис. 1

Представление о них дает рис. 1, на котором приведено устройство одного из глушителей, запатентованного в США в 2010 году [6].

Затруднительно установить, какими соображениями обосновано такое сложное устройство глушителя. При рассмотрении подобных конструкций следует иметь в виду, что, например, даже сравнительно простое устройство глушителя к пистолету High Standart HD-MS.22, которым был вооружен американский пилот Френсис Пауэрс, сбитый 1 мая 1960 года над территорией СССР, до настоящего времени не рассекречено [2] и что информация о некоторых виртуальных (в том числе патентуемых) устройствах используется с целью дезинформации конкурентов.

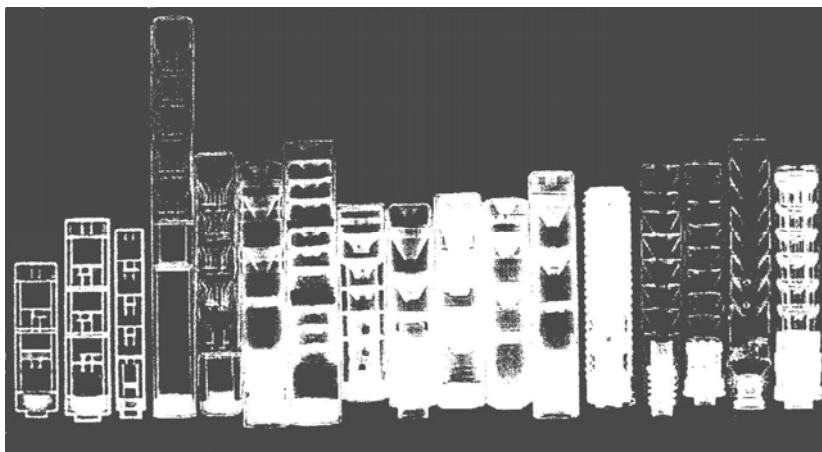


Рис. 2

На рис. 2 приведен рентгеновский снимок глушителей различной конструкции, используемых силовыми структурами США [7].

Из анализа снимка следует, что эти глушители имеют простое внутреннее устройство, а 13 из 17 приведенных глушителей снабжены перегородочными элементами в виде конусов.

Коническая оболочка в качестве преобразователя энергии газов выстрела из огнестрельного оружия была основным элементом глушителя, впервые предложенного в конце XIX столетия известным оружейным специалистом У. Гринером (рис. 3 [8]).

Greener



Рис. 3

В дальнейшем коническая оболочка с прямолинейной или профилированной образующей стала одним из наиболее используемых конструктивных элементов в многокамерных надульных глушителях звука выстрела расширительного типа.

Первый известный авторам патент на глушитель звука выстрела, в конструкции которого использовались конические рассекатели-преобразователи энергии (см. рис. 4 [9]), выдан в Великобритании в 1899 году гражданам Норвегии Якобу Бьорресену и Сигурду Снабьорнсену.

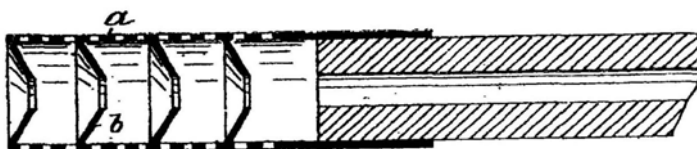


Рис. 4

Конструкция заявленного глушителя имела четыре равные по объему расширительные камеры с установленными соосно корпусу глушителя четырьмя коническими оболочками с отверстиями для прохода пули. В корпусе глушителя предполагалось выполнять отверстия, расположенные с равным шагом вдоль образующей цилиндрического корпуса.

Устройство глушителя звука выстрела по патенту Великобритании, выданному Георгу Норманну в 1909 году [10], приведено на рис. 5.

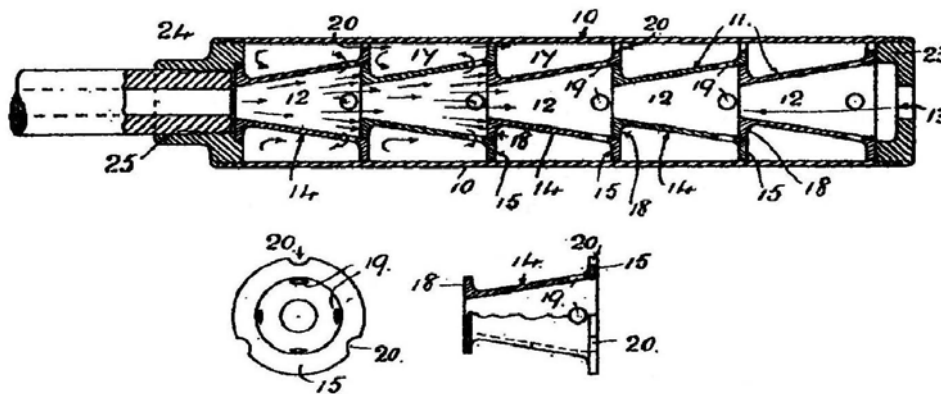


Рис. 5

Глушитель состоит из цилиндрического корпуса и пяти расширительных камер равного объема, образованных коническими перегородочными элементами, установленными соосно корпусу. Конические элементы имели отверстия в боковой поверхности, фиксировались в корпусе по наружному диаметру большего основания, в котором были выполнены выемки, обеспечивающие переток газов вдоль внутренней поверхности корпуса. Основные конструктивные элементы этого глушителя (перфо-

рированные конические поверхности с возможностью перетока газа вдоль внутренней поверхности корпуса глушителя из камеры в камеру) были в дальнейшем использованы в том числе в глушителях звука выстрела, патентуемых в настоящее время.

В 1912 году в США был выдан патент [11] на глушитель звука выстрела, в конструкции которого использовались 12 (14) конических элементов (рис. 6).

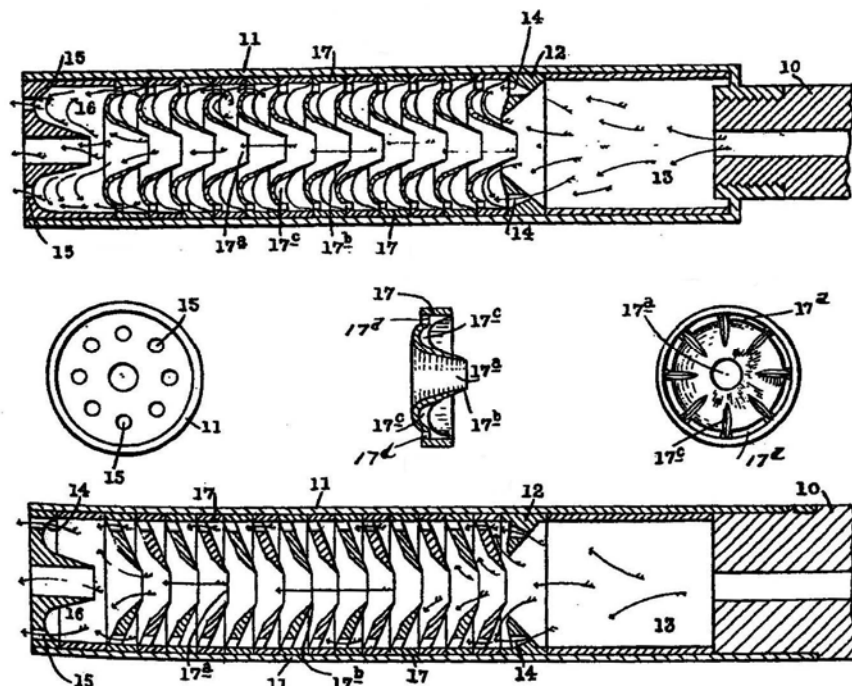


Рис. 6

Одной из существенных особенностей этой конструкции является наличие у среза ствола оружия свободного объема – расширительной камеры без каких-либо конструктивных элементов. Расширительная камера имела объем около 25 % общего внутреннего объема глушителя.

В 1915 году в США изобретателю Жозеф С. Коломбе был выдан патент на изобретение № 1.140.578 [12], в устройстве которого использовались оболочки, близкие к коническим, каждая из оболочек состояла из множества наклонных плоскостей, вписанных в коническую поверхность (рис. 7).

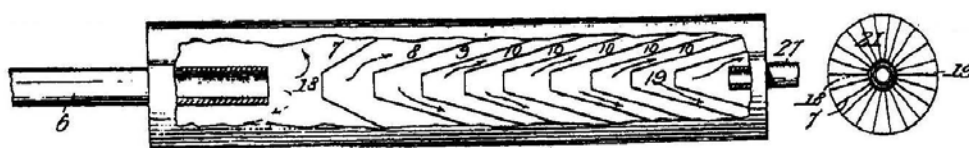


Рис. 7

Особенностями устройства по этому патенту является наличие свободной расширительной камеры, примыкающей к срезу ствола и возможность (в одном из вариантов) использования центральной перфорированной трубки, которая с коническими элементами представляет единое целое. В последующем центральная перфорированная трубка использовалась в ряде конструкций глушителей.

Устройство по патенту США № 1.259.251 [13] (рис. 8), выданному в 1918 году изобретателю Бен Лове, содержит четыре расширительные камеры, образованные тремя перегородками в виде конических элементов с профилированной боковой поверхностью.

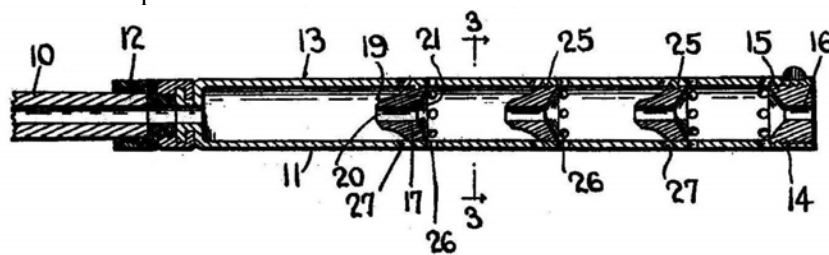


Рис. 8

Передняя расширительная камера имеет объем, составляющий около 30 % внутреннего объема корпуса глушителя. В корпусе глушителя перед и после больших оснований конических элементов выполнены отверстия, равномерно расположенные по окружности. В передней заглушке корпуса глушителя, на входе в нее пороховых газов, сформирована коническая поверхность, большее основание которой равно диаметру внутреннего корпуса глушителя. Перед конической входной поверхностью в корпусе глушителя выполнены сквозные радиальные отверстия. Это позволяет, по мнению авторов, обеспечить оптимальные характеристики потока газа в полости глушителя.

В период Второй мировой войны в Великобритании был разработан и широко использовался пистолет-пулемет Стэн (The Sten MkVI), основной вариант глушителя которого содержал 18 конических оболочек, равномерно расположенных в цилиндрическом корпусе [5] (рис. 9).

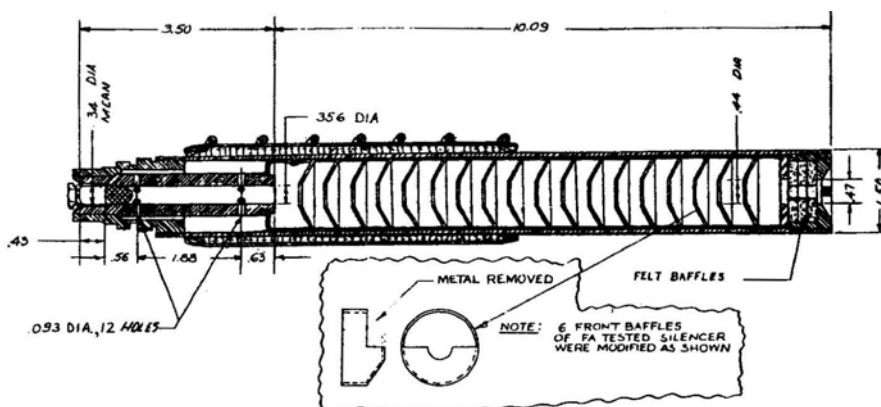


Рис. 9

Вариант использования конических перегородочных элементов в конструкции пистолета-пулемета Стэн можно считать классическим, нашедшим продолжение в ряде, в том числе современных, конструкций глушителей.

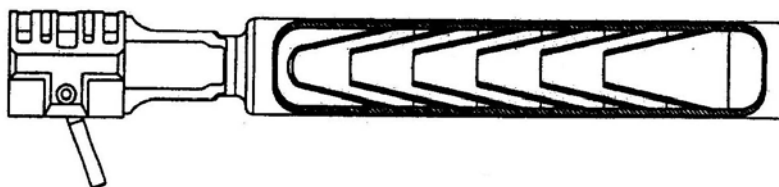


Рис. 10

Вариант использования ряда конических оболочек реализован в глушителе немецкого огнестрельного оружия German Gewehr 98 Kurz (Mauser G 98K) (см. рис. 10 [3]).

Устройство по патенту ФРГ [14] отличается от описанных ранее в своей существенной части только наличием иного количества конических оболочек и их углом конусности (рис. 11), хотя патент на этот глушитель выдан в 1979 году.

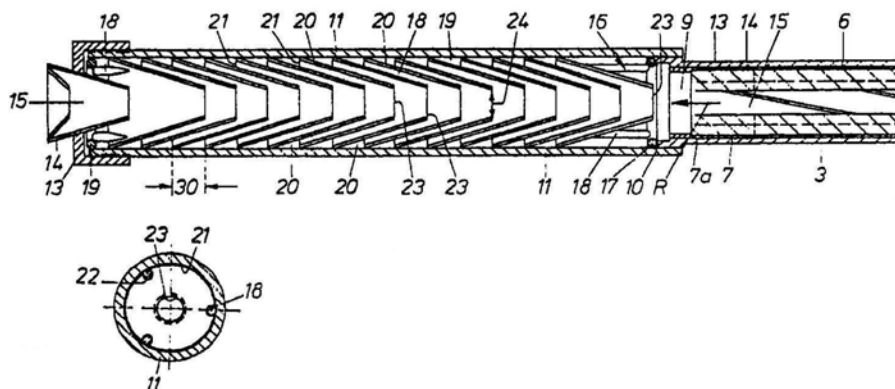


Рис. 11

По существу, по сравнению с ранее созданными конструкциями, устройство по этому патенту повторяет их основные элементы. Причем необходимость в таком количестве конических оболочек вызывает сомнение как из соображений повышения эффективности снижения уровня звука выстрела, так и сложности устройства, его сравнительно большой массы и удобства в эксплуатации.

Гораздо более рациональным и эффективным представляется устройство глушителя финской разработки и изготовления «KRS» серии Reflex для автоматов Калашникова АК-47, АКМ и АК-74 [15], в конструкции которого использован ряд профилированных конических оболочек (рис. 12).

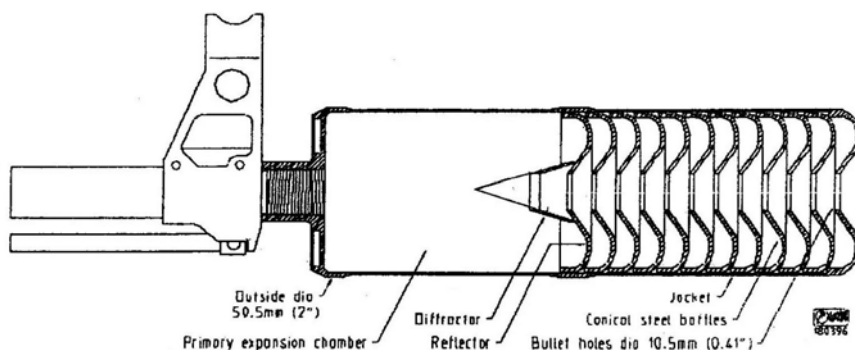


Рис. 12

Он содержит свободную расширительную камеру, примыкающую к срезу ствола, которая имеет объем, равный около 40 % объема корпуса глушителя. В нем установлено 12 оболочек с образующей боковой поверхности сложной формы – прямолинейной, переходящей в часть окружности. Предполагается, что скорость потока истекающих газов выстрела гасится до дозвуковой в свободной расширительной камере за счет образования взаимодействующих ударных волн, а перегородочные элементы «работают» в уже заторможенном, дозвуковом потоке.

В современных конструкциях глушителей конусные перегородочные элементы достаточно широко используются. В конструкции по патенту США [16]

использованы 10 конических элементов, равномерно расположенных в корпусе глушителя (рис. 13).

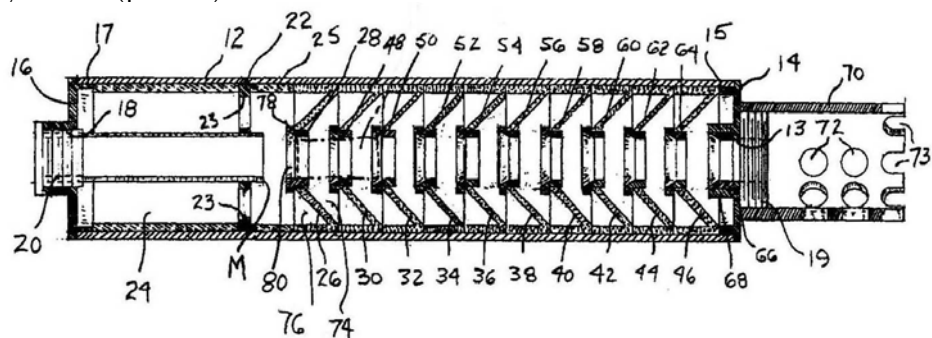


Рис. 13

В передней части глушителя образована относительно большая расширительная камера, а в отверстиях для пролета пули помещены цилиндрические втулки, перегородки из камеры в камеру вдоль внутренней поверхности корпуса не предусмотрены. Конические элементы центрируются в корпусе с помощью цилиндрических колец, выполненных заодно с коническими выступами – оболочками.

При создании новой конструкции глушителя с коническими перегородочными элементами авторы в качестве прототипа выбрали техническое решение по патенту США № 6, 575, 074, выданному 10 июня 2003 года изобретателю Жозефу Даниелю Гаддини [17]. Конструктивная схема изобретения по этому патенту приведена на рис. 14 [17].

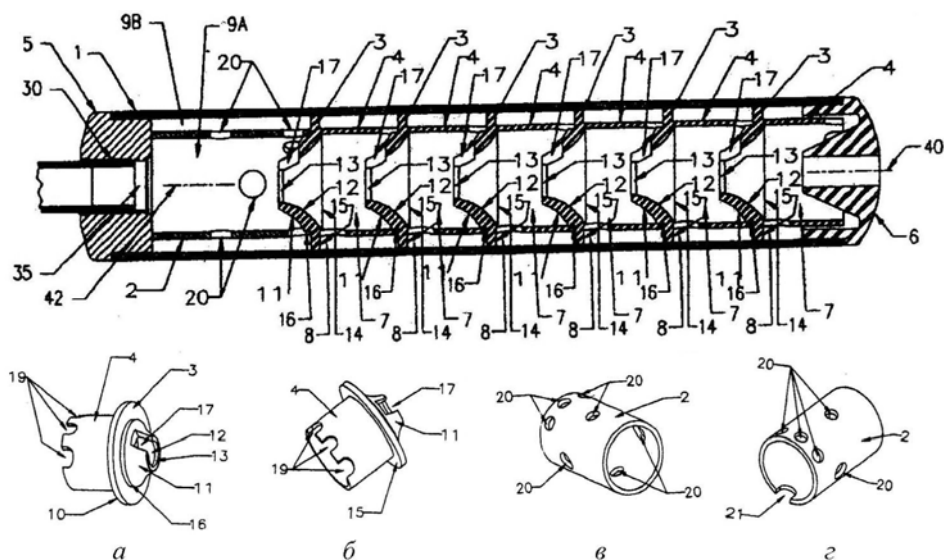


Рис. 14

Конструкция глушителя по основному варианту его выполнения состоит из полого цилиндрического корпуса 1 с установленными в нем перегородочными элементами 3 и коаксиальными корпусу проставочными элементами 4, которые образуют расширительные камеры 7 и 8.

В первой расширительной камере установлен коаксиально корпусу проставочный элемент 2, который формирует две первичные расширительные камеры 9А и 9В.

Перегородочный элемент 3 состоит из плоской шайбы 10 с выполненным с нею заодно и вершиной направленным к срезу ствола конусом 11, имею-

щим внутреннюю коническую поверхность 12 и отверстие для пролета пули 13. Конус 11 у своего большего основания имеет отверстие 14 на фронтальной стороне коаксиального перегородочного элемента. Круговой выступ 16 выполнен для того, чтобы обеспечить соосный контакт проставочного коаксиального элемента 2 и коаксиальных проставочных элементов 4 с перегородочными элементами 3.

В конусе, у основания, обращенного к срезу ствола, начиная от внутренней поверхности канала 13, выполнена удлиненная прорезь 17 (рис. 14, а, б). Месторасположение прорези 17 может изменяться в соответствии с применяемым оружием и боеприпасом.

Коаксиальный проставочный элемент 4 может выполняться заодно с перегородочным элементом 3 (рис. 14, а, б).

Если перегородка 3 и проставочный элемент 4 выполнены как единое целое, коаксиальный проставочный элемент устанавливается на выступе 16 следующего перегородочного элемента, формируя расширительные камеры 7 и 8.

Коаксиальный проставочный элемент 4, как это показано на рис. 14, выполненный как единое целое с перегородочным элементом, имеет, по крайней мере, один вырез 19 (как правило, используется один вырез).

Проставочный элемент 2, установленный в первой расширительной камере (рис. 14, в, г), представляет собой трубку цилиндрической формы, диаметр которой меньше внутреннего диаметра корпуса, имеющую, по крайней мере, одно газовое отверстие 20, и, по крайней мере, один вырез 21 на краю проставки.

После выполнения выстрела, прохода пули через крышку 5 и ее перемещения в первую расширительную камеру 9А, газы движутся в направлении выстрела и расширяются внутри расширительной камеры 9А, перетекают через газовое отверстие 20 и вырез 21 в расширительную камеру 9В.

Кроме этого, газы истекают по направлению выстрела через отверстие 13 и в то же время проходят через удлиненную прорезь 17 по внутренней поверхности первого проставочного элемента 2, создавая дополнительный газовый поток, направляя газы от оси 42 канала глушителя через вырез 21 в расширительную камеру 8.

Коническая форма поверхности 11 обеспечивает направление течения газов от оси канала глушителя 42 через вырез 21 внутрь расширительной камеры 9В. Прохождение потока газов через прорезь 17 создает турбулентность внутри расширительной камеры 9А. Турбулентный поток, образованный в камере 9А, вступает во взаимодействие с газами в расширительной камере 9В, что приводит к тому, что газы дольше задерживаются и позже покидают расширительные камеры 9А и 9В.

Газы из расширительных камер 9А и 9В через отверстия 13 и 14 проходят и расширяются в расширительной камере 8, куда они поступают через газовое отверстие 18 и вырез 19. Газы истекают вперед через отверстие 13, одновременно проходя через удлиненную прорезь 17 и через вырез 19 и по внутренней поверхности коаксиальной проставки 4, формируя таким образом турбулентный поток внутри расширительной камеры 7.

Коаксиальные проставочные элементы и конические перегородочные элементы имеют большую площадь поверхности, что обеспечивает эффективное снижение энергии газового потока за счет газодинамического сопротивления и передачи тепловой энергии от газов коаксиальным проставочным и коническим элементам.

Расположение перегородочного элемента 3 и коаксиального проставочного элемента 4 может изменяться путем их вращения вокруг оси 42 корпуса глушителя.

На практике было обнаружено, что в зависимости от калибра огнестрельного оружия, с которым применяется глушитель такой конструкции, перегородочный элемент 3 и коаксиальный проставочный элемент 4 могут по-разному позиционироваться путем их взаимного вращения относительно продольной оси глушителя, что приводит к получению их взаимного положения, дающего максимальную эффективность снижения уровня звука выстрела.

Ранее предложенные конструкции глушителей, как правило, эффективны при использовании одного калибра оружия и типа боеприпаса. Так, высокоэффективный глушитель для оружия калибра 9 мм может иметь низкие характеристики снижения уровня звука выстрела для боеприпаса калибра 7,62 мм, в частности из-за различных уровней давления на срезе ствола, создаваемых этими боеприпасами. Чтобы достичь хороших показателей снижения уровня звука выстрела для боеприпаса иного калибра, необходимо существенно модифицировать конструкцию отдельных перегородок глушителя, проставок и т.п. Преимущество предложенного изобретения заключается в том, что оно может быть использовано с широкой гаммой калибров боеприпасов при минимальном изменении конструкции глушителя, что преимущественно обеспечивается вращательным вокруг оси глушителя изменением взаимного положения проставочных и перегородочных элементов.

При этом эффективность снижения уровня звука выстрела предложенного глушителя значительно выше, чем у предыдущих конструкций.

Однако этому глушителю присущ ряд недостатков – глушитель такой конструкции испытывает значительные температурные и силовые нагрузки в случае стрельбы очередями из оружия с высокой энергетикой патрона, что может привести к отклонению продольной оси глушителя от прямолинейности и увеличить рассеивание пуль до недопустимых значений или даже к разрушению конструктивных элементов глушителя.

Задачи, которые поставили перед собой авторы при создании новой конструкции глушителя с коническими разделительными элементами – повышение эффективности снижения уровня звука выстрела глушителя, его надежности, расширение функциональных возможностей, улучшение эксплуатационных характеристик.

На рис. 15 [18] приведен продольный разрез глушителя, предложенного авторами, без элементов компенсации боковой и продольной сил отдачи оружия и без организации продольного течения газа во внешних камерах перегородочных элементов. На рис. 15 а – перегородочный элемент, 15 б – коаксиальный проставочный элемент.

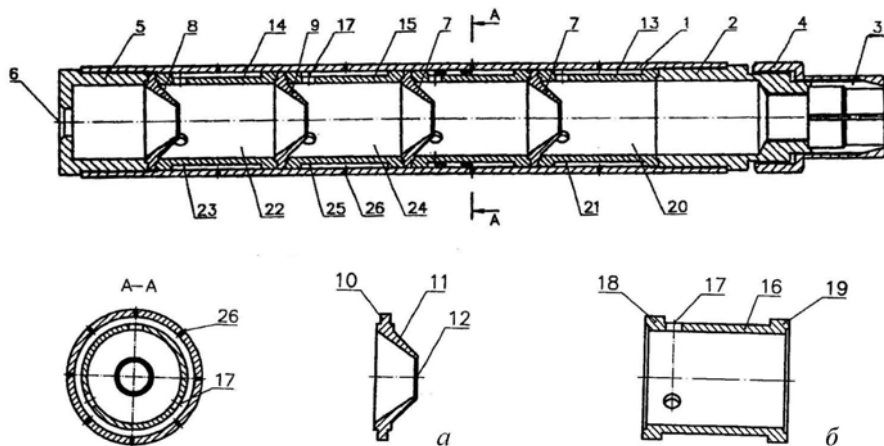


Рис. 15

На рис. 16 [18] приведен продольный разрез глушителя с элементами компенсации боковой и продольной сил отдачи оружия и с организацией продольного течения газа во внешних камерах перегородочных элементов.

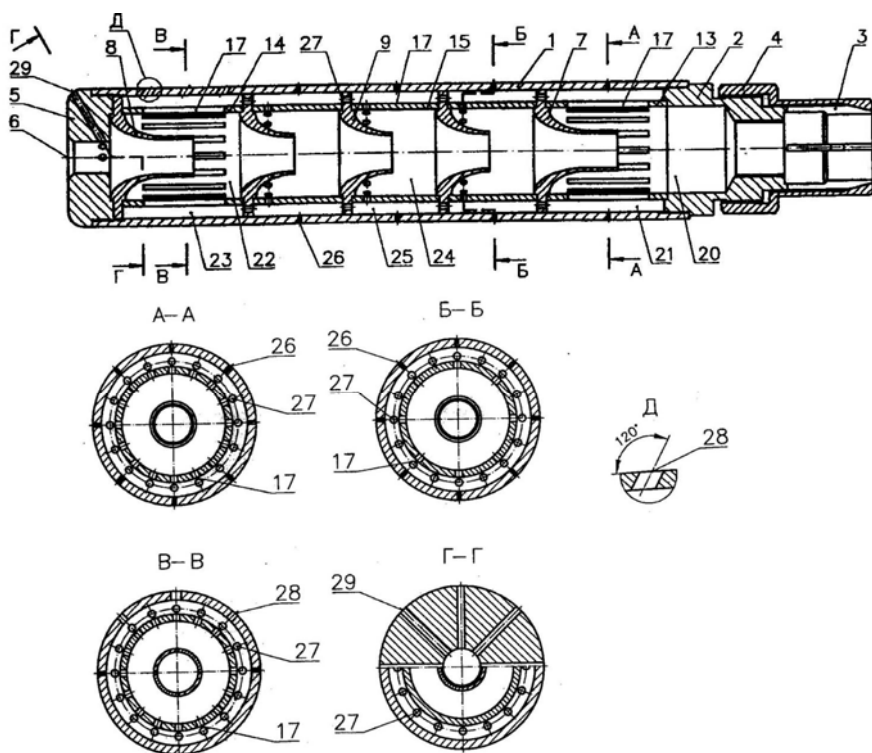


Рис. 16

На рис. 16 приведены также поперечные разрезы соответственно:

А-А – по проходным отверстиям в корпусе глушителя.

Б-Б – по проходным отверстиям в коаксиальных проставочных элементах и корпусе глушителя.

В-В – по проходным отверстиям компенсатора силы боковой отдачи в корпусе глушителя.

Г-Г – по проходным отверстиям в переднем фланце.

На виде Д дан продольный разрез по отверстию компенсатора в корпусе глушителя.

Глушитель (рис. 15) содержит цилиндрический пустотелый корпус 1, имеющий задний фланец, закрепленный к корпусу, и средства крепления к срезу ствола в виде штуцера 2 с цапгой 3 и накидной гайкой 4. Передний фланец 5 прикреплен к корпусу 1 и имеет в центральной части сквозное отверстие 6.

Перегородочный элемент (первичный 7, конечный 8 и промежуточный 9) (рис. 15, рис. 16) включает фланец (плоскую шайбу) 10 и соединенный с ним и выступающий в направлении среза ствола конус 11, имеющий сквозное отверстие 12, соосный корпусу 1.

Коаксиальный проставочный элемент (первичный 13, конечный 14 и промежуточный 15) (рис. 15, рис. 16) включает втулку 16 со сквозными отверстиями 17 и фланцы 18 и 19 (рис. 15 б). В схеме рис. 16 в первичном 13 и конечном 14 коаксиальных проставочных элементах отверстия 17 выполнены в виде пазов.

Первичная расширительная камера 20 образована задним фланцем 2, втулкой первичного коаксиального проставочного элемента 13 и первичным перегородочным элементом 7; внешняя камера 21 сформирована втулкой 16, фланцами 18 и 19 коаксиального проставочного элемента 13 и корпусом 1.

Конечная внутренняя расширительная камера 22 образована перегородочными элементами 8 и 9 и втулкой коаксиального проставочного элемента 14; конечная внешняя расширительная камера 23 сформирована втулкой коаксиального проставочного элемента 14, его фланцами 18 и 19 и корпусом 1.

Промежуточная внутренняя расширительная камера 24 образована промежуточными перегородочными элементами 9 и втулкой промежуточного коаксиального элемента 15; промежуточная внешняя расширительная камера 25 сформирована втулкой 15, фланцами 18 и 19 и корпусом 1.

В корпусе 1 на середине внешних расширительных камер выполнены сквозные отверстия 26, которые равномерно расположены по периметру и имеют проходную площадь, обусловленную калибром оружия и энергетикой боеприпаса.

Для организации продольного течения газа во внешних камерах в средней части фланцев 10, 18 и 19 перегородочных элементов выполнены сквозные отверстия 27, равномерно расположенные по периметру.

В случае необходимости компенсации боковой силы отдачи оружия в верхней части корпуса 1 в области конечной расширительной камеры 23 выполнены отверстия 28, равномерно расположенные по длине, составляющей 0,5 периметра внутренней поверхности корпуса (сечение В–В). В верхней части переднего фланца 5 выполнены сквозные отверстия 29 с углом охвата 180°, соединяющие центральное отверстие 6 с внешней поверхностью фланца 5 (сечение Г–Г).

При необходимости уменьшения продольной силы отдачи оружия оси отверстий 28 в корпусе 1 выполняют наклонными к оси корпуса глушителя под углом 120°, отложенным от направления полета пули (вид Д).

При движении пули по каналу ствола (в пиродинамический период) перед нею движется воздух, который попадает в корпус глушителя, протекая во внутренних и внешних камерах проставочных элементов и истекая наружу через отверстия 26 в корпусе 1, а также отверстия 6 и 29 в передней части фланца 5.

После выхода пули из ствола в период последействия за нею движутся пороховые газы высокой температуры, давления и скорости. В первом по ходу пули проставочном элементе, размещенном между задним фланцем 2 и первым перегородочным элементом 7, пороховые газы интенсивно перетекают через отверстия 17 из внутренней камеры 20 во внешнюю 21, из которой истекают вовне через отверстия 26 в корпусе 1 (рис. 15) и истекают через отверстия 27 во

фланце 10 проставочного элемента и фланцах 18 и 19 коаксиального проставочного элемента в соседнюю по ходу пули внешнюю камеру 25 (рис. 16). Подобное течение газа происходит также в последующих по ходу пули проставочных элементах, сформированных между промежуточными перегородочными элементами 7, 8 и 9 после выхода пули из очередной конусной части перегородочного элемента (рис. 15, рис. 16). Отличие только в том, что в промежуточных проставочных элементах вследствие меньшей площади отверстий 17, соединяющих внутреннюю камеру и внешнюю, в сравнении с площадью пазов в первом и конечном проставочных элементах (рис. 16), количество движения продольного потока газа во внешней промежуточной камере 25 превышает количество движения потока, вытекающего через отверстия 17 промежуточного коаксиального элемента 15 из внутренней 24 во внешнюю 25 камеру.

При необходимости в конечном проставочном элементе (размещенном между перегородочными элементами 8 и 9) отверстия 26 располагают неравномерно в корпусе 1, вследствие чего газ, вытекающий из них, создает поперечную силу, противоположную силе поперечной отдачи оружия. Дополнительную поперечную силу создает также поток газа, вытекающий из отверстий 29, выполненных в переднем фланце 5. Увеличенная площадь отверстий 17 в конечном коаксиальном проставочном элементе 14 содействует увеличению количества движения потока газа, истекающего через отверстия 26.

При необходимости, отверстия 26 выполняют наклонными под углом 120° к оси глушителя для создания силы, уменьшающей силу продольной отдачи оружия.

На предложенный авторами глушитель разработана конструкторская документация, и он был изготовлен. Внешний вид этого глушителя представлен на рис. 17, а его составные элементы до сборки и соединения в единую неразъемную конструкцию – на рис. 18.

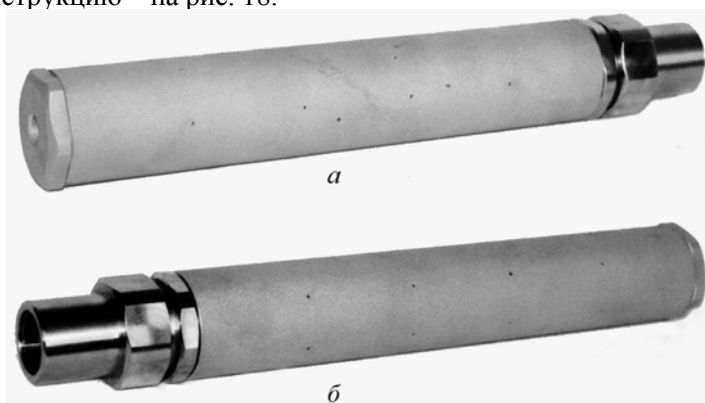


Рис. 17

На рис. 17 а представлен внешний вид предложенного авторами глушителя со стороны выхода пули, а рис. 17 б – со стороны её входа.

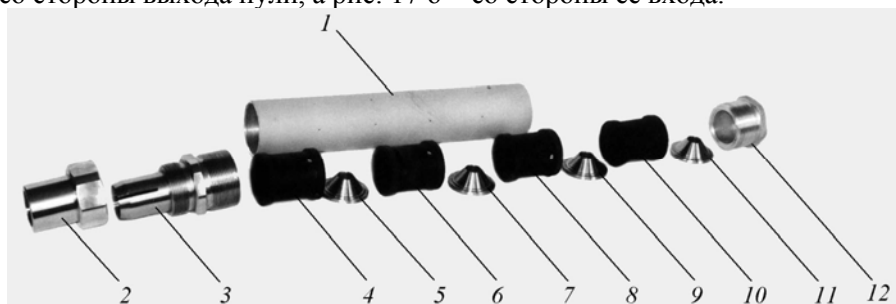


Рис. 18

На рис. 18 обозначены: 1 – корпус; 2 – цанга; 3 – штуцер; 4, 6, 8, 10 – коаксиальные цилиндрические проставочные элементы; 5, 7, 9, 11 – конические перегородочные элементы; 12 – пробка.

Натурные испытания глушителя показали высокую эффективность ~30,0 дБ снижения уровня звука выстрела как для оружия калибра 5,56 мм, так и 7,62 мм, что сравнимо с различными зарубежными образцами. Однако резервы дальнейшего повышения эффективности этой конструкции не исчерпаны. Необходимо оптимизировать конструктивные параметры глушителя в зависимости от применяемого оружия и мощности боеприпаса, а также задач, решаемых с применением этого глушителя, для чего провести комплекс расчетно-теоретических и экспериментальных работ, а также натурных испытаний со сравнением основных характеристик различных модификаций глушителей предложенной конструкции.

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. Paulson Alan C. Silencer. History and Performance, Volume 1, Sporting and tactical Silencer / Alan C. Paulson. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 1996. – 412 p.
3. Paulson Alan C. Silencer. History and Performance, Volume 2, GQB, Assault Rifle and Sniper Technology / Alan C. Paulson, N. R. Parker, Peter G. Kokalis. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2002. – 429 p.
4. Parker N. R. Firearm Suppressor Patents, Volume 1 / N. R. Parker. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2004. – 392 p.
5. Huebner Siegfried F. Silencer for Hand Firearms / Siegfried F Huebner. – USA : Paladin Press, 1976. – 97 p.
6. Заявка 12/548.865 США, МПК⁷ F41A 21/30. Asymmetric Firearm Silencer with Coaxial Elements / SilversRobert. – заявл. 07.08.2009; Pub. N : US 2010/0000398 A1 Jan.07.2010.
7. Рентгеновский снимок глушителей различной конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа к снимку www.silenserresearch.com.
8. Mosin-Nagant/AK/SKS with subsonics and replica silencer [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.guns.connect.fi/gow/QA1.html>.
9. Пат. 6701 Великобритания. Sigbjørnsen Sigurd / Børresen Jacob. – заявл. A.D. 1899 Date of Application, 28th Mar., 1899, Accepted, 11th Nov., 1899.
10. Пат. 30,240 Великобритания. Silencer for Guns / Norman George. – A.D. 1909 Date of Application, 28th Dec., 1909, Complete Specification Left, 23th June, 1910 – Accepted, 23th Dec., 1910.
11. Патент 1,017,003 США. Silencer for Firearms, Serial N 561.610 / Charles H. Kenneg. – Application Field May 1910, Patented Feb., 13, 1912.
12. Патент 1,140,578 США. Noiseless Gun / Joseph C. Coulombe. – Application Field February 23, 1909, Patented May., 25, 1915.
13. Патент 1,259,251 США. Firearms Attachment / Bane Love. – Application Field April 16, 1917, Patented Mar., 12, 1918.
14. Патент на изобретение 2824546 ФРГ, МПК⁷ F41C21/18. Schalldämpfer für Handfeuerwaffen / Fehse Walter. – заявл. 05.06.1978, опубл. 06.12.1979.
15. Kalashnikov Reflex Suppressor KRS [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.guns.connect.fi/rs/krsgraaf.html>.
16. Патент на изобретение 6,374,718 США, МПК⁷ F41A21/00. Silencer for Shotguns and a Method of Making the Same / Michael Rescigno, Philip Lebow. – 09/616,966; заявл. 04.07.2000, Date of Patent: Aor., 23, 2002.
17. Патент на изобретение 6,575,074 США, МПК⁷ F41A, 21/00. Omega Firearms Suppressor / Joseph Daniel Gaddini. – 10/202,110; заявл. 23.07.2002; Date of Patent – Jun., 10, 2003.
18. Заявка а 2009 13359 Украина, МПК⁷ F41A 21/30, F41A 17/00. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї / Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Пугач Е. О., Скорик А. Д., Стрельников Г. А., Авдеев А. Н. – заявл. 22.12.2009.

Институт технической механики
НАН Украины и НКА Украины,
Днепропетровск

Получено 31.01.11
в окончательном варианте 31.01.11