

О. В. ПИЛИПЕНКО, Н. А. КОНОВАЛОВ, А. Д. СКОРИК,
Г. А. ПОЛЯКОВ, В. И. КОВАЛЕНКО, Д. В. СЕМЕНЧУК

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ГЛУШИТЕЛЕЙ ЗВУКА ВЫСТРЕЛА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

В статье рассмотрено состояние разработки глушителей звука выстрела стрелкового оружия и необходимость усовершенствования их конструкций с целью повышения эффективности работы. Приведены данные об особенностях использования глушителей и систем определения координат выстрела в зоне антитеррористической операции (АТО). Дана информация об основных звукометрических комплексах и охарактеризовано состояние их создания в Украине. Приведены описания и технические характеристики глушителей звука выстрела стрелкового оружия разработки РФ. Проанализировано состояние развития конструкций глушителей в мире и приведены их характеристики для оружия с высокоэнергетическими боеприпасами.

Показано, что в Украине созданы высокоэффективные глушители звука выстрела стрелкового оружия – унифицированные, на основе эффекта Гартмана–Шпренгера, с коническими и сферическими перегородочными элементами. Сделаны выводы и приведен перечень основных направлений создания перспективных конструкций глушителей звука выстрела стрелкового оружия.

В статті розглянуто стан розробки глушників звуку пострілу стрілецької зброї та необхідність удосконалення їхніх конструкцій з метою підвищення ефективності роботи. Приведено дані про особливості використання глушників та систем визначення координат пострілу в зоні антитерористичної операції (АТО). Дано інформацію про існуючі основні звукометричні комплекси та охарактеризовано стан їх створення в Україні. Приведено опис та технічні характеристики глушників звуку пострілу стрілецької зброї розробки РФ. Проаналізовано стан розвитку конструкцій глушників у світі та наведено їх характеристики для зброї з високоенергетичними боеприпасами.

Показано, що в Україні створено високоєфективні глушники звуку пострілу стрілецької зброї – уніфіковані, на основі ефекту Гартмана–Шпренгера, з конічними та сферичними перегородковими елементами. Зроблено висновки і наведено перелік основних напрямів створення перспективних конструкцій глушників звуку пострілу стрілецької зброї.

The paper examines the current state and the need for improving sound suppressor designs for small arms to increase their efficiency. Special aspects of sound suppressors and positioning systems used within the ATO zone are reported. Information on major sound ranging systems and the status of their development in Ukraine are specified. Descriptions and specifications of sound suppressors for small arms developed in the Russian Federation are provided. The state of the world's development of sound suppressors and their characteristics for the weapon using a high-energy ammunition are specified.

It is demonstrated that high-performance sound suppressors for small arms are created in Ukraine. They are standardized using the Hartmann–Sprenger effect and have conical and spherical baffles. Conclusions are drawn and the basic lines for designing advanced sound suppressors for small arms are presented.

Ключевые слова: *глушитель звука выстрела, звукометрические системы, разработка и отработка, снижения уровня звука выстрела.*

В настоящей статье приведена часть результатов НИР и ОКР, проведенных в Институте технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины (ИТМ НАНУ и ГКАУ) по разработке и внедрению в силовых ведомствах Украины и других стран перспективных высокоэффективных приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ) стрелкового оружия (глушителей).

Это направление в институте появилось, развилось, утвердилось и дало заметные результаты благодаря научному руководству, организаторским решениям, помощи и поддержке академика НАН Украины Пилипенко В. В.

В 1994 году он поддержал инициативу проведения таких работ в институте, обратившись непосредственно к председателю КМУ Пустовойтенко В. П., который организовал по этому вопросу совещание с участием представителей силовых ведомств Украины, в результате чего Отдел спец-

© О. В. Пилипенко, Н. А. Коновалов, А. Д. Скорик,
Г. А. Поляков, В. И. Коваленко, Д. В. Семенчук, 2015

работ Президиума НАН Украины совместно с СБУ поддержали необходимость бюджетного финансирования в институте таких исследований в рамках фундаментальной темы.

В дальнейшем В. В. Пилипенко уделял много внимания этим работам, был научным руководителем НИР и ОКР, научным редактором изданных монографии и учебника для высших учебных заведений по этой тематике, выделял в Специальном конструкторском бюро с опытным производством (СКТБ с ОП) института объем работ для изготовления и испытаний ПСУЗВ, способствовал налаживанию научных и организационных связей с силовыми ведомствами Украины.

Анализ характера вооруженной борьбы конца XX – начала XXI столетий свидетельствует о резком повышении влияния вооружения и военной техники на ход и результаты военных действий [1].

Современным вооруженным конфликтам, анализу особенностей применяемого в них оружия, в том числе стрелкового, посвящено значительное количество публикаций. Материал для них дают постоянные вооруженные столкновения и антитеррористические операции в различных точках земного шара [1 – 8].

Решающее значение в достижении успеха в этих конфликтах имеет применение средств вооруженной борьбы, в том числе оружия и средств разведки, созданных на основе новейших научно-технических достижений.

В настоящее время, а тем более в будущем, практически все создаваемые и используемые средства поражения выполнены высокоточными [7]. Это подтверждается результатами анализа тенденций развития конструкций стрелкового оружия. С этой тенденцией связано повышение скрытности и защищенности оружия и военной техники (ОВТ), развиваются и используются возможности объединения систем разведки и огневого поражения. На вооружение стран мира поступают образцы оружия, главный признак которых – «выстрелил – поразил». Они имеют возможность гарантированно поражать цели одним выстрелом в любое время суток в сложных метеорологических условиях при интенсивном противодействии противника [7].

Опыт ведения контртеррористической операции в зоне АТО свидетельствует о широком использовании противником партизанской тактики ведения боя против отдельных опорных укрепленных пунктов (блокпостов) и подразделений в местах их дислокации, движущейся военной техники. Одна из основных угроз со стороны противника – массированный штурмовой и снайперский огонь [6]. В этих условиях сложно обнаружить для ответного огневого воздействия позиции нападающих, особенно снайперов, наносящих значительный урон в живой силе, высокоточное оружие которых, как правило, оснащено эффективными глушителями звука выстрела современной конструкции, резко уменьшающими звуковую и оптическую заметность и затрудняющими определение вида оружия, из которого произведен выстрел. Сложность обнаружения позиций стрелков (снайперов) приводит к тому, что нападающая сторона имеет значительное преимущество, в первую очередь в ведении упреждающего огня, поэтому особую значимость приобретают технические средства оперативной разведки, работающие в режиме реального времени [6].

С целью противодействия этим средствам используются, в частности, глушители звука выстрела. Необходимость и условия применения глушите-

лей в зоне АТО частично рассмотрены в работе [8]. Отмечено, что использование глушителей маскирует активные боевые действия. Вместе с тем, глушители полезно применять в зоне АТО именно в населенных пунктах для уменьшения психологического влияния на мирных граждан.

Преимущества ведения огня из оружия с глушителем заключается в следующем [8]:

- стрелок меньше демаскируется по направлениям ориентации на источник звука;
- не подавляется временная звуковая адаптация настороженности слуха для обеспечения ориентации во внешней обстановке;
- поддерживается постоянный чувствительный уровень пространственной картины размещения источников шума;
- нет мощного эха, благодаря чему не провоцируются ошибки направления стрельбы и уменьшается расстояние демаскирования;
- не демаскируется вспышкой место расположения стрелка;
- не провоцируется стрельба врага с других позиций;
- уменьшается возможность поражения из-за демаскировки стрелка и всей группы.

Системно рассмотрены эти вопросы в работе [9]. «Основною метою застосування малошумної зброї силами оборони (розвідувальними та диверсійно-розвідувальними групами) є ураження цілі з заданої відстані за умов, що місце розташування стрільця та сам факт застосування зброї залишаться прихованими. З цього витікають тактико-технічні характеристики цієї зброї та пріоритети при її використанні» [9].

Выполнение задач в составе подразделения требует постоянной связи объектов взаимодействия, в том числе с помощью звуковых сигналов, что приводит к необходимости постоянной остроты слуха.

Действия в закрытом пространстве повышают отрицательное влияние звука выстрела на стрелка вследствие реверберации, при которой продолжительность акустического процесса при многократном отражении акустических импульсов от различных поверхностей возрастает до десяти раз. Важна также спектральная характеристика звука выстрела из-за существенного влияния частоты звука на его восприятие человеком. Таким образом, при разработке и создании глушителей звука выстрела стрелкового оружия следует обеспечивать необходимый уровень звукового давления, не превышать максимально допустимую интенсивность звука, обеспечивать спектральную характеристику звука, его эффективную продолжительность [9]. Для повышения надежности выполнения задач путем сохранения остроты слуха стрелка, необходимо дополнительно учитывать дозу звуковой энергии, воспринимаемой органом слуха, количество звуковых импульсов в единицу времени, продолжительность пауз между отдельными звуковыми импульсами.

При создании новых конструкций глушителей звука выстрела стрелкового оружия следует учитывать, что на вооружение сил специальных операций и армейских подразделений разных стран поступили комплексы акустического определения координат выстрела и оружия, из которого он произведен. Особенности устройства и применения этих систем, их характеристики приведены, например, в [10 – 25].

Типичные акустические системы определения координат выстрела представляют собой комплект из четырех микрофонов, установленных так, чтобы их взаимное расположение создавало необходимую для выполнения измерений триангуляционную систему благодаря установке на треноге, в углах кузова боевой машины, на каске или плече солдата (в случае использования индивидуального устройства), и процессорный блок с дисплеем, который показывает направление, откуда был произведен выстрел, горизонтальные и вертикальные угловые координаты снайпера.

Эти системы обнаруживают как сверхзвуковые, так и дозвуковые боеприпасы, обеспечивают полный круговой обзор и определяют дальность до цели.

Лидирующие позиции в разработке и использовании акустических систем определения выстрела занимают США. Из получивших распространение систем, разработанных в США, можно отметить PDCue (фирма AAI Corp.), Boomerang различных модификаций – более 10 тысяч экз. (BBN), Gun PACS с системой микрофонов Boomerang (Raytheon), REDOWL (I ROBOT), ISIS (Vanderbilt University), SWATs (Qinetiq North America) – 17 тысяч систем переданы американской армии, Ears VMS (Qinetiq), Sniper Egg (Ultra Electronics), Pin Point (Cobhani Bio Mimetric System).

Во Франции ведущей фирмой по разработке таких систем является Metravib – система Pilar, Pearl и фирма Renault Tuck Defense – система SLATE, в Германии – ASLS и AKSL (фирма Reinmetall), в Израиле – SADY (Rafael), в Канаде – MDA (Ferret).

Российская Федерация имеет систему СОБА нескольких модификаций (система определения выстрела акустическая) разработки ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «РФЯЦ – ВНИИЭФ» (г. Саров).

В Украине также проводятся работы по созданию звукометрических комплексов обнаружения координат выстрела. Об этом свидетельствуют, например, патент Украины на полезную модель № 87041 с приоритетом от 13.05.2013 «Прилад виявлення та визначення положення цілей», выданный на имя Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» [26], и ряд публикаций [27 – 35].

Казенное предприятие «Специальное конструкторское бюро «Молния», входящее в Государственный концерн «Укроборонпром», разработало улучшенную версию созданного в этом КБ еще в советские времена комплекса РАЗК-7 (разведывательный автоматизированный звукометрический комплекс), который сейчас получил название «Положення-2».

Таким образом, ведущие производители мира создали и совершенствуют широкий спектр акустических сенсорных устройств, которые позволяют определить место расположения источников огня, ориентируясь на звуки выстрелов. Сегодня рынок насыщен как миниатюрными устройствами для индивидуального ношения, так и такими, которые могут устанавливаться на местности, на бронированные боевые машины, вертолеты и пр.

Приведенная информация позволяет сделать вывод, что появление акустических систем определения выстрела должно активизировать работы по созданию глушителей звука выстрела стрелкового оружия, использование

которых в максимальной степени способствовало бы уменьшению эффективности этих систем.

Разработке, характеристикам, экспериментальной отработке и натурным испытаниям глушителей звука выстрела стрелкового оружия посвящен ряд публикаций, основные из которых [36 – 43]. Согласно [44], «Глушник звуку пострілу стрілецької зброї. Глушник» относится к «Дульным приборам стрілецької зброї. – Приборам на дульній частині ствола стрілецької зброї, які використовують дію порохових газів або змінюють характер цієї дії в період післядії.» В русскоязычном варианте чаще всего используют название «Прибор бесшумной стрельбы» (ПБС), «Прибор малошумной стрельбы» (ПМС) или «Тактический глушитель-пламегаситель» (ТГП). В англоязычных странах приборы снижения уровня звука выстрела называют: *suppressor*, *sound moderator*, *silencer*. Как правило, *silencer* – это устройство, предназначенное для спецопераций, с высокой степенью заглушения, подразумевающий стрельбу одиночными выстрелами и использование дозвуковых боеприпасов; *suppressor* – «прибор малошумной стрельбы»; тактический глушитель-пламегаситель, войсковой вариант, предполагает стрельбу обычными сверхзвуковыми патронами и очередями, он обеспечивает меньшее шумоподавление, а также устраняет дульное пламя и одновременно является дульным компенсатором [45].

В Украине авторами настоящей статьи введено название для этого устройства – «Прилад зниження рівня звуку пострілу» стрілецької зброї (ПЗРЗП), на русском языке – «Прибор снижения уровня звука выстрела» (ПСУЗВ). Этот термин применяется для глушителей с эффективностью 20 – 36 децибел (снижение уровня звука 20 децибел – в 100 раз, 30 децибел – в 1000 раз).

Дульные глушители способны снижать громкость выстрела до такого уровня, что при стрельбе слышен только лязг затвора. Показатели тактических глушителей меньше. Они подавляют звук выстрела на 20 – 30 дБ для винтовок калибра 7,62 мм, на 25 – 35 дБ для оружия промежуточного и пистолетного калибров; в среднем со 160 – 165 до 130 – 140 дБ, т.е. примерно до уровня громкости выстрела спортивной малокалиберной винтовки. При использовании обычных боеприпасов 125 дБ – это, по-видимому, предел заглушения. Дозвуковые патроны позволяют достигать лучшего результата, но обладают меньшей убойной и пробивной способностью. Тактические глушители, совместимые со стандартными армейскими боеприпасами и допускающие стрельбу очередями, используются достаточно широко. Применение тактического глушителя не делает стрельбу бесшумной, но в бою затрудняет обнаружение источника звука, облегчает голосовое управление; кроме того, прибор работает как пламегаситель.

Эффективность глушителя зависит от конструктивных особенностей и калибра оружия, длины ствола, конструкции и размеров, а также применяемых боеприпасов; выстрелы из автоматов АК вследствие примитивности газоотводного механизма заглушаются хуже, чем из винтовок семейства AR-15. Так, карабин М4А1 при стрельбе обычными боеприпасами с глушителем ААС М4-2000 дает примерно такой уровень звука, как автомат Калашникова при использовании глушителя ПБС-1 и дозвуковых патронов.

Наиболее известными и используемыми глушителями российского (и советского) производства являются глушители семейства ПБС, а в их ряду –

ПБС-1, конструкция и работа которого описаны, например, в [36]. В глушителе ПБС-1 (и его ранней версии ПБС) пуля, вылетая из ствола, пробивает расположенную в основании глушителя резиновую шайбу (обтюратор). Газы, опережающие пулю, задерживаются ею и через каналы направляются в расширительную камеру, откуда выходят в атмосферу. Когда пуля пробивает шайбу, основная часть газов движется за ней и, пройдя несколько расширительных камер, выбрасывается в атмосферу, потеряв значительную часть энергии. ПБС снижает громкость выстрела автомата до уровня малокалиберной винтовки, выстрел из АКМ с ПБС-1 не слышен на расстоянии 200 м.

Глушители ПБС-4 и ПБС-5 (рис. 1) под патрон 5,45 × 39,0 мм выполнены



Рис.1 – Глушитель ПБС-5



Рис. 2 – Копия российского глушителя ПБС-5, производимая фирмой Red Jacket Firearms

без обтюлятора и являются не «приборами бесшумной стрельбы», а «приборами снижения уровня звука выстрела». Копия ПБС-5 производства фирмы США Red Jacket Firearms (рис. 2) уступает по уровню снижения звука выстрела выпускаемому этой фирмой для автомата АК глушителю VMF-17K.



Рис. 3. – ПБС-2 в разобранном виде



Рис. 4. – ПБС-2, установленный на АК-74

Прибор для беззвучной и беспламенной стрельбы из 5,45-мм автомата Калашникова укороченного (АКС-74У) ПБС-5 принят на вооружение в 1980 г.

ПБС-5 предназначен для снижения звука и пламенности выстрела при стрельбе из 5,45 мм автоматов Калашникова АК 74, АКС 74, АК 74М, АК 105; 5,56 мм автоматов Калашникова АК 101, АК 102 и 7,62 мм автоматов Калашникова АК 103 и АК 104. При установке глушителя на автоматы АК 103 и АК 104 и использовании в глушителе обтюлятора 647, возможно ведение беззвучной и беспламенной стрельбы 7,62 мм патронами «УС». Для других автоматов использование обтюлятора не предусмотрено.

В армии и спецслужбах РФ используются также глушители звука выстрела ПБС-2 (рис. 3, 4).

Сравнительно новой российской разработкой являются глушители ТГП-А и ТГП-В (рис. 5, 6). Глушитель-пламегаситель тактический для автоматов серии АК (ТГП-А) [35] может устанавливаться на автоматы серии АК и пулеметы серии РПК на место штатного компенсатора.

Предназначен для:



Рис. 5 – Глушитель ТПИ-А



Рис. 6 – Глушитель пламегаситель тактический для СВД ТПИ-В

(снижение избыточного звукового давления от дульной волны при выстреле), изменения звукового поля выстрела, а также практически полного исключения вспышки.

– снижения звукового воздействия на стрелка (исключение оглушения при стрельбе в закрытых помещениях).

Масса 1,3 кг.

Длина от дульного среза ствола не более 230 мм.

Наружный диаметр не более 60 мм.

В зоне АТО террористы стали использовать 12,7 мм снайперские винтовки СВ-1367 «Выхлоп». Основным назначением винтовки является малозумное и беспламенное поражение легкобронированной и небронированной техники, а также живой силы в индивидуальных средствах защиты (в том числе – в тяжелых бронезиловых на дальности до 600 м). За счет того, что в винтовке используется пуля с дозвуковой начальной скоростью ($V_{\text{дульное}} - 294,5 \text{ м/с}$) в сочетании с эффективным глушителем, звука выстрела практически не слышно. Анализ имеющейся информации говорит о том, что глушитель – интегрированный, его длина ~ 0,32 м, диаметр ~ 60 мм, удлинение винтовки при его установке ~ 0,2 м, масса глушителя ~ 1,7 кг.

Анализ конструкций и характеристик глушителей звука выстрела стрелкового оружия разработки РФ показывает, что в их развитии сохраняются принципы, заложенные в конструкции ПБС-1, используются простые и надежные технические решения (этажерчатые, конические, плоские наклон-

– обеспечения маскировки позиции стрелка в дневное и ночное время, существенного уменьшения интенсивности вспышки выстрела.

– снижения звукового воздействия на стрелка (исключение оглушения при стрельбе в закрытых помещениях).

Масса 0,7 кг.

Длина от дульного среза ствола не более 235 мм.

Наружный диаметр не более 50 мм.

Глушитель-пламегаситель тактический для СВД (ТПП-В). Долгое время с момента поступления на вооружение СВД не имела штатного глушителя. ТПП-В можно рассматривать как очередную попытку создания такого глушителя, не совсем удачную [46].

Он имеет сравнительно большую массу и диаметр, изготовлен из углеродистой стали.

Может устанавливаться на снайперскую винтовку СВД поверх штатного щелевого цилиндрического пламегасителя.

Предназначен для:

– обеспечения маскировки позиции стрелка в дневное и ночное время за счет снижения интенсивности звука выстрела

ные эллиптические рассекатели-завихрители пороховых газов, традиционные материалы, дозвуковые боеприпасы и т. п.).

За рубежом существует значительное количество фирм-разработчиков и изготовителей глушителей звука выстрела стрелкового оружия. Основные из них приведены в [47]. Это: Advanced Armament Corporation, AWS Systems Technology, Bowers, De Croat Tactical Armaments, Gemtech, Knight's Armament Company, Opsine, Sure Fire, SWR, Tactical Innovation, HTG, Yankee Hill Manufacturing (YHM) – США, Ase Utra, BR Reflex Suppressors (Финляндия), Brügger & Thomet AG (Швейцария), Hausken Lyddemper (Норвегия), SAI-Small Arms (Дания), Hussh Sound Moderators (Новая Зеландия).

Некоторые глушители их разработки стали широко распространенными, используются для различных видов стрелкового оружия – от пистолетов до ручных пулеметов и крупнокалиберных снайперских винтовок. Классический пример таких изделий – глушители звука выстрела с наствольной расширительной камерой серии «Reflex Suppressor» (Финляндия). Они используются для штурмовых винтовок AR15, M4, M16, C7, .308M62 [49], пулеметов MG34, LS26 (кал. 7,62×53R) [50]. Инновационный подход автора этих конструкций – Juha Hartikka – заключается в использовании отражения газов выстрела в расширительную камеру, размещенную вокруг ствола, и перегородочные элементы на выходе из глушителя [39, 40].

С 1991 по 1995 год Hartikka разработал более 300 различных глушителей по конструктивной схеме Reflex.

В разработке и изготовлении глушителей такого типа взаимодействуют компании Финляндии BR-Toute Ky, Ase Utra и Juha. Производитель – Ase Utra. В производстве находится более 60 типов глушителей Reflex Suppressors. Годовой объем производства – десятки тысяч единиц [51].

Для сопоставления характеристик глушителей, выпускаемых зарубежными фирмами, авторами проанализирован ряд источников информации и результаты для глушителей звука выстрела высокоэнергетичными боеприпасами сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Фирма-производитель	Название глушителя	Калибр оружия	Длина дюйм	Диаметр дюйм	Масса (унций)	Редукция дБ	Материал	Цена \$	Источник информации
AWS Systems Technology	THURBO-DYNEX	.50BMG	16,5	2,0		30,0	304 нерж. сталь		51
Advanced Armament Corporation	CYCLOPS	.50BMG	15,75	2,5		32,0	304 нерж. сталь	2500,0	52
HTG	Hercules	.50BMG	13,0	2,0	90,0	30,0	Inconel-6SS	1750,0	53
AWS Systems Technology	THUNDER TRAP	.338L	10,15	1,625	29,0	30,0	304 н/ст, Ti-сплав	1595,0	51
GEMTECH		.338LM	12,0	2,0	27,0	39,0	Ti-сплав 304 н/ст, Inconel718		54
Advanced Armament Corporation	TITAN	.338LM	10,0	2,0		38,0	Inconel718 , 316LSS		55
Advanced Armament Corporation	TITAN-SS	.338LM	10,0	1,85		38,0	Ti-сплавы Grades 5,9		55
HTG	Posidon	.338	10,1	1,5	35,0	25,0	Inconel 304 н/ст	855,0	53
YHM	Phantom	.338LM	10,15	1,625	33,0	28,0	304 н/ст		56

Несмотря на разнообразие и, подчас, экзотичность запатентованных конструкций глушителей звука выстрела стрелкового оружия, фирмы-разработчики применяют глушители простой и надежной конструкции, в конструкции глушителей используются нержавеющие стали 303 и 304, титановые сплавы Grades 5,9, сплав Inconel-718. Практически не используются нелегированные углеродистые стали и сплавы алюминия. Значение снижения уровня звука выстрела более 36,0 дБ вызывает сомнение в его достоверности. Радикальных изменений в устройстве глушителей не наблюдается, а некоторые из них имеют ретро-конструкции. Используется профилирование внутренней поверхности корпуса глушителя как простое, недорогое и действенное средство повышения эффективности его работы.

В Украине разрабатываются, изготавливаются и используются, в основном, глушители собственной разработки, импорт глушителей зарубежного производства незначителен.

ИТМ НАНУ и ГКАУ совместно с научно-производственной фирмой «ИМКАС» с 1994 года ведет теоретические, экспериментальные и практические работы по созданию перспективных, конкурентных приборов снижения уровня звука выстрела.

Для обеспечения высокого уровня изделий созданы методики и проведены теоретические расчеты параметров газодинамических процессов в полостях глушителей, экспериментальные исследования на специально созданных стендах, натурные испытания, разработаны технические условия – ТУ У 88.057.004-98, технология изготовления глушителей из современных материалов (в т. ч. титановых сплавов). Отработаны базовые конструкции глушителей для стрелкового оружия каждого вида, по эффективности снижения уровня звука выстрела и эксплуатационным характеристикам не уступающие лучшим образцам глушителей ведущих зарубежных фирм. Эффективность глушителей обеспечивается техническими решениями, основанными на всестороннем анализе и учете особенностей термогазодинамических процессов, протекающих в полости корпуса глушителя. Все технические решения, положенные в основу конструкции созданных глушителей, защищены патентами на изобретения Украины.

Глушители разработки авторов статьи не ухудшают боевые качества оружия, для которого они предназначены. Ресурс разработанных глушителей – до 10 тысяч выстрелов, а эффективность для оружия среднего калибра – 32 – 36 дБ.

Налажено производство глушителей. При их изготовлении используются технологии ракетно-космической техники. По заказу "Укрспецэкспорта" мелкими сериями (100 – 300 шт.) изготовлены глушители различного назначения, в том числе для Национальной гвардии Украины, СБ Украины и др. Глушители разработки авторов статьи показали высокую эффективность и надежность при их использовании в зоне АТО.



Рис. 7 – Глушитель разработки ИТМ НАНУ и ГКАУ в составе оружия бойца ПСН [45].

На рис. 7 [45] приведена фотография бойца подразделения спе-

циального назначения (ПСН), вооруженного автоматом АКС-74У с установленным на него глушителем звука выстрела разработки и изготовления ИТМ НАНУ и ГКАУ и НПФ «ИМКАС» (ПСУЗВ-132 Г-5,45) [57, 58].

Из работ по совершенствованию конструкции глушителей значительную актуальность в практическом плане имеют:

– разработка (модернизация) унифицированных конструкций для различных типов ручного огнестрельного оружия, сгруппированных по назначению, калибру и энергетике применяемых боеприпасов;

– проведение комплекса натурных испытаний (стрельб) с измерением характеристик (температуры, давления), а также визуализацией процессов, проходящих в корпусах глушителей и на их выходе.

По существу, стоит задача оптимизации унифицированных конструкций глушителей звука выстрела для групп оружия наиболее распространенных калибров (5,45; 5,56 и 7,62 мм).

При проведении работ по оптимизации конструкции глушителей основным параметром является эффективность снижения уровня звука выстрела.

Этот показатель:

- наиболее важен при выборе основных задач применения глушителей;
- универсален для различных типов глушителей и боеприпасов;
- количественный и выражается одним числом;
- статистически значим;
- имеет физический смысл, вычисляется и измеряется.

Способы воздействия на оптимизируемый объект (факторы оптимизации) – измененная конфигурация конструктивных элементов в полости корпуса глушителя, их взаимное расположение и размеры, количество, объем и форма расширительных камер и т. п.

В основу разрабатываемых конструкций были положены технические решения авторов, защищенные патентом Украины [60], описанные в [61] и заявке на изобретение «Глушник звуку пострілу стрілецької зброї» [62].

При этом предполагалось использование цельносварных глушителей из титановых сплавов, особенности конструкции и технологии изготовления которых изложены в [43].

Конструктивные схемы отрабатываемых глушителей и их внешний вид представлены на рис. 8.

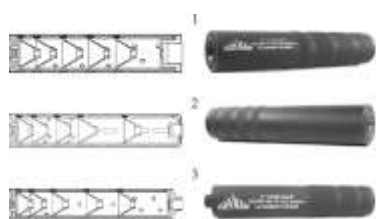


Рис. 8 – Конструктивная схема и внешний вид приборов снижения уровня звука выстрела:
1 – ПСУЗВ-11Г.12-5,45; 2 – ПСУЗВ-12ТР.12-7,62;
3 – ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62

Приборы ПСУЗВ-12ТР.12-7,62; ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 испытывались на полигоне подразделения «Альфа» СБУ, на открытом воздухе при температуре окружающей среды +7°C.

Прибор снижения уровня звука выстрела ПСУЗВ-12ТР.12-7,62 мм предназначен в основном для автомата АКМ, калибр 7,62 мм. Крепление на стволе оружия – резьба М14×1 мм левая. Штуцер с плоской пружиной. Прибор изготовлен из титанового сплава. Габаритные размеры: Ø43 мм, L=224 мм.

Прибор снижения уровня звука выстрела ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм предназначен для карабина Blaser R93, калибр 7,62 мм (.30-06). Крепление на ство-

ле оружия – резьба М14×1 мм левая. Конструкция сварная. Габаритные размеры: Ø43 мм, L=231 мм. Изготовлен из титанового сплава. Первый конус и второй с одной прорезью, три без прорезей.



Рис. 9 – Испытание ПСУЗВ в подразделении «Альфа» СБ Украины

Внешний вид испытываемых глушителей в составе с используемым оружием на полигоне подразделения «Альфа» СБУ представлен на рис. 9.

Испытания проводились на автомате АКМ штатными боеприпасами. Среди глушителей для оружия калибра 7,62 мм лучшие показатели эффективности снижения уровня звука выстрела (~36 дБ) показал глушитель ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 (рис. 8, поз. 3).

Испытания глушителя ПСУЗВ-11Т.12-5,45 проводились на полигоне отряда специального назначения по борьбе с терроризмом «Омега» на открытом воздухе при температуре окружающей среды -2°C. Использовался автомат АК-74 (калибр 5,45 мм).

Основные особенности конструкции глушителя.

Рассекатель наборный. Все детали изготовлены из титанового сплава. Конструкция сварная. Штуцер утопленный, без пружины. Крепление к стволу оружия – резьба М24×1,5 мм. Габаритные размеры: Ø43 мм, L=195 мм. Первые два конуса рассекателя имеют одну прорезь и проходное отверстие Ø7,0 мм. Три следующих конуса – без прорезей. Длина втулок от среза ствола: 66 мм, 28 мм, 28 мм, 28 мм, 17 мм. Втулки имеют дренажные отверстия Ø5,0 мм. Проходное отверстие крышки Ø7,0 мм. У конусов выполнены углубленные проточки для перетока газа, которые замыкаются в кольцевую проточку крышки, из которой выброс газов в корпус осуществляется через двенадцать отверстий Ø3,0 мм.

По результатам испытаний отмечено, что эффективность снижения уровня звука выстрела составляет 28 – 32 дБ, пламя на выходе глушителя полностью отсутствует, количество пороховых газов в ствольной коробке автомата увеличивается, часть из них истекает в направлении стреляющего.

Сделан вывод о том, что испытанный глушитель целесообразно использовать в подразделениях специального назначения с целью повышения эффективности проведения ряда специальных операций.

Проведены испытания ПСУЗВ-11Т.12-5,45.

Для испытания использовался 5,45-мм автомат Калашникова складной укороченный – АКСУ-74. Применялись два типа боеприпасов:

– «ПС» – 5,45 мм промежуточные патроны, снабженные пулей «ПС» (5,45×39 мм), обр. 1974 г. со стальным сердечником, индекс 7Н6, 7Н6М;

– «УС» – 5,45 мм промежуточные патроны «УС» (5,45×39 мм), с уменьшенной скоростью пули, индекс 7У1.

Испытания проводились с целью выявления влияния ПСУЗВ на работу автоматики АКСУ-74, на точность и кучность стрельбы, а также для оценки эффективности.

Стабильность результатов проверялась по сериям из трех выстрелов, а также в режиме автоматического ведения огня.

Испытания подтвердили, что отрицательного воздействия на работу автомата в режиме одиночных выстрелов и при автоматическом ведении огня

ПСУЗВ не оказывают. Точность и кучность выстрелов соответствуют тем же показателям, что и при ведении огня без ПСУЗВ.

Эффективность снижения уровня звука выстрела ПСУЗВ-11Т.12-5,45 при ведении огня из автомата АКСУ-74 калибра 5,45 мм патронами ПС составляет 32,6 дБ, а в случае использования патронов УС – 32,1 дБ.

Стабильность результатов и высокая кучность подтверждены измерениями в сериях по три выстрела для каждого типа патронов.

В центре специальных операций «А» СБ Украины проведены также испытания ПСУЗВ-11Т.12-5,45 на живучесть (ресурс) в экстремальных условиях применения.

При испытаниях отмечались хорошая кучность и точность стрельбы, малая отдача, легкость в обращении с оружием во время стрельбы.

Эффективность снижения уровня звука выстрела составляла не менее 35 дБ.

Стрельбу проводили в два этапа.

На первом этапе – 250 одиночных выстрелов интенсивного огня в течение 25 мин.

На втором этапе – 400 выстрелов интенсивного огня в течение 15 мин. После 360 выстрела (в начале пятой серии) было констатировано прекращение возможности использования глушителя без видимых внешних признаков нарушения его целостности.

Для выяснения причины прекращения функционирования глушителя была проведена его рентгеновская съемка в двух взаимноперпендикулярных плоскостях (рис. 10).

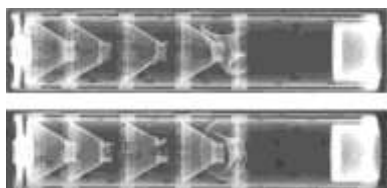


Рис. 10 – Рентгеновский снимок ПСУЗВ-11Т.12-5,45 после испытаний на живучесть

Анализ снимков показал, что при испытаниях в условиях интенсивного огня первый конус рассекателя был срезан по контуру большего основания и повернут относительно продольной оси на $\sim 45^\circ$.

Кроме того, произошло «раздутие» третьего конуса и отрыв его основания от корпуса глушителя в районе выпучивания.

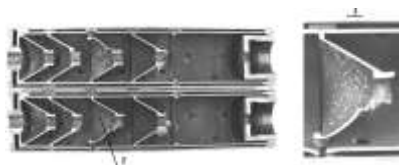


Рис. 11 – Глушитель ПСУЗВ-11Т.12-5,45 после вскрытия корпуса



Рис. 12 – Первый конус-рассекатель глушителя ПСУЗВ-11Т.12-5,45 после испытаний и его исходный вид

В дальнейшем этот глушитель был разрезан вдоль образующей (фотография без сместившегося и разрушенного первого конуса приведена на рис. 11, а первого конуса в сравнении с первоначальным его видом – на рис. 12).

Из проведенной диагностики была видна необходимость конструктивных изменений первого конуса глушителя с целью усиления его прочности при высоких температурах, вызванных экстремальными условиями стрельбы.

В дальнейшем для изготовления первого конуса был использован титановый сплав с большими показателями прочности при высоких температурах. Проведенные повторные испытания этого глушителя на живучесть с

первым конусом новой конструкции показали отсутствие каких-либо отклонений от показателей его нормальной работы.



1, 6 – внешний вид глушителя; 2 – корпус;
3 – штуцер; 4, 5 – разрезанные части глушителя;
7 – рентгеновский снимок

Рис. 13 – Глушитель ASE Ultra SL7-7,62

Для оценки эффективности снижения уровня звука выстрела глушителями разработки авторов и их сравнения по этой характеристике с применяемыми зарубежными образцами были проведены сравнительные натурные испытания глушителей ПСУЗВ-12ТР.12-7,62, ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 и глушителя ASE Ultra SL7-7,62. Представление о внешнем виде и внутреннем устройстве этого глушителя дает

рис. 13.

Проведенные испытания показали отсутствие преимуществ у глушителя ASE Ultra SL7-7,62 перед ПСУЗВ, разработанными авторами. Более того, было отмечено наличие у этого глушителя, особенно на первых выстрелах, факела пламени на длине 1 м от его среза. Глушитель ASE Ultra SL7-7,62 имеет также большую примерно на 15% массу по сравнению с глушителями из нержавеющей стали и почти в два раза – с глушителями из сплавов титана разработки авторов.

Таким образом, натурные испытания оптимизированных конструкций ПСУЗВ позволили выбрать две унифицированные модели:

- для оружия калибра 5,45 мм – ПСУЗВ-11Т.12-5,45;
- для оружия калибра 7,62 мм – ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62.

Их конструктивные схемы и внешний вид приведены на рис. 8, поз.1 и поз.3, а характеристики – в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики унифицированных моделей ПСУЗВ с оптимизированной выходной частью

Наименование параметра	Наименование образцов ПСУЗВ	
	ПСУЗВ–19ТБ.12-7,62	ПСУЗВ–11Т.12-5,45
Эффективность снижения уровня звукового давления, не менее, дБА	от 32 до 36	от 28 до 32
Удерживающий от развинчивания момент, не менее, Н м	11	11
Длина, мм	238	195
Диаметр, мм	43,0	43,0
Масса, г	435 (750)	400 (690)
Присоединительная резьба	M14×1; M15×1; M16×1; M18×1; 9/16"–24; M14×1 (левая)	M24×1,5; M18×1; 1/2"–284; 1/2"–20 M14×1 (левая) и др.
Материал	титановый сплав (н/с)	титановый сплав (н/с)

Эффективность использования унифицированных моделей ПСУЗВ подтверждена их применением в составе оружия:

– калибра 7,62 мм – автомат Калашникова АКМ, автомат Калашникова со- той серии, карабины Blaser, Browning Bar, SAKO, Manlicher, Вулкан-С и др.;

– калибра 5,45 мм – автомат Калашникова АК-74М, АКСУ-74, винтовка М-16, карабины Blaser, М4А1, SAKO, Вулкан ТК и др.

Таким образом, задача разработки унифицированных глушителей была успешно решена: авторы разработали и оптимизировали унифицированные эффективные конструкции глушителей звука выстрела стрелкового оружия для групп огнестрельного оружия, объединенных по назначению, калибру и типу применяемого боеприпаса, которые по своим характеристикам не уступают лучшим зарубежным образцам.

На рис. 14 [61] приведен продольный разрез разработанного глушителя с элементами компенсации боковой и продольной сил отдачи оружия и с организацией продольного течения газа во внешних камерах перегородочных элементов, защищенного патентом Украины на изобретение.

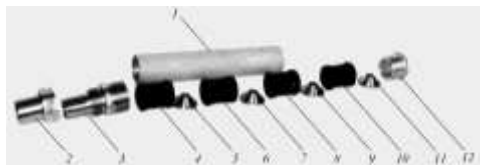
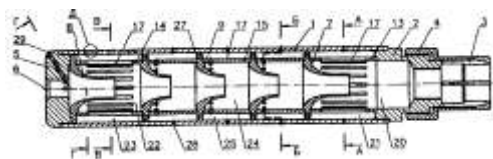


Рис. 14 – Конструктивная схема и рассекатель глушителя с коническими перегородочными элементами [61]

На рис. 14 [61] обозначены: 1 – корпус; 2 – цапга; 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 снижения уровня звука выстрела как для оружия калибра 5,56 мм, так и 7,62 мм.

По результатам анализа конструктивных особенностей известных компактных глушителей для автоматов ПСН было выбрано направление создания глушителей (длина не более 160 мм, диаметр ~43,0 мм) на основе комбинации устройств, использующих в качестве преобразователей энергии пороховых газов конические осесимметрические и коаксиальные корпусу глушителя цилиндрические оболочки с обеспечением перетока пороховых газов между расширительными камерами вдоль внутренней поверхности корпуса глушителя [57].

При выборе рациональной конструкции компактных глушителей уточнялись количество расширительных камер, конструкция преобразователя энергии пороховых газов, вид перегородок, наличие и величина перетока газов между камерами у внутренней поверхности корпуса глушителя.

Оружие, с которым используются разрабатываемые глушители – автомат АКС-74У, как наиболее распространенный в ПСН Украины.

Для него был создан глушитель ПСУЗВ-132Г-5,45, который имеет характеристики, сравнимые с показателями лучших зарубежных аналогов.

организацией продольного течения газа во внешних камерах перегородочных элементов, защищенного патентом Украины на изобретение.

Составные элементы предложенного глушителя до его сборки и соединения в единую неразъемную конструкцию представлены на рис. 14.

На рис. 14 [61] обозна-

Глушитель имеет ресурс не менее 5000 выстрелов, улучшает условия ведения огня и его результаты, обладает минимальными габаритами и может использоваться с укороченными автоматами любого типа.

Авторами разработана не имеющая аналогов, защищенная патентом Украины [63] конструкция глушителя звука выстрела стрелкового оружия на основе ударно-резонансной трубы [64].

В основу разработки конструкции этого глушителя положены выводы об оптимальных геометрических соотношениях элементов трубы Гартмана–Шпренгера как преобразователя энергии сверхзвукового потока газа в тепловую и конструктивные особенности глушителей звука выстрела стрелкового оружия расширительного типа с коническими перегородочными элементами.

Конструкция глушителя с коническими перегородочными элементами была дополнена изменением конструкции проставочных тонкостенных оболочек – выполнением их не цилиндрическими, а коническими с геометрическими характеристиками, обеспечивающими образование в полости глушителя профиля конической резонансной трубы с оптимальными соотношениями геометрических параметров, выбранными по результатам теоретических и экспериментальных исследований.

Схема разработанного ПСУЗВ и его конструкция приведены на рис. 15 [63] и рис. 16 [64].

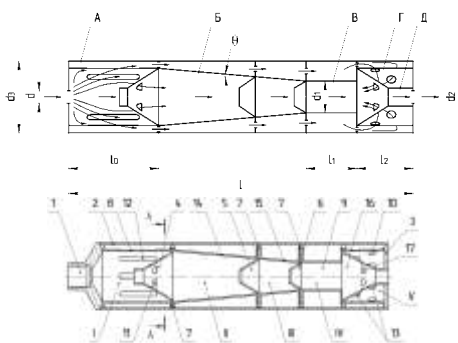


Рис. 15 – Конструктивная схема ударно-резонансного глушителя [63]



Рис. 16 – Конструктивные элементы ударно-резонансного глушителя [64]

Внешний вид конструктивных элементов глушителя до сварки, перед сваркой корпуса глушителя с внутренней конструкцией приведен на рис. 16, готового изделия – на рис. 17.



Рис. 17 – Ударно-резонансный глушитель [64]

Для определения эффективности снижения уровня звука выстрела, кучности, точности стрельбы и живучести были проведены натурные испытания этого глушителя в составе автомата АКМ калибра 7,62 мм.

Измеренная в процессе испытаний эффективность снижения уровня звука выстрела глушителя составила 32 – 34 дБ.

При разработке и изготовлении ПСУЗВ новых конструкций одновременно отработывалась технология их изготовления с учетом используемого материала – алюминиевых сплавов, нержавеющей стали или титана и его сплавов.

Ведущие фирмы по разработке и изготовлению глушителей звука выстрела переходят на конструкции из титановых сплавов.

Исходя из технологичности, удельной прочности и коррозионной стойкости, а также доступности необходимой номенклатуры полуфабрикатов и заготовок, с учетом применяемости титановых сплавов определенных марок в конструкциях зарубежных глушителей (Grade 5, Grade 9 по классификации США), авторами статьи для использования в конструкции глушителей были выбраны титановые сплавы марок BT1-0; BT5; BT5-1; BT6.

Для производственной обработки титана использовались жесткие и мощные станки, соответствующие режущие инструменты, программируемая траектория перемещения инструмента, жесткие зажимные устройства для закрепления обрабатываемых деталей и эффективная система охлаждения.

Проведенные испытания показали, что разработанная конструкция и технология изготовления ПСУЗВ из титановых сплавов не ухудшают их характеристики по сравнению с ранее изготовленными глушителями из нержавеющей стали.

При этом масса глушителя уменьшилась почти в два раза [43].

Разработаны глушители для АКСУ и проведено их тестирование совместно с глушителями иностранного производства [42] с использованием патрона 5.45×39 мм ЛПЗ. Глушители на рис. 18 [42] расположены сверху вниз в следующем порядке: САКО ТРГ 7.62, ПСУЗВ-83, ASE UTRA, ПСУЗВ 18, ПСУЗВ-94.



Рис. 18 – Глушители, прошедшие сравнительные натурные испытания [42]

При испытаниях подтверждено явление повышения уровня звука выстрела с увеличением интервала времени между выстрелами, что связано, по видимому, с дополнительным выделением энергии при сгорании кислорода в «проветренном» глушителе.

Выброса газов из глушителей в направлении, противоположном направлению стрельбы, в проведенных испытаниях не наблюдалось.

Из полученных результатов испытаний следует, что для снижения уровня звука выстрела оружия калибра 5,6 мм эффективны глушители достаточно простой конструкции; для оружия калибра 5,45 мм со штатным боеприпасом при сохранении требований по массово-габаритным характеристикам с целью обеспечения высокой эффективности снижения уровня звука выстрела требуется усложнение конструкции рассекателя глушителя.

В дальнейшем этот глушитель был испытан при стрельбе штатным боеприпасом из пулемета Калашникова танкового (ПКТ).

В режиме непрерывного огня (за ~ 3 минуты) было отстреляно более 500 патронов с паузами на перенос огня по мишеням.



Рис. 19 – Нагрев глушителя ПКМ [65]

В ходе стрельбы ПСУЗВ нагрелся до «прозрачного» состояния. Эффективность снижения уровня звука выстрела была штатной. Значительными демаскирующими признаками являлись искрение из пулевого выхода и дренажных отверстий, а также корпус разогретого докрасна прибора (рис. 19).

Видимых повреждений конструкции и снижения эффективности работы ПСУЗВ не наблюдалось [65].

Оригинальным и высокоэффективным конструктивным решением, предложенным и использованным авторами в глушителе звука выстрела стрелкового оружия, является применение сферических перегородочных элементов.

Авторы с целью определения реальных возможностей и характеристик глушителя звука выстрела со сферическими перегородочными элементами разработали, изготовили и провели серию натурных испытаний глушителей, типо-

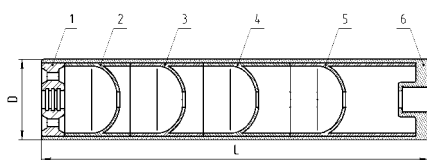


Рис. 20 – Конструктивная схема тестового глушителя

вая конструкция одного из которых приведена на рис. 20. Основная исследуемая особенность конструкции – наличие сферических перегородочных элементов в количестве четырех, образующих пять расширительных камер.

Первые две по ходу пули расширительные камеры равны по объему, объем остальных последовательно уменьшается к выходу из глушителя.

Из результатов проведенных натурных испытаний с использованием боеприпасов различной энергетике следует:

- эффективность снижения уровня звука выстрела, обеспечиваемая глушителем, соответствует этому показателю для лучших ранее разработанных приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ) при сопоставимых габаритно-массовых характеристиках;

- уменьшилась стоимость глушителя за счет использования прогрессивных технологических процессов при изготовлении конструктивных элементов и глушителя в целом;

- влияние на автоматику оружия, точность и кучность стрельбы, эксплуатационные характеристики не изменилось.

С целью повышения эффективности разработанной конструкции и надежности её работы, авторы продолжили исследования по созданию более рационального устройства глушителя звука выстрела со сферическими перегородочными элементами.

Для эффективного торможения сверхзвукового потока необходимо использовать конический перегородочный элемент, причем оптимальный угол при его вершине, обращенный против направления стрельбы, должен составлять $60 - 90^\circ$, а для обеспечения перетекания газов с дросселированием через боковую поверхность конуса в ней необходимо выполнить отверстия, продольные оси которых перпендикулярны боковой поверхности конуса [66].

Далее по направлению стрельбы за коническим перегородочным элементом предложено с интервалом $0,4 - 0,5$ величины калибра оружия, с которым используется глушитель, установить три тонкостенных перегородочных элемента, выполненных из секторов сферических оболочек, каждый из которых переходит в цилиндрическую оболочку с внешним диаметром, равным внутреннему диаметру полости корпуса, причем оптимальные радиусы сфериче-

ских оболочек составляют 1,2 радиуса внутренней полости корпуса, а длину цилиндрической части тонкостенной оболочки выполнить равной 0,1 радиуса.

Для эффективного использования сферичности перегородочных элементов в каждом из них выполняется не менее 12 радиальных отверстий, равномерно расположенных на поверхности. Такой выбор основных конструктивных размеров тонкостенных оболочек и их размещение дает возможность уравнивать внутренние объемы тонкостенных оболочек и объемы расширительных камер, образованных внутренней поверхностью полости корпуса и внешними поверхностями оболочек. Как показал натурный эксперимент, это наиболее эффективное соотношение объемов для обеспечения оптимальных характеристик глушителя.

Предложено также увеличить эффективность использования потока пороховых газов, движущихся вдоль внутренней цилиндрической поверхности полости его корпуса, выполнением в конструктивных элементах конической и сферических перегородок, касающихся внутренней поверхности корпуса, шести пазов, равномерно размещенных по внешним окружностям поперечных сечений конструктивных элементов перегородок, причем в направлении полета пули каждая группа пазов смещена относительно предыдущей на 30° .

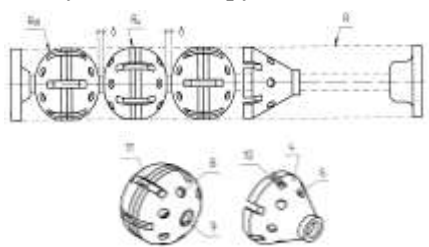


Рис. 21 – Схема глушителя со сферическими перегородочными элементами [66]

На рис. 21 приведен продольный разрез предложенного авторами с учетом изложенных соотношений глушителя с первым коническим и тремя последовательно установленными сферическими перегородочными элементами.

На рис. 21 также приведены аксонометрические проекции рассекателей – перегородочных элементов, конического и сферического.

Глушитель состоит из узла крепления к стволу оружия с входным фланцем, цилиндрического пустотелого корпуса, выходного фланца, расширительной камеры и осесимметричного перегородочного элемента в виде усеченного конуса, перфорированного отверстиями, продольные оси которых перпендикулярны боковой поверхности конуса, за ним с интервалом 0,4 – 0,5 величины калибра оружия, с которым используется глушитель, установлены три тонкостенных сферически-цилиндрических элемента одинаковой конструкции, причем внешние радиусы оболочек равны 1,2 радиуса внутренней поверхности корпуса, внешний радиус цилиндрических частей оболочек равен радиусу полости корпуса, каждая оболочка перфорирована равномерно размещенными по ее поверхности двенадцатью радиальными отверстиями, по их оси, совпадающей с продольной осью глушителя, выполнены отверстия для пролета пули [66].

В полости глушителя образуются условно четыре газовых потока: поток вдоль внутренней поверхности корпуса глушителя, центральный поток через отверстия для пролета пули вслед за пулей, область турбулизации потока в сферических перегородочных элементах и встречный поток перед входом газа в выходной фланец [66].

Первый поток движется через пазы к заднему фланцу и после прохождения каждой группы пазов наталкивается на сферическую поверхность, что обеспечи-

вает уменьшение его энергии, а перед выходным фланцем он движется к оси глушителя по встречной для центрального потока траектории, что обеспечивает их столкновение, турбулизацию и гашение энергии.

Основная масса газа протекает через конический перегородочный элемент, и после этого его скорость становится дозвуковой (трансзвуковой).

Каждый сферический перегородочный элемент образует узел – турбулизатор, который формирует радиальные струи газа и обеспечивает их столкновение. Такая газодинамическая картина наблюдается как в фазе заполнения, так и в фазе истечения газа из глушителя, что значительно повышает эффективность снижения уровня звука выстрела.

Изготовленные глушители (рис. 22) и их натурные испытания для различных образцов ручного огнестрельного оружия калибра 5,45; 5,56 и 7,62 мм показали эффективность около 36 дБ при конкурентных габаритно-массовых характеристиках. Кроме того, они обеспечивают полное гашение пламени выстрела, в ночных условиях имеют меньшую тепловую заметность из-за более низкой температуры корпуса, ствола оружия и выходящих из глушителя газов.



Рис. 22 – Глушитель со сферическими перегородочными элементами [66].

Однако для определения характеристик оружия и выстрела, при которых предпочтительно использование глушителей со сферическими перегородочными элементами, требуются дальнейшие теоретические и экспериментальные работы и совершенствование конструкции таких глушителей.

На разработанную конструкцию подана заявка на изобретение [66].

Выводы

1. Тенденции развития стрелкового оружия и особенностей его применения, а также появление звукометрических средств определения координат выстрела и типа оружия, из которого он произведен, дали новый толчок развитию и совершенствованию глушителей звука выстрела.

2. При проведении антитеррористических операций требуется использование как высокоэффективных средств уменьшения звуковой заметности стрелкового оружия, так и акустических систем определения выстрела.

3. В Украине созданы глушители звука выстрела стрелкового оружия, не уступающие по своим характеристикам лучшим зарубежным образцам, выполненные с учетом особенностей термогазодинамических процессов, протекающих в их корпусе, защищенные патентами Украины.

Из возможных направлений дальнейших работ можно отметить:

- уточнение газодинамической картины и параметров процессов в глушителях звука выстрела стрелкового оружия;
- разработка (модификация) созданных базовых конструкций ПСУЗВ для различных типов ручного огнестрельного оружия;
- усовершенствование математических моделей, методик и проведение экспериментальных исследований на установках для исследования течения пороховых газов в полостях корпуса глушителей;
- проведение комплекса натурных испытаний (стрельб) с измерением характеристик (температуры, давления), а также визуализацией процессов в корпусах глушителей и на их срезе;

- отработка технологии изготовления глушителей для различных видов ручного огнестрельного оружия, калибров и энергетики боеприпасов с учетом применения титановых сплавов;
- комплексная оценка характеристик глушителей с учетом боевых условий их применения, в том числе обеспечения малой звуковой и тепловой заметности оружия (особенно снайперского).

1. *Василенко О. В.* Основні світові тенденції розвитку озброєння та військової техніки для ведення війни у майбутньому / *О. В. Василенко* // Наука і оборона. – 2009. – № 4. – С. 18 – 20.
2. *Фридман Дж.* Следующие 10 лет / *Джордж Фридман.* – М. : Эксмо, 2011. – 320 с.
3. *Мосов С. П.* Война или мир – выбор за человечеством. Монография / *С. П. Мосов.* – К. : Изд. дом. «Румб», 2007. – 300 с.
4. *Льяшов О. А.* Тенденції розвитку збройної боротьби у війнах четвертого-шостого поколінь / *О. А. Льяшов* // Наука і оборона. – 2009. – № 3. – С. 43 – 48.
5. *Граб Д. А.* Методологічний підхід до формування технічного обрису перспективних засобів озброєння та військової техніки / *Д. А. Граб, Б. Г. Демідов, М. В. Науменко* // Наука і оборона. – 2009. – № 4. – С. 30 – 34.
6. Акустические системы обнаружения огня. «СОВА» слышит пулю. Акустические системы обнаружения огня из стрелкового оружия разработки ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.alternathistory.org.ua/akusticheckie-sistemy-obnaruzhenia-ognya-sova-sleshit-pulu>.
7. *Шулечко В. В.* Основні напрямки розвитку та застосування безпілотних літальних апаратів / *В. В. Шулечко, О. М. Доска, О. В. Розуля* // Збірник наукових праць / Харківський університет повітряних сил. – 2010. – Випуск 4(26). – С. 56 – 60.
8. Стратегія локальних акцій в АТО в умовах гібридної війни, електронний ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.politico.ua/blogpost115980>.
9. *Біленко О. І.* Визначення параметрів звуку пострілу, які впливають на виконання специфічних вогневих завдань силами безпеки, та підлягають регламентації дії / *О. І. Біленко* // Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 1(37). – С. 5 – 11.
10. *Хорошев Д.* Разведывательно-сигнализационные системы и средства обнаружения сухопутных войск США / *Д. Хорошев* // Зарубежное военное обозрение. – 2011. – № 4. – С. 45 – 53.
11. *Спирин Е.* Саровская СОВА против снайперов / *Е. Спирин* // Нижегородская правда. – 2012. – № 56, 29 мая.
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://www.army.guide.com/rus/article_911.html.
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.zhelezaka.com/news.php?id=2987>.
14. Система обнаружения стрелкового огня Boomerang Warrior-X. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.ohrana.ru/equipment/technique/1630>.
15. Солдатские каски вычислят снайперов [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.zakhoi.ru/forum/showthread.php21=5518G2&s=2209f5b23db921cea25e179cd7f8626f>.
16. По всей Америке внедряются системы отслеживания снайперов [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.mixednews.ru/archives/12907>.
17. Акустические системы определения выстрела [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.topwar.ru/37817-akusticheskie-sistemy-opredeleniya-vystrela.html>.
18. *Мосалев В.* Системы обнаружения снайперов противника / *В. Мосалев, В. Ушаков* // Солдат удачи. – 2008. – № 5. – С. 52 – 56.
19. Какая техника позволит выиграть войну с террористами [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.autoconssulting.com/ua/article/php?sid=30908>.
20. Пат. на изобретение 2285272 РФ, МПК G01S 5/18, G01S 3/80. Способ определения местоположения стрелка на местности / *Орешков О. П., Потапов С. В., Лазута А. П., Власов В. И.* ; заявители и патентообладатели Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом"-Корпорация (RU), Федеральное государственное унитарное предприятие "Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики" – ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" (RU). – 2005102338/09 ; заявл. 31.01.2005 ; опубл. 10.10.2006, Бюл. № 28. – 12 с.
21. Пат. на изобретение 2416103 РФ, МПК G01S. Способ определения траектории и скорости объекта / *Гришин А. В., Кортюков И. И., Ниточкин Е. Н., Хорошко А. Н., Штарев С. Л.* ; заявитель и патентообладатель Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом"-Корпорация (RU), Федеральное государственное унитарное предприятие "Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики". – 2009126000 ; заявл. 06.07.2009 ; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 2. – 13 с.
22. Пат. на изобретение 2406964 РФ, МПК F41H 13/00. Устройство для определения координат места выстрела из огнестрельного оружия (варианты) / *Хабибуллин А. Е.* ; заявитель и патентообладатель *Хабибуллин А. Е.* – 2008153 956/02 ; заявл. 29.12.2008 ; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35.

23. Patent 5544129 USA, Int.Cl⁶ G01S 5/20. Method and Apparatus for Determining the General Direction of the Origin of a Projectile / Niall B. McNelis, AAI Corporation ; Assignee: GTE Internetworking Incorporated, Cambridge, Mass. – 298178 ; Filed: Aug. 30, 1994 ; Date of Patent Aug. 6, 1996. – 13 p.
24. Patent 5930202 USA, Int.Cl⁶ G01S 5/18. Acoustic Counter-Sniper System / Gregory L. Duckworth, James E. Barger, Douglas G. Gilbert ; Assignee: GTE Internetworking Incorporated, Cambridge, Mass. – 08/974657 ; Filed: Nov. 19, 1999 ; Date of Patent: Jul. 27, 1999. – 19 p.
25. Patent 6178141 USA, Int.Cl⁷ G01S 5/18. Acoustic Counter Sniper System / Gregory L. Duckworth, James E. Barger, Douglas G. Gilbert ; Assignee: GTE. Internetworking Incorporated, Cambridge, MA (US). – 09/322359 ; Filed: May. 28, 1999 ; Date of Patent : Jan. 23, 2001. – 37 p.
26. Пат. на корисну модель 87041 Україна, МПК G01C 3/00. Прилад виявлення та визначення положень цілей / Зарубицький О. В., Петухов О. М., Савенко Ю. М. ; заявник і патентоволодар Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – u201305951 ; заявл. 13.05.2013 ; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2. – 7 с.
27. Способ расчета ошибок в координатах целей, определяемых перспективным звукометрическим комплексом разведки / И. В. Коплык, Е. Н. Авдеева, О. П. Остапова, Ю. Г. Филиппенко // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2001. – № 1. – С. 31 – 34.
28. Почути та знищити. Народна армія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.narodka.com.ua/10117-pochuti-ta-znishiti>.
29. Бирюков И. Ю. Акустическая компонента разведки наземных целей. Проблемы и решения / И. Ю. Бирюков // Збірник наукових праць, Севастополь, СНУЯЄП. – 2015. – № 3(47) – С. 98 – 102.
30. Бирюков И. Ю. Физические принципы разработки и создания оптико-акустической подсистемы обнаружения наземных целей объектами бронетехники / И. Ю. Бирюков, О. Б. Антипенко // Интегрированные технологии та энергосбережения. – 2012. – Вып. 3-Х. – С. 48 – 54.
31. Антипенко О. Б. Звуковые портреты объектов бронетехники для обнаружения и распознавания целей / О. Б. Антипенко, И. Ю. Бирюков, Ю. М. Бусяк // Интегрированные технологии та энергосбережения. – 2012. – Вып. 3-Х. – С. 31 – 36.
32. Антипенко О. Б. Комплексный метод обнаружения и распознавания целей на основе анализа цифровых изображений и регистрации акустических возмущений / О. Б. Антипенко, И. Ю. Бирюков // Интегрированные технологии та энергосбережения. – 2015. – № 4. – С. 51 – 57.
33. Криворучко А. В. Методика визначення акустичних характеристик при формуванні вихідних вимог до спеціальної стрілецької зброї / А. В. Криворучко, О. С. Марченко, О. В. Махініч // Сучасна спеціальна техніка. – 2013. – № 1(32) – С. 5 – 10.
34. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.echo.msk.ru/news/1442032-echo.html>.
35. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://www.army.guide.com.ru/article_911.html.
36. 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 НАНУ и НКАУ, 2008. – 303 с.
37. Бесшумна автоматична вогнепальна зброя: Підручник / М. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Ю. А. Кваша, О. В. Січовий, О. Д. Скорик, Г. О. Стрельников. – Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2011. – 340 с.
38. Paulson Alan C. Silencer. History and Performance. Volume 1. Sporting and Tactical Silencer / Alan C. Paulson. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 1996. – 412 p.
39. Paulson Alan C. Silencer. History and Performance. Volume 2. QQB, Assault Rifle and Sniper Technology / Alan C. Paulson, N. R. Parker, Peter G. Kokalis. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2002. – 429 p.
40. Parker N. R. Firearm Suppressor Patents, Volume 1, United States Patents / N. R. Parker. – USA, Boulder, Colorado : Paladin Press, 2004. – 373 p.
41. Неугодов А. С. Акустика стрелкового оружия / А. С. Неугодов, В. М. Сабельников. – М. : ЦНИИ информации, 1979.
42. Разработка приборов снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия и исследование их характеристик (2008 – 2013 гг.) / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, Г. А. Стрельников, Ю. А. Кваша, В. И. Коваленко, Г. А. Поляков, А. Д. Чаплиц // Техническая механика. – 2013. – № 4. – С. 16 – 31.
43. Разработка конструкции и технологии изготовления глушителей из титановых сплавов для стрелкового оружия / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, В. И. Коваленко, А. И. Загреба, С. В. Пухотенко, А. А. Яковлев // Техническая механика. – 2013. – № 1. – С. 78 – 95.
44. ДСТУ ГОСТ 28653 – 2009. Зброя стрілецька, Терміни та визначення понять. – К : Держспоживстандарт України, 2009. – 180 с.
45. О приборах бесшумной и беспламенной стрельбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.gutierrez.3dn.ru/blog/silencers/2011-06-11-6>.
46. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.russianguins.ru/forum/index.php/topsc.194.html>.
47. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.guns.connect.fi/rs/index.html>.
48. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://google.com.ua/translate?hl=ru>.
49. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.guns.connect.fi/rs/Krsgraf.html>.
50. Juha Hartikka Совсем не тихий глушитель / Hartikka Juha // Мастер-ружье. – 2010. – №159. – С. 52 – 57.

51. Проспект фирмы AWC, каталог, 2012. – 11 р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: AWC.systech.com.
52. Каталог фирмы Advanced Armament Corporation, 2012. – 31 с.
53. HTG Silencers Product Catalog, каталог глушителей, выпускаемых фирмой HTG, 2012. – 35 с.
54. Word Class Silencers, проспект фирмы GEMTECH, 2015/2016, 2015. – 36 с.
55. Каталог фирмы Advanced Armament Corporation, 2015. – 31 с.
56. Каталог фирмы Yanke Hill Machine Company (YHM), 2010. – 25 с.
57. Глушитель звука выстрела для автоматов подразделений специального назначения / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Г. А. Поляков, А. Д. Скорик, Г. Л. Гунько, М. А. Якименко, В. И. Коваленко* // *Техническая механика*. – 2012. – № 2. – С. 50 – 76.
58. Патент на винахід № 95693, Україна, МПК (2011.01) F41A 21/30, (2006.01) F41 A17/00. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї / *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Пугач Е. О., Скорік О. Д., Стрельников Г. О., Авдєєв А. М.* ; заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України і НКА України. – а 2009 13359 ; заявл. 22.12.2009 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 6. – 12 с.
59. Разработка и натурные испытания унифицированных приборов снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, В. И. Коваленко, А. И. Биленко* // *Техническая механика*. – 2014. – № 1. – С. 3 – 10.
60. Патент на винахід 97016, Україна, МПК F41A 21/30 (2006.01), F41 A17/00. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї / *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Авдєєв А. М., Пугач Е. О., Скорік О. Д.* ; заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України і НКА України. – а201000488 ; заявл. 23.04.2010 ; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24. – 7 с.
61. Глушитель звука выстрела стрелкового оружия с коническими перегородочными элементами / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Г. А. Поляков, Г. А. Стрельников, А. Д. Скорик, А. Н. Авдєєв* // *Техническая механика*. – 2011. – № 1. – С. 86 – 98.
62. Заявка а201310602, Україна, МПК F41A 21/30 (2006.01). Глушник звуку пострілу стрілецької зброї / *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Пугач Е. О., Скорік О. Д., Семенчук Д. В., Коваленко В. І.* ; заявник і патентоволодар Інститут технічної механіки НАН України і ДКА України. – Заявл. 02.03.2013.
63. Патент на винахід 105545, Україна, МПК F41A 21/30, F41 A21/34. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї / *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Авдєєв А. М., Пугач Е. О., Скорік О. Д.* ; заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України і НКА України. – а201000488 ; заявл. 20.06.2012 ; опубл. 11.11.2014, Бюл. № 10. – 8 с.
64. Глушитель звука выстрела стрелкового оружия с использованием эффекта сверхзвуковой резонансной трубы / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, В. И. Коваленко* // *Техническая механика*. – 2013. – № 2. – С. 64 – 71.
65. Разработка приборов снижения уровня звука выстрела для единых пулеметов ПКМ / *Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, Е. О. Пугач, А. Д. Скорик, В. И. Коваленко, М. В. Саенко, К. Б. Хуришудян* // *Техническая механика*. – 2012. – № 1. – С. 28 – 37.
66. Пат. на винахід № 109381 Україна, МПК F41A 21/30 (2006.01). Глушник звуку пострілу стрілецької зброї зі сферичними перегородковими елементами / *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Скорік О. Д., Коваленко В. І., Піхотенко С. В., Яковлєв О. А.* ; заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України і ДКА України. – а201410885 ; Заявл. 06.10.14; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15. – 8 с.

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

Получено 06.10.2015,
 в окончательном варианте 28.10.2015