

ПРИБОРЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЗВУКА ВЫСТРЕЛА ДЛЯ АВТОМАТОВ И ВИНТОВОК С ПЕРЕДНЕЙ КРЫШКОЙ ТИПА MULTI-Y

Институт технической механики Национальной академии наук Украины
и Государственного космического агентства Украины,
ул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Днепр, Украина; e-mail: office.itm@nas.gov.ua

У статті наведено відомості про етапи створення універсальних приладів зниження рівня звуку пострілу (ПЗРЗП) вогнепальної зброї (калібр 5,45 мм, 5,56 мм і 7,62 мм), розширювальні камери яких мають перегородкові елементи у вигляді тонкостінних конічних оболонок, поздовжні вісі яких збігаються з поздовжньою віссю корпусу глушника, з передньою кришкою нової конструкції Multi-Y.

Ефективність створених ПЗРЗП вимірювалася шумоміром і підтверджена порівняльними випробуваннями з раніше розробленими базовими зразками і глушниками зарубіжного виробництва. Випробування проведено з використанням різних зразків ручної вогнепальної зброї калібрі 5,45 мм і 7,62 мм. Ефективність склала (18 – 35) дБ(А). Теоретична оцінка ефективності розроблених приладів проводилася шляхом моделювання газодинамічного процесу в ПЗРЗП камерного типу на основі законів збереження маси і енергії газу, представлених в інтегральній формі. Відхилення результатів теоретичних розрахунків від експериментальних даних становить в середньому 17,6 %.

Конструкція ПЗРЗП не впливає на роботу автоматики зброї і витримує стандартні режими стрільби. При цьому ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм забезпечує високий рівень гасіння спалаху на зрізі приладу завдяки конструкції кришки Mulli-Y, яка покращує гасіння спалаху, в порівнянні з ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм, що має звичайну конструкцію кришки.

Відхилення середньої точки влучення зброї після установки ПЗРЗП мінімальне. Характеристики розсіювання при стрільбі з встановленим ПЗРЗП зберігаються протягом всього ресурса ствола.

Система з встановленим ПЗРЗП надійно і безпечно функціонує після впливу пилу, бруду, соляних туманів, дощу і обмерзання в діапазоні температур від -50 °C до +50 °C без погіршення експлуатаційних характеристик.

Таким чином, вимірювання і теоретичні розрахунки ефективності універсальних приладів ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм і ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм показали, що вони в достатній мірі знижують рівень звуку пострілу і видають полум'я на зрізі приладу. Ці ПЗРЗП доцільно використовувати в силових підрозділах при проведенні спеціальних операцій, а також при тренувальних стрільбах.

Ключові слова: прилад зниження рівня звуку пострілу, перегородкові елементи, передня кришка Multi-Y, зниження рівня звуку пострілу.

В статье приведены сведения об этапах создания универсальных приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ) огнестрельного оружия (калибра 5,45 мм, 5,56 мм и 7,62 мм), расширительные камеры которых снабжены перегородочными элементами в виде тонкостенных конических оболочек, продольные оси которых совпадают с продольной осью корпуса глушителя, с передней крышкой новой конструкции Multi-Y.

Эффективность созданных ПСУЗВ измерялась шумометром и подтверждена сравнительными испытаниями с ранее разработанными базовыми образцами и глушителями зарубежного производства. Испытания проведены с использованием различных образцов ручного огнестрельного оружия калибра 5,45 мм и 7,62 мм. Эффективность составила (18 – 35) дБ(А). Теоретическая оценка эффективности разработанных приборов производилась моделированием газодинамического процесса в ПСУЗВ камерного типа на основе законов сохранения массы и энергии газа, представленных в интегральной форме. Отклонение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных составляет в среднем 17,6 %.

Конструкция ПСУЗВ не оказывает влияние на работу автоматики оружия и выдерживает стандартные режимы стрельбы. При этом ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм обеспечивает высокий уровень подавления вспышки на срезе прибора благодаря конструкции крышки Mulli-Y, которая улучшает гашение вспышки, по сравнению с ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм, имеющим обычную конструкцию крышки.

Отклонение средней точки попадания оружия после установки ПСУЗВ минимальное. Характеристики рассеивания при стрельбе с установленным ПСУЗВ сохраняются в течение всего ресурса ствола.

Система с установленным ПСУЗВ надежно и безопасно функционирует после воздействия пыли, грязи, соляных туманов, дождя и обледенения в диапазоне температур от -50 °C до +50 °C без ухудшения эксплуатационных характеристик.

Таким образом, измерение и теоретические расчёты эффективности универсальных приборов ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм показали, что они в достаточной степени снижают уровень звука выстрела и исключают пламя на срезе прибора. Эти ПСУЗВ целесообразно использовать в силовых подразделениях при проведении специальных операций, а также при тренировочных стрельбах.

Ключевые слова: прибор снижения уровня звука выстрела, перегородочные элементы, передняя крышка Multi-Y, снижение уровня звука выстрела.

This paper describes the development stages of universal silencers for firearms (of caliber 5.45 mm, 5.56 mm, and 7.62 mm) that have expansion chambers equipped with baffles in the form of thin-walled conical shells whose longitudinal axis coincides with the longitudinal axis of the silencer body and a newly designed Multi-Y front cover.

The efficiency of the silencers developed was measured with a sound level meter and was confirmed by comparison tests with basic prototypes developed earlier and foreign silencers. The tests were conducted using different types of 5.45 mm and 7.62 small arms. The efficiency was found to be 18 – 35 dB(A). The efficiency of the silencers developed was also estimated theoretically by simulating the gas-dynamic process in a chamber-type silencer using the gas mass and energy conservation laws in integral form. The theoretical results agree with the experimental data to within 17.6 % on average.

The silencer design does not affect firearm automatics and sustains standard firing regimes. The PSUZV-03T.19-7.62 mm silencer provides a high level of muzzle flash suppression thanks to the Multi-Y cover design, which improves muzzle flash suppression in comparison with the PSUZV-02T.19-7.62 mm silencer, whose cover is of the traditional design.

The silencers affect the position of the mean point of impact only minimally, and they do not affect the scattering characteristics throughout the barrel service life.

With the silencers developed, firearms operate reliably and safely after exposure to dust, mud, salt fog, rain, and icing in the temperature range -50 °C to +50 °C without any impairment of the service characteristics.

Thus the measured and calculated efficiency of the PSUZV-02T.19-7.62 mm and PSUZV-03T.19-7.62 mm universal silencers show that they reduce gunfire sound intensity to a sufficient extent and eliminate muzzle flash. It is expedient that these silencers be used by law-enforcement agencies in special operations and range practice.

Keywords: firearm silencer, baffle elements, Multi-Y front cover, gunfire sound intensity reduction.

Введение. Автоматы и штурмовые винтовки по-прежнему занимают важное место в арсенале силовых структур и являются основным индивидуальным оружием бойцов (военнослужащих). Основными автоматами украинской армии являются до настоящего времени АКМ, АК-74М, АКСУ, а также автоматы 100-й серии калибра 7,62×39 мм АК-15 и калибра 5,45×39 мм АК-12. Кроме того, в некоторых силовых подразделениях на вооружении стоят штурмовые винтовки Форт-221, Форт-224, М-16 и М-4 под НАТОвский боеприпас калибра 5,56×45 мм.

В этой связи, целью научно-исследовательской работы, результаты которой представлены в статье, явилось создание универсальных приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ), расширительные камеры которых снабжены перегородочными элементами в виде тонкостенных конических оболочек, продольные оси которых совпадают с продольной осью корпуса глушителя, и передней крышкой типа Multi-Y, имеющей повышенную эффективность гашения вспышки выстрела. Универсальность приборов в том, что они могут использоваться с оружием калибра 5,45 мм, 5,56 мм и 7.62 мм.

При создании универсальных ПСУЗВ большое внимание уделялось повышению его эффективности и устраниению вспышки на его срезе.

Это вызвано тем, что ведущие производители мира выпустили и совершенствуют широкий спектр акустических сенсорных устройств, которые позволяют определить место расположения источников огня, ориентируясь на звуки выстрелов.

Появление акустических систем определения выстрела активизировало работы по созданию ПСУЗВ, использование которых в максимальной степени способствует уменьшению эффективности этих систем.

Преимущества ведения огня из оружия с глушителем заключается в следующем [1]:

- 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.

В данной работе описывается методика расчёта теоретической эффективности ПСУЗВ в упрощенной постановке на основе законов сохранения массы и энергии газа, представленных в интегральной форме [2]. Для подтверждения правильности расчета были проведены экспериментальные исследования эффективности снижения уровня звука выстрела прибором [3, 4]. Эффективность снижения уровня звука определялась с помощью импульсного прецизионного шумометра. Определено отклонение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных, которое составляет в среднем 17,6 %.



1 – ствол; 2 – ПСУЗВ; 3 – передняя крышка; 4 – пламегаситель

Рис. 1 – ПСУЗВ для автоматов и штурмовых винтовок

Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов и винтовок с передней крышкой типа Multi-Y. На выставке Enforce Tac 2018 швейцарская компания Brugger&Thomet (B&T) показала несколько новых конструкций ПСУЗВ серии M.A.R.S. (Miniature Assault Rifle Suppressor) [5], рис. 1. Приборы предназначены для использования на самозарядном и автоматическом оружии под патроны (5,56×45) мм, (7,62×51) мм и .338 Lapua Magnum (8,6×70) мм. Они имеют новую конфигурацию передней крышки, обеспечивающую повышенную эффективность гашения дульного пламени. Для установки ПСУЗВ на оружие могут применяться фирменные пламегасители B&T с быстросъемным креплением или же классическая дульная резьба, табл. 1.

Таблица 1 – Технические данные ПСУЗВ типа M.A.R.S.

Наименование параметра	Тип ПСУЗВ			
Калибр, мм (дюйм)	5,56 (.223)	7,62 (.308)	5,56 (.223)	7,62 (.308)
Режим ведения огня	автоматический и полуавтоматический			
Эффективность, дБ(А)	26	–	20	–
Крепление	QD – быстрое	QD – быстрое	резьбовое DM	резьбовое DM
Диаметр, мм	39	39	39	39
Общая длина, мм	161	192	126	142
Присоединенная длина, мм	97	128	110	126
Масса, г	415	480	380	450

При изготовлении ПСУЗВ используются тугоплавкие сплавы Inconel и Thermax. Эффективность снижения уровня звука выстрела составляет (20 – 30) дБ(А), масса приборов колеблется в диапазоне (380 – 415) г для варианта калибра 5,56 мм, (450 – 480) г для варианта калибра 7,62 мм и (620 – 660) г для варианта калибра 8,6 мм. Компания B&T недавно разработала моноблочный ПСУЗВ с передней крышкой типа Multi-Y для снайперской винтовки G29 [6] в комплекте с трёхкамерным дульным тормозом, который крепится на стволе посредством мелкой резьбы и зажимается клеммой в правильном положении, рис. 2, табл. 2. На внешней стороне дульного тормоза выполнена резьба M28×1 мм левая для крепления ПСУЗВ.



Рис. 2 – ПСУЗВ B&T и дульный тормоз для винтовки G29

Таблица 2 – Технические данные ПСУЗВ для G29

Наименование параметров	Тип ПСУЗВ	
Калибр, дюйм / мм	.308 / 7,62	.338 / 8,6
Длина, мм	297	297
Масса, г	650	650
Диаметр, мм	50	50
Материал	алюминий / сталь	алюминий / сталь
Марка производителя	SD-988320	SD-988321
Эффективность, дБ(А)	30,0	28,0

Рассекатель ПСУЗВ состоит из одной фрезерованной детали. Благодаря волнообразной конфигурации моноблока образуются отдельные камеры и перегородки, которые перераспределяют газовый поток при выстреле.

Многие изделия, которые компания B&T разрабатывает для полицейского или военного рынка, с небольшими изменениями используются в качестве товаров для охоты или спорта.

ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм с крышкой новой конструкции Multi-Y. Прибор создан в Институте технической механики Национальной академии наук Украины и Национального космического агентства Украины (ИТМ НАНУ и ГКАУ) согласно техническим условиям «Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов и ручных пулеметов Калашникова» [7] и испытан по «Программе проведения исследований экспериментальных образцов приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ) для автоматов Калашникова и их модификаций» [8].

Для автомата АК сорокой серии калибра 7,62 мм созданы ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм (ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм): рассекатель наборной; все детали из титана; конструкция сварная; штуцер выступающий, с пружиной; крепление – резьба M24×1,5 мм, Lрез = 22 мм; габаритные размеры – Ø44 мм, L = 233 мм (L = 223 мм); масса – 540 г (560 г). Первые два конуса имеют одну прорезь. Три конуса без прорезей. Длина втулок от среза ствола: 72 мм, 28 мм, 28 мм, 28 мм, 17 мм. Втулки имеют дренажные отверстия Ø5 мм (72 мм – 14 шт.; 28 мм – 5 шт.; 17 мм – 3 шт.). У конусов углубленные

проточки для перетока газа в кольцевую проточку крышки, из последней переток в корпус происходит через двенадцать отверстий Ø3 мм.

Отличаются друг от друга эти приборы конструкцией передней крышки, рис. 3.

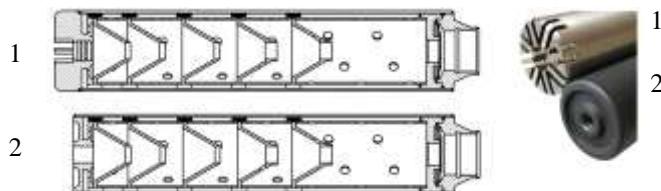


Рис. 3 – Конструкция ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм
с крышкой Multi-Y (1) и ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм
с обычной крышкой (2)

Особенностью ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм является высокий уровень подавления вспышки на срезе прибора благодаря конструкции крышки Multi-Y, которая улучшает гашение вспышки по сравнению с ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм (рис. 3), имеющим обычную конструкцию крышки.

Крышка ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм имеет 16 пазов шириной 3,0 мм глубиной 10,0 мм для устранения выброса пламени. Проходное отверстие конусов и крышки Ø9,0 мм. Уменьшение вспышки имеет определяющее значение в части защиты от ответного огня.

Новая конфигурация передней крышки обеспечивает повышенную эффективность гашения дульного пламени даже при стрельбе очередями. Дульная вспышка при первом выстреле уменьшается до бледно-голубого пламени длиной (10 – 15) мм, что обеспечивает его скрытность.

При разработке ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм сделана попытка создать универсальные приборы для калибра 5,45 мм, 5,56 мм и 7,62 мм. Базовая конструкция изготовлена под калибр 7,62 мм с резьбой штуцера М24×1,5 мм для автоматов Калашникова сотовой серии. С целью использования прибора с автоматами типа АКМ — с резьбой на стволе М14×1 мм, левая — был изготовлен переходник М01Т.19-7,62 мм, рис. 4.

Муфта М01.19-7,62. Габариты переходника (муфты): L = 31,0 мм, Ø24,0 мм, масса 56,0 г, материал — сталь 12Х18Н10Т. Изготовление переходников позволяет применять новые приборы с штурмовыми винтовками Форт 221, 224, М-16, М-4 и др. под НАТОвский боеприпас калибра 5,56 ×45 мм.



1 — ПСУЗВ; 2 — муфта; 3 — ствол оружия

Рис. 4 – Муфта М01Т.19-7,62

Результаты сравнительных испытаний разработанных образцов ПСУЗВ. Технические характеристики прошедших испытания ПСУЗВ различной конструкции представлены в сводной таблице 3. Созданные образцы испытывались представителями силовых структур МВД и СБ Украины.

Таблица 3 – Технические характеристики ПСУЗВ

Наименование параметра	Тип ПСУЗВ				
	ПСУЗВ 11ТМ.12-5,45 мм	ПСУЗВ 19ТБ.12-7,62 мм	ASe Ultra SL7-7.62 (cal. 30)	ПСУЗВ 02Т.19-7,62 мм (СБ1)	ПСУЗВ 02Т.19-7,62 мм (СБ2); ПСУЗВ 03Т.19-7,62 мм
Эффективность снижения уровня звука выстрела, дБ(А)	от 28 до 34	от 32 до 36	от 32 до 35	от 27 до 35	от 31 до 35
Калибр, мм / дюйм	5,45	7,62	от .308 до .338	5,45 – 7,62	5,45 – 7,62
Длина, мм	195	238	166	215	233
Диаметр, мм	44	44	45	44	44
Масса, г	400	435 (750)	до 800	560	550
Присоединительная резьба, мм / дюйм	M24×1,5	M14×1 левая	M18×1	M24×1,5 С переходниками или сменными штуцерами: M18×1; 1/2"-28; 1/2"-20; M14×1 (левая); M14×1; M15×1; M16×1; M18×1; 9/16"-24; M14×1	
Материал	Титано-вый сплав (нерж. сталь)	Титано-вый сплав (нерж. сталь)	Нерж. сталь	Титановый сплав	Титановый сплав

На первом этапе испытаний тестировали прибор снижения уровня звука выстрела ПСУЗВ-19Т.12-7,62 мм в сравнении с ASE Ultra SL-7.62 мм. Прибор ПСУЗВ-19Т.12-7,62 мм для автомата АКМ, калибр 7,62 мм. Изготовлен из

титана. Крепление – резьба M14×1 мм левая. Штуцер с плоской пружиной. Рассекатель без центральной трубки. Габаритные размеры: Ø43 мм, L = 230 мм. Масса 450 г. Все детали из титана.

Испытания проводились на автомате АКМ штатными боеприпасами. Лучшие результаты показал ПСУЗВ-19Т.12-7,62 мм.

Эталонный прибор SL7-7,62 мм имеет паспортную эффективность от 32 дБ(А) до 35 дБ(А).

Второй этап испытаний — оценка эффективности работы новых приборов снижения уровня звука выстрела ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-03ТБ.19-7,62 мм с автоматами калибра 5,45 мм и 7,62 мм.

В качестве эталона выбран ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм для работы с автоматом типа АКМ. Эффективность этого прибора измерялась шумомерами в различных условиях и составляет от 32 дБ(А) до 36 дБ(А), а также рассчитывалась теоретически.

Для оружия калибра 5,45 мм в качестве эталонного прибора выбран ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм, эффективность которого измерялась шумомером и определялась теоретически и составляет (25 – 34) дБ(А).

По результатам сравнительных испытаний в светлое время суток установлено:

– звук выстрела с ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм и ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм несколько похож на звук выстрела малокалиберной винтовки калибра .22 Lr, только более короткий и нет раската эха;

– звук выстрела с ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм на слух ничем не отличается от звука выстрела с прибором ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм и ниже, чем у ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм. Присутствие пламени и искр у среза приборов не наблюдается.

По результатам сравнительных испытаний в темное время суток установлено:

– первый выстрел с ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм и ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм сопровождается одиночными искрами, последующие выстрелы без пламени и без искр;

– первый выстрел с ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм сопровождается присутствием одиночных искр. В обоих приборах, при сериях выстрелов по 3, 5 и 8 присутствуют редкие одиночные искры. По эффективности звук сравним с уровнем звука приборов ПСУЗВ-19ТБ.12-7,62 мм и ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм.

Проведены натурные испытания изготовленных ПСУЗВ для различных образцов ручного огнестрельного оружия калибра 5,45 мм и 7,62 мм. Эффективность составила от 18 дБ(А) до 35 дБ(А) при конкурентных массогабаритных характеристиках. Кроме того, они обеспечивают полное гашение пламени выстрела, вочных условиях имеют меньшую тепловую заметность.

Теоретическая оценка эффективности разработанных приборов производилась моделированием газодинамического процесса в ПСУЗВ камерного типа на основе законов сохранения массы и энергии газа, представленных в интегральной форме. Теоретическое обоснование моделирования этих процессов подробно изложено в работах [2, 9]. На данном этапе проведения работ рассматривалась возможность расчета движения пули в ПСУЗВ с коническими перегородочными элементами.

При проведении расчета учитывается:

- нестационарный характер истечения струи пороховых газов из дульного среза оружия;
- влияние пули на процесс заполнения расширительных камер ПСУЗВ пороховыми газами;
- режим установления процесса истечения струи пороховых газов через дульный срез в полузамкнутые объемы камер ПСУЗВ;
- формирование газодинамических параметров потока в выходном отверстии.

Основные узлы прибора:

- канал ствола;
- центральный канал ПСУЗВ, имеющий цилиндрическую форму;
- основные расширительные камеры, разделенные коническими перегородками и соединенные с центральным каналом отверстиями для перетока газов;
- дополнительные расширительные камеры, сообщающиеся между собой и с основными камерами через отверстия и пазы.

Движение пули по центральному каналу ствола происходит под действием избыточного давления, созданного в результате сгорания пороха в малом объеме камеры сгорания. Во время движения пули осуществляется отвод пороховых газов из канала в расширительные камеры через отверстия и пазы. Формируется центральный поток в центральной трубке и дополнительные потоки в основных и дополнительных расширительных камерах. После выхода пули из ПСУЗВ движение газа внутри него продолжается за счет массообмена с расширительными камерами и окружающей средой.

Для выполнения расчетов использовались следующие исходные данные:

- калибр ствола, мм;
- длина хода нарезов ствола, мм;
- давление пороховых газов на срезе ствола, атм;
- температура газов на срезе ствола, град. К;
- скорость пули на срезе ствола, м/с;
- длина центрального канала ПСУЗВ от среза ствола, мм;
- диаметр центрального канала ПСУЗВ, мм;
- количество камер и их объемы, мм³;
- число обобщенных отверстий и их параметры, что предусматривает указание:

- 1) номера камеры, из которой поступают газы;
- 2) номера камеры, в которую поступают газы;
- 3) площади отверстий перепуска, мм²;
- 4) начала участка от среза ствола, мм;
- 5) конца участка от среза ствола, мм;
- 6) угла наклона отверстия к оси, град.;
- 7) поправочного коэффициента.

В результате выполнения расчета получены следующие параметры, соответствующие окончанию выстрела (выходу пули из центрального канала ПСУЗВ):

- эффективность снижения уровня звука выстрела, дБ(А);
- давление газов в каждой камере, атм;
- температура газа в каждой камере, град. К;
- плотность газа в каждой камере, кг/м³;

- объем каждой камеры, мм^3 ;
- скорость пули, м/с .

Таким образом, моделирование позволяет оценить параметры газодинамического процесса в ПСУЗВ с коническими перегородочными элементами во время выстрела, что позволило рационально выбрать состав, расположение и размеры элементов рассекателя пороховых газов при разработке приборов ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм, ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм.

При заданных начальных значениях параметров интегрируется по времени вся совокупность дифференциальных уравнений для всех камер, т. е. решается задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

С учетом того, что моделирование газодинамического процесса функционирования прибора имеет оценочный характер, для интегрирования системы применен метод Эйлера.

Для определения эффективности прибора использовано общее выражение [9]

$$E = 20 \lg \frac{p_1(t^*)}{p_1(0)}, \text{ дБ,}$$

где E – понижение уровня звукового давления при работе прибора; $p_1(t^*)$ – давление газа в 1-й камере при вылете пули из прибора; $p_1(0)$ – давление газа в канале ствола при входе пули в прибор.

По этой методике проведен расчет эффективности изготовленных ПСУЗВ. На рис. 5 и в таблице 4 приведено сопоставление расчетных значений эффективности ПСУЗВ с экспериментальными данными ПСУЗВ, предназначенных для автоматов АКМ-7,62 мм, АК-74М-5,45 мм и АКС-74У-5,45 мм. Каждая точка на графике соответствует одному из испытанных ПСУЗВ, абсцисса точки равна экспериментальному значению эффективности ПСУЗВ, а ордината — теоретическому. Расстояние по вертикали от точки до биссектрисы прямого угла между координатными осями равно разности

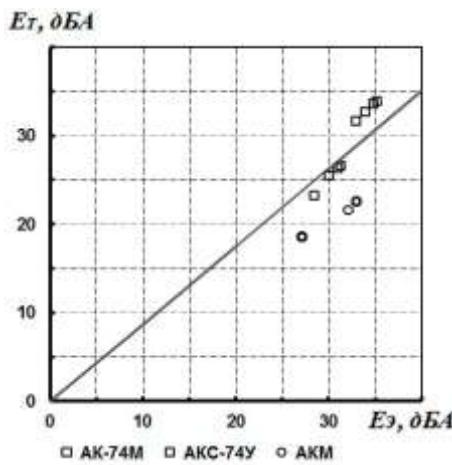


Рис. 5 – Сопоставление расчётной эффективности с экспериментальной для четырёх ПСУЗВ и трёх видов оружия

между теоретическим и экспериментальным значениями эффективности ПСУЗВ.

Достоверность полученных результатов моделирования газодинамического процесса заполнения газом системы связанных емкостей подтверждена экспериментальными данными. Отклонение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных составляет в среднем около 17,6 %, что следует из анализа 4 конструктивных схем, рис. 5, табл. 4.

Таблица 4 — Результаты расчёта и измерений эффективности ПСУЗВ

Наименование параметра	Тип ПСУЗВ				
	ПСУЗВ 11ТМ.12-5,45 мм	ПСУЗВ 02Т.19-7,62 мм (СБ1)	ПСУЗВ 02Т.19-7,62 мм (СБ2); ПСУЗВ 03Т.19-7,62 мм	ASe Ultra SL7-7.62 (cal. 30)	ПСУЗВ 19ТБ.12-7,62 мм
Количество камер, шт.	5	5	5	12	5
Объём прибора, мм ³	192800	211900	228500	173300	265300
Объём камеры 1, мм ³ / часть объёма прибора, %	59400 / 31	78500 / 37	95100 / 42	27500 / 16	87100 / 33
Эффективность расчёчная / измеренная, дБ(А)					
для АК-74М, кал. 5,45 мм	25,4 / 30,1	26,2 / 31,1	26,5 / 31,4	23,2 / 28,5	—
для АКС-74У, кал. 5,45 мм	32,6 / 34,0	33,5 / 34,94	33,8 / 35,25	31,6 / 33,0	—
для АКМ, кал. 7,62 мм	—	18,5 / 27,13	21,6 / 32,1	18,5 / 27,13	22,5 / 33,0

Выводы.

1. Универсальный ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм с передней крышкой новой конструкции Multi-Y, созданный в ИТМ НАНУ и ГКАУ, обеспечивает снижение уровня звука выстрела не менее чем до 140 дБ(А).

Изготовлены ПСУЗВ и проведены их натурные испытания для различных образцов ручного огнестрельного оружия калибра 5,45 мм и 7,62 мм. Эффективность составила от 18 дБ(А) до 35 дБ(А) при конкурентных мас-согабаритных характеристиках.

Теоретическая оценка эффективности разработанных приборов производилась моделированием газодинамического процесса в ПСУЗВ камерного типа на основе законов сохранения массы и энергии газа, представленных в интегральной форме. Отклонение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных по эффективности составляет в среднем 17,6 %.

2. Конструкция ПСУЗВ не оказывает влияния на работу автоматики оружия и выдерживает стандартные режимы стрельбы. При этом ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм обеспечивает высокий уровень гашения вспышки на срезе прибора благодаря конструкции крышки Multi-Y, которая улучшает подавле-

ние вспышки, по сравнению с ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм, имеющим обычную конструкцию крышки.

3. Отклонение средней точки попадания оружия после установки ПСУЗВ минимальное. Характеристики рассеивания при стрельбе с установленным ПСУЗВ сохраняются в течение всего ресурса ствола.

4. Все внешние элементы ПСУЗВ имеют матовую поверхность, что уменьшает заметность. Приборы устойчивы к коррозии, истиранию и воздействию химических веществ.

5. Система с установленным ПСУЗВ надёжно и безопасно функционирует после воздействия пыли, грязи, соляных туманов, дождя и обледенения без ухудшения эксплуатационных характеристик.

6. Оружие с установленным ПСУЗВ выдерживает удары в процессе эксплуатации и вибрации в процессе транспортировки без ухудшения рабочих характеристик.

7. Таким образом, натурные испытания и теоретические расчёты эффективности универсальных приборов ПСУЗВ-02Т.19-7,62 мм и ПСУЗВ-03Т.19-7,62 мм показали, что они в достаточной степени снижают уровень звука выстрела, исключают пламя на срезе прибора. Эти ПСУЗВ целесообразно использовать в силовых подразделениях при проведении специальных операций, а также при тренировочных стрельбах.

1. Бекетов А. А., Белоконь А. П., Чермашенцев С. Г. Маскировка действий подразделений СВ. М: Воен. Изд., 1976. 140 с.
2. Коновалов Н. А., Кваша Ю. А., Кулик А. Д., Коваленко В. И., Лахно Н. И., Скорик А. Д. Математическое моделирование газодинамического процесса работы прибора снижения уровня звука выстрела. Техническая механика. 1999. № 1. С. 13–17.
3. Пилипенко О. В., Коновалов Н. А., Коваленко В. И., Семенчук Д. В. Разработка и исследование приборов снижения уровня звука выстрела для легкого стрелкового оружия. Техническая механика. 2018. № 3. С. 18–32.
4. Пилипенко О. В., Коновалов Н. А., Скорик А. Д., Поляков Г. А., Коваленко В. И., Семенчук Д. В. Перспективные конструкции глушителей звука выстрела стрелкового оружия. Техническая механика. 2015. № 4. С. 44–65.
5. Новинки компании B&T на Enforce Tac 2018: M.A.R.S. и USW. URL: <https://www.all4shooters.com/ru/strelba/aksessuary/b-t-mars-glushitel-i-usw-nabor-dlya-sig-sauer-p320>. Дата просмотра 28.03.2018.
6. Вальдбреннер М. Глушитель В&Т для винтовки Haenel G29. Русское издание журнала DWJ. 2019. №3. URL: <https://www.kalashnikov.ru/shvejtsarskij-glushitel-dlya-bundesvera>. Дата обращения: 27.03.2019.
7. Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов и ручных пулеметов Калашникова. Технические условия. ТУ У 88.057.004-98. Днепропетровск, ИТМ НАНУ и НКАУ, 1998. 20 с.
8. Программа проведения исследований экспериментальных образцов приборов снижения уровня звука выстрела (ПСУЗВ) для автоматов Калашникова и их модификаций, ПИ-ПСУЗВ/АК-01-217, Днепропетровск, ИТМ НАНУ и НКАУ, 1998. 5 с.
9. Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Скорик А. Д., Кваша Ю. А., Коваленко В. И. Ручное огнестрельное оружие бесшумного боя. Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов. Проектирование и экспериментальная отработка. Днепропетровск, 2008. 303 с.
10. Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Скорик А. Д., Коваленко В. И., Биленко А. И. Разработка и натурные испытания унифицированных приборов снижения уровня звука выстрела стрелкового оружия. Техническая механика. 2014. № 1. С. 3–10.

Получено 12.09.2019,
в окончательном варианте 24.09.2019