

МАЛОГАБАРИТНІ ГЛУШНИКИ ДЛЯ КОРОТКОСТВОЛЬНОЇ ЗБРОЇ

*Інститут технічної механіки Національної академії наук України
і Державного космічного агентства України,
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: office.itm@nas.gov.ua*

В основу статті покладено опис конструкцій, особливостей виготовлення і випробування, створених в Інституті технічної механіки Національної академії наук України та Державного космічного агентства України, малогабаритних приладів зниження рівня звуку пострілу (ПЗРЗП) для зброї, що застосовується в обмеженому просторі.

Доцільність створення обумовлена наявністю в підрозділах спеціального призначення України короткоствольної зброї. З урахуванням особливостей відомих малогабаритних глушників до автоматів підрозділів спеціального призначення вибрано напрямок створення компактних глушників. В роботі сформовано вимоги до проектування глушників для короткоствольної стрілецької зброї, вказано вимоги до деталей стосовно матеріалів і точності їх виготовлення.

Обґрунтовано використання короткоствольної стрілецької зброї з ПЗРЗП в закритих приміщеннях (обмеженому просторі) без травмування органів слуху стрілка. В бойових діях зниження звуку пострілу дозволяє контактувати підрозділам і їх командирам контролювати ситуацію.

Показано особливості схемних рішень, описана конструкція внутрішніх складових елементів із зазначенням впливу на ефективність роботи в залежності від варіантів їх виконання.

Наведено зовнішній вигляд і конструктивні схеми із зазначенням технічних характеристик створених малогабаритних глушників, а також результати натурних випробувань виготовлених компактних глушників.

Ефективність зниження рівня звуку пострілу, що забезпечується створеними ПЗРЗП, на рівні крапцх закордонних приладів (склала (28 – 34) дБА), вимірювалася шумоміром, а також підтверджена порівняльними випробуваннями з раніше розробленими базовими зразками;

– конструкція ПЗРЗП не впливає на роботу автоматики зброї і витримує стандартні режими стрільби;

– характеристики розсіювання при стрільбі з встановленим ПЗРЗП не відрізняються від роботи без приладу;

– під час випробувань не виявлено вплив ПЗРЗП на інші експлуатаційні характеристики.

Таким чином, створено компактні ефективні і надійні прилади зниження рівня звуку пострілу для короткоствольних автоматів (штурмових гвинтівок).

Ключові слова: *прилад зниження рівня звуку пострілу, перегородкові елементи, зниження рівня звуку пострілу, півсфера.*

This paper describes the designs and manufacturing and testing features of small-size silencers developed at the Institute of Technical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine and the State Space Agency of Ukraine for arms used in enclosed space.

The topicality of the development is due to the use of stub-barreled arms by Ukrainian special subunits. With consideration for the features of existing silencers for submachine guns of special subunits, a line of compact silencer development was chosen. The paper formulates requirements for the design of silencers for stub-barreled small arms and material and manufacturing accuracy requirements for their components.

The use of silent stub-barreled small arms in enclosed space without damaging the shooter's organs of hearing is justified. In combat operations, sound suppression allows subunits to contact with one another and their commanders to have the situation under control.

The paper shows the features of design solutions and describes the design of the silencers' internal components and their effect on the operating efficiency for different embodiments of theirs.

The paper presents the appearances, construction arrangements, and specifications of the small-size silencers developed and the results of their full-scale tests.

The sound suppression efficiency of the silencers developed was measured with a sound level meter and verified by comparison tests with basic prototypes developed earlier. The efficiency proved to be (28 – 34) dBA, which is on a level with their best foreign counterparts. The test showed that:

– the silencers do not affect firearm automatics and sustain standard firing regimes,

– the silencers do not affect the shot grouping characteristics, and

– the silencers do not affect other performance characteristics either.

Hence the compact silencers developed for stub-barreled submachine guns (assault rifles) are efficient and reliable.

Keywords: *firearm silencer, baffle elements, shot sound suppression, hemisphere.*

Вступ. У другій половині минулого століття в результаті частих збройних конфліктів, в яких значно зросла роль локальних операцій і диверсійно-

розвідувальних дій, стала зрозуміла необхідність широкого застосування безшумної (малошумної) ручної вогнепальної зброї в підрозділах спеціального призначення (ПСП).

Використання стрілецької зброї в закритих приміщеннях (обмеженому просторі) може викликати пошкодження слуху стріляючого або повну його втрату.

Прилад зниження рівня звуку пострілу (ПЗРЗП) – глушник на зброю, зменшує рівень звуку пострілу до безпечного. У бойових діях зниження звуку дозволяє контактувати підрозділам і їх командирам контролювати ситуацію.

В даний час в результаті аналізу досвіду військових дій в Афганістані, на Балканах, в Чечні, Іраку і ряда проведених антитерористичних операцій необхідність застосування безшумної (малошумної) зброї ще більш очевидна.

Широко поширеним видом зброї став автомат (штурмова гвинтівка). Лідерами в їх розробці та виробництві є Російська Федерація, США, Німеччина, Бельгія, Ізраїль.

Всі найвідоміші конструкції автоматів, розроблені в цих країнах, мають можливість працювати з ПЗРЗП. Ці ж країни, а також Фінляндія та Швейцарія, є лідерами в розробці і виготовленні глушників до автоматів [1].

Зброя підрозділів спеціального призначення України. До складу обов'язкової зброї підрозділів спеціального призначення входять автомати (штурмові гвинтівки) переважно зі складеними прикладами і укороченими стволами. Як правило, вони повинні забезпечуватися швидковстановлюваними надульними ПЗРЗП, що забезпечують малопомітність (скритність) їх застосування.

В арсеналі ПСП України є укорочені автомати, але сучасних високоефективних малогабаритних глушників звуку пострілу, крім розроблених ще в СРСР ПБС-1 – ПБС-4, немає.

Автори створили малогабаритні високоефективні ((28 – 32) дБА) глушники звуку пострілу для автоматів, що стоять на озброєнні спецпідрозділів України (переважно – автомат АКС-74У), працездатні і надійні в умовах проведення спецоперацій [1].

При стрільбі зі зброї з коротким стволом спостерігається збільшене дульне полум'я, тому така зброя оснащується полум'ягасником або глушником [2 – 7].

Автомат АКС-74У «з точки зору тактичної ніші в цілому аналогічний таким зарубіжним компактним автоматам, як Colt CAR-15 Commando, SiG SG-552 або Heckler-Koch HK53» [7].

Компактний автомат (штурмова гвинтівка) Colt Car-15 Commando створено на основі гвинтівки M16 в 1965 році на замовлення сил спеціальних операцій США і прийнято на озброєння під позначенням XM177E1 [3].

В даний час на озброєнні сил спеціальних операцій НАТО і України стоять карабіни Colt Commando різних модифікацій.

В Україні Кабінет Міністрів розпорядженням від 29.12.2009 року № 1577 затвердив пропозицію Міністерства внутрішніх справ про прийняття на озброєння силових структур штурмових гвинтівок «Форт-221», «Форт-222», «Форт-223» і «Форт-224» виробництва НВО «Форт» МВС України (м. Вінниця) [8].

З них «Форт-224» в двох варіантах – компактного автомата і пістолета-кулемета. Прототипом «Форт-224» є автомат Tavor MTAR21, створений на базі штурмової гвинтівки TAR21, яка розроблена і виготовляється в Ізраїлі.

Штурмова гвинтівка «Форт-224» – автоматична зброя калібру 5,56×45 мм, надійна і ефективна, призначена для ураження живої сили противника на відстані до 500 метрів. Автомат сконструйовано по схемі буллпап, що дозволяє значно зменшити габарити зброї, не зменшуючи довжину ствола [8]. Завдяки тому, що корпус автомата виконано з міцного пластику, армованого сталевими вставками, значно знижена його маса. Гвинтівка призначена переважно для використання бійцями ПСП, а також екіпажами бойових машин.

Модель «Форт-224» може бути укомплектована тактичним ліхтарем, лазерним цілевказівником, оптичним прицілом з 3-х або 4-х кратним збільшенням, приладом нічного бачення.

Автомат «Форт-224» може бути легко перероблено в пістолет-кулемет калібру 9×19 мм за допомогою конверсійного комплекту – «Conversion Kit to 5,56/9×19 мм». Комплект складається з ствола, затвора рами і приймача магазину [8, 9].

В табл. 1 наведено основні тактико-технічні характеристики укорочених автоматів Colt Commando різних виробників, АКС-74У і «Форт-224».

Таблиця 1 – Тактико-технічні характеристики укорочених автоматів Colt Commando, АКС-74У і «Форт-224» [8 – 12]

	CAR-15	XMI77E2	Model 733	Model 933	АКС-74У	Форт-224	Форт-224
Довжина, мм							
– приклад розкладено	737	787	762	762	730	585	585
– приклад складено	–	711	681	681	490	–	–
Довжина ствола, мм	254	292	292	292	206,5	330	330
Маса, кг	2,15	2,43	2,6	2,4	3,0	4,0	3,9
Калібр, мм	5,56×45	5,56×45	5,56×45	5,56×45	5,45×39	5,56×45	9×19
Темп стрільби, постр./хв.	750	750	750	750	650–700	750	800–1200
Місткість магазину, патронів	30	30	30	30	20, 30, 45	30	30
Початкова швидкість кулі, м/с	–	838	838	838	735	890	400

Технічні вимоги до глушників для короткоствольної зброї. Глушник повинен відповідати таким вимогам:

- мати можливість від'єднання / установки і обслуговування стрільцем поза майстерні без використання спеціальних інструментів;
- забезпечити зниження рівня звуку в районі вуха стрілка не менше ніж до 140 дБА;
- конструкція ПЗРЗП повинна спричиняти мінімальний вплив на роботу автоматики зброї;
- довжина ствола з встановленим глушником не повинна збільшуватися більш ніж на (150 – 170) мм;
- конструкція глушника повинна витримувати стандартні режими стрільби, встановлені для даного типу стрілецької зброї;
- маса глушника не повинна перевищувати (500,0 – 600,0) грам;
- відхилення середньої точки попадання (СТП) зброї після установки глушника не повинно перевищувати 3 кутові хвилини і розсіювання при стрільбі має зберігатися протягом усього ресурсу ствола;
- функціонувати з усіма боеприпасами малого і нормального калібру;
- глушник не повинен потребувати постійних змін конфігурації в системі зброї, перешкоджати монтажу або експлуатації гранатометів і потребувати доповнення зброї механізмом регулювання газівідвідної системи;
- мати можливість використання термочохлів для зменшення теплової помітності і виключення опіку рук стрільця;
- всі зовнішні поверхні глушника повинні мати тьмяну, матову поверхню (включаючи штифти, болти і т. п.). А зовнішній колір системи повинен відповідати поточним кольорам і малюнкам камуфляжу;
- бути стійким до корозії, стирання і хімічних речовин, включаючи стандартні дезактиватори;
- не повинен передбачати графіків обслуговування частіших, ніж самої зброї;
- система з встановленим ПЗРЗП повинна продовжувати надійно і безпечно функціонувати після впливу пилу, бруду, соляних туманів, дощу і обмерзання, а також повинна витримувати удари в процесі експлуатації і вібрації в процесі транспортування, без погіршення робочих характеристик;
- система з встановленим глушником повинна безпечно функціонувати в діапазоні температур від -30 °С до +50°С без погіршення експлуатаційних характеристик [13].

Проектування глушників для короткоствольної стрілецької зброї.

При проектуванні глушників враховувалися такі фактори:

- збільшення об'єму глушника підвищує його ефективність;
- до числа найважливіших конструктивних елементів, які здійснюють організацію газового потоку в глушнику, відносяться перфоровані трубки і перегородки, що підвищують ефективність в широкому діапазоні частот;
- використання звукопоглинаючого покриття для зовнішніх поверхонь глушника істотно підвищує його ефективність в середньо- і високочастотному діапазоні;
- форма корпусу глушника не впливає на його ефективність.

Утворення звуку на зрізі ПЗРЗП пов'язано з проходженням газового потоку. Ослаблення звуку пострілу досягається впливом на газовий потік зни-

женням його енергії. Для зменшення енергії потоку або струменів використовується наступне:

- зміна руху газового потоку або струменя шляхом раптового розширення або стиснення прохідного перетину, подовження шляху його руху, поділу потоку і т. п.;

- здійснення потоком (струменем) роботи;

- охолодження газового потоку;

- введення додаткового опору, наприклад тертя, при русі потоку або струменя.

З цією метою в глушниках застосовуються розширювальні камери, перфоровані трубки і перегородки, глухі перегородки, трубки Вентурі, перфоровані обичайки і ін.

Організація повороту потоку порохових газів на виході з глушника помітно підвищує його ефективність. Дані експериментів показали, що поворот потоку газів впливає на ефективність в широкому діапазоні частот (125 Гц – 8000 Гц). Збільшення ефективності в результаті повороту потоку досягає 6 дБА.

У більшості запропонованих конструкцій ПЗРЗП поворот потоку порохових газів на виході з приладу здійснюється конструктивними особливостями фланця-кришки (рис. 1) [14].

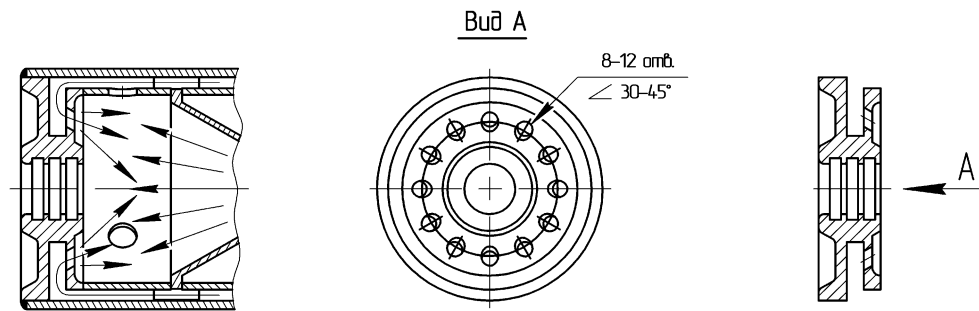


Рис. 1

Бойове застосування компактних автоматів, якими озброєні ПСП, передбачає максимально можливе зменшення їх помітності – інфрачервоної, оптичної, звукової. Особливістю глушників для компактних автоматів є їх незначні (у порівнянні з самою зброєю) розміри і маса, тому що в іншому випадку зникне основна перевага цих штурмових гвинтівок (автоматів) – їх компактність (масова і геометрична).

Бійці ПСП віддають перевагу глушникам мінімального розміру і маси, які отримали назву «moderator» (модератор), а не пристроям, що забезпечують максимальне зниження рівня звуку пострілу [15]. Такі конструкції використовуються, наприклад, штурмовими підрозділами ПСП, тому що мало-розмірний глушник сприяє швидкому прицілюванню в умовах обмеженого простору приміщень, де проводяться спецоперації, а приховування факту пострілу в умовах безпосереднього бойового зіткнення стає не настільки значущим.

Взагалі, слід відзначити, що, виходячи з особливостей бойового застосування, розроблено варіанти конструкцій різних типів глушників.

У тому випадку, коли задача застосування глушника полягає, в основному, в забезпеченні прийняттого захисту слуху стрілка і збільшенні управлін-

ських можливостей в ближньому бою і умовах обмеженого простору, доцільно застосовувати невеликі за розміром і масою глушники («модератори»).

Тактика бойового застосування глушників підтверджує, що швидкість прицілювання в обмеженому просторі ближнього бою важливіша, ніж отримання максимального зниження рівня звуку пострілу [16]. Менші розміри, менша маса, поліпшенні технічні характеристики – це основні принципи створення глушників нового покоління.

Малогабаритні глушники іноземного виробництва. В табл. 2 наведено характеристики компактних глушників, які зараз випускаються іноземними фірмами [17 – 18].

Таблиця 2 – Технічні характеристики зарубіжних глушників для вогнепальної зброї ПСП

Найменування глушника	Країна, фірма виробник	Калібр, мм	Маса, г	Діаметр, мм	Довжина глушника, мм / подовження ствола, мм	Ефективність, дБА	Приспунувальна різьба	Матеріал
M42-556MC	Нова Зеландія, фірма MAE	5,56	600	42	180/165	33	M14×1 мм, 1/2"-28	Нерж. сталь марки 304
Hunting rifle suppressor cal. .223	Швейцарія, фірма Brügger & Thomet»	5,56	313	38	134,7 / 114,7	27	M24×1,5 мм, 1/2"-28	Нерж. сталь
ASE UTRA Jet-Z CQB	Фінляндія, фірма «ASE UTRA»	5,56	550	40	150/120	32	M14×1 мм, M17×1 мм, M18×1 мм, 1/2"-20, 1/2"-28	Сталь
MICRO	США, SUREFIRE	5,56	340	38	146/102	32	—	Нерж. сталь
MINI	США, SUREFIRE	5,56	387	38	197/127	32	—	Нерж. сталь
MINI MONSTER	США, SUREFIRE	5,56	400	38	210/ 133	32	—	Нерж. сталь
MINI-T	США, SUREFIRE	5,56	227	38	197/127	32	—	Титан

Малогабаритні глушники, створені в Інституті технічної механіки Національної академії наук України та Державного космічного агентства України (ІТМ НАНУ і ДКАУ). За результатами аналізу конструктивних особливостей відомих компактних глушників для автоматів ПСП було вибрано напрямок створення компактних глушників (довжина не більше 170 мм, діаметр 50 мм) на основі комбінації пристроїв, що використовують в якості перетворювачів енергії порохових газів конічні і сферичні осесиметричні і коаксіальні корпусу глушника циліндричні оболонки із забезпе-

ченням перетікання порохових газів між розширювальними камерами уздовж внутрішньої поверхні корпусу глушника [19 – 22].

Для оптимізації конструкції компактних глушників визначено кількість розширювальних камер, вид перегородок, наявність та величина перетікання газів між камерами у внутрішній поверхні корпусу глушника.

Зброю, з якою можуть бути використані запропоновані конструкції глушників, приведено в табл. 1.

Конструктивні схеми і характеристики розроблених і виготовлених компактних глушників, які пройшли натурні випробування, представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Технічні характеристики глушників, створених в ІТМ НАНУ і ДКАУ, для короткоствольної вогнепальної зброї ПСП

Найменування глушника	Країна, фірма виробник	Калібр, мм	Маса, г	Діаметр, мм	Довжина глушника, мм / подовження ствола, мм	Ефективність, дБА	Прислудувальна різьба	Матеріал
ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм	Україна, ІТМ НАНУ і ДКАУ	5,45	500	50	165/138	32	M24×1,5 мм, M14×1 мм, 1/2"-28	Титан
ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм	Україна, ІТМ НАНУ і ДКАУ	5,45	420	50	123/96	20	M24×1,5 мм, M14×1 мм, 1/2"-28	Титан

В таблиці 3 наведено технічні характеристики створених в ІТМ НАНУ і ДКАУ компактних глушників, що містять сферично-циліндричні розсікачі складної форми з циліндричними проставками між ними і з забезпеченням перетікання порохових газів між розширювальними камерами уздовж внутрішньої поверхні корпусу глушника (рис. 2 і 3).

ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм.

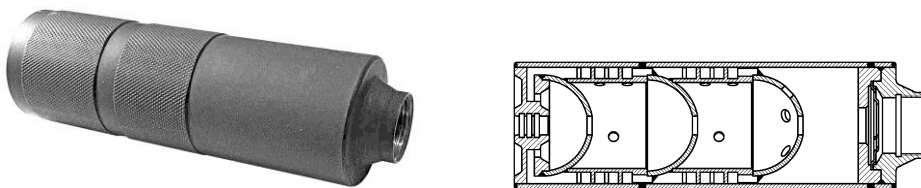


Рис. 2

Розсікач без центральної трубки з периферійними лабіринтно-вихровими контурами відведення газів. Прилад чотирикамерний з титану. Перша камера утворена корпусом приладу, гільза якого має внутрішній діаметр Ø46,0 мм,

штуцером і півсферою. Півсфера першої камери має центральний прохідний отвір $\text{Ø}7,5$ мм і п'ять дренажних $\text{Ø}5,0$ мм.

Друга і третя камери утворені двома півсферами (без дренажних отворів) і периферійними лабіринтно-вихровими контурами, які мають по 8 дренажних отворів $\text{Ø}4$ мм, кожен в пазі і розташований під кутом 90° .

Четверта камера утворена півсферою і кришкою. Кришка, штуцер і півсфери мають центральний прохідний отвір $\text{Ø}7,5$ мм. Кришка має дванадцять отворів $\text{Ø}3$ мм, через які газовий потік з лабіринтно-вихрового контуру перетікає в кільцеву проточку кришки і надходить в корпус приладу.

ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм.

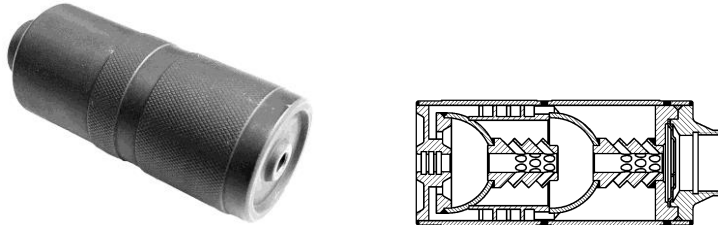


Рис. 3

Розсікач з периферійними лабіринтно-вихровими контурами відведення газів. Прилад трьохкамерний з титану. Перша камера утворена корпусом приладу, штуцером і півсферою. Вершина півсфери зв'язана зі штуцером, газоводи з нахиленими отворами (три ряди по 6 отворів $\text{Ø}3$ мм).

Друга камера утворена двома напівсферами і газовадами з похилими отворами (три ряди по 6 отворів $\text{Ø}3$ мм) і периферійними лабіринтно-вихровими контурами.

Третя камера утворена півсферою і кришкою. Штуцер, газоводи, півсфери і кришка мають прохідні отвори $\text{Ø}7,5$ мм, крім того в кришці дванадцять отворів $\text{Ø}3$ мм, через які виходить газовий потік.

ПСУЗВ-11Т.12-5,45 мм. ПСУЗВ-11Т.12-5,45 мм для оцінки ефективності нових приладів використовується як еталон, його ефективність становить (25 – 34) дБА; довжина 145 мм; діаметр 43 мм; маса 435 г.

Розрахунок і вимір ефективності малогабаритних приладів. Розрахунок ефективності приладів ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм і ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм проведено за методикою, описаною в [5, 23, 24]. Працездатність методики і правильність моделювання газодинамічного процесу заповнення системи пов'язаних об'ємів підтверджено експериментом. Відхилення результатів теоретичних розрахунків і експериментальних даних становить в середньому близько 14 %, що перевірено експериментально відпрацюванням великої кількості приладів різних конструктивних схем.

Результати розрахунку ефективності зниження рівня звуку пострілу створених ПЗРЗП наведено в табл. 4 [5].

Таблиця 4 – Результати розрахунку ефективності зниження рівня звуку пострілу створених ПЗРЗП

Найменування ПЗРЗП	Розрахункова ефективність зниження рівня звуку пострілу ПЗРЗП для автомата АКС-74У, дБА
ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм	31,3
ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм	29,2
Еталонний прилад ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм	32,6

Порівняльні випробування компактних глушників для короткоствольних автоматів. Мета – оцінка ефективності роботи створених ПЗРЗП.

Випробування ПЗРЗП проводилися з використанням 5,45 мм автоматів Калашникова АКС-74У патронами ПС (5,45×39) зі сталевим сердечником, індекс 7Н6.

Об'єкт випробувань – два ПЗРЗП, виготовлені відповідно до технічних умов.

В результаті проведених випробувань встановлено, що еталонний прилад має високу ефективність і кучність. Звук в закритому просторі у ПСУЗВ-11Т.12-5,45 мм комфортний, відлуння відчувається в стороні.

ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм має близькі показники параметрів з еталонним приладом. Звук в закритому просторі трохи голосніший. Відлуння відчувається в стороні від стрільця.

ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм більш відчутний. Прилад має постійний викид іскор. Кучність висока (7 см / 70 м) і постійна, гріється слабо.

Аналіз даних, наведених в табл. 5, показує, що розрахункова і експериментальна ефективності мало відрізняються, приблизно на 5 %. Порівнюючи характеристики іноземних глушників із запропонованими видно, що глушники ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм і ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм мають характеристики, які можна порівняти з показниками кращих зарубіжних аналогів.

Таблиця 5 — Порівняння розрахункової і експериментальної ефективності зниження рівня звуку пострілу трьох ПЗРЗП для зброї кал. 5,45 мм

Найменування параметра	Значення параметра ПЗРЗП		
	ПСУЗВ-11ТМ.12-5,45 мм	ПСУЗВ-06Т.19-5,45 мм	ПСУЗВ-07Т.19-5,45 мм
Кількість камер, шт.	5	4	3
Об'єм приладу, мм ³	173174	174390	113000
Об'єм камери 1, мм ³ / частина об'єму приладу, %	35591 / 20,6	51100 / 29,4	45710 / 40,5
Ефективність розрахункова для АКС-74У, дБА	32,60	31,30	29,20
Ефективність виміряна для АКС-74У, дБА	34,00	32,50	30,40

Таким чином, створено компактні і надійні глушники звуку пострілу для автоматів з коротким стволом, які по ефективності зниження рівня звуку пострілу не поступаються кращим зарубіжним зразкам, мають ресурс не менше 5000 пострілів, покращують умови ведення вогню і його результати, мають мінімальні габарити і можуть використовуватися з короткоствольними автоматами будь-якого типу підрозділів спеціального призначення.

1. *Попенкер М. Р.* Штурмовые винтовки мира. М.: АСТ, СПб.: Полигон, 2007. 383 с.
2. *Волковский Н. Л.* Силы специальных операций. История, применение, вооружение, оснащение. С.-Петербург: Полигон, АСТ, МСМХСХVI. 368 с.
3. *Ардашев А. Н., Федосеев С. П.* Оружие спецназа. М.: Яуза, Эксмо, 2008. 608 с.
4. *Шунков В. Н., Шунков В. Н.* Энциклопедия новейшего стрелкового оружия. М.: АСТ, Мн.: Харвест, 2006. 560 с.
5. *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: Институт технической механики НАН Украины и НКА Украины, 2008. 303 с.
6. URL: <http://gutierr3dn.ru/blog/sielencers/2011-06-11-6> (Дата звернення 30.01.2020).
7. URL: <http://word.guns.ru/assault/usa/colt-car-15-xm-177-2.html> (Дата звернення 30.01.2020).
8. URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%82-224> (Дата звернення 30.01.2020).
9. URL: <http://www.fort.vn.ua/ua/produkcija/avtomatichnazbroja/shturmova-gvintivka-fort-224.html> (Дата звернення 30.01.2020).
10. URL: http://calibr.ucoz.ru/publ/avtomaticheskoe_oruzhie/ssha/avtomat_modeli_colt_commando_car15_xm177-model-933/3-1-0-53 (Дата звернення 30.01.2020).
11. URL: http://gun.ucoz.ua/index/colt_mod933_commando_ssha/0-332 (Дата звернення 30.01.2020).
12. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова укороченному АКС-74У (АКС-74УН2). Москва: Военное издательство, 1983. 159 с.
13. Конкурс на поставку глушителей морской пехоте США. URL: <https://kalashnikov.ru/konkurs-na-postavku-glushilej-morskoj-pehote-ssha/> (Дата обращения 28.08.2017).
14. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї: патент 108783 Україна. МПК F41A 21/20. №а 2013 10602 : заявл. 02.09.13 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 11. – 8 с.
15. *Paulson Alan C.* Silencer. History and Performance. Volume 1, Sporting and Tactical Silencer. USA, Boulder, Colorado: Paladin Press, 1996. 354 p.
16. URL: <http://www.stewershaw-firearms.co.uk/moderators.html> (Дата звернення 30.01.2020).
17. SURFIRE Sound Suppressors Catalog. Проспект-каталог фирмы «Сюрфайр», 2009 – 2010. 31 с.
18. URL: www.TACTICALYELLOW-WISTOR.NET (дата звернення 01.10.2020).
19. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї: патент 94790 Україна: МПК (2011.01), F41A 21/30 (2006.01), F41A 17/00. Заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України та НКА України. *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Авдеев А. М., Пугач С. О., Скорик О. Д.*; №а200908628; заявл. 17.08.09; опубл. 10.06.2011; Бюл. № 11. 12 с.
20. Глушник звуку пострілу стрілецької зброї: патент 95693 Україна: МПК (2011.01), F41A 21/30 (2006.01), F41A 17/00. Заявник і патентовласник Інститут технічної механіки НАН України та НКА України. *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Пугач С. О., Скорик О. Д., Стрельников Г. О., Авдеев А. М.*; № а200913359 : заявл. 22.12.09 ; опубл. 25.08.2011, Бюл.№ 16. 12 с.
21. *Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Пугач Е. О., Скорик А. Д., Авдеев А. Н.* Глушитель звука выстрела для снайперского оружия. Техническая механика. 2010. № 2. С. 52–61.
22. *Коновалов Н. А., Пилипенко О. В., Поляков Г. А., Стрельников Г. А., Скорик А. Д., Авдеев А. Н.* Глушитель звука выстрела стрелкового оружия с коническими перегородочными элементами. Техническая механика. 2011. № 1. С. 86–98.
23. *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.
24. *Коновалов М. А., Пилипенко О. В., Кваша Ю. О., Січевий О. В., Скорик О. Д., Стрельников Г. О.* Безшумна автоматична вогнепальна зброя: Підручник. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2011. 346 с.

Отримано 15.10.2020,
в остаточному варіанті 03.11.2020