

Кохан В.В., Дудник Т.Г., Сивораक्षा Д.В., Телевна Т.П. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ БРОНЮВАННЯ КАБІНИ ЕКІПАЖУ ВЕРТОЛЬОТУ ТИПУ МИ-8

Враховуючи гостру необхідність в захисті екіпажу вертольоту типу Ми-8 від стрілецької зброї під час виконання ними бойових завдань та відсутності в лавах Збройних Сил України прозорої броні для даного типу вертольоту, було вирішено провести теоретичні та експериментальні дослідження в напрямку бронювання кабін екіпажу вертольотів типу Ми-8.

Ключові слова: вертоліт, броньоване скло, стрілецька зброя, вузли кріплення, кабіна екіпажу, експериментальні дослідження.

Постановка проблеми. Сучасний вертоліт має бути автономною багатоцільовою машиною з підвищеними ударними можливостями, довготривалістю, дальністю польотів та бойовою живучістю. У сучасній війні вертоліт зобов'язаний виконувати широкий спектр завдань, починаючи з доставки вантажів безпосередньо в район ведення бойових дій і закінчуючи знищенням живої сили та техніки супротивника. Виконання цих завдань супроводжується інтенсивним впливом на вертоліт різноманітної зброї, зокрема, стрілецької зброї, внаслідок чого можливі ураження екіпажу, систем та обладнання літального апарату. Штатна броня знижує оглядовість, що не безпечно для польотів на гранично малих висотах.

Актуальність дослідження. Зважаючи на пошкоджуваність скла кабіни екіпажу вертольотів типу Ми-8 саме від стрілецької зброї (під час виконання бойових завдань в антитерористичній операції 2014 року) виникла нагальна потреба захисту льотного екіпажу, систем та агрегатів кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8 від впливу вражаючих засобів (куль та уламків боєприпасів).

Передбачаючи актуальність зазначеної тематики, Командуванням Повітряних Сил Збройних Сил України та Командуванням Сухопутних військ Збройних Сил України ініційовано проведення науково-дослідної роботи (НДР) “Дослідження можливості бронювання кабін вертольотів типу Ми-8 за рахунок встановлення броньованого скла” в інтересах Збройних Сил України, в ході проведення якої набуло суттєвого значення питання проведення випробувань прозорої броні.

Отже, постало питання щодо визначення можливості застосування на вертольотах типу Ми-8 броньованого скла, оцінки ефективності та безпеки його застосування для бронювання кабін вертольотів типу Ми-8.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідженнями властивостей прозорої броні займався Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України. Було проведено випробування склоблоків товщиною від 12 до 71 мм. У результаті випробувань надані відповідні результатами та рекомендації, які враховано під час дослідницьких стендових випробувань зразків пакету броньованого скла на кулетривкість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досліджень, присвячених питанням пробиття матеріалів, достатньо багато. Такі дослідження проводили В.Г. Баженов, Г. Бен-Дор, Т. Ельперін, М. Серр, Ю.С. Уржумцев, М.В. Банічук [1]. Але вони стосуються, як правило, однорідних несквітлопрозорих матеріалів і мають експериментальний характер. Це, насамперед, пояснюється складністю описання процесу пробивання багатошарових конструкцій. Окремими питаннями впливу локалізованих навантажень на одношарові та багатошарові конструкції займалися Дж.Н. Редді, А. Миравете, В.П. Ольшанський, Р. Капанія, А. Нозіер, М. Пирсон [2]. Ці дослідження надзвичайно важливі для аналізу

впливу уламків на багат шарове скло. Прямих аналогів систем диференційованого прозорого захисту авіаційного скління кабін пілотів на основі базових броньованих склоелементів на даний час немає.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Під час проведення досліджень щодо можливості бронювання кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8 було акцентовано увагу саме на захисті льотного екіпажу, систем та агрегатів кабіни екіпажу. Але, до захисту, додається ще одна проблема, яка потребує глибокого та різностороннього дослідження – це проблема міцності. Міцність як самих вузлів кріплення броньованого скла так і міцність кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8, після дообладнання броньованим склом вцілому.

Основна частина. Першим етапом експериментальних досліджень були лабораторні (стендові) дослідження. На базі балістичної лабораторії проведені дослідницькі стендові випробування зразків пакету броньованого скла на кулетривкість. Зазначені випробування проводились випробувальною бригадою Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІ ВС ОВТ) із залученням фахівців ПрАТ “НВО “Практика” та ТОВ “Спецтехскло А”.

На випробування ПрАТ “НВО “Практика” та ТОВ “Спецтехскло А” надали зразки кулетривкого скла розміром 500x500 мм, товщиною 12 мм та 18 мм. Метою дослідницьких стендових випробувань було визначення ступеню захисту пакету броньованого скла. Клас кулетривкості зразків визначався згідно [3]. Обстріл зразків проводився кулями 9 мм пістолетного набою, інд. 57-Н-181с (пістолет Макарова), кулями 7,62 мм пістолетного набою, інд. 57-Н-134с (пістолет Токарева) та кулями 5,45 мм, інд. 7Н6 (автомат АК-74) при температурі навколишнього повітря 4,6 °С та вологості повітря 90 %.

За результатами виконаних оцінок встановлено:

1) за результатами випробувань надані зразки ТОВ “Спецтехскло А” товщиною 12 мм підтвердили клас тривкості СК1, зразки товщиною 18 мм – СК2.

Зразки, надані ПрАТ “НВО “Практика”, товщиною 12 мм не підтвердили клас тривкості СК1 – не кулетривкі, зразки товщиною 18 мм – підтвердили клас тривкості СК2;

2) зразок товщиною 18 мм виробництва “Спецтехскло А” витримав дію куль 5,45 мм, інд. 7Н6 автомата Калашнікова АК-74 з відстані 150 м. Зразок товщиною 18 мм виробництва ПрАТ “НВО “Практика” витримав дію куль 5,45 мм, інд. 7Н6 автомата Калашнікова АК-74 з відстані 200 м.

Повний аналіз та матеріали проведених дослідницьких стендових випробувань зразків пакету броньованого скла на кулетривкість наведений в [4] у рамках виконання науково-дослідної роботи “Дослідження можливості бронювання кабіни вертольотів типу Ми-8 за рахунок встановлення броньованого скла”.

Наступним етапом експериментальних досліджень було проведення випробувальною бригадою ДНДІ ВС ОВТ за участю фахівців ДП “Авіакон” та ТОВ “Спецтехскло А” дослідницьких наземних випробувань броньованого скла кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8.

Метою дослідницьких наземних випробувань була оцінка захисних властивостей зразків броньованого скла, яка проводилась за результатами їх обстрілу одиночними пострілами кулею 5,45 мм набоєм, інд. 7Н6 (з автомата Калашнікова АК-74) в умовах полігону.

На наземні дослідницькі випробування ТОВ “Спецтехскло А” були представлені зразки кулетривкого скла бортового техніки та оглядового бокового (правого) скла (рис. 1, 2) товщиною 12 мм типу “Силікат”, 18 мм типу “Силікат” та 18 мм типу “Полікарбонат”, що призначені для захисту льотного екіпажу, систем та агрегатів кабіни.



Рис.1. Зразок броньованого скла бортового
техніка



Рис.2. Зразок оглядового бокового (правого)
броньованого скла

Для установки зразків кулетривкого скла ДП “Авіакон” на випробування було надано фрагмент фюзеляжу вертольоту типу Ми-8 (Рис.3) з кріпленням для утримування вище вказаних зразків (Рис.4, 5).



Рис.3. Фрагмент фюзеляжу вертольоту типу Ми-8 (вигляд 3/4)



Рис.4. Кріплення скла бортового
техніка



Рис.5. Кріплення оглядового бокового
(правого) скла

У процесі дослідницьких наземних випробувань були виконані оцінки за наступними напрямками:

- оцінка маси та габаритів зразків броньованого скла;
- оцінка рівня захисту зразків кулетривкого скла для бронювання кабіни вертольоту типу Ми-8;
- оцінка міцності та якості кріплення ферми скління кабіни вертольоту типу Ми-8 та кулетривкого скла;
- оцінка експлуатаційної документації дослідних зразків кулетривкого скла для бронювання кабіни вертольоту типу Ми-8;
- оцінка метрологічного забезпечення дослідницьких наземних випробувань.

За результатами виконаних перевірок та оцінок було встановлено, що:

1) розміри зразків броньованого скла відповідають розмірам аналогічного штатного скла кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8.

Маса зразків броньованого скла коливається в межах:

- скло бортового техніка товщиною 12 мм типу “Силікат” – (10,620...10,820) кг;
- скло оглядове бокове товщиною 12 мм типу “Силікат” – (10,595...10,790) кг;
- скло бортового техніка товщиною 18 мм типу “Силікат” – (15,150...15,325) кг;
- скло оглядове бокове товщиною 18 мм типу “Силікат” – (15,720...15,790) кг;
- скло бортового техніка товщиною 18 мм типу “Полікарбонат” – (14,155...14,240) кг;
- скло оглядове бокове товщиною 18 мм типу “Полікарбонат” – (14,535...14,700) кг;

2) конструкція вузлів кріплення броньованого скла кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8 забезпечує надійну фіксацію броньованого скла до несучої системи кабіни вертольоту (Рис.6а, б).



а)



б)

Рис.6. Зразки броньованого скла, закріплені на фрагменті фюзеляжу вертольоту типу Ми-8

Під час наземних випробувань зафіксовано влучання 8-ми куль у вузли кріплення та стійки. Спостерігається деформація елементів кріплення безпосередньо у місті влучання без втрати здатності утримувати зразок броньованого скла на місті його установки. Вузли кріплення зразка і обшивка вертольоту між елементами броньованого скла потребують додаткового балістичного захисту;

3) зразок броньованого скла товщиною 12 мм типу “Силікат” витримав дію кулі 5,45 мм набої, інд. 7Н6 (із автомата Калашнікова АК-74) з відстані 400 метрів.

Зразок броньованого скла товщиною 18 мм типу “Силікат” витримав дію кулі 5,45 мм набої, інд. 7Н6 (із автомата Калашнікова АК-74) з відстані 150 метрів.

Зразок броньованого скла товщиною 18 мм типу “Полікарбонат” витримав дію кулі 5,45 мм набої, інд. 7Н6 (із автомата Калашнікова АК-74) з відстані 100 метрів.

Повний аналіз та матеріали проведених дослідницьких наземних випробувань броньованого скла кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8 наведений в [5].

Завершальним етапом експериментальних досліджень був етап дослідницьких льотних випробувань вертольоту Мі-8МСБ-В з броньованим склом товщиною 18 мм (типу “Полікарбонат”) виробництва ТОВ “Спецтехскло А”.

Для проведення дослідницьких льотних випробувань прийнято рішення виділити вертоліт Мі-8МСБ-В зі встановленим броньованим склом кабіни екіпажу. У зв’язку з відсутністю допуску ДП “Авіакон” до зміни типової конструкції вертольоту типу Мі-8МСБ та неспроможності виконання розрахунків на міцність кабіни екіпажу, було запропоновано керівництву ПАТ “Мотор Січ” долучитись до виконання НДР, у якості співвиконавця з наступними функціями:

- виконання розрахунків на міцність кабіни екіпажу (з використанням виконаних ДП “Авіакон” розрахунків на міцність вузлів кріплення скла – за взаємною згодою);

- адаптація кабіни екіпажу для подальшого монтажу зразків броньованого скла на вертоліт (з використанням виготовлених ДП “Авіакон” вузлів кріплення – за взаємною згодою);

- авторське супроводження робіт зі зміни типової конструкції вертольоту Мі-8МСБ-В (на період виконання НДР та подальшої експлуатації);

- гарантійне супроводження експлуатації типової конструкції (на період дії гарантійних зобов’язань після виконання капітального ремонту).

Випробувальною бригадою ДНДІ ВС ОВТ за участю фахівців ПАТ “Мотор Січ” та ТОВ “Спецтехскло А” на базі ПАТ “Мотор Січ” (м. Запоріжжя) були проведені дослідницькі льотні випробування вертольоту Мі-8МСБ-В зі встановленим броньованим склом кабіни екіпажу (Рис.7).



Рис.7. Вертоліт Мі-8МСБ-В зі встановленим броньованим склом кабіни екіпажу

Метою дослідницьких льотних випробувань було визначення зміни основних технічних та експлуатаційних характеристик вертольоту Мі-8МСБ-В після встановлення броньованого скла товщиною 18 мм, визначення можливості використання броньованого скла товщиною 18 мм на вертольотах типу Ми-8, оцінка ефективності та безпеки застосування броньованого скла для бронювання кабін вертольотів типу Ми-8, визначення особливостей використання броньованого скла товщиною 18 мм на вертольотах типу Ми-8 та особливостей експлуатації вертольоту типу Ми-8 з встановленим броньованим склом, отримання вихідних даних для відпрацювання тактико-технічних (загальних) вимог до вертольотів типу Ми-8 (в частині, що стосується встановлення броньованого скла), відповідно затверджених Програми та Методики дослідницьких льотних випробувань вертольоту Мі-8МСБ-В.

У процесі дослідницьких льотних випробувань були виконані оцінки та перевірки за наступними напрямками:

- перевірка повноти та якості документації на вертоліт, броньоване скло та вузли кріплення, що надаються на випробування;
- перевірка комплектності, схеми розміщення і якості монтажу броньованого скла;
- визначення зміни масових та центрівальних даних вертольоту з встановленим броньованим склом;
- оцінка зручності монтажу, демонтажу та хронометраж часу обслуговування;
- перевірка ефективності роботи штатної системи повітряного обдуву скла;
- оцінка міцності вузлів кріплення броньованого скла та кабіни екіпажу з встановленим броньованим склом;
- оцінка світлопроникності броньованого скла;
- оцінка викривлення закабінного простору, створюваного броньованим склом;
- оцінка ергономічного забезпечення та технічної естетики;
- оцінка безпеки польотів, надійності, контролепридатності та технологічності;
- оцінка рівня стандартизації та уніфікації;
- оцінка живучості та стійкості зразка до впливу факторів зовнішнього середовища;
- перевірка умов та можливостей аварійного покидання вертольоту;
- оцінка метрологічного забезпечення випробувань.

За результатами виконаних перевірок та оцінок було встановлено:

1. Надана експлуатаційна документація за своїм змістом дозволяє здійснювати технічну та льотну експлуатацію вертольоту зі встановленим броньованим склом.
2. Комплектність схеми розміщення і якість монтажу броньованого скла в цілому відповідає вимогам експлуатаційної документації.
3. Після встановлення броньованого скла розрахункова маса порожнього вертольоту збільшилась на 45 кг, положення центру мас змістилось вперед на 19 мм.
4. Монтаж та хронометраж часу на встановлення броньованого скла відповідає експлуатаційній документації.
5. Перевірка ефективності роботи штатної системи повітряного обдуву скла виконана шляхом візуального огляду дослідних зразків броньованого скла виконувалась під час наземного опробування двигунів та випробувальних польотів. Під час польоту штатною системою обдуву зафіксовано незначне відпотівання броньованого скла.
6. Оцінка міцності вузлів кріплення броньованого скла та кабіни екіпажу з встановленим броньованим склом відповідає розрахункам на міцність, наданим ПАТ “Мотор Січ”.
7. Показники оптичних викривлень встановленого броньованого скла відповідають проєкту ТУ У 23.1-36934182-040:2019.
8. Оцінка ергономіки та технічної естетики:
 - зовнішній огляд предметів крізь броньоване скло та прозорість броньованого скління загалом достатні;

- зовнішній огляд предметів крізь броньоване скло, встановленого на заміну скла бортового техніка має незначне викривлення простору внизу, яке не впливає на загальний огляд;

- бокове ліве оглядове скло має незначні механічні пошкодження в результаті виконання робіт під час монтажу (хвилястість зображення предметів крізь нього);

- бокове праве оглядове скло має незначні механічні пошкодження (шкребки в результаті виконання робіт під час монтажу);

- технічне виконання бокового лівого оглядового скла та бокового правого оглядового скла зовні кабіни має технологічний, виступаючий назовні кабіни, виступ на товщину скла (естетичне виконання бронювання виділяє броньоване скління);

- технічне виконання броньованого скла, яке встановлене на заміну скла бортового техніка, має виступ в середину кабіни екіпажу на товщину скла.

9. Можливість виконання польотів вночі з окулярами нічного бачення забезпечується.

Повний аналіз та матеріали проведених дослідницьких льотних випробувань вертольоту Мі-8МСБ-В з встановленим броньованим склом кабіни екіпажу наведений в [6], який затверджений командувачем Сухопутних військ ЗС України та командувачем Повітряних Сил.

Висновки: В ході проведення експериментальних досліджень отримані наступні дані:

- зразки, надані ТОВ “Спецтехскло А” товщиною 12 мм, підтвердили клас тривкості СК1, зразки товщиною 18 мм – СК2;

- зразки, надані ПрАТ “НВО “Практика” товщиною 12 мм, не підтвердили клас тривкості СК1 – не кулетривкі, зразки товщиною 18 мм – підтвердили клас тривкості СК2;

- зразок товщиною 18 мм виробництва “Спецтехскло А” витримав дію куль 5,45 мм, інд. 7Н6 автомата Калашнікова АК-74 з відстані 150 м. Зразок товщиною 18 мм виробництва ПрАТ “НВО “Практика” витримав дію куль 5,45 мм, інд. 7Н6 автомата Калашнікова АК-74 з відстані 200 м.

Проведені наземні дослідницькі випробування дозволяють встановити, що відстань непробиття зразків броньованого скла бортового техніка та оглядового бокового скла, наданих ТОВ “Спецтехскло А”, складає:

– скло товщиною 12 мм типу “Силікат” – 400 м;

– скло товщиною 18 мм типу “Силікат” – 150 м;

– скло товщиною 18 мм типу “Полікарбонат” – 100 м.

Міцність конструкції вузлів кріплення зразка достатня, забезпечує необхідні статичні та динамічні запаси міцності, але потребує додаткового балістичного захисту.

Основні технічні та експлуатаційні характеристики вертольоту Мі-8МСБ-В зі встановленим броньованим склом кабіни екіпажу в цілому відповідають загальним вимогам до бронювання кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8. Впливу броньованого скла на технічні характеристики вертольоту не відбувалось. Підтверджена можливість застосування броньованого скла на вертольотах типу Ми-8 (у тому числі при польотах вночі з окулярами нічного бачення).

Особливостей експлуатації вертольоту Мі-8МСБ-В з встановленим броньованим склом кабіни екіпажу не виявлено. Броньоване скло може бути допущене до проведення подальших випробувань в рамках виконання дослідно-конструкторських робіт з модернізації вертольотів типу Ми-8/Ми-17.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баженов В.Г. Экспериментально-теоретический анализ нестационарных процессов взаимодействия деформируемых ударников с грунтовой средой / В.Г. Баженов и др. // Журнал “Прикладная механика и техническая физика”. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2001. – Т. 42. – № 6.

2. Дж. Н. Редди. Практический анализ ламинированных композитных конструкций, 3-е издание. – CRC Press, Флорида, 1955.

3. Скло в будівництві. Захисне скління. Випробування та класифікація за кулетривкістю (EN 1063:1999, MOD): ДСТУ 4546:2006. [Чинний від 2006-04-06]. – Київ: Держспоживстандарт, 2006. – (Національний стандарт України).

4. Акт № 80/17101-024 дослідницьких стендових випробувань зразків пакету броньованого скла на кулетривкість в рамках виконання науково-дослідної роботи “Дослідження можливості бронювання кабін вертольотів типу Ми-8 за рахунок встановлення броньованого скла (тема №17101-024, шифр “Захист”)”, затверджений начальником авіації Командування Повітряних Сил Збройних Сил України та начальником армійської авіації Командування Сухопутних військ Збройних Сил України 04.05.2018. – Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2018. – 67 с. – Інв.№ 1804.

5. Акт № 102/17101-024 дослідницьких наземних випробувань броньованого скла кабіни екіпажу вертольоту типу Ми-8 в рамках виконання науково-дослідної роботи “Дослідження можливості бронювання кабін вертольотів типу Ми-8 за рахунок встановлення броньованого скла (тема №17101-024, шифр “Захист”)”, затверджений командувачем Сухопутних військ Збройних Сил України 18.04.2019 та командувачем Повітряних Сил Збройних Сил України 28.05.2019. – Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2019. – 80 с. – Інв.№ 2272.

6. Акт № 149/17101-024 дослідницьких льотних випробувань вертольоту Мі-8МСБ-В зі встановленим броньованим склом кабіни екіпажу в рамках виконання науково-дослідної роботи “Дослідження можливості бронювання кабін вертольотів типу Ми-8 за рахунок встановлення броньованого скла (тема №17101-024, шифр “Захист”)”, затверджений командувачем Сухопутних військ Збройних Сил України та командувачем Повітряних Сил Збройних Сил України. – Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2021. – 35 с.

Кохан В’ячеслав Володимирович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-3372-7612>

E-mail: khnvcslv@gmail.com

+38-063-944-20-27

Дудник Тарас Григорович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-5885-7942>

E-mail: ltg.dudnyk@gmail.com

+38-067-421-29-48

Сиворакша Дмитро Вікторович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-0715-7858>

E-mail: sdv1976@ukr.net

+38-093-148-92-18

Viacheslav Kokhan

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3372-7612>

E-mail: khnvcslv@gmail.com

+38-063-944-20-27

Taras Dudnyk

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5885-7942>

E-mail: ltg.dudnyk@gmail.com

+38-067-421-29-48

Dmytro Sivoraksha

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0715-7858>

E-mail: sdv1976@ukr.net

+38-093-148-92-18

Телевна Тетяна Петрівна

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7767-6311>
E-mail: tanyatelevna@gmail.com
+38-095-139-43-95

Tetiana Televna

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7767-6311>
E-mail: tanyatelevna@gmail.com
+38-095-139-43-95

RESEARCH OF POSSIBILITY OF ARMOURING A CABIN OF TYPE Mi-8A HELICOPTER

V Kokhan, T Dudnyk, D Sivoraksha and T Televna

Given an urgent need to protect a crew of the type Mi-8 helicopter from firearms in the course of combat missions and lack of transparent armor for this type of helicopter in the Armed Forces of Ukraine, it was decided to conduct a theoretical and experimental research with regard to armouring a cabin of type Mi-8 helicopter.

The first stage of experimental research was laboratory (bench) research.

Samples of bulletproof glass measuring 500x500 mm and 12 and 18 mm thick were provided for testing. The purpose of research bench tests was to determine the degree of protection of the armored glass unit. The samples were fired at with 9 mm pistol bullets, ind. 57-H-181c (Makarov pistol), bullets 7.62 mm pistol cartridge, ind. 57-H-134c (Tokarev pistol) and 5.45 mm bullets, ind. 7H6 (AK-74 assault rifle).

The next stage of experimental research was to conduct research ground tests of armored glass of a Mi-8 helicopter crew cabin.

The purpose of research ground tests was to evaluate the protective properties of armored glass samples, based on the results of their firing with a single 5.45 mm bullet shots, ind. 7H6 (AK-74 assault rifle) at the shooting range.

Samples of armoured glass of the on-board technician and sight (right) glass intended for protection of the flight crew, systems and units of the cabin were presented for ground research tests.

The final stage of experimental research was the stage of research flight tests of the Mi-8MSB-B helicopter with 18 mm thick armored glass.

The purpose of research flight tests was as follows:

to determine changes in the main technical and operational characteristics of Mi-8MSB-B helicopter after installation of 18 mm thick armored glass;

to determine the possibility of using 18 mm thick armored glass on Mi-8 helicopters;

to assess the effectiveness and safety of armored glass for armouring Mi-8 helicopters' cabins;

to determine peculiarities of using 18 mm thick armored glass on Mi-8 helicopters and peculiarities of Mi-8 helicopter operation with armored glass installed;

to obtain initial data for elaboration of tactical and technical (general) requirements for helicopters Mi-8 (particularly concerning the installation of armored glass), approved by Testing Program and Procedure for research flight tests of Mi-8MSB-B helicopter.

Keywords: *helicopter, armored glass, small arms, mounting point, crew cabin, experimental research.*