Товариство з обмеженою відповідальністю
«Бункер ЮА»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ

Андрій ДУЖАК

„21“ березня 2023 р.

ВИСНОВОК

про результати вогневих випробувань фрагмента укриття

Замовник: Товариство з обмеженою відповідальністю «Бункер ЮА»

Шифр 21.03.2023

Науковий керівник роботи:
д.т.н.,професор, експерт **Євгеній КЛИМЕНКО**

Одеса – 2023

					21.03.2023	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		1

Зміст

		Стор.
	Вступ	4
1.	Програма проведення випробувань	3
2.	Результати випробувань	8
3.	Висновки	10
	Додатки	11

Вступ

В 2022 році ТОВ «Бункер ЮА» розроблені «Проєктні рішення експериментальної захисної споруди модульного укриття із великорозмірних залізобетонних елементів», шифр МУ-122022.

Модульна залізобетонна споруда укриття представляє собою будівлю, що виконана із окремих збірних панелей, які з'єднані за допомогою сталевих закладних деталей на зварюванні. Панелі поділяються на фундаментні плити, панелі покриття, бічні стінові панелі та поперечні стіни-діафрагми.

Обварювання усіх закладних деталей окремих елементів забезпечує сумісну просторову роботу споруди та достатню жорсткість.

З метою перевірки виконання основних вимог до укриття, а саме: опирання впливу дії осколково-фугасних боєприпасів було прийняте рішення щодо проведення вогневих випробувань.

Актуальність роботи: робота актуальна в розрізі визначення ступеню опирання впливу дії осколково-фугасних боєприпасів.

Експертом за вищевказаною проблемою виступав Клименко Євгеній Володимирович (кваліфікаційних сертифікат відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єктів архітектури експерта серії АЕ № 000455) (відповідальний виконавець).

Роботи з визначення ступеню обпирання впливу дії осколково-фугасних боєприпасів і розробка висновку виконувалась у березні 2023 р.

Об'єкт досліджень – модель (фрагмент) модульної залізобетонної споруди укриття.

1. Програма вогневих випробувань фрагмента залізобетонного укриття

Призначення укриття. Мобільні багатоцільові укриття мають військово-медичне та цивільне призначення. Використовується для укриття від куль, осколків боєприпасів та частин будівельних конструкцій під час обстрілів та бомбувань, як на арені бойових дій, так і в тилу. Споруда має три основних напрямки використання:

- бойове (на передньому краю фронту, в місцях скупчення людей (зупинки громадського транспорту, освітні заклади тощо) в населених пунктах тилу;
- медичне – для прийняття та надання першої медичної допомоги пораненим в прифронтовій зоні;
- цивільне – використання в якості кав'ярень, торгівельних кіосків тощо.

Методи випробування. Вогняні випробування проводяться впливом на дослідний зразок боєприпасів згідно табл. 1 в порядку збільшення навантаження.

Таблиця 1

Етап №	Назва впливу	Кіл.	Примітка
1	Підрив 120 мм міни типу ОФ 843 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди	1	
2	Підрив танкового снаряда 125 калібра А-IX-2 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди. Коефіцієнт по тротиловому еквіваленту 1,5. 3,402×1,5. А-IX-2 – потужна вибухова (бризантна) речовина, що складається із суміші гексогена (73%), алюмінієвої пудри (23%) та воска (парафіна або церезіна (4%), який використовується в якості флегматизатора.	1	
3	Підрив 152 снаряду на відстані 1000 мм від фрагмента споруди	1	

Дослідні зразки. Дослідні зразки представляють собою «карнизний» вузол укриття та складаються з двох зварених на місці монтажу плит, виготовлених за технологією виготовлення укриття. Конструкція дослідних плит наведена в додатку даної програми.

Дослідна установка. Дослідна установка представляє собою два масивні (блоки стін підвалів шириною 600 мм з закладними деталями зверху для кріплення опор). Від здвигу в горизонтальному напрямку блоки закріплюються анкерами. На кожній опорі (розрахунковий проліт плит становить 5700 мм) встановлюються металеві опори, зважені зі швелера № 16. Габаритні розміри опори 300 (внизу)×650 мм, матеріал – швелер № 16. Технологія виготовлення залежить від виконавця.

Монтаж установка та дослідних зразків. Порядок монтажу наступний:

1. На рівну ґрунтову поверхню встановлюються фундаментні блоки так, щоб відстань між їх центрами була 5700 мм. В напрямку можливого здвигу блока на глибину не менше ніж 800 мм закопується товстостінна сталева труба діаметром 150 мм (може використовуватися, наприклад, залізобетонний стовпчик перерізом 150×150 мм), що має виступати над поверхнею земля не менше ніж на 600 мм. Ґрунт навколо труби має бути або не порушений (просвердлений отвір), або якісно ущільнений. Зазор між трубою і блоком заповнюється металевими пластинами.

2. Щільно до торцевих граней блоків встановлюється вертикальна плита.

3. На верхню поверхню блока встановлюються металеві опорні елементи і приварюються до закладних деталей блока.

4. На опорні елементи укладається в проєктне положення похила плита.

5. За допомогою закладних деталей плити зварюються між собою.

6. Шов між плитами забивається дрібнозернистим бетоном класу С 25/30.

Номенклатура дослідних зразків. Зразки мають одинакові розміри, але, залежно від призначення укриття відрізняються армуванням:

- зразок складається із з'єднаних плит 1 і 1а (дві арматурні сітки та фіброве дисперсне армування).

Випробування конструкцій впливами.

До початку випробувань проводиться ретельний огляд дослідних зразків з детальною фіксацією дефектів та пошкоджень.

Після кожного впливу (згідно таблиці 1) проводиться ретельний огляд дослідних зразків з детальною фіксацією пошкоджень, замальовуванням їх та фотофіксацією.

За момент руйнування зразка приймається перший проникаючий отвір в конструкції.

Вид дослідної установки показаний на рис. 1.

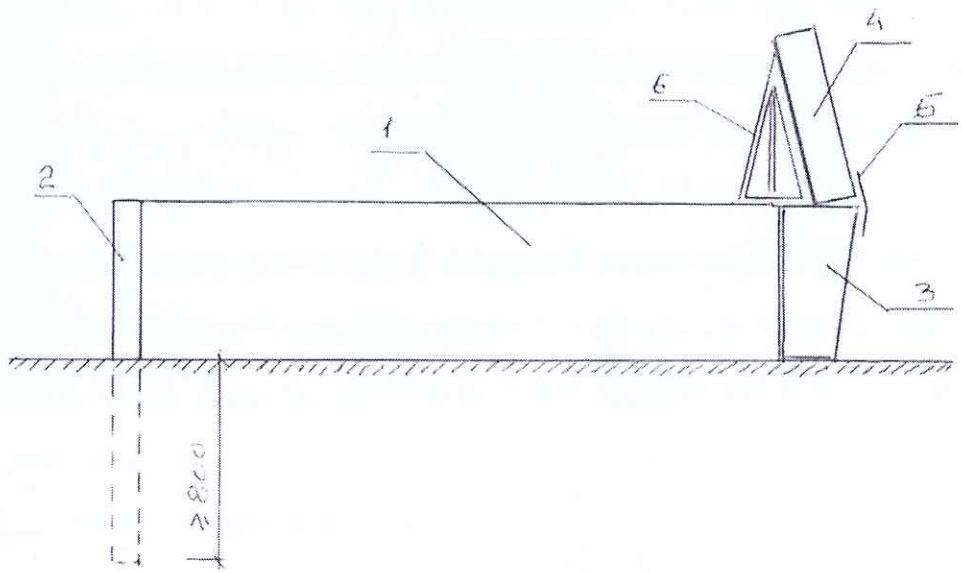


Рис. Схема випробувальної установки: 1 – бетонний блок 2400×600×600 мм з вбетонованою закладною деталлю (– 200×300×500 мм); 2 – упор; 3 – вертикальна плита; 4 – похила плита; 5 – закладна деталь 150×300×6 мм (зігнути на місці); 6 - металеві опорні елементи.

Під час випробування слід строго дотримуватися правил та вимог техніки безпеки щодо вогняних стрільб.

2. Результати випробувань

2.1. Визначення (контрольне) міцності бетону неруйнуючим методом.

Міцність бетону визначалася неруйнуючим методом за допомогою склерометра Шмідта С 181 8060 фірми Controls (Мілан, Італія). В цьому приладі реалізується метод пружного відскоку. Метод базується на кореляційній залежності між пружними характеристиками матеріалу та його міцністю. Склерометр розміщують на поверхні бетону і притискають його до поверхні з дедалі зусиллям, що збільшується. При досягненні певного зусилля стиснення пружина приладу вивільняється та наносить удар по поверхні бетону з однаковою енергією. За величиною відскоку бойка та величиною відбитка на поверхні бетону за допомогою градуювальної кривої визначається міцність бетону. Різне положення склерометра (що відрізняється від горизонтального) враховувалось введенням відповідних поправок. Місця експериментального визначення міцності визначалися на основі сумісного аналізу міцності матеріалів, з використанням методу Монте-Карло.

Фактичний клас бетону обох плит моделі не нижче ніж С25/30, що відповідає проєкту.

2.2. Випробування фрагмента.

2.2.1. Етап 1. Підрив 120 мм міни типу ОФ-843.

Підрив указаного снаряда призвів до локального незначного пошкодження поверхні бетону (рис. Б.5, рис. Б.6, рис. Б.7, рис. Б.8). Глибина пошкодження (вибоїн на поверхні бетону) та його глибина не перевищували товщини захисного шару бетону, для дослідних зразків – 20 мм. Опори плит не були пошкоджені.

2.2.2. Етап 2. Підрив танкового снаряда 125 калібра А-IX-2 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди. Коефіцієнт по тротиловому еквіваленту 1,5. 3,402×1,5. А-IX-2 – потужна вибухова (бризантна) речовина, що складається із суміші гексогена (73%), алюмінієвої пудри

(23%) та воска (парафіна або церезіна (4%), який використовується в якості флегматизатора.

В результаті даного впливу бетон конструкції був частково пошкоджений (рис. Б.9). На тильній стороні вертикальної плити з'явилися вертикальні нормальні до повздовжньої осі конструкції тріщини (посередині прольота панелі (в місці максимального згинального момента)) шириною розкриття 0,4 мм (рис. Б.10, рис. Б.13), що для залізобетонних конструкцій є максимально допустимою величиною (п.2.2.2.3 ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / Мінрегіонбуд України, – 2011 р.).

Одна опора була відірвана (рис. Б.12), а інша – в задовільному стані (рис. Б.11).

2.2.3. Етап 3. Підрив 152 мм снаряда типу ЗОФ29.

Для підриву снаряда на нього поклали 800 г тротилу (для детонації). Снаряд був розміщений з внутрішньої непошкодженої сторони плит. Однак, на жаль, трофейний снаряд дав осічку і не зірвався. Таким чином навантаженням на 3-му етапі був лише допоміжний заряд. Однак, і він призвів до руйнування конструкції. Після вибуху в ній утворилися наскрізні отвори в бетоні з оголенням арматури (рис. Б. 16, рис. Б. 17, рис. Б.18, рис. Б.19, рис. Б. 20, рис. Б. 21, рис. Б. 22). Кріплення обох опор – зруйноване.

3. Висновки

1. Дослідний фрагмент, який моделює роботу сховища в цілому, забезпечує захист від ураження 120 мм міни типу ОФ 843 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди.

2. Підрив танкового снаряда 125 калібра А-IX-2 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди потребує додаткового вивчення та випробувань. При ньому виникають пошкодження фрагментів споруди.

2. Подальший вибуховий вплив на модель призвів до її руйнування.



Додатки

Додаток А

Копії дозвільних документів

МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ

Серія АЕ № 000455

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ

відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єкта архітектури

Експерт
(найменування професії)

Виданий про те, що Клименко Євгеній Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: Експерт.

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі – Комісія) від _____ № _____

(рішенням відповідної секції Комісії

від 10.07.2012 № 4, затвердженим президією

Комісії 23.07.2012 № 4- Е).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб 23.07 2012 року

за № 434.

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом: Технічне обстеження будівель і споруд.

Дата видачі 23.07 2012 року

Голова (заступник голови) Атестаційної архітектурно-будівельної комісії _____ Барзилович Д.В.
(підпис) *(прізвище, ім'я, по батькові)*

М. П.

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АРБОЛ ІНЖИНІРИНГ»

СВІДОЦТВО

№ 1448

Видано про те, що

Клименко Євгеній Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Пройшов(ла) підвищення кваліфікації за напрямом

ЕКСПЕРТ

За програмами:

Загальний модуль підвищення кваліфікації відповідальних виконавців окремих видів робіт (послуг) пов'язаних із створенням об'єктів архітектури – експертів.

Програма підвищення кваліфікації відповідальних виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єктів архітектури. Спеціальний модуль. Технічне обстеження будівель та споруд.

Програми затверджені на засіданні Атестаційної архітектурно-будівельної комісії САМОРЕГУЛІВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ У СФЕРІ АРХІТЕКТУРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ «АСОЦІАЦІЯ ЕКСПЕРТІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ» (протокол №1 від 18.08.2015 року).

13 жовтня 2022 р. *Лариса ЗАЙКІНА*

Додаток Б

Фотофіксація процесу випробувань та стану будівельних конструкцій

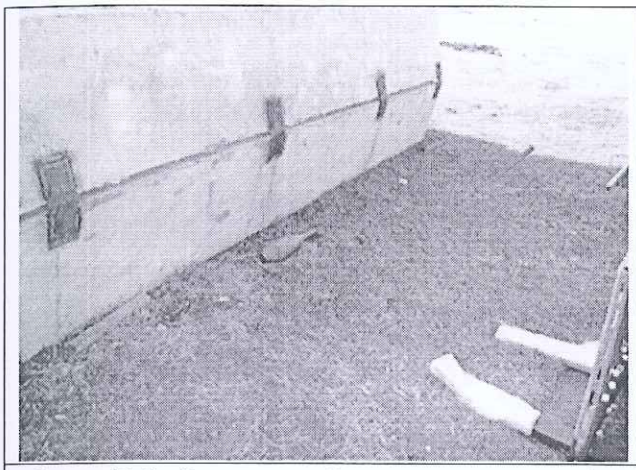


Рис. Б.1. Загальний вид конструкції (з фронту)

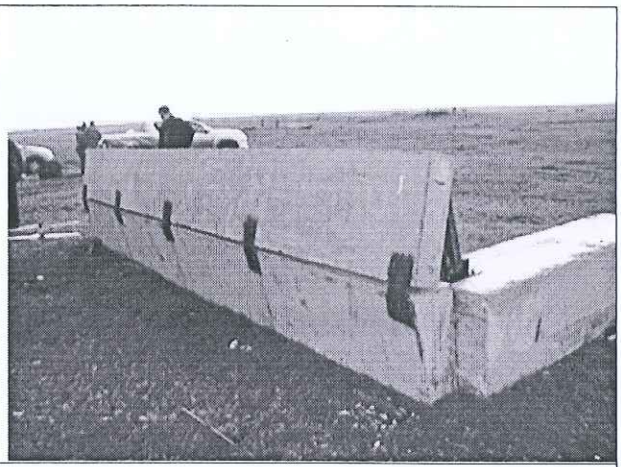


Рис. Б.2. Загальний вид конструкції (з боку)

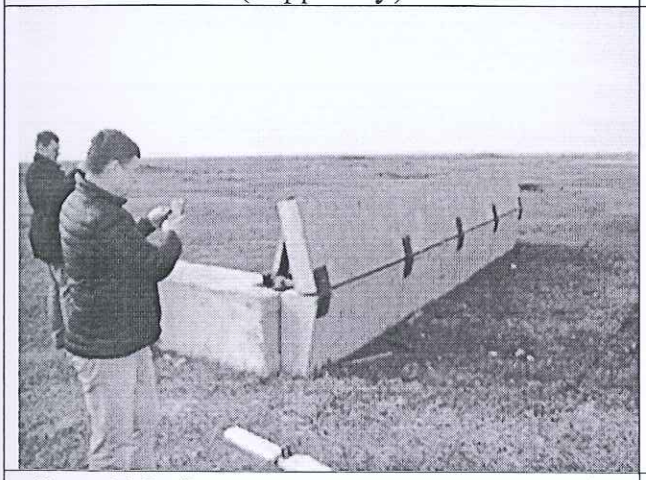


Рис. Б.3. Загальний вид конструкції

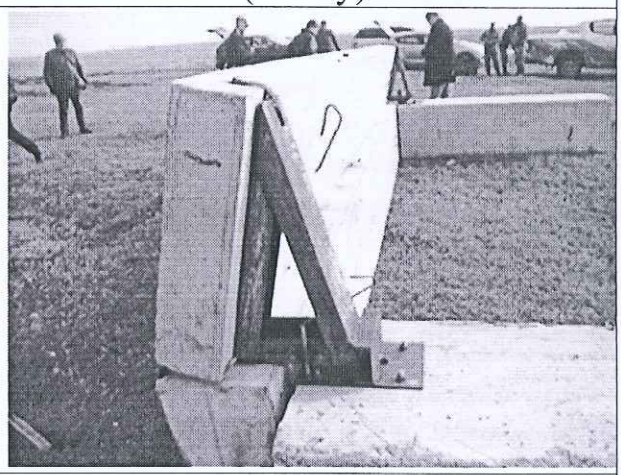


Рис. Б.4. Загальний вид конструкції (з тилу)

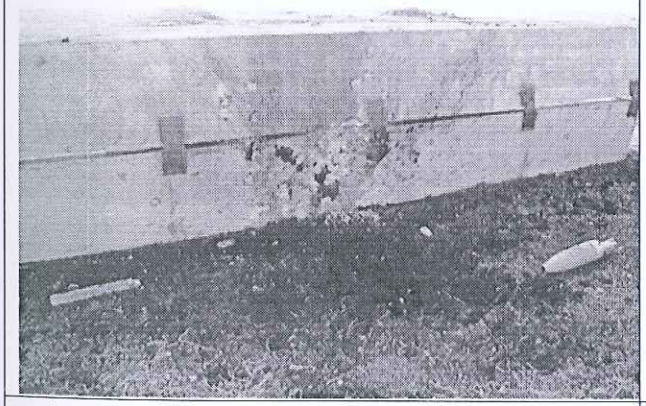


Рис. Б.5. Незначне пошкодження бетону (1 етап)

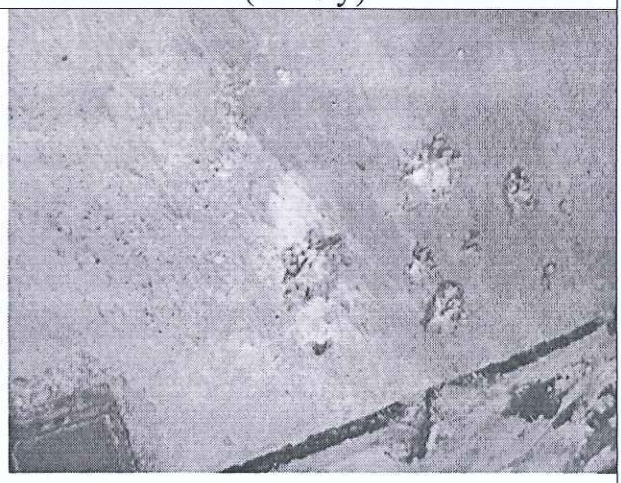


Рис. Б.6. Незначне пошкодження осколками (1 етап)

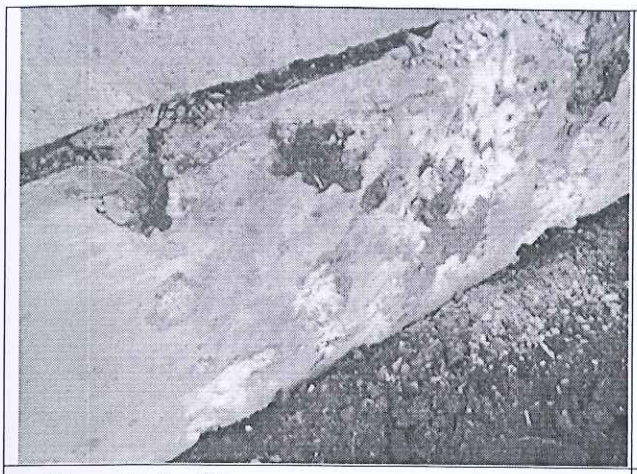


Рис. Б.7. Незначне пошкодження осколками (1 етап)

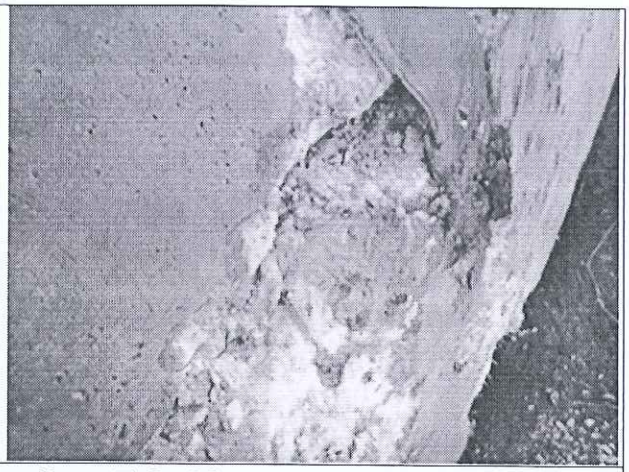


Рис. Б.8. Незначне пошкодження осколками (1 етап)

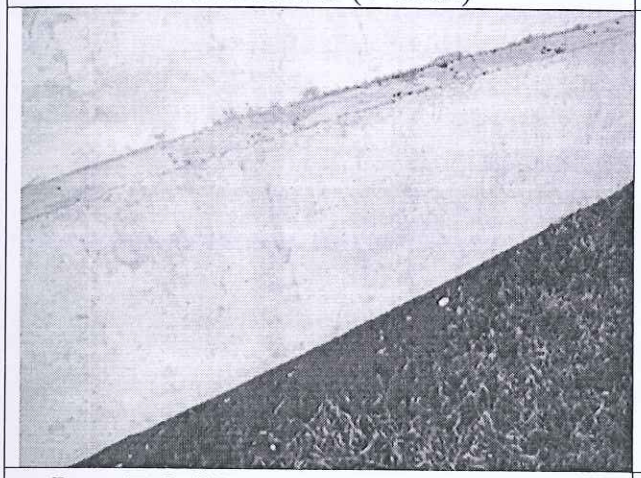


Рис. Б.9. Незначне пошкодження бетону (2 етап)

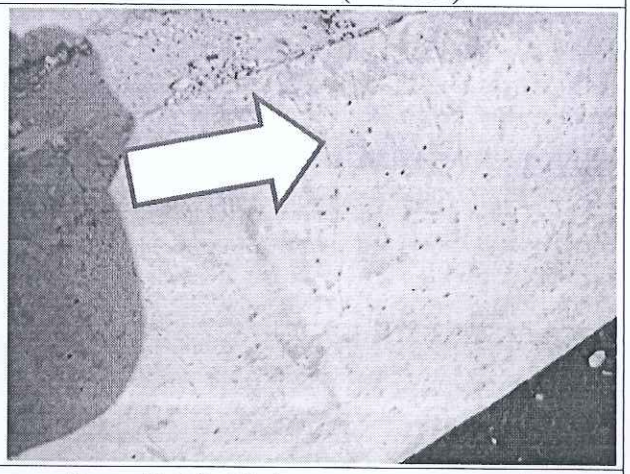


Рис. Б.10. Тріщини на тильній стороні нижньої вертикальної плити шириною розкриття до 0,4 мм (2 етап)

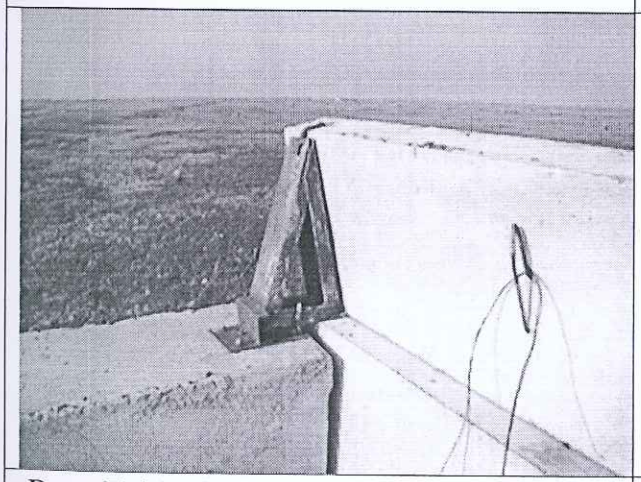


Рис. Б.11. Стан опори – задовільний (2 етап)



Рис. Б.12. Одна з опор – відірвана (2 етап)

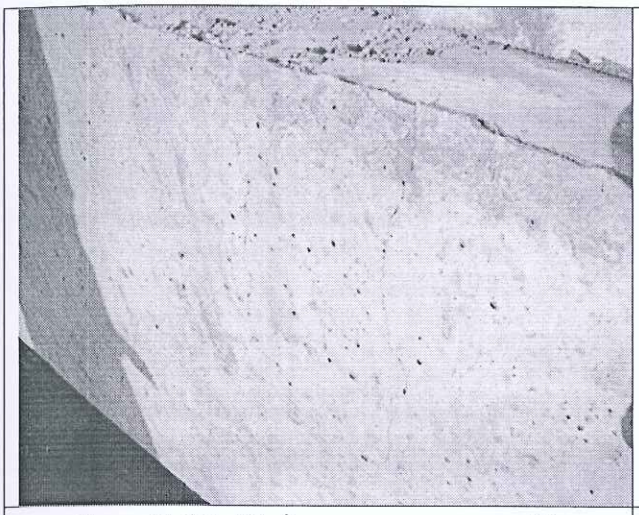


Рис. Б.13. Тріщини на тильній стороні нижньої вертикальної плити шириною розкриття до 0,4 мм (2 етап)

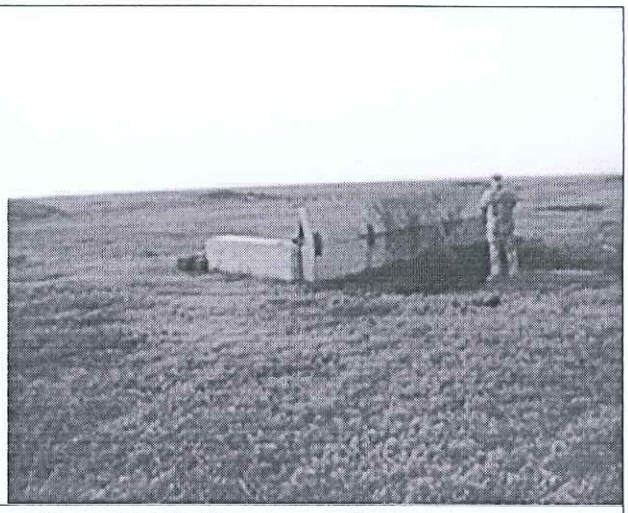


Рис. Б.14. Загальний вид споруди перед 2 етапом

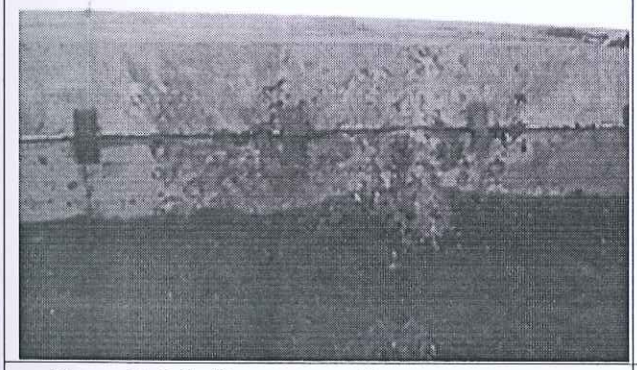


Рис. Б.15. Загальний вид споруди перед 2 етапом

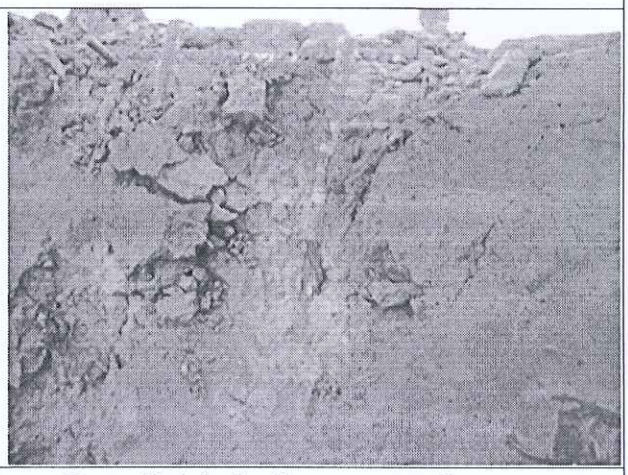


Рис. Б.16. Руйнування бетону, оголення арматури (2 етап)

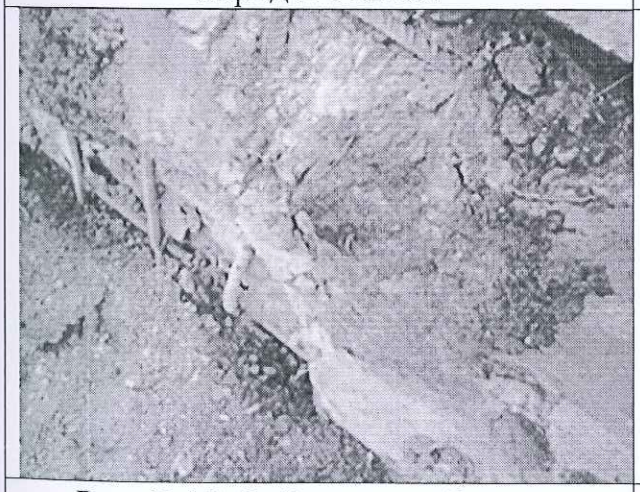


Рис. Б.17. Руйнування бетону, оголення арматури (2 етап)

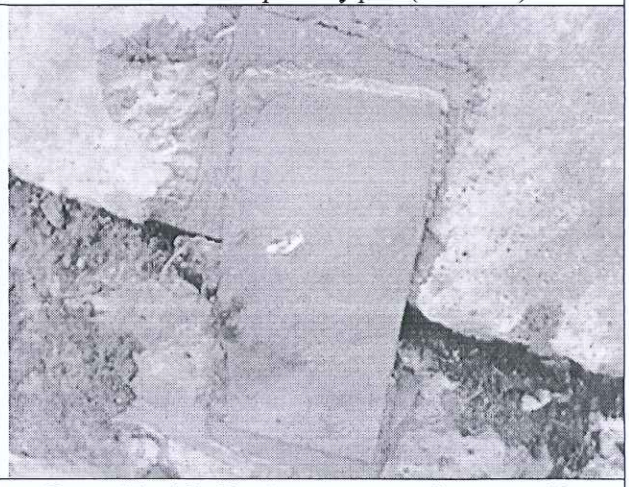


Рис. Б. 18. Руйнування бетону (2 етап)

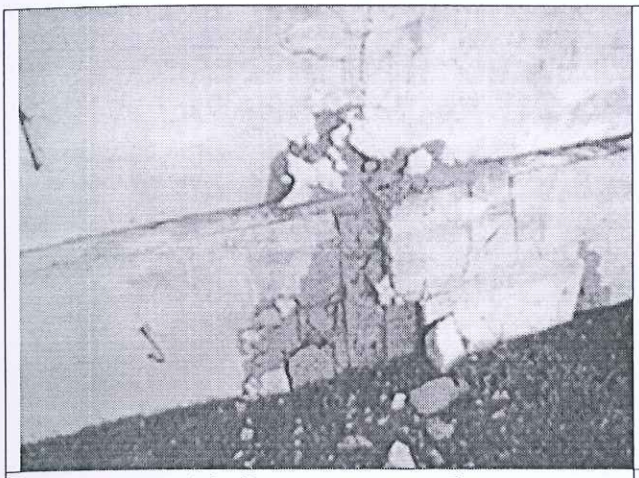


Рис. Б.19. Руйнування бетону, оголення арматури (2 етап)



Рис. Б.20. Руйнування бетону, оголення арматури (2 етап)

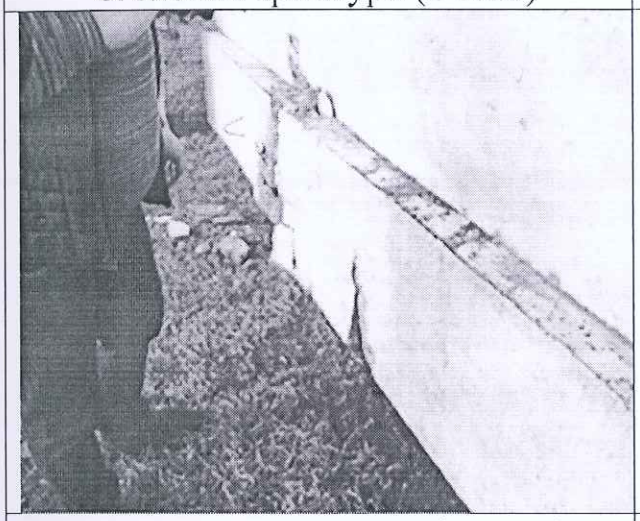


Рис. Б.21. Руйнування бетону (2 етап)



Рис. Б. 22. Руйнування бетону, оголення арматури (2 етап)

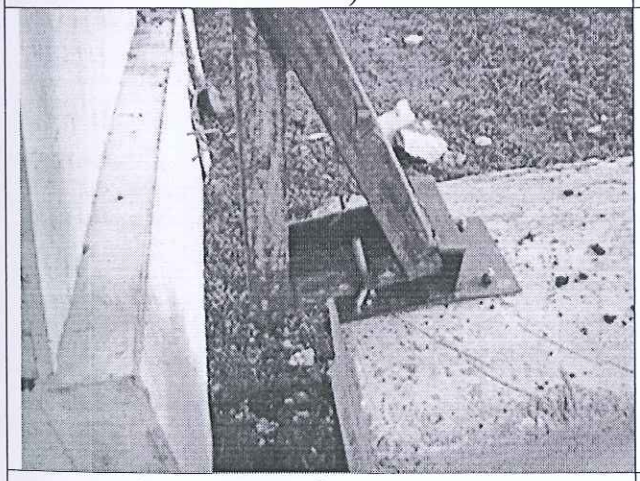


Рис. Б.23. Стан опори.



Рис. Б.24. Вид конструкції зверху перед 3 етапом



Рис. Б.25. Снаряд, що не здетонував (3 етап)

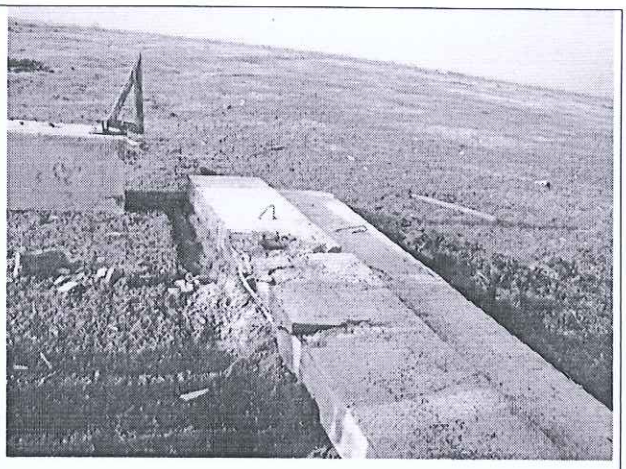


Рис. Б.26. Загальний вид панелі після випробувань

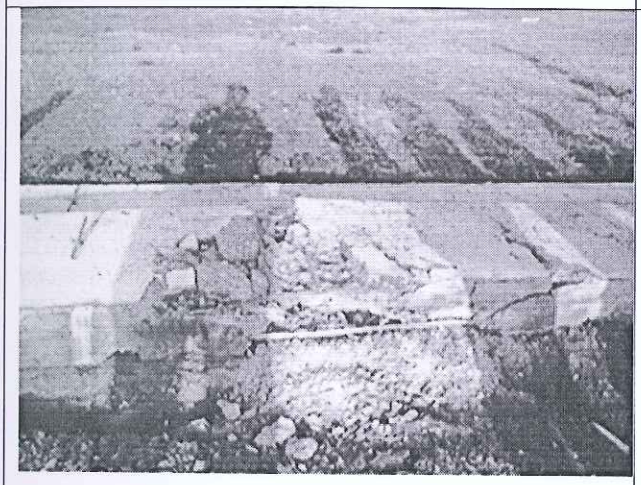


Рис. Б.27. Загальний вид панелі після випробувань



Рис. Б.28. Загальний вид панелі після випробувань

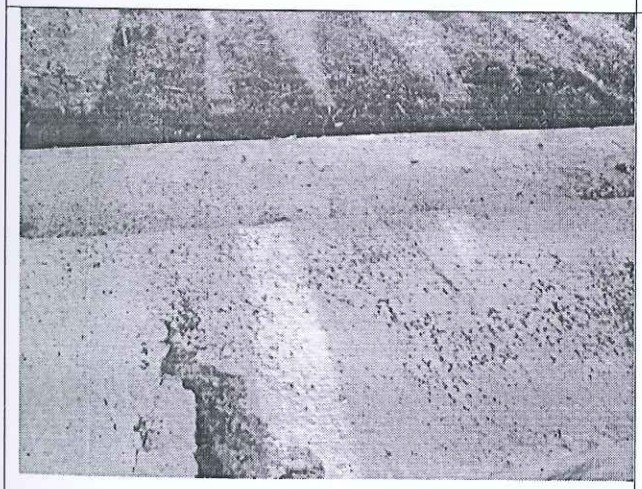


Рис. Б.29. Загальний вид панелі після випробувань

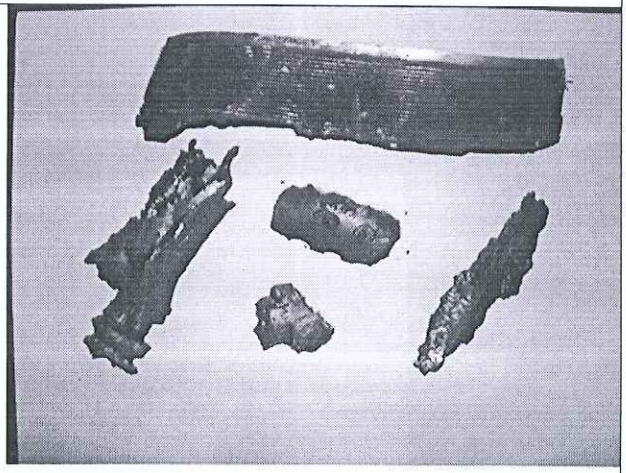


Рис. Б.30. Види осколків, якими наносилися пошкодження

Додаток В

Міцність бетону

№ з/п	R_i	R_m	D	σ	v	Клас С
1	2	3	4	5	6	7
Верхня плита, лівий верхній кут						
1	31	31,83	8,867	2,994	0,094	/29,92
2	35					
3	36					
4	29					
5	29					
6	31					
Нижня плита, лівий верхній кут						
7	35	37,17	1,767	1,329	0,036	/34,99
8	37					
9	37					
10	37					
11	38					
12	39					
Нижня плита, правий верхній кут						
13	39	33,33	0,333	0,577	0,017	/32,33
14	38					
15	34					
16	34					
17	35					
18	35					

Додаток Г

Акт натурних випробувань

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ «Бункер ЮА»

_____ Андрій ДУЖАК

„21“ березня 2023 р.

АКТ

натурних випробувань фрагмента укриття

1. Вступ

1.1. Згідно листа від 01 березня 2023 року № 3432353 Командування Сил підтримки Збройних Сил України звернулося до командира військової частини А2393, командувача ОК «Південь» генерал-майора Андрія КОВАЛЬЧУКА, на підставі чого прийняте рішення щодо проведення полігонних випробувань фрагментів мобільного укриття (Вх.№. 3251 від 03.03.2023р. на базі в./ч. А1890)

1.2. Для проведення випробувань була створена комісія у складі:

голова комісії:

директор ТОВ «Бункер ЮА» Андрій ДУЖАК;

члени комісії:

- начальник загальновійськового полігону військової частини А1890 майор Сергій СТРІЛЕЦЬ;

- начальник інженерної служби військової частини А1890 майор Валерій ЧЕПУРНИЙ;

- т.в.о. начальника управління сил підтримки військової частини А2393 полковник Олексій КОСТИЛЬОВ;

- командир групи розмінування військової частини А2558 капітан Максим МІРОШНІКОВ;

- сапер військової частини А2558 Тетяна СІДОР;

- сапер військової частини А2558 Іван ДЕМИДА;

- головний інженер проекту Центрального проєктного інституту Міністерства оборони України Валерій ГОРАЙ;

- головний конструктор технологічного сектора Центрального проєктного інституту Міністерства оборони України Олександр БЛОК;

- начальник науково-дослідного центру Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту Державної служби надзвичайних ситуацій України Вадим НІЖНИК;

- головний науковий співробітник Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту Державної служби надзвичайних ситуацій України Сергій ПОЗДЄЄВ;

- науковий співробітник Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту Державної служби надзвичайних ситуацій України Петро ГАМАН;

- науковий співробітник Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту Державної служби надзвичайних ситуацій України Богдан ОВЧАРЕНКО;

- доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд Одеської державної академії будівництва та архітектури Євгеній КЛИМЕНКО.

2. Об'єкт випробувань.

2.1. На натурні випробування представлений фрагмент будівлі, а саме: карнизний вузол, експериментальної захисної споруди модульного укриття із великорозмірних залізобетонних елементів.

2.2. На натурні випробування фрагмента будівлі був представлений проєкт експериментальної захисної споруди модульного укриття із великорозмірних залізобетонних елементів, шифр МУ-122022.

3. Мета випробувань.

Метою випробувань є перевірка можливості встановлення захисних споруд в місцях можливого ураження та виявлення межі стійкості споруди.

4. Результати випробувань.

4.1. Випробування фрагмента захисних споруд виконувалось 21 березня 2023 року у весняний період, денний час доби, при температурі навколишнього повітря +8...+12ºС, відносній вологості повітря 53% та швидкості вітру до 18 км/год.

Особовий склад, техніку, матеріально-технічні засоби для проведення випробувань забезпечува військові частини А2393 та А1890.

4.2. Дослідні зразки фрагменту захисних споруд були представлені виробником (~~ТОВ «ЗСУ ЩИТ»~~) відповідно до Програми натурних випробовувань.

ВИСНОВКИ

1. В ході перевірки встановлено, що комплектність дослідних зразків та їх розміри відповідають робочій документації, наданій на випробування.

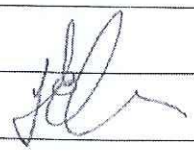
Документація відповідає вимогам ЄСКД в частині правильності оформлення текстових і креслярських документів.

2. Дослідний фрагмент, який моделює роботу сховища в цілому, забезпечує захист від ураження 120 мм міни типу ОФ 843 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди та танкового снаряда 125 калібра ОФ А-IX-2 на відстані 1000 мм від фрагмента споруди. При цьому виникають пошкодження, які є допустими нормативними документами.

5. Висновки комісії

Дослідний фрагмент, який моделює роботу укриття в цілому, забезпечує захист від ураження 120 мм міни типу ОФ 843 при підриві на відстані 1000 мм від фрагмента споруди та танкового снаряда 125 калібра ОФ А-IX-2 при підриві на відстані 1000 мм від фрагмента споруди.

Голова комісії директор		Андрій ДУЖАК
Члени комісії:		
майор		Сергій СТРІЛЕЦЬ
майор		Валерій ЧЕПУРНИЙ
полковник		Олексій КОСТИЛЬОВ
капітан		Максим МІРОШНІКОВ
		Валерій ГОРАЙ
		Олександр БЛОК
		Вадим НІЖНИК
		Сергій ПОЗДЄЄВ

		Петро ГАМАН
		Богдан ОВЧАРЕНКО
		Євгеній КЛИМЕНКО

Bunker UA,
Limited Liability Company

"APPROVE"
Director of LLC

_____ Andrii DUZHAK
(Андрій ДУЖАК)

March _21_, 2023

/Seal/
Limited Liability Company "Bunker UA"
Ukraine, Odessa 45145792)

CONCLUSION

on the Results of Shelter Fragment Fire Tests

Customer: Bunker UA, Limited Liability Company

Cipher 21.03.2023

WorkScientificSupervisor:
Ph.D., professor, expertYevheniiKLYMENKO (Євгеній КЛИМЕНКО)

Odesa - 2023

Content

		Page
	Introduction	4
1.	Test Program	3
2.	Tests Results	8
3.	Conclusions	10
	Appendices	11

Introduction

In 2022, Bunker UA, LLC developed "Project Solutions of Modular Shelter Experimental Protective Structure from Large-Sized Reinforced Concrete Elements", cipher МУ-122022.

Modular reinforced concrete structure of the shelter is a building made of individual prefabricated panels, which are connected by means of steel embedded parts by welding. Panels are divided into foundation slabs, cover panels, side wall panels and transverse diaphragm walls.

Welding of all individual elements embedded parts ensures structure compatible spatial operation and sufficient rigidity.

In order to verify the shelter basic requirements fulfillment, namely: resistance to high-explosive munitions effect, a decision was made to perform fire tests.

Work relevance: the work is relevant in terms of degree of resistance to high-explosive munitions effect determination.

Evhenii Volodymyrovych Klymenko (Клименко Євгеній Володимирович) acted as an expert on the above-mentioned problem (Qualification Certificate of the Responsible Executor of Certain Types of Works (Services) Related to the Creation of Architectural Objects of series AE No. 000455) (Responsible Executor).

Work on degree of resistance determination to the impact of high-explosive munitions and development of a conclusion was carried out in March 2023.

Research object is a model (fragment) of a modular reinforced concrete shelter structure.

1. Program of Fire Tests of Reinforced Concrete Shelter Fragment

Shelter Purpose. Mobile multi-purpose shelters have a military-medical and civilian purpose. It is used for shelter from bullets, ammunition fragments and parts of building structures during shelling and bombing, both on the battlefield and in the rear. The structure has three main areas of use:

- combat (on the front edge of the front, in places of crowding (public transport stops, educational institutions, etc.) in rear population centers;
- medical - for receiving and providing first aid to the wounded in the front-line zone;
- civil - use as coffee shops, trade kiosks, etc.

Test Methods. Fire tests are carried out by ammunition impact on a test sample according to Table 1 in order of load increasing.

Table 1

Stage No.	Effect Name	Quant.	Note
1	Detonation of a 120 mm mine of type ОФ 843 at a distance of 1000 mm from a structure fragment	1	
2	Detonation of a 125-caliber A-IX-2 tank projectile at a distance of 1000 mm from a structure fragment. Coefficient of TNT equivalent is 1.5. 3.402×1.5. A-IX-2 is a powerful explosive substance consisting of a mixture of hexane (73%), aluminum powder (23%) and wax (paraffin or ceresin (4%), which is used as a phlegmatizer.	1	
3	Detonation of 152 projectiles at a distance of 1000 mm from a structure fragment	1	

Research Samples. The test samples represent the "eaves" shelter unit and consist of two slabs welded at the installation site, manufactured according to the shelter manufacturing technology. The construction of test slabs is given in the appendix of this program.

Test Unit. The test unit is two massive (blocks of basement walls 600 mm wide with embedded parts on top for supports fixing). Blocks are secured by anchors against shear in the horizontal direction. On each support (the calculated span of the slabs is 5700 mm), metal supports are installed, weighted from channel No. 16. Support dimensions are 300 (bottom) × 650 mm, the material is channel No. 16. Manufacturing technology depends on the performer.

Unit and test Samples Installation. Installation procedure is as follows:

1. Foundation blocks are installed on a flat ground surface so that the distance between their centers is 5700 mm. A thick-walled steel pipe with a diameter of 150 mm is buried in the direction of possible movement of the block to a depth of at least 800 mm (for example, a reinforced concrete column with a section of 150x150 mm can be used), which should protrude above the surface of the ground by at least 600 mm. Soil around the pipe should be either undisturbed (drilled hole) or well compacted. The gap between the pipe and the block is filled with metal slabs.

2. Vertical slab is installed close to the end faces of the blocks.

3. Metal support elements are installed on the upper surface of the block and welded to the embedded parts of the block.

4. Inclined slab is placed on the supporting elements in the design position.

5. Slabs are welded to each other with the help of embedded parts.

6. Seam between the slabs is closed with fine-grained concrete of class C 25/30.

Test Samples Nomenclature. Samples have the same dimensions, but depending on the shelter purpose, they differ in reinforcement:

- Sample consists of connected slabs 1 and 1a (two reinforcing meshes and fiber dispersion reinforcement).

Structure Impact Testing.

Before test beginning, a thorough inspection of the test samples is carried out with a detailed recording of defects and damages.

After each exposure (according to Table 1), a thorough inspection of the test samples is carried out with detailed fixation of damages, their sketching and photo fixation.

As moment of sample destruction the first penetrating hole in structure is taken.

The type of test unit is shown in Fig. 1.

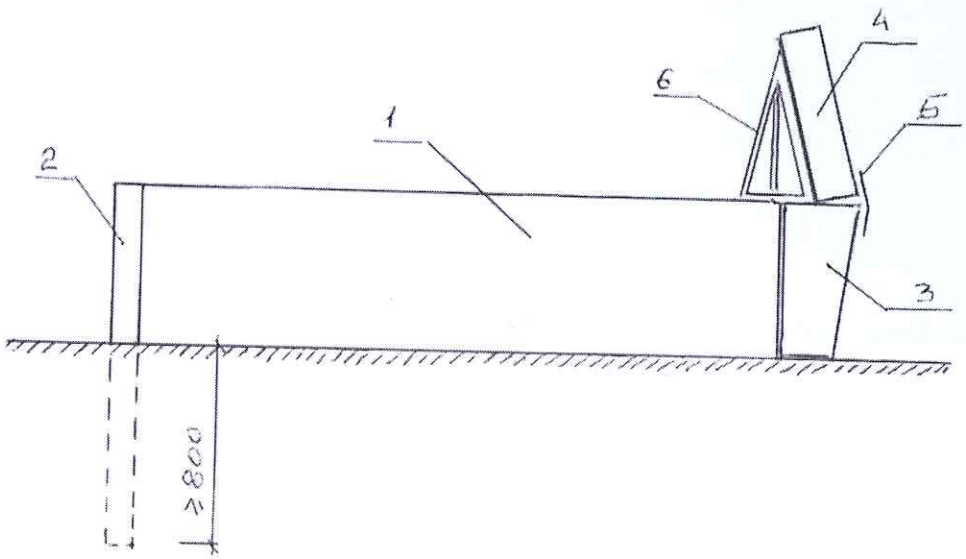


Fig. Test Unit Scheme: 1 – Concrete Block 2400×600 ×600 mm with a Concrete Embedded Part (– 200×300×500 mm); 2 – Support; 3 – Vertical Slab; 4 – Inclined Slab; 5 – Embedded Part 150×300×6 mm (bend in place); 6 - Metal Supporting Elements.

During the test, the rules and safety requirements for firing should be strictly observed.

2. Test Results

2.1. Determination (Control) of Concrete Strength by Non-Destructive Method.

Concrete strength was determined by a non-destructive method using Schmidt C 181 8060 sclerometer from company Controls (Milan, Italy). This device implements the elastic rebound method. The method is based on the correlation between material elastic characteristics and its strength. Sclerometer is placed on the concrete surface and pressed against the surface with increasing force. When a certain compression force is reached, the device spring is released and strikes the concrete surface with the same energy. Concrete strength is determined by the bounce size of the hammer and imprint size on the concrete surface with the help of grading curve. Sclerometer different position (different from the horizontal) was taken into account by appropriate corrections introduction. Places of strength experimental determination were defined on the basis of materials strength joint analysis, using the Monte Carlo method.

The actual grade of concrete of model both slabs is not lower than C25/30, which corresponds to the project.

2.2. Fragment Testing.

2.2.1. Stage 1. Detonation of 120 mm Mines of Type ОФ-843.

Detonation of the specified projectile led to local minor damage to the concrete surface (Fig. B.5, Fig. B.6, Fig. B.7, Fig. B.8). Damage depth (potholes on the concrete surface) and its depth did not exceed concrete protective layer thickness, for test samples - 20 mm. Slabs supports were not damaged.

2.2.2. Stage 2. Detonation of a 125-Caliber A-IX-2 Tank Projectile at a Distance of 1000 mm from a Structure Fragment. Coefficient of TNT equivalent is 1.5. 3.402×1.5. A-IX-2 is a powerful explosive substance consisting of a mixture of hexane (73%), aluminum powder

(23%) and wax (paraffin or ceresin (4%), which is used as a phlegmatizer.

As a result of this impact, the concrete structure was partially damaged (Fig. B.9). On the back side of the vertical slab, normal vertical cracks to the longitudinal axis of the structure appeared (in the middle of the panel span (in the place of the maximum bending moment)) with opening width of 0.4 mm (Fig. B.10, Fig. B.13), which for reinforced concrete structures is the maximum allowable value (clause 2.2.2.3 of DBN V.2.6-98:2009. Buildings and Facilities Structures. Concrete and Reinforced Concrete Structures. Main provisions / Ministry of Regional Construction of Ukraine, - 2011).

One support was torn off (Fig. B.12), and the other is in satisfactory condition (Fig. B.11).

2.2.3. Stage 3. Detonation of a 152-mm Projectile of Type ЗОФ29.

To detonate the projectile, 800 g of TNT was placed on it (for detonation). The projectile was placed on the inner undamaged side of the slabs. However, unfortunately, the trophy projectile misfired and did not explode. Thus, the load on the 3rd stage was only an auxiliary charge. However, it also led to structure destruction. After the explosion, through holes were formed in the concrete with exposed reinforcement (Fig. B. 16, Fig. B. 17, Fig. B. 18, Fig. B. 19, Fig. B. 20, Fig. B. 21, Fig. B. 22). Fastening of both supports is destroyed.

3. Conclusions

1. The test fragment which simulates the shelter operation as a whole, provides protection against damage from a 120 mm mine of type ОФ 843 at a distance of 1000 mm from the structure fragment.

2. Detonation of a 125-caliber A-IX-2 tank projectile at a distance of 1000 mm from a structure fragment requires additional study and testing. It causes damage to structure fragments.

2. Further explosive impact on the model led to its destruction.

Appendices

Appendix A

Copies of Permit Documents

MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT, CONSTRUCTION AND HOUSING AND UTILITIES OF UKRAINE

ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION ATTESTATION COMMISSION

Series AE

No. 000455

QUALIFICATION CERTIFICATE

of the Responsible Executor of Certain Types of Work (Services) related to Architectural Object Creation

Expert
(Name of Profession)

Issued on the fact that **Evhenii Volodymyrovych Klymenko (Клименко Євгеній Володимирович)**
(surname, *first name, patronymic)*

has passed a professional attestation confirming his/her compliance with the qualification requirements in the field of activity related to the architectural objects creation, professional specialization, the required level of qualification and knowledge.

Category: Expert _____ _ .

The qualification certificate was issued in accordance with the decision of the Architectural and Construction Attestation Commission (hereinafter - the Commission) dated ___

(by the decision of APPROPRIATE _____ _____ Sections of the Commission dated 10.07.2012 _____ No. _ 4 , approved by the presidium of the Commission ___ on 23.07.2012 No. 4-E).

Registered in the Register of Certified Persons on 23.07 _____ 2012 for No. 434 _____.

Works (services) related to the creation of architectural objects, the performance of which is determined by a qualification certificate: **Technical Inspection of Buildings and Structures.**

Date of Issue ____ 23.07 2012

Head (deputy head) of the Architectural and Construction Attestation Commission /Signature/ Barzylovych D.V. (БарзиловичД.В.)
/Seal/
MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT, CONSTRUCTION AND HOUSING AND UTILITIES OF UKRAINE

CERTIFICATE

No. 1448

Issued that

Evhenii Volodymyrovych Klymenko
(Клименко Євгеній Володимирович)

(Full Name)

has passed advanced training in the field of

EXPERT

By programs:

General Training Module for Responsible Executors of Certain Types of Work (Services) Related to the Architectural Objects Creation - Experts.

Programs for Improving the Responsible Executors Qualification of Certain Types of Work (Services) Related to Architectural Objects Creation. Special Module. Technical Inspection of Buildings and Structures.

The programs were approved at the meeting of the Architectural and Construction Attestation Commission of the SELF-REGULATORY ORGANIZATION IN THE SPHERE OF ARCHITECTURAL ACTIVITY ALL-UKRAINIAN PUBLIC ORGANIZATION "ASSOCIATION OF EXPERTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY" (protocol No. 1 dated August 18, 2015).

OCTOBER 13, 2022 /SIGNATURE/ LARYSA ZAYKINA (ЛАРИСА ЗАЙКІНА)

/SEAL/

"ARBOL ENGINEERING"

Appendix B

Photo Recording of the Testing Process and the State of Building Structures

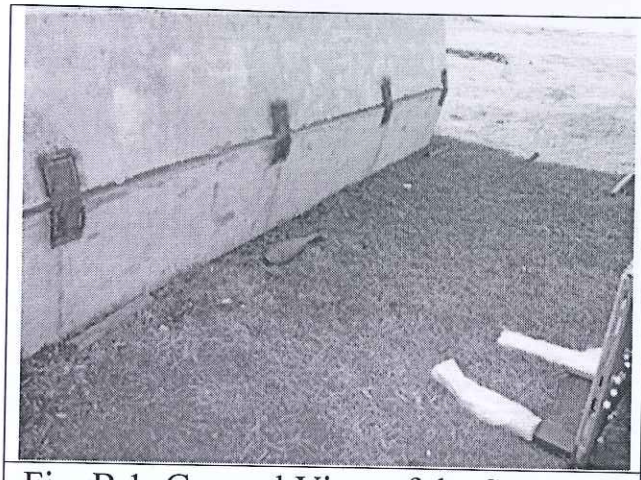


Fig. B.1. General View of the Structure (Front View)

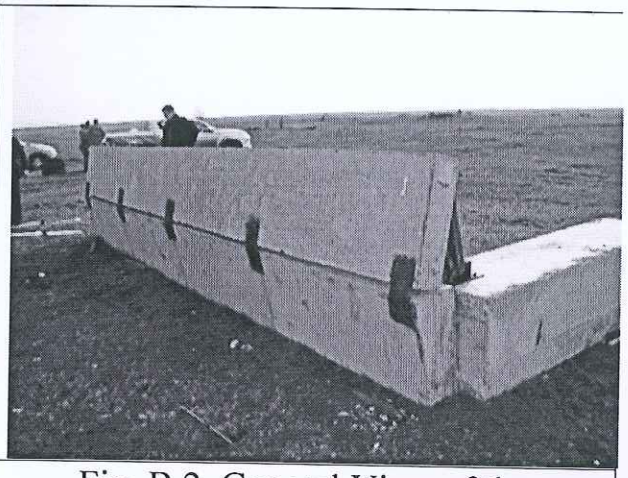


Fig. B.2. General View of the Structure (Side View)

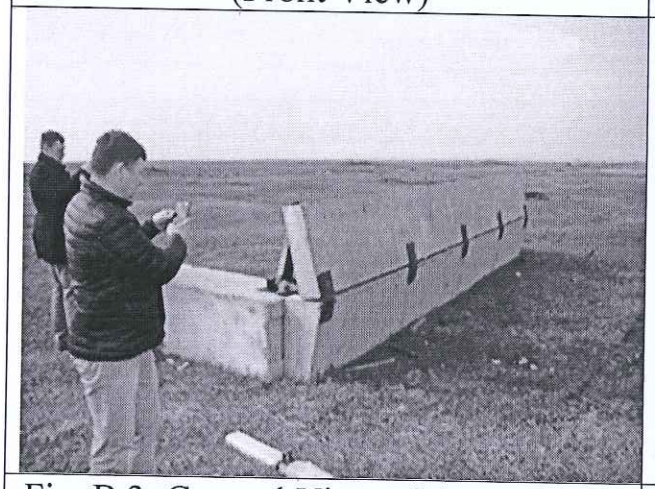


Fig. B.3. General View of the Structure

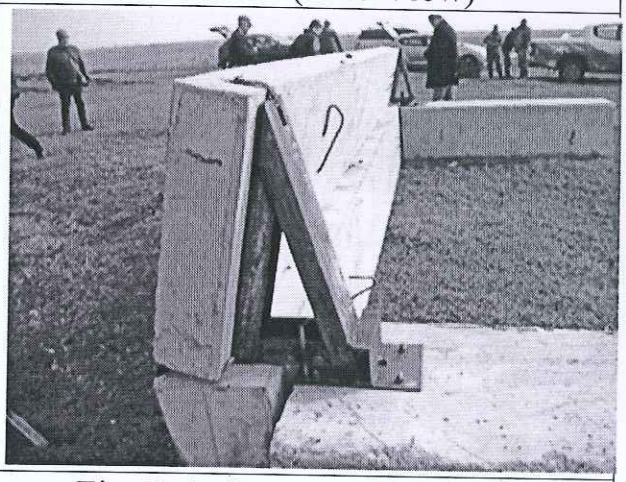


Fig. B.4. General View of the Structure (Rear View)

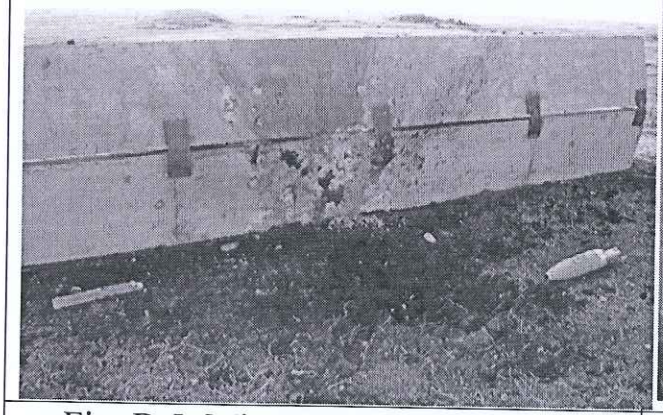


Fig. B.5. Minor Concrete Damage (Stage 1)

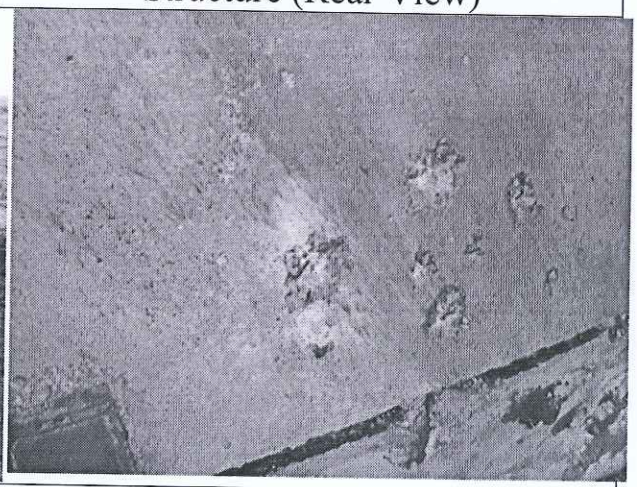


Fig. B.6. Minor Damage with Shrapnel (Stage 1)

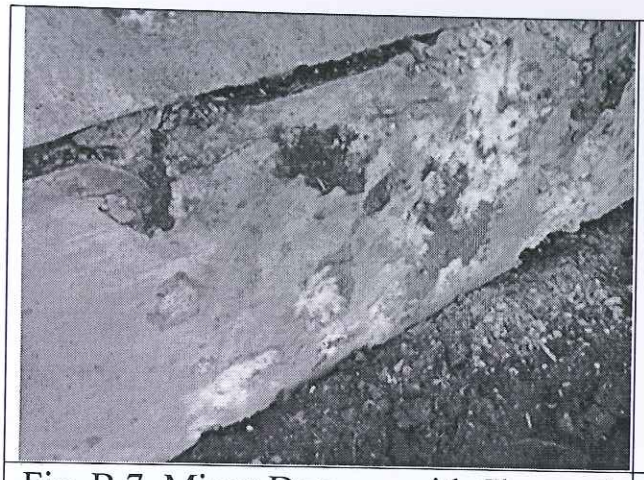


Fig. B.7. Minor Damage with Shrapnel (Stage 1)

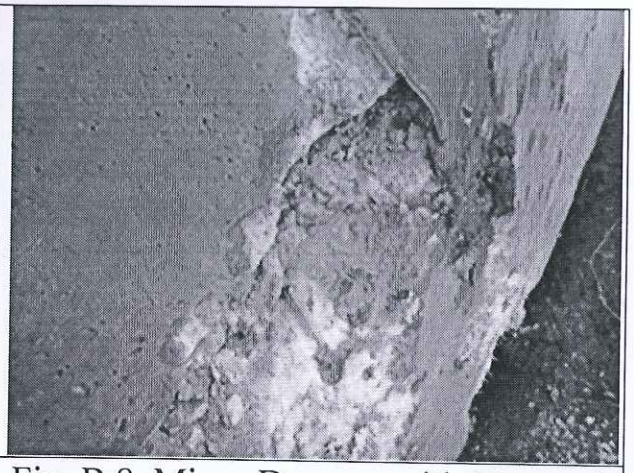


Fig. B.8. Minor Damage with Shrapnel (Stage 1)

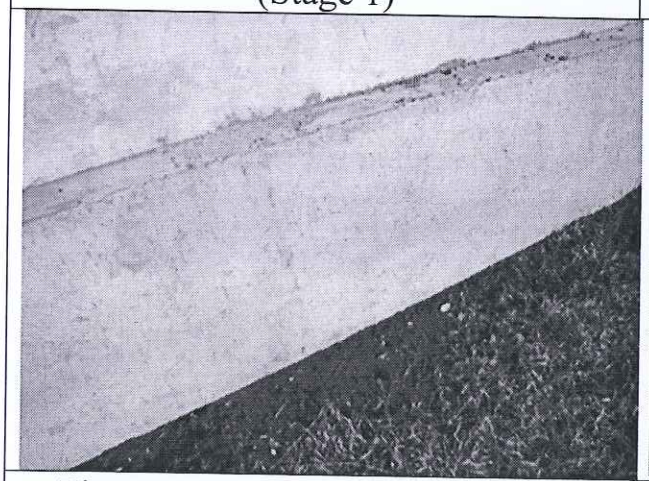


Fig. B.9. Minor Concrete Damage (Stage 2)

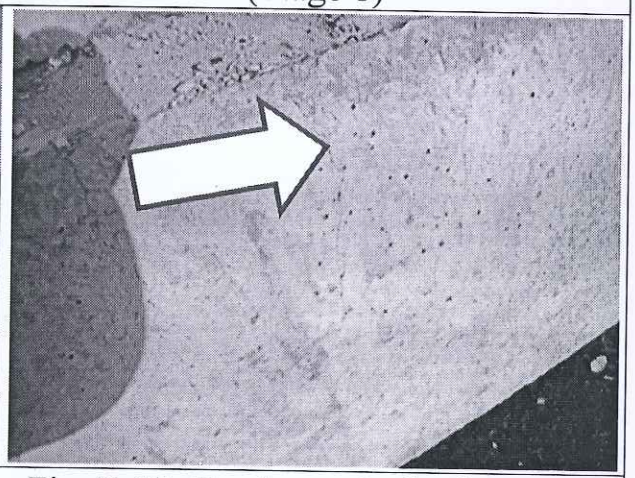


Fig. B.10. Cracks on the back side of the lower vertical slab with an opening width of up to 0.4 mm (2nd stage)

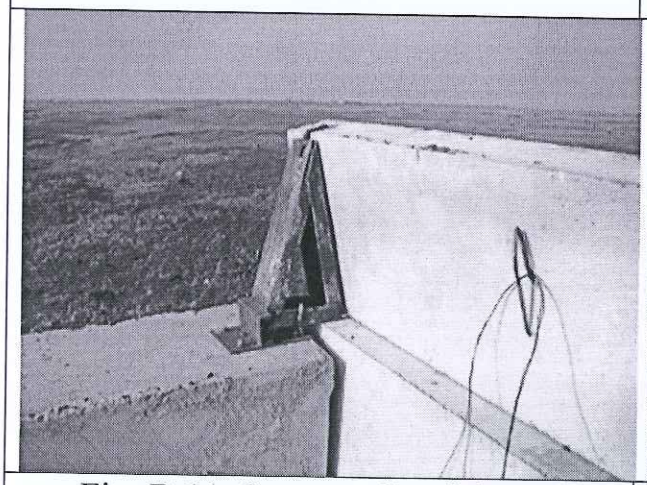


Fig. B.11. Support Condition is Satisfactory (stage 2)



Fig. B.12. One of Supports is Torn off (stage 2)

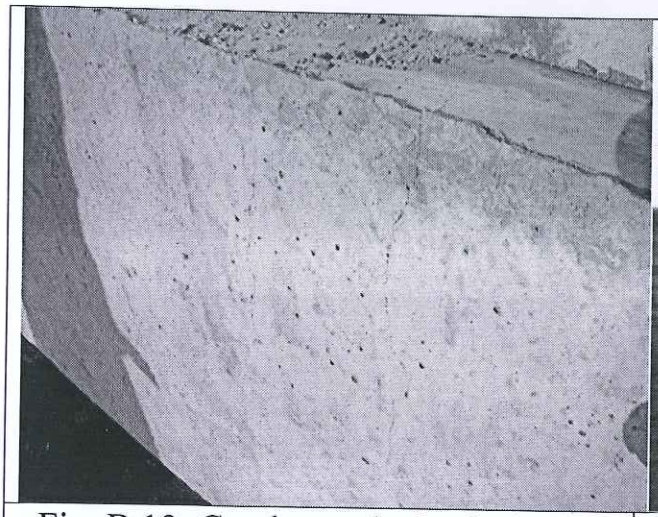


Fig. B.13. Cracks on the back side of the lower vertical slab with opening width of up to 0.4 mm (2nd stage)



Fig. B.14. General View of the Structure Before the 2nd Stage

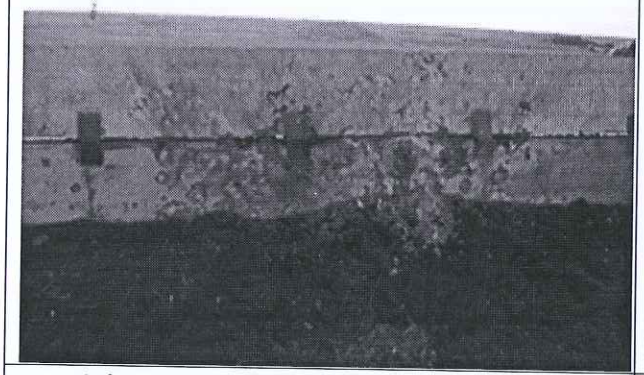


Fig. B.15. General View of the Structure Before the 2nd Stage

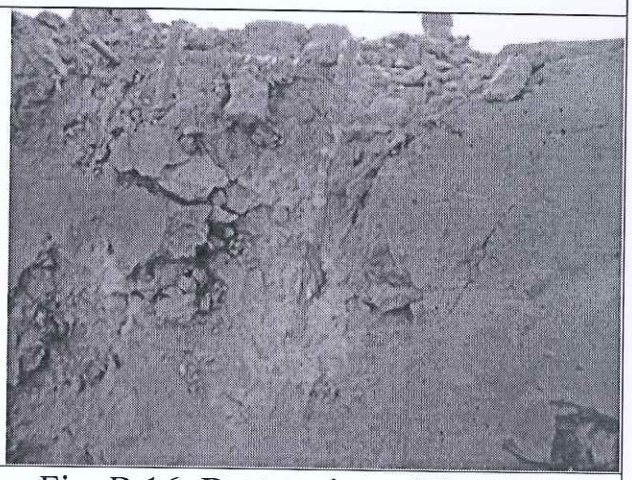


Fig. B.16. Destruction of Concrete, Exposure of Reinforcement (2nd Stage)

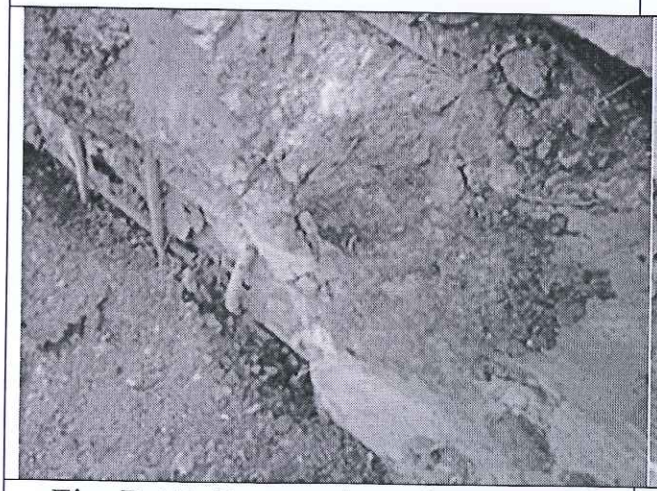


Fig. B.17. Destruction of Concrete, Exposure of Reinforcement (2nd stage)

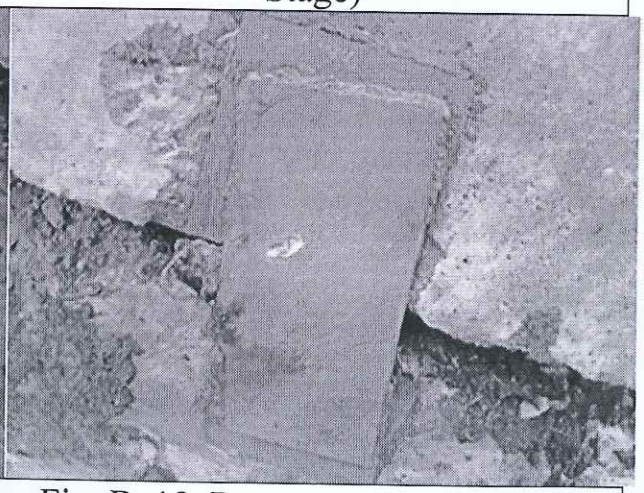


Fig. B. 18. Destruction of Concrete (Stage 2)

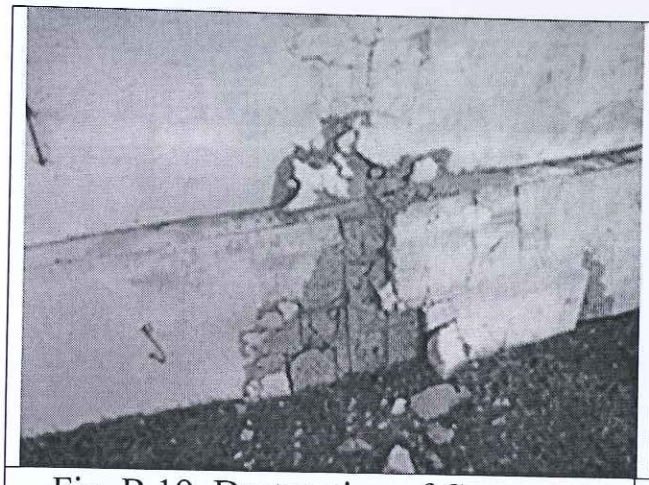


Fig. B.19. Destruction of Concrete, Exposure of Reinforcement (2nd stage)



Fig. B.20. Destruction of Concrete, Exposure of Reinforcement (2nd stage)

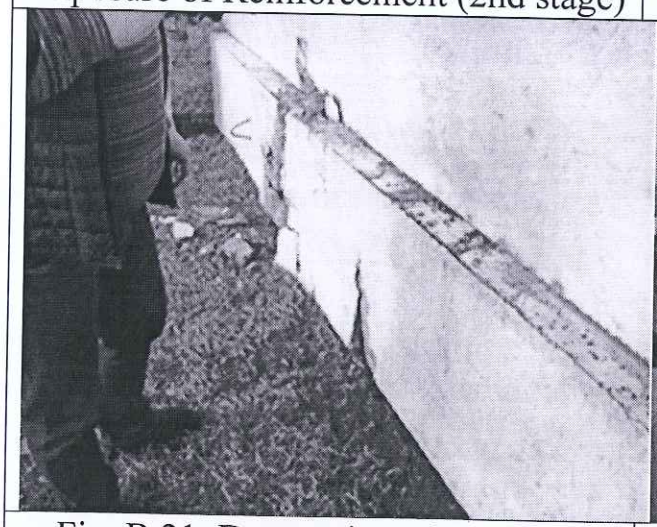


Fig. B.21. Destruction of Concrete (Stage 2)



Fig. B. 22. Destruction of Concrete, Exposure of Reinforcement (2nd stage)

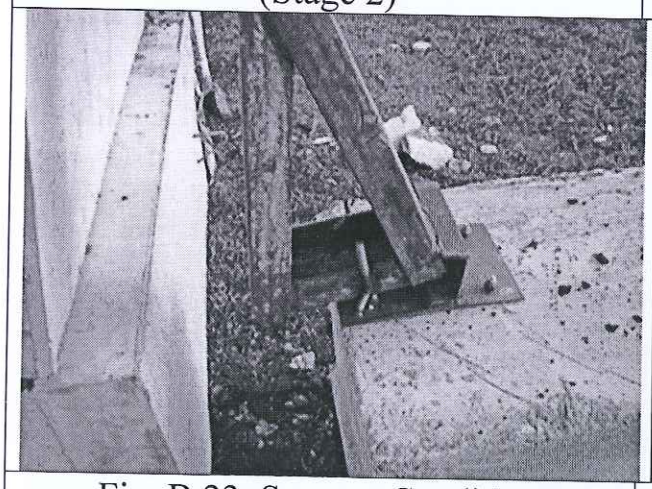


Fig. B.23. Support Condition



Fig. B.24. Structure Top View Before the 3rd Stage



Fig. B.25. Unexploded Projectile (Stage 3)

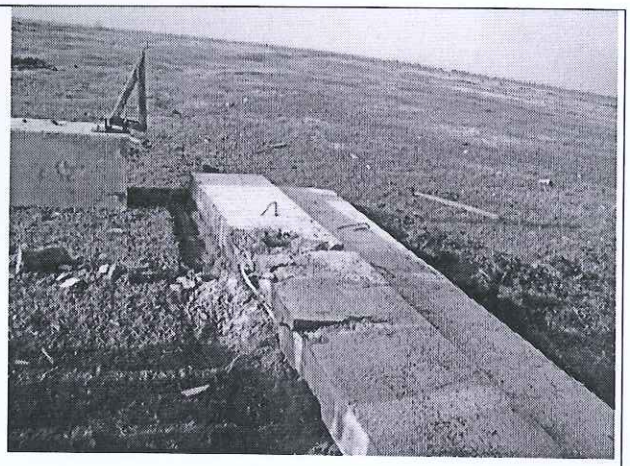


Fig. B.26. General View of the Panel after the Tests

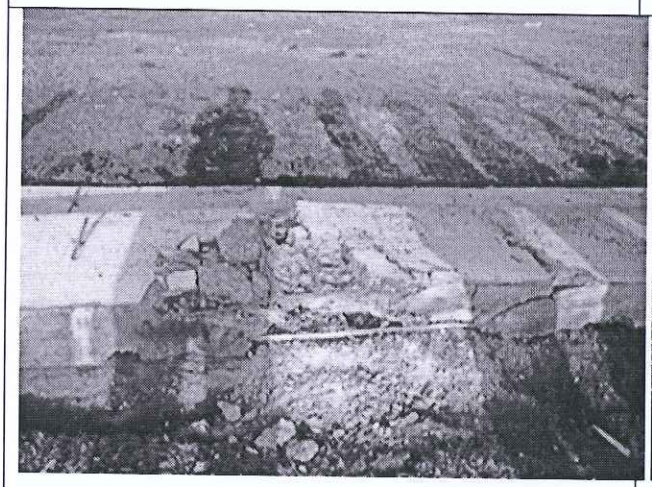


Fig. B.27. General View of the Panel after the Tests



Fig. B.28. General View of the Panel after the Tests

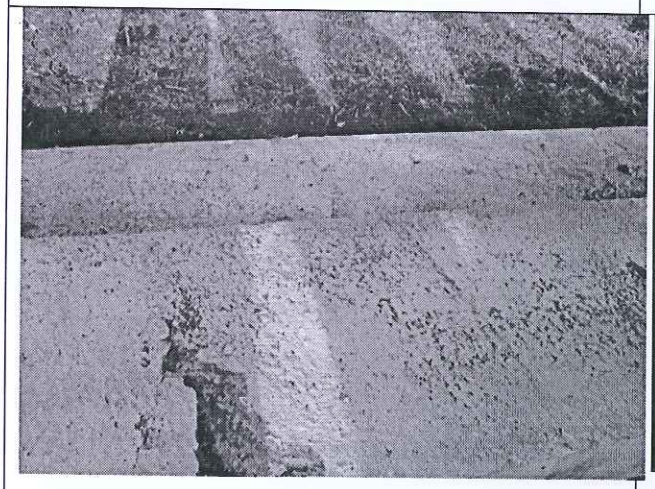


Fig. B.29. General View of the Panel after the Tests

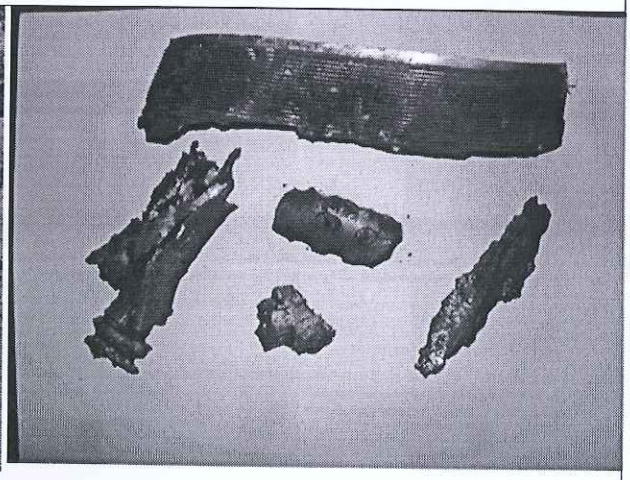


Fig. B.30. Types of Shrapnel Used to Cause Damage

Appendix B

Strength of Concrete

No.	R_i	R_m	D	σ	v	Class C
1	2	3	4	5	6	7
Upper slab, upper left corner						
1	31	31.83	8.867	2.994	0.094	/29.92
2	35					
3	36					
4	29					
5	29					
6	31					
Lower slab, upper left corner						
7	35	37.17	1.767	1.329	0.036	/34.99
8	37					
9	37					
10	37					
11	38					
12	39					
Lower slab, upper right corner						
13	39	33.33	0.333	0.577	0.017	/32.33
14	38					
15	34					
16	34					
17	35					
18	35					

Appendix D

Act of Natural Tests

"APPROVE"
DirectorLLC"BunkerUA"

/Signature/ AndriiDUZHAK

(Андрій ДУЖАК)

March 21, 2023

/Seal/
Limited Liability Company "Bunker UA"
Ukraine, Odessa 45145792)

ACT

of Field Tests of a Shelter Fragment

1. Introduction

1.1. According to the letter dated March 1, 2023 No. 3432353, the Command of the Support Forces of the Armed Forces of Ukraine appealed to the commander of military unit A2393, the commander of OC "Pivden" Major General Andriy KOVALCHUK (Андрій КОВАЛЬЧУК), based on which a decision was made to perform range tests of mobile shelter fragments (Entry No. 3251 dated 03.03.2023 on the basis of m.un. A1890)

1.2. To perform the tests, a commission was created consisting of:

head of Commission:

director of DSU SHIELD LLC Andrii DUZHAK (Андрій ДУЖАК),

commission members:

- head of the combined military training ground of the military unit A1890, Major Serhii STRILETS (Сергій СТРІЛЕЦЬ);

- head of the engineering service of the military unit A1890 Major Valerii Chepurnyi (Валерій ЧЕПУРНИЙ);

- t.act. head of the support forces department of the military unit A2393 Colonel Oleksii KOSTYLIOV (Олексій КОСТИЛЬОВ);

- commander of the demining group of the military unit A2558, captain Maksym MIROSHNIKOV (Максим МІРОШНІКОВ);

- sapper of the military unit A2558 Tetiana SIDOR (Тетяна СІДОР);

- sapper of military unit A2558 Ivan DEMYDA (Іван ДЕМИДА);

- chief engineer of the project of the Central Design Institute of the Ministry of Defense of Ukraine Valerii HORAY (Валерій ГОРАЙ);

- maindesigner of the technologicalsector of Central Design Institute of the Ministry of Defense of Ukraine Oleksandr BLOK (Олександр БЛОК);

- head of the research center of the Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Defence of the State Emergency Service of Ukraine Vadym NIZHNYK (Вадим НІЖНИК);

- chief researcher of the Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Defence of the State Emergency Service of Ukraine Serhii POZDEYEV (Сергій ПОЗДЄЄВ);

- researcher at the Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Defence of the State Emergency Service of Ukraine Petro GAMAN (Петро ГАМАН);

- researcher at the Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Defence of the State Emergency Service of Ukraine Bohdan OVCHARENKO (Богдан ОВЧАРЕНКО);

- Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities of the Odesa State Academy of Construction and Architecture Yevgenii KLYMENKO (Євгеній КЛИМЕНКО).

2. Tests Object.

2.1. A building fragment, namely the eaves assembly, of an experimental modular shelter made of large reinforced concrete elements, was presented for field testing.

2.2. A project of an experimental protective structure of a modular shelter made of large reinforced concrete elements, code МУ-122022, was submitted for field testing of a building fragment.

3. Tests Purpose.

The tests purpose is to check the possibility of protective structures installation in places of possible damage and structure's stability limits identification.

4. Tests Results.

4.1. The test of the protective structure fragment was carried out on March 21, 2023, in the spring, during the daytime, at an ambient temperature of +8...+12°C, relative humidity of 53% and wind speed of up to 18 km/h.

Military units A2393 and A1890 provided personnel, equipment, and material and technical means for testing.

4.2. Prototypes of a protective structure fragment were presented by the manufacturer ~~((DSU SHIELD, LLC)~~LLC "Bunker UA" signatur(/Seal/Limited Liability Company "Bunker UA" Ukraine, Odessa 45145792)in accordance with the Field Test Programme.

CONCLUSIONS

1. During the inspection, it was found that the prototypes completeness and their dimensions corresponded to the working documentation submitted for testing.

The documentation complies with the requirements of the Unified State Construction Code in terms of text and drawing documents correctness.

2. The prototype fragment, which simulates the shelter operation as a whole, provides protection against a 120 mm mine of type ОФ 843 at a distance of 1000 mm from the structure fragment and a 125 mm tank shell of calibre ОФ А-IX-2 at a distance of 1000 mm from the structure fragment. At the same time, there are damages that are permissible according to the regulatory documents.

5. Commission Conclusions

The prototype fragment, which simulates the shelter operation as a whole, provides protection against a 120 mm mine of type ОФ 843 when detonated at a distance of 1000 mm from the structure fragment and a 125 mm tank shell of calibre ОФ А-IX-2 when detonated at a distance of 1000 mm from the structure fragment.

Head of Commission Director	/Signature/	Andrii DUZHAK (Андрій ДУЖАК)
Commission members:		
major	/Signature/	Serhii STRILETS (Сергій СТРІЛЕЦЬ)
major	/Signature/	Valerii Chepurnyi (Валерій ЧЕПУРНИЙ)
colonel	/Signature/	Oleksii KOSTYLIOV (Олексій КОСТИЛЬОВ)
captain	/Signature/	Maksym MIROSHNIKOV (Максим МІРОШНІКОВ)
	/Signature/	Valerii HORAY (Валерій ГОРАЙ)
	/Signature/	Oleksandr BLOK (Олександр БЛОК)
		Vadym NIZHNYK (Вадим НІЖНИК)
		Serhii POZDEYEV (Сергій ПОЗДЄЄВ)

		Petro GAMAN (Петро ГАМАН)
		Bohdan OVCHARENKO (Богдан ОВЧАРЕНКО)
	/Signature/	Yevgenii KLYMENKO (Євгеній КЛИМЕНКО)

					21.03.2023	Sheet 27
Ch.	Sheet	Doc. No.	Signature	Date		

Переклад з української мови англійською мовою виконав перекладач Анна Сергіївна СКОБЕЛЕВА.

Місто

Леса

Україна, тридцять першого липня дві тисячі двадцять третього року.

Я, Василенко О. В., приватний нотаріус Одеського міського нотаріального округу, засвідчую справжність підпису перекладача ***Скобелевої Анни Сергіївни****, який зроблено у моїй присутності.*

Особу перекладача, встановлено, його дієздатність та кваліфікацію перевірено.

Зареєстровано в реєстрі за № 2513

Приватний нотаріус

Всього прошито, пронумеровано
і скріплено печаткою
П'ЯТДЕСЯТ ЧОТИРИ (54) аркуші(в)
Приватний нотаріус