

М.М. Дівізінюк¹, О.І. Сошинський², О.С. Шевченко², Р.І. Шевченко²

¹Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», Україна

²Національний університет цивільного захисту України, Україна

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИБОРУ ТИПІВ ДОРОЖНІХ КАРТ ПРИ ВІДБУДОВІ ПОСТТРАЖДАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ УКРАЇНИ

Розглянуто наукове завдання з розробки рекомендацій з вибору типів дорожніх карт, як елементу інженерних споруд з прогнозним ефектом мінімізації осколкового ураження цивільного населення у разі вогневого ураження осколково-фугасними боєприпасами, під час робіт з відбудови постраждалих населених пунктів України. Проведений аналіз літературних джерел довів необхідність проведення детальних досліджень інженерних та будівельних матеріалів та конструкцій з метою підвищення їх протидії вогневим ефектам сучасних боєприпасів, які застосовуються в агресії РФ проти народу та території України. Доведено, що застосування вибухової зброї в населених пунктах призводить до численних жертв та поранення цивільного населення. Встановлено, що рекомендації з вибору типів дорожніх карт, як елементу інженерних споруд з прогнозним ефектом мінімізації осколкового ураження цивільного населення у разі вогневого ураження осколково-фугасними боєприпасами, дозволяють надалі сформулювати методіку розробки дорожнього покриття міст та селищ України під час їх відбудови та знизити у подальшому імовірність ураження цивільного населення на 30 % від первинних та на 70 % від вторинних факторів вогневого ураження осколково-фугасними боєприпасами.

Ключові слова: мінімізація наслідків, вогневе ураження, дорожнє покриття, цивільні особи, місто

Вступ

Як свідчить аналіз перебігу агресії з боку РФ на теренах України, найбільших жертв Українське суспільство зазнає саме через приступне вбивство мирного населення в містах та селах нашої держави. Це відбувається у тому числі і в наслідок використання вибухової зброї. Застосування якої в населених пунктах може мати глибокий вплив на фізичні споруди, такі як транспортні засоби, житло, комерційна нерухомість, заводи, школа, лікарні тощо. Насамперед мирні мешканці інтуїтивно, у разі відчуття загрози вибуху, шукають укриття в транспортних засобах, будинках та підвалах, шлях до яких під обстрілів є вкрай ризикованим переміщенням. Хоча вуличні конструкції, у тому числі дорожнє покриття, і забезпечують певний захист від первинних осколкових ефектів вибухової зброї вони також є джерелом або ініціатором сміття та вторинних осколків, насамперед, як осколки віконного скла або бетону, металеві прутки, сантехнічні труби або мармур з фасадів сучасних будівель. Слід також зазначити, що наслідки використання вибухової зброї в одному населеному середовищі можуть дуже відрізнятися в іншому, залежно від конструкції будівлі, інженерії та матеріалів дорожнього покриття.

Як доводить сьогодення існуючих даних з цього питання недостатньо, і тому необхідно проведення додаткових досліджень, з метою вивчення ефектів прогнозу мінімізації, можливих військових дій, а саме вогневого ураження мирного населення в населених пунктах під час їх після воєнної відбудови

Враховуючи це, мінімізація жертв серед мирного населення міст та територій, в наслідок бойових дій є актуальною та своєчасною проблемою сфери цивільного захисту.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз сучасних публікацій за напрямком дослідження свідчить про наступне. Так в роботі [1] автори роблять детальний огляд вогневих уражень території Лівії, констатуючи невибірковий обстріл цивільних районів у Тріполі та Бенгазі. Але надані рекомендації наведені виключно в юридичній площині питання. В роботі [2] автори розглядають узагальнені характеристики боєприпасів прямого удару, втім не конкретизують їх можливу мінімізацію за рахунок інженерних та будівельних рішень. Аналогічно автори роботи [3] розглядають деструктивні дії вибухової зброї в населених пунктах. Наводять характеристика та змістовний аналіз. Втім залишають поза уваги заходи з

мінімізації вогневого ураження. Автори в роботі [4] розглядають наявний неприйнятний ризик для мирного населення за використання вибухової зброї в населених пунктах. Однак шляхи мінімізації останнього мають організаційний характер. В роботі [5] розглядається досвід служби досліджень озброєння щодо застосування вибухової зброї в населених пунктах. Однак аналіз стосується виключно суто технічних міркування щодо їх використання та впливу на інфраструктуру міст. В роботі [6] розглянуті боеприпаси різної потужності та їх осколковий вплив на цивільне населення міст. Можливі шляхи мінімізації за рахунок інженерних рішень в роботі не розглядаються. В роботі [7] розглянуті окремі механізми міжнародного відстеження вогневого впливу стрілецької зброї та легких боеприпасів на стан цивільного населення. Втім питання та відповідні рекомендації щодо можливості їх завчасної мінімізації не розглядаються. В роботі [8] наведено досить змістовний аналіз Женевського міжнародного центру гуманітарного розмінування. Однак попре рекомендацій термінологічного характеру на шталт: переліку ключових термінів та їх описів, характеристик вибухової зброї, аналіз не містить інженерних та технічних рішень щодо мінімізації вогневого впливу на цивільне населення. У роботі [9] автори аналізуючи події на територіях України які постраждали від вогневого ураження констатують зростання кількості загиблих серед цивільного населення за відсутності захисних споруд, в концепції яких реалізовані сучасні інженерні погляди на безпеку. В роботі [10] автори наводять детальний аналіз, вогневого ураження цивільного населення у локальних конфліктах, Центру досліджень і розробок інженерів інженерного корпусу армії США. Попре аналізу наслідків вогневого ураження наголошується про необхідність запровадження сучасних інженерних рішень з розбудови міської інфраструктури. У роботі [11] автори наводять приклади вогневого ураження від боеприпасів калібру 155 мм, аналізують їх вражаючі можливості для різних місцевостей їх безпосереднього застосування. Однак чітких рекомендацій щодо технічних та інженерних рішень не наводять. В роботі [12] мова йде про аналіз збройних конфліктів та постраждале цивільне населення. Однак рекомендації стосуються положень міжнародного гуманітарного права. Окремо слід розглянути низку робіт які є каталогами виробників боеприпасів [13, 14] де мова йде про їх детальний розбір технічних можливостей та небезпеки застосування. Втім характеристик проникнення для різних видів інженерних споруд автори не наводять, що у підсумку не дає змоги визначити заходи мінімізації їх вогневого впливу на

цивільне населення на міську інфраструктуру. В роботі [15] автори роблять окремі спроби розробити рекомендації щодо якості інженерних споруд маючи за мету мінімізацію вогневого впливу на цивільне населення в межах міста.

Таким чином, не вирішеною частиною проблеми є відсутність дієвих рекомендацій технічного та інженерного характеру щодо вибору дорожнього покриття, з найбільшим проти осколковим захистом, міст та селищ під час після воєнної їх відбудови.

Мета та завдання дослідження

Метою роботи є формування рекомендацій з вибору типів дорожніх карт, як елементу інженерних споруд з прогнозним ефектом мінімізації осколкового ураження цивільного населення у разі вогневого ураження осколково-фугасними боеприпасами, під час робіт з відбудови постраждалих населених пунктів України.

Для досягнення поставленою мети були поставлені наступні задачі:

1. Дослідити ефекти вогневого ураження осколково-фугасних боеприпасів в міській інфраструктурі. Визначити умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти.

2. Розробити рекомендації з вибору типів дорожніх карт, як елементу інженерних споруд з прогнозним ефектом мінімізації осколкового ураження цивільного населення у разі вогневого ураження осколково-фугасними боеприпасами.

Виклад основного матеріалу

Дослідження ефектів вогневого ураження

Коли вибухові боеприпаси детонують у населеному та міському середовищі, то відбиті вибухові хвилі в поєднанні з первинним і вторинним осколковим впливом спричиняють дуже високі втрати цивільного населення.

Напад на Маркале, Сараєво 5 лютого 1994 року [5], є прикладом потенційно руйнівного впливу вибухової зброї в закритий або напівзакритий громадський простір. Одиночний 120-мм мінометний снаряд впав на переповнений ринок у наслідок чого загинуло 68 осіб і ще 144 отримали поранення. Це досить незвичайна подія, оскільки один фугасний мінометний снаряд навряд чи завдасть стільки втрат. Достеменною інформації не існує, однак з погляду фахівців мало місце

ефект відображення енергія вибухової хвилі, підсилюючи таким чином загальний вплив. Якби ця атака сталася відкритій ділянці, мало ймовірно, що так багато людей були б убиті або поранені. Подібний ефект має місце і у разі потрапляння боєприпасів у транспортні засоби, як-то міський пасажирський транспорт. Так наприклад у січні 2015 р поблизу селища Волноваха, Україна одна 122-мм ракета вибухнула поблизу автобуса, що призвело до 12 загиблих і 17 поранених. Точка удару ракети була приблизно 10 м від автобуса, але схема смертності відповідає раніше наведеним даним. Виходячи з моделей поранень, найімовірніше, велика кількість постраждалих, яка викликана одним боєприпасом є результатом відбиття вибухової хвилі всередині автобуса, потім первинне і вторинне роздроблення і дроблення сміття в замкнутому просторі.

Як бачимо посилення первинного ефекту відбувається переважно за рахунок не тільки відбиття вибуху хвилі, а й через вторинну фрагментацію осколків та інженерних споруд. Це призведе до збільшення частки смертельних випадків, ніж від застосування аналогічних боєприпасів на відкритих просторах.

Слід зазначити, що там, де натовпи людей були уражені на вулиці без попередження чи прикриття, вплив боєприпасів у населених пунктах є найбільш вразливим. У цих випадках одиночні боєприпаси можуть спричинити велику кількість смертей, як це видно сталось у місті Алеппо, Сирія, коли було вбито 60 людей і 79 постраждали, коли вони стояли в черзі за хлібом. Неодинокі випадки мали місце також у м. Харкові під час отримання місцевими жителями гуманітарної допомоги біля пунктів видачі.

Слід зазначити, що під час обстрілів. Останній боєприпас (або повторний обстріл через 15-20 хвилин) виявлявся смертоноснішим, ніж попередня. Як-то подвійний обстріл ринку «Барабашово» у м. Харкові.

Також слід зазначити, що можливість ураження вторинними осколками була істотним фактором, що могла спричинити додаткове смертельне ураження цивільного населення в містах їх концентрації.

Відповідно до інформації джерел [13, 14] системи, які використовуються РФ в агресії проти України мають певні технічні обмеження, що не забороняють їх застосування поблизу густонаселеної місцевості з гуманістичних позицій. Так слід зазначити, що подібні системи ураження були розроблені для створення широкої зони впливу для ураження точних цілей. Так коли, наприклад 122-мм система, запускає ракети на дальності приблизно 14 км в умовах, близьких до

ідеальних (тобто на рівній місцевості, за хороших погодних умов, навченим екіпажем і відповідним цільовим профілем, кожна ракета все ще має ймовірну похибку до ± 100 м по курсу стрільби, та ± 80 м по сторонам точки прицілювання. Коли відповідна система стріляє на цій дальності, тоді є еліптична ймовірна помилка така, що 50% випущених ракет приземляться десь в еліпсі розміром приблизно 200 x 160 м. На 20 км це збільшується до еліпса розміром приблизно 600 x 320 м.

Системі не вистачає точності, і на жаль у разі прицілення навіть у одну точку поблизу населеного пункту є досить висока вірогідність потрапляння боєприпасів в межі міста та завдання смертельних втрат цивільному населенню, що неодноразово мало місце під час обстрілів населених пунктів Харківщини.

Розробка рекомендації з вибору типів дорожніх карт

При попаданні осколково-фугасного снаряда (ОФС) системи залпового вогню (РСЗВ) «Град» у дорожній одяг відбувається детонаційний вибух із розльотом осколків.

Під впливом миттєвого займання вибухової речовини відбувається активне нагрівання та розширення газів, які звільнюючись, створюють навантаження на власний снаряд, у кількості, необхідній для його деформації, руйнування та створення вектора руху осколків у напрямку руху вивільненої енергії.

Щільність і дальність розльоту уламків під час вибуху безпосередньо залежать від властивостей матеріалу дорожнього одягу.

З метою розробки рекомендацій щодо зниження щільності уламків під час вибуху ОФС біля житлових кварталів, розглянемо основні три види дорожніх одягів, що застосовуються у зонах переміщення пішоходів, автотранспорту та зон благоустрою території, притаманних житловим кварталам м. Харків.

а) Асфальтобетон - у місцях організованого проїзду автотранспорту та руху пішоходів;

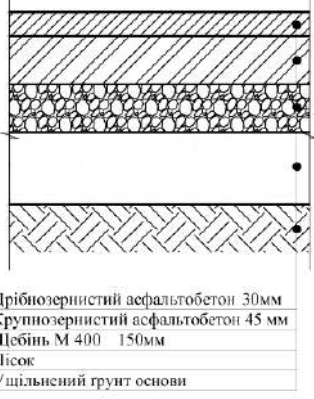
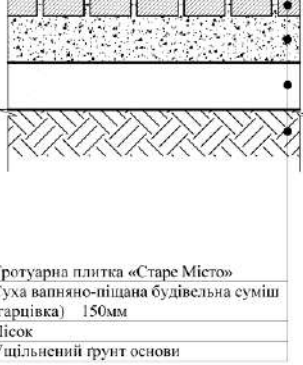

б) Тротуарна плитка типу «Старе місто» – в адміністративних, торгових та житлових зонах для руху пішоходів;

с) Газон – у місцях благоустрою та озеленення території.

Розглянемо основні фізичні властивості кожного з перерахованих типів дорожніх карт, які є вагомими при визначенні ступеня пошкоджень при типі снаряда ОФС: площа, щільність та пористість зовнішніх сегментів робочої поверхні (ЗСП). У цій статті за ЗСП - приймаємо контактні частини поверхні типів дорожніх одягів: а), б) та с). табл.1

Таблиця 1

Характеристика дорожніх карт

Тип покриття	Тип покриття дорожніх карт		
	а) Асфальто-бетон	б) Тротуарна плитка «Старе місто» (10x12x4см)	в) Газон (грунт)
Схема	 <p>Дрібнозернистий асфальтобетон 30мм Крупнозернистий асфальтобетон 45 мм Шебінь М 400 150мм Пісок Ущільнений ґрунт основи</p>	 <p>Тротуарна плитка «Старе Місто» Суха вапняно-піщана будівельна суміш (гарцівка) 150мм Пісок Ущільнений ґрунт основи</p>	 <p>ґрунт</p>
Площа ЗСРП	Вся поверхня, до найближчого деформаційного шва	120 см ²	Від 0,1 см ²
Щільність ЗСРП	2100 – 2700 кг/м ³	2215 кг/м ³	1100-1200 кг/м ³
Пористість ЗСРП	18-21%	0,5-2%	42-60%

Розглянемо дію ОФС під час зіткнення з поверхнями дорожнього одягу:

а) Асфальтобетон

У момент зіткнення снаряда з поверхнею асфальтобетону швидкість руху снаряда різко падає, а «ударник детонатора» за інерцією продовжує свій рух до моменту спрацювання детонатора, після чого відбувається вибух розривного заряду над рівнем поверхні асфальтобетону рис. 1.



Рис.1.Фрагмент поверхні асфальтобетону від враження ОФС

б) Плитка «Старе місто»

У момент зіткнення снаряда з поверхнею плитки «Старе місто» – швидкість руху снаряда сповільнюється, снаряд видавлює 1-4 сегментів плитки і занурюючись проходить шар гарцівки та

піску, заглибившись на 30-40 см, зустрічається із шаром гравію. Спрацьовує «ударник детонатора», який за інерцією продовжує рух до моменту спрацювання детонатора, після чого відбувається вибух розривного заряду нижче рівня поверхні плитки «Старе місто» на 30-40 см. рис.2.

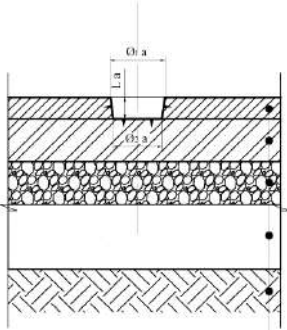
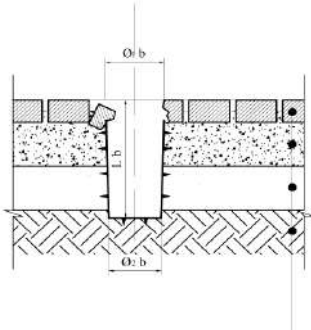
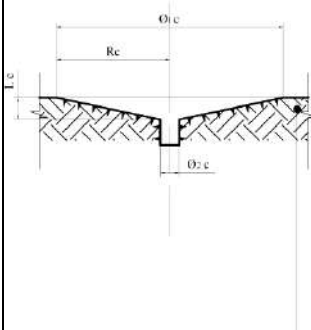


Рис.2. Фрагмент поверхні типу «Старе місто» від враження ОФС

в) ґрунт

У момент зіткнення снаряда з поверхнею ґрунту – швидкість руху снаряда сповільнюється, снаряд занурюється в ґрунт на 20-30 см, «ударник детонатора» за інерцією продовжує свій рух до моменту спрацювання детонатора, після чого відбувається вибух розривного заряду нижче рівня ґрунту на 30-40 див. Див. Табл. 2.

Характеристики місць ураження ОФС

		Наслідки вибухів снарядів ОФС РСЗО		
Тип покриття	a) Асфальто-бетон	b) Тротуарна плитка «Старе місто» 10x12x4см	c) Газон (грунт)	
Схема	 <p>Дрібнозернистий асфальтобетон 30мм Крунозернистий асфальтобетон 45 мм Щебень М 400 150мм Пісок Ущільнений ґрунт основи</p>	 <p>Тротуарна плитка «Старе Місто» Суха ваньяно-піщана будівельна суміш (гаршівка) 150мм Пісок Ущільнений ґрунт основи</p>	 <p>Ґрунт</p>	
П-ри	$\Phi_1 a = 19 \text{ см}$ $\Phi_2 a = 17 \text{ см}$ $L a = 3 \text{ см}$	$\Phi_1 b = 25 \text{ см}$ $\Phi_2 b = 19 \text{ см}$ $L b = 20 \text{ см}$	$\Phi_1 c = 300 \text{ см}$ $(Rc+Rc)$ $\Phi_2 c = 20 \text{ см}$ $L c = 60 \text{ см}$	

Таким чином, як видно з результатів проведених досліджень, зміни ефективності спрацьовування ОФС на трьох типах дорожніх карт характерних для житлових кварталів впливає на ступінь щільності осколків при вибуху. Отримані результати вимагають подальшого уточнення та більшої деталізації для розробки нових типів дорожніх покриттів з підвищеним рівнем безпеки для громадян.

Обговорення результатів з формування рекомендацій з вибору типів дорожніх карт

Проведений аналіз тематичних досліджень здійснювався маючи за мету дослідити переважну практику використання вогневого ураження цивільних осіб та міської інфраструктури під час бойових дій з подальшим застосуванням наявного досвіду для можливої мінімізації можливих наслідків вогневого ураження шляхом формування рекомендацій щодо вибору відповідних технічних та інженерних рішень під відбудови міст України.

Зазначимо, що сучасні варіанти артилерійських знарядь і мінометів здатні на відносно високий рівень кучності при стрільбі непрямою наводкою в межах їх ефективної дальності. Однак через низьку точність цих систем, що залежить від конструкції, снаряди зазвичай поширюються на значну площу, яка збільшується в міру збільшення відстані до цілі. Це призводить до збільшення вірогідності втрат серед цивільного населення у разі застосування

відповідних систем вогневого ураження поблизу населених пунктів або безпосередньо при їх злочинному враженні. Некеровані артилерійські ракети за своєю технічною конструкцією є досить неточними. Відповідно рівень неточності вогневого ураження не може бути передбачуваним і остійним, бо залежить від конструкції системи вогневого ураження, рельєфу, погодних умов, підготовки операторів тощо. Окремим негативним фактором є використання боеприпасів, термін придатності яких вичерпався, що ще більше збільшую вірогідність ураження цивільного населення міст, які знаходяться в зоні військового конфлікту.

Слід зазначити, що для фугасних боеприпасів у населених пунктах, основні наслідки їх застосування – це вибух, тепло та осколки, що виникають від боеприпасів, а також вторинні осколки та уламки, що утворюються в результаті удару або вибуху боеприпасу, які рухаються на великій швидкості на значну відстань. Ці ефекти посилюються шляхом одночасного або послідовного ведення залпу боеприпасів і їх використання в населених пунктах, що часто призводить до великих жертв та ураження міської інфраструктури. З іншого боку вплив фугасних боеприпасів у населених пунктах значною мірою залежить від наявних інженерних споруд, дорожнього покриття тощо. З одного боку інженерні конструкції можуть забезпечувати захист від первинних і вторинних вибухових ефектів зброї, з іншого боку можуть посилювати вторинні

вражаючи ефекти за рахунок відбиття вибухових хвиль. Будівлі та дорожнє покриття, транспортні засоби можуть додатково доповнювати осколковий вплив боєприпасів, вторинними осколками цегли, бетону, скла та іншого сміття.

Також слід наголосити, що інтуїтивні рефлекс у людей - шукати укриття від вибухової зброї в будівлях, транспортних засобах та закритих приміщеннях. Від так особливу небезпеку складає саме переміщення під час вогневого ураження в населених пунктах за рахунок посилення саме вторинної небезпеки ураження інженерних конструкцій. Від так проти осколкове дорожнє покриття та грамотне інженерне розміщення та компонування споруд у населеному пункті та типу в дозволяє суттєво збільшити ймовірність виживання для людини в містах та селах. Майбутні інженерні рішення повинні також враховувати регіональні відмінності, що спостерігаються щодо конструкцій та будівельних матеріалів. Від так необхідні додаткові технічні дослідження для визначення мінімізаційних ефектів вогневого ураження від застосування будівельних матеріалів з регіональними особливостями.

Висновки

1. У підсумку, застосування вибухової зброї в населених пунктах призводить до численних жертви та поранення цивільного населення. На додаток до людських витрат, вогневе ураження населених пунктів приводить до значної шкоди основній інфраструктурі, будинкам та підприємствам. При цьому дія детонації фугасних боєприпасів посилюється в закритих або напівзакритих приміщеннях, таких як будівлі, тунелі, вузькі вулиці чи транспортні засоби. Це призводить до більшої частки смертей, за рахунок вторинного ураження. Від так на сьогодні існує необхідність розробки інженерно-технічних рекомендацій, які на підставі кількісної оцінки ефектів вогневого ураження, дозволили б сформувати мінімізаційні заходи від потенційних факторів вторинного ураження, під час відбудови міст та сел. України.

2. Розроблені рекомендації з вибору типів дорожніх карт, як елементу інженерних споруд з прогнозним ефектом мінімізації осколкового ураження цивільного населення у разі вогневого ураження осколково-фугасними боєприпасами, дозволяють надалі сформувати методику розробки дорожнього покриття міст та селищ України під час їх відбудови. Це дозволить знизить ймовірність ураження цивільного населення на 30 % від первинних та на 70 % від вторинних факторів вогневого ураження осколково-фугасними боєприпасами.

References

1. Amnesty International. (2016). Libya: Indiscriminate Shelling of Civilian Areas in Tripoli and Benghazi Amounts to War Crimes. Amnesty International. www.amnesty.org/en/latest/news/2014/08/libya-indiscriminate-shelling-civilian-areas-tripoli-and-benghazi-amounts-war-crimes/
2. Balle, J. K. O. (2016). Joint Direct Attack Munition (JDAM). Retrieved August 14, 2016, www.bga-aeroweb.com/Defense/JDAM.html
3. Bhagi, P., Iannuzzi, K., & Omelchenko, S. (2015). Destructive Effects of Explosive Weapons in Populated Areas: Characterisation and Analysis, Project Report. Graduate Institute of Geneva.
4. Brehm, M. (2014). Unacceptable Risk: Use of explosive weapons in populated areas through the lens of three cases before the ICTY. Utrecht: PAX.
5. Cross, K., Dullum, O., Jenzen-Jones, N. R., & Garlasco, M. (2016). Explosive Weapons in Populated Areas: Technical considerations relevant to their use and effects. Armament Research Services (ARES). www.icrc.org/en/download/file/23603/aresweb-generic.pdf
6. Drew, James. (2014). 'Air Force Replaces Cluster Bombs with Something Slightly Less Likely to Kill Civilians: New munitions rain down iron fragments'. War is Boring. 13 October 2014. <https://warisboring.com/air-force-replaces-cluster-bombs-with-something-slightly-less-likely-to-kill-civiliansbe94942adb97#.ouya5x49n>
7. Ferguson, Jonathan, N.R. Jenzen-Jones, Ian McCollum & Anthony G. Williams. (2015). Definitions of Small Arms & Light Weapons types as outlined in the International Tracing Instrument. Unpublished background paper. Perth: Armament Research Services (ARES).
8. Geneva International Centre for Humanitarian Demining. (2015). Terminology of Explosive Weapons: List of Key Terms and Their Descriptions, Characterisation of Explosive Weapons Project. GICHD.
9. Human Rights Watch. (2015). Ukraine: Rising Civilian Death Toll. New York: HRW. www.hrw.org/news/2015/02/03/ukraine-rising-civilian-death-toll
10. Hyde, D. (2016). Fragment penetration of a Mk 82 bomb. Conventional Weapon Effects Program (ConWep), USACE Engineer Research and Development Center, formerly known as U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station.
11. Indian Ordnance Factories (IOF). (2016). '155 mm Shell HE M/77B'. <http://ofb.gov.in/products/data/ammunition/lc/30.htm>
12. International Committee of the Red Cross (2015). International Humanitarian Law and the Challenges of Contemporary Armed Conflicts. ICRC, Switzerland. www.icrc.org/en/document/international-humanitarian-law-and-challenges-contemporary-armed-conflicts
13. Nexter Group. (2016). Nexter Munitions Catalogue. www.nexter-group.fr/images/catalogues/nexter_catalogue_munitions_2016_en.pdf
14. Tohan (S. TOHAN S.A.) Ammunition Manufacturer. (2016b) (n.d.) Military Products: Fuzes for 122 mm Rockets. www.tohan.ro/FUZES%20FOR%20122%20mm%20ROCKETS.html
15. Wille, C., & Borrie, J. (2016). Understanding the Reverberating Effects of Explosive Weapons: A Way Forward. United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR). www.unidir.org/programmes/security-and-society/reverberating-effects-of-explosive-force

Рецензент: доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник наукового відділу проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки О.Є. Басманов, Національний університет цивільного захисту України, Україна.

Автор: ДІВІЗИНЮК Михайло Михайлович
доктор фізико-математичних наук, професор.
завідувач відділу цивільного захисту та інноваційної діяльності
Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»
E-mail - divizinyuk@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5657-2302>

Автор: СОШИНСЬКИЙ Олександр Ігорович
кандидат наук з мистецтвознавства
Національний університет цивільного захисту України
E-mail - soshinsky@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7921-1294>

Автор: ШЕВЧЕНКО Ольга Станіславівна
кандидат технічних наук, провідний фахівець
відділу адміністративної роботи
Національний університет цивільного захисту України
E-mail - shevchenko Olga2008@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2106-5009>

Автор: ШЕВЧЕНКО Роман Іванович
доктор технічних наук, професор, начальник
кафедри автоматичних систем безпеки та
інформаційних технологій факультету пожежної
безпеки
Національний університет цивільного захисту
України
E-mail - shevchenko605@i.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9634-6943>

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON THE CHOICE OF TYPES OF ROAD MAPS IN THE RECONSTRUCTION OF VICTIMS OF UKRAINIAN SETTLEMENTS

M. Divizinyuk¹, O. Soshinskiy², O. Shevchenko², R. Shevchenko²

¹State Organization "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine", Ukraine

²National University of Civil Defence of Ukraine, Ukraine

The scientific task of developing recommendations for the selection of types of road maps as an element of engineering structures with the predictive effect of minimizing fragmentation of civilians in case of fire damage by high-explosive munitions during reconstruction of affected settlements of Ukraine. The analysis of literature sources proved the need for detailed research of engineering and building materials and structures in order to increase their resistance to the fire effects of modern ammunition used in Russian aggression against the people and territory of Ukraine. It has been proven that the use of explosive weapons in populated areas leads to numerous casualties and injuries to civilians. The detonation of high-explosive munitions is enhanced in enclosed or semi-enclosed spaces, such as buildings, tunnels, narrow streets or vehicles. This leads to a higher proportion of deaths due to secondary damage. It is established that the recommendations on the choice of types of road maps as an element of engineering structures with a predictive effect of minimizing fragmentation of civilians in case of fire damage by high-explosive munitions, allow to further develop a methodology for developing road surfaces damage to the civilian population by 30% of the primary and 70% of the secondary factors of fire damage by high-explosive fragmentation munitions. From so against fragmentation of the road surface and competent engineering placement and layout of buildings in the settlement and type in can significantly increase the likelihood of human survival in cities and villages. Future engineering solutions should also take into account regional differences in structures and building materials. Further research should be conducted to determine the minimization effects of fire damage from the use of building materials with regional characteristics.

As a result, the use of explosive weapons in populated areas leads to numerous victims and injuries of the civilian population. In addition to the human cost, fire damage to populated areas results in significant damage to basic infrastructure, homes and businesses. At the same time, the detonation effect of high-explosive munitions is enhanced in closed or semi-closed spaces, such as buildings, tunnels, narrow streets or vehicles. This leads to a higher proportion of deaths due to secondary damage. Since then, there is a need to develop engineering and technical recommendations, which, based on the quantitative assessment of the effects of fire damage, would allow to form measures against potential factors of secondary damage during the reconstruction of cities and villages of Ukraine. The developed recommendations on the selection of types of road maps as an element of engineering structures with the predictive effect of minimizing shrapnel damage to the civilian population in the event of fire damage by high-explosive munitions allow to further develop a methodology for the development of road surfaces in cities and towns of Ukraine during their reconstruction. This will reduce the probability of damage to the civilian population by 30% from primary and by 70% from secondary factors of fire damage by high-explosive munitions.

Keywords: minimization of consequences, fire damage, road surface, civilians, city