

## Експериментальні дослідження застосування невибухового імпульсного сейсмічного джерела під час гуманітарного розмінування водних перешкод і акваторій

В. І. Коцюрба\*, О. Л. Голда, В. В. Олійник, А. В. Кокойко

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського

\*Corresponding author. E-mail: kotcuru@ukr.net

Paper received 02.11.19; Accepted for publication 20.11.19.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-215VII26-14>

**Анотація.** У роботі досліджено проблему гуманітарного розмінування та можливість використання принципу дії, що покладено в основу невибухового імпульсного сейсмічного джерела для знищення (знешкодження) вибухових пристроїв з контактними датчиками цілі, що встановлені у воді. Як невибухове імпульсне сейсмічне джерело застосовано дослідний зразок електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27, що надано товариством з обмеженою відповідальністю “Юг-нафтогазгеологія”. На основі аналізу результатів проведеного комплексного натурного експерименту перевірені гіпотези щодо можливості використання пристрою даного типу для знищення (знешкодження) протидесантних мін, що встановлені у воді, шляхом впливу збуджених ударних хвиль на їх контактні датчики цілі.

**Ключові слова:** гуманітарне розмінування, знищення (знешкодження), датчик цілі, вибуховий пристрій, вибухонебезпечний предмет, невибухове імпульсне сейсмічне джерело, ударні хвилі, протидесантна міна.

**Вступ.** Експериментальні дослідження щодо впровадження новітніх принципів дії в галузі гуманітарного розмінування мають вирішальне значення для обґрунтування достовірності розроблених способів пошуку, виявлення, знищення або знешкодження вибухонебезпечних предметів (ВНП).

Досвід виконання завдань з розмінування у воєнних конфліктах сучасності та миротворчих операціях [1-5] показав, що темпи розвитку мінної зброї значно перевищують темпи розвитку протимінних засобів. Цей факт, враховуючи зростаючу інтенсивність застосування мін та саморобних вибухових пристроїв (СВП), у провідних країнах світу давно вже сприймається як загальносвітова проблема, вирішення якої потребує комплексного підходу [6]. При цьому, особлива увага в операціях по розмінуванню приділяється якості очищення місцевості від ВНП, що визначається міжнародними стандартами з розмінування [7]. Найбільш складними виявилися процеси розмінування водних перешкод і акваторії моря від протидесантних мін.

Одним із перспективних напрямків розвитку протимінних засобів є впровадження новітніх принципів дії у процеси розмінування, до яких відноситься використання енергії ударних хвиль, що розповсюджуються у воді внаслідок штучного впливу невибухового імпульсного сейсмічного джерела (НСД).

**Аналіз публікацій.** [8-14] показав, що в них піднято та розглянуто часткові наукові задачі. Так відомі праці [8, 9] присвячені висвітленню результатів наукових досліджень, спрямованих на моделювання процесів та обґрунтування вимог до засобів пошуку та виявлення ВНП різними методами. При цьому, в [8] розглядається можливість та наведені залежності щодо виявлення великих об'єктів та перехідних шарів у ґрунтах сейсмоакустичним методом. Вказаний метод поки що не знайшов поширеного використання у практиці розмінування. У [10-14] наведені результати експериментальних та теоретичних досліджень способів знищення (знешкодження) вибухових пристроїв (ВП), до основних з яких належать вибуховий, механічний, лазерний тощо.

Проведений аналіз відомих доступних досліджень і публікацій дозволив дійти висновку, що задача проведення експериментальних досліджень можливості використання енергії НСД, як засобу знищення (знешкодження) протидесантних мін (ПДМ) у воді, не стави-

лась, а отже і не вирішувалась.

**Мета.** Тому, метою даної статті є висвітлення основних результатів проведеного натурного експерименту щодо дослідження можливості використання НСД для знищення (знешкодження) ПДМ у воді під час гуманітарного розмінування.

**Результати та їх обговорення.** В якості робочої гіпотези було використано твердження щодо можливості використання штучного невибухового імпульсного методу збудження сейсмічним коливань у ґрунтах та ударних хвиль у воді для знищення (знешкодження) ПДМ, датчики цілі яких засновані переважно на контактних принципах дії.



Рис. 1. Використання під час експериментальних досліджень електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27 на воді



Рис. 2. Варіанти використаних під час експериментальних досліджень макету донної ПДМ зі штировим датчиком цілі

Як НІСД під час експерименту на воді (рис. 1) було застосоване дослідний зразок електродинамічного імпульсного джерела сейсмічних сигналів ІДД-27 [15], що надане Товариством з обмеженою відповідальністю “Юг-нафтогазгеологія”.

Отже, в якості об’єкту експериментальних досліджень обрано спосіб знищення або знешкодження ПДМ шляхом використання НІСД, що викликає ударні хвилі у воді. При цьому, задача досліджень полягала в проведенні натурного експерименту з метою визначення характеристик поширення ударних хвиль у воді та їх вплив на датчики цілі ПДМ. Варіант використання імітаційного засобу штирового датчику цілі макету донної ПДМ наведено на рис. 2.

Планування та проведення експериментальних досліджень здійснювалось на основі існуючої методики [16]. Для проведення досліджень було обрано варіант встановлення ПДМ у воді відносно НІСД за типовою схемою (рис. 3), для якої обрано фактори та показник (табл. 1).

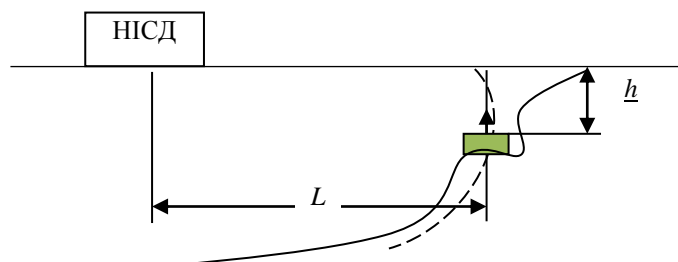


Рис. 3. Схеми розташування датчика цілі ПДМ відносно НІСД у воді.

Показником, значення якого визначались у ході експерименту (табл. 1), є  $y$  – питомий імпульс ( $I$ , кгс/см<sup>2</sup>), що визначається через тиск.

Аналіз одержаних результатів експериментальних досліджень [17] показав, що в використання розглянутого принципу дії НІСД для знищення (знешкодження) ПДМ з контактними датчиками цілі у воді є цілком можливим. Тарирування виготовленого пристрою для вимірювання питомого імпульсу  $I$  (кгс), розміщеного усередині макету ПДМ (рис. 2), показало, що збільшенню його значення на 0,5 кгс при прикладанні зусилля в центрі штиря відповідало збільшення значення тиску на 1 мм рт. ст. шкали манометру.

Аналіз результатів досліджень (рис. 4) показав, що у воді мінімальне значення зміни тиску на штировий датчик цілі 1,4 мм рт. ст. зафіксоване при роботі 3-х індукторів НІСД та 2 мм рт. ст. – при роботі 4-х індукторів НІСД при поверхневому віддаленні 5 м від центру встановленого макету ПДМ. Максимальне значення зміни тиску на штировий датчик цілі 23,8 мм рт. ст. ( $I=11,9$  кгс) зафіксовано при роботі 4-х індукторів НІСД при поверхневому віддаленні 1 м від центру встановленого макету ПДМ. Таке значення питомого імпульсу  $I$  на 30% нижче ніж мінімально потрібне значення зусилля спра-

цювання міни типу ПДМ-1М, а отже є недостатнім. Для забезпечення спрацювання ПДМ у воді значення питомого імпульсу ударної хвилі від дії НІСД із врахуванням потреби віддалення на безпечну відстань (близько 10 м) потрібно значно збільшити.

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів, позначення показника

Фактори	Кодоване позначення	Інтервал варіювання	Рівні факторів			Позначення показника
			+1	0	-1	
$L$ – віддалення міни від пристрою, м	$x_1$	10	5	15	25	$y$
$h$ – глибина встановлення міни, м	$x_2$	0,25	0,5	0,75	1,0	
$I_b$ – макс. тиск пристрою на воду, кгс	$x_3$	10300	4600	14900	25200	

Синтез отриманих середніх значень результатів вимірювань під час проведення експерименту на воді та результати їх інтерпретації наведено на рис. 4.

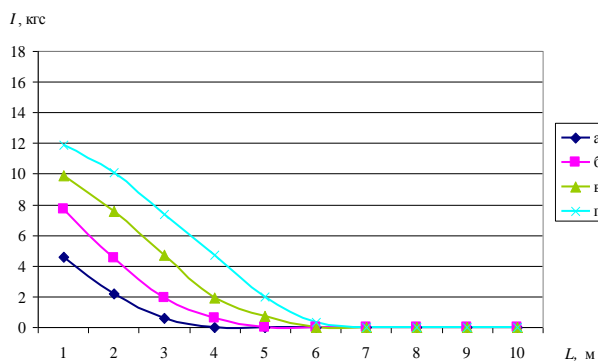


Рис. 4. Залежність тиску зафіксованого тонометром від дальності знаходження пристрою збудження імпульсних сейсмічних коливань від ПДМ: а – значення тиску при дії 1-го індуктору; б – значення тиску при дії 2-х індукторів; в – значення тиску при дії 3-х індукторів; г – значення тиску при дії 4-х індукторів.

**Висновки й перспективи подальших досліджень.**

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити наступні висновки. Результати вимірювань значень тиску пристроєм збудження імпульсних сейсмічних коливань ІДД-27 у воді підтвердили гіпотезу щодо можливість застосування пристроїв даного типу для знищення (знешкодження) окремих типів ПДМ при збільшенні потужності ударних хвиль.

Як напрямок подальших досліджень є обґрунтування тактико-технічних вимог до перспективного засобу знищення (знешкодження) ПДМ з контактними датчиками цілі, в основу принципу дії якого лежить використання енергії збуджених імпульсних ударних хвиль у воді.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Польских Н.Л. Некоторые выводы по итогам инженерного обеспечения миротворческих сил в ходе грузино-абхазского конфликта//Арм. сб. 1997. № 1. С. 37-39.
2. Жуков С. Опыт разминирования местности в условиях локальных военных конфликтов//Зарубежное военное обозрение. № 6, 1998. С. 14-19.
3. Жуков С. Опыт разминирования местности в Боснии и Герцеговине//Зарубежное военное обозрение. № 8, 1998. С. 18-22.
4. Свірський Є. Ліван: місія триває//Військо України. № 3, 2003. С. 4-7.
5. Підсумковий звіт про виконання бойових завдань саперними підрозділами ЗС України в Ісламській Республіці Афганістан у складі Литовської групи з реконструкції провінції Гор (ГРП) за період з листопада 2010 р. по листопад 2011 р. К.: ГШ ЗСУ, 2012. 47 с.
6. Петренко Е. С. Некоторые технические особенности решения проблемы гуманитарного разминирования//Специальная техника, 2002. №3. С. 12–13.

7. Керівництво по управлінню операціями по розмінуванню (офіційний переклад)/МСПМД (IMAS) 07.10. – USA New York: ЮНМАС ООН, 2001. – 30 с./Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.mineactionstandards.org>.
8. Щербак Г. Н. Новые методы обнаружения скрытых объектов: монография. М.: ООО Эльф ИПР, 2011. 503 с.
9. Карев А., Раевский В., Коняев Ю., Румянцев А., Аверченко А. Мобильный комплекс обнаружения взрывчатых веществ. Технология разминирования XXI века//Электроника: Наука. Технологии. Бизнес, 2000. № 1. С. 54-58.
10. Корытченко К.В. Экспериментальное исследование применения объемных шланговых зарядов/К.В. Корытченко, Д.П. Дубинин, С.В. Говаленков//Актуальні проблеми технічних та природничих наук у забезпеченні цивільного захисту: III міжнар. наук.-практ. конф., 6-7 квітня 2010 р.: тези допов. – Черкаси, 2010. – С. 107 – 110.
11. Ментус І. Е. Ефективність інженерних боєприпасів: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФВП ПДАТУ, 2008. 80 с.
12. Бочаров О.А. Методы дистанционного обезвреживания ВОП//Артиллерийское и стрелковое вооружение/Конструкторское бюро “Артиллерийское вооружение”. К.: МПШУ, 2008. № 2. С. 34-37.
13. Саламахин Т.М. Основы моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения. Ч. 1. М.: ВИА, 1983. 160 с.
14. Ментус І.Е. Ефективність зарядів руйнування: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ФВП ПДАТУ, 2008. 80 с.
15. Отчет о заводских приемочных испытаниях опытного образца электродинамического импульсного источника сейсмических сигналов ИДД-27. – Кимры: ЗАО “Геосвип”, 2013. – 43 с.
16. Цивин М.Н. Многофакторный эксперимент: графическая интерпретация данных – К.: ИГиМ, 2002. – 120 с.
17. Звіт про проведення експериментальних досліджень 23.05.2018. – К.: ЦНДІ ОВТ ЗС України та ТОВ “Югнафтогазгеологія”, 2018. – 8 с.

#### REFERENCES

1. Pol'skikh N.L. Nekotoryye vyvody po itogam inzhenerenogo obespecheniya mirovorcheskikh sil v khode gruzino-abkhazskogo konflikta//Arm. sb. 1997. № 1. S. 37-39.
2. Zhukov S. Opyt razminirovaniya mestnosti v usloviyakh lokal'nykh voyennykh konfliktov//Zarubezhnoye voyennoye obozreniye. № 6, 1998. S. 14-19.
3. Zhukov S. Opyt razminirovaniya mestnosti v Bosnii i Gertsegovine//Zarubezhnoye voyennoye obozreniye. № 8, 1998. S. 18-22.
4. Svirs'kiy È. Lívan: misiya trivaê//Viys'ko Ukraïni. № 3, 2003. S. 4-7.
5. Підсумковий звіт про виконання бойових завдан' саперними підрозділами ЗС України в Ісламський Республіці Афганістан у складі Литовської групи з реконструкції провінції Гор (GRP) за період з листопада 2010 р. по листопад 2011 р. К.: GSH ZSU, 2012. 47 с.
6. Petrenko Ye. S. Nekotoryye tekhnicheskiye osobennosti resheniya problemy gumanitarnogo razminirovaniya//Spetsial'naya tekhnika, 2002. №3. S. 12–13.
7. Керівництво по управлінню операціями по розмінуванню (офіційний переклад)/МСПМД (IMAS) 07.10. – USA New York: YUNMAS OON, 2001. – 30 с./Yeлектронний resurs. Rezhim dostupu: <http://www.mineactionstandards.org>.
8. Shcherbakov G. N. Novyye metody obnaruzheniya skrytykh ob'yektov: monografiya. M.: ООО El'f IPR, 2011. 503 s.
9. Karev A., Rayevskiy V., Konyayev YU., Rummyantsev A., Averchenko A. Mobil'niy kompleks obnaruzheniya vzyryvchatykh veshchestv. Tekhnologiya razminirovaniya XXI veka//Elektronika: Nauka. Tekhnologii. Biznes, 2000. № 1. S. 54-58.
10. Korytchenko K.V. Eksperimental'noye issledovaniye primeneniya ob'yemnykh shlangovykh zaryadov/K.V. Korytchenko, D.P. Dubinin, S.V. Govalenkov//Aktual'niye problemi tekhnichnikh ta prirodnichikh nauk u zabezpechenni tsivil'nogo zakhistu: III міжnar. nauk.-prakt. конф., 6-7 kvitnya 2010 r.: tezi dopov. – Cherkasi, 2010. – S. 107 – 110.
11. Mentus Í. Ye. Yefektivnist' inzhenernikh boèpriпасiv: navchal'niy posibnik. Kam'yanets'-Podil's'kiy: FVP PDAТУ, 2008. 80 s.
12. Bocharov O.A. Metody distantsionnogo obezvrezhivaniya VOP//Артиллерийское и стрелковое вооружение/Конструкторское бюро “Артиллерийское вооружение”. К.: МППУ, 2008. № 2. С. 34-37.
13. Salamakhin T.M. Osnovy modelirovaniya i boyevaya effektivnost' zaryadov razrusheniya. CH. 1. M.: VIA, 1983. 160 s.
14. Mentus Í.Ye. Yefektivnist' zaryadiv ruynuvannya: navchal'niy posibnik. Kam'yanets'-Podil's'kiy: FVP PDAТУ, 2008. 80 s.
15. Otchet o zavodskikh priyemochnykh ispytaniyakh opytного obraztsa elektrodinamicheskogo impul'snogo istochnika seymicheskikh signalov IDD-27. – Kимry: ЗАО “Геосвип”, 2013. – 43 s.
16. Tsivin M.N. Mnogofaktorny eksperiment: graficheskaya interpretatsiya dannykh – K.: IGiM, 2002. – 120 s.
17. Zvit pro provedennya yeksperimental'nikh doslidzhen' 23.05.2018. – K.: TSNDÍ OVT ZS Ukraïni ta TOV “Yugnaftogazgeologiya”, 2018. – 8 s.

#### Experimental application studies non-explosive pulse seismic source during the humanitarian clearing of water obstacles and water areas

V. Kotsiuruba, O. Holda, V. Oliynik, A. Kokoiko

**Abstract.** The paper investigates the problem of humanitarian demining and the possibility of using the principle of action, which is the basis of non-explosive pulse seismic source for destruction (neutralization) of explosive devices with contact sensors of the target installed in water. As a non-explosive pulse seismic source, a prototype of the electrodynamic pulse source of seismic signals IDD-27 was used, which was provided by the limited liability company “South Oil and Gas Industry”. Based on the analysis of the results of a comprehensive field experiment, the hypotheses regarding the possibility of using a device of this type to destroy (neutralize) anti-landing mines installed in water by the influence of excited shock waves on their target sensors were tested.