

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ НА ГРУНТОВІ ТА БЕТОННІ СПОРУДИ ДНІСТРОВСЬКОЇ ГЕС-1**

Вербицький С.Т., Пронишин Р.С., Сапужак І.Я.

Інститут геофізики НАН України  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Описано проведення реєстрації експериментальних вибухів з ближнього кар'єру у нижньому б'єфі на тимчасових пунктах сейсмічних спостережень для оцінки їх впливу на лівобережну і правобережну земляні греблі та будівлю Дністровської ГЕС-1, розраховано фактичні акселерограми сейсмічних впливів.

**АННОТАЦИЯ:** Описано проведение регистрации экспериментальных взрывов из ближнего карьера в нижнем бьефе на временных пунктах сейсмических наблюдений для оценки их влияния на левобережную и правобережную земляные плотины и здание Днестровской ГЭС-1, рассчитаны фактические акселерограммы сейсмических воздействий.

**ABSTRACT:** Registration of experimental explosions from near career in the tailrace in temporary points seismic observations to assess their influence on the left bank and right bank earthen dams and building of Dniester HPP-1 are described. Accelerograms of the actual seismic influence are calculated.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** цифровий автоматичний сейсмограф, сейсмічні спостереження, сейсмічна апаратура, буро-вибухові роботи, ґрунтові та бетонні споруди, ГЕС-1.

Великі гідротехнічні споруди належать до категорії особливо важливих об'єктів, руйнування яких може спричинити важкі соціально-економічні та екологічні наслідки. В зв'язку з цим актуальним є питання їх безпечної експлуатації, зокрема і оцінки сейсмічної небезпеки від землетрусів та техногенних подій [1].

В районі розташування згаданих об'єктів, до яких можна віднести і Дністровський енергокомплекс, що знаходиться у Чернівецькій обл. на р. Дністер поблизу м. НовоДністровськ, постійно проводиться значний об'єм будівельно-монтажних робіт. Для виконання робіт переважно використовують місцеві будівельні матеріали. Тому в районі енергокомплексів, як правило, облаштовують кар'єри з видобутку каменю та інших будівельних матеріалів. Зокрема, і поблизу Дністровської ГЕС-1, приблизно в 500 м нижче за течією на лівому березі р. Дністер, у місцевому кар'єрі проводяться буро-вибухові роботи. Враховуючи невелику віддаль, необхідно періодично проводити оцінку впливу вибухів з кар'єру на лівобережну і правобережну земляні греблі та будівлю ДГЕС-1. Результати попередніх досліджень наведено у [2], дані роботи виконувалися фахівцями ПАТ «Укргідропроєкт» та Інституту геофізики НАН України на замовлення ПАТ «Укргідроенерго».

**Метою** роботи є оцінка впливу буро-вибухових робіт на ґрунтові та бетонні споруди Дністровської ГЕС-1. Для її досягнення було виконано наступні роботи:

- аналіз наданих Замовником картографічних та схематичних матеріалів запланованих пунктів тимчасових сейсмічних спостережень та місць проведення ВБР ;
- проведення рекогносцировочних робіт в районі та будівлях ГЕС;
- підготовка апаратури до польових робіт;
- встановлення сейсмічної апаратури на ділянках лівобережної і правобережної земляних гребель (на гребені) та будівлі ГЕС;
- проведення реєстрації вибухів на пунктах сейсмічних спостережень;
- обробка і аналіз цифрових записів зареєстрованих вибухів;
- складання каталогу зареєстрованих вибухів;
- розрахунок фактичних акселерограм поширення сейсмічних хвиль на споруди гідровузла.

Роботи проводилися в умовах діючого гідровузла. На лівобережну і правобережну земляні греблі та будівлю Дністровської ГЕС-1 було встановлено на тимчасових пунктах сейсмічних спостережень комплекти цифрових автоматичних станцій DAS-05 [3], розроблених у відділі сейсмічності Карпатського регіону. Цифровий комплекс був з'єднаний з сейсмічними датчиками типу СМЗ-КВ або «ВЭГИК».

Після аналізу наданих Замовником картографічних та схематичних матеріалів запланованих пунктів тимчасових сейсмічних спостережень та місць проведення ВБР було визначено місця розташування тимчасових пунктів сейсмічних спостережень. По три пункти сейсмічних спостере-

жень знаходилися на лівобережній і правобережній ділянках земляних гребель, а також на будівлі ГЕС-1.

Попередньо визначені місця встановлення сейсмічної апаратури на лівобережній греблі знаходилися в площині перерізу, що проходить через ПК-8 на гребені на відм. 127.000 (пункт реєстрації 1 – ПР1), на нижньому відкосі на бермі на відм. 99.000 (ПР2) та в основі греблі в патерні по осі греблі на відм. 67.000 (ПР3). На правобережній греблі визначені місця знаходилися в площині перерізу, що проходить через ПК-12 (+ 55) на гребені на відм. 127.000 (ПР4), на нижньому відкосі біля підшви підпірної стінки на відм. 99.000 (ПР5) та в основі греблі в патерні по осі греблі на відм. 67.000 (ПР6). Попередньо також було визначено облаштування пунктів спостереження сейсмічних сигналів від вибухів у будівлі ГЕС-1 на 3-х відмітках. Дослідні роботи проводились протягом жовтня 2013 р. Для реєстрації першого вибуху сейсмічна апаратура була встановлена на правобережній земляній греблі у пунктах тимчасової реєстрації ПР4, ПР5, ПР6 та в будівлі ГЕС-1 у пунктах ПР7, ПР8.

Після проведення реєстрації першого вибуху було здійснено попередню обробку отриманих записів, що виявила якісну реєстрацію сейсмічних сигналів на всіх пунктах реєстрації, крім ПР8, розташованого у будівлі ГЕС. Це було обумовлено близьким розташуванням компресорних агрегатів, що неможливо було вимкнути з технологічних міркувань.

З огляду на такі обставини було прийнято рішення провести реєстрацію наступного експериментального вибуху замість ПР8 на ПР9, а реєстрацію на ПР7 продублювати для перерахунку, в разі необхідності, співвідношення між двома вибухами для всіх пунктів реєстрації. Отже, для реєстрації другого вибуху 18.10.2013 р. сейсмічна апаратура була встановлена на лівобережній земляній греблі у пунктах тимчасової реєстрації ПР1, ПР2, ПР3 та в будівлі ГЕС-1 у пунктах ПР7, ПР9.



Рис. 1. Цифровий комплекс DAS-05 з датчиками SM3-KB, встановлений в патерні по осі правобережної греблі на відм. 67.000 на пункті ПР6  
Параметри експериментальних вибухів наведено у табл. 1.

На рис. 1 наведено цифровий комплекс DAS-05 з сейсмічними датчиками типу СМЗ-КВ, що було встановлено в патерні по осі правобережної греблі на відм. 67.000 на тимчасовому пункті сейсмічних спостережень ПР6.

Таблиця 1

Параметри експериментальних вибухів

Дата вибуху	15.10.2013 р	18.10.2013 р.
Час вибуху	15:31:59.0	12:56:59.0
№ блока	35	36
Кількість свердловин	89	32
Вага заряду в свердловині, кг	72	100
Загальна маса ВР, кг	6416,9	3232,4
Кількість сповільнень	15	6
Максимальна маса заряду на 1 сповільнення, кг	864 (12 свердловин)	900 (9 свердловин)
Інтервал сповільнення, мс	25	25
Пункти реєстрації	4,5,6,7,8	1,2,3,7,9

Після проведення реєстрації сейсмічних впливів від експериментальних вибухів у жовтні 2013 р. на будівлю та греблі ГЕС було здійснено обробку отриманих записів та розраховано фактичні акселерограми для кожного пункту тимчасової реєстрації. Дані для кожного ПР містять 1024 відліки за трьома складовими, зроблені з інтервалом 0,01 с. Приклад трикомпонентної акселерограми, записаний на пункті ПР2 від вибуху 18.10.2013 р., представлено на рис. 2.

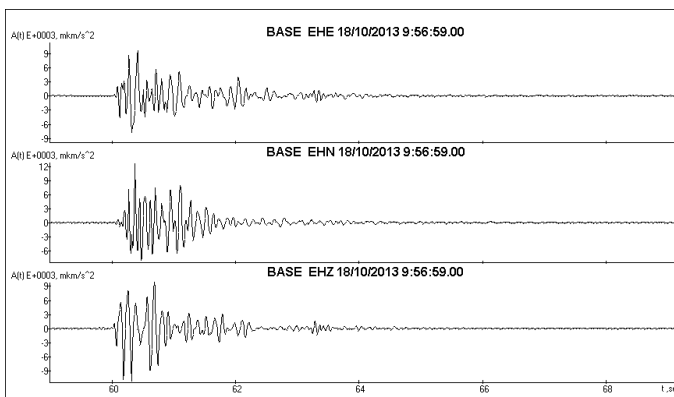


Рис. 2. Фактичні акселерограми для ПР2, вибух 18.10.2013 р.

У табл. 2 представлено мінімальні та максимальні значення фактичних прискорень на кожному ПР для кожної з трьох складових.

Таблиця 2

Мінімальне та максимальне значення прискорення на кожному ПР

Дата вибуху	15.10.2013 р.			18.10.2013 р.		
№ ПР	ПР6			ПР3		
Складова	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>
A <sub>min</sub> , см/с <sup>2</sup>	<b>-0.52</b>	<b>-0.56</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.21</b>
A <sub>max</sub> см/с <sup>2</sup>	<b>0.46</b>	<b>0.48</b>	<b>0.37</b>	<b>0.25</b>	<b>0.28</b>	<b>0.21</b>
№ ПР	ПР7			ПР7		
Складова	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>
A <sub>min</sub> , см/с <sup>2</sup>	<b>-0.48</b>	<b>-0.39</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.27</b>	<b>-0.27</b>	<b>-0.32</b>
A <sub>max</sub> см/с <sup>2</sup>	<b>0.51</b>	<b>0.34</b>	<b>0.45</b>	<b>0.26</b>	<b>0.25</b>	<b>0.30</b>
№ ПР	ПР8			ПР9		
Складова	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>
A <sub>min</sub> , см/с <sup>2</sup>	<b>-0.73</b>	<b>-0.57</b>	<b>-0.75</b>	<b>-0.23</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.24</b>
A <sub>max</sub> см/с <sup>2</sup>	<b>0.59</b>	<b>0.43</b>	<b>0.81</b>	<b>0.22</b>	<b>0.17</b>	<b>0.23</b>
№ ПР	ПР5			ПР2		
Складова	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>
A <sub>min</sub> , см/с <sup>2</sup>	<b>-2.47</b>	<b>-2.69</b>	<b>-2.47</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.51</b>	<b>-1.14</b>
A <sub>max</sub> см/с <sup>2</sup>	<b>3.17</b>	<b>2.82</b>	<b>3.17</b>	<b>0.47</b>	<b>0.48</b>	<b>0.92</b>
№ ПР	ПР4			ПР1		
Складова	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>EW</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>
A <sub>min</sub> , см/с <sup>2</sup>	<b>-0.84</b>	<b>-0.89</b>	<b>-2.09</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.72</b>	<b>-1.62</b>
A <sub>max</sub> см/с <sup>2</sup>	<b>0.65</b>	<b>0.99</b>	<b>1.89</b>	<b>0.68</b>	<b>0.69</b>	<b>1.31</b>

Отже, у роботі описано методику проведення реєстрації експериментальних вибухів з ближнього кар'єру у нижньому б'єфі на тимчасових пунктах сейсмічних спостережень для оцінки їх впливу на лівобережну і правобережну земляні греблі та будівлю ДГЕС-1.

Проведено обробку отриманих записів та розраховано фактичні акселерограми сейсмічних впливів для кожного пункту тимчасової реєстрації, при цьому максимальні значення прискорення на кожному ПР, зареєстровані при виконанні вибухів 15.10.2013 р. і 18.10.2013 р. лежать у межах від 0,17 до 3,17 см/с<sup>2</sup> (табл. 2).

Фактичні акселерограми сейсмічних впливів від експериментальних вибухів з ближнього кар'єру та їх амплітудні спектри в подальшому були використані для генерування ансамблю розрахункових акселерограм, що моделюють ПЗ і МРЗ близьких вогнищевих зон на майданчику Дністровської ГЕС-1.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кендзера О.В. Сейсмічна небезпека і захист від землетрусів. Практичне впровадження розробок Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України / Кендзера О.В. - Вісн. НАН України, 2015, №2. - С. 44-57.
2. Оцінка стійкості і сейсдобезпеки земельно-кам'яної греблі Дніпровської ГЕС від проведення масових вибухів / [Бойко В.В., Кузьменко А.О., Чала О.М. та ін.] // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Вип. 2/2010(6). - С. 82-88.
3. Апаратно-програмний комплекс DAS-05 для моніторингу небезпечних геодинамічних процесів та природних явищ / [Вербицький С.Т., Вербицький Ю.Т., Сапужак І.Я., Стасюк А.Ф.] // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: матеріали Всеукраїнської наукової конференції, - Київ, 21–24 вересня 2006 р. – К.: Київський НУ, 2006. - С. 159-161.

## REFERENCES

1. Kendzera O.V. Seismic hazard assessment and protection against earthquakes. Practical applications of developments of Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine / Kendzera A.V. - Visn. NAN Ukrayiny, 2015, No 2. - P. 44-57.
2. Evaluation of seismic stability land-rock dam on the Dnieper HPP from the mass explosions / [Boyko V.V., Kuz'menko A.O., Chala O.M. and other] // Modern resource economy technologies of mountain production. - Vol. 2/2010(6). - P.82-88.
3. Hardware and software complex DAS-05 for monitoring hazardous geodynamic processes and natural phenomena / [Verbyts'kyu S.T., Verbyts'kyu Yu.T., Sapuzhak I.Ya., Stasyuk A.F.] // Monitoring of dangerous geological processes and ecological state of environment: materials of Ukrainian Scientific Conference. - Kyiv, 21–24 september, 2006. – K.: Kiev State University, 2006. - P. 159-161.

Стаття надійшла до редакції 14.08.2015 р.