



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162485** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)

G01V 1/00

G01P 5/00

F42D 1/06 (2006.01)

F42D 1/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2025 02765**

(22) Дата подання заявки: **10.06.2025**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **02.04.2026**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **01.04.2026, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):

**Бойко Віктор Вікторович (UA),
Ган Анатолій Леонідович (UA),
Войтенко Юрій Іванович (UA),
Хлевнюк Тамара Вікторівна (UA),
Загоруйко Євген Анатолійович (UA),
Ган Олена Валеріївна (UA),
Пасічник Андрій Михайлович (UA),
Булана Тетяна Леонідівна (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ,
вул. Марії Капніст, 8/4, м. Київ, 03680 (UA)**

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ СЕЙСМІЧНИХ ТА УДАРНО-ПОВІТРЯНИХ ХВИЛЬ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ МАСОВИХ ВИБУХІВ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки впливу на довкілля сейсмічних та ударно-повітряних хвиль під час проведення масових вибухів включає короткосповільнене підривання блока із серії окремих свердловинних зарядів, що по конструкції та масі зарядів різняться до 10 %, яке проводять разом із підриванням ще одиночного свердловинного заряду, який ініціюють після підриву останнього заряду в серії всього блока зі збільшенням у 2-4 рази інтервалом сповільнення. У профілі блока встановлюють пункти реєстрації коливань. Запис коливань в пункті від вибуху проводять одночасно з одержанням осцилограм вибуху. По розшифровці осцилограм визначають швидкість коливань ґрунту від підриву всієї серії зарядів на блоці і одиночного свердловинного заряду для одержання системи рівнянь, маючи значення маси заряду, відстань до місця вибуху, визначають коефіцієнт пропорційності сейсмічності K_c з рішення системи рівнянь. Після чого у формулі для охоронного об'єкта із заданою допустимою швидкістю коливань визначають сейсмобезпеку забудов. У пункті на межі найближчої житлової забудови одночасно з сейсмічними коливаннями проводять реєстрацію ударно-повітряної хвилі з одержанням надлишкового атмосферного тиску від дії вибуху. По запису визначають тиск на фронті ударно-повітряної хвилі та сейсмічні коливання в основі будівлі від короткосповільненого підривання всієї серії зарядів. Після порівняння із допустимими значеннями отримують критерій по дії на засклення від ударно повітряної хвилі. Також при порівнянні швидкості коливань ґрунту з допустимою отримують основний критерій сейсмобезпеки в основі будівлі від дії вибуху.

UA 162485 U

UA 162485 U

Корисна модель належить до відкритої розробки родовищ рудних і нерудних корисних копалин і може бути використаний для видобутку корисної копалини і розкривних порід із застосуванням короткосповільненого підривання (КСП) системи свердловинних зарядів вибухової речовини (ВР) для оцінки впливу сейсмічних і ударно-повітряних хвиль (УПХ) на довкілля і визначення допустимих норм, відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII, п.6.9.

Відомий "Національний стандарт України. Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки. / ДСТУ 4704:2008. К: Держспоживстандарт України", оснований на використанні наступних аналітичних залежностей: формула, в якій сейсмічний ефект (швидкість коливань ґрунту, см/с), від КСП всього блока, визначається максимальною масою вибухових речовин, розміщених у свердловинних зарядах, які вибухають миттєво в одному ряду (однієї ступені сповільнення), в якому визначають сейсмобезпечну кількість свердловинних зарядів розосереджених в одному ряду (в одній ступені сповільнення) при масовому вибуху, коли короткосповільненням способом підривається блок гірничих порід рядами розосереджених свердловинних зарядів [1].

Недоліком способу є те, що у формулах визначення допустимих значень на довкілля тільки сейсмічних коливань, зокрема коефіцієнти пропорційності (К) і показник степеня затухання ($n=1,5$) одержують без реєстрації як параметрів сейсмічних так і УП хвиль під час проведення КСП, тобто без прив'язки до конкретних умов, що приводить до помилок, які пов'язані з невідповідністю даних щодо реальних параметрів швидкостей коливань ґрунту та надлишкового

тиску, збуджених в масиві і в повітрі, від підриву всього блока. Максимальна маса заряду ($Q_{\text{макс доп}}$) на одне сповільнення, проводиться по схемам комутації КСП, які не відображають реальну кількість одиничних зарядів і які підриваються миттєво і створюють сейсмічну небезпеку на будівлі і споруди, наближені до кар'єру. Тому, використовуючи ці формули, для розрахунку безпечних відстаней щодо сейсмічних та УП хвиль на будівлі і споруди по землі і в повітрі, із-за помилок визначення сейсмічного ефекту (швидкість коливань ґрунту, см/с) та відсутності даних надлишкового тиску в повітрі від підриву всього блока не забезпечується їх безпека і цілісність. Це пов'язано з не нормальним психологічним станом проживаючого населення і призводить до нанесення об'єктам різних ушкоджень від дії сейсмічних та УПХ на довкілля.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб визначення сейсмобезпечної кількості одночасно підірваних свердловинних зарядів і відстаней описаний у патенті на корисну модель [2], який включає короткосповільнене підривання (КСП) блока із серії окремих свердловинних зарядів, які по конструкції та масі зарядів різняться до 10 %, проводять разом, із підриванням ще одиночного свердловинного заряду, який ініціюють після підриву останнього заряду в серії всього блока зі збільшенням в 2-4 рази інтервалом сповільнення, в профілі блока встановлюють пункти реєстрації коливань, запис коливань в пункті від вибуху проводять одночасно з одержанням осцилограми вибуху, по розшифровці осцилограми визначають швидкість коливань ґрунту від підриву всієї серії зарядів на блоці і одиночного свердловинного заряду для одержання системи рівнянь, маючи значення маси заряду, відстань до вибуху визначають коефіцієнт пропорційності сейсмічності K_c з рішення системи рівнянь, після чого у формулі для охоронного об'єкту з заданою допустимою швидкістю коливань визначають сейсмобезпеку забудов [2].

Найближчий аналог також має недоліки. Вони полягають у неможливості виконання Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII, п.6.9. щодо оцінки впливу сейсмічних і ударно-повітряних хвиль (УПХ) на довкілля під час проведення масових вибухів, так як відсутня реєстрація на межі найближчої житлової забудови як параметрів сейсмічних так і УПХ під час проведення масових вибухів, тобто без прив'язки до конкретних умов цих зон, що приводить до помилок, які пов'язані з невідповідністю даних, щодо реальних параметрів швидкостей коливань ґрунту та надлишкового тиску, збуджених в масиві і в повітрі, від підриву всього блока. Тобто є відсутність оцінки впливу сейсмічного та акустичного навантаження під час проведення вибухових робіт та визначення їх допустимих норм на межі найближчої житлової забудови.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення надійності оцінки сейсмаакустичної безпеки короткосповільнених підривів на кар'єрах на межі найближчої житлової забудови за рахунок способу оцінки впливу сейсмічних та ударно-повітряних хвиль на довкілля під час проведення масових вибухів.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі оцінки впливу на довкілля сейсмічних та ударно-повітряних хвиль під час проведення масових вибухів, який включає короткосповільнене підривання блока із серії окремих свердловинних зарядів, що по конструкції та масі зарядів різняться до 10 %, яке проводять разом із підриванням ще одиночного свердловинного заряду,

який ініціюють після підриву останнього заряду в серії всього блока зі збільшеним у 2-4 рази інтервалом сповільнення, у профілі блока встановлюють пункти реєстрації коливань, запис коливань в пункті від вибуху проводять одночасно з одержанням осцилограми вибуху, по розшифровці осцилограми визначають швидкість коливань ґрунту від підриву всієї серії зарядів на блоці і одиночного свердловинного заряду для одержання системи рівнянь, маючи значення маси заряду, відстань до місця вибуху, визначають коефіцієнт пропорційності сейсмічності K_c з рішення системи рівнянь, після чого у формулі для охоронного об'єкта із заданою допустимою швидкістю коливань визначають сейсмобезпеку забудов, згідно з корисною моделлю, у пункті на межі найближчої житлової забудови одночасно з сейсмічними коливаннями проводять реєстрацію ударно-повітряної хвилі з одержанням надлишкового атмосферного тиску від дії вибуху, по запису визначають тиск на фронті ударно-повітряної хвилі та сейсмічні коливання в основі будівлі від короткосповільненого підривання всієї серії зарядів, після порівняння із допустимими значеннями отримують критерій по дії на засклення від ударно-повітряної хвилі, а також при порівнянні швидкості коливань ґрунту з допустимою отримують основний критерій сейсмобезпеки в основі будівлі від дії вибуху.

Підвищення надійності оцінки сейсмоакустичної безпеки короткосповільнених підривів на кар'єрах на межі найближчої житлової забудови за рахунок способу оцінки пливу сейсмічних та ударно-повітряних хвиль на довкілля під час проведення масових вибухів відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII, який включає короткосповільнене підривання (КСП) блока із серії окремих свердловинних зарядів, які по конструкції та масі зарядів різняться до 10 %, яке проводять разом, із підриванням ще одиночного свердловинного заряду, який ініціюють після підриву останнього заряду в серії всього блока зі збільшеним в 2-4 рази інтервалом сповільнення, у профілі блока встановлюють пункти реєстрації коливань, запис коливань в пункті від вибуху проводять одночасно з одержанням осцилограми вибуху, по розшифровці осцилограми визначають швидкість коливань ґрунту від підриву всієї серії зарядів на блоці і одиночного свердловинного заряду для одержання системи рівнянь, маючи значення маси заряду, відстань до місця вибуху, визначають коефіцієнт пропорційності сейсмічності K_c з рішення системи рівнянь, після чого у формулі для охоронного об'єкта з заданою допустимою швидкістю коливань визначають сейсмобезпеку забудов, який дозволяє в пункті на межі найближчої житлової забудови одночасно з сейсмічними коливаннями проводити реєстрацію ударно повітряної хвилі (УПХ) з одержанням надлишкового атмосферного тиску (в Па) вибуху по запису визначити тиск на фронті УПХ від КСП всієї серії зарядів, після чого порівнюючи допустимий максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі по дії на засклення щодо норми 500 Па (235 dB) відповідно до ДСТУ 7117:2009 проводити оцінку впливу на найближчу житлову забудову УПХ, а сейсмічних хвиль, порівнюючи допустиму швидкість коливань ґрунту ($U_{\text{доп}}$, см/с) в основі будівлі, як основного критерію сейсмобезпеки вибуху у відповідності ДСТУ4704:2008.

Спосіб виконують наступним чином. Перед підривом встановлюють датчики реєстрації сейсмічних та ударно-повітряних хвиль біля найближчої забудови. У паспорті буро-вибухових робіт в схемі короткосповільненого підривання для останнього свердловинного заряду збільшують в 2-4 рази інтервал сповільнення порівняно з рештою зарядів. Під час підриву датчики фіксують на межі найближчої забудови сейсмічні та ударно-повітряні хвилі (УПХ). Після обробки даних, отримані значення порівнюють з допустимими та визначають вплив сейсмічних та ударно повітряних хвиль на довкілля.

Приклад способу оцінки впливу сейсмічних та ударно-повітряних хвиль на довкілля під час проведення масових вибухів відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII. Вимірювання сейсмічних і ударно-повітряних дій від масових вибухів системи свердловинних зарядів ВР, змонтованих на гор. - 30.00, бл. № 3/24 кар'єру ВП "Крюківський кар'єр" філії "ЦУП" АТ "Укрзалізниця" на стан довкілля проводились 13.06.2024 р. у контрольній точці за адресою: буд. № 29 вул. Тимірязєва, м. Кременчук, з використанням трьох компонентного датчика, мікрофона та сейсмографа MiniMate Plus виробництва Канада, сертифікованих ДП "УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ" України (Свідоцтво № 22-01/30636 про перевірку законодавчо регульованого засобу вимірювальної техніки сейсмограф MiniMate Plus № BE20371, мікрофон BH13925, датчик BG19457). Із пам'яті останнього з використанням програми THOR одержували дані вимірів, які опрацьовувалися на ПК у вигляді протоколів Event Report фірми Instantel в PDF файлах. Отримані з протоколу результати вимірювань максимальних значень сейсмічних і ударно-повітряних хвиль зведені в Таблиці 1.

Таблиця 1

Тип датчика	Складові коливань	Місце встановлення датчиків, мікрофону	Відстань до блока № 9, м	Максимальні значення	Частота коливань f, Гц
MiniMate Plus	Tran(Y),	Ґрунтова основа буд. № 29 вул. Тимірязєва, м. Кременчук точка - найближча житлова забудова	546	1,841 mm/s	26,9 Hz
	Vert(Z),		546	2,810 mm/s	23,3 Hz
	Long (X)		546	1,953 mm/s	22,3 Hz
Мікрофон	(L)		546	121,6 dB(L)	12,2 Hz

З аналізу протоколу (Табл. 1) встановлено, що значення по всіх 3-х складових Tran(Y), Vert(Z), та Long (X) максимальної швидкості коливань становлять: 1,841 mm/s при частоті 26,9 Hz; 2,810 mm/s при 23,3 Hz; та 1,953 mm/s при 22,3 Hz., відповідно, одержаних в контрольній точці (найближча житлова забудова) за адресою: буд. № 29 вул. Тимірязєва, м. Кременчук, розташованого на відстані 546 м від блока № 3/24 в кар'єрі ВП "Крюківський кар'єр" філії "ЦУП" АТ "Укрзалізниця", що підривався з максимальною групою зарядів із 2-х свердловин (440 кг) з інтервалом сповільнення 25 мс. Максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі становить 121,6 dB(L).

Враховуючи нормативні документи [ДСТУ 4704:2008 та ДСТУ 1714:2009], в контрольній точці за адресою: буд. № 29 вул. Тимірязєва, м. Кременчук, найближча житлова забудова, було визначено: допустиму швидкість коливань ґрунту в основі охоронних об'єктів, як основного критерію сейсмобезпеки від підривання системи свердловинних зарядів ВР відповідно до п.п 6.4 ДСТУ4704:2008: та допустимий максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі по дії на заклення, щодо норми 500 Па або 235 dB у відповідності ДСТУ 7117:2009. Значення допустимої швидкості коливань для типів будівель II-IV класів, що перебувають у задовільному технічному стані, залежно від частоти коливань ґрунту біля їх фундаментів визначалися відповідно до ДСТУ 4704:2008 Таблиця 2.

Порівнюючи допустимий максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі по дії на заклення щодо норми 500 Па (235 dB) відповідно до ДСТУ 7117:2009, проводять оцінку впливу на найближчу житлову забудову УПХ, а сейсмічних хвиль, порівнюючи допустиму швидкість коливань ґрунту ($U_{\text{доп}}$, см/с) в основі будівлі, як основного критерію сейсмобезпеки від дії вибуху відповідно до ДСТУ4704:2008. Аналізуючи дані Таблиці 2 ДСТУ4704:2008 (поз. 2) і зіставляючи їх з результатами сейсмометричних вимірів під час вибуху на гор. - 30,00 м, приходимо до висновку, що допустимими швидкостями коливань для будівель буд. № 29 вул. Тимірязєва, м. Кременчук, і є величина не більше 1,2 см/с, тобто не перевищує значень, на частоті 20-30 Гц ДСТУ для позиції 3 - великопанельні будівлі нижче ніж п'ять поверхів житлового призначення. Максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі становить 121,6 dB(L), що менше майже в два рази, ніж допустима норма 500 Па або 235 dB по дії на заклення відповідно до ДСТУ. 7117:2009.

Таблиця 2

ДСТУ 4704: 2008

Позиції	Будівлі	Значення допустимої швидкості коливань ґрунту біля фундаменту будівлі, см/с			
		Частота коливань ґрунту біля фундаменту будівлі, Гц			
		3-5	5-10	10-20	20-30
1	Будівлі та споруди з залізобетонним каркасом промислового призначення	1,8-3,6	3,6-5,1	5,1-5,2	5,2
2	Житлові будівлі з несучими стінами із цегляної кладки	1,15-2,15	2,15-2,9	2,9-3,1	3,7
3	Великопанельні будівлі нижче ніж п'ять поверхів житлового призначення	0,4-0,6	0,6-1,0	1,0-1,1	1,2

Виходячи з вищенаведеного, оцінюючи вплив сейсмічних та ударно-повітряних хвиль на стан довкілля під час проведення 13.06.24 р масового вибуху, у кар'єрі ВП "Крюківський кар'єр" філії "ЦУП" АТ "Укрзалізниця" на гор. - 30,00 м, блок № 3/24, робиться висновок, що всі забудови далі буд. № 29 по вул. Тимірязєва м. Кременчука перебували в зоні допустимих сейсмічних та ударно-повітряних навантажень.

Спосіб дає можливість в пункті, на межі найближчої житлової забудови, одночасно з сейсмічними коливаннями проводити реєстрацію ударно повітряної хвилі (УПХ) з одержанням надлишкового атмосферного тиску (в Па) від дії вибуху, по запису визначають тиск на фронті УПХ від КСП всієї серії зарядів, після чого, порівнюючи допустимий максимальний тиск на фронті ударної повітряної хвилі по дії на засклення щодо норми 500 Па (235 dB) у відповідності ДСТУ 7117:2009 проводити оцінку впливу на найближчу житлову забудову УПХ, а сейсмічних хвиль, порівнюючи допустиму швидкість коливань ґрунту ($U_{\text{доп}}$, см/с) в основі будівлі, як основного критерію сейсмобезпеки від дії вибуху у відповідності ДСТУ 4704:2008.

Використовуючи корисну модель, для оцінки сейсмо-акустичної стійкості найближчою до вибуху житлової забудови, забезпечується цілісність всіх решту будівель, без нанесення будь яких ушкоджень, пов'язаних з непрогнозованою сейсмічною дією по землі та ударною хвилею в повітрі, тим самим зменшуються витрати на ремонт і підтримку в процесі експлуатації будівель і споруд відповідно до Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII, п.6.9.

Джерела інформації:

1. Національний стандарт України. Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки. /ДСТУ 4704:2008. К: Держспоживстандарт України. – 2009. С. – 11.

2. Патент на корисну модель UA № 131003 Спосіб визначення сейсмобезпечної кількості одночасно підірваних свердловинних зарядів і відстаней./ Кузьменко А.О., Бойко В.В., Хлевнюк Т.В., Хлевнюк Д.В., Лемешко В.А. /заявл. 25.04.2018; опубл. 10.01.2019. Бюл. № 1. Найближчий аналог.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб оцінки впливу на довкілля сейсмічних та ударно-повітряних хвиль під час проведення масових вибухів, який включає короткосповільнене підривання блока із серії окремих свердловинних зарядів, що по конструкції та масі зарядів різняться до 10 %, яке проводять разом із підриванням ще одиночного свердловинного заряду, який ініціюють після підриву останнього заряду в серії всього блока зі збільшеним у 2-4 рази інтервалом сповільнення, у профілі блока встановлюють пункти реєстрації коливань, запис коливань в пункті від вибуху проводять одночасно з одержанням осцилограми вибуху, по розшифровці осцилограми визначають швидкість коливань ґрунту від підриву всієї серії зарядів на блоці і одиночного свердловинного заряду для одержання системи рівнянь, маючи значення маси заряду, відстань до місця вибуху, визначають коефіцієнт пропорційності сейсмічності K_c з рішення системи рівнянь, після чого у формулі для охоронного об'єкта із заданою допустимою швидкістю коливань визначають сейсмобезпеку забудов, який **відрізняється** тим, що у пункті на межі найближчої житлової забудови одночасно з сейсмічними коливаннями проводять реєстрацію ударно-повітряної хвилі з одержанням надлишкового атмосферного тиску від дії вибуху, по запису визначають тиск на фронті ударно-повітряної хвилі та сейсмічні коливання в основі будівлі від короткосповільненого підривання всієї серії зарядів, після порівняння із допустимими значеннями отримують критерій по дії на засклення від ударно-повітряної хвилі, а також при порівнянні швидкості коливань ґрунту з допустимою отримують основний критерій сейсмобезпеки в основі будівлі від дії вибуху.