

## ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО

УДК 622.235

В. П. БЕРБУШЕНКО<sup>1\*</sup>, О. В. МАРУЩАК<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Військова підготовка Держспецтрансслужби», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010, Україна, тел./факс + 38 (056) 379 19 09, ел. пошта [berbushenko.vladimir@gmail.com](mailto:berbushenko.vladimir@gmail.com)

### ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИБУХІВ У ҐРУНТАХ ШТУЧНИХ СПОРУД

**Мета.** Визначити актуальні та перспективні напрямки досліджень руйнувань неоднорідних ґрунтових масивів під дією вибуху, а також особливостей розповсюдження вибухових хвиль через межі відокремлення середовищ в штучних ґрунтах. **Методика.** Для досягнення цілей роботи використані методи вивчення та аналізу опублікованих результатів досліджень про поведінку ґрунтів під час вибуху, підбір методів, що використовувалися при дослідженні вибухів в природних та штучних ґрунтах. **Результати.** Аналіз наукових публікацій на тему поведінки ґрунтів під час вибуху показує, що вивченню підлягала поведінка природних ґрунтів під час вибухів в основному вибухових речовин (ВР) для промислових гірничовибухових робіт. **Наукова новизна.** Вивчення природи поведінки штучних ґрунтів під час вибухів, прогнозування наслідків та розробка технологій їх ліквідації є важливою задачею підрозділів Держспецтрансслужби, актуальною в сучасних умовах існуючих загроз. Методи дослідження, що пропонуються, не є новими, але у відношенні до штучних ґрунтів, вони не застосовувалися під час вибуху. **Практична значимість.** Перелік і обсяги загроз, що існують в сучасності, говорять про необхідність знання наслідків, до яких можуть призвести вибухи у відношенні до основ транспортних об'єктів.

*Ключові слова:* штучний ґрунт; вибух; середовище вибуху; хвиля стиску; епіцентр вибуху

#### Вступ

В статті розглядається стан дослідження наслідків вибухів в ґрунтах загалом, а також ставиться питання про необхідність та актуальність дослідження вибухів в ґрунтах основ штучних споруд транспортних об'єктів.

Поведінка ґрунту під час вибуху являється складним процесом, достатньо вивченим сучасною наукою. Перша формула [3] визначення величини заряду вибухової речовини (ВР) була запропонована ще в 1628 році французьким інженером А. Девілем. Через 100 років французький генерал Б. Белідор вперше сформулював основи теорії вибухового руйнування. В 1866 році російський військовий інженер М. М. Фролов запропонував формулу для визначення величини вирви викидання, яка в 1869 році була уточнена іншим військовим інженером М. М. Боресковим та отримала найменування формули

Борескова. В 1881 році французи П. Є. М. Берто та П. Віель зробили відкриття вибухової хвилі. Список відкриттів та досліджень можна продовжити і далі. Дослідженню цього питання присвячено багато сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури. Найбільш вагомий внесок внесли такі автори як М. М. Ситий, К. П. Станюкович, М. А. Лаврентьєв, М. А. Садовський, М. А. Старіков, Г. К. Акутін, Ф. А. Баум, В. П. Орленко, В. П. Челишев, Б. І. Шехтер, О. О. Вовк, І. А. Лучко, В. Г. Кравець, В. А. Плаксієв, Р. Густафсон (Швеція), М. А. Кук (США), К. Юхансон (Швеція) та інші. Розглянуті в їх роботах дослідження стосувалися ґрунтів в їх природному стані. Зараз в основному досліджуються теоретичні питання вибуху нових промислових сумішей (НПС) вибухових речовин. Разом із тим поведінка ґрунту в штучно ущільненому становищі (основи всіх

споруд, насипи транспортних споруд) під час вибуху і особливо після відновлення (засипки) вирви не є достатньо дослідженою. Отже, актуальним науковим завданням є виявлення закономірностей зміни напружено-деформованого стану (НДС) штучних споруд в ґрунтах під дією енергії вибуху конверсійних вибухових матеріалів (боєприпаси) для прогнозування характеру та обсягу її впливу на ґрунтове середовище.

Вибух, як відомо [10], являється процесом досить швидкого фізичного або хімічного перетворення системи, який супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Значна частина даного процесу проходить під одночасним впливом факторів вибуху на екзотермічні перетворення, на об'ємну концентрацію енергії та газоутворення, хвилі стиску, а також хвилі розвантаження (розтягу).

На початку вибуху поблизу заряду на ґрунт впливають в основному фактори, дією яких і зумовлюється руйнування ґрунту як природного, так і основи, що знаходиться в безпосередній близькості до епіцентру вибуху, витіснення ґрунту та утворення вирви. По мірі віддалення від епіцентру вибуху відбувається згасання сили впливу вказаних факторів, і розповсюдження хвиль стиску та розтягу залежить від структури середовища. Оскільки основним об'єктом дослідження є вибух в основах, то середовищем є штучно ущільнений ґрунт із задалегідь заданими проектними властивостями по міцності, щільності та однорідності.

В залежності від умов ініціювання хімічної реакції вибуху, характеристик вибухової речовини, середовища вибуху (в даному випадку, ущільнених ґрунтових основ) та інших факторів, хвилі вибуху можуть розповсюджуватися з різними швидкостями і разом із тим володіти суттєвими якісними відмінностями.

Ущільнені ґрунти основ мають значно більшу щільність та однорідність, ніж природні. Навіть пластичні в природному стані ґрунти після ущільнення в основі мають щільність, що близька до її показника твердого компонента. Здатність до стискання основ невелика і, як наслідок, хвилі стиску розповсюджуються в них із більшими, ніж в природних ґрунтах, швидкостями та слабкіше згасають на деякій відстані від епіцентру вибуху. Крім того, в основах практично відсутня система тріщин, що також впливає на збільшення швидкості розповсю-

дження хвиль стиску та зменшення коефіцієнту їх згасання.

Процеси, що проходять в ґрунті під час вибуху (утворення вирви, руйнування та викидання ґрунту, утворення сейсмічної хвилі), в основному досліджуються в природних ґрунтах та поблизу епіцентру самого вибуху (в радіусі зони викиду та спусування ґрунту); для їх опису застосовується метод Ейлера. Суть цього методу полягає у визначенні в просторі навколо епіцентру вибуху залежності параметрів стану (щільності, тиску, температури або ентропії) і руху (швидкості та зміни координат) від часу для кожної заданої точки, тобто функція залежності координат від часу. Для розгляду процесів в основах і на віддаленні від епіцентру, що більше радіусу вирви, на наш погляд, більш доцільно застосовувати метод Лагранжа, суть якого зводиться до визначення вказаних параметрів кожної фіксованої частинки середовища для будь-якого моменту часу.

Крім вирви (зони, де ґрунт є витісненим вибухом зовні) для вибуху характерні ще дві зони: руйнування структури ґрунту та струсу ґрунту. В зоні руйнування природні ґрунти ущільнюються, та структура їх порушується. Так, при вибухах у пористих ґрунтах в зоні руйнування відбуваються пластичні деформації, в скельових – виділяємо дві зони: роздавлювання, де ґрунт інтенсивно роздрібнений, і зону розриву з розгалуженою системою радіальних та тангенціальних тріщин. В зоні струсу (пружній зоні) хвиля стиску стає слабкішою і не змінює зв'язків між частинками ґрунту та справляє лише з більшою-меншою інтенсивністю струс ґрунту, який згасає по мірі віддалення від епіцентру вибуху. Відповідно, при вибухах в пухких незв'язаних ґрунтах утворюється вирва та ущільнення ґрунту в зоні пластичних деформацій. При вибухах в ґрунтах з жорсткими зв'язками між зернами скелету поблизу структури зовнішньої межі зони пластичних деформацій як в середині, так і поза неї, можуть утворюватися радіальні та тангенціальні тріщини. Однак природа поведінки штучних ґрунтів під час вибуху досліджена недостатньо.

Як відомо, в штучних ґрунтах, тобто пористих ґрунтах природного походження, що є зміцненими і ущільненими під час вибуху в деякій мірі будуть відбуватись пластичні деформації, але значно менші, ніж в природних основах, де виникає процес роздавлювання

більш крупних зерен. Штучні ґрунти з обломків скельних ґрунтів, а також твердих відходів виробничої та господарської діяльності людини, скоріш за все, піддадуться роздавлюванню.

Якщо розглянути історію вивчення вибухів в ґрунтах, то найкраще це зроблено в статті А. А. Вовк [1], в якій позначено, що зародження напрямку вивчення проблем промислового використання вибухових технологій різного призначення проходило в рамках науково-прикладної школи академіків М. А. Лаврентьєва та М. А. Садовського. Початок досліджень по використанню наслідків вибуху в природних ґрунтах було покладено в Інституті математики АН УРСР Н. М. Ситим та в Інституті гірничої справи АН УРСР Н. А. Стариковим, Г. К. Акутіним та А. А. Вовком. В 1965 році завершенням формування цього напрямку, було створення лабораторії вибухових деформацій ґрунтів, в якій вперше були висунуті та вироблені основні положення та методологічні підходи. І хоча напрямок роботи лабораторії був сформований на основі нової, на той час, концепції, яка більш повно враховувала реальні процеси, що мають місце при розгляді системи «заряд – навколишнє середовище», основою рішення хвильових задач, як і раніше, приймалися фундаментальні положення механіки суцільних дискретних середовищ.

Подальший розвиток уявлень про механізм руйнування ґрунту вибухом [3] пов'язано з розробкою нових способів та засобів реєстрації процесів руйнування, параметрів полів напружень та швидкості розвитку тріщин. Так, в Інституті механіки МДУ С. С. Григоряном була запропонована модель поведінки ґрунту як пружно-пластичного тіла, та були отримані кількісні данні про зміни параметрів вибухових хвиль з віддаллю, а Г. М. Ляховим була розроблена модель 3-компонентного середовища (тверде тіло, пори якого заповнені рідиною та газом) та деякі інші моделі. Проблеми поведінки ґрунтів під дією ударних навантажень розглядалися багатьма вченими, зокрема в роботах [8, 9, 11]. Але їх результати використовувалися виключно для оцінки якісної картини розвитку вибуху в природних ґрунтах, а штучні ґрунти залишалися невивченими.

При формуванні дослідницьких програм головна увага вчених зазначеного напрямку була направлена на удосконалення та подальше підвищення достовірності рішень в пружно-

пластичній постановці за рахунок застосування більш досконалих чисельних методів моделювання вибухових процесів, вибору для цих методів адекватних рівнянь стану. Це було досягнуто за рахунок численних експериментів з використанням унікальних методик і отримання необхідного матеріалу для знаходження констант, що входять в відповідні алгоритми. Були розроблені спеціальні методи прогнозування механічної дії вибуху в різних середовищах для визначення параметрів стану ґрунту природного складу при динамічних навантаженнях. В комплексних дослідженнях [4] ущільненої зони незворотних деформацій навколо епіцентру вибуху в числі інших були задіяні нетрадиційні, для того часу, методи отримання інформації про залишкові явища наслідків вибуху (поля деформацій), серед яких В. Г. Кравцем та Л. І. Демещуком (інститут гідромеханіки НАН України) вперше в практиці таких випробувань були використані радіоактивні та сейсмометричні методи, що дозволило отримати інформацію про мікроструктурні зміни в зоні впливу вибуху в штучних ґрунтах. Разом із тим, всі моделювання вибухових процесів проводилися в відношенні до природних ґрунтів, і відповідно всі інженерні рекомендації та алгоритми розрахунків не мають відношення до штучних ґрунтів.

Якщо розглянути концептуальні положення, що враховувалися вченими зазначеної школи при моделюванні вибухових процесів, то слід зауважити, що система «заряд-середовище» розглядалася в ґрунтах з в'язкими властивостями, що зумовлювало більш інтенсивне затухання хвиль, а інтенсивність затухання хвиль в штучних ґрунтах, які априорі позбавлені в'язкості, не розглядалась зовсім. Теоретично ж можна припустити, що у порівнянні з штучними ґрунтами, утвореними в результаті зміцнення і ущільнення різними методами, пористість ґрунтів природного походження буде значно слабшою, але все ж більшою, ніж у скельних ґрунтах. В штучних ґрунтах, утворених з обломків скельних ґрунтів, а також твердих відходів виробничої та господарської діяльності людини пористість буде меншою, ніж у скельних. А система «джерело імпульсу – об'єкт прикладання», що направлена на управління параметрами вибуху, тобто отримання від вибуху програмних результатів, і відповідно до теми, що пропонується для розгляду даною статтею, відношення не має.

Дослідження, що проводилися вченими цієї школи в напрямку отримання камуфлетних порожнин в м'яких ґрунтах, на перший погляд, не мають відношення до вибухів в штучних ґрунтах. Але експериментально-виробничі дослідження по визначенню полів деформацій навколо епіцентру вибуху, рішення динамічних задач, які описують дію зарядів в двовірній постановці задач, дозволяють використовувати метод теорії функцій комплексних змінних та виконати аналітичні дослідження складних схем вибуху, дають первинний матеріал для вивчення даних процесів в штучних ґрунтах. Рішення, які виконувалися з залученням апарату теорії розмірностей в припущенні, що параметри вирв будуть подібними, з використанням нестискаємої моделі, хоча і не надали інформацію про параметри ущільненої зони, але надали можливість підтвердження про збільшення міцності ґрунту даної зони. А це дуже важливо при подальшій експлуатації основ із штучних ґрунтів після засипання вирви, оскільки ґрунт в даній зоні буде мати жорсткість більшу, ніж проектна до вибуху, і в межових зонах буде піддаватися руйнуванню від динамічних ударів технічних засобів будівництва та експлуатації. Подальші дослідження, що доповнили та скорегували аналітичні рішення, методом моделювання з використанням теорії подібності і розмірностей дали змогу отримати функціональну залежність для основних геометричних параметрів вирви, а отримані кореляційні співвідношення можна використовувати для прогнозування вибуху в однорідних середовищах при відповідних діапазонах потенціалу заряду. Аналогічні дослідження виконані і для випадків вибухів в шаруватих ґрунтах, але також – природних.

Рішення задач по динаміці скельних порід під час вибуху в лабораторії вибухових деформацій ґрунтів виконувалося на базі новітніх, на той час, підходів до трактування механізму деформації твердих тіл, концепції оптимізації передачі енергії ВР масиву ґрунту. В якості реального практичного (для дослідження штучних ґрунтів) результату цих досліджень можна вважати теоретичне обґрунтування формування в силовому полі дотичних напружень, що являється нерозробленим для штучних ґрунтів.

Під час досліджень, що проводилися в лабораторії вибухових деформацій ґрунтів в галузі вибухової сейсміки, на основі унікального ек-

периментального матеріалу вперше були сформульовані деякі положення, що уточнювали картину формування та руху сейсмічних хвиль в різних середовищах, але, між тим, знову не в штучних ґрунтах. Важливим результатом даних робіт для подальшого дослідження природи поведінки штучних ґрунтів під час вибуху, на наш погляд, можна вважати вдосконалення методик визначення розмірів сейсмічного джерела з урахуванням не тільки зони систематичних тріщин, але і випадкових (локальних) зон, які мають вплив на величину початкових параметрів сейсмічних хвиль, відносно до алгоритму, що описує їх рух.

Серед найбільш перспективних, з погляду на розвиток теорії вибуху в штучних ґрунтах, результатів багаторічної роботи вчених науково-прикладної школи академіків М. А. Лаврентьєва та М. А. Садовського можна визначити наступне: встановлені закономірності затухання сейсмовибухової хвилі з віддаленістю від епіцентру вибуху дозволяють на принципово новій основі вести розрахунок значень параметрів сейсмовибухових хвиль; розроблена ними методика визначення розмірів зони незворотніх деформацій стискуваних та скальних ґрунтів, є джерелом дослідження сейсмовибухових хвиль; розроблені ними методи зниження інтенсивності впливу сейсмовибухових хвиль на штучні споруди за допомогою створення поперед них штучних перешкод в вигляді ланцюга, порожнин та інші.

При більш детальному вивченні НДС штучних ґрунтів під час вибухів сучасних боєприпасів на основі роботи [5] можна, на погляд авторів, поставити для розв'язання такі задачі:

- порівняти термодинамічні та енергетичні параметри сучасних бойових боєприпасів і еталонних ВР для промислових гірничовибухових робіт;
- розробити рівняння стану газоподібних продуктів вибуху сучасного унітарного боєприпасу;
- дослідити НДС штучних ґрунтів під час вибухів сучасних боєприпасів;
- дослідити особливості поведінки штучного ґрунту під час вибухів еталонних ВР для промислових гірничовибухових робіт і сучасних боєприпасів;
- систематизувати наслідки вибухів сучасних боєприпасів в штучних ґрунтах для визначення ймовірних обсягів руйнувань.

Об'єктом дослідження при вирішенні зазначених задач будуть процеси деформацій та руйнування штучних ґрунтів під дією вибухів сучасних боеприпасів. Предметом досліджень доцільно обрати параметри вибухів і НДС в штучних ґрунтах під час використання сучасних боеприпасів та систематичність їх дії. При цьому пропонується обрати наступні методи досліджень:

– для розв'язання задач про дію вибухів еталонних ВР для промислових гірничовибухових робіт і сучасних боеприпасів пропонується використати моделі штучного ґрунту у вигляді ущільненого багатокомпонентного в'язко-пластичного середовища і зонну ідеальну модель дії вибуху, а також чисельні методи скінченних різниць (метод сіток) та Рунге–Кутта четвертого порядку точності;

– для розрахунку наслідків вибухів сучасних боеприпасів в штучних ґрунтах з метою визначення ймовірних обсягів їх руйнувань пропонується використати аналітичні розрахункові методи;

– метод найменших квадратів (метод знаходження наближеного розв'язку надлишково-визначеної системи) пропонується застосовувати для встановлення достовірних кореляційних залежностей параметрів НДС штучних ґрунтів від відносної віддаленості та критерію подібності дії вибуху сучасних боеприпасів, а також розмірів зон руйнування штучних ґрунтів від цього критерію подібності та акустичної жорсткості штучних ґрунтів.

Провівши зазначену роботу, можна буде спробувати вирішити важливу наукову проблему про виявлення закономірностей зміни НДС штучних ґрунтів під дією вибухів сучасних боеприпасів з встановленням якісної та кількісної оцінок їхньої відносної ефективності в штучних ґрунтах. Це може мати велике практичне значення під час визначення ймовірних обсягів руйнування основ, тобто штучних ґрунтів, та транспортних об'єктів, як від застосування сучасних боеприпасів, так і під час вибухів, що стали наслідком необережного поводження з ними або у наслідку терористичних актів.

## Висновки

Аналіз доступних для вивчення наукових джерел [5, 6, 7, 11 та ін.] показує, що в останні роки в нашій країні вивченню підлягала поведінка природних ґрунтів під час вибухів, в основному ВР для промислових гірничовибухових робіт. Перелік і обсяги загроз, що існують в сучасності, говорить за те, що необхідно знати, які наслідки їх реалізація може мати по відношенню до транспортних об'єктів і до їх основ у випадку використання розроблених нових промислових ВР місцевого приготування. Цим і обумовлена актуальність теоретичного дослідження зміни НДС штучних ґрунтів під час вибухів у них сучасних боеприпасів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк, А. А. Становление и развитие в Украине исследований по геодинамике взрыва // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»: зб. наук. праць. – К., 2008. – Вип. 17. – С. 9–24.
2. Закономерности деформаций ґрунтов и горных пород при динамических воздействиях. / А. А. Вовк, З. Барановский, В. Г. Кравец, Б. Кузья. – К.: Інститут гідромеханіки НАНУ, 1996. – 170 с.
3. Козловский, Е. А. Горная энциклопедия. В 5 т. Т. 5. СССР–Яшма / Е. А. Козловский. – М.: Советская энциклопедия, 1991. – 560 с.
4. Кравец, В. Г. Формирование инженерных свойств ґрунтов взрывными методами / В. Г. Кравец, Н. С. Грищенко, Л. И. Демешук. – К.: Наук. думка, 1983. – 188 с.
5. Кузьменко, А. О. Оцінка масштабності аварійного вибуху за його уражаючими факторами // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»: зб. наук. праць. – К., 2007. – Вип. 15. – 162 с.
6. Луговой, П. З. Визначення та аналіз ударних і сейсмічних навантажень на об'єкт під дією вибуху / П. З. Луговой, І. І. Анік'єв, С. О. Сущенко // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. – К., 2000. – Вип. 3. – 68 с.
7. Лучко, А. І. Напружено-деформаційний стан ґрунтів і гірських порід під час вибухів нових промислових сумішей вибухових речовин: автореф. дис.... канд. техн. наук: 26.002.22 / Лучко Андрій Іванович; Інститут гідромеханіки НАН України. – К., 2010. – 23 с.
8. Механический эффект взрыва в ґрунтах / И. А. Лучко, В. А. Плаксий, Н. С. Ремез, В. С. Бойван, П. П. Бондарь. – К.: Наук. думка, 1989. – 232 с.

9. Поведение грунтов под действием импульсных нагрузок / А. А. Вовк, Б. В. Замышляев, Л. С. Евтерев, И. В. Белинский, А. В. Михалюк. – К. : Наук. думка, 1984. – 288 с.
10. Физика взрыва / Ф. А. Баум, В. П. Орленко, К. П. Станюкович, В. П. Челишев, Б. И. Шехтер. – М. : Наука, 1973. – 704 с.
11. Chudek, H. Kompleksowa metoda prognozowania oddziaływania wpływu podziemnej eksploatacji złóż oraz wstczasów gorotworu na chronione obiekty powierzchniowe w brzeźnym obszarze niecki obniżeniowej / H. Chudek, W. Krawiec, A. Wovk. – Gliwice : Wydawnictwo politechniki se skiej, 2003. – 535 p.

В. П. БЕРБУШЕНКО<sup>1\*</sup>, О. В. МАРУЩАК<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Каф. «Военная подготовка Госспецтрансслужбы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, 49010, Украина, тел./факс + 38 (056) 379 19 09, ел. почта [berbushenko.vladimir@gmail.com](mailto:berbushenko.vladimir@gmail.com)

## ПРО НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЗРЫВОВ В ГРУНТАХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Цель.** Определить актуальные и перспективные направления исследований разрушений неоднородных грунтовых массивов под воздействием взрывов, а также особенностей распространения взрывных волн через границы отделения сред в искусственных грунтах. **Методика.** Для достижения целей работы использованы методы изучения и анализа опубликованных результатов исследований о поведении грунтов во время взрыва, подбор методов, которые использовались при исследовании взрывов в естественных и искусственных грунтах. **Результаты.** Анализ научных публикаций на тему поведения грунтов во время взрыва показывает, что изучению подлежало поведение естественных грунтов во время взрывов в основном взрывчатых веществ (ВВ) для промышленных горно-взрывных работ. **Научная новизна.** Изучение природы поведения искусственных грунтов во время взрывов, прогнозирование последствий и разработка технологий их ликвидации является важной задачей подразделений Держспецтрансслужбы, актуальной в современных условиях существующих угроз во время взрыва. Методы исследований, которые предлагаются, не являются новыми, но по отношению к искусственным грунтам они не применялись. **Практическая значимость.** Перечень и объемы угроз, которые существуют в современном мире, говорят о необходимости знаний последствий к которым могут привести взрывы в отношении к основам транспортных объектов.

*Ключевые слова:* искусственный грунт; взрыв; среда взрыва; волна сжатия; эпицентр взрыва

V. P. BERBUSHENKO<sup>1\*</sup>, O.V. MARUSHYAK<sup>1</sup>

## ABOUT SOME ASPECTS OF EXPLOSION IN THE SOILS OF ARTIFICIAL STRUCTURES

<sup>1\*</sup> Dep. «Military Training of State Special Transport Service», Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan Str., 2, Dnipropetrovsk, 49010, Ukraine, tel./fax + 38 (056) 379 19 09, e-mail [berbushenko.vladimir@gmail.com](mailto:berbushenko.vladimir@gmail.com)

**Purpose.** To define actual and prospective research guidelines of the destruction of patchy soil masses under the influence of explosions as well as the peculiarities of the explosion waves expansion throughout the boundaries of mediums separation in artificial soils. **Methodology.** Methods of the study and analysis of published studies on the behavior of soils in the explosion are used, the research methods matching that were used in the investigation of the explosion in natural soils and for research in artificial soil. **Findings.** The analysis of scientific issues on the topic of soils' behavior during explosions shows that the natural soils behavior during the explosions in the main explosive for the manufacturing mining-and-explosive works is considered. **Originality.** The study of nature of artificial soils' behavior during explosions as well as the consequences prediction and the development of technologies of their liquidation is a very important task for the State Special Transport Service's subunit. The task is urgent especially considering the current situation of existing threats. Research methods that are offered are not new, but in relation to artificial soils, they were not applied. **Practical value.** List and volume of threats that exist in the world today, inform

about the need of the information concerning consequences that explosions may lead in relation to the fundamentals of transport facilities.

*Keywords:* artificial soil; explosion; explosion medium; waves of compression; explosion epicenter

#### REFERENCES

1. Vovk A.A. Stanovleniye i razvitiye v Ukraine issledovaniy po geodinamike vzryva [The formation and development of the explosion's geodynamics researches in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universitet Ukrainy "KPU". Seriya "Girnystvo"* [Bulletin of National Technical University in Ukraine "KPU". Series "Mining"]. Kiev, 2008, issue 17, pp. 9-24.
2. Vovk A.A., Baranovskiy Z., Kravets V.G., Kuzheya B. Zakonomernosti deformatsiy gruntov i gornyx porod pri dinamicheskikh vozdeystviyakh [The patterns of the soil and rocks deformation under dynamic loads]. Kiev, Institut gidromekhaniki NANU Publ., 1996. 170 p.
3. Kozlovskiy E.A. *Gornaya entsiklopediya. T. 5: SSSR–Yashma* (Mining encyclopedia, Vol. 5: USSR–Yashma). Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1991, 560 p.
4. Kravets V.G., Grishenko N.S., Demeshchuk L.I. *Formirovaniye inzhenernykh svoystv gruntov vzryvnymi metodami* [The formation of the soil engineering properties with explosive methods]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1983. 188 p.
5. Kuzmenko A.O. Otsinka masshtabnosti avariinoho vybukhu za yoho urazhaiuchymy faktoramy [The rating scale of emergency explosion by its striking factors]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universitetu Ukrainy "KPU". Seriya "Girnystvo"* [Bulletin of National Technical University in Ukraine "KPU". Series "Mining"]. Kiev, 2008, issue 15, 162 p.
6. Luhovyi P.Z., Anikiev I.I., Sushchenko Ie.O. Vyznachennia ta analiz udarnykh i seismichnykh navantazhen na ob'ekt pid diieiu vybukhu [The identification and analysis of shock and seismic loads on the object under the explosions' impact]. *Problemy okhorony pratsi v Ukraini* [The problems of labor protection in Ukraine], 2000, issue 3, p. 68.
7. Luchko A.I. *Napruzheno-deformatsiyni stan gruntiv i hirskykh porid pid chas vybukhiv novykh promyslovykh sumishei vybukhovyykh rehovyn*. Avtoreferat Diss. [The stress-strain state of the soil and rocks in the explosions of new industrial mixtures of explosives]. K.: Institut gidromekhaniky NANU Ukrainy [The Ukrainian NAS' institute of hydromechanics. Author's abstract.]. Kyiv, 2010. p 23.
8. Luchko I.A., Plaksiy V.A., Remez N.S., Boyvan V.S., Bondar P.P. *Mekhanicheskyy efekt vzryva v gruntakh* [The mechanical effect of the explosion in the ground]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1989. 232 p.
9. Vovk A.A., Zamyshlyayev B.V., Yevterev L.C., Belinskiy I.V., Mikhalyuk A.V. *Povedeniye gruntov pod deistviyem impulsnykh nagruzok* [Soils behavior under the impact of impulsive loads]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1984. 228 p.
10. Baum F.A., Orlenko V.P., Stanyukovich K.P., Chelishev V.P., Shekhter B.I. *Fizika vzryva* [The physics of an explosion]. Moscow, Nauka Publ., 1973. 704 p.
11. Chudek H., Krawiec W., Wowk A. Kompleksowa metoda prognozowania oddziaływania wpływu podziemnej eksploatacji złóż oraz wstczasów gorotworu na chronione obiekty powierzchniowe w brzeznyim obszarze niecki obniżeniowej. Gliwice, Wydawnictwo politechniki se skiej, 2003. 535 p.

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна); д.т.н., проф. В. Г. Шаповал (Україна)*

Поступила в редколегію 27.03.2013.

Прийнята до друку 12.04.2013.