

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИБУХІВ НА БУДІВЛІ, РОЗТАШОВАНІ ПОБЛИЗУ ПІВДЕННОГО ГЗК

Експериментально досліджено амплітуди коливання ґрунту і визначено фактичні рівні коливань у зоні впливу вибухових робіт у кар'єрі Південного ГЗК у м. Кривий Ріг.

Ключові слова: амплітуда, вибухові роботи, коливання ґрунту.

Экспериментально исследованы амплитуды колебания грунта и определены фактические уровни колебаний в зоне влияния взрывных работ в карьере Южного ГЗК в г. Кривой Рог.

Ключевые слова: амплитуда, взрывные работы, колебания грунта.

In the article research of amplitudes of oscillation is conducted ground and certainly actual levels of vibrations at action in the affected zone of explosive works in the career of South mining in Krivoy Rog.

Key words: amplitude, explosive works, vibrations of soil.

Постановка проблеми. Питання руйнування гірського масиву було і залишається однією з найважливіших проблем гірського виробництва. На даний час вибухові роботи є домінуючим методом відділення гірської породи від масиву. Сейсмічні коливання розповсюджуються на значні відстані від місць проведення вибухових робіт, тому будівлі й споруди, що потрапляють у зону сейсмічних коливань, будуть піддаватися регулярним струсам. Унаслідок такого впливу можливі деформації укосів, які мають недостатній запас стійкості, розрідження водонасичених пісків, що може призвести до руйнівних наслідків.

Аналіз останніх досліджень. Фундаментальні положення про виникнення і розповсюдження сейсмічних хвиль викладені в роботах Г.А. Гамбурцева, Б.Д. Дерягіна, М.А. Садовського, С.В. Медведєва та інших. Для оцінювання наслідків землетрусів при вибухах С.В. Медведєв запропонував шкалу сейсмічної інтенсивності, що враховує меншу тривалість сейсмічних коливань і повторюваність хвиль, зіставних між собою по величині, а також високу частоту коливань при вибухах порівняно із землетрусами [2]. Як вважають Ю.І. Немчинов, Н.Г. Мар'єнков, О.М. Рижов, провідна роль науки у цій галузі полягає в успішному впровадженні нових технологічних процесів на відкритих і підземних гірських роботах [1]. Цим обґрунтований науковий інтерес до питань фізики дії вибуху в гірських породах, визначення оптимального асортименту вибухових речовин, дослідження динамічного впливу вибухів на будівлі.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. До останнього часу процеси руйнування гірських порід під впливом різних сил розглядалися в рамках традиційної механіки твердого тіла. Проте поведінка гірських порід має багато особливостей, пов'язаних із неоднорідністю властивостей гірського масиву, і тому закономірності поведінки середовища, встановлені в основному для однорідних середовищ, мають обмежене застосування в розв'язанні задач гірської механіки. Особливості використання енергії вибуху в гірському виробництві визначили необхідність виконання широкого кола досліджень із вивчення особливостей роботи

вибуху, необхідних заходів безпеки. Прогнозування сейсмічної небезпеки і вибір раціональної технології промислових вибухів досі базується на емпіричних залежностях основних показників коливань від умов виконання вибухів. Тому одним із найточніших прогнозів, на думку автора, є метод вимірювання динамічних характеристик ґрунту, фундаменту будівель.

Формулювання мети роботи. Метою роботи є проведення досліджень амплітуд коливання ґрунту і визначення фактичних рівнів коливань при дії масових вибухів у зоні впливу вибухових робіт у кар'єрі Південного ГЗК у м. Кривий Ріг за допомогою вібримірювальної апаратури.

Виклад основного матеріалу. У практиці вибухових робіт сейсмічна безпека часто гарантується обмеженням маси заряду відповідно до Єдиних правил безпеки при вибухових роботах. У складніших випадках Правилами передбачено залучення науково-дослідних груп для обґрунтування допустимих мас зарядів або визначення сейсдобезпечних відстаней.

Сейсдобезпечна технологія вибухових робіт дозволяє виконувати вибухові роботи в масштабах, що забезпечують ефективну роботу підприємства без порушень правил безпеки при вибухових роботах.

У разі масових вибухів рівні вібрації, викликані дією сейсмічних хвиль, повинні відповідати допустимим за нормативними документами. Для оцінювання впливу дій вибуху на будівлі й споруди згідно зі шкалою сейсмічної інтенсивності використовується значення допустимої швидкості коливань прилеглого ґрунту [3].

Слід звернути увагу на швидкість розповсюдження хвиль у породах, які видобувають вибуховим методом, модуль пружності порід і властивості ґрунтів у районі об'єкта або пункту реєстрації коливань. При постійності властивостей порід швидкості коливання, що реєструються в пухких і насипних ґрунтах, вищі, ніж на акустично жорсткіших скельних породах.

Основними організаційно-технічними заходами при плануванні та виконанні вибухових робіт є попереднє сейсмічне мікро-районування забудовуваних площ і складання детальної сейсмовибухової зональності кар'єрів, що відображає вплив властивостей у плані й за глибиною.

Небезпеку землетрусів прийнято оцінювати в балах сейсмічної шкали. Поділ землетрусів за балами заснований на різних критеріях: величині зсуву ґрунту, швидкості коливань ґрунту, енергії сейсмічних хвиль. В Україні для оцінювання небезпеки землетрусів використовується шкала сейсмічної інтенсивності MSK-64, розроблена в Інституті фізики Землі АН СРСР.

Результуюча дія землетрусів на споруди залежить від динамічних властивостей або характеристик власних коливань споруд під дією зовнішньої сили. Шкала сейсмічної інтенсивності побудована відповідно до характеру передачі коливань одномаятниковому сейсмометру. До теперішнього часу аналіз сейсмічної інтенсивності коливань об'єктів соціального призначення для кар'єрів Кривого Рогу виконувався згідно з ДСТУ-П 4704:2006 [3].

Механізм формування сейсмічних хвиль від промислових вибухів досить складний, має свої особливості й недостатньо вивчений. Для нього характерні повторюваність і розосередженість основних джерел коливань у просторі та часі. Першим джерелом хвиль стиску – розтягу є сам заряд, що впливає на навколишній масив при вибуховому розкладанні. Під дією первинного імпульсу навколо підірваного заряду створюється область напруженого стану, або сейсмічного вогнища вибуху, яка бере участь у формуванні інших типів хвиль. Основним джерелом коливань є зруйнована і

відокремлена від гірського масиву порода. Амплітуда й період коливань залежать від часу, об'єму і швидкості руйнування породи.

Коливання, розповсюджуючись від поверхонь руйнування в межах сейсмічного вогнища вибуху, розвантажують масив від напруг, створених пружно-пластичною хвилею напруги. У результаті накопичена гірським масивом пружна енергія переходить тут в енергію коливань, сприяючи зниженню інтенсивності загасань коливань, зменшенню періодів хвиль і виникненню позакритичних напруг розтягу, під дією яких у масиві створюється область залишкових деформацій – тріщин.

У безпосередній близькості від кар'єру Південного ГЗК у зоні впливу вибухових робіт у східному і південно-східному напрямку знаходиться селище гірників. На даний час селище як частина міської території розташовується за межами встановленої навколо кар'єру санітарної зони шириною 700 м у смузі на відстані 1,5 – 3,0 км.

Методика проведення віброметричних (інструментальних) досліджень передбачає вимірювання віброшвидкості ґрунту і фундаменту будівель у вертикальному та двох горизонтальних напрямках (по осях X і Y) згідно з ДБН 360-92** [4]. Вимірювання віброшвидкості виконувались у денний час на відстані 4 – 6 м від будівель.

Дослідження впливу вибухів на будівлі м. Кривий Ріг проводилися у червні – липні 2008 р. Об'єктом досліджень був одноповерховий приватний житловий будинок по вул. Правобережна, 39, збудований у 1958 р. Він розташований на відстані 1200 м у південно-східному напрямку від місця проведення масових вибухів. Маса вибухової речовини близько 500 т.

Будинок має розміри в плані 6 × 8 м. Фундамент стрічковий, мілкового залягання, перекриття дерев'яні. Несучі стіни виконані зі шлаку на цементному розчині. Зовні будинок обкладений цеглою. Зовнішні поверхні несучих стін обштукатурені. Тріщини в зовнішніх стінах затерті при раніше виконаному ремонті. Нових тріщин у несучих стінах не виявлено. Зліва до будинку примикає прибудова 3 × 6,5 м. У прибудові тріщин немає, однак виявлено тріщини на стінах внутрішніх приміщень.

Основним критерієм при виборі об'єктів дослідження було розташування будівель у межах або в безпосередній близькості до меж санітарної зони кар'єрів.

Величина максимальної горизонтальної віброшвидкості фундаменту одноповерхового житлового будинку в напрямку вибуху протягом усього періоду сейсмічної дії склала не більше 0,14 см/с, що відповідає 1 балу за шкалою MSK-64. При вибухах блоків, які розташовані в північно-східній частині кар'єру на найближчій відстані до місця проведення вимірів (1200 м), максимальна величина віброшвидкості ґрунту склала 0,22 – 0,26 см/с, що відповідає 2 балам за шкалою MSK-64.

Наступним об'єктом дослідження була одноповерхова приватна житлова будівля по вул. Прохолодна, 49. Під час досліджень буро-підривної роботи проводилися у північно-західній частині кар'єру. Маса вибухової речовини при цьому склала 548 т. Мінімальна відстань від місця вибуху – 970 м. Одноповерховий житловий будинок побудований 1954 р. Будинок має розміри 7 × 9 м у плані. Висота стель – 2,7 м. Фундамент будівлі стрічковий, мілкового залягання, перекриття дерев'яні. Несучі стіни виконані із цегли на цементному розчині завтовшки 37 см. До будинку примикає прибудова 3 × 6,5 м. Тріщини в зовнішніх стінах затерті при раніше виконаному ремонті. Нових тріщин у несучих стінах не виявлено. Є тріщини в місцях примикання внутрішніх перегородок і перекриття до несучих стін. Власні частоти одноповерхових житлових будинків склали 6 – 7 Гц у напрямку меншої

жорсткості та 8 – 10 Гц у напрямку більшої жорсткості. Величина максимальної горизонтальної віброшвидкості фундаменту одноповерхового житлового будинку в напрямку вибуху склала 0,26 см/с, що відповідає 2 балам за шкалою MSK-64 (рис. 1).

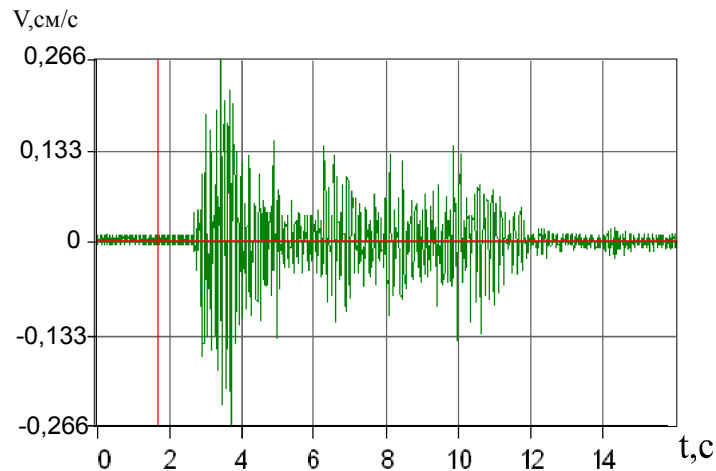


Рисунок 1 – Графік сигналу горизонтальної віброшвидкості фундаменту одноповерхового житлового будинку по вул. Прохолодна, 49 у напрямку вибуху

Таким чином, не виключається можливість виникнення тріщин будівель, але вони не призводять до зниження функціонального призначення останніх. Для контролю стану тріщин при вибухах на стінах у місцях їх розташування були нанесені гіпсові маяки.

Висновки. При інтенсивності сейсмічних дій до 2 балів (горизонтальна віброшвидкість не перевищує 0,4 см/с) на основі оцінки стану встановлених маяків суттєвих пошкоджень будівель не виявлено. Однак зареєстровані такі сейсмічні прояви вибухів:

1. Порушення конструктивних елементів будівлі, такі як тріщини в несучих стінах будівель, перегородках кімнат, при швидкості коливань зверху $(3 - 18) \times 10^{-2}$ м/с.

2. Пошкодження допоміжних елементів будівель, а саме тріщини в штукатурному шарі, перегородках, осипання побілки, при швидкості коливань $(0,3 - 3) \times 10^{-2}$ м/с.

3. Деренчання шибок, дзвін посуду, відчуття коливань при їх швидкості $(1,6 - 50) \times 10^{-4}$ м/с.

Зниження сейсмічної дії вибухів на будівлі, що знаходяться поблизу санітарної зони кар'єрів, можливе в результаті зміни: а) глибини будівлі фундаментів будівель і конфігурації в плані щодо місця, де відбуваються вибухи; б) властивостей ґрунтів у районі об'єктів, що охороняються, наприклад, шляхом осушення і зниження рівня ґрунтових вод. Можливе застосування заходів щодо поліпшення динамічних характеристик будівлі шляхом зміни її конструкції та введення антисейсмічних підсилень. Ці заходи можуть бути використані тільки після обговорення і техніко-економічного оцінювання різних варіантів забезпечення сейсмічної безпеки при промислових вибухах.

Література

1. Бандуріна О.В. Дослідження динамічного впливу вибухів у кар'єрі Північного ГЗК / О.В. Бандуріна, О.Л. Зімін, М.Г. Мар'єнков // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 71, кн. 1. – С. 266 – 272.

2. Медведев С.В. Сейсмика горных взрывов /С.В. Медведев – М.: Недра, 1964. – 188 с.

3. ДСТУ-П 4704:2006. *Правила проведення гірничих вибухів. Норми безпеки сейсмічних коливань ґрунту.* – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 105 с.
4. ДБН 360-92**. *Містобудування, планування і забудова міських і сільських поселень.* – К.: Мінбудархітектури, 1992. – 234 с.

Надійшла до редакції 15.03. 2010

© О.В. Бандуріна