

собности его контролировать собственное эмоциональное состояние.

Деятельность инженера по охране труда направлена на обеспечение безопасных условий труда работников организации, через проведение контроля за соблюдением требований нормативных правовых актов, как работниками организации, так и работодателем. Результат работы инженера по охране труда - сохранение важнейшего стратегического ресурса любой компании, которым является человек. Кроме того, в современной ситуации охрана труда, как никогда ранее, оказывает влияние на управление отношениями с ключевыми рынками и клиентами.

**Выводы.** Сегодня во всем мире наблюдается ситуация, когда человек зачастую становится жертвой собственной техногенной деятельности. При этом никто не будет оспаривать тот факт, что любая деятельность, в т. ч. профессиональная, должна быть безопасной для человека и окружающей среды. Но для того чтобы в корне изменить ситуацию с охраной труда на предприятиях, необходимо начинать работать с сознанием их будущих работников уже на стадии освоения профессиональных компетенций. Только усвоенные взаимосвязи между приобретаемыми профессиональными навыками и проблемами, возникающими в процессе производственной деятельности (в частности, в сфере охраны труда), позволят работнику более осознанно подходить к вопросам собственной и чужой безопасности на рабочем месте и заведомо избегать травмоопасных ситуаций.

#### Список литературы

1. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование, 7-е изд. – СПб.: Питер, 2003.-688 с.
2. Веселков А., К вопросу о надёжности результатов оценочных процедур и эффективности их использования / Источник: [www.expert-plus.ru](http://www.expert-plus.ru), 2003 г.
3. Уидет С., Холлифорд С. Руководство по компетенциям / Пер. с англ. – М: НИРО, 2003 г. – 228 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.03.13

УДК 622.235: 622.271

Є.О. НЕСМАШНИЙ, д-р техн. наук, проф., К.А. ФЕДІН, аспірант  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### ВИЗНАЧЕННЯ СЕЙСМОБЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАСОВИХ ВИБУХІВ ПРИБУДІВНИЦТВІ ТРАНШЕЇ ГЛИБОКОГО ВВОДУ НА КАР'ЄРІ «ПІВДГЗК»

Розроблено методіку обчислення та створені відповідні таблиці для визначення сейсмобезпечних параметрів масових вибухів та відстаней до них від об'єктів, що охороняються, за умови застосування як неелектричних систем ініціювання

**Ключові слова:** масові вибухи, коефіцієнт сейсмічності, сейсмобезпечні параметри

**Проблема і її зв'язок з науковими і практичними задачами.** У наш час практично на всіх Криворізьких кар'єрах проводяться роботи по їх реконструкції, пов'язані з необхідністю розкрити добувних горизонтів на значних глибинах. Особливістю цих робіт є те, що вони ведуться в умовах, коли розміри робочих зон обмежені, а проведення масових вибухів приходить проводити на незначній відстані від житлових будинків та споруд соціально-культурного призначення. Так одним з важливих елементів реконструкції транспортної схеми кар'єру «ПівдГЗК» до 2015 р. є будівництво траншеї глибокого вводу залізничного транспорту для створення нового транспортного зв'язку нижніх горизонтів з промплощадкою. Будівництво траншеї, які відбувається в межах існуючого контуру кар'єру, дозволить забезпечити його стабільну роботу на перспективу по добутку руди, розкрити та їх транспортуванню як на збагачувальну фабрику, так і у відвали.

У цих умовах особливо актуальною є задача достовірного визначення сейсмобезпечних параметрів вибухових робіт з урахуванням використання сучасних вибухових речовин та систем ініціювання вибуху.

**Метою цієї роботи** є визначення сейсмобезпечних параметрів вибухових робіт при будівництві траншеї глибокого вводу залізничного транспорту для виключення можливості негативної їх дії на близько розташовані промислові об'єкти, житлові будинки та будівлі соціально-культурного призначення.

*Практика проведення вибухових робіт на кар'єрі ПівдГЗК.* На кар'єрі практично вся гірнича маса видобувається з застосуванням буро-вибухових робіт. Це обумовлено тим, що як розкриті так і залізна руда являють собою міцні і надміцні гірські породи, з коефіцієнтом міцності 14-16, а на деяких ділянках кар'єрного поля міцність порід досягає 18-20 за шкалою проф. М.М. Протодьяконова.

Бурові роботи на кар'єрі проводяться з використанням станків шарошечного буріння, які дозволяють отримувати вибухові свердловини глибиною 4-32 м, діаметром 253 мм (станки СБШ-250) або глибиною 4-33 м, діаметром 165 мм (станки фірми Atlas Copco Roc L8). Висота уступів складає 15 м, а кут нахилу 55°. Вибуховий блок має довжину у середньому 200-400 м, ширину 15-20 м. На блоці розміщується від 2 до 7 рядів вибухових свердловин, а іноді відбувається й однорядне підривання.

Кут нахилу вибухових свердловин, як правило, дорівнює 90°, за винятком нахилених свердловин контурного ряду. Вибухові свердловини обводнені, рівень води в свердловинах може суттєво і швидко змінюватись з часом. Сітка свердловин для станків СБШ-250 становить для першого ряду 5.5×10.5, для другого і усіх наступних рядів 7.5×6.5 м. Мінімальна відстань від бровки уступу до першого ряду свердловин дорівнює 3 м. Глибина перебуру для станків СБШ-250 становить 3 м.

Смність 1 пог. м вибухової свердловини діаметром 253 мм становить 48-70 кг вибухової речовини, а діаметром 165 мм - 21-29 кг. Середня питома витрата вибухівки на 1 м<sup>3</sup> гірської маси знаходиться у межах 0,69 - 1,14 кг/м<sup>3</sup>. Середній вихід гірської маси з 1 пог. м свердловини становить 37,1-71,8 м<sup>3</sup>. Коефіцієнт заповнення свердловини вибухівкою становить 0,5-0,7. У якості забивки використовується скальний щебінь з застосуванням внутрішньої гідроабивки (у обводнених свердловинах).

У якості вибухової речовини використовується безтритилова речовина (україніт, анемікс). Грамоніт 79/21 або гранулотол застосовується, як виняток, для підривання надміцних гірських порід. Системи ініціювання вибуху використовуються як традиційні, за допомогою детонуючого шнура (ДШЕ), так і нові неелектричні системи типу «Нонель».

*Аналіз експериментальних даних, що до рівня сейсмічних коливань ґрунту при проведенні вибухових робіт на кар'єрі ПівдГЗК.* Відповідно з рішенням Криворізької міської ради з 2002 р. проведення вибухових робіт на кар'єрі ОАО «ПівдГЗК» виконується тільки за умови здійснення моніторингу рівня сейсмічних та ударних повітряних хвиль. При здійсненні цього моніторингу рівень сейсмічних коливань визначався за методом багатоканального вимірювання коливань [1]. Для запису інформації застосовувався або шлейфовий осцилограф К12-22, або електронний осцилограф TPS2014 фірми «Tektronix», (що має можливість запам'ятовувати) в комплекті з магнітоелектричними гальванометрами та електродинамічними датчиками СВ-10Ц, СГ-10 і трьох компонентний п'єзоелектричний акселерометр АТП-1. При цьому модуль вектора максимальної швидкості  $V_{\max}$  коливань ґрунту визначався на основі трьох його проєкцій на координатні осі і виходячи з отриманого значення визначався рівень сейсмічних коливань у балах у відповідності з Міжнародною сейсмічною шкалою MSK-64. Зважаючи на призначення об'єктів, де проводились вимірювання, мінімальний рівень сейсмічних хвиль був прийнятий у відповідності з „Правила ...” [3].

На теперішній час було здійснено більше 100 експериментальних вимірів рівня сейсмічних хвиль, при проведенні вибухових робіт на кар'єрі ПівдГЗК, результати яких зібрані та приведені в роботі [4]. Аналіз цих даних дозволив зробити наступні висновки:

рівень сейсмічних хвиль при проведенні масових вибухів на кар'єрі ПівдГЗК жодного разу не перевищив нормативного рівня, а значить вони не завдали шкоди житловим будинкам і промисловим спорудам, що знаходяться в охоронній зоні цього кар'єру;

рівень сейсмічних хвиль при проведенні масових вибухів практично не залежить від типу вибухової речовини (грамоніт 21/79, україніт, емоніт). Це можна пояснити тим, що всі вище згадані вибухівки відносяться до потужних ВР зі швидкістю детонації у межах 3-5 км/с. Тому бризантна, а значить і сейсмічна дія цих типів вибухівки буде практично однакова, а рівень сейсмічності вибуху буде визначатися тільки кількістю вибухівки, що приходить на ступень уповільнення. Суттєвого зниження сейсмічності вибухівки можливо чекати тільки за умови застосування найпростіших ВР типу ігданіт, з швидкістю детонації в межах 2,0-2,5 км/с. Але така ВР на кар'єрі ПівдГЗК не може бути застосована, зважаючи на дуже міцні гірські породи, що складають дане родовище залізних руд;

система ініціювання вибуху суттєво впливає на сейсмічність масових вибухів, так при за-

стосуванні систем «Нонель» або «Прима-ЕРА» середня швидкість сейсмічних хвиль склала 0,16 см/с (0,81 бала по шкалі MSK-64), а при застосуванні ДШ середня швидкість сейсмічних хвиль склала 0,27 см/с (1,35 бала по шкалі MSK-64). Тобто при застосуванні ДШ сейсмічна дія вибуху на 67 % більша ніж за умови застосування систем «Нонель» чи «Прима-ЕРА»;

на сейсмічність вибуху впливає не сама по собі система ініціювання вибуху, а максимальна кількість вибухівки, яка приходить на ступень уповільнення при застосуванні тієї чи іншої системи ініціювання. Так при застосуванні ДШ середня кількість вибухівки, що приходить на ступень уповільнення склала 3986 кг, а при застосуванні систем «Нонель» чи «Прима-ЕРА» - 1400 кг.

*Визначення сейсдобезпечних параметрів вибухових робіт та відстаней до них при будівництві траншеї глибокого вводу.* Загальним критерієм сейсмічної безпеки житлових будинків і промислових споруд, за яким забезпечується їх збереженість під час вибухів, є допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту під їх фундаментом. Її встановлюють в залежності від особливостей будинків та їх призначення, застосованих будівельних матеріалів, фізичного стану і терміну служби. Проведення вибухових робіт дозволено тільки за умови, що швидкість сейсмічних хвиль та рівень тиску у фронті ударної повітряної хвилі біля житлових будинків і промислових споруд буде нижча за нормативні [2].

Відповідно з державним стандартом теоретичне значення швидкості коливань ґрунту  $V_T$  під житловими будинками та промисловими спорудами при проведенні масових вибухів на кар'єрах повинно визначатись з формули [3]

$$V_T = K_i (Q_i / R_i^n), \quad (1)$$

де  $n$  - показник затухання інтенсивності сейсмічних коливань з відстанню, який для умов Криворізького регіону приймається рівним 1,5;  $Q_i$  - маса заряду ВР на ступінь уповільнення, кг;  $R_i$  - відстань від цього заряду до точки спостереження, м;  $K_i$  - емпіричний коефіцієнт, який залежить від характеру ґрунту в основі об'єкта, умов проведення вибухів і розповсюдження хвиль, параметрів буро-вибухових робіт та ін.

Значення коефіцієнту  $K_i$  державний стандарт [3] рекомендує визначати так

$$K_i = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5, \quad (2)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт, який враховує особливості ґрунту під фундаментом;  $k_2$  - коефіцієнт, який враховує направленість вибуху;  $k_3$  - коефіцієнт, який враховує умови висаджування заряду ВР;  $k_4$  - коефіцієнт, який враховує спосіб висаджування зарядів ВР;  $k_5$  - коефіцієнт, який враховує відносно збільшення швидкості коливань ґрунту у разі багаторядного розміщення свердловин.

Методику визначення коефіцієнтів  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  у формулі (2) викладено в роботі [3]. Однак практика застосування цієї методики виявила суттєві труднощі в її застосуванні при практичному проектуванні. Ці труднощі полягають у суб'єктивному характеру визначення кількісних значень коефіцієнтів, що входять до формули (2), у тих чи інших гірничо-геологічних умовах. А це приводить до дуже значної числової розбіжності при визначенні коефіцієнту  $K_i$  при практичному проектуванні. Так, за нашими розрахунками, числова вилка при визначенні цього коефіцієнту може досягати значень від 26,3 до 870,0. Унаслідок цього прогноз швидкості коливань ґрунту стає ненадійним та суб'єктивним.

Тому нами пропонується, для визначення величини коефіцієнту інтенсивності струсів  $K_i$ , використовувати результати фактичного вимірювання рівня сейсмічних хвиль при проведенні вибухових робіт на кар'єрі Південного ГЗК. Знаючи масу заряду вибухової речовини, що приходилась на ступінь сповільнення  $Q_i$ , при підриві конкретного вибухового блоку, визначивши по мапі відстань від цього блоку до точки спостереження та знаючи експериментально визначену фактичну швидкість коливань ґрунту в точці спостереження  $V\phi_i$ , з наступної формули можливо визначити значення емпіричного коефіцієнта  $K_i$

$$K_i = V\phi_i \cdot R_i^{1,5} / \sqrt{Q_i}, \quad (3)$$

На основі цієї методики, проведений збір даних та проаналізована практика проведення вибухових робіт на кар'єрі ПівдГЗК з застосуванням традиційних вибухових речовин (граммоніт 79/21) і нових безтритилових вибухових речовин (україніт) та неелектричних засобів ініціювання вибуху і такого традиційного засобу ініціювання вибуху як «ДШЕ».

Унаслідок виконаних таким чином обчислень, встановлено:

при застосуванні системи ініціювання вибуху «Нонель» або «Прима-Ера» значення коефі-

цієнту сейсмічності  $K_{\phi}$ , з 95 % ймовірністю, для гірничо-геологічних умов охоронної зони кар'єру Південного ГЗК дорівнює  $327 \pm 20$ ;

при застосуванні системи ініціювання вибуху «ДШ» значення коефіцієнту сейсмічності  $K_{\phi}$ , з 95 % ймовірністю, для гірничо-геологічних умов охоронної зони кар'єру Південного ГЗК дорівнює  $276 \pm 42$ .

З урахуванням викладеного, нами пропонується виконувати розрахунки граничного значення маси вибухівки, що приходить на ступень уповільнення, з урахуванням фактичних значень коефіцієнта сейсмічності, які встановлені на основі аналізу практики проведення вибухових робіт на кар'єрі Південного ГЗК. Тоді з урахуванням цих даних, для обрахунку граничної кількості вибухівки  $Q$ , в залежності від відстані вибухового блоку до об'єкта  $R$ , що охороняється, і забезпечує безпечний рівень сейсмічних коливань під час масового вибуху, формулу (3) можливо перетворити до вигляду

$$Q = V^2 R^2 / K_{\phi}^2 ; \quad (4)$$

де  $V$  - допустима швидкість сейсмічних хвиль біля фундаменту будинку чи споруди, яка визначається відповідно з [3], см/с.

Результати розрахунку сейсмобезпечних параметрів вибуху, які рекомендуються до застосування при будівництві траншеї глибокого вводу, за умови застосування системи ініціювання «Нонель» або «Прима-Ера» наведено у табл. 1, а за умови застосування системи ініціювання вибуху «ДШ» наведено у табл. 2.

Таблиця 1

Сейсмобезпечна маса ВР за умови застосування системи ініціювання «Прима-ЕРА»

Відстань $R$ , м	Сейсмічність, бали по шкалі MSK-64						
	1	2	3	4	5	6	7
	Маса ВР на ступень уповільнення, кг						
25						6	22
50					11	44	175
75					37	147	590
100				22	87	349	1398
125				43	171	682	2730
150			21	74	295	1178	4725
200		14	50	174	698	2792	
250		28	97	340	1364	5453	
300	13	45	168	589	2357		
350	20	79	266	935	3743		
400	29	117	397	1395			
450	41	166	566	1987			
500	58	228	776	2725			
550	76	303	1033	3627			
600	99	394	1341				
650	126	501	1705				
700	156	625	2130				
750	193	770	2620				
800	235	934	3180				
850	280	1120	3814				
900	333	1317					
950	392	1564					
1000	456	1823					
1100	607	2426					
1200	788	3150					
1300	1003	4011					
1400	1253						
1500	1540						

Зауважимо, що при розрахунках сейсмобезпечних параметрів вибуху для 1 та 2 зони сейсмічності, за умови застосування системи ініціювання вибуху «Нонель» або «Прима-Ера», значення коефіцієнту сейсмічності було зменшене на 8,5 % ( $K_{\phi}=96$ ). Таке зменшення обумовлене тим, що сейсмічні хвилі малої інтенсивності мають суттєво більший коефіцієнт затухання [1].

При використанні даних див. табл. 1,2, у випадку коли відстань до об'єкта, що охороняється, не дорівнює значенню наведеному у цих таблицях, сейсмобезпечна маса ВР підраховується як середнє значення відповідного інтервалу або приймається на основі відповідних графіків, що наведено в роботі [5].

Сейсмобезпечна маса ВР за умови застосування системи ініціювання «ДШЕ»

Відстань $r$ , м	Сейсмічність, бал						
	1	2	3	4	5	6	7
	Маса ВР на ступень уповільнення, кг						
50					15	60	236
75				13	50	199	798
100				30	118	473	1890
125			16	58	231	923	3692
150			28	100	400	1595	6380
175			45	158	633	2533	10131
200		17	67	236	945	3780	
225		24	96	336	1346	5383	
250		33	131	462	1846	7384	
300	14	57	227	798	3190		
350	23	90	360	1266	5066		
400	34	134	538	1890	7561		
450	48	191	766	2692			
500	66	263	1050	3692			
550	87	350	1400	4914			
600	113	454	1815	6380			
650	144	577	2307	8112			
700	180	720	2882				
750	221	886	3544				
800	269	1075	4302				
850	323	1290	5160				
900	383	1531	6125				
950	450	1801	7203				
1000	525	2100					
1100	699	2796					
1200	907	3629					
1300	1154	4615					
1400	1441	5763					
1500	1772	7089					
1750	2814						
2000	4201						

Як ілюстрація на рис. 1 наведено графік для визначення сейсмобезпечної маси ВР при застосуванні системи ініціювання вибуху типу «Нонель».



Рис. 1. Графік для визначення сейсмобезпечної маси ВР при застосуванні системи ініціювання вибуху типу «Нонель»

Отже, при проектуванні масових вибухів при будівництві траншеї глибокого вводу на кар'єрі ПівдГЗК масу вибухівки рекомендується приймати з урахуванням відстані до об'єкту, що захищається, та його сейсмостійкості відповідно з даними табл. 1,2, які встановлюють однозначне співвідношення між сейсмобезпечною масою

вибухівки  $Q$  і сейсмобезпечною відстанню  $R$ .

Для виключення імовірності накладання сейсмічних хвиль від окремих зарядів і недопущення резонансних явищ, а також для подовження часу масового вибуху, рекомендується застосовувати усі номінали уповільнення при використанні як систем неелектричного ініціювання вибуху типу «Нонель» так и детонуючого шнура.

У випадку, коли максимально допустима по сейсмобезпечності маса заряду ВР в свердловині менша за масу заряду потрібну для якісного руйнування гірської породи, рекомендується застосовувати спеціальні методи: із зворотнім ініціюванням зарядів; застосуванням розосереджених інертних проміжків довжиною не менше 0,5 м та ін.

**Висновок.** Для гірничо-геологічних умов кар'єру ПівдГЗК розроблена методика обчислення та створені відповідні таблиці для визначення сейсмобезпечних параметрів масових вибухів та відстаней до них від об'єктів, що охороняються, за умови застосування як неелектричних систем ініціювання «Прима-ЕРА», так і «ДШЕ». Ці параметри рекомендовано до застосування при проектуванні та будівництві траншеї глибокого вводу залізничного транспорту на кар'єрі ПівдГЗК.

#### Список літератури

1. Селиванов В.В, Соловьев В.С, Сысоев Н.Н. Ударные и детонационные волны. Методы исследования. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 256 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах. К.: Норматив, 1992. - 172 с.
3. Правила проведения гірничих вибухів. Норми безпечності сейсмічних коливань ґрунту. ДСТУ-П4704:2006, - К, Держспоживстандарт України, 2007.
4. Сидоренко В.Д., Несмашний Є.О., Здециц В.М. Моніторинг сейсмічних коливань при масових підриваннях свердловинних зарядів в кар'єрі ПівдГЗК // Вісник КТУ. -Кривий Ріг, Вид-во КТУ, 2003. - № 1. - С. 7-9.
5. Визначення параметрів вибухових робіт, що забезпечують сейсмічну безпеку об'єктів, які охороняються навколо кар'єра Південного ГЗК з урахуванням використання сучасних вибухових речовин та засобів вибуху //Звіт про НДР // Кер. проф. Несмашний Є.О. - Кривий Ріг, КТУ, 2008.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 622.271

А.Н. КОСТЯНСКИЙ, канд.техн. наук, В.И. ЧЕПУРНОЙ, зав. лабораторией НИГРИ ГВУЗ «КНУ»

### ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУКЦИИ КАРЬЕРА ПРИ РАСШИРЕНИИ ЕГО ГРАНИЦ

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Экономическая эффективность разработки любого месторождения полезных ископаемых зависит от взаимосвязей технологических процессов между собой. В процессе отработки карьерного поля положение рабочего борта карьера постоянно меняется, дно понижается, что приводит к необходимости его реконструкции для вовлечения в переработку дополнительных запасов руды.

В целом, реконструкция на открытых горных разработках служит целям поддержания или увеличения производственной мощности карьера по сравнению с существующей.

**Анализ исследований и публикаций.** Следует отметить, что реконструкция карьера - это комплекс горнотехнических мероприятий для повышения технического уровня горного производства, повышения производительности карьера, продления срока его службы [1], возможность отработки дополнительных запасов и, как правило, включает в себя расширение границ карьера, его углубку и другие сопутствующие мероприятия. Процесс реконструкции связан со значительными дополнительными капитальными затратами на разнос бортов карьера, сооружение капитальных траншей, устройство новых транспортных коммуникаций, зданий, сооружений для обслуживания ЦПТ, переукладкой железнодорожных путей. В связи с этим возникает вопрос о выборе оценочного показателя при корректировке параметров карьера подлежащих пересмотру.

Как установлено в исследованиях в области границ открытых горных работ при определении конечной глубины карьера, граничный коэффициент вскрыши не является величиной постоянной [2,3]. Для определения рациональных параметров карьера, необходимо с помощью оценочного показателя учитывать как положительные, так и отрицательные факторы, влияющие на дальнейшее развития открытых горных работ.

Практический опыт реконструкции железорудных карьеров показал, что наиболее часто ее основными целями и задачами являются: изменение параметров вскрытия месторождения, расширение контуров либо увеличение производственной мощности карьера.

Часто расширение карьера связано с вовлечением в отработку законтурных запасов для поддержания или увеличения его производственной мощности.

Как правило, расширение границ карьеров сопровождается дополнительным ростом объемов вскрышных работ. Принятые проектные параметры отработки глубоких карьеров со временем подвергаются корректировкам и изменениям (максимальные объемы вскрышных работ