ГОДИШНИК НА МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. ИВАН РИЛСКИ”, Том 57, Св. II, Добив и преработка на минерални суровини, 2014

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY “ST. IVAN RILSKI”, Vol. 57, Part ІI, Mining and Mineral processing, 2014

**СРАВНЕНИЕ НА ДЕЙСТВИЕТО НА ТРОТИЛОВ ЗАРЯД, ВЗРИВЕН В ОТКРИТИ УСЛОВИЯ И В УСЛОВИЯ НА СОНДАЖ СЪС ЗАБИВКА**

***Сибила Стоилова1, Валери Митков2, Владимир Белин3***

*1Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, sibilastoilova@gmail.com*

*2Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, valery.mitkov@gmail.com*

*3Московски държавен минен университет, 119991 Москва*

**РЕЗЮМЕ.** Параметрите на действието на ударната вълна във въздушна среда при изследване на тротилов заряд, иницииран на земната повърхност и в сондаж със забивка са ясно разграничими по стойностите на свръхналягането, което оказва фронтът на вълната във въздушна среда. При определяне на въздействието на въздушната ударна вълна се е наложила двупараметричната величина „приведено разстояние“, която е приета за показател на действието на заряд с определена маса на определено разстояние.

Статията представя изследване на стойностите на свръхналягането при взривяване на открити заряди от тротилови пресовки и идентични заряди, поставени в единични сондажи със забивка. При анализ на определен брой стойности се съставя регресионна права, която характеризира профила на налягането за съответните стойности на приведеното разстояние. Тази права изразява тенденцията на разпространение на фронта на ударната вълна във въздуха при определено приведено разстояние.

Сравнението на база приведено разстояние е основание да се анализират условията, в които са извършени взривяванията, и да се определят очакваните нива на свръхналягането във въздушна среда.

**COMPARISON OF THE IMPACT OF UNCONFINED TNT CHARGE AND A TNT CHARGE IN A BLAST HOLE WITH A STEMMING**

***Sibila Stoilova1, Valery Mitkov2, Vladimir Belin3***

*1University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, sibilastoilova@gmail.com*

*2University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, valery.mitkov@gmail.com*

*3Moscow State Mining University, 119991 Moskow*

**ABSTRACT.** The impact of the blast wave in the study of TNT charge placed on the ground /unconfined/ and in a blast hole with a stemming /limited charge/ are distinguishable by the value of the overpressure at the front of the blast wave propagating in air. For determining the impact of the air blast wave on different media is used the biparametric value “scaled distance”, which represents the behavior of a charge with certain weight at a certain distance.

The article presents a study on the values of the overpressure caused by unconfined TNT charge and identical charge placed in a blast hole with a stemming. Processing of a number of values a regression line characterizing the overpressure profile is received. This line represents the trend of the propagation of the air blast front according to a certain scaled distance.

Comparison based on scaled distance is a reason to draw conclusions about the conditions in which the blasting is carried out and define expected levels of overpressure in air.

**Въведение**

 В съответствие с методологичен подход за оценка на действието на въздушната ударна вълна /взривна вълна/ са разгледани съвкупност от данни върху измервания на действието на открити тротилови заряди във въздушна среда и тротилови заряди в експериментални сондажи, инициирани през определен времеви интервал, обусловен от детонатор със закъснително действие, поставен на земната повърхност. Измервателните уреди отчитат свръхналягането на въздушния поток, породен от фронта на въздушната ударна вълна. Резултатите са съпоставени с допустимите нива на свръхналягането, определени по международни стандарти.

**Метод на сравнение**

 Изследваните данни са регистрирани от съвременна измервателна апаратура „Minimate Plus”, Instantel Inc. Сигналът се записва както спрямо сеизмичното действие (геофони), така и спрямо въздушната ударна вълна (микрофон). Микрофонът се приема като обект, върху който ударната вълна въздейства и за целта на изследването това въздействие се измерва като натоварване на микрофонната мембрана спрямо скалата за оценка на звуково натоварване в децибели. Той регистрира стойности на свръхналягането в момента на преминаване на ударната вълна в точката на измерване. Конкретните стойности от измервателния уред дават данни за максималното отчетено ниво, които се обработват с помощта на регресионен анализ до функционална зависимост, която е база за сравнение спрямо общоприетата в практиката „свръхналягане – приведено разстояние“. Това позволява да бъдат изве­дени графично и съпоставени данни за свръхналягането от взривявания, проведени при различни от технологична гледна точка условия, по отношение на избраната променлива „приведено разстояние“.

 Данните от тези измервания се обработват със софтуерния продукт MicrosoftExcel, MSOffice®.

**Открити заряди**

 Данните за взривяване на открити заряди от тротилови пресовки, отчетени със специализираната сеизмо-метрична апаратура “Minimate Plus”, Instantel Inc, са сведени до основната, определена за целта на изследването, променлива „приведено разстояние“.

 Зарядите представляват тротилови пресовки, използвани за междинни детонатори /бустери/ при иницииране на сондажни заряди от промишлени взривни вещества /емулсионни, ANFO, ГДА/ с параметри:

- маса Q = 0,830 kg; диаметър d = 58 mm и дължина lз = 222 mm и

- маса Q = 0,415 kg; диаметър d = 58 mm и дължина lз = 111 mm /тип „ЕЛИ“/.

 Данните са представени в таблица 1.

Таблица 1.

*Данни за откритите тротилови заряди*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Регистрирано свръхналяганеP+, dB(L) | Маса на зарядаQ, kg | РазстояниеR, m | Приведено разстояниеr, m/kg3 |
| 140 | 0,830 | 255 | 271,34 |
| 127 | 0,830 | 696 | 740,60 |
| 123 | 0,830 | 712 | 757,62 |
| 127 | 0,830 | 496 | 527,78 |
| 144 | 0,415 | 120 | 160,88 |
| 138 | 0,415 | 220 | 294,94 |

 Откритите заряди се взривяват на границата на взривното поле и са записани с цел мониторинг за оценка на параметрите на генерираната и разпространена във времето и пространството ударна вълна. Откритите тротилови заряди се взривяват в контура на кариерата и са предназначени за слухово възприятие на хора извън охраняваната зона с цел недопускане на нежелано въздействие /уплаха/ при провеждане на промишленото взривяване.

**Ограничени заряди в сондаж със забивка**

 Сондажните заряди са ограничени и представляват тротилови пресовки с параметри: маса Q = 0,830 kg; диаметър d = 58 mm и дължина lз = 222 mm, поставени в сондажи със забивка с параметри:

- диаметър на коронката d=102 mm и дължина L = 8,3 m и

- диаметър на коронката d=89 mm и дължина L = 5,0 m.

 Забивката е изградена от материал от пробиването на сондажите и осигурява смекчаване на действието на ударната вълна във въздушното пространство.

 Данните за взривяване на експериментални ограничени тротилови заряди в единични сондажи със забивка, инициирани с елементи от неелектическата система NONEL UNIDET, са представени в таблица 2.

Таблица 2.

*Данни за тротилови заряди в сондаж със забивка*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Регистрирано свръхналяганеP+, dB | Маса на зарядаQ, kg | РазстояниеR, m | Приведено разстояниеr, m/kg3 |
| 116 | 0,830 | 25,8 | 27,45 |
| 108 | 0,830 | 45,6 | 48,52 |
| 94 | 0,830 | 74,1 | 78,85 |
| 138 | 0,830 | 8,9 | 9,47 |
| 130 | 0,830 | 23,9 | 25,43 |

 Тенденцията на разпространение на правата от регресионния анализ на измерените стойности е показателна при определяне на условията на взривяване. Отчита се, че регресионната права при откритите заряди спада по-плавно и свръхналягането има високи стойности на по-голямо приведено разстояние /фиг. 1/.

**Фиг. 1. Тротилови пресовки, взривявани в открити условия и в условия на сондаж със забивка.**

 Отношението между коефициентите пред приведеното разстояние, аргумент на изследваната функция за свръхналягането $y=Kx^{n}$, и на степенните показатели от регресионния анализ за условията на взривяване на тротилови пресовки като открити заряди и в сондаж със забивка са:

$$K=\frac{K\_{O}}{K\_{C}}=\frac{242,17}{214,93}=1,127$$

и

$$n=\frac{n\_{O}}{n\_{C}}=\frac{-0,101}{-0,181}=1,792.$$

**NONEL детонатор U500**

 Инициирането на сондажните заряди във времева последователност се осъществява със закъснителни детонатори NONEL U500. Закъснението между сондажните заряди, зададено с цел достатъчен интервал за регистриране на въздействието на всеки отделен заряд, е 500 ms.

Таблица 3.

*Данни за детонатор NONEL U500*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Регистрирано свръхналяганеP+, dB | Маса на зарядаQ, kg | РазстояниеR, m | Приведено разстояниеr, m/kg3 |
| 112 | 0,0015 | 35,0 | 271,34 |
| 106 | 0,0015 | 59,8 | 527,78 |
| 145 | 0,0015 | 8,9 | 160,88 |
| 131 | 0,0015 | 23,9 | 294,94 |
| 126 | 0,0015 | 49,0 | 740,60 |

 Анализът на въздействието на взривната вълна от регистрираните данни за свръхналягането /табл. 2 и 3/ при условия на взривяване на сондажни заряди от тротилови пресовки 0,830 kg и на детонатор NONEL U500 /с еквивалентна маса 1,5 g тротил/ дава основание да се направи изводът, че степента на взривно натоварване във въздуха от тротиловите пресовки в сондаж със забивка е приблизително колкото действието на детонатор, взривяван на земната повърхност. При анализ на заряди, състоящи се от различно взривно вещество /както в случая с детонатор, чийто основен взривен компонент е тен или хексоген в обвивка – гилзата на детонатора/, се използва приравнителен коефициент, характеризиращ относителната ефектив­ност на съответното взривно вещество спрямо тази на тротила. По този начин се приема, че енергията на въздействие върху средата е еквивалентна на действието на тротилов заряд.

 Дължината на забивката ($l\_{заб}>4,8 m$) свежда въздействието на въздушната ударна вълна в границите на „Ниво I“ – $P\_{+}<120 dB (20 Pa)$. Следователно, възприемането на взривяване на тротилова пресовка 0,830 kg в сондажен заряд със забивка е звуково съизмеримо с това на детонатор NONEL U500 на повърхността.

 Анализът за оценка на действието на въздушната ударна вълна показва /фиг. 2/, че стойностите на регистрираното свръхналягане е в границите на допустимите нива. Посредством графично представяне на нивото на свръхналягането се отчита, че интензивността на фронта на заряд в обвивка /гилзата на детонаторa/ е съпоставима с тротилова пресовка в сондаж със забивка.

 Тази постановка потвърждава изводите за страничното действие на детониращ шнур върху обкръжаващата среда при иницииране на взривна мрежа с пиротехнически реле-закъснители, като се има предвид детонационният ефект и количествата, необходими за изпълнение на взривна мрежа. В световната взривна практика са направени заключения, че при взривяването на повърхността на взривното поле на 100 m детониращ шнур (10 g/m) действието на въздушната ударна вълна на разстояние 100 m e в границите на $P\_{+}\~0,4 kPa (146,02 dB)$. Това обстоятелство е и научно-теоретичната предпоставка за разработване за неелектрическата система за иницииране на зарядите с ударна тръба /вълновод/.

**Фиг. 2. Сравнение на измерените стойности на свръхналягането от тротилов заряд в единичен сондаж със забивка и детонатор NONEL U500 на повърхността.**

 При наличие на представително количество данни би могла да бъде установена тенденцията на разпространение на взривната вълна на зададено разстояние от мястото на взрива /охраняема зона или охраняем обект/, което е от значение, когато нивото на свръхналягането е над допустимото в точката на измерване.

**Заключение**

 Анализът по методологичния подход за оценка и сравнение на отчетените стойности на нивото на свръхналягането във въздушна среда, генерирано при взривяване на тротилови заряди при различни условия, дава нагледна представа за разпространението на въздушната ударна вълна спрямо променливата величина „приведено разстояние“.

 Методът е приложим за определяне на степента на въз­действие на свръхналягането върху обекти и хора за кон­кретните условия в зависимост от отчетените стойности.

 Представеният метод на сравнение е основа на система за управление на взривното въздействие във въздушна среда чрез извършване на контролни измервания на свръхналягането при иницииране на заряди.

**Литература**

Митков, В., *Физика на взрива*, лекционен материал.

Чолаков, И., Иванов, И., Бозаджиева, В., Въздействие на ударно-въздушна вълна, генерирана при промишлени взривявания, *Минно дело и геология*, 8/2004, стр. 40-44.

NAVORD Report 2890, 1953, *Air blast resulting from the detonation of small TNT charges*, USA.

Persson, P., Holmberg, R., Lee, J., 1994, *Rock blasting and explosives engineering*, CRC Press, USA.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Подземно строителство“.