

ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЗРИВНИТЕ ВЕЩЕСТВА

Валери Митков

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, E-mail: valery.mitkov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. В статията са представени основните параметри на взривните вещества, които по мнението на автора в най-голяма степен оказват влияние върху нивото на взривното разрушаване на масивите и определят технико - икономическата ефективност от използването на едно или друго взривно вещество. Дадени са изчислените по приведените формули технически и взривни параметри на някои водоустойчиви експлозивни произведени в нашата и други страни. Дадена е методологията на изчисляване на технико-икономическата ефективност на ВВ и е направено сравнение, доказващо предимствата на ВВ «Видексит» пред аналогичен по своето предназначение експлозив, използван до скоро в условията на рудник за добив на медни и полиметални руди «Маднеули» в Грузия.

TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF EFFECTIVENESS IN THE USE OF EXPLOSIVES

Valery Mitkov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, Bulgaria, E-mail: valery.mitkov@gmail.com

ABSTRACT. The article presents the basic parameters of the explosives, which in the author's opinion have the most influence on the level of explosive demolition of the blocks and define technical - economic efficiency of using one or another explosive. The following are calculated by formulas offered technical and explosive parameters of some water-resistant explosives manufactured in our and other countries. Is a methodology of calculation of technical-economic efficiency of explosives and a comparison showing the advantages of explosive "Videksit" analogous to its function as an explosive used until recently in a mine for the extraction of copper ores and polymetal Madneuli in Georgia.

Въведение

Обикновено потребителите на първо място се интересуват от цената на единица маса, например 1000 kg купувано взривно вещество (ВВ). При това стойностната оценка на енергийните характеристики, поради които се купува ВВ не се разглежда и не се взема под внимание.

Стойността на всяко взривно вещество трябва на първо място да се определя в зависимост от полезната работа, която то е в състояние да извърши. По същество при закупуване на ВВ се купува заключената в него енергия.

Затова оценката за стойността на закупуваното ВВ се прави като на първо място се отчитат неговите взривни характеристики, определящи способността на заряда от ВВ да извършва полезна работа при дробенето и преместването на скалната маса.

Основни параметри на ВВ определящи икономическата ефективност

Основни параметри на ВВ, които в най-голяма степен оказват влияние на нивото на взривното разрушаване на скалната маса и на потенциалната икономия на разход на ВВ при взривни работи са:

1. Абсолютната тегловна енергия – E_T , kJ/kg – това е топлината на взрива отнесена към единица маса на ВВ.

2. Абсолютната обемна енергия – E_V

Характеризира обемната концентрация на ВВ в сондажа и за единица обем са определя по формулата:

$$E_V = E_T \cdot \rho_{ВВ}, \quad (1)$$

където: $\rho_{ВВ}$ – плътност на даденото ВВ.

За взривната смес АС-ДГ, известна като Анфо, която е приета за еталон (стандарт) $E_V = 3,16$ kJ/kg.

Изследванията показват, че обемната концентрация на енергия на ВВ E_V е един от най-важните параметри, определящи в голяма степен ефективността на взрива при разрушаването на скалната маса.

За сондажния заряд аналог на E_V се явява линейната плътност на енергия на ВВ (kJ/m)

$$P_V = P \cdot E_T, \quad (2)$$

където: P- вместимост (линейна плътност) на ВВ в сондажа, kg/m.

3. Относителната тегловна енергия – e_T

Характеризира работоспособността на дадено ВВ и се определя като безразмерно съотношение на енергии:

$$e_T = E_T / E_{T.e} \quad (3)$$

В качеството на стандартно (еталонно) ВВ относително което изчисляват e_T се използва взривната смес Анфо с $E_{T,e} = 3.7 \text{ kJ/kg}$.
 Всяко ВВ с показател $e_T < 1$ има енергия по-малка от Анфо.

4. Относителната обемна енергия - e_v

Относителната обемна енергия е безразмерен оценъчен показател характеризиращ обемната концентрация на енергия на ВВ по отношение на обемната относителна енергия на стандартна (еталонна) смес АС-ДТ.

$$e_v = E_v / E_{v,e} \quad (4)$$

ВВ с $e_v > 1$ има по-голяма обемна енергия от тази на Анфо.

5. Детонационното налягане - P_d

Характеризира бризантното действие на взрива. То влияе на интензивността на раздробяване на скалната маса в непосредствена близост до заряда.

6. Налягането на газообразните продукти на детонация в сондажа - P_c

Налягането в сондажа P_c създава газообразните продукти на взрива след преминаване на детонационния импулс и пълно завършване на химическата реакция на взрива.

Налягането на газове в сондажа определя енергията на буталното действие на взрива. То оказва значително влияние на степента на дробене и преместване на скалната маса.

Налягането на газове на взрива P_c зависи от средното детонационно налягане и плътността на зареждане на сондажа със взривна смес ρ_3 и може да се определи по формулата:

$$P_c \approx 0.5 \cdot P_d \cdot \rho_3^{2.5} \quad (5)$$

където: P_d - налягане на фронта на детонационната вълна.

На величината P_c съществено влияние оказва плътността на зареждане ρ_3 - зависи от приетата технология на зареждане на ВВ в сондажа. Значението на P_c се повишава при пневматическо зареждане на сондажите, и се намаляват при използване на патронирани ВВ.

В определени условия патронирани ВВ даже много мощни, могат да доведат до намаляване на плътността на зареждане на сондажа, а от там и намаляване на налягането P_c , в следствие на което, за поддържане на необходимото ниво на енергия в масива се налага да се намалят размерите на мрежата, което води до преразход на ВВ и увеличаване на обема на пробивните работи.

7. Скоростта на детонация - D

Характеризира скоростта на освободената топлинна енергия закопчана във ВВ. С повишаване на скоростта на детонация нараства енергията на ударната вълна, която способства повишаването на степента на дробене на скалната маса.

Скоростта на детонация се изменя в зависимост от диаметра, плътността, размера на частиците на ВВ, степента на хермесиитция на зарядната камера, твърдостта на забивката и способа за инициране на ВВ.

Смята се, че скоростта на детонация трябва да се съгласува със скоростта на разпространение на звука в скалната маса (C_3). В практическите ръководства се препоръчва при избора на ВВ скоростта на детонация да се приема изхождайки от равенството и със скоростта на звука в разрушавания скален масив:

$$D = C_3 \quad (6)$$

8. Коефициента на мощност - K_m

Коефициента на мощност на ВВ числено е равен на:

$$K_m = E_v \cdot D \quad (7)$$

Той е комплексен показател, които отчита едновременно количеството на освободената при взрива топлинна енергия от единица обем на заряда от експлозив - E_v и скоростта на освобождаването и - D .

Коефициента на мощност може да се изчисли също така като безразмерен параметър по отношение на прието за еталон (стандарт) ВВ.

$$K_m = E_v D / (E_{v,e} D_e) \quad (8)$$

Определяне на икономическата ефективност

При сравняване на ВВ по тяхната икономическа ефективност обикновено по опитен път намират разхода на ВВ и обема на сондиране на 1 m^3 взривяван материал, а също стойността на неговото натоваване. По тези показатели се решава кое от сравняваните ВВ е по-ефективно да се използва в дадените условия и какъв икономически ефект може да се очаква от неговото използване.

Но при прогнозиране на икономическата ефективност на ВВ, отчитайки неговите взривни и някои физични свойства е по-удобно да се отнасят посочените разходи (без стойността на товарене) не на кубически метър взривена маса, а на размера на заряда от използваното ВВ, еквивалентно на техническа ефективност на 1 kg еталонно ВВ. Именно затова при предварителните изпитвания на ВВ е целесъобразно да се използва тази форма на оценяване.

В качеството на еталон се приема ВВ, обикновено най-често се използва при зададени условия.

Количеството на еквивалентния заряд на Видексита, например се определя по формулата:

$$g_B = g_{et} \frac{E_{et}}{E_B}, \text{ kg} \quad (9)$$

където $g_{et} = 1 \text{ kg}$, E_{et} и E_B - показатели на техническа ефективност на еталонното и изпитваното ВВ, а отношението $\frac{E_{et}}{E_B}$ - коефициент на еквивалентност.

Таблица 1.
Технически взривни параметри на някои водоустойчиви експлозиви

Параметри	Търговска марка на експлозива и страна производител								
	Видексит България	Елацит 1100 България	Нобелекс 1200 Турция	Нобелекс 6000 Турция	Нобелекс 6500 Турция	Нобелекс 7000 Турция	Нобелекс 8000 Турция	SUN COL-E Индия	Changzhi Plant, Китай
Плътност- ρ , g/cm ³	1,45	1,24	1,20	1,25	1,25	1,25	1,22	1,15	1,19
Скорост на детонация- D,m/s	5500	5500	5500	4500	4500	4500	5000	4500	4600
Топлина на взрива,kJ/kg	3880	3495	2670	3080	3050	2480	2890	4184	4000
Абсол.теглов- на енергия, kJ/kg – E _T	3880	3495	2670	3080	3050	2480	2890	4184	4000
Абсол.обемна енергия – E _v	5.82	4.33	3.20	3.80	3.81	3.73	3.53	4.81	4.76
Относ.теглов- на енергия – e _T	1.05	0.94	0.72	0.83	0.82	0.81	0.78	1.13	1.08
Относ.обемна енергия – e _v	1.84	1.37	1.01	1.20	1.20	1.18	1.12	1.52	1.51
Детонационно- то налягане – P _d	11.10 ³	9.3.10 ³	9.10 ³	6.10 ³	6.10 ³	6.10 ³	7,6.10 ³	5,82.10 ³	7,14.10 ³
Налягането на газообразните продукти на детонация в сондажа – P _c	15156.2	7961,24	7098,48	5240,78	5240,78	5240,78	6247,17	4127.03	5514.87
Скоростта на детонация – D	5500	5500	5500	4500	4500	4500	5000	4500	4600
Коефициента на мощност – K _m	31900	23815	17600	17100	17145	16785	16150	21645	23324
Линейна плътност на енергия - P _v , kJ/m	147672,8	109472,2	31301,5	97693,8	96742,2	94521.9	89461.2	122094	120705

Обемът на пробивната камера за еквивалентния заряд е пропорционален на теглото на заряда и обратно пропорционален на плътността на зареждане ρ . Отчитайки коефициента на запълване на дължината на взривната дупка (или сондажа) φ обема на пробиване се изразява с формулата

$$V_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{В}}}{\rho}, \text{dm}^3. \quad (10)$$

В повечето случаи приемат $\varphi = \frac{2}{3}$.

След пресмятане на еквивалентните заряди и обема на пробиване за тях е целесъобразно чрез повторно изпитване да се провери равенството на техническия ефект при взривяване вече с намалени заряди от по-ефективното ВВ с намаления за него брой на сондажите съгласно разчетите.

Чрез умножение на значението на еквивалентните заряди на стойността на 1 kg ВВ $\zeta_{\text{ВВ}}$ и стойността на неговата доставка до мястото му на използване $\zeta_{\text{ТР}}$ може да се намери общата стойност на ВВ като еквивалентен заряд

$$C_{\text{ЕТ}} = g_{\text{В}} (\zeta_{\text{ВВ}} + \zeta_{\text{ТР}}), \text{лв.} \quad (11)$$

Транспортните разходи по сравнение със стойността на ВВ най-често са пренебрежимо малки и за приближени разчети могат да не се отчитат.

Умножавайки обема на сондиране по стойността на пробиване на 1 dm³ сондаж $\zeta_{\text{пр}}$ в скали с определена твърдост и зареждане на същия за еквивалентния заряд, намираме разходите за пробиване

$$C_{\text{пр+з}} = V_{\text{пр}} (\zeta_{\text{пр}} + \zeta_{\text{з}}), \text{лв.} \quad (12)$$

Разходите за зареждане по сравнение с разходите за пробиване са много малки и в приближените разчети могат да не се вземат под внимание. По съществени са разходите за натоварване на взривената маса, но и те в приближените разчети не се отчитат, тъй като те не са свързани нито с размера на еквивалентния заряд, нито с обема на пробиване и при изпитването на неголеми количества ВВ могат да бъдат източник на грешки при оценяването на ВВ.

По сумата на разходите за ВВ и пробиване може да се определи икономическата ефективност от използването на едни или други ВВ в конкретни условия.

$$E = \left[1 - \frac{(C_{ВВ} + C_{пр})_B}{(C_{ВВ} + C_{пр})_{ET}} \right] \cdot 100, \% \quad (13)$$

която показва каква икономия или преразход може да се получи в проценти от общите разходи на ПВР, ако заменим еталонното ВВ с изпитваното.

Икономическият ефект от змяната на едно ВВ с друго, отнесен към тон заменено ВВ може да се пресметне по формулата

$$E = \left[1 - \frac{\left(\frac{A_{и}}{\sum C} \right)_B}{\left(\frac{A_{и}}{\sum C} \right)_{ET}} \right] \times 100, \% \quad (14)$$

В таблица 2 са дадени изчислените стойности за два водоустойчиви експлозива „Видексит“- произвеждан в нашата страна и „Нобелекс 1200“ произвеждан в Турция. Дадените изчисления бяха необходими, за да се докажат преимуществата на произвеждания у нас експлозив при вземането на решение от мениджмента на дружеството кой от двата експлозива да се използва в условията на рудник „Маднуели“ в Грузия.

Препоръчана за публикуване от катедра „Подземно строителство“, МТФ

Таблица 2.

Технико-икономически показатели на ВВ „Видексит“ и «Нобелекс 1200»

№	Показател	Нобелекс 1200	Видексит
1	Топлина на взрива, kJ/kg	2670	3380
2	Пълна идеална работа, Kcal/kg	934	1035
3	Скорост на детонация ф90, m/s	5500	5500
4	Стойност на ВВ, BGN/kg	1,45	1,33
5	Икономически ефект от използването на Видексит, %	0	+ 20,8

Заклучение

От казаното по-горе може да се направи заключение, че от два еднакви по обем заряда от ВВ, детониращи с еднакви скорости на детонация, ВВ имащо по-висока E_v е по-мощно, тъй като за едно и също време освобождава повече енергия. От две ВВ с еднакви обеми и равни E_v , ВВ притежаващо по-голяма скорост на детонация е по-мощно, тъй като неговата енергия се освобождава за по-кратко време. Технологиите за производство на ВВ трябва да позволяват намаляване на производствените разходи, а следователно и тяхната себестойност. Химическият състав трябва да бъде така избран, че да осигурява висока скорост на детонация и работоспособност на ВВ, което позволява да бъдат намалени разходите за пробивни работи. Използваните ВВ трябва да позволяват да бъдат зареждани механизирани.

Литература

- Комашенко В., Голик В., Исмаилов Т. Оценка ефективности природоохранных технологий освоения недр. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. - 2006. - № 12. - с.92 - 94.
- Митков В: Изследване и създаване на съвременни водонапълнени експлозиви тип Слари за промишлени взривни работи С., ИК „Св. Иван Рилски“ – МГУ, 2006.
- Светлов Б., Ярменко Н. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. М., «Недра», 1993.