

РАЦИОНАЛЕН ПОДХОД ЗА ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ВЗРИВНИТЕ ВЕЩЕСТВА

Димитър Христанов

Минно-геоложки университет
"Св. Иван Рилски"
София 1700, България

РЕЗЮМЕ

В статията се разглежда въпроса за избора на подходящо взривно вещество и оценката на ефективността му за конкретни условия. Констатирано е, че за правилния избор е необходимо да се отчитат енергетичните характеристики на взривните вещества, които влияят съществено на разходите за извършване на пробивно-взривните работи.

Реалната оценка на икономическата ефективност на използваните взривни вещества (ВВ) може да бъде извършена на базата на комплексната оценка на разходите по основните процеси при добива на полезни изкопаеми – пробиване и взривяване, натоварване, транспортиране, механическо раздробяване и др. Пълното влияние на разходите по тези процеси за избора на едно или друго ВВ при извършване на обективен икономически анализ не винаги може да бъде напълно достоверно. Затова при оптимизацията на параметрите на пробивно-взривните работи често се извършва анализ на разходите само за пробивно-взривните работи. При изчисляването за ефективността на ВВ обикновено се вземат в предвид относителния разход на ВВ, диаметъра на заряда, размера на взривна мрежа, производителността на пробивните работи, обема на взривяваната среда, обема от един заряд, количеството ВВ в един сондаж, степента на раздробяване и други фактори свързани с качеството на извършваните пробивно-взривни работи.

При избора на едно или друго ВВ предприятията основно се интересуват от цената. При това стойностната оценка на енергетичните параметри, поради които се употребяват ВВ, често не се разглежда. Заедно с цената на ВВ, на първо място за всяко ВВ би следвало да се определя полезната им работа. По същество при избора на едно или друго ВВ трябва да се оценява техническата ефективност на ВВ чрез взривните характеристики, определящи способността на заряда да извършва полезна работа по разрушаването, раздробяването и преместването на полезното изкопаемо.

Основните параметри на ВВ, които влияят най-съществено за енергоемкостта на взривното разрушаване и потенциалните разходи и по които следва да се извършва оценката са:

- абсолютната тегловна енергия E_T ;
- абсолютната обемна енергия E_0 ;
- относителната тегловна енергия e_0 ;

- относителната обемна енергия e_0 ;
- детонационното налягане P_d ;
- налягането в заряда P_c ;
- скоростта на детонация V ;
- коефициент на мощност K_M .

Абсолютната тегловна енергия E_T (kJ/kg) е топлината на взрива за единица маса на ВВ. Определянето и се извършва чрез изчисляване по теоретичен път.

Относителната тегловна енергия e_T характеризира работоспособността на ВВ, $e_T = E_T/E_{TE}$, където E_{TE} е тегловна енергия на еталонното ВВ.

Абсолютната обемна енергия E_0 (kJ/l) характеризира обемната концентрация на ВВ в заряда и за единица обем на ВВ се изчислява по формулата $E_0 = E_T \cdot \rho_3$ където ρ_3 е плътността на зареждане на ВВ в заряда.

Редица изследвания показват, че обемната концентрация на енергията на ВВ (E_0) е един от най-важните параметри, определящи ефективността на действието на взрива при разрушаването на скалите.

За сондажни заряди за оценка може да се използва линейната плътност на енергията на ВВ $P_0 = P \cdot E_T$ (kJ/m) където P (kg/m) е вместимостта / линейната плътност / на ВВ в сондажа.

Относителната обемна енергия e_0 характеризира обемната концентрация на енергията на избрано ВВ по отношение към обемната относителна енергия на еталонно ВВ и е равен $e_0 = E_0 / E_{0e}$.

Детонационното налягане P_d характеризира бризантното действие на взрива. То влияе на интензивността на раздробяване на средата в непосредствена близост до заряда.

Налягането в сондажа P_c се създава от газообразните продукти на взрива след преминаването на детонационния импулс и напълно завършване на химическата реакция.

Налягането на газовете на взрива зависи от средното детонационно налягане, плътността на зареждане и може приблизително да бъде изчислено по формулата $P_c = 0.5 \cdot P_d \cdot \rho_3^{2.5}$. От формулата се вижда, че съществено влияние за повишение на P_c оказва плътността на зареждане, зависеща главно от приетата технология на зареждане на ВВ. При механизирано зареждане на грубодисперсни ВВ P_c се повишава, докато при ръчно зареждане на патронирани ВВ се понижава.

Скоростта на детонация V (m/s) характеризира скоростта на освобождаване на топлинната енергия намираща се в ВВ. С повишаването на скоростта на детонация нараства енергията на ударната вълна, което спомага за повишаване на степента на раздробяване. Скоростта на детонация се влияе от много фактори и се изменя в широки граници. Основните фактори са диаметъра на заряда, плътността на зареждане, размера на частиците на ВВ, начина на инициране.

Коефициента на мощност $K_M = E_o.V/E_{oe}.V_{oe}$ отразява комплексно влиянието на количеството освобождавана при взривяването топлинна енергия и скоростта на нейното освобождаване от единица обем на заряда от ВВ по отношение на прието еталонно ВВ.

От два еднакви по обем заряда от ВВ, детониращи с еднакви скорости, ВВ притежаващо по висока E_o ще бъде по-мощно, тъй като за еднакво време ще се освобождава по-голямо количество енергия. От два еднакви по обем заряда от ВВ и равни E_o , ВВ притежаващо по висока скорост на детонация, ще бъде по-мощно, тъй като неговата енергия се освобождава за по-кратко време.

В табл. 1 са дадени параметрите на употребявани ВВ в нашата страна за подземни и открити условия. Като еталонни ВВ са приети за подземни условия ВВ Амонит-6, и за открити ВВ Нафтонит-0.

Въз основа на извършеният анализ могат да се направят следните изводи:

1. Оценката на ефективността на дадено взривно вещество следва да се извършва с отчитане на конкретните условия и всички разходи за извършване на пробивно-взривните работи.

2. При избора на взривно вещество трябва да се отчитат всички технически и експериментални показатели на взривните вещества.

Таблица 1.

Взривно вещество	Плътност на зареждане, kg/dm ³	Скорост на детонация, m/s	KJ/kg Абсолютна топлинна енергия	Относителна топлинна енергия	Коефициент на мощност
1. ВВ за подземни условия					
Амонит – 6	650-750	3600	4187	1,0	1,0
Желекс					
- ръчно зареждане	700-800	5000	4600	1,10	1,63
- мех. зареждане	800-900	5500			2,01
Елацит-710	1220	5300	2822	0,67	1,61
Елацит-720	1220	4800	3009	0,72	1,56
Метанит	650-750	3000	3050	0,73	0,60
2. ВВ за открити условия					
Нафтонит-0					
- ръчно зареждане	850-950	2700	3852	1,0	1,0
- мех. зареждане	1100	3200			1,37
Нафтонит-А4	850-950	2900	4280	1,11	1,33
ГДА- 70/30	980	3200	5485	1,42	1,94
ГДА-79/21					
- ръчно зареждане	1050	3300	4187	1,09	1,64
- мех. зареждане	1200	3650			2,07
Елацит-3400	1250	3668	4500	1,07	2,33

ЛИТЕРАТУРА

- Лазаров Сл., 1998. Взривни работи, Техника.
Дубнов В., 1988. Промышленные взрывчатые вещества, Недра.

Препоръчана за публикуване от катедра
"Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи", МТФ

RATIONAL APPROACH FOR VALUATION OF EXPLOSIVES EFFICIENCY

Dimitar Hristanov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria

ABSTRACT

The article treats the problem related to the choice of suitable explosive agents and the valuation of its efficiency in given conditions. It is established that for the right choice it is requested to take into account the energetic characteristics of the explosives that affect considerably the expenses for realization of drilling and blasting works.

The real assessment of the economical efficiency for the used explosives can be completed on the bases of a complex valuation of the expenses for the general processes during mineral resources extraction – drilling and blasting, loading, transporting, mechanical crushing etc. The full influence of the expenses for these processes regarding the choice of one or other explosive while making objective economical analyzes cannot always be absolutely reliable. That is why during optimization of the parameters of drilling and blasting works often analyzes only of the expenses for drilling and blasting are made. When calculating the efficiency of the explosive usually the relative consumption of explosives, the charge diameter, the volume of the exploded space, the volume of the single charge, the quantity of explosive in a single blasthole, the crushing degree and other factors related to the quality of the realized drilling and blasting works.

At the choice of one or other explosive the enterprise is usually interested in the price. Moreover, the commercial valuation of the energetic parameters, determining the use of the explosive usually is not taken into account. Together with the price of the explosives at first place it should be considered their effective performance. In fact during a choice of the explosive it should be rated the technical efficiency of the explosive through the blasting characteristics, determining the charge capability to perform efficient work in demolishing, crushing and displacement of the mineral resource.

The general parameters of the explosive agent, that affect mostly the energy consumption of the blast destruction and the potential expenses that should be considered during valuation are:

- Absolute weight energy E_T ;
- Absolute volume energy E_O ;
- Relative weight energy e_T ;
- Relative volume energy e_O ;
- Detonation pressure P_D ;
- Pressure in the charge P_C ;
- Detonation velocity V ;
- Power coefficient K_M .

The absolute weight energy E_T (kJ/kg) is the explosion heat per unite of explosive masse. It is determined through theoretical way of calculation.

The relative weight energy e_T characterizes the performance of the explosive agent, $e_T = E_T / E_{TE}$, where E_{TE} is the weight energy of the reference explosive.

The absolute volume energy E_O (kJ/l) characterizes the energy volume concentration of the explosive in the charge and for unite of volume is calculated by the formula $E_O = E_T \cdot \rho_z$, where ρ_z is the density of the charge in the blasthole.

A number of studies show that the volume concentration of the explosive energy (E_O) is one of the most important parameters, determining the action efficiency of the explosion at rock destruction.

It can be used for valuation of blasthole charges the linear density of the explosive energy $P_O = P \cdot E_T$ (kJ/m), where P (kg/m) is the capacity (the linear density) of the explosive in the blasthole.

The relative volume energy e_O characterizes the volume concentration of the energy of the chosen explosive regarding the relative volume energy of the reference explosive and is equal to $e_O = E_O / E_{Oe}$.

The detonation pressure P_D characterizes the shattering effect of the explosion. It influences the crushing intensiveness of the zone nearest the charge.

The pressure in the blasthole P_C is created by the blast gas products after the end of the detonation impulse and the full finishing of the chemical reaction.

The blast gases pressure depend on the medium detonation pressure, the density of the charge and can approximately be calculated by the formula $P_C = 0,5 P_D \rho_z^{2,5}$. It is seen from the formula that important influence for the rise of the P_C is due to the density of load, depending mostly on the adopted technology of explosive agent loading. At mechanical load of coarse disperse explosive agents P_C increases, while at hand loading of cartridge explosive agents it decreases.

The velocity of detonation V (m/s) characterizes the velocity of release of the heat energy in the explosive agent. With the rise of the detonation velocity the energy of the shock wave increases, that contributes rise of the crushing range. The detonation velocity is affected by a number of factors and varies in wide limits. The general factors are the charge diameter, the loading density, and the particle size of the explosive agent, the initiating method.

The power coefficient $K_M = E_O \cdot V / E_{Oe} \cdot V_{Oe}$ reflects the complex influence of the quantity released during explosion heat energy and its velocity of release by unite volume of the charge of explosive agent regarding the reference explosive agent.

Between two similar in volume charges of explosive agent, detonating with equal velocities, the explosive agent having higher E_0 will be most powerful, as for the same period of time a bigger quantity of energy will be released. Between two similar in volume charges of explosive agent and equal E_0 , the explosive agent having higher velocity of detonation will be most powerful, as its energy is released for a shortest period of time.

The parameters of the used in our country explosive agents for underground and open airs conditions are given in table. As reference explosive agents are used in underground conditions explosive Amonit – 6, and for open air-conditions the explosive agent Naftonit – 0.

On the ground of the analyze the following conclusions can be made:

1. The valuation of the efficiency of a given explosive agent should be made by taking into consideration the concrete conditions and all expenses for the realization of the drilling and blasting.

2. While choosing an explosive agent all technical and experimental indicators of the explosive agents should be considered.

Explosive agent	Density of loading, kg/dm ³	Detonation velocity, m/s	KJ/kg Absolute weight energy	Relative weight energy	Power coefficient
1. Explosive agent for underground conditions					
Amonit – 6	650-750	3600	4187	1,0	1,0
Geleks					
- hand loading	700-800	5000	4600	1,10	1,63
- mec. loading	800-900	5500			2,01
Elacit -710	1220	5300	2822	0,67	1,61
Elacit -720	1220	4800	3009	0,72	1,56
Metanit	650-750	3000	3050	0,73	0,60
2. Explosive agents for open air conditions					
Naftonit - 0					
- hand loading	850-950	2700	3852	1,0	1,0
- mec. loading	1100	3200			1,37
Naftonit - A4	850-950	2900	4280	1,11	1,33
GDA - 70/30	980	3200	5485	1,42	1,94
GDA - 79/21					
- hand loading	1050	3300	4187	1,09	1,64
- mec. loading	1200	3650			2,07
Elacit - 3400	1250	3668	4500	1,07	2,33

REFERENCES

- Lazarov Sl., 1998. Blasting works, Texnika.
Dubnov V., 1998. Industrial safety explosives, Nedra.