

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОКСИЧНИТЕ ГАЗОВЕ ОТ ПРАХООБРАЗНИ И ЕМУЛСИОННИ ВВ ЗА РАБОТА В ПОДЗЕМНИ УСЛОВИЯ

Гергана Камбурова

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

РЕЗЮМЕ

В статията се разглеждат направените изследвания на токсичните газове отделящи се от прахообразните и емулсионни взривни вещества за извършване на взривни работи в подземни условия неопасни от експлозии на газ и прах

Направена е съпоставка между двата метода за изследването им - сегашния традиционен в 40 – 120 литра бомба и новият метод в 142 м³ камера.

От извършените нови изследвания и получените резултати могат да се направят следните основни изводи

1. И при двете изпитвани амониено-селитрени прахообразни взривни вещества с марки "Амонит" 6 и "Лазарит" се отделят значително по големи количества токсични газове СО и (NO)_x от посочените пределни количества в нормативните документи, съответно средно 193 и 215 L/kg вместо 40-60 L/kg.

2. И при двата типа амониено-селитрени взривни вещества се отделят значителни количества нитрозни(азотни), силно отровни газове, които замърсяват околната среда. Тези газове се образуват, въпреки че и двете вещества са с кислороден баланс около "0", т. е са балансирани. И при двете изпитвани марки взривни вещества, обаче далече се надхвърлят допустимите норми за токсични газове от 100 L/kg

3. Емулсионното взривно вещество с марка "Елацит" 710 отделя сравнително по малки количества токсични газове по всяка вероятност и поради това, че в състава му има 12-13 % вода.

4. По време на изследванията се установи, че основната причина за отделянето на значително по големи количества токсични газове от т.н. балансирани взривни вещества с кислороден баланс около "0" е въздействието на новооткрития "L" фактор във взривната химическа реакция. Изследванията върху този "L" фактор продължават и понастоящем. Влиянието на "L" фактора върху трите изпитани взривни вещества е почти еднакво.

Прахообразните и емулсионни промишлени взривни вещества предназначени за извършване на взривни работи в подземни условия неопасни от експлозии на газ и прах, както и за работа на открито, които се използват в нашата страна са амониено-селитрените взривни вещества "Амонит"-6 и "Лазарит", както и емулсионното взривно вещество "Елацит" 710.

Съгласно действащите нормативни документи (БДС, ОН) токсичните газове отделящи се при взривяване на 1 kg от тези взривни вещества са от порядъка на 40-60 L условен въглероден окис (СО).

Съгласно изискванията въведени в действащия Правилник по Безопасността на Труда при Взривните работи(чл215.) за работа в подземни условия се допускат само взривни вещества, които отделят до 100 L токсични газове преизчислени в условен СО. Под балансирани взривни вещества се разбира такива с нулев кислороден баланс.

Методите прилагани за определяне на количеството на токсичните газове от прахообразните взривни вещества съгласно действащите в страната нормативни документи са следните: (фиг.1).

Използват се малки натиско опорни камери (бомби) с обем от 20 до 120 литра. В тях се поставят малки дебелостенни мортими с канал 30-40 mm. В канала на

мортирата се поставя проба от изпитваното взривно вещество като се осигурява плътност (ρ) около 1 g/cm³.

Количеството на изпитваното взривно вещество в тези случаи е от 20 до 40 g. За инициране на изпитваното взривно вещество се използва електродетонатор от нулева степен, който се поставя в пробата. За избягване на разрушенията на бомбата същата, след затваряне се вакуумира чрез вакуумпомпа, като се отбелязва остатъчното налягане. След взривяването на изпитвания заряд се взима проба от газовете в нея, като се използват два метода.

При първия се взима проба с вакуумирана пипета, която след това се разрежда неколkokратно за намаляване на концентрацията на токсичните газове.

При втория метод разработен от нас в натиско опорната камера (бомба) се пуска атмосферния въздух като налягането се изравнява с външното. След това от съда с така разредените газове се взима проба с вакуум пипети или със специални апарати (Дрегер и др.) за директно определяне количеството на токсичните газове отделени в камерата.

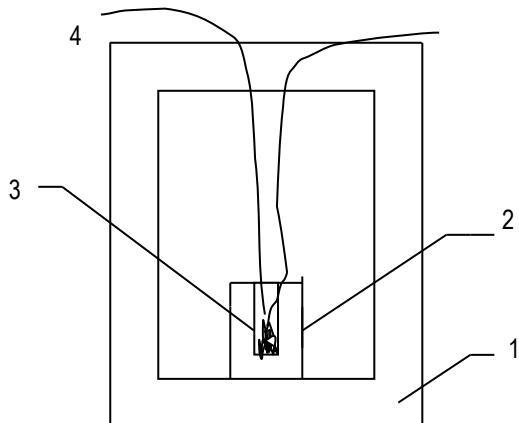
Количеството на отделящите се от 1 kg взривно вещество токсични газовете се определя по формулата:

$$L_{(CO,NOx)} = \frac{x \cdot 1000 \cdot V}{100 \cdot g}, \text{ L/kg} \quad (1)$$

където: x е процентното съдържание на CO и (NO_x) във въздуха в камерата

g - теглото на пробата от взривно вещество, g

V – обем на съда, L



Фигура 1. Малка камера (бомба) от 40- 120 L
1-камера; 2-мортира; 3-заряд от ВВ; 4- ел.детонатор

От така определените количества следва да се извадят газовете отделящи се от използвания електродетонатор и остатъкът се привежда към условен CO по следната формула:

$$\text{Усл. } CO = LCO + 6.5 L (NO_x), L/kg \quad (2)$$

Така описаните накратко методи за изследване дават изкривени резултати и имат следните основни недостатъци.

1. Изпитваното количество взривно вещество е изключително малко и не може да даде реална представа за истинското количество токсични газове отделящи се при неговото взривяване
2. Изпитването се извършва при вакуум, каквито изследвания понастоящем се извършват, но за специални цели.
3. Условието на изпитването са далече от реалните условия за извършване на промишлените взривни работи.

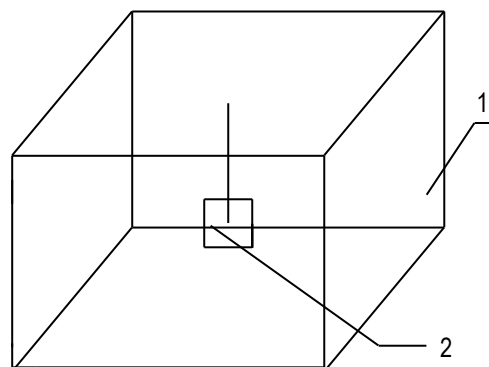
С цел изясняване на истинската картина на механизма за отделяне на токсичните газове от прахообразните и емулсионни взривни вещества за работа в подземни условия от нас е разработена нова методика. За целта се използва голяма натискоопорна камера, в случая с размери $5 \times 5 \times 5$ m и вътрешен обем $142000 L$ или $142 m^3$. В този случай не се прави вакуум, като изпитването се извършва в близки до практиката условия.

На фиг. 2 е дадена схема на използваната нова натискоопорна камера

Като основа на новоразработената методика послужиха следните основни принципи:

1. Изпитваното взривно вещество да бъде в количество от 500 до 1000 g
2. Изпитването да се извършва при различни условия, както следва:

- заряд в свободно повесено състояние във фабрична опаковка на изпитваното взривно вещество
- заряд поставен в дебелостенна стоманена тръба свободно повесена в камерата



Фигура 2. Натискоопорна камера от $142 m^3$
1- камера; 2- заряд от взривно вещество

3. За измерване на резултатите от изпитванията се използва нова съвременна апаратура за едновременно отчитане на концентрацията на всички токсични газове, а не да се използват различни апаратури за отделните газове с различни критерии за точност. За целта беше използвана узаконената съвременна апаратура на Министерство на водите и околната среда.

При така уточнената методика бяха извършени изпитвания на взривните вещества "Амонит" 6, "Лазарит" и "Емулит" 710.

Получените резултати са дадени в табл. 1.

От получените резултати от извършените изпитвания по новата методика и при новите условия могат да се направят следните основни изводи:

1. И при двете изпитани амониено-селитрени прахообразни взривни вещества с марки "Амонит" 6 и "Лазарит" се отделят значително по големи количества токсични газове CO и $(NO)_x$ от посочените пределни количества в нормативните документи, съответно средно 193 и 215 L/kg вместо 40-60 L/kg
2. И при двата типа амониено-селитрени взривни вещества се отделят значителни количества нитрозни (азотни), силно отровни газове, които замърсяват околната среда. Тези газове се образуват, въпреки че и двете вещества са с кислороден баланс около "0", т. е. са балансирани. И при двете изпитвани марки взривни вещества, обаче далече се надхвърлят допустимите норми за токсични газове от 100 L/kg
3. Емулсионното взривно вещество с марка "Елацит" 710 отделя сравнително по малки количества токсични газове по всяка вероятност и поради това, че в състава му има 12-13 % вода.
4. Не се установяват значителни различия от това дали изпитваното взривно вещество се взривява в свободно повесено състояние в собствената си опаковка или е поставено в дебелостенна стоманена тръба т.е. и при двата случая основните предишни изводи от 1 до 3 са валидни.

Таблица 1. Резултати от изпитванията за токсични газове в голяма натискоопорна камера

No по ред Вид на ВВ	Брой на изпит.	Количест. на изп.ВВ,g	Резултати		
			CO L/kg	NO _x L/kg	Усл.CO/L/kg
Амонит6 32mm 1.					
Открит заряд	3	700-1000	33,01	25,14	196
В стом. тръба	1	600	46,39	21,06	183
1.1					
1.2					
Средно	4	700	36,36	24,118	193
Лазарит 65mm 2.					
Открит заряд	3	500	21,86	29,694	215
2.1					
Елацит 7103.					
Открит заряд	2	740	15,35	6,654	59
В стом. тръба	2	740	45,06	4,965	78
3.1					
3.2					
Средно	4	740	30,20	5,827	69

Посочените в табл. 1 резултати са корегирани с токсичните газове, отделящи се при взривяването от 1 брой електродетонатор, които изпитани със същата апаратура са средно 0,14 L/kg усл. CO на 1 брой електродетонатор.

По време на изследванията се установи, че основната причина за отделянето на значително по големи количества токсични газове от т.н. балансирани взривни вещества с кислороден баланс около "0" е въздействието на новооткрития "L" фактор във взривната химическа реакция. Изследванията върху този "L" фактор продължават и понастоящем. Влиянието на "L" фактора върху трите изпитани взривни вещества е почти еднакво.

Извършените нови изследвания показват, че мащабния фактор и новите методи за измерване дават значително по различни стойности на отделящите се токсични газове при взривните химически реакции. Това налага извършването на голям брой нови изследвания за влиянието на тези фактори включително и новия "L" фактор. Всички тези изследвания трябва да се прилагат при разработването и оценката на действащи и нови марки взривни вещества

допуснати до употреба за промишлени взривни работи. С това ще се решат една значителна част от въпросите за отрицателното влияние на промишлените взривни работи върху охраната на труда, както и върху околната среда.

Получените резултати следва да се вземат в предвид и да се отразят в нормативните документи действащи в Република България, в обучението на специалистите в областта на взривната техника и технология, както и в оценката и мерките за намаляване отделянето на тези вредни емисии в околната среда.

ЛИТЕРАТУРА

- Лазаров Сл., 1988. Взривни работи, изд. *Техника*.
 Лазаров Сл., Камбурова Г., 2001 "Ръководство за най-добри управленчески дейности при добив на инертни материали в кариера "Скаквица", програма по *Еколинкс*.
 Бейкер У., Кокс П. Взрывные явления. Оценка и Последствия, изд. *"Мир"*.

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

STUDY ON TOXIC GASES RELEASED FROM POWDERED AND EMOULSION TYPE EXPLOSIVES USED IN UNDERGRWOUND BLASTING

Gergana Kamburova

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

ABSTRACT

The article describes the tests performed on toxic gas emissions of detonated powdered and emulsion explosives for work in underground conditions, not hazardous for explosions of gas and dust.

The study looked at and compared the two available methods for assessment of toxic gas emission – the traditional and presently used method utilizing 40-120 L chamber and a new method utilizing 142 m³ chamber.

The following conclusions could be drawn from the obtained results:

4. The two tested ammonium nitrate type explosives makes "Amonit 6" and "Lazarit" release substantial amount toxic gases Carbon Oxide (CO) and Nitrogen Oxides (NO_x), 40-60 L/kg, exceeding the regulatory allowed 193 and 215 L/kg respectively.
5. The two ammonium nitrate type explosives emit considerable amounts nitric gases, which are extremely poisonous environmental pollutants. These gases are formed even though the tested explosives are balanced, i.e. have an oxygen balance close to zero. Both explosives, however, far exceed the allowed 100 L/kg toxic gas emissions.
6. The emulsion explosive "Elacit 710" emits relatively less toxic gases, probably because it contains 12-13 % water in its composition.
7. The conducted tests determined that the substantial toxic gas emission by the balanced explosives is caused by peculiar, newly discovered factor "L" in the chemical reaction. This factor affects all of the tested explosives almost uniformly. Factor "L" is currently being studied.

The most commonly used in Bulgaria industrial explosives designed for both surface and underground, not dangerous for gas and dust blasting operations are the powdered ammonium nitrate type explosives "Amonit 6" and "Lazarit", and the emulsion explosive "Elacit 710".

The Bulgarian regulatory documents (BDS, ON) stipulate that the allowed toxic gases released at detonation of a kilogram of the above named explosives are in the range of 40-60 L conditional carbon oxide (CO).

Explosives emitting more than 100 L toxic gases recalculated for conditional CO are not permitted for work in underground conditions by the Bulgarian Regulations for Labor Safety in Blasting Operations (article 215). Balanced explosives are those with zero oxygen balance.

The existing method for assessment of emitted toxic gases from powdered explosives is shown on Figure 1. In a small compression chamber (bomb), having volume from 20 to 120 liters is placed a small thick-walled mortar with 30-40mm groove. The sample of the tested explosive is placed in the groove. For best results the density of the sample (ρ) should be about 1 g/cm³ as the tested explosive is between 20 and 40 g. Initiation is conducted with electric detonator of zero degree. In order to prevent damage to the chamber, it is sealed with vacuum pump, as the remaining pressure is carefully noted. Following the blast, the gas is measured using one of the below described techniques.

In the first technique, the gas sample is taken with vacuum pipette, which is refilled several times in order to reduce the concentration of the toxic gases.

The second, the atmospheric air is let into the chamber as the pressure is being equalized. Next, from the rarefied gas in the chamber is taken sample using vacuum pipette or other

specialized apparatus (e.g. Dreger) for direct determination of the toxic gases discharged in the chamber.

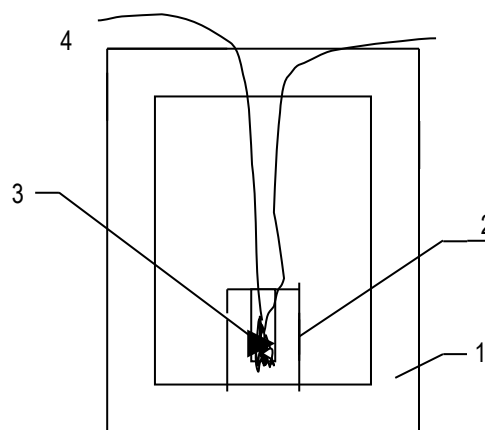


Figure 1. Small Chamber (bomb) 40- 120 L
 1-chamber; 2-mortar; 3-explosive; 4- electric detonator

The quantity of gases emitted from a kilogram explosive is determined by the formula:

$$L_{(CO,NO_x)} = \frac{(x)(1000)(V)}{(100)(g)}, \text{ L/kg} \quad (1)$$

where:

x is the percentage amount of CO and (NO_x) in the chamber

g is the weight of the sample explosive, g

V is the volume of the chamber, L.

From the so determined gas quantity, the gases resulting from the electric detonator being used are set apart and the remainder is transformed to conditional CO using the following formula:

$$\text{Conditional CO} = L_{CO} + 6.5 L_{(NO_x)}, \text{ L/kg} \quad (2)$$

The examined techniques, however, provide inaccurate results due to the following problems:

- The quantity of the tested explosive is extremely small and the method does not give realistic idea of the true toxic gases emissions at detonation;
- The test is performed in vacuum, however that is not suitable for this type of assessment;
- The testing conditions does not correspond to the actual conditions in which industrial blasting are conducted.

To compensate for the shortcomings of the discussed techniques and in order to obtain a realistic idea of the mechanism of toxic gas emission in underground conditions we have developed a new method utilizing large compression chamber, with measurements 5x5x5 m and interior volume 142000 L or 142m³. This method does not involve vacuum and the testing reflects real world conditions.

Shown in Figure 2 is the new compression chamber.

Figure 2 Compression Chamber (142m³)

1. chamber; 2- charge explosive

The newly developed method is based on the following conditions:

- a. The quantity of the tested explosive is in the range of 500 to 1000g
- b. Pole blasting tests are performed on:
 1. Open charge in original manufacturer package
 2. Charge placed in thick-walled steel pipe

Table 1. Results from toxic gas study by the new methodology

Type Explosive No	Test No.	Quantity of Explosive, g	Results		
			CO L/kg	NO _x L/kg	Cond.CO/L/kg
Amonit6 32mm1. Open charge In steel pipe 1.1 1.2	3	700-1000	33,01	25,14	196
	1	600	46,39	21,06	183
	4	700	36,36	24,118	193
Lazarit 65mm2. Open charge 2.1	3	500	21,86	29,694	215
Elazit 7103. Open charge In steel pipe 3.1 3.2	2	740	15,35	6,654	59
	2	740	45,06	4,965	78
	4	740	30,20	5,827	69

1. Modern equipment with capability to simultaneously measure the total concentration of total toxic gases is being used, eliminating the need for various apparatus with different accuracy requirements for the different gases. For the purposes of this study we have used the licensed contemporary equipment of the Ministry of Environment and Water.

New round of tests were performed on the powdered ammonium nitrate types "Amonit 6", "Lazarit", and the emulsion explosive "Elazit 710" using the just described new methodology. The obtained results are given in Table 1.

The toxic gases study by the new methodology leads to the following basic conclusions:

- Found was that the two tested ammonium nitrate type explosives makes "Amonit 6" and "Lazarit" release substantial amount toxic gases Carbon Oxide (CO) and

Nitrogen Oxides (NO_x), 40-60 L/kg, exceeding the regulatory allowed 193 and 215 L/kg respectively.

- Both "Amonit 6" and "Lazarit" release large amount nitric gases, extremely poisonous heavy ecological pollutants. These gases are formed even though both explosives have oxygen balance of around zero, which means they are balanced. Furthermore, both tested explosives considerably exceed the regulatory standards for toxic gas emissions of 100 L/kg.
- The emulsion explosive make "Elazit 710" releases relatively less toxic gases, probably because there are 12-13 % water in its composition.
- There was not significant difference for tests conducted on explosives in original manufacturing package or placed in thick-walled steel pipe. Either way the above mentioned conclusions are valid.

The values presented in Table 1 have been corrected for toxic gases released during blasting by the electric detonator, which tested with the same apparatus, are on average 0.14 L/kg conditional CO.

Based on the conducted tests determined was that the substantial toxic gas emission by the balanced explosives is caused by peculiar, newly discovered factor "L" in the chemical reaction. The factor effect is almost equal for the all three tested explosives. The study of this "L" factor is an ongoing process.

The conducted study suggests that there is significant difference in the toxic gas values obtained by using the traditional and the newly developed methods. Extensive testing and investigation of the new "L" factor is also essential in the development and assessment of new makes explosives, permitted for industrial blasting operations. Serious investigation of these issues will facilitate resolution of many

current problems caused by the negative affects of industrial blasting on work health and safety and the environment.

The results obtained from this study should be considered and incorporated in the Bulgarian regulations, in the training of specialists in the area of blasting techniques and technology, and in the assessment and measurements for reducing harmful emissions in the environment.

REFERENCES

- Lazarov, Slavcho. 1988. Blasting Operations. Sofia: Tehnika.
- Lazarov, Slavcho and Kamburova, Gergana. 2001. "Manual for Best Management Practices for Extraction of Inert Materials at Skakavitsa Quarry". Ecolinks project.
- Beker, W. 1983. Explosion Hazards and Evaluation. Amsterdam-Oxford-New York, Elsevier Scientific Publishing Company.