

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕКСПЛОЗИВНА МАТЕРИЈА АН-ФО МАК-1 И НЕГОВА МАСОВНА ПРИМЕНА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПРИМАРНИ МИНИРАЊА НА МЕТАЛНИ И НЕМЕТАЛНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

Миле Стефанов¹, Росе Смилески², Анка Трајковска-Петкоска²

Резиме

Во трудот дадени се постапките за определување на неопходните карактеристики на новопроизводениот експлозив (АН-ФО мак-1) како и неговата употреба за минирање во стопанството.

Експлозивот е воведен во производство и се употребува за минирање во Рудници "Бањани" АД – Скопје.

Клучни зборови: стопански експлозив, амониумнитрат, АН-ФО мак-1.

TECHNIC AND TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF EXPLOSIVE MATERIAL AN-FO MAK-1 AND IT'S MASSIVE APPLICATION IN MINES FOR PRIMARY MINING OF METAL AND UNMETAL RAW OF MINERAL MATERIALS

Mile Stefanov¹, Rose Smileski², Anka Trajkovska-Petkoska²

Summary

In this article are given the steps for determination of the main characteristics of the new produced explosive (AN-FO mak-1) and its application for mining in the industry.

The explosive is involved in the industry and used for mining in the mine "Banjani" – Skopje.

Key words: industrial explosive, ammoniumnitrate, AN-FO mak-1.

¹ Рудници "Бањани" АД - Скопје

² Военa академија "Генерал Михаило Апостолски" - Скопје

1. Теорија

Под поимот експлозивна материја се подразбира таков систем, релативно нестабилен, кој е способен под надворешно влијание (почетен импулс – удар, триење, топлина) да помине (во термодинамичка смисла) во постабилен систем, при што се врши работа, се создаваат гасни продукти кои се загреани до неколку илјади степени и се наоѓаат под притисок и до $2 \cdot 10^{10}$ Pa [1].

Експлозивните материји според намената се делат на: иницијални, бризантни, потисни и пиротехнички смеси. Покрај оваа поделба постојат и други, така да според билансот на кислород се делат на експлозивни материји со позитивен, негативен и неутрален биланс на кислородот. Додека според тоа каде најчесто се употребуваат постојат експлозивни материји, т.н. стопански и воени. Последната поделба воглавно се однесува на бризантните експлозивни материји популарно наречени експлозиви [2,3].

Покрај другите експлозиви кои се употребуваат во стопанството спаѓаат и т.н. AN-FO експлозивните материји

AN-FO смешите се експлозивни материји со нормална густина и со мал процент на дизел гориво, (минимум 0,4 %). Овие експлозивни материји имаат голема примена во стопанството и претставуваат најевтини комерцијални стопански експлозиви односно се вклопуваат во пазарната економија

Ознаката “AN-FO” претставува смеша на гранулиран – амониумнитрат (NH_4NO_3) 94,4 % дизел гориво D2 во однос (94,4 %: 5,6). Вака подготвената смеша е идеална мешавина на кислородот, како добра експлозивна материја

2. Експериментален дел

По направената техничка постапка во Рудници “Бањани” АД – Скопје се пристапи кон изработка на AN-FO експлозивната смеша дадена во понатамошниот текст.

Откако е направена нултата серија се пристапи кон определување на одредени карактеристики на новодобиената експлозивна смеша, и тоа:

1. Одредување на осетливост на иницирање [4]
2. Одредување на брзина на детонација [5]
3. Осетливост спрема удар [6]
4. Водоотпорност [7]
5. Одредувањена пренос на детонација [8]
6. Одредување на густината [9]
7. Одредување на пламен-оган

Наведените параметри се определени од страна на Катедрата за воено машинство и технологија при Воената академија – Скопје.

1. Одредување на осетливоста на иницирање.

Испитувањата се извршени на песоков терен, вкупно 6 (шест) проби.

Активирањето е извршено со:

1. Ам ф 28 од 3x150 g патрони – успешно
2. Ам ф 28 од 2x150 g патрони – успешно
3. Ам ф 28 од 1x150 g патрони – успешно
4. РКБ 8 и бавногорлив фитил – инертен
- инертен
5. ТЕД

2. Брзината на детонација е определена според методот на Dotriš предвиден во стандарди ЈУС Х.Д8.006, при што се извршени три проби и добиените резултати се определени според изразот:

$$V_x = \frac{V \cdot l}{2a} \quad (1)$$

додека

1. $V_1 = 3400 \text{ m/s}$
2. $V_2 = 3600 \text{ m/s}$
3. $V_3 = 3200 \text{ m/s}$

За овој вид на експлозив предложена е min. брзина на детонација од 3000 m/s.

3. Одредување на осетливоста на удар се врши на дрвена рамна подлога, при што се поставуваат 5 g АН-ФО мак-1 експлозив завиткан во хартија и обложен со селотејп, а врз него цевка со дијаметар од 100 mm и од висина од 1 m се спушта тег со маса 1 kg и 2 kg при што не дојде до активирање на експлозивот, што следи заклучок дека ги исполнува условите предвидени со стандардот.

4. Одредување на водоотпорност. Во мензура со количина на вода од 1 l се става 200 g АН-ФО мак-1 експлозив и после одредено време од 0,30 min. се стопи.

5. Со цел да се одреди преносот на детонација, извршени се два опита и тоа со пластични кеси ф 80 и ф 100 mm. Поставени се три патрона со нормална должина од 330 mm еден до друг на картонска полу-цевна подлога и извршено активирање со Ам ф 28 од 150 g со РКБ-8 и бавногорлив фитил- преносот беше успешен.

Извршено е испитување на ф 80 патрони со растојание од 1 cm еден од друг (во вакви услови пренесена е детонацијата од активното на пасивното полнење).

6. Одредување на густината. Во лабораторијата во Рудници “Бањани” АД Скопје е извршено испитување на густината во растресита и збиена состојба, добиени се следните вредности:

растресита – $0,7389 \text{ g/cm}^3$

збиена – $0,8169 \text{ g/cm}^3$

7. Одредување на пламен – оган. Околу 1 kg АН-ФО мак-1 експлозивот се постави во пламен – оган и после одредено време 30 min. се установи дека не гори, истиот се топи.

8. Температура на експлозијата определена е според следните изрази:

$$Q_v - Q_1 = c_v \cdot T \quad (2)$$

$$c_v = a - \frac{b}{T} \quad (3)$$

$$T = \frac{Q_v - Q_1 + b}{a} \quad (4)$$

$$Q_1 = 0$$

$$T = 2811,56^\circ\text{C}$$

9. Биланс на кислород

$$\% \text{O} = 0,0057(-3,4133) + 0,943(0,20) = -0,006 = 0,6 \%$$

Табела 1. Хемиски состав

	%	kg	H ₂ O	N ₂	O ₂	CO ₂
Амониум нитрат	94,3	0,943	0,424	0,33	0,1886	-
Дизел масло	5,7	0,057	0,072	-	-0,195	0,17974
Вкупно	100	1	0,496	0,33	-0,0064	0,17974

Врз основа на лабораториските и полигонските испитувања на експлозивот се одредија карактеристиките на експлозивот и комерцијалното име, прикажани во табела 2:

Табела 2. Карактеристики и комерцијално име на експлозивот

Карактеристики	
Назив	АН-ФО мак-1
Изглед	Бели гранулати
Брзина на детонација, m/s	3000
Осетливост на удар, 2 kg	неосетлив
Критичен пречник на иницирање, мм	70
Густина, g/cm ³	0,73
Биланс на кислород, %	-0,6
Појачник за иницирање	400 g тринитротолуен или соодветна количина друг експлозив
Пренос на детонација, мм	Контакт
Волумен на гасови при експлозија, l/kg	1040
Топлина на експлозија, kJ/kg	3826
Температура на експлозија, °K	2585
Паковање	Полиетиленски вреќи од 25 kg

Откако се одредија техничките карактеристики на експлозивот АН-ФО мак-1 се пристапи кон масовни примарни минирања на мински серии. Извршено е активирање на три мински дупки со пречник од ϕ 105 mm длабоки 22 m под агол од 88°.

Полнењето на минската дупка е завршено како на слика 1 само со експлозив АН-ФО мак-1. Активирањето е со нонел систем Бустер Т830 g и 4,4 kg Амонит ϕ 90. Трите мински дупки се поврзани со SL 67/4,2 m и активирани со РКБ 8 и бавногорлив фитил. Пробното минирање е успешно но со појава на

крупен материјал на горниот дел кај челото кој во нашето производство не смета. Со анализирање на пробните мински дупки како при експлозијата, дробењето, при товарот и транспортот така и на примарното дробење, се утврди дека може да се оди на масовни минирања со поголема количина од 1000 kg.

Извршени се три масовни минирања на мински серии преку 50 мински дупки со количина на АН-ФО мак-1 во комбинација на елатол ϕ 90 преку 6000 до 8000 kg експлозив АН-ФО мак-1 во комбинација со елатол 3 околу 10-20 % и Нонел – систем.

За одредување на техничките карактеристики на минската серија се користени формули кои се применуваат во практичните досегашни пресметки и тоа се:

Линија на најмал отпор

$$W = (30 \div 45) \cdot d; W = f(d, E) \text{ или } W = m \cdot a$$

Време на закаснување

$$t = (6 \div 8) \cdot a$$

Растојание

$$a = m \cdot W, [5]$$

Растојание меѓу редови

$$b = 0,85 \cdot a$$

Чеп на минската дупка

$$\ln d = 0,65 \cdot W$$

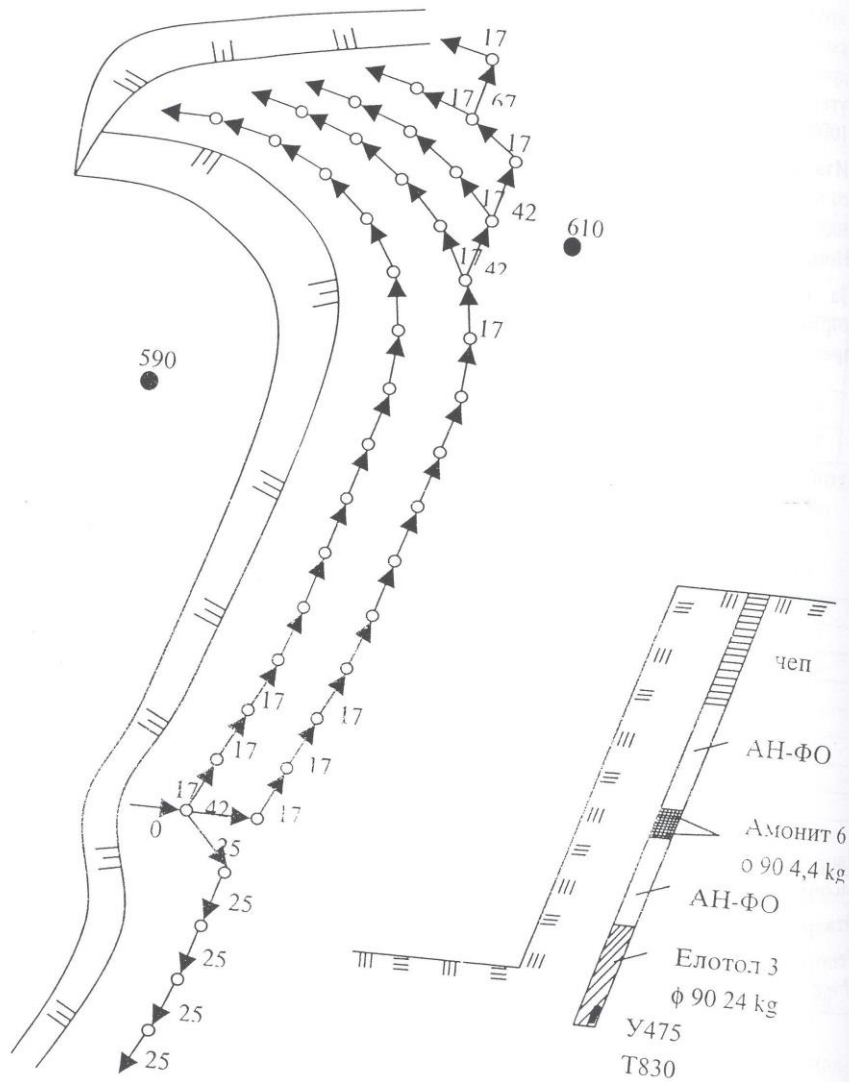
Продупчување

$$\ln g = 0,3 \cdot W$$

Дворедна минска серија, распоредени минските дупки во шах –мат систем, со насочување на материјалот кон источната страна.

Отварање на челото со засек.

Успорувањето меѓу минските дупкотини е со 17 ms. А меѓу редовите 42 и 67 ms.



Слика 1 Дворедна минска серија со распоредени мински дуйки во шах-мај сисџем, со насочување на мајеријалот кон источнајта сџрана.

Минерски параметри

$$H = 20 \div 22 \text{ m} \quad a = 3,8 \text{ m}$$

$$b = 4 \text{ m} \quad W = 3,8 \text{ m}$$

$$\phi = 105 \text{ mm} \quad H^* = 22 \div 25 \text{ m}$$

$$n = 57 \text{ мински дупки}$$

Табела 3. Појтрошена количина на експлозив и средствија за иницирање:

Вид на експлозивот	Елотол $\phi 90$	АН-ФО мак-1	Амонит 6 $\phi 90$	У475/24	SLO 3,6	SL17 4,2	SL25 4,2	SL42 4,2	SL67 4,2
kg	1680	5989	270	57	1	50	5	3	1

Активирање со бавногорлив фитил од 2 m и РКБ 8 – 2 пар.

Цена на коштање на минска дупка

Понел со бустер 7,4 \$

Експлозив 79\$

Троредна минска серија во шах-мат систем, отварање со засек од средината на минската серија, со забавување меѓу редовите од 25 и 42 ms а меѓу минските дупки со 17 ms, 25 ms и 42 ms.

Минерски параметри

$$H = 20 \text{ m} \quad a = 3,8 \text{ m}$$

$$b = 3,8 \text{ m} \quad W = 3,8 \text{ m}$$

$$\phi = 105 \text{ mm} \quad H^* = 22 \text{ m}$$

$$n =$$

Табела 4. Појтрошена количина на експлозив и средствија за иницирање:

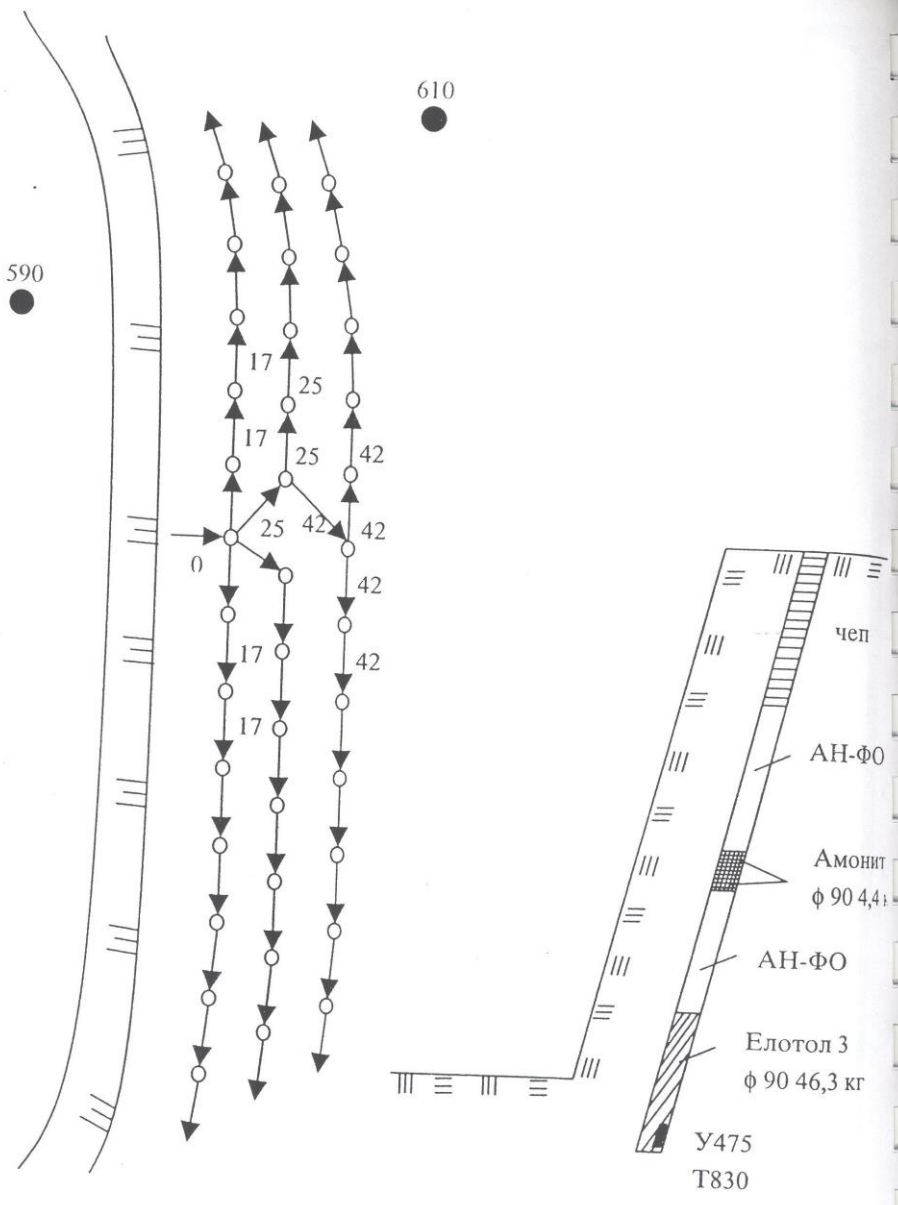
Вид на експлозивот	Елотол $\phi 90$	АН-ФО мак-1	Амонит 6 $\phi 90$	Т-830 Бустер	У475/24	SLO 3,6	SL17 4,2	SL25 4,2	SL42 4,2
kg	2640	5724	270	58	58	3	19	19	17

Активирање бавногорлив фитил од 2 m и РКБ 8 – 2 пар.

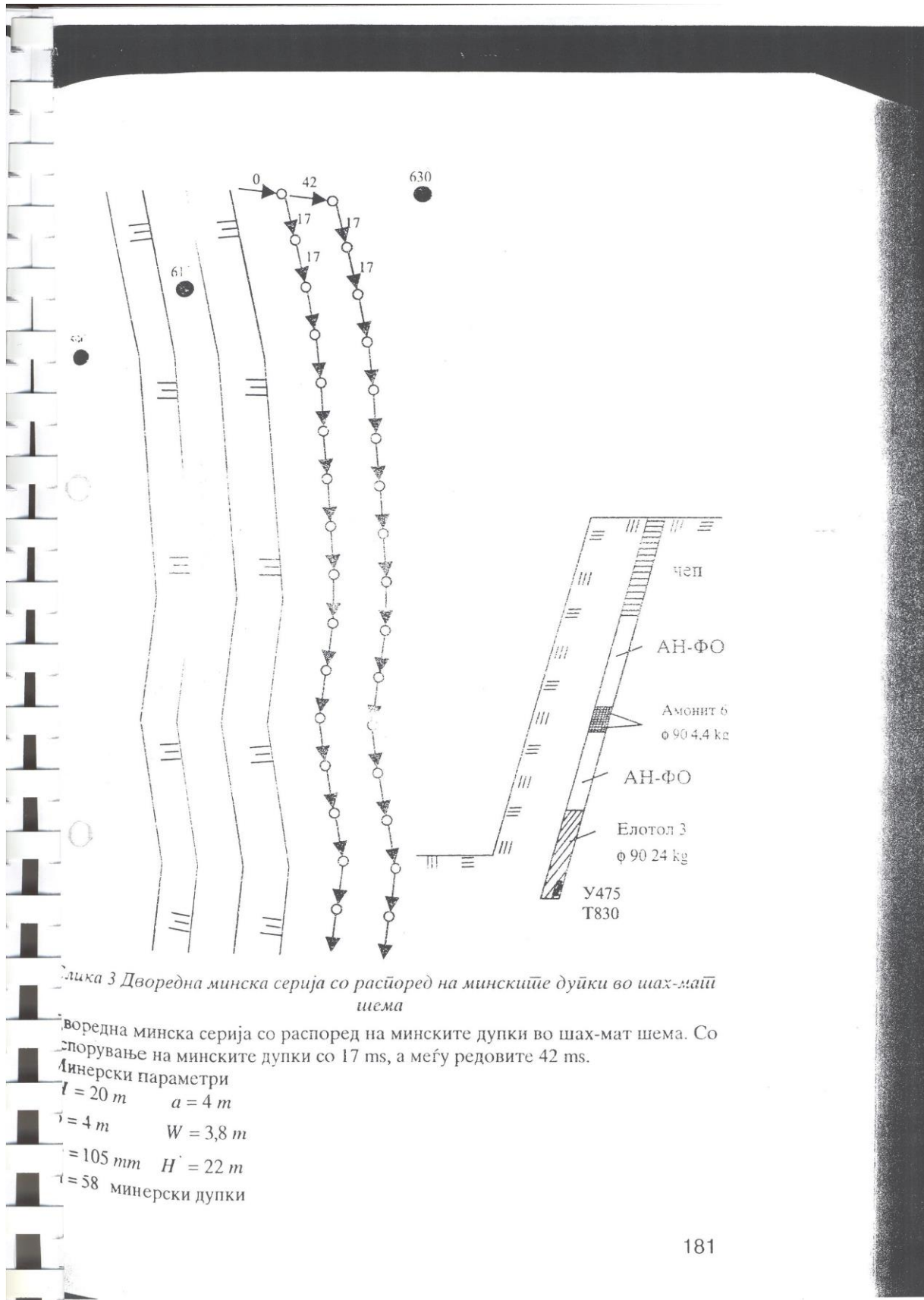
Цена на коштање на минска дупка

Понел со бустер 7,4 \$

Експлозив 85,6 \$



Слика 2 Троредна минска серија во шах-маји систем



Слика 3 Дворедна минска серија со распоред на минскиите дупки во шах-мат шема

Дворедна минска серија со распоред на минските дупки во шах-мат шема. Со спорување на минските дупки со 17 ms, а меѓу редовите 42 ms.

- Минерски параметри
- $l = 20 \text{ m}$ $a = 4 \text{ m}$
 - $b = 4 \text{ m}$ $W = 3,8 \text{ m}$
 - $r = 105 \text{ mm}$ $H = 22 \text{ m}$
 - $n = 58$ минерски дупки

Табела 5. Појтрошена количина на експлозив и средоства за иницирање:

Вид на експлозивот	Елатол φ 90	АН-ФО мак-1	Амонит 6 φ 90	Т-830 Бустер	У475/24	SL0	SL17	SLA
kg	1392	5141	1504	58	58	3,6	4,2	4,2
Цена на минска дупка	Нонел со бустер		7,58 \$		Експлозив		77 \$	

Заклучок

Во сите периоди на испитувањата, и тоа на катедрата за воено машинство и технологија при Воена академија - Скопје, Државната комисија за издавање на употреба при МВР, Сектор за заштита од пожари и експлозивни и теренските анализи во Полигон Рудници "Бањани" АД Скопје се доби атест за употреба во масовни минирања во Рудниците.

Најдобри ефекти при масовните минирања се покажани во комбинација со Елатол – 3 во дното на минската дупка околу 10-20 % и на средината со Амонит 6 околу 3-4 %, во суви мински дупки и пречник на минската дупка не помал од 80 mm, во комбинација со Нонел – систем.

Овој вид на експлозив во светот на Површински копови се користат по одамна во суви дупки и се третираат како најсигурни при ракувањето или полнењето на минската дупка во потполност така да нема губиток на експлозијата во минската дупка.

Претставува најевтин избор на експлозивна енергија од сите стопански експлозивни во минирањата на површинските ископи.

Литература

- [1] Pleše M., Fizika eksploziva, CBТŠ, Zagreb, 1987
- [2] Maksimović P., Eksplozivne materije, VIZ, Beograd, 1985
- [3] Смилески Р., Муниција и експлозивни материјали – теоретски основи, Воена академија, Скопје, 1999
- [4] Стандард JUS H.D8.003
- [5] Стандард JUS H.D8.006 метод Dotriša
- [6] Стандард JUS H.D8.008
- [7] Стандард JUS H.D8.011
- [8] Стандард JUS H.D8.005
- [9] Стандард JUS H.D8.002
- [10] Савиќ М., Минирање на површинским коповима, Београд, 1972
- [11] II Jugoslovenski Simpozium sa međunarodnim učešćem, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 22-24 novembar 2001, str.87-106.
- [12] Здравев С., Основи на рударството, Рударско-геолошки факултет, Штип, 1998
- [13] Purčić N., Bušenje i miniranje, Rudarsko-geološki fakultet - Beograd, 1991, str. 131-180.
- [14] Стандард DIN број 32645