



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС - ПОВЕКС '14

Радовиш
14 – 15. 11. 2014 год.

МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА СЕИЗМИЧКИТЕ ЕФЕКТИ

BLASTING METHODS IN FUNCTION TO REDUCE THE SEISMIC EFFECTS

Ристо Дамбов¹, Игор Трајанов², Илија Дамбов², Горан Јованов²

¹УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

²Рудник Бучим, Радовиш

Апстракт: Во овој труд се дадени некои методи на минирање на површинскиот коп Бучим, при што со нивна анализа и добиени резултати од сеизмичките мерења, се направени предлог шеми на иницирање и дизајнирање на различни мински серии.

Клучни зборови: минирање, мински серии, иницирање, нонел, шеми на минирање

Abstract: This paper presents some methods of blasting in the open pit mine Bucim, and with the analysis and results obtained from seismic measurements, are made a proposal to initiate schemes and designing different blasting series.

Key words: blasting, blast series, initiation, blast design

ВОВЕД

Управувањето т.е дејството на експлозијата наједноставно се остварува со правилниот избор на шемата за минирање. Со употреба на милисекундните забавувачи при масовните минирања се постигнува:

- снижување на сеизмичките ефекти,
- подобар степен на истуснување на материјалот,
- добивање на потребна форма на одминираниот материјал и друго.

Растојанието помеѓу минските дупнатини и линијата на најмал отпор претставуваат главни елементи на геометријата при минирање. Со промена на нивните димензии и на меѓусебниот однос може да се делува на распределбата на расположливата енергија. На овој начин може да се зголеми или намали влијанието на еден или повеќе параметри кои имаат улога при растресувањето на карпестиот масив. Хоризонталното поместување на карпестиот масив е важна компонента бидејќи преку тој параметар се регулира и се влијае на растресувањето и уситнувањето на изминираниот материјал.

1. ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ ПРИ ДЕФИНИРАЊЕ НА ШЕМИТЕ НА МИНИРАЊЕ

Коефициентот на зближување на минските дупнатини има директно влијание на хоризонталното поместување на карпестата маса напред, подигање на карпестата

маса, ефекти на влијание зад минската серија односно правење на пукнатини за минската серија, квалитетот на истуснувањето и друго.

Заради тоа, одредувањето на вредноста на коефициентот на зближување потребно е да се врши посебно за секоја работна средина.

Во основа треба да се разликуваат два поима:

- Коефициент на зближување на распоредот на дупнатините и
- Интервален коефициент на зближување на дупнатините.

Коефициентот на зближување на дупнатините при: правоаголен, квадратен или шаховски распоред воглавно изнесува од 1,0 до 1,5. Со промена на интервалот на активирањето, растојанието помеѓу дупнатините и линијата на најмал отпор можат да се променат така што интервалниот коефициент на зближување на дупнатините би бил поголем.

Според правецот на откопување на самата етажа, геометриските димензии, работниот планум на етажата, формата на самиот блок опфатен од минската серија, современите шеми на повеќередно минирање можат да бидат:

Фронтални шеми на минирање:

Редна шема на минирање,

- редно - секциона шема,
- редно – двокрилна шема
- редно – парна шема
- редна со средишен залом.

Дијагонални шеми :

- дијагонална шема со клинест залом на крајот од блокот,
 - редни минирања, залом на крајот од блокот,
- минирање на блокови на неколку слободни површини,
- дијагонално – редни шеми,
- радијална шема ,
- шема на минирање со попречен залом,
- секциона шема со поречен залом.

Клинести шеми :

- шема за минирање со еден клинест залом,
- шема за минирање со два клинести заломи

За конкретен локалитет (блок или етажа) пресметката на параметрите е пошетна вредност која практично треба да се верификува, следи, проверува и корегира за постигнување на подобри резултати.

Задачата на производното минирање во современата рударска технологија не е само одвојување на карпеста маса од масивот, туку и првенствено постигнување на соодветна гранулација на карпестата маса и контролирани ефекти од самото минирање.

За успешно добивање на квалитетно раздробена карпеста маса (со соодветна гранулација), како и контролирање на споредните неминовни ефекти при експлозијата потребно е да се прилагодат следните параметри :

- Количината на енергијата на експлозивот потребна за бараниот степен на дробење на карпестата маса, која се дефинира преку типот на експлозивот и специфичната потрошувачка за одреден тип на карпа,
- Просторниот распоред на енергијата во минското поле што се дефинира преку геометриските параметри на минирањето,
- Временскиот распоред на реализираната енергија, дефинирана со време на иницирање и време на забавување (начин на иницирање или дизајн на минска серија).

Параметрите на минската серија имаат директно влијание на раздробувањето и формирање на најразлични гранулометриски распределби а тие се :

- Геометријата на дупчење, пречникот на дупчење, должината на минските дупки, линијата на најмал отпор (L.N.O), аголот на дупчење, начинот на поврзување и иницирање, интервалот на иницирање на минската серија,

односот на должината на чепот и експлозивното полнење, конструкцијата на експлозивното полнење и др.

Во зависност од изборот на поделните наброени највлијателни фактори од параметрите на минската серија и параметрите на експлозивот, како и потполно предходно дефинирање на параметрите на карпите, многу зависи успешноста на минирањето.

Позитивните ефекти од секое минирање се оценуваат преку: добивање на растресена маса со одредена гранулација погодна за транспорт и преработка потоа стабилни косини на етажите, недеформирани работни површини околу минската серија, минимални сеизмички ефекти и тн.

Од практична гледна точка и научни истражувања се констатира дека техничко – економските показатели за добивање на тон минерална суровина изразени преку денари по тон растресена маса зависат од изборот на правилниот сооднос на сите параметри за дупчење и минирање.

2. Значење на дупчечко – минерските параметри

Со геометриските параметри на минирање, се обезбедува соодветен распоред на енергијата на експлозивот во карпестата маса, како друг важен услов за успешно дробење на карпестите маси. Основните геометриски параметри при етажно минирање и нивното поединечно влијание се прикажани во предходните подточки. При тоа треба да се истакне следното :

Меѓусебната поврзаност и соодветна корелација на геометриските параметри кај етажите минирања е многу значаен фактор за успешно минирање. При тоа посебно значење има соодносот помеѓу следните три параметри : висина на етаж (H), пречникот на експлозивното полнење (De), и L.N.O (W). Врз основа на емпириските искуства кај етажните минирања, утврдени се граници до кој треба да се движи големината на поедините геометриски параметри за успешно етажно минирање. Границите за соодветно проектирани дупчечко – минерските параметри се дадени во табелата 1 и можат да послужат како контрола при проектирање и корекција на некои параметри при минирање.

Табела 1. Влијание на соодносот H/W на ефектите при минирање

H/W	Гранулација	Воздушни удари	Разлетани парчиња	Потреси на тлото	Коментар
1	лоша	Изразито јаки	изразито	Изразит о јаки	Изразено раскопување околу серијата, потребна корекција на DPM
2	средна	средни	средни	средни	Да се променат геометриските параметри ако е можно
3	Добра	мали	мали	мали	Добра сочувана косина на етажа и дробење на карпестата маса
4	Одлични	најмали	ретки	најмали	Ефектите на минирање се извонредни

2. АНАЛИЗА НА МИНСКИ СЕРИИ

Во однос на структурно – тектонски и физички карактеристики на карпестиот масив може да се каже дека постојат неколку главни геолошки генетски формации како андезит, гнајс, варовници и метаморфозирани фолијации од истите. Во поглед на испуканоста, карпестиот масив е со средна испуканост и коефициент на испуканост од 3,8 – 4,1 %. Според присутните пукнатини и гранулометрискиот состав на поделните блокови во карпестиот масив, дефинирани се како карпи од втора категорија со

средна испуканост. Пукнатините се со различни правци на протегање и со различна ширина од 2-12 mm.

За правилно дефинирање на дупчечко – минерските параметри при изведување минирањата, потребно е познавање на работната средина од аспект на геологија и структурно – тектонски карактеристики на блокот каде се изведуваат минирањата. За таа цел направена е реонизација на експлоатационите полиња, направени се анализи на карактеристичните типови карпи земени како репрезентативни примероци од поодделните делови на копот каде се одвиваат експлоатационите работи.

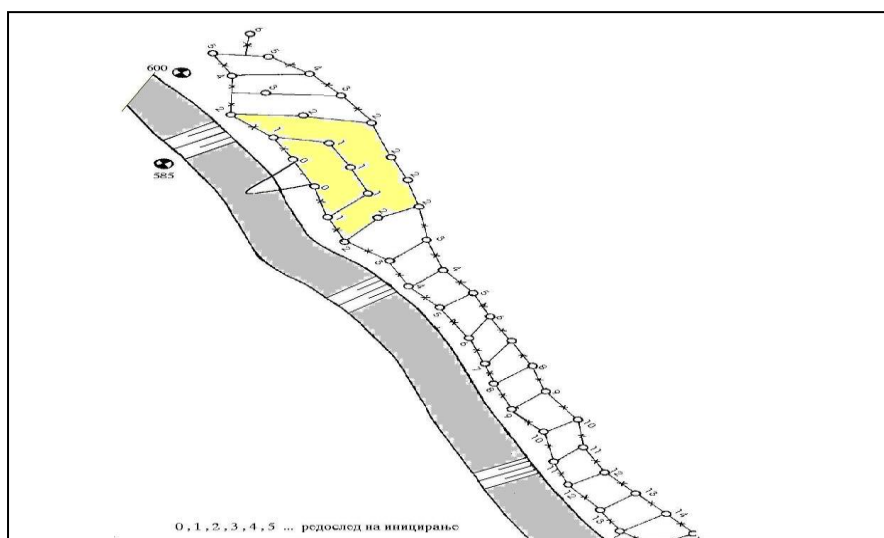
Имајќи ги во предвид различните физичко – механички и структурни карактеристики на работната средина на површинскиот коп Бучим направени се анализи на повеќе карактеристични мински серии. Според анализите, ќе се оцени влијанието на дупчечко – минерските параметри на гранулацијата и сеизмичките ефекти. Дупчењето се изведува со ротациони тешки дупчалки со пречник на дупчење од 251 mm. Висината на етажите е 15 метри и со поддупчување од 15 метри се одбива вкупна висина од 16,5 метри. столбот на експлозивно полнење е континуиран со висина во зависност од типот на експлозив и се движи од 8 до 10 метри. Иницирањето на минските дупки е со бустери и нонел детонатори со милисекундно забавување на површинската мрежа од 42 и 67 ms.

Минска серија, МС-6

Работна средина : Гнајс, Вкупен број на дупчотини48

Тип на експлозивот.....SURRLY (M-10), Геометрија на дупчење.....7x6 m

- Број на дупчотини во првиот ред19
- Број на дупчотини во вториот ред.....21
- Број на дупчотини во третиот ред8
- Вкупна колкчина на експлозив.....15950 kg



Слика 1. Шематски приказ на минската серија со редослед на иницирање

Минска серија, МС – 7

Работна средина : Гнајс, Број на дупчотини : 43

Тип на експлозив : АН- ФО, Геометрија на дупчење : 7 h 7 m

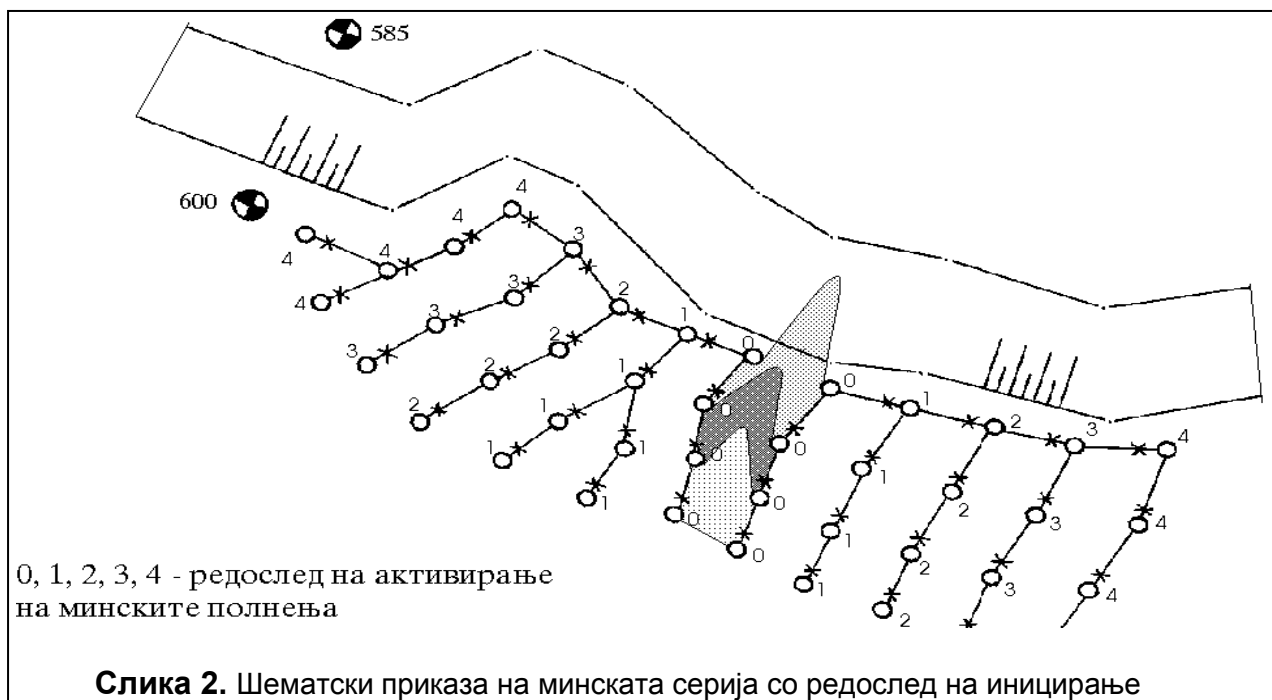
Распоред на минските дупчотини поредови, и начинот на поврзување се прикажани на сликата број 2.

Од прикажаната серија на сликата може да се види дека минската серија е распоредена во четири реда што бројот на дупчотини изнесува:

- во прв ред10
- во втор ред10
- трет ред12

- четврти ред11
- вкупно потрошена количина на експлозив13.161 kg

За поврзување на површината и длабинско иницирање користен е Нонел систем за иницирање и тип на експлозив различен од предходната серија.



3. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ НА РЕЗУЛТАТИ ОД МЕРЕЊАТА

Мерења прикажани во овој труд се вршени во фазата на редовна - нормална експлоатација а можат да бидат од интерес на самиот рудник поради присутните блиски населени места околу површинскиот коп и близината на значајни објекти како што се стационарната постројката за примарно дробење, машинската работилница, бензинската станица и др.

Дефинирани се повеќе карактеристични мински серии кои се релевантни за овие испитувања. Снимени и анализирани се повеќе мински серии а за оваа цел ќе бидат сублимирани резултатите од изведените минирања, регистрираните осцилации и добиените вредности за безбедносните растојанија во однос на неколку објекти на површинскиот коп.

Со приказ на резултатите добиени од мерењата и нивна анализа и обработка се добиени равенки според законот за осцилирање на тлото за соодветната работна средина и метода на минирање. Според овие релации се поставуваат корелации за функционалната зависност, степенот на поврзаност и меѓусебна зависност како и безбедносните растојанија во однос на сеизмичките потреси, детонаторскиот бран и др.

Од извршените испитувања во поглед на физичко – механичките карактеристики на работната средина е карактеристично за нив анизотропијата на јакоста во правец нормално и паралелно на фолијацијата.

За оваа цел издвоени се најкарактеристичните мерења со прикажани резултати кои ги одржуваат средните вредности на повеќето мински серии кои се секојдневно вршат на овој површински коп.

Според добиените измерени резултати на ММ -1 имаме брзина на осцилации од 34,8 mm/s што значи дека ако објектот е на оваа растојание каде што е ММ-1, би бил со VI степен оштетувања (според табелата 3.1 на ИФЗА од 30 до 60 mm/s) т.е. би имало фини прслини во малтерот, оштетувања на места кои веќе од порано имале

почетни деформации во бетонот и преградните ѕидови. Според овој критериум дозволената брзина на осцилации на тлото НЕ ЗАДОВОЛУВА и е над границите на дозволените вредности. За овој тип на објекти, на растојание од местото на минирање (ММ -1) , дозволената брзина на осцилации на тлото изнесува 20mm/s.

Според критериумот ДИН (Германија), објектот е во втората категорија и појавените брзини на осцилации на тлото за оваа мерно место ММ-1 НЕ ЗАДОВОЛУВААТ и се над границите на дозволените вредности.

Според Руските норми за процена на штети објектот е класифициран во прва класа на објекти во кои се сместени машини и постројки со поголеми димензии и тежина, контролно - мерни уреди и со присутни статички и динамички удари. Според овој критериум во однос на ММ -1, брзината на осцилации и фреквенцијата на мерното место, НЕ ЗАДОВОЛУВА и овие измерени величини се над дозволените. Според овие стандарди максимално дозволената брзина на осцилации во било кој правец не треба да изнесува повеќе од 1 mm/s. Во овој случај измерени се max 27,66mm/s и min 8,4mm/s.

За дефинирање на законот за осцилирање на тлото се користат вредностите од табелата број 1 и 2 и образецот за брзина на осцилации.

Од добиените вредности во табелата број 1 и врз основа на теоријата на најмали квадрати, може да се изрази законот за осцилирање на честиците од тлото во функција на редуцираното растојание и условите под кои се изведува минирањето.

3.1 Пресметки на дозволените количини на експлозив

Според добиените - пресметани вредности за максималните брзини на осцилации на тлото можат врз основа на формулата 12, да се пресметаат максимално дозволените количини на експлозив за различни растојанија од соодветното мерно место (или објект) до местото на минирање.

На пример за максимална брзина на осцилациите од $V_{max} = 0,8110 \text{ cm/s}$, (која вредност одговара на IV степен од сеизмичката скала во Табела 5, според ИФЗ) за различни вредности на растојанието од местото на минирање во табелата број 21 дадена подолу, се дадени количините на експлозив кои можат да се употребат за соодветното растојание а при тоа штетите од минирањето да одговараат на IV - та група од споменатата табела за сеизмички интензитет. Тоа значи дека тоа дејство ќе го почувствуваат многу луѓе во околината и може да се слушне тресење на прозорските стакла без нивно оштетување.

Табела 2. Пресметани вредности за максимални брзини на осцилирање на тлото и редуцирани растојанија за поделни мерни места

Минска серија	Мерно место, ММ/кота на теренот	Растојание од минска серија до мерното место, m	Максимална брзина на осцилирање по компоненти, mm/s			Резултантна максимална брзина на осцилирање, mm/s	Пресметано редуцирано растојание, R, m
			V_V	V_L	V_T		
S-35	ММ-1/ 659,43	95	27,666	19,375	8,414	34,809	5,63
	ММ-2/ 660,42	165	10,067	12,233	9,465	18,455	9,78
	ММ-3/ 659,71	245	5,026	5,576	3,070	8,110	14,52
	ММ-4/ 659,30	297	2,778	2,403	2,088	4,225	17,6
	ММ-5/ 658,88	452	1,178	1,956	2,277	3,224	26,80
	ММ-6/ 641,05	637	0,539	1,251	1,230	1,835	37,76
	ММ-7/ 640,25	665	0,503	0,709	1,244	1,517	39,42

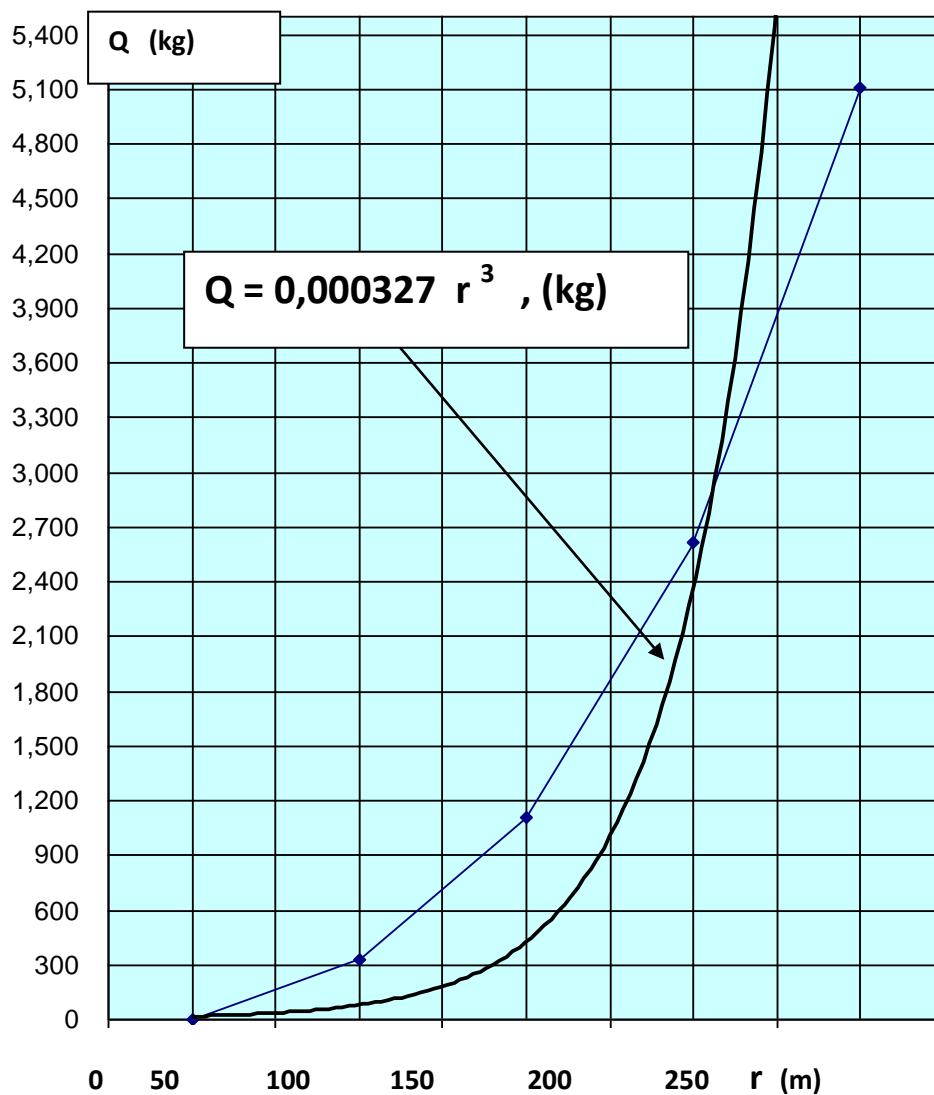
Максимално дозволената количина на експлозив според горната формула и за максимална брзина на осцилации од $V_{max} = 0,8110 \text{ cm/s}$, (ММ -3) може да се одреди според релациите:

$$R = \frac{r}{\sqrt[3]{Q}} \Rightarrow Q$$

$$Q = r^3 \cdot R_i^{-3} = r^3 \cdot 14,52^{-3}$$

$$\mathbf{Q = 0,000327 \cdot r^3}, \text{ (kg)} \quad (2)$$

Според оваа релација направена е табела 2 и конструиран е график прикажан на слика 2 каде за различни вредности на растојанието (r) се добиени соодветните максимално дозволени количини на експлозив кои можат да се иницираат во една минска серија без притоа да има оштетување по соодветни објекти лоцирани на тоа растојание.



Слика 3. Графичи приказ на зависноста на дозволеното растојание при минарање и максимални количини на експлозив

Табела 3. Пресметка на максимално дозволените количини на експлозив во однос на различни растојанија.

Реден број на мерно место	Растојание од местото на минарање до објект, r (m)	Вкупна дозволена количина на експлозив, Q_{doz} (kg)
1	30	9,00
2	50	41
3	70	112
4	90	239
5	100	327
6	110	435
7	120	565
8	130	718
9	140	897
10	150	1104
11	160	1340

12	180	1907
13	200	2616
14	250	5110
15	300	8830
16	350	14000
17	400	20928
18	450	29800
19	500	40875
20	550	54400
21	600	70630
22	650	89802
23	700	112161

Од горната табела може да се прочита дека: објект лоциран на растојание од 250 метри од минска серија во која се иницира вкупна количина на експлозив од 5110 kg (5,11 t), нема да претрпи никакви деформации, оштетувања на малтерот па дури нема да се случи и кршење на стаклата на објектот.

Од редниот број 22 од табелата 3 може да се прочита дека објект (во нашиот случај тоа е објектот примарно дробење кој се наоѓа на тоа растојание од минската серија) лоциран на растојание од 650 метри од минската серија нема да претрпи никакви оштетувања па дури ако минската серија се минира со вкупна количина на експлозив од 89800 kg. Врз основа на оваа табела добиен е графичкиот приказ на слика 3.

5. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на овие практични и научни истражувања изведени комбинирано и директно на терен, може да се заклучи дека при изведување на масовни минирања на било кој површински коп, со примена на законот за осцилирање на тлото, и примената на добиените меѓузависности и корелации, практично се овозможува да при експлоатацијата и изведувањето на масовните минирања да се намалат негативните ефекти пред сè од аспект на сеизмички влијанија.

На овој начин може да се зголеми ефикасноста при експлоатацијата, да се заштитат околните објекти од овие влијанија и пред сè да се предвиди и предходно обезбеди сигурност на сите околни објекти, машини и луѓе во поглед на дејството на сеизмичките бранови и потреси предизвикани при минирањата.

Ова од научна гледна точка претставува поттик за истражувања на овие сеизмички влијанија и во лабораториски услови, различни модели, различни карпи со свои специфичности а исто така, обемен дел од научни истражувања можат да се извршат и во поглед на влијанието на начинот на иницирање, методата и фронтот на минирање, типовите на експлозив, длабочината на површинскиот коп, распоредот на експлозивното полнење, геометријата на дупчење и т.н.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Дамбов, (2011), Анализа на критериумите за оцена на потреси и безбедносни растојанија при минирање, Магистерска работа, УГД, Институт за рударство, Штип.
2. Р. Дамбов, (2013), Дупчење и минирање, универзитетски учебник, УГД, ФПТН, Штип
3. С. Трајковиќ, (2005), Техника минирања и потреси, учебник, РГФ Београд, Србија