

НОВА ЕФЕКТИВНА И ЕКОЛОГИЧНА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА РАЗРУШАВАНЕ НА СВРЪХГАБАРИТНИ КЪСОВЕ СЪС ЗАРЯДИ С КУМУЛАТИВНО ДЕЙСТВИЕ

Гергана Камбурова

Славчо Лазаров

Минно-Геоложки Университет
"Свети Иван Рилски"
София 1700, България

Минно-Геоложки Университет
"Свети Иван Рилски"
София 1700, България

РЕЗЮМЕ

В изпълнение на задача по договор с Еколинкс към Американската Агенция за Международно Развитие е разработена нова технология за екологични и ефективни промишлени взривни работи за разрушаване на свръхгабаритни късове със заряди с кумулативно действие за условията на кариера "Скаквица", към БДЖ. При досегашната технология това се осъществява с открити заряди с различно тегло поставени върху скалните късове. Няколко скални къса са свързват с мрежа от ДШ и се взривяват едновременно. Тази технология води до голям разход на ВВ, значителен разлет на късове и голяма въздушна вълна. С разработената нова технология са изпълнени следните основни задачи:

1. Разработена е нова конструкция на заряда с използване на кумулативния ефект;
2. Разработени са 4-ри типа размера заряди за различните по обем скални късове;
3. Разработена е нова схема за инициране на зарядите в зависимост от тяхната големина и местонахождение;
4. Предлага се подмяна на взривното вещество и неговата опаковка.

В резултат на внедряването на новата технология се постига:

Намалява се с над 2 пъти относителния разход на ВВ за 1m^3 ;

Намаляват се с над 2 пъти вредните газопрахови емисии от вторичните взривни работи

Намаляват се с над 25% разходите по извършването на вторичните взривни работи;

Намаляват се до минимум в границите на взривното поле разлета на скални късове и ударна въздушна вълна.

Всичко това допринася за осъществяването на екологична и ефективна технология за разрушаване на свръхгабаритни късове.

Новата технология е разработена в изпълнение на задача по договор с Еколинкс към Американската Агенция за Международно Развитие за условията на кариера "Скаквица", към БДЖ. Тази технология може да се мултиплицира за всички условия при добив на инертни материали.

С разработката на тази нова технология се цели:

1. Намаляване на относителния разход на експлозиви за разрушаване на 1m^3 негабаритен къс с над 50% -- от $2-3\text{ kg/m}^3$ до $1-1,3\text{ kg/m}^3$;
2. Намаляване над 50% на вредните газопрахови емисии, отделящи се при разрушаване на свръхгабаритни късове;
3. Елиминирание разлета на скални късове и значително намаляване на ударната въздушна вълна при разрушаване на негабаритите в границите на взривното поле.
4. Намаляване с над 25% разходите за Вторични взривни работи.

Тези основни цели се постигат чрез прилагане на следните основни нови технически решения, залежали в новата технология:

1. Класификация на отделящите се свръхгабаритни късове и определяне на четири основни групи по обем по примера на кариера "Скаквица". Негабаритите, подлежащи на взривяване представляват здраво спонни пясъчници, дребно до среднозърнести, в по редки случаи-едрозърнести. Обемното им тегло е между $2,2$ и $2,5\text{ t/m}^3$. Характеризират се с коефициент на твърдост по Протодяконов от 6 до 8.

Характерните размери на негабаритните късове са дадени в таблица 1.

Таблица 1 Характерни размери на негабаритните късове

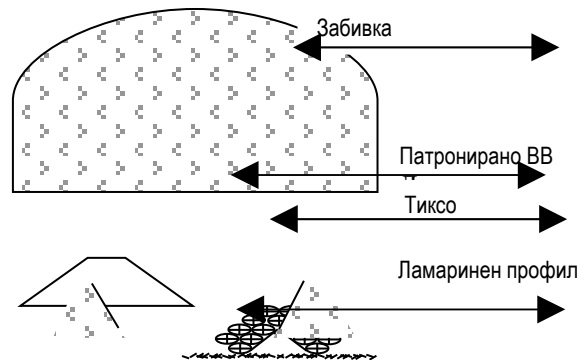
№ по ред	Дължина, м	Ширина, м	Височина, м	Обем, m^3
1	1.5	1.2	1	1.5-1.8
2	1.5	1.2	1.2	1.9-2.2
3	1.5	1.5	1.2	2.2-2.7
4	2	1.5	1.2	3-3.6
5	2	1.5	1.5	3.8-4.5
6	2	2	1.5	5-6
7	2.5	2	2	8.8-10
8	3	2	2	10.5-12

2. Класификация на свръхгабаритните късове по разположение на основната плоскост с цел най рационално разполагане на изготвения заряд.
3. Разработване на нова конструкция на зарядите за разрушаване на свръхгабаритните късове, с използване на кумуляционния ефект. Зарядите се разработват с кумулативни празнини на място.
4. Осъществяване на милисекундно закъснение на групата едновременно взривявани свръхгабаритни късове и нова схема на инициране на зарядите в зависимост от тяхната големина и местонахождение.
5. Употреба на най- подходящо прахообразно взривно вещество от екологическа и ефективна гледна точка в патрониран вид с марка Лазарит, в резултат на извършените лабораторно-полигонни изследвания в изпитателната лаборатория. Беше установено че ВВ Лазарит отделя сравнително малко токсични газове в околната среда, ефективно раздробява свръхгабаритните късове и има сравнително ниска пазарна цена в сравнение с другите налични ВВ.
6. Използване на забивка поставена върху зарядите, с цел да се намалят вредните емисии и да се постигне по добро раздробяване на негабаритните късове.

Зарядите се изготвят непосредствено на работните места от патронирано взривно вещество от типа "Лазарит" или "Амонит 6", като на контактната повърхност между

заряда и скалния къс се оформя кумулативна празнина посредством V-образно огънат лист от тънка ламарина с лот 0,35-до 0,5mm.

На фигура 1 е дадена схема на приготвен заряд за Вторични взривни работи.



Фигура 1: Нова конструкция на заряда при Вторични взривни работи.

В таблица 2 са дадени параметрите на зарядите в зависимост от размера и типа на свръхгабаритния къс.

Таблица 2 Взривни параметри, типоразмери и модификации на зарядите с кумулативно действие

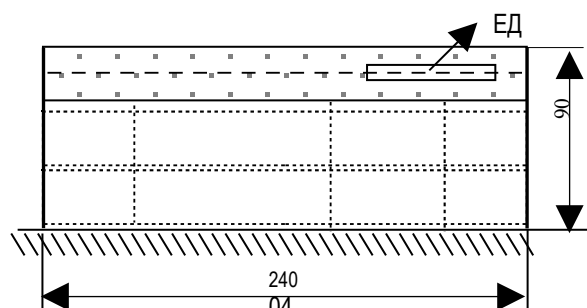
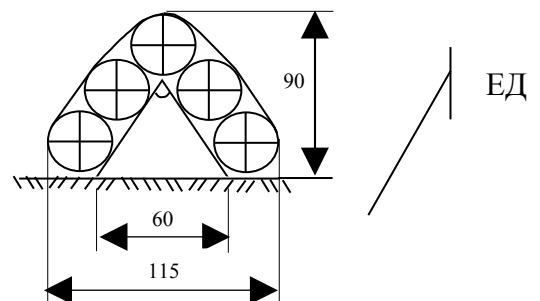
Заряд №	Модификация	Маса на заряда, кг	Дълж.на заряд, mm	Брой патрони от ВВ	Брой редове патрони	Брой боевици	Негабарити m ³	Кол. Заб. Dm ³
1	I	2	240	5	1	1	до 1	15
2	I	2,2	240	11	2	2	1,5-2,2	30
	II	4,4	460	22	2	2	2,5-4,5	60
3	I	3	240	15	2	2	2-3	40
	II	6	480	30	2	2	4-6	80
	III	9	480	45	2+1	2	6-9	150
4	I	4,8	240	24	3	2	3,6-4,8	70
	II	9,6	480	48	3	2-4	7,5-9,5	120
	III	10	480	50	3+1	2-4	8,5-10	150

В разработената и утвърдена технология за вторични взривни работи са дадени основните конструкции на зарядите в зависимост от големината и разположението на свръхгабаритния къс.

За разрушаване на негабаритните скални късове в кариера "Скакавица" е предвидено да се прилагат 4 типоразмера заряди, обособени в зависимост от големината и размерите на V-образния профил, броя на патроните и броя на редовете от патронирано взривно вещество наредени върху профила. На фигура 2 са дадени конструкциите на зарядите от различните типоразмери по таблица 2, в зависимост от големината на скалния масив за разрушаване.

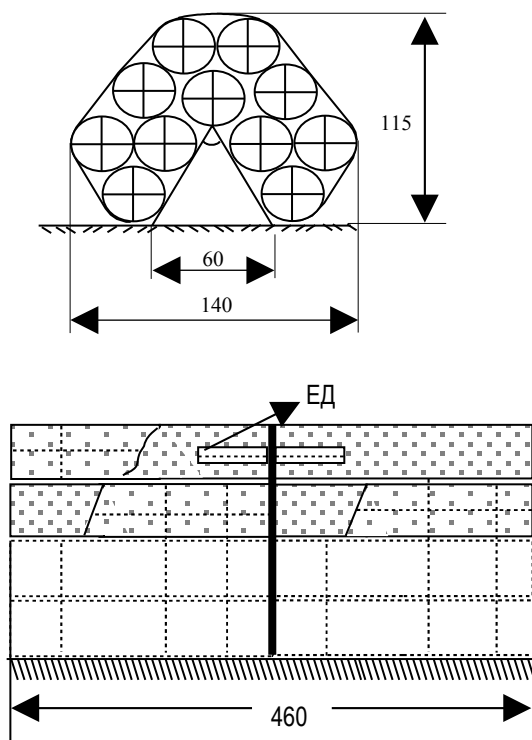
Заряд № 1 представлява заряд изготвен от 5 броя патронирано ВВ по 200 г всеки разположени равномерно върху V-образния ламаринен профил с формата на равностранен триъгълник с дължина на страната 60 mm. Прилага се за малки по големина и обем негабаритни

скални късове до 1 m³ и разрушаване на козирки. Дължината на заряда е 240mm.



Фигура 2.1. Типоразмер 1

Заряд № 2-изготвя се от 2 реда патронирано ВВ от по 200g всеки разположени равномерно върху V-образния ламаринен профил, както при заряд № 1. Използват се за раздробяване на негабаритни скални късове с обем 2-4 m^3 . Съществуват две модификации, в които се прилага заряд № 2 с 240 и 480 mm дължина и маса на заряда съответно 2,4 и 4,4 kg ВВ.



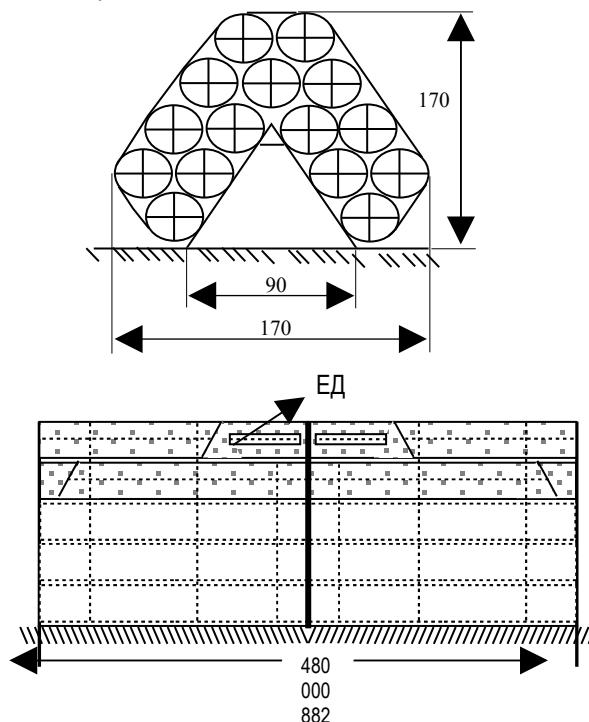
Фигура 2.2. Типоразмер 2, Модификация II

Заряд № 3-съставен от 2 реда патронирано ВВ с маса на патрона 200g разположени по катетите на равностранния триъгълник от V-образния ламаринен профил с дължина на страната 90 mm. Прилага се при разрушаване на негабаритни скални късове с обем от 3 до 9 m^3 . Разработени са три типоразмера от заряд № 3 с дължини 240, 480 и 480 с маса на зарядите съответно 3 до 9 kg.

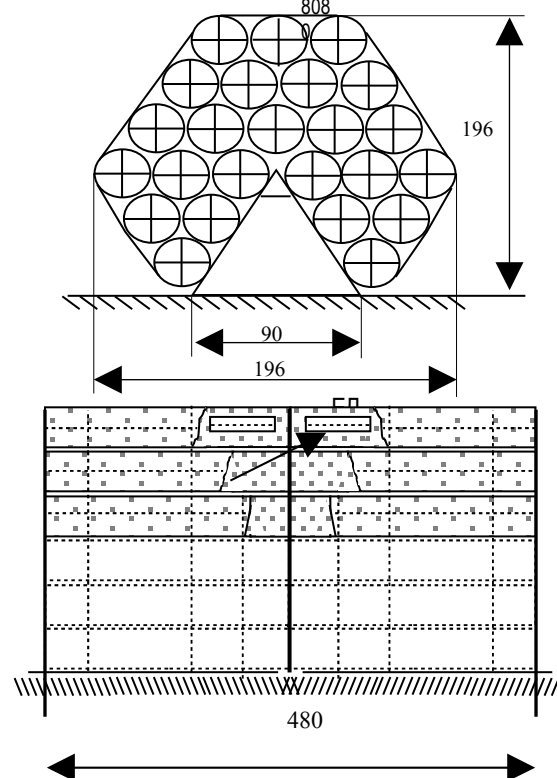
Заряд № 4 - представлява 3 реда патронирано ВВ подредено върху V-образния ламаринен профил, както при заряд № 3. Използват се за раздробяване на негабаритни скални късове с обем 2-4 m^3 . Разработени са следните модификации с дължини и ВВ както следва: 240 mm - 4,8 kg; 480 mm - 9,6 kg; 480 mm - 10 kg. Заряд № 4 се прилага при раздробяване и частично разрушаване на сравнително големи по размери и обем негабаритни скални късове от порядъка на 4-10 m^3 .

Изграждането на зарядите се извършва непосредствено на работните места по две технологии:

- Технология 1. Заряда се изгражда от предварително свързани един към друг патрони от ВВ по 5 или 7 броя в зависимост от номера на заряда, който ще се използва, привързането им се осъществява с отпадъчни проводници от ЕД. Предимствата при използване на тази технология са: гарантирана пълна компактност на заряда; бързо изграждане на заряда на мястото на взривяване; приложим е при стръмни вертикални плоскости на взривявания обект. Недостатъци: сравнително големи по обем подготвителни работи.



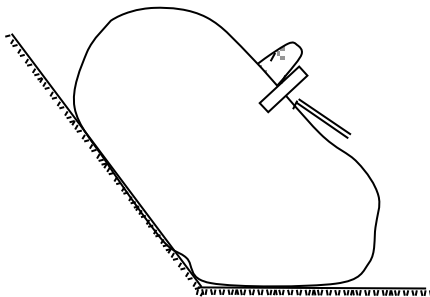
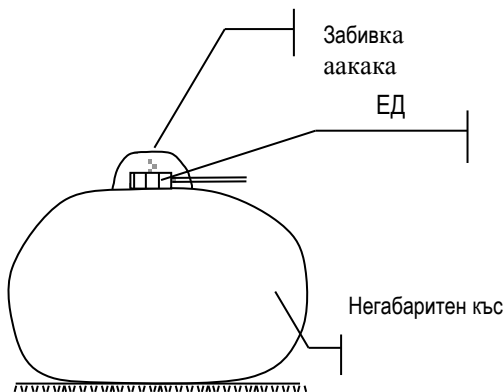
Фигура 2.3. Типоразмер 3, Модификация II



Фигура 2.4. Типоразмер 4, Модификация II

- Технология 2. Заряда се конструира върху взривявания негабаритен скален къс, като едновременно с изграждането на заряда се полага и забивката. Предимствата при тази технология са: плътно прилагане на заряда към взривявания обект; малки по обем подготвителни работи. Недостатъци: изисква се по голямо внимание и умение при изграждане на зарядите; не е приложим при монтиране върху стръмни и вертикални плоскости.

На фигура 3 е дадена схема за поставяне на изградения кумулативен заряд върху скалния къс и поставената върху него забивка.



Фигура 3. Разположение на зарядите в зависимост от скалния къс

С прилагането на тази технология се осъществяват основните цели за разработване на ефективни и екологични вторични взривни работи в кариера "Скакавица".

От разработената и внедрена в кариера "Скакавица" нова технология за разрушаване на свръхгабаритни късове с кумулативни заряди могат да се направят следните основни изводи:

1. Разработената технология е практически приложима и може да се използва чрез изработване на кумулативните заряди на място на тяхната употреба.
2. При използване на новата технология се постига:

- намаляване на над 2 пъти на относителния разход на ВВ за разрушаване на свръхгабаритни късове;
- намаляване над 2 пъти на вредните газопрахови емисии отделящи се в околното пространство при вторичните взривни работи;
- неколккратно намаляване на разлета на скални късове;
- неколккратно намаляване на ударната въздушна вълна и шума при вторичните ВР;
- възможност за едновременно взривяване на голям брой скални късове с прилагане на електрическа схема с милисекундно взривяване

ЛИТЕРАТУРА

- Лазаров Сл., 1988. Взривни работи, изд. Техника.
- Лазаров Сл., Камбурова Г., 2001. "Технологичен проект за нова технология за първични взривни работи в кариера "Скакавица с прилагане на милисекундно разрушаване на скалния масив"-Еколинкс.
- Лазаров Сл., Камбурова Г., 2001. "Технологичен проект за взривно разрушаване на негабаритни късове със заряди с кумулативно действие за условията на кариера Скакавица"-Еколинкс.

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

NEW EFFECTIVE AND ECOLOGICALLY FRIENDLY TECHNOLOGY FOR DEMOLITION OF BLAST DEMOLITION OF EXCISE DIMENSION ROCKY PIECES WITH CUMULATIVE ACTION CHARGES

Gergana Kamburova

Slavcho Lazarov

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

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

SUMMARY

As a result of the work performed under a US AID—Ecolinks sponsored project, developed was a new technical process for Blast demolition of excise dimension rocky pieces with cumulative action blast charges for the condition Skakavitsa Rock Quarry, State Bulgarian Railroad Company. At the previously used technology the fragmentation of the excise dimension rocky pieces was achieved through utilization of open charges with various weight placed above the rocks. The simultaneous detonation of several rocky pieces was accomplished through Detonation cords, which led to large expense of explosives, large quantity of flying rocks and substantive air blast. The developed new technology included:

- Introduction of the newly developed charge construction for demolition of excise dimension rock pieces
- Classification of the oversize rock in four types by the location of the primary flat surface for the purpose of achieving a more effective placement of the charge.
- Development of a new scheme of charge initiation, according to rock's size and location;
- Proposing a change in the blasting agent and its packaging.

The following targeted objectives were reached through the implementation of the new technology for secondary blasting operations:

- Reducing the quantity and cost of explosives for demolition of a 1m³ rock piece by over 50% ;
- Decreasing, by over 50%, the toxic gas emissions resulting from demolition of oversize rock;
- Eliminating flying rock and largely minimizing the air blast in the blasting field;
- Over 25% reduction in the costs of the secondary blasting operations

All this measures contribute to more ecologically friendly and effective demolition of excise dimension rocks.

The new technology was developed under contract with Ecolinks, initiative of the US Agency for International Development, conducting assistance for quarry Skakavitsa, the Bulgarian State Railroad Company. This technology could be successfully used for varied conditions in extraction of inert materials.

2,5t/m^{3m} and have Protodiakonov coefficient for firmness of 6 to 8.

The characterizing proportions of the excise dimensions rocky pieces are given in Table 1.

Table 1 The characterizing proportions of the excise dimensions rocky pieces

№	Length,m	Width,m	Height,m	Volume,m ³
1	1.5	1.2	1	1.5-1.8
2	1.5	1.2	1.2	1.9-2.2
3	1.5	1.5	1.2	2.2-2.7
4	2	1.5	1.2	3-3.6
5	2	1.5	1.5	3.8-4.5
6	2	2	1.5	5-6
7	2.5	2	2	8.8-10
8	3	2	2	10.5-12

The goals and main objectives of the developed technology were:

1. Reduction the relative cost of explosives for demolition of 1m excise dimension rocky piece with over 50 % -- from 2-3 kg/m³ to 1-1,3 kg/m³;
2. Decrease of over 50 % the toxic gas emissions resulting form demolition of excise dimension rocky pieces;
3. Elimination of flyrocks and substantial reduction of the shock wave at demolition of excise rocky pieces in the blasting field;
4. Over 25 % reduction in the cost of secondary blasting operations.

These main objectives are achieved through the implementation of the following technological solutions, part of the new technology:

- Classification of the resultant excise dimension rocks and their organization in four major groups, based on rock's volume. The excise dimension rocky pieces are compactly built up of sand, small to medium grains, and on rare occasions coarse. Their weight is between 2,2 and
- Classification of the excise dimension rocky pieces by the location of the primary flat surface for the purpose of achieving more effective placement of the charge.
- Introducing new charge construction for demolition of excise dimension rocky pieces. The charges are prepared with cumulative gaps at Skakavitsa quarry.

- Achieving blasting of a group of excise dimension rocks based on their size and location through the use of a new process of charge initiation with a millisecond delay.
- Deployment of more suitable from ecological and effective standpoint cartridge emulsion-type explosive with brand name Lazarit, chosen after extensive testing and examination at the Minenergo Ltd. testing center. Determined was that this explosive emits fewer toxic gases in the environment, fragments the excise dimension rock pieces more efficiently, and has a relatively low market price compared to other available explosives.
- Use of stemming over blast charges aiming at reduction of toxic emissions and attaining of better rock fragmentation.

as in the contact area between the charge and the rocky piece is formed cumulative gap through placing a V-shaped thin laminated iron sheet with size of 0,35 to 0,5mm.

Figure 1 below shows a prepared charge for Secondary Blasting operations.

Table 2 gives the charge parameters according to the size and location of the excise dimensions rocky pieces.

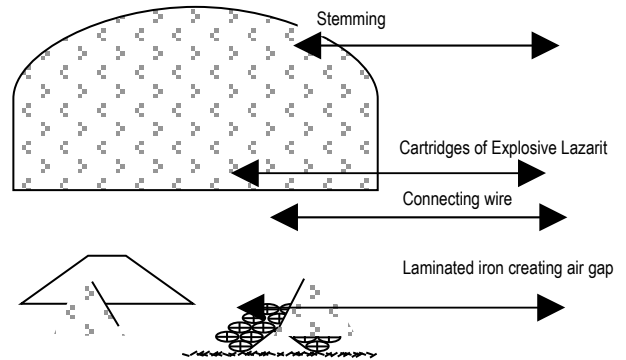


Figure 1. New charge construction for secondary blasting

The charges are prepared at the field from the cartridge emulsion type explosive Lazarit and explosive type Amonit 6,

Table 2 Blasting Parameters, types and modifications of the CHARGES WITH CUMULATIVE ACTION

Charge №	Modification	Charge mass, kg	Charge length, mm	No of explosive, cartridges	No of cartridge lines	No of blasting caps ЕДМР-25	Volume of oversize rock, m ³	Size of stemming, dm ³
1	I	2	240	5	1	1	до1	15
2	I	2,2	240	11	2	2	1,5-2,2	30
	II	4,4	460	22	2	2	2,5-4,5	60
3	I	3	240	15	2	2	2-3	40
	II	6	480	30	2	2	4-6	80
	III	9	480	45	2+1	2	6-9	150
4	I	4,8	240	24	3	2	3,6-4,8	70
	II	9,6	480	48	3	2-4	7,5-9,5	120
	III	10	480	50	3+1	2-4	8,5-10	150

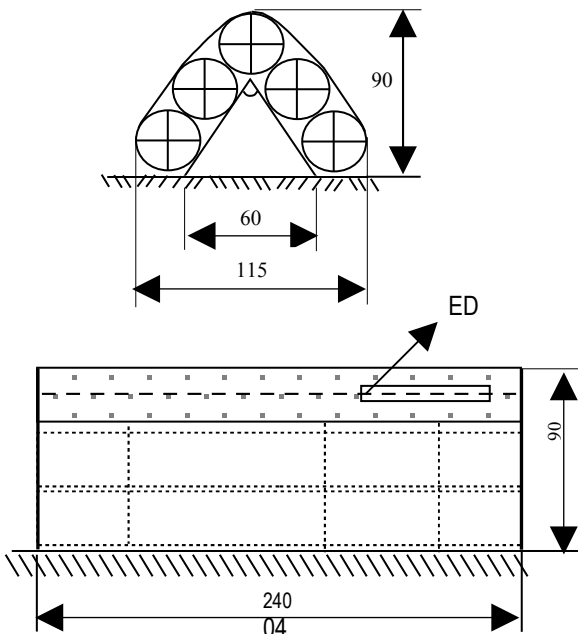


Figure 2.1. Charge type 1, Modification 1

The principal charge construction corresponding to the four groups of excise dimension rocky pieces are presented in the documentation of the developed and approved technological process.

For fragmentation of the excise dimension rocky pieces at quarry Skakavitsa are applied four types charges prepared according to the size of the V-shaped profile, the number of the cartridges and the number of the lines of the explosive cartridges placed on the profile. The four types charge constructions corresponding to the four groups of rocky pieces described in Table 2 are shown in Figure 2.

Charge №1 is prepared of five 200 g- cartridge explosive evenly placed on the V-shaped laminated iron sheet, representing an equilateral triangle with length of the side 60

mm. This charge construction is designed for small rocky pieces (up to 1 m³) and demolition of peaks. The length of the charge is 240mm.

Charge № 2 is constructed of 2 lines 200g cartridge explosive placed evenly on the V-shaped profile as in charge № 1. This charge is designed for rocky pieces with volume 2-4 m³. There are two modifications based on the length of the charge -- 240 and 480 mm applied for 2,4 и 4,4 kg sized rocks respectively.

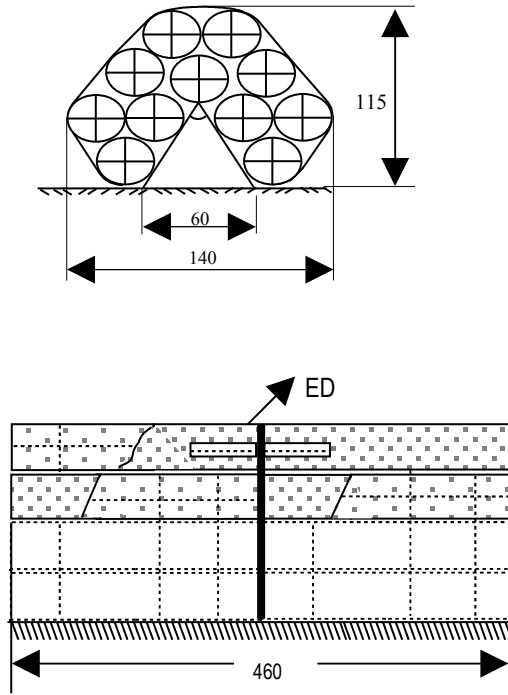


Figure 2.2.. Charge type 2, Modification II

Charge № 3 is composed of two lines explosives with the charge of the cartridge 200g placed on the sides of the triangle of the V-shaped laminated iron with length of the sides 90 mm. This charge type is used with excise dimension rocky pieces with volume from 2 to 9 m³. Developed are three modification of this charge type for lengths of 240,480 and 480 and respective mass of 3 to 9 kg.

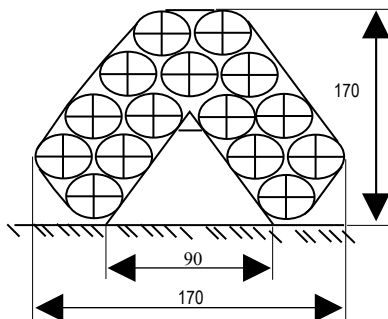


Figure 2.3. Charge type 3, Modification II

Charge № 4 represents three lines of cartridge explosive arranged on the V-shaped laminated iron profile. Developed are three modifications with the length of the charge as follows: 240 mm - 4,8 kg; 480 mm - 9,6 kg; 480 mm - 10kg. The charge is used for the fragmentation and partial demolition of relatively large sized rocky pieces in the range of 4 - 10m³.

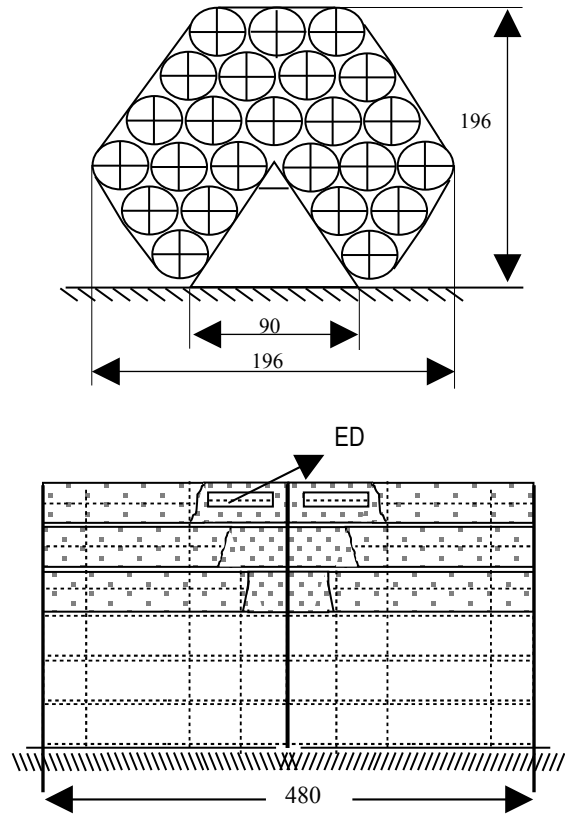
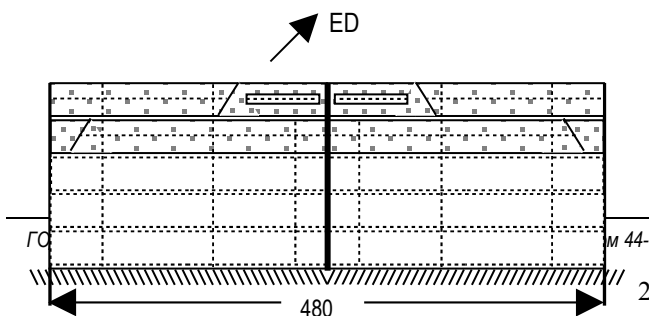


Figure 2.4. Charge type 4, Modification II

The preparation of the charges is conducted on the blasting field by two technologies:

- Technology 1. The charge is assembled from wrapped cartridges of explosive – five or seven, depending on the type of the charge to be used. The cartridges are strapped up with recycled wires of electric detonators. The advantages of this technology include: ensuring absolute compactness of the charge, rapid assembly of the charge at place of application, and its suitability for steep, vertical terrains. Disadvantage of the technology is the relatively large extensive preliminary preparation.
- Technology 2. The charge is constructed above the excise rocky piece as the stemming is applied simultaneously. Advantages of this technology are the firm securing of the charge to the object to be detonated and the fewer preliminary preparations. The technology, however, requires extra attention and skill for the preparation of the charge. Another



disadvantage is that this technology is not applicable at steep and vertical terrains.

Figure 3 presents scheme for situating of the prepared cumulative charge on rocky piece with applied stemming.

The implementation of the newly developed technology for Blast demolition of excise dimension rocky pieces with cumulative action blast charges achieved the main objectives of more effective and ecologically friendly secondary blasting operation at quarry Skakavitsa.

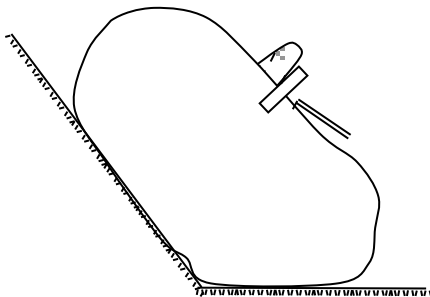
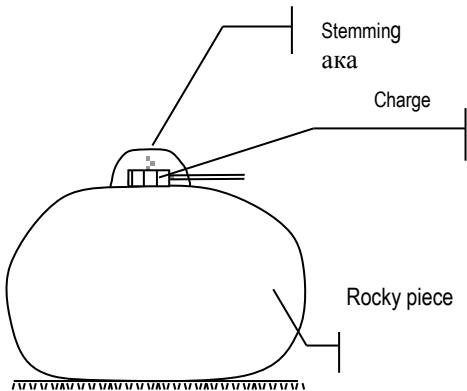


Figure 3. Placement of charges over rocky pieces

The developed and implemented at quarry Skakavitsa new technology for demolition of excise dimension rocky pieces, utilizing charges with cumulative action lead to the following conclusions:

1. The developed technology is practical, feasible and allows the preparation of the cumulative charges at the location of their usage.
2. The new technology achieves:
 1. Reducing the quantity and cost of explosives for demolition of a 1m³ rock piece by over 50% ;
 2. Decreasing, by over 50%, the toxic gas emissions resulting from demolition of oversize rock;
 3. Substantially reducing the flyrock in the blasting field ;
 4. Significantly minimizing the air blast and sound at secondary blasting operations;
 5. Simultaneous demolition of many rocky pieces with the application of the electrical scheme of millisecond delay.

REFERENCES

- Lazarov, Sl.,1988. "Blasting Operations", publishing house Tehnica
- Kamburova, G. & Lazarov, S., 2001. "Technological Project for the new technology for primary blasting operations at quarry Skakavitsa with the applications of millisecond demolition of the rocky mass". Ecolinks.
- Kamburova, G. & Lazarov, S., 2001. "Technological Project for blasting demolition of excess demetion rocky pieces with charges with cumulative effect for the conditions of quarry Skakavitsa. Ecolinks.

*Recommended for publication by Department
of Opencast Mining and Blasting, Faculty of Mining Technology*