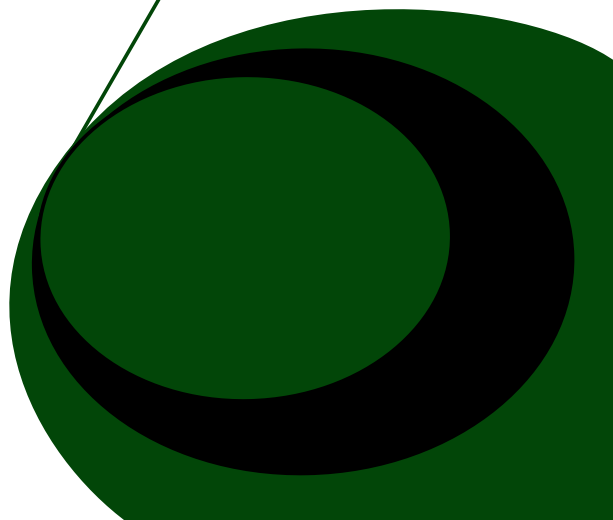

Универзитет „Гоце Делчев“
Факултет за природни и технички науки
Институт за рударство

Проф. д-р РИСТО ДАМБОВ

ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ

Ш Т И Ц, 2013



РИСТО ДАМБОВ

ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ

Автор

Проф. д-р **Ристо Дамбов**, дипл. руд. инж., Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство

ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ**Рецензенти**

Д-р Зоран Панов, редовен професор, Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип
Д-р Николинка Донева, доцент, Факултет за природни и технички науки, Институт за рударство, Штип

Издавач

Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

Лектура

Даница Гавриловска-Атанасовска (I дел – Дупчење)
Славица Манчева (II дел - Минирање)

Техничка обработка

М-р Илија Дамбов, дипл. руд. инж.

Печатница

2^{ри} Август, Штип

Година: 2013

Тираж: 200 примероци

Со Одлука на ННС на ФПТН при УГД - Штип, ракописот е одобрен за издавање како универзитетски учебник со Одлука број 2202-302/43 од 29.10.2013 година

Сите права за издавање и репродукција ги задржуваат издавачот и авторот

Универзитет „Гоце Делчев“
Факултет за природни и технички науки
Институт за рударство



Проф. д-р РИСТО ДАМБОВ

ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ

ШТИП, 2013

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.23(075.8)

ДАМБОВ, Ристо

Дупчење и минирање [Електронски извор] / Ристо Дамбов. - Текст,
илустр.. - Штип : Универзитет "Гоце Делчев", Факултет за природни и технички
науки, Институт за рударство, 2013

Начин на пристап (URL): <http://www.ugd.edu.mk>. - Наслов превземен
од екранот. - Опис на изворот на ден 29.11.2013. - Библиографија:
стр. 365-366

ISBN 978-608-4708-62-9

а) Рударство - Дупчерско-минерска работа - Високошколски учебници
COBISS.MK-ID 95091978

СОДРЖИНА

I Дел - ДУПЧЕЊЕ

	Страна
1. ВОВЕД	1
1.1. Задача и цел на дупчењето	1
1.2. Теорија и техника на дупчење	2
1.3. Развој на техниката на дупчење и минирање	3
2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА РАБОТНАТА СРЕДИНА	7
2.1. Физичко – механички карактеристики на работната средина	7
2.1.1. Класификација на карпите	8
2.1.2. Физички својства на карпите	9
2.1.3. Хидрофизички својства на карпите	15
2.1.4. Механички својства на карпите	15
2.1.5. Технички својства на карпите	17
2.1.6. Акустични својства на карпите	19
3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СИСТЕМИТЕ ЗА ДУПЧЕЊЕ	20
3.1. Системи за дупчење	23
3.1.1. Ударно дупчење	23
3.1.1. Ротационо дупчење	25
3.1.1.1. Теориски основи на сечење карпи при ротационо дупчење	26
3.1.1.2. Машини и прибор за ротационо дупчење ..	28
3.1.3 Ударно – ротационо дупчење	31
3.1.3.1. Основни фактори на техниката на дупчење ..	33
3.1.3.2. Типови на дупчалки за ударно - ротационо дупчење	36
3.1.4. Ротационо - ударно дупчење	45
3.1.5. Термичко дупчење	50
3.1.5.1. Инструмент за термичко дупчење	52

4.	АЛАТ И ПРИБОР ЗА ДУПЧЕЊЕ	57
5.	ГАРНИТУРИ (МАШИНИ) ЗА ДУПЧЕЊЕ	75
	5.1. Типови на современи дупчечки гарнитури.....	80
	5.1.1. Дупчалки за површинска експлоатација	81
	5.1.2. Дупчалки за подземна експлоатација	85
	5.1.3. Типови дупчалки при експлоатација на архитектонско - градежни блокови	88
	5.1.4. Типови дупчалки за подводно дупчење	93
6.	КОНСТРУКЦИЈА И ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДУПЧАЧКИТЕ ГАРНИТУРИ	94
	6.1. Работни механизми	95
	6.1.1. Помошни механизми за напредување	95
	6.1.2. Ротационо - помошни механизми на дупчалка за дупчење со конусни делта	96
	6.2. Уреди за отстранување на издупчениот материјал од дупчотината	96
	6.3. Уреди за движење на дупчечката гарнитура	98
7.	ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА РЕЖИМОТ ПРИ ДУПЧЕЊЕ	99
	7.1. Режим на дупчење на мински дупчотини со конусни круни	102
	7.2. Избор на најпогоден режим за дупчење на мински дупчотини	104
8.	КАПАЦИТЕТ НА ДУПЧАЛКИТЕ	106
	8.1. Потребен број на дупчалки.....	110
9.	ПРОЕКТИРАЊЕ НА ДУПЧЕЧКИТЕ РАБОТИ	113
	9.1. Избор на дупчечка гарнитура и метода на дупчење ...	116
	9.2. Организација и шеми на дупчење	117
10.	ПРОДУКТИВНОСТ И ТРОШОЦИ ПРИ ДУПЧЕЊЕ	121

II Дел - МИНИРАЊЕ

ВОВЕД	129
1. ЕКСПЛОЗИВНИ МАТЕРИИ	131
1.1. Својства на експлозивите	131
1.2. Класификација и типови на експлозиви	134
1.2.1. Прости - иницијални експлозиви	137
1.2.2. Базни експлозиви	138
1.2.3. Стопански експлозиви	140
2. ИНИЦИЈАЛНИ СРЕДСТВА ..	155
2.1. Функција на иницирањето	155
2.2. Видови средства за иницирање	156
2.2.1. Средства за електрично палење на мини	172
2.2.2. Неелектрични (НОНЕЛ) системи за иницирање	178
2.3. Ударни патрони	191
2.3.1. Функција на ударниот патрон	191
2.3.2. Начин на подготовка и типови на ударни патрони ..	191
3. ПОИМ ЗА ЕКСПЛОЗИЈА И ЕКСПЛОЗИВНИ ПРОЦЕСИ	195
3.1. Хемиски експлозивни процеси	196
3.2. Поим за индустриски експлозив	198
3.3. Механизам на експлозија	200
3.4. Дејство на експлозија во неограничена и ограничена средина	203
4. ОСНОВНИ ДУПЧЕЧКО - МИНЕРСКИ ПАРАМЕТРИ	207
4.1. Избор на пречник на минска дупчотина	209
4.2. Избор на рационална висина на етажа	211
4.3. Линија на најмал отпор (W, ЛНО)	212
4.4. Избор на рационална величина на продупченост (L_{pod}) ...	216
4.5. Мрежи на мински дупчотини	217
4.6. Должина на мински дупчотини	219
4.7. Должина на столбот со експлозивно полнење и должина на чепот	220
4.8. Количина на експлозивно полнење и зафатнина на материјал	221
4.9. Точост на дупчење (девијација)	222

4.10. Растојание помеѓу редови (B, b)	223
4.11. Растојание помеѓу дупчотини (A, a)	224
4.12. Должина на чепот	225
4.13. Конструкција на експлозивот во дупчотините	227
4.14. Специфична потрошувачка на експлозив (q)	228
4.15. Значење на дупчечко-минерските параметри од практична гледна точка	231
5. МИНЕРСКО - ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕКСПЛОЗИВИТЕ ..	233
5.1. Технички својства на експлозивите	234
5.2. Минерски карактеристики на експлозивите	243
6. МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ	249
6.1. Основни поставки на методите за минирање	250
6.1.1. Полнење на минските дупчотини со експлозив и нивно зачепување	250
6.1.2. Избор на интервал на забавување (задоцнување) ..	254
6.1.3. Шема на иницирање	257
6.1.4. Видови на забавувања	257
6.1.5. Одредување на оптимален интервал на забавување	259
6.1.6. Избор на тип на експлозив	260
6.1.7. Гранулометриски состав на изминираниот материјал	263
6.2. Методи на минирање со кратки (мини) дупчотини	266
6.3. Методи на минирање на длабоки мински дупчотини	268
6.4. Методи на минирање на проширени дупчотини (котловско минирање)	272
6.5. Методи на контурни минирања	274
6.6. Методи на секундарни минирања	281
6.7. Методи на минирање при експлоатација на архитектонско - украсен камен	285
6.7.1. Дупчење и минирање во раздробени зони	286
6.7.2. Дупчење и минирање при изработка на усеци и канали	287
6.7.3. Дупчење и минирање при добивање на ламели	291

6.8. Методи на изработка на подземни рударски простории . .	296
6.9. Методи на специјални минирања	305
6.9.1. Општи и посебни мерки за заштита	306
6.9.2. Метода на пробивање и изградба на шумски патишта	306
6.9.3. Изработка на мелиоративни објекти и канали . . .	313
7. ШЕМИ НА ПОВРЗУВАЊЕ И ИНИЦИРАЊЕ ПРИ МИНИРАЊЕ	316
7.1. Фронтални шеми	318
7.2. Дијагонални шеми	320
7.3. Клинесто-дијагонални шеми	321
8. СИГУРНОСНИ РАСТОЈАНИЈА ПРИ МИНИРАЊЕ	322
8.1. Пресметка на сигурносни растојанија од дејство на воздушно - ударните бранови	322
8.2. Пресметка на сигурносни растојанија од расфрлени парчиња (фрагментно дејство)	324
8.3. Сигурносни растојанија при дејство на сеизмички потреси	326
9. МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНА РАБОТА ПРИ МИНИРАЊЕ И РАКУВАЊЕ СО ЕКСПЛОЗИВНИ СРЕДСТВА	329
9.1. Лица кои можат да вршат минирања	330
9.2. Безбедносни мерки при превоз на експлозивни средства	331
9.3. Правила при сместување - складирање на експлозиви . . .	333
9.4. Безбедносни мерки при изведување на минирања	336
9.5. Складирање на експлозивите и експлозивните материи . .	339
9.5.1. Површински магацини	340
9.5.2. Полувакрани магацини (складишта)	341
9.5.3. Подземни (јамски) магацини	342
9.6. Уништување на експлозивите и експлозивните средства	342
10. ОРГАНИЗАЦИЈА НА МИНЕРСКИТЕ РАБОТИ	345
10.1. Техничка документација за минирање	347
10.2. Трошоци на минирање	350

11. ПРИМЕНА НА СОФТВЕРСКИ ПРОГРАМИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ И ПРОГНОЗА НА ЕФЕКТИТЕ ПРИ МИНИРАЊЕ	352
11.1. Апликативни софтвери	352
11.1.1. СОФТВЕР при планирање на проекти и активности	359
11.1.2. Софтвери за пресметки, дизајнирање и планирање на минирања	365
12. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	367
БИОГРАФСКИ ПОДАТОЦИ	369

ПРЕДГОВОР

Денес во светот и кај нас се добиваат големи количества на корисни минерални суровини со примена на современи техники во рударството, што не може да се замисли без дупчење и соодветно минирање на цврстите карпести маси.

Со оглед на тоа што на нашите простори и на македонски јазик не постои соодветен учебник од оваа високостручна област, со издавањето на оваа книга се заокружува и збогатува целина која опфаќа една од најзначајните, најтешките и опасни рударски операции, како што се дупчењето и минирањето.

Оваа книга е напишана според наставната програма по истоимениот предмет кој се слуша во III (трета) година на одделот Рударство, како задолжителен предмет според новата студиска програма за 2013/2014 година.

Со оглед на фондот на часови по овој предмет, материјата што е пред вас во многу поглавја е скратена, делумно објаснета, а некои, според мене, незначајни теориски поставки се комплетно исфрлени.

Книгата првенствено е наменета за студентите по рударство, а можат да ја користат студентите на одделот Рударство во сите студиски години како главен учебник по истоимениот предмет, како и за дополнување на знаењата по одделни предмети сродни со истоимениот предмет.

Исто така, оваа книга корисно ќе им послужи и на рударските инженери во пракса, и на сите останати сродни инженерски струки каде се применува техниката на дупчење и минирање (градежништво, шумарство).

Ја користам можноста да му се заблагодарам на колегата рецензент на книгата проф. д-р Зоран Панов и посебно на доц. д-р Николинка Донева на совесно и коректно прегледаниот ракопис, објективната рецензентска оценка, како и на предлозите и сугестиите во текот на конечното обликување на ракописот.

Се заблагодарувам и ги охрабрувам идните читатели на оваа книга за упатување на корисни сугестии и забелешки кои со задоволство ќе ги прифатам.

Благодарност за моите најблиски **Лиле, Ели и Илија** за разбирањето и поддршката што ми ја даваа во текот на средувањето на ракописот.

Авторот

1. ВОВЕД

1.1. ЗАДАЧА И ЦЕЛ НА ДУПЧЕЊЕТО

Денес во светот се добиваат огромни количества на минерални суровини со примена на современи рударски техники кои не можат да се замислат без дупчење и соодветно минирање на карпестата маса.

Дупчењето е операција што служи за изработка на цилиндрични дупки со разновиден пречник и длабочина, во цврсти карпи со различен минералоски состав со одредена намена (истражно дупчење, експлоатационо дупчење, дупчење за помошни хидро објекти, за вода итн.).

Експлоатационото дупчење е поврзано со минирањето каде што со изработка на мински дупки и нивно пополнување со експлозив се врши растресување и раздробување на цврста карпеста маса во одреден гранулометриски состав погоден за понатамошните фази при експлоатацијата.

Параметрите на мрежата на дупчење и потрошувачката на експлозив по тон на изминирана маса ги дефинираат економските показатели на дупчечко-минерските работи.

Длабинското дупчење на површинските копови се применува со цел за изработка на длабински дупкотини за минирање на јаловината или корисните супстанции на работната етажа со цел за одвојување и ситнење на карпите во големи парчиња. Покрај ова длабинско дупчење има голема примена и за изработка на дупкотина-бунар за одводнување на површинските копови, како и за изработка на истражни дупкотини за геолошки истражувања.

Според длабочината се разликуваат плитки и длабоки дупкотини, а според пречникот се делат на: дупкотини со мал пречник и дупкотини со голем пречник.

Плиткото дупчење (до **5m**) со пречник на дупкотините до **50mm** се употребува најмногу за експлоатационо дупчење при изработка и експлоатација со подземни јамски простории и секундарни дупчења на површинските копови.

Длабоки дупкотини (до **50m**) со мал и голем пречник (до **400mm**) се употребуваат при експлоатација на корисни минерални суровини, за масовни експлоатациони минирања во тврди работни средини (рудници за

металични и неметалични руди) и за изработка на окна и тунели со специјални градежно-рударски постапки.

Посебен вид длабинско дупчење претставува изработката на окна и бунари со дупчење за добивање на подземна вода, термална енергија, нафта и природен гас (овие дупчотини можат да бидат со различни пречници во дијапазон од **0,1 до 2,5m**). Друг вид длабинско дупчење претставува и истражното геолошко длабинско дупчење кое може да достигне длабочини и до 3.000 – 4.000 метри.

Дупчењето како основна технолошка операција заедно со минирањето, во цената на чинењето на единица производ (тон издробена руда) учествуваат од **20 до 40%** во вкупните трошоци, при што помалиот процент се постигнува кај површинските и подземните копови со поголемо годишно производство, со големи капацитети на товарно-транспортната механизација и со помала цврстина на работната средина.

1.2. Теорија и техника на дупчење

Според теоријата на работното дејство на експлозивот познато е дека ефикасноста на разорувањето се разликува според ефектите дали експлозивното полнење ќе се постави во дупчотина или во природна вдлабнатина и дали таа е зачепена или ќе се постави на надворешната страна на карпата со или без зачепување.

Ефектите на разорувањето се неспоредливи, бидејќи само при поставување на експлозивното полнење во дупчотината и со правилно зачепување се постигнува ефикасно разорување на карпите.

Се разликуваат **природно** и **вештачки** создадени простори за сместување на експлозивното полнење.

- **Природно** создадените простори се пукнатините или вдлабнатините во карпите. Овие простори можат да се прошируваат и со рачен алат.

- **Вештачки** создадените простори претставуваат дупчотини со кружен пресек и различни димензии од неколку десетици до стотици милиметри и со различни длабочини. Процесот на дупчење се состои во тоа да се врши разорување (кршење, режење, откинување) на цврстите карпи со машини - дупчалки преку алатка (бургија, круна, длето) и исфрлување на материјалот од дното на дупчотината на површината.

Разорувањето на материјалот на дното од дупнатината настанува со: здробување, зарезување или уситнување, а се остварува со постојаниот

допир-контакт на сечивото од бургијата, круната или длетото со карпата на дното од дупчотината. Контактот на сечивото со карпата (на дното на дупчотината) се постигнува со постојан - константен притисок кој е различен зависно од системот на дупчење, видот на работната средина и типот на дупчалката.

Од ова произлегува дека **три основни фактори** на техниката на дупчење на мински дупнатини се: **притисокот, ротацијата и издувувањето на материјалот од минската дупнатина.**

- **Притисокот** на сечивото од бургијата, односно круната за дупчење треба да биде оптимален, ако е преголем тешко се врти, а ако е премал таа отскокнува, при што и во едниот и во другиот случај ефектите на дупчењето се мали.

- **Ротацијата** односно бројот на вртежите на бургијата мора да биде усогласен со бројот на ударите кај ударниот чекан за дупчење, карактеристиките на работната средина и системот на дупчење.

- **Издувувањето** на дупнатината односно изнесувањето на материјалот на површината (евакуација) мора да се врши брзо и перманентно за да не се формира т.н. „мртво мелење“ кое го забавува нормалното напредување при дупчењето.

1.3. Развој на техниката на дупчење и минирање

Дупчењето на минските дупнатини до крајот на 19 век се изведувало со рачен алат (чекан и длето) кога човекот со својата сила и вештина морал да прави дупки во карпите за сместување на експлозивното полнење.

Денес минските дупчотини кои претставуваат цилиндрични шуплини во работната средина, исклучиво, се дупчат со современи машини за дупчење.

Примената на првите чекани за дупчење било во 1839 год. кога е дупчено едно окно со длабочина од 20 метри. Од 1839 до 1877 год. биле патентирани преку 80 конструкции на чекани за дупчење, а во 1851 год. почнува да се применува во работа т.н. **клипен ударен чекан.**

Вистинскиот развој и практичната примена на дупчалките за мински дупчотина започнува по 1910 год. Техниката на дупчење, главно, се усовршувала и развивала во Америка (САД) и во Европа.

Во САД е конструирана и првата подвижна дупчалка "Wagon Drills" која била произведена во 1926 год. Во Европа овие дупчалки се појавиле подоцна.

Заради зголемување на ефикасноста односно продуктивноста при дупчењето при развојот и усовршувањето на дупчалките отсекогаш се настојувало да се постигнат:

- поголема брзина при дупчењето;
- поголема длабочина на минските дупнатини;
- помала цена по метар должен направена дупчотина.

Начините на зголемување на брзината на дупчење и длабочината на минските дупчотини се одвивале во два различни правци, еден во САД а друг во Шведска.

Во САД и во Русија било прифатено дека брзината на дупчење и длабочината на минските дупнатини може да се зголемува со зголемување на притисокот, односно со примена на тешки и моќни чекани за дупчење. Американците први почнале да употребуваат тешки ударни дупчалки наречени **ДРИФТЕРИ** монтирани на подвижни платформи - камион.

Со примена на овие дупчалки се зголемил и пречникот на дупчење, а посебно откако почнало да се дупчи со круни кои имале влошки од тврд метал (Т.М.).

Меѓутоа и овие дупчалки покрај предностите имале и свои недостатоци: зголемена потрошувачка на вода, висока цена на дупчалката, зголемената брзина на дупчење не мора да биде сразмерна со тежината на дупчалката, шипките за дупчење мора да се продолжуваат за разлика од моноблок бургиите, дрifterите се употребливи ако се монтирани на посебна платформа и тоа само за одреден профил на ходникот.

Различно од Американците, Швеѓаните за зголемување на брзината на дупчење прифатиле друг правец за развој кој се состои во:

- употреба на средно - тешки чекани со потпорна нога;
- употреба на моноблок бургија со сечиво од Т.М. (тврд метал) и
- примена на помали пречници на дупчење.

Бидејќи брзината на дупчење е обратнопропорционална со пречникот на дупчење, Швеѓаните давале посебно значење на квалитетот на сечивото на бургијата, односно круната. Во поново време во Шведска се произведуваат тешки дупчалки за дупчење со големи пречници (> **200mm**).

Исто така, во сегашниот развој на техниката во Америка, Русија и во некои западноевропски развиени земји се произведуваат дупчалки и гарнитури за дупчење на мински дупчотини и до **380mm**.

Во вкупната технологија на површинската експлоатација при откопување на цврстите карпи, дупчечко-минерските работи претставуваат еден од основните производни процеси во експлоатациониот рударски

процес. Трошоците за минерските и дупчеките работи чинат од 16 до 36% од вкупните трошоци за добивање на 1 тон растресена карпеста маса.

Квалитетот на овие работи има директно влијание на капацитетот и степенот на користење на товарните и транспортните средства и нивните трошоци. Според досегашните искуства и резултати, зголемувањето на зафатнината на корпата и параметрите на багерот постојано овозможуваат зголемување на пречникот на минските дупчотини.

Зависноста на корпата на багерот и пречникот на минските дупчотини врз основа на многу испитувања во праксата, е прикажана на табелата подолу.

Табела 1. Зависности на корпата од багер, пречникот на дупчење и мрежата на дупчотини

Зафатнина на корпа на багер, m ³	6,0	15,0	30,0	45,0	70,0	150
Пречник на дупчотина, mm	150	175	270	300	340	440
Растојание на дупчотините, m	4,6	5,3	8,0	9,0	10,5	13,0

Треба да се очекува дека во наредните 15-20 години ќе бидат изработени дупчалки за дупчење со пречник од 500 до 525mm, што би соодветно одговарало на зафатнина на корпа на багер од 200 до 250m³.

Зголемувањето на пречникот на дупчотината резултира со зголемување на ефективностa на минерските работи, а тоа значи зголемување на изминирана маса по 1 метар долж дупчотина и намалување на трошоците за подготвување и растресување – минирање на 1m³ карпеста маса.

Постоењето на голем број теории за искористување и дејството на енергијата од експлозијата укажува на тоа дека ниедна од нив не успеала во потполност да ги објасни механизмите на рушење на карпестите маси и да направи физичка основа за развој на математички модел за пресметување на параметрите на дупчењето и минирањето.

Истовремено, со изучувањето на механизмите на дробење на карпестите маси со експлозив се изучувал и односот на потрошената енергија на експлозивот и степенот на дробење на карпестата маса и распределба на корисните и несаканите ефекти на експлозијата во карпестата маса.

Човекот сите свои животни потреби ги задоволува на и од Земјината површина и од Земјината кора. Заради тоа развил низа работи или стопански гранки чијшто предмет на работа е обликување на површината на Земјината кора за различни потреби или искористување на материјалните добра од нејзината внатрешност.

Задоволувањето на постојано растечките човекови потреби за производи при овие работи е незамисливо без корисна и контролирана примена на енергијата од експлозивите за чијашто цел постојат развиени таканаречени стопански експлозиви. Такви работи се применуваат во одделните стопански гранки, како што се: рударството, градежништвото, земјоделството, шумарството, водостопанството итн.

Денес рударската експлоатација на корисните минерални сировини е зголемена до грандиозни размери со релативно големи производствени капацитети, при што во најголем дел се експлоатираат цврсти минерални сировини каде што машините за директно откопување се беспомошни.

Експлоатацијата на тие минерални сировини без енергијата на експлозивите е практично невозможна. Над десетина милијарди тони цврста карпеста маса во светот секоја година се откопуваат со примена на минирање. Под ова се подразбира масовна примена на енергијата на експлозивите, односно минирања со огромни количини на експлозив.

Развојот на средствата за дупчење и минирање од нивниот почеток до денес постојано се унапредувал со константен развој.

Досега се унапредени и произведени многу различни современи нови типови гарнитури за дупчење и во примена се многу различни типови на посигурни и поевтини експлозиви, при што се произведуваат и нови посигурни, пофункционални и поевтини системи за иницирање.

Такви развојни истражувања во оваа област и понатаму се практикуваат и изведуваат користејќи ги новите достигнувања во останатите гранки на техниката и развој на целокупната инженерска технологија.

2. Карактеристики на работната средина

Во рударството, карпестата маса е основен објект на дупчењето и минирањето и успешноста на овие операции зависи од изборот на методите и параметрите на дупчење и минирање.

Својствата на карпестата маса, означувани најчесто како **„работна средина“**, се многу променливи и во принцип зависат од: типот на карпите и начинот на нивниот постанок - генеза.

Постојат поголем број својства кои го опишуваат карактерот на карпите и карактерот на масивите, а во оваа поглавје е даден краток преглед на најзначајните својства важни при изборот на дупчечко-минерските параметри.

Својствата на карпестата маса зависат од составот, структурата и текстурата на карпите. Составот на карпите го означува бројот и видот на минералите кои ја сочинуваат градбата на карпите. Под структура на карпа се подразбира обликот и големината на минералните зрна, а под текстура, распоредот на состојките во карпестата маса. Сите овие својства зависат од начинот на постанок или генезата на карпестата маса.

При мали вредности на оптоварувања т.е. квазистатички оптоварувања забрзувањето на одделни делови на карпата е мало, па во секој момент се одржува рамнотежа меѓу внатрешните и надворешните сили. Напрегањата во карпата се разместуваат рамномерно и разорувањето настанува на најслабите места во масивот.

При поголеми вредности на оптоварување т.е. при динамички оптоварувања, особено при импулсни оптоварувања какви што се јавуваат во карпите при минирање, механизмот на оптоварување и разорување е поинаков.

Притоа т.н. ударно (динамичко) оптоварување деловите на карпестите маси се изложени на големи забрзувања, при што се јавуваат сили на инерција кои мора да бидат совладани за да дојде до разорување на карпата. На тој начин доаѓа до нерамномерно оптоварување на деловите на карпестата маса т.е. до нерамномерно распоредување на напонот.

Напоните низ карпата се шират во облик на бран, се јавува концентрирање на напонот на одделни места и до појава на разорување во повеќе точки. Ова е фактички основа на теоријата на процесот на раздробување на карпите под дејство на алатот за дупчење или експлозијата при минирање.

2.1. Физичко-механички карактеристики на работната средина

Работната средина во која се изведуваат минерските работи претставува хетерогена средина составена од различни карпи и руди. Карпестиот масив во кој се изведува оваа работна операција може да претставува компактна карпеста маса во која минералните честички се цврсто поврзани со силата на кохезија или со некој сврзувачки материјал.

Карпестиот масив може, исто така, да биде и во распукана форма со голем број на микро и макро примарни или секундарни пукнатини.

Од тие причини е потребно пред изведување на минирањата детаљно испитување на работната средина и дефинирање на карактеристиките на истата.

2.1.1. Класификација на карпите

За успешно изведување на технологијата на дупчење и минирање, неопходно е познавање и користење на голем број показатели за физичко-механичките и техничките карактеристики на работната средина.

Земјината кора е изградена од карпи кои според постанокот се поделени на: **магматски, седиментни и метаморфни.**

Магматските карпи се застапени со 95% во Земјината кора и настанале од магмата по нејзиното ладење и зацврснување. Тие се делат на: *длабински (интрузивни)* кои настанале со кристализација на магмата на поголема длабочина и *изливни (ефузивни)* кои настанале со изливање на магмата на површината од земјата. Во оваа група на карпи спаѓаат: базалт, гранит, габро, дијабаз, дацит, андезит и други.

Седиментните карпи се застапени со 1% во Земјината кора. Настанале со таложеење на органски и неоргански материи на дното на морињата или езерата, при што се зацврстиле под дејство на големи притисоци и природни минерални врзива. Тука спаѓаат: различни типови варовници, доломити, јаглени, камена сол, песочници и др. Се појавуваат во вид на пластови во помали или поголеми димензии, најчесто со хоризонтална морфологија кои често пати на повеќе места се деформирани или дислоцирани во однос на примарниот пласт.

Метаморфни карпи се застапени со 4% во Земјината кора. Настанале како резултат на метаморфоза на еруптивни и седиментни материјали кои искристализирале под дејство на големи притисоци и високи температури. Такви карпи се: гнајс, мермер, кварцити и други.

Друга класификација на карпите е направена според структурните својства и степенот на кохезија:

Цврсти (врзани) - се одликуваат со јака врска помеѓу минералните состојки што им дава голема цврстина. Тука спаѓаат сите магматски карпи, како и некои седиментни и метаморфни карпи.

Пластични (полуврзани) - имаат послаба врска помеѓу минералните состојки. Во оваа група спаѓаат: глини, лапорци, глинци и др.

Растресени (неврзани) - во карпестата маса кај овие карпи не постои никаква врска помеѓу минералните состојки. Минералните зрна се со најразлични големини. Овде спаѓаат: песок, чакал, дробина, раздробени карпести маси и др.

Течни (житки) - карпестата маса се состои од ситно зрнест песок со мали примеси на глиновит материјал, органски или неоргански мил и големо количество на вода.

Заради правилно дефинирање на дупчењето и минирањето мора претходно да се изготви СТУДИЈА за геомеханичките, физичко-механичките карактеристики и техничко-технолошките карактеристики на карпите.

2.1.2. Физички својства на карпите

а) Склоп - структура

Во однос на физичкиот изглед на карпестата маса, секако најзначајно својство е склопот односно структурата на карпата и претставува физичко-морфолошки начин на појавување на карпестиот масив како последица на генезата и морфолошките појави.

Според ова својство се разликуваат четири структури кај карпите и тоа:

- **Масивна** - се карактеризира со тоа што нема пукнатини и други дисконтинуитети. Ваква структура најчесто имаат еруптивните и метаморфните карпи.

- **Слоевита (пластова)** - се карактеризира кај седиментните карпи како последица на промената на седиментниот материјал во процесот на нивниот постанок. Пластовите можат да се разликуваат макроскопски според нивната положба, форма и боја.

- **Шкрилеста** - се карактеризира со кристалестите шкрилци кои се со приближно паралелна положба на минералните состојки.

- **Распукана** - карактеристично за неа е присуство на пукнатини кои ја пресекуваат карпестата маса во еден или повеќе правци. Ширината на пукнатините може да биде од неколку милиметри до повеќе десетици сантиметри, а во поглед на должината од неколку милиметри до стотици метри.

Степенот на распуканоста на карпестата маса е одреден со бројот на

$$m = \frac{L}{n}$$

пукнатините на единица површина:

каде што се:

m - средно растојание помеѓу пукнатините, м

L - Должина на блокот (парчето), м

n - број на пукнатини на блокот што се оценува,

или:

$$m = L/n$$

$$n \cdot m = L$$

$$n = L / m$$

Според овие релации, во зависност што ни е познато или достапно да се измери, го добиваме **степенот на распуканост**.

Табела 2. Физичко-механички карактеристики на некои типови карпи

Тип на карпа	Зафатнинска маса (g/cm ³)	Порозност (%)	Брзина на еласт.бранови V _н · 10 ³ (km/h)	Цврстина на притисок σ _p · 10 ³ , (dN/cm ²)	Цврстина на истегнување σ _z · 10 ³ , (dN/cm ²)	Јунгов модел E · 10 ⁵ , (dN/cm ²)
гранит	2,6 - 2,8	0,1 - 5,0	4,4 - 6,8	1,0 - 2,5	0,1 - 1,2	5,0 - 9,0
базалт	2,7- 2,86	0,6 - 19	5,4 - 7,0	3,0 - 4,0	-	7,0 - 12
габро	2,9 - 3,1	0,6- 1,0	5,6 - 6,3	2,6 - 3,1	0,14 - 0,2	7,0 -11,0
шкрилци	2,3 - 2,7	-	2,5 - 6,0	0,5 - 1,5	0,04 - 0,25	1,5 - 4,3
камен јаглен	1,3 -1,65	0,4	1,5 - 2,4	0,01-0,35	0,002-,0025	1,6 - 3,6
варовник	2,3 - 3,0	1,5 - 15	3,2 - 5,5	0,9 - 1,6	0,1 - 0,15	4,0 - 7,5
гнајс	2,65-2,85	-	5,5 - 6,0	1,1 - 2,8	0,1 - 0,2	6,0 - 8,0
мермер	2,7 - 2,8	0,1	4,4 - 5,9	0,6 - 1,9	0,06 -0,16	6,0 - 9,0

❖ Структурни карактеристики на карпест масив

Доминантно влијание при дупчење и, главно, при минирањето и дробењето на карпестиот масив имаат структурните карактеристики.

При дефинирање на дупчечко-минерските параметри како синоним на структурно-тектонските карактеристики претставува поимот **распуканост**.

Во суштина, цврстите карпести маси кои претставуваат работна средина при изведување на дупчечко-минерски работи се распукани, хетерогени, анизотропни и се во некоја природна - напонска состојба.

При раздробувањето на карпест масив доаѓа до механичко одделување на поединечните парчиња, при што микроскопски доаѓа до прекин на меѓумолекуларните врски од кристалите, намалување на кохезијата, главно, по должина на пукнатините (површините), при што има појави на кршење или дробење. На тој начин се одвива процесот на дупчење.

Дисконтинуитетите во карпестиот масив, како што се пукнатините, фолијациите, шкрилавоста и раседите се природна „слабост“ на карпестиот масив каде што истиот најлесно се одвојува (цепи) на поситни или покрупни парчиња.

Овие дисконтинуитети ги дефинираат локациите каде што би почнале фрактурите на масивот, но исто така и правците по кои ќе продолжат дисконтинуитетите, под дејство на надворешни динамички сили.

Формирањето на фрактури односно кршење во стенскиот масив може да биде предизвикано од повеќе причини меѓу кои поважни се: дејство на големи тектонски напрегања, растоварување на масите предизвикано од претходни ископи, намалување на зафатнината како резултат на ладење на магмата, дејство на експлозија во Земјината кора, земјотреси и други појави.

Овие новосоздадени површини односно дисконтинуитети без разлика на нивната големина, облик, положба и карактер се нарекуваат *пукнатини*.

Карактеристично за нив е што должината им е многу повеќе изразена од нивната ширина. Пукнатини со релативно помали ограничени должини и ширина се наречени *прслини*.

Постојат три основни типа генетски пукнатини и тоа:

- **примарен** (петрогенетски) тип, каде што пукнатините се создадени во процесот на петрогенезата;
- **тектонски** пукнатини, создадени како последица на тектонски деформации и набирања;
- **егзогени** пукнатини, кои се формирани како резултат на растоварување на карпите од одреден притисок, ерозија или инженерско-технолошки активности (минирање и сл.).

При дефинирање на распуканоста и карактерот на пукнатините, многу е важно одредувањето на доминантниот систем на пукнатини кој претставува поголема група пукнатини, распоредени на одредено растојание и кои се приближно паралелни.

Според постојните класификации на пукнатините од многу научници, значајно место зазема класификацијата на пукнатините по нивната геометрија (просторна положба) и според морфолошкиот карактер кој го одредува обликот и градбата на самата пукнатина.

Правилното дефинирање на пукнатините и проучувањето на распуканоста на карпестиот масив има значајно влијание при понатамошните пресметки за дефинирање на понатамошните технолошки процеси (дупчење и минирање).

Во поглед на распуканоста на карпестите масиви, а во врска со изведување на дупчечко-минерските параметри од практична гледна точка, најважно е да се потенцираат следните карактеристики:

- типот на мрежата на пукнатините (системски, непрекидни, прекинати, хаотичен);
- аголот на падот и азимутот на главните системи пукнатини;
- растојанието меѓу пукнатините во одделните системи (ако се повеќе);
- карактерот и степенот на заполнетост (морфологија);
- големината на блоковите во масивот кои ги дефинираат присутните пукнатини.

Табела 3. Класификација на карпите според степенот на распуканост

Катег. на распуканост	Степен на распуканост (блоковитост)	Средно растојание помеѓу пукнатини (m)	Специф. распуканост (m ⁻¹)	Процентуална содржина на парчиња во масивот во зависност од големината (m)			
				0,3	0,5	0,7	1.0
I	Вонредно распуकани (ситна блоковитост)	до 0,1	> 10	до 10 %	до 5	околу 0	нема
II	Многу распукани (средна блоковитост)	0,1 - 0,5	2 - 10	10-70	5-40	до 30	до 5
III	Средно распукани (крупна блоковитост)	0,5 - 1,0	1 - 2	70-100	40-100	40-80	5-40
IV	Малку распукани (исклучиво крупна блоковитост)	1,0 - 1,5	1 - 0,65	100	100	80-90	40-80
V	Практично компактни (исклучиво крупна блоковитост)	> 1,5	> 0,65	100	100	100	100

б) Тежината (масата) на карпата и минералната суровина се јавува како последица на составот и степенот на збиеноста на материјалот. Специфичната маса се означува и како густина и претставува однос помеѓу масата на делот од материјалот и неговата зафатнина. Специфичната маса (тежина) е секогаш нешто поголема од зафатнинската маса на материјалот. Поголема разлика постои кај изразито порозните карпи.

Посебно треба да се разликува **насипната зафатнинска маса** која е изразена кај минираниот и растресен материјал и таа е секогаш помала од зафатнинската маса и е во зависност од коефициентот на растресеност.

Табела 4. Вредности на масата според типот на карпите

Карпа или руда	Специфична маса, (dN/cm ³)	Зафатнинска маса, (dN/cm ³)	Насипна маса, (dN/cm ³)
гранит	2,65 - 2,76	2,5 - 2,6	1,6
дијабаз	2,85 - 3,15	2,8 - 3,0	1,7
варовник	2,70 - 2,90	2,65 - 2,85	1,6
песочници	2,6 - 2,76	1,65 - 2,19	1,15
Пб-3н руда	4,2 - 4,7	4,01 - 4,62	2,8
камен јаглен		1,3	0,87

в) Порозноста како физичко својство на карпите влијае во процесот на минирање, на тој начин што го смалува степенот на искористување на енергијата од експлозијата, т.е. доаѓа до побрзо ослободување на енергијата низ шуплините што се карактеризира со висок притисок на гасовите, зафатнина на гасовите и брзината на нивно распространување.

Порозноста се дефинира како однос на зафатнината која ја зафаќаат порите во карпата во однос на вкупната зафатнина и се искажува во %.

$$P = \frac{V_p}{V_o + V_p} 100\%$$

каде што се:

V_p - зафатнина на порите (шуплините), m^3

V_o - вкупна зафатнина, m^3

Коефициентот на порозност се изразува како:

$$K_p = V_p / V_o$$

или:

$$P = K_p / 1 + K_p$$

Порозноста на цврстите карпи се движи од 0,1 - 50 %

Табела 5. Вредности на порозноста за некои типови карпи

Тип на карпа	Порозност, %
Гранити	0.1 - 0.5
Сиенити	0.5 - 0.7
Габро	0.6 - 1.0
Базалт	0.6 - 1.6
Глини	0.0 - 40
Песок	4.0 - 40
Варовник	0.1 - 28
Доломит	2.0 - 25

2.1.3. Хидрофизички својства на карпите

- **Водовпивање** е својство на карпата да може да впива вода и да ја задржи.
- **Водопропусност** е својство кое е посебно изразено кај распуканите и сипки карпи.
- **Водонепропусност** е својство кое е изразено кај компактните и нераспукани карпи, а посебно кај полуврзаните кои со впивање на водата стануваат потполно непропусни.

2.1.4. Механички својства на карпите

а) **Цврстина** е својство на карпите да се спротивставуваат на разорување под дејството на надворешни сили кои се стремиат да ги разораат под дејство на притисок, растегнување, свиткување и смакнување.

Табела 6. Вредности на цврстина на карпите

Тип на карпи	ЦВРСТИНА (kN/m ²)		
	притисок, σ_p	смолкнување, σ_s	затегнување, σ_z
Гранити	120 - 180	16 - 21	9 - 14
Варовници	100 - 160	10 - 18	8 - 12
Песочници	86 - 150	8 - 15	7 - 11
Глинени шкрилци	30 - 60	7 - 12	3,3 - 6,0
Јаглен	3,5 - 20	-	-

б) **Тврдината** е својство на карпите да покажуваат отпорност против навлегување на некое тврдо тело.

Колку се потврди минералните зрна што ја сочинуваат карпата и колку се тие меѓусебно појако врзани, карпата е потврда и потешко се дупчи.

Тврдината на карпите се мери по методите на Бринел и Мос.

Според Мосовата скала, најтврд минерал е **дијамантот со тврдина 10**, топаз со тврдина 9, корунд - 8, кварц - 7 итн., а **најмек минерал е талкот со тврдина 1**.

Склероскопската тврдина се одредува по методата на отскок според Шор со помош на склероскоп и се искажува во Шорови единици (**Hs**) од 1 до 100.

Пр.: За хематит Hs=58 - 62, за оловно - цинкова руда 30-45, за кварцит – 95.

Табела 7. Класификација на карпите и рудите според Протоѓаконов

Категорија	Степен на цврстина	Видови на карпи и руди	Притисна цврстина (dN/cm ²)	Коефициент на цврстина $f = \sigma_p / 100$
I	Цврстина од голем степен	Најцврсти најкомпактни кварцити и базалти и други со извонред. голема цврстина	2000	20
II	Многу цврсти	Многу цврсти гранитни карпи, кварц порфири, најцврсти песочници и варовници, многу цврсти железни руди	1500	15
III	Цврсти	Компактни гранитни карпи, многу цврсти песочници, цврсти конгломерати	1000	10
IIIa	Цврсти	Варовници, слаб гранит, доломит, пирит, цврсти песочници	800	8
IV	Доста цврсти	Распукнат кварцит, обичен песочник, железни руди	600	6
IVa	Доста цврсти	Шкрилести песочници, песковити глинени шкрилци	500	5
V	Средно цврсти	Цврсти глинени шкрилци мек конгломерат, слаб песочник и варовник	400	4
Va	Средно цврсти	Меки шкрилци, компактен лапорец, послаби железни руди	300	3
VI	Меки	Мек шкрилец, многу мек варовник, гипс, лапорец, камена сол	200	2

VIa	Меки	Распукани шкрилци, камен јаглен, стврдната глина, чакал земја	150	1.5
VII	Многу меки	Камен јаглен со средна цврстина, набиена глина	100	1
VIIa	Многу меки	Јаглен, лесна песочна глина	80	0,8
VIII	Земјаста	Тресет, лес, ораница, глинен песок	60	0,6
IX	Растресени	Песок, ситен чакал, насипна земја, ископан јаглен	50	0,5
X	Течни	Влажен песок, калливо земјиште	30	0,3

2.1.5. Технички својства на карпите

а) Растреситост - се искажува со коефициент на растреситост, K_r , кој е најголем кај цврстите врзани карпи, а најмал кај неврзаните.

$$K_r = V_r/V_m$$

каде што:

V_r - зафатнина на растресениот материјал, m^3

V_m - зафатнина на материјалот во цврста состојба, m^3

Табела 8. Вредности на коефициентот на растресеност

Тип на карпи	Коефициент на растреситост, K_r
Еруптивни карпи	1.40 - 1.80
Варовници и песочници	1.40 - 1.60
Глинени шкрилци	1.35 - 1.40
Камен јаглен	1.40 - 1.80
Темен јаглен	1.40 - 1.50
Песок	1.10 - 1.20

б) Дупчивост е својство на карпите - минералната суровина да дава помал или поголем отпор на работниот орган за дупчење. Отпорот кон дупчењето во прв ред е зависен од цврстината, тврдината и жилавоста на карпата.

Дупчивоста може да се изрази како активна и пасивна. Пасивната дупчивост се изразува со брзината на дупчење во единица време cm/min или mm/min.

$$Du = \Sigma L / \Sigma T, \quad (\text{cm/min})$$

каде:

L - вкупна должина на дупчење, cm

T - вкупно време за дупчење, min

Активна дупчивост (абразивност) се изразува со степенот на трошењето (абењето) на сечивото - круната, (mg/m' дупнатина).

в) Абразивноста зависи од карактеристиките и димензиите на кристалите и зрната, како и од нивната врска со врзивното средство. Влијанието на абразивноста на карпата доведува до затапување на острицата од круната или длетото и намалување на нејзината тежина. Се изразува преку соодносот како:

$$A = G_1 - G_2 / L$$

каде што: **G₁** и **G₂** - тежини на круната пред и по дупчењето, g

L - издупчени метри, m

или

$$A = \Delta V / F - \text{коэффициент на абразивност}$$

каде што:

ΔV - отапување на острицата, mm

F - површина на отапување на остриот дел од круната, mm²

Табела 9. Класификација на карпите по абразивност според Кузнецов

КАТЕГОРИЈА НА АБРАЗИВНОСТ	Класа	Абразивност (mg/ m')	Карактеристични карпи
I	многу малку абразивни	< 5	Варовник, мермер, камена сол, апатит, меки сулфиди
II	мала абразивност	5 - 10	Сулфидни руди, меки глинци, барит
III	мала до средна абразивност	10 - 18	Магматски ситнозрни карпи, силификувани варовници, сулф. руди
IV	средно абразивни	18 – 30	Ситнозрнест дијабаз, базалт, крупнозрнест пирит, кварцно - сулфидни руди
V	повеќе од средно абразивни	30 – 45	Кварцни песочници, средни и крупнозрни гранити, диорит,
VI	зголемена абразивност	45 – 65	Магматски карпи, средно и крупнозрни гранити, диорити, гранодиорити, силификуван гнајс
VII	голема (висока) абразивност	65 – 90	Порфирити, диорити, гранити, сиенити
VIII	многу голема абразивност	> 90	Карпи со содржина на корунд

г) **Дробливост** е својство на карпите и рудите во поголема или помала мера да даваат отпор на дробење при чисти динамички напрегања. Постојат повеќе методи и постапки за одредување на дробливоста на карпата.

Според дробливоста, карпите се класифицираат, како што е прикажано во табелата што е дадена во продолжение.

Табела 10. Коефициенти на дробливост за некои типови карпи

Категории	Карактеристики на карпи	Коефициент на дробливост, K_d
I	многу тешко дробливи	$K_d > 0,91$
II	тешко дробливи	$0,9 > K_d > 0,7$
III	средно дробливи	$0,7 > K_d > 0,5$
IV	лесно дробливи	$0,5 > K_d$

2.1.6. Акустични својства на карпите

Брзината на простирањето на подолжните еластични бранови низ карпите се изразува како:

$$V_u = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{(1+\mu) \cdot (1+2\mu)}} \quad , \quad \text{m/s}$$

каде што се:

E - модул на еластичност, dN/cm^2

μ - Поасонов коефициент

Брзината на простирање на попречните бранови:

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1}{2(1+\mu)}} \quad , \quad \text{m/s}$$

ρ - густина на карпата, g/cm^3

Односот на подолжните и попречните бранови се искажува со изразот:

$$V_p = 0,71 V_u$$

Ова својство на карпите најмногу се користи при одредување на соодветен тип на експлозив и при дефинирање на минерските параметри, како што се начинот на иницирање, редоследот на рушење на карпата при соодветна метода на минирање.

3. Класификација на системите на дупчење

Дупчењето на мински дупчотини претставува работа (постапка) за изработка на цилиндрични шуплини во карпите и минералните сировини, за сместување определено количество на експлозив за да се изврши минирање. За изработка на мински дупчотини постојат три главни групи односно системи за дупчење кои се поделени на следниов начин:



2. ФИЗИЧКО-ХЕМИСКИ

- ТЕРМИЧКО ДУПЧЕЊЕ
- ДУПЧЕЊЕ СО ПОМОШ НА ЕКСПЛОЗИВ
- ХИДРАУЛИЧНО ДУПЧЕЊЕ
- ПЛАЗМЕНО ДУПЧЕЊЕ
- ДУПЧЕЊЕ СО УЛТРАЗВУК
- ДУПЧЕЊЕ СО СТРУЈА ОД ЕКСПЛОЗИЈА

3. КОМБИНИРАНИ

- ТЕРМО - УДАРНО ДУПЧЕЊЕ
- ЕЛЕКТРО - УДАРНО ДУПЧЕЊЕ
- ТЕРМО - ВРТЛИВО ДУПЧЕЊЕ

Денес, со сегашниот степен на развој на техниката на дупчење најмногу во примена се механичките начини на дупчење на мински дупчотини. Основниот принцип на техниката на дупчење со механичкиот систем за сите видови на дупчалки е еднаков.

Материјалот на дното од минските дупнатини во работна средина треба да се: **здроби, зарежи** или **иситни** преку константниот контакт на сечивото од круната, (бургијата-длетото) со карпата и истиот да се отстрани

од дупнатината. Овој контакт на дното од дупнатината се остварува со перманентен притисок на алатот за дупчење. Големината на притисокот е различна и зависи од системот на дупчење и физичко-механичките карактеристики на работната средина во која се врши дупчењето. За успешно изведување на дупчење при механичките системи мора да биде задоволен односот:

каде што се:

$$P/F > \sigma_p$$

P - осовински притисок на алатот (круната);

F - контактна површина на круната со средината (mm²);

σ_p - притисна цврстина на карпите (dN/cm²).

□ **Хидрауличното** дупчење се применува со концентрација на воден млаз на дното од дупчотината под голем притисок, додека при плазменото дупчење се користи дејството на плазмената струја.

Хидрауличниот начин на дупчење на мински дупчотини се заснова на дејството на тенкиот млаз на водата под висок притисок, кој се утиснува на дното на дупчотината со голема брзина. Овој начин на дупчење се наоѓа сè уште во стадиум на експериментирање. Досега добиените резултати ја потврдуваат можноста за дупчење на карпи со различна тврдина.

□ **Ултразвучниот** начин на дупчење се заснова на принципот на истовремени дејства на карпите на дното на дупчотината со ултразвучна осцилација на инструментите и гравитациониот ефект и течноста за измивање. Ултразвучните бранови кои се пренесуваат пред ножот (сечивото) на карпата предизвикуваат наизменично напрегање на истегнување и стегање, а со тоа и разорување на карпата.

Изворот на ултразвукот може да биде различен: пиезо-кварцни, магнетно-стрикциони и др. За разорување на карпите се применуваат само магнетно-стрикциони зрачни извори, кои се карактеризират со висока акустична сила.

Во една иста работна средина можат да се применуваат повеќе од набројаните системи на дупчење, при што за конечен избор свое влијание имаат физичко-механичките својства на карпите, капацитетот на

дупчалката, длабочината на дупчење, аголот, условите на површинскиот коп (пристапни патишта, капацитет на копот, инфраструктурни објекти итн.).

Дијапазонот на примена на одделните системи на дупчење грубо може да се одреди според цврстината на карпите изразена преку коефициентот на цврстина (**f**) според класификацијата на Протоѓаконов:

Табела 11. Примена на системите за дупчење во зависност од **f**

СИСТЕМ НА ДУПЧЕЊЕ	КОЕФИЦИЕНТ f
<input type="checkbox"/> ударно дупчење	f > 6
<input type="checkbox"/> ротационо дупчење:	
<input type="checkbox"/> - спирално	f < 5
<input type="checkbox"/> - со конусно длето	f = 10 - 16
<input type="checkbox"/> ударно - ротационо	f = 6 - 20
<input type="checkbox"/> ротационо - ударно	f = 6 - 10
<input type="checkbox"/> термичко	f > 14

Со површинска експлоатација се откопуваат огромни количини на минерални суровини и откривка со примена на дупчечко-минерски работи и притоа во развојот на оваа технологија преовладува **ротационо-ударното** дупчење. Овој систем на дупчење во поново време е најзастапен, бидејќи сè повеќе се применуваат дупчалки со поголеми пречници на минските дупчотини, со што се обезбедува масовно производство на минералните суровини.

Кај нас на површинските копови и во рудниците со подземна експлоатација се применува, главно, системот на ротационо-ударно дупчење, а на некои помали рудници и каменоломи се применуваат ударното и ударно-ротационото дупчење.

3.1. Системи на дупчење

3.1.1. Ударно дупчење

При овој систем на дупчење енергијата на ударите се пренесува од работниот орган на дното на дупчотината во вид на ударен импулс кој за многу кратко време навлегува во карпестата маса кршејќи ја карпата на контактот со неа. По секој удар работниот орган незначително се завртува. Ако енергијата од ударите е доволно јака, сечивото од работниот орган со навлегувањето во карпестата маса и со незначителното завртување прави разорување на материјалот во вид на насечен дел.

Следниот насечен дел настанува под некој агол во однос на претходниот и тоа се повторува сè додека не се добие кружен пресек на дупнатината. За да може сечивото од работниот орган да го совлада отпорот на карпестата маса односно да навлегува во неа, специфичниот притисок со кој делува мора да биде поголем од отпорот на карпата. Навлегувањето на сечивото во работната средина ќе се постигне ако е исполнет условот:

$$P \geq \sigma_p F$$

каде што се:

P - притисна сила (dN)

σ_p - гранична притисна цврстина (отпор) на карпата, (dN/cm²)

F - површина на која делува сечивото (cm²).

Јачината на ударите е значително поголема од јачината што произлегува од вртливиот момент:

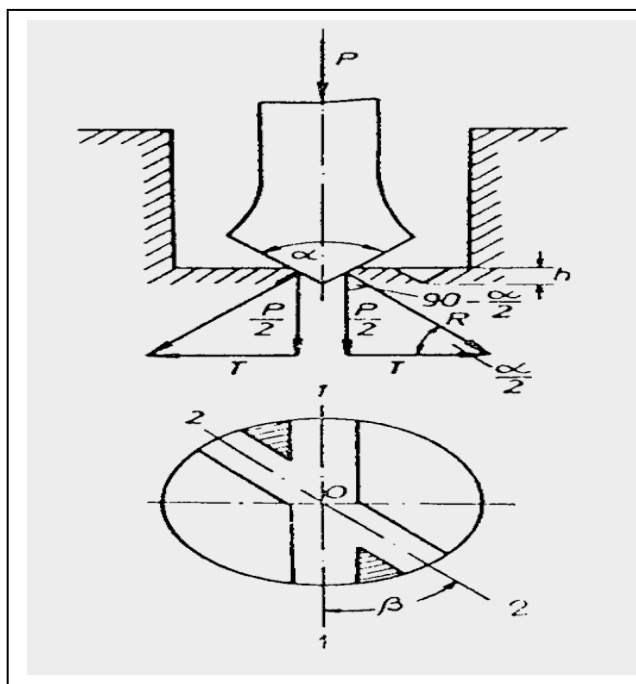
$$N_u > 10 N_v$$

Праксата покажува дека навлегувањето на сечивото од работниот орган при секој удар се зголемува, со зголемувањето на јачината на ударите, а се намалува со зголемување на отпорот од карпестата маса во која се врши дупчењето. Брзината на дупчење се зголемува со зголемување на притисокот, до одредена мера, но ако е истиот преголем брзината опаѓа бидејќи завртувањето на работниот орган е отежнато, поради што притисокот треба да биде оптимален.

За дупчењето на дупчотини со мал пречник и разни должини најмногу се употребува перкусивното (ударното) кое се заснова на принципот на рачно дупчење со рачен чекан или длето.

Кај овој вид на дупчење, како елемент за дупчење служи длето, кое навлегува во карпестиот материјал под влијание на ударната сила до одредена длабочина, при што по секој удар длетото се завртува за одреден агол за да дупчотината добие правилна цилиндрична форма.

Под дејство на силата P по оската на дупчачкото длето сечилото навлегува во цврстата карпеста маса за длабочина h . За да може сечилото на длетото да го совлада отпорот на карпата и да може да навлезе во неа потребно е специфичниот притисок, со кој се дејствува на карпата, да биде поголем од притиснатата гранична цврстина на односната карпа.



Слика 1. Шематски приказ на ударно дупчење

P -ударна сила, h -длабочина на навлегување, T -тангенцијална сила, R -резултанта, α -агол на сечивото, 1-1-дејство на првиот удар, 2-2-дејство на вториот удар, 1-0-2-симнат дел (шрафиран) од карпата

Според досегашната пракса се покажало дека аголот на завртување β при навлегување на сечилото на длетото при секој удар:

- а. расте со зголемување на силината на ударот, т.е директно е пропорционална на ударната сила на клипот на длетото;
- б. се смалува со зголемување на пречникот на главата на длетото, односно ширината на сечилото при иста јачина на ударот;
- в. се смалува со зголемување на цврстината на карпата во која се дупчи;
- г. расте со смалување на аголот на острење на сечилото.

Со зголемување на аголот на острење на сечилото α , т.е. со поголема острина на сечилото, во исто време се смалува неговата издржливост, пред сè при работење во тврди карпи, при што овој агол се задржува во одредени граници подолго време, кои обезбедуваат негова трајност (105° - 120°) при што поголем агол се однесува на поцврст материјал.

При перкусивното (ударно) дупчење исто така треба да се одржува рамнотежа помеѓу отскокнувањето на длетото при ударот во карпата и притисокот на длетото при дупчење, бидејќи од оваа рамнотежа зависи искористувањето на ударната енергија на чеканот и напредувањето при дупчењето.

3.1.2. Ротационо дупчење

Ротационото дупчење се базира на принципот на режење и има широка примена во подземната и површинската експлоатација за дупчење и дробење на меки карпи со коефициент на цврстина $f \leq 5$ како што се: гипс, лапорец, шкрилци и др. На површинските копови за јаглен скоро 80% дупчење на минските дупчотини се извршува на принцип на ротационо дупчење. Ротационото дупчење кое се врши во меки карпи може да се прават дупчотини во секој правец и геометриски параметрии, со голема искористливост на дупчалката во споредба со која било друга постапка на дупчење.

Суштината на овој начин на дупчење е во тоа што сврделот и целиот прибор за дупчење ротира и реза во дупчотината, притоа издупчениот материјал непрекинато по спиралата на сврделот се изнесува на површината. Значи, ротационото дупчење се извршува без агенси, што е од посебен интерес во зимскиот период.

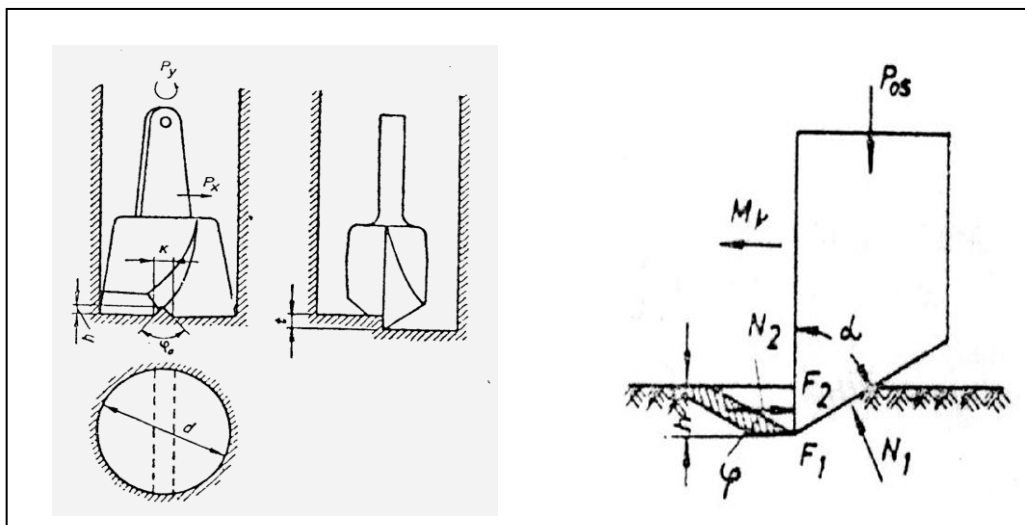
3.1.2.1. Теориски основи на сечење карпи при ротационо дупчење

Кај ротационото дупчење спиралното сврдло истовремено се наоѓа под дејство на две сили:

- Осниот притисок (**P_{os}**) кој обезбедува притисок на сечење во карпата на дното на дупчотината за длабочина (**h**) и
- Сили на ротација (**M_v**) која доведува до режење на карпите на која се обезбедува напрегање по длабочина.

Сечивото при ротационото дупчење под дејство на оскината сила и обратниот момент опишува спирална траекторија и со своите резни рабови ја раздробува карпата. Механизмот на раздробување на карпата, при ротационо дупчење има карактер на периодично режење со изразена промена на големината на силата и отпорот на острицата на круната.

За секој напредок на острицата на дното на дупчотината се откинува слој со дебелина **h**. Под дејството на оскиниот притисок **P_{os}** круната се втиснува во карпата. Понатомошното разорување на карпата се врши под дејство на торзиониот момент **M_v** и оскиниот притисок **P_{os}**.



Слика 5. Дејство на силите при ротационото дупчење

Кинематската работа на острицата може да биде претставена на следниов начин:

При напредувањето (продирањето) на острицата се спротивставува отпор во два правца: нормално на задниот раб на острицата N_1 и нормално на предниот раб N_2 . Поради тоа, постојат отпори на силата на триењето по задниот и предниот раб (F_1 и F_2). За совладување на овие сили се троши сила (снага) на моторот за вртењето и механизмот на пренос.

Поради еластичната деформација на карпата во процесот на раздробување нејзината зафатнина се редуцира за величина h_0 , која ја сочинува допирот на задниот раб со карпата на површината a и b .

Оваа сила, која се создава се совладува со механизмот за притисок на дупчалката.

Напрегањето при дупчењето е тесно поврзано со јачината на потиснување на сврделот со која е пропорционален, а опаѓа со зголемување на пречникот и отпорноста на карпата во која се дупчи, при што покрај цврстината, жилавоста и тврдината се од најголема важност.

Дупчењето започнува тогаш кога ќе се достигне критичниот притисок, односно кога притисокот ја премине граничната цврстина на карпата.

На продирањето на сечивото, карпите се спротивставуваат со отпорна сила N_1 која дејствува нормално на задната површина на забот на сечивото и отпорот N_2 кој дејствува нормално на предната страна на забот од сечивото (сл.2).

Освен тоа, овде се јавуваат и сили на триење F_1 на задната страна на сечивото и F_2 на предната страна на сечивото.

За разорувањето на карпата на дното од дупчотината да се изврши нормално, мора да биде исполнет условот осниот притисок (**Pos**) да биде поголем од збирот на отпорите и силите на триење:

$$P_{os} > N_1 + N_2 + F_1 + F_2$$

Вредноста на осовинскиот притисок се одредува според образецот:

$$P_{os} = \frac{\sigma_p \cdot L \cdot h \cdot \sin(\alpha + 2\varphi)}{\cos \alpha \cdot \cos^2 \alpha}$$

оттука за длабочината на напредување се добива:

$$h = k \frac{P_{os}}{\sigma_p \cdot L}, \quad \text{каде што е: } k = \frac{\cos \alpha \cdot \cos^2 \varphi}{\sin(\alpha + \varphi)}$$

Вредноста на коефициентот на триење (k) зависи од аголот на внатрешно триење (φ) и се усвојува:

Коефициент на триење (k)	0,27	0,30	0,36	0,44
Агол на внатрешно триење ($^\circ$)	15	17	20	22

Брзината на дупчење во единица време се одредува од:

$$V_d = v \cdot m \cdot n, \quad \text{m}$$

каде што : h - длабочина на продирање на сечивото (m)
 m - број на сечива, v - брзина на вртење ($^\circ/\text{min}$).

3.1.2.2. Машини и прибор за ротационо дупчење

□ Рачни ротациони дупчалки

Дупчалките за ротационо дупчење се од различни конструкции и системот за транспорт може да биде на: гасеници, тркала или на санки. Приборот за дупчење се состои од: круна, односно глава на длетото и спирални шипки.

Конструкцијата на длетото се одредува во зависност од карактеристиките на карпите во кои се врши дупчењето.

Спиралните шипки за дупчење се изработуваат од челични цевки на кои се, всушност, наварени челични спирални ленти. Рабовите на спиралите заради заштита од трошење имаат превлака изработена од тврда легура.

Спиралните шипки служат за:

- пренос на ротацијата (вртењето) од работната глава на круната,
- пренос на осовинскиот притисок,
- изнесување на иситнетиот материјал.

Шипките се спојуваат во колони со директно навртување една на друга. Височината на чекорот на спиралите (**h**) зависи од физичко-механичките карактеристики на работната средина во којашто се врши дупчењето.

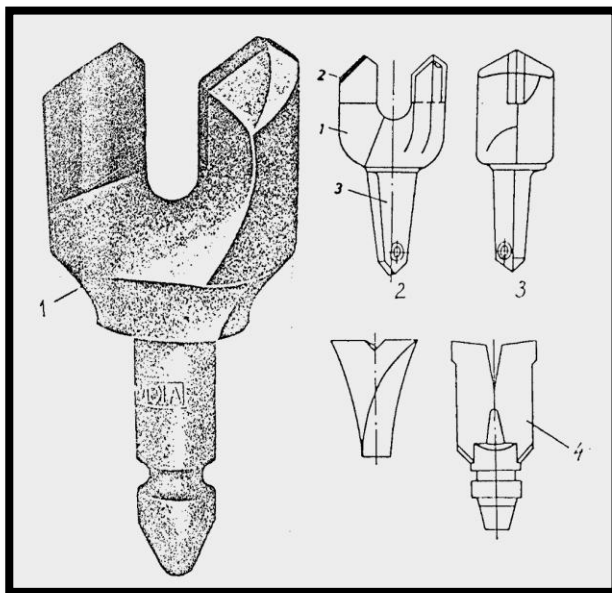
За помеки и влажни средини: $h = (0,5 - 0,7) D$

За поцврсти и суви средини: $h = (0,8 - 1,0) D$,
каде што D е пречник на спиралата.

При овој систем на дупчење основни параметри на режимот на дупчење претставуваат:

- осовинскиот притисок,
- бројот на вртења,
- длабочината на дупчење.

Со зголемувањето на осовинскиот притисок се зголемува и брзината на дупчење, а притоа се зголемува и количината на материјалот што треба да се изнесе од дупнатината. Заради ова треба да се зголеми и бројот на вртењата.



Слика 3. Облици на променливи глави за ротационо дупчење

□ Дупчење со дијамантски круни

Се применува за многу тврди и абразивни карпи со цел да се зголеми ефектот на дупчењето. Заради тоа во главата на круната се вградени вештачки (индустриски) дијаманти.

Кај производството на дијамантските круни најчесто важат следните критериуми:

- за дупчење на карпи со средна цврстина се изработуваат круни во кои се вградуваат дијаманти чија тежина одговара на 1/10 до 1/20 дел од тежината на каратот.
- за цврсти карпи овој однос се зголемува 1/20 - 1/40 дел од тежината на каратот,
- кај многу цврстите карпи, количината на дијамантите треба да биде 1/50 дел од тежината на каратот.

При дупчење со дијамантски круни големината на осниот притисок се движи од **2,0 до 10 kN/1 карат**.

Помали вредности се применуваат кај новите круни во почетокот на дупчењето, додека големи вредности се користат кај потрошените и изабените дијаманти.

□ Дупчење со тешки ротациони дупчалки

Овие дупчалки се со различна конструкција, сместени се на санка, на тркала или на гасеничен погон. Ако дупчалката е монтирана на санка, тогаш по етажата се влече со камион или со сопствен вител.

Приборот за ротационо дупчење се состои од круна, односно глава, длето и гарнитура на спирални шипки. Конструкцијата на длетото се одредува во зависност од карактеристиките на карпата во која се дупчи и може да биде двокрака за меки, трикрака за тврди и распукани карпи.

Круната е направена од квалитетен челик, а сечилото од армирани плочки од тврда Волфрамова легура.

Спиралните шипки се во колона директно навртени една на друга, заради тоа на едниот крај имаат надворешен, а на другиот внатрешен навој.

Во споредба со перкусивно-ротационото дупчење, ротационото дупчење има повеќе предности како што се:

- непрекината работа,
- помалку прашина при дупчењето,
- широка можност за примена на електрична енергија.

Ротационото дупчење ја има таа предност што отпорот на смолкнување, за кој и да е карпест материјал секогаш е помал од отпорен на притисок или истегнување.

Важен недостаток кај ротационото дупчење е тоа што мора да се совладаат големи сили на триење, поради која сечивото на главата од круната - длетото - сврделот се тапи и го ограничува дупчењето само во меки до умерено тврди карпи.

При дупчење на жилави карпи доаѓа до лепење на материјалот на спиралата на шипката што пречи на дупчењето, а кај тврдите карпи длетото се загрева.

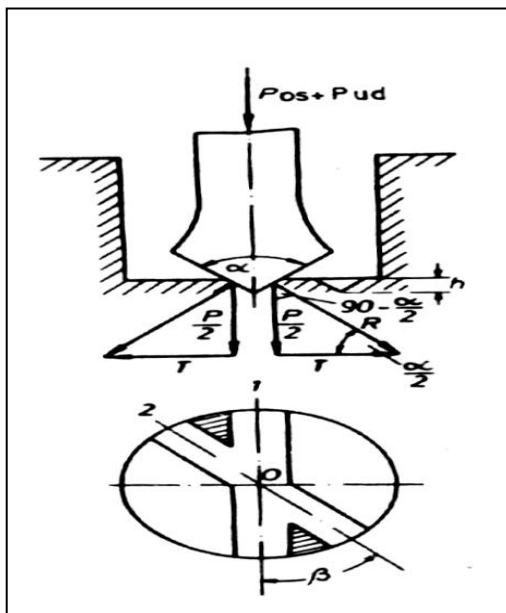
Заради отстранување на овие влијанија се додава извесна количина на вода за ублажување на условите за дупчење и подобрување на искористливоста. Водата го лади приборот и ги подмачкува цевките - шипките.

Со зголемувањето на длабочината на дупчење се зголемува отпорноста на издупчениот материјал, а тоа ја намалува брзината на дупчењето и ја зголемува потребната снага на машината.

3.1.3. Ударно-ротационо дупчење

Ударно-ротационо дупчење претставува дупчење при кое на дупчачкиот орган, покрај дејството на статичката сила (осовинскиот притисок) и ротациониот момент, дејствува и динамичката сила на удари од чеканот за дупчење.

Принципот на работа се состои во тоа сечивото од длетото, наоѓајќи се под дејство на ударната сила од чеканот, да навлегува до одредена длабочина во карпата, и под дејство на ротациониот момент се завртува за да се изврши смакнување на материјалот во дното на дупчотината и притоа се добива цилиндрична форма. Ударите на клипот по темето на круната се со голем интензитет и брзина, па заради тоа оваа постапка на дупчење се применува за карпи со коефициент на цврстина $f = 6 - 20$.



Слика 4. Шематски приказ на ударно-ротационо дупчење (според Успенски)

При ударно-ротационото дупчење длетото (круната) истовремено се наоѓа под дејство на три сили: (сл.4)

- статичка сила на осовинскиот притисок (**P_{os}**);
- динамичка сила од ударите на клипот од чеканот (**P_u**);
- силата на ротациониот момент (**M_v**).

Според многу истражувачи (Успенски и други) од дејството на осовинскиот притисок и ударната сила од клипот на чеканот, сечивото на длетото (круната) навлегува во карпестата маса до одредена длабочина (**h**).

За да може сечивото да го совлада отпорот на карпата нужно е да специфичниот притисок со кој се дејствува да биде поголем од цврстината на карпата на притисок:

$$P_{os} + P_u > \sigma_p F$$

каде што се:

P_{os} - статичка сила на осовинскиот притисок (kN/cm^2)

P_u - динамичка сила на удари од клипот (kN/cm^2)

σ_p - цврстина на притисок на карпата (kN/cm^2)

F - површина на која дејствува сечивото од длетото (cm^2)

Длабочината на навлегувањето на сечивото (h) ако е позната силата на ударите и геометријата на сечивото може да се пресмета по образецот:

$$h = \frac{P}{2 \cdot d \cdot \sigma_p} \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \varphi}{\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi}$$

каде што се:

P - сила на ударот на клипот, (kN/cm^2)

d - пречник на сечивото на глетото, (cm)

σ_p - притисна цврстина на карпата, (kN/cm^2)

α - агол на острење на сечивото ($^\circ$)

φ - агол на триење помеѓу карпата и сечивото на глетото ($^\circ$)

По секој удар длетото се ротира за извесен агол β кој се движи од 8 до 30° (зависно од снагата на дупчачкиот чекан) и врши смолкнување за опфатниот агол β .

3.1.3.1. Основни фактори на техниката на дупчење

Основниот принцип на техниката на дупчење се состои во тоа што карпестиот материјал на дното од дупчотината треба да се здроби односно иситни и истиот да се отстрани од дното на дупнатината. Контактот со дното од дупнатината се остварува со константниот притисок на алатот на дупчење.

Притисокот е различен во зависност од начинот на дупчење, типот на дупчалката и својствата на работната средина. Работниот елемент односно круната за дупчење се наоѓа под дејство на три сили и тоа:

- статичката сила на осовинскиот притисок,
- динамичката сила од ударот на клипот на чекичот и
- силата на ротација.

На режимот на дупчење основно влијание имаат следниве фактори:

- **осовинскиот притисок**
- **бројот на вртења**
- **отстранувањето на издупчениот (раздробениот) материјал.**

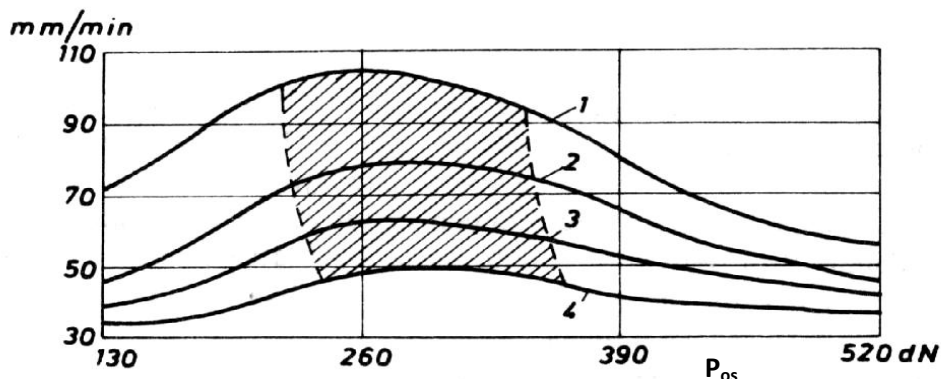
- **Осовинскиот притисок** односно статичката сила е потребна за да се оствари контактот помеѓу круната за дупчење и карпата.

Доколку притисокот е недоволен круната ќе отскокнува, а ако е преголем, круната тешко се завртува така да и во двата случаи ефектот на дупчење ќе биде мал.

За да се постигнат добри ефекти при дупчењето осовинскиот притисок треба да биде оптимален односно истиот да биде таков што ќе овозможи најголема брзина на дупчење.

Кај помалите дупчалки бидејќи немаат инструменти кои покажуваат вредности на осовинскиот притисок, регулацијата е препуштена на ракувачот на машината и затоа со исти дупчалки во исти работни средини може да има различни остварувања и до +/- 30%.

Кај современите самоодни дупчалки оптималниот осовински притисок може да се постигне, бидејќи режимот на дупчење е потполно автоматизиран и компјутерски може да се регулира, во зависност од физичко-механичките карактеристики и техничките карактеристики на работната средина.



Слика 5. Зависности на брзината на дупчење од осовинскиот притисок
 крива 1 - за карпи со $f = 10 - 12$, крива 2 - за карпи со $f = 12 - 14$,
 крива 3 - за карпи со $f = 14 - 16$, крива 4 - за карпи со $f = 16 - 18$

На брзината на дупчење имаат влијание повеќе фактори меѓу кои се:

а) Физичко-механичките и техничките карактеристики на работната средина (во поцврсти средини ефектот е помал и обратно).

б) Пречникот на дупчење (помал пречник поголема брзина на дупчење и обратно).

в) Длабочината на дупнатините. Со поголема длабочина отстранувањето на дупчениот материјал потешко се отстранува, а со тоа се намалува брзината на дупчењето.

г) Притисокот на компримиран воздух. Со зголемување на притисокот се зголемува брзината на дупчење.

д) Бројот на вртења на круната. Кај поцврсти средини бројот на вртењата треба да е помал при ист број на удари на клипот од чеканот.

е) Типот на чеканот.

Вртењата-ротацијата на чеканот за дупчење кај помалите пречници на дупчење е усогласена со ударите од клипот во чеканот односно постои одредена меѓузависност на бројот на вртежи со бројот на ударите. Бројот на вртењата кај овие дупчалки се движи од 150 до 300 $vr./min$ што изнесува $1/9 - 1/10$ од бројот на ударите на клипот.

Кај дупчалките со поголем пречник на дупчење за вртењата на работниот орган има посебен мотор, а се врти со 60 -150 $vr./min$.

Врз база на многу испитувања дојдено е до сознание дека за еднаков пречник на дупчење (105 мм) и ист број на ударци од клипот (1900 уд./мин.) оптималниот број на вртења во различни работни средини е следниот:

-за многу цврсти средини ($f = 14-18$) и $v = 20-40$ vr/min

-за средно цврсти средини ($f = 10-14$) и $v = 40-60$ vr/min .

-за меки средини ($f = 6-10$) и $v = 60-90$ vr/min

Отстранувањето (исфрлувањето) или евакуацијата на раздробениот материјал од дното на дупнатината треба да биде перманентно за сето време на дупчењето за да не дојде до дополнително ситнење т.н. „мртво мелење“ со што се намалува брзината на дупчење, а се доаѓа и до непотребно трошење (абење) на круната.

Отстранувањето на раздробениот материјал при дупчењето може да се изврши со **компримиран воздух, вода и смеса од вода и воздух**.

Можноста за **изнесување** на раздробениот материјал од дупнатината во однос на големината на честичките зависи од брзината на

воздухот кој поминува помеѓу шипките за дупчење и страните на дупнатината односно од количеството на воздух.

Отстранувањето на раздробениот материјал од дупнатините на површинските копови, главно, се врши со компримиран воздух, а за спречување на прашината која при дупчењето се создава кај новите дупчалки се користат системи за *отпрашување*.

3.1.3.2. Типови на дупчалки за ударно-ротационо дупчење

При дупчење со пневматски ударно-ротациони дупчалки работен орган претставува *пневматскиот чекан* на погон со компримиран воздух. Чеканот за дупчење е составен од три главни делови: глава, цилиндар со клип и долен дел.

На главата се приклучоци за довод на компримиран воздух (и за вода ако е мокро дупчење), во цилиндарот е ударниот клип, а во долниот дел се врши вртењето на усадникот и шипките со круната.

Пневматскиот чекан работи на тој начин што клипот во цилиндарот брзо пулсира и со едниот дел удира на алатот (шипките) за дупчење.

За да може клипот да се движи во двете насоки се доведува и одведува компримиран воздух преку разни разводници.

Влезот и излезот на воздухот во цилиндарот е така поставен што клипот не може да ги достигне крајните точки, бидејќи постои воздушно перниче (ако нема воздушно перниче ќе дојде до оштетување).

Зголемениот број на вртежи на удари на клипот се постигнува со зголемување на пречникот на клипот за сметка на намалување на должината на одот. Меѓутоа, големата бучава (**до 150 Db**) и големи вибрации при работа ја ограничуваат примената на овие чекани.

Многу фирми во светот денеска произведуваат современи чекани со придушници, така што бучавата е сведена на дозволено ниво, а бројот на удари на клипот се движи до 3.500 удари во минута.

Според конструкцијата на вртења на механизмот, дупчачките чекани може да бидат: со зависна ротација и со независна ротација.

Според **начинот на примена** може да се поделат на: рачни, столбни и ускопни.

Според масата може да бидат: лесни (до 18 kg), средни (20-25 kg) и тешки (преку 30 kg).

Според **начинот на отстранување** на издупчениот материјал: со директно отстранување и со индиректно отстранување.

Според **типот на енергијата** што ја користи: пневматски, бензински, електрични и хидраулични.

Од сите овие конструкции најмногу се користи конструкцијата со компримиран воздух, иако имаат најмал коефициент на корисно дејство. Меѓутоа, предност е што компримираниот воздух теоретски е со најмалку опасна работна енергија за примена во рударство.

Табела 12. Технички карактеристики на некои типови рачни чекани

Технички карактеристики	Тип на рачни чекани од „Равне” - Словенија			
	RK-18	RK-21	RK-28	VK-30
маса на чеканот, kg	20	23	28	29
должина на чеканот, mm	570	590	680	680
дијаметар на клипот, mm	62	65	90	90
број на удари на клипот, udr/min	2000	2250	3100	3100
број на вртења на клипот, vr/min	170	220	320	320
потрошен воздух, m ³ /min при притисок од 5 bar	2.0	2.3-2.5	4.5	4.5
работен притисок, bar	4-7	5-7	4-7	4-7

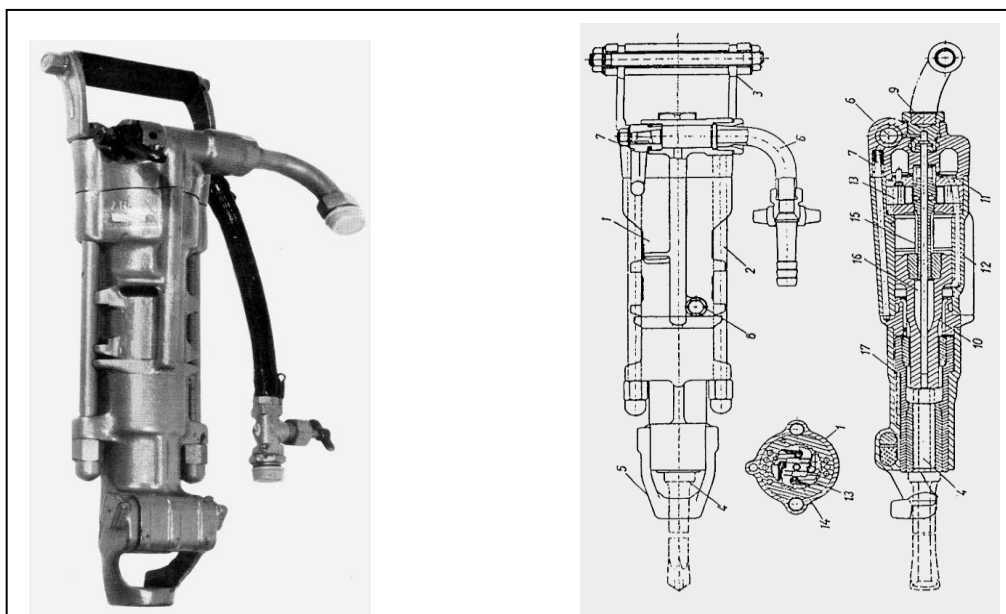
□ Пневматски дупчачки чекани

Пневматскиот дупчачки чекан е пневматска машина за дупчење, која е конструирана на принцип на рачно дупчење со длето и чекан, така што ударите по темето на дупчачкото длето (2.500-3.500 удари во минута) се

нанесуваат со клип, кој се движи во цилиндарот на оваа машина напред и назад под влијание на компримиран воздух (5-6) 10^5 Pa.

Притоа, дупчачкото длето по секој удар автоматски се завртува за одреден агол (8-30°). За доведување на компримираниот воздух наизменично, пред и позади клипот, служат разводни вентили со различни конструкции од кои најмногу се употребуваат плочести, прстенести и поретко топчести вентили.

Кај прстенестиот вентил каналите за доаѓање на свежиот воздух се широки, чекорот на прстените е многу краток, а површината голема, со што се обезбедува добра работа на чеканот, па поради тоа во поново време најмногу се употребува. Топчестите вентили поради бавната работа најчесто се исфрлени од употреба.



Слика 6. Рачен средно тежок пневматски чекан за дупчење (RK-21W, Железара Равне, Словенија), 1) цилиндар, 2) надворешна завртка, 3) рачка за една рака, 4) всадник на длето за дупчење, 5) држач за длето, 6) довод на компримиран воздух, 7) издувен канал, 8) место за подмачкување, 9) довод на вода, 10) клип 11) разводен плочест вентил, 12) канал за воздух, 13) озабен венец, 14) подрипнувач, 15) оска со хеликоидни канали, 16) цевка на довод на вода во длетото, 17) гизла за врска меѓу клипот и длетото.

Чистењето на дупките од прашина и ситен материјал кој се создава при дупчењето се постигнува со издувување или со миење со вода. Понекогаш отстранувањето на надупчениот материјал се врши со всмукување со помош на специјална направа за всмукување на прашина.

Отстранување на издупчениот материјал со компримиран воздух се изведува така што компримираниот воздух поминува низ шуплив клип и клипница и со едниот дел навлегува во на длетото, а потоа низ шупливото длето врши притисок на дното на дупчотината и го отстранува издупчениот материјал.

Ваквиот начин на отстранување на издупчениот материјал не смее да се применува во подземната експлоатација, поради создавање прашина. Отстранувањето на надупчениот материјал со помош на вода се врши со доведување на вода во дупчачкиот чекан, која низ шупликавата игла навлегува во шуплината на дупчачкото длето и под притисок од $(4-5)10^5 \text{ Pa}$ врши отстранување на надупчениот материјал. Треба да се напомене дека притисокот на водата мора да биде помал од притисокот на компримираниот воздух за да водата не навлезе во дупчачкиот чекан и да не го оштети.

Рачните дупчачки чекани се употребуваат за работа со двете раце и се употребуваат за помошни работи (лесна конструкција) и при дупчење надолу - вертикално (тешка конструкција).

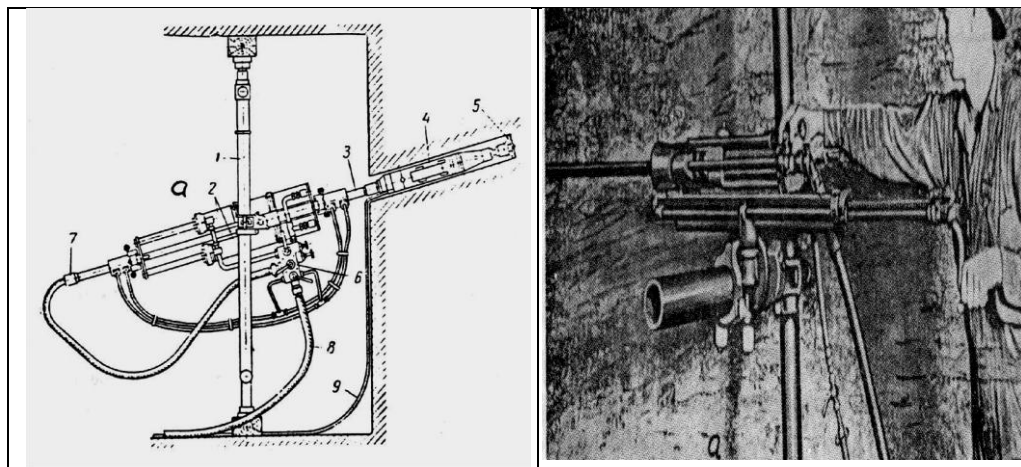
□ **Столбни дупчачки чекани**

Столбните дупчачки чекани се со тешка конструкција (преку 35kg), со поголема ударна сила и поради тоа се произведуваат заедно со потпирач.

Кај подземната експлоатација при изработка на ходници или во откопите со мала висина, дупчачкиот чекан се поставува на вертикален или хоризонтален столб, кој се зацврстува помеѓу подината и кровината, или помеѓу страните на ходникот.

Кај високите подземни простории или површинските копови, тешките дупчачки чекани се поставуваат на треногарки и на дупчачка кола. Преку посебни водилки свртувачки зглобови можат да дупчат во сите правци.

Столбните дупчачки чекани со тешка конструкција се користат за дупчење во цврсти карпести материјали за длабоки мински дупчотини во комбинација со различни врсти на потпирачи (манипулатори) кои можат да бидат: механички, хидраулични, пневматски и комбинирани.



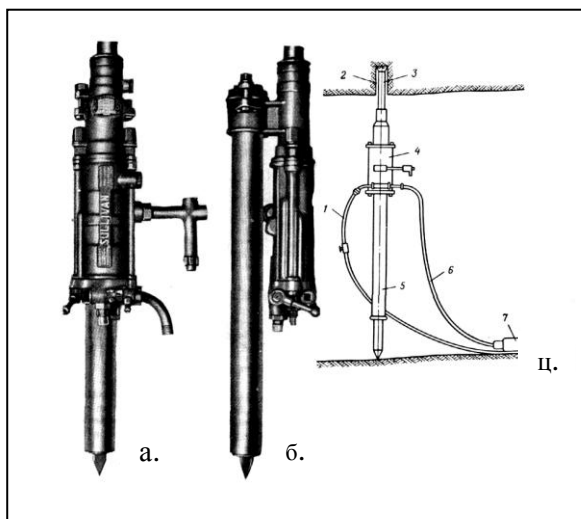
Слика 7. Столбен дупчачки чекан

1 - хидрауличен потпирач, 2 - цилиндар со клип, 3 - моноблок длето, 4 - минска дупка, 5 - круна, 6 - вентили за воздух, 7 - довод на воздух, 8 - подмачкување, 9 - довод на вода

□ Ускопни дупчачки чекани

Овие чекани се употребуваат за дупчење на вертикални и косо поставени мински дупкотини. За разлика од рачните дупчачки чекани, ускопните чекани се снабдени со страничен држач со вграден регулатор на притисокот на компримираниот воздух во пневматската ногарка.

Се изработуваат за мокро и суво дупчење, како и за всисување на издупчениот материјал. Овој тип на дупчачки чекани се одликува со вградена пневматска ногарка во продолжеток на дупчачкиот чекан или паралелно со него.



Слика 8. Ускопни дупчачки чекани,

- а) пневматски потпирач на оската од чеканот,
 б) пневматски потпирач паралелен со оската на чеканот,
 ц) 1- довод на вода, 2-минска дупка, 3-длето, 4-дупчачки чекан,
 5-пневматски потпирач, 6 - довод на воздух, 7-мачкалка

Пневматската ногарка најчесто е конструирана со цилиндар на извлекување и неподвижен клип со долга клипница на која дупчачкиот чекан се потпира. Со доведувањето на компримиран воздух во просторот над клипот се врши притисок на клипот, при што цилиндарот на ногарката се извлекува и го потиснува дупчачкиот чекан нагоре. Регулација на силата на потискување се врши преку вентил вграден во рацката на дупчачкиот чекан.

□ **Современи самоодни дупчачки гарнитуре**

Во подземната експлоатација каде што се дупчи и со пречници и до 150 mm и должина до 5m се употребуваат дупчачки коли. Овие машини се изработени за движење по шини, на гасеници или со пневматици - тркала.

Во зависност од површината што треба да се дупчи се изработуваат со повеќе гранки на кои се монтирани дупчачки чекани со што се овозможува паралелна работа со повеќе дупчачки чекани.

Секоја гранка односно дупчачки чекан покрива одреден дел од просторот од хоризонталното чело, со што загубите во време за преместување на чеканите се намалува. Поставувањето на гранките се врши со помош на хидраулика од едно место, а еден човек манипулира од едно место - кабина со повеќе дупчачки чекани истовремено.

На површинските копови за дупчење на мински дупчотини со ударно-ротациониот систем се користат и многу типови на дупчалки како:

- а) Лесни лафетни дупчалки со надворешен или со длабински чекан;
- б) Тешки самоодни дупчалки на гасеници со длабински чекан;
- в) Самоодни дупчалки со хидрауличен чекан (надворешен или длабински).

Дупчењето на минските дупчотини со дупчалки со длабински чекани имаат одредени предности кои се гледаат во следното:

- енергијата на ударите директно се пренесува на дното од дупчотината, бидејќи чеканот се наоѓа во дупчотината веднаш до круната за дупчење,

- брзината на дупчење е константна за целата длабочина на дупчотината,

- помала бучава (шум) при дупчењето, бидејќи чеканот е во дупчотината,

- помала е потрошувачката на шипки, бидејќи истите не се многу оптоварени на вибрации и удари,

- се постигнува правилна вертикалност на дупчотината, односно се задржува предвидениот правец на дупчење, поефикасно е чистењето на дупнатината.

Кај надворешните хидраулични чекани килипот при удирањето на шипките преку усадникот предизвикува бранови со четвороаголни амплитуди кои низ шипката за дупчење подобро се пренесуваат, со што се постигнува подобро искористување на енергијата.

Предностите на хидрауличните чекани се следните:

- поголема брзина на дупчење,

- поголема искористеност на енергијата на ударите,

- не се загадува работната околина,

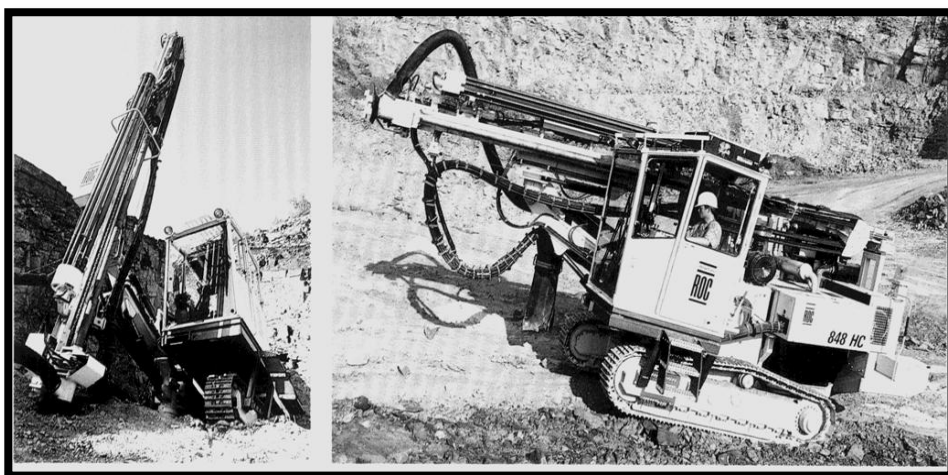
- намалена е бучавата (шумот).



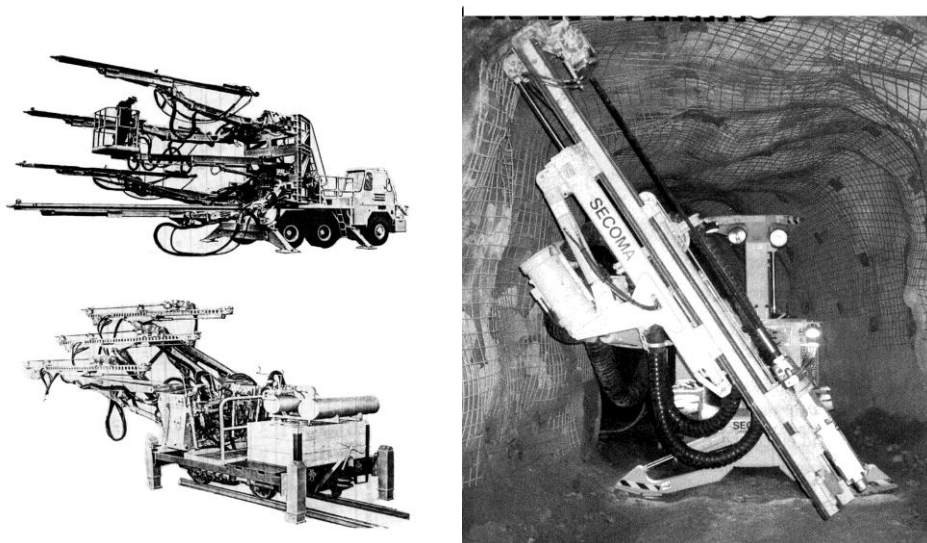
Слика 9. Дупчалка на гасеници Jos, тип VCR-261

Хидрауличните чекани имаат и одредени недостатоци:

- поголема должина и тежина, поголема цена, поскапо одржување и др.



Слика 10. Хидраулична дупчалка ROC 848HC Ø 76-127mm



Слика 11 Типови на дупчачки гарнитури за подземни рудници, Promec T 285 и Rotabooms RP 625 (лево) и тип SECOMA (десно)



Слика 12. Хидраулична дупчалка „Ingersoll-Rand” LM-500CF (64-102 mm) - лево, Хидраулична дупчалка BRH 80-36 - десно



Слика 13. Различни типови лафетни дупчалки од фирмата „Atlas Copco“

3.1.4. РОТАЦИОНО-УДАРНО ДУПЧЕЊЕ

При овој систем на дупчење разорувањето на работната средина на дното од дупнатината се врши со забите од круната која ротирајќи прави голема концентрација на напрегања во контакт со карпата.

Ако концентрацијата на напрегањата е поголема од цврстината на карпата тогаш доаѓа до разорување на истата.

Процесот на разорување се врши под дејство на осовинскиот притисок со кој круната се оптоварува и со ротацијата на целиот прибор за дупчење и на секој конус посебно.

Под дејство на осовинскиот притисок се обезбедува контакт на забите од круната и карпата на дното од дупнатината, правејќи голема концентрација на напрегања во работната средина на местото на контактот.

Со ротацијата на круната, односно ротацијата на секој конус околу своите осовини забите од круната на различни места од дното на дупнатината прават контакт со карпата разорувајќи го целиот профил на дупнатината. Контактот помеѓу одделните заби и карпата е многу краток (околу 0,002 секунди), меѓутоа прави големо точкасто оптоварување и во зависност од конструкцијата на забите има карактер на удар.

Овој систем на дупчење има сè поголема примена во целиот свет, а посебно на површински копови во САД и Русија каде што коповите се со големи производни капацитети.

За да може да се постигне голем осовински притисок кој се пренесува преку приборот за дупчење на дното од дупнатината приближно се усвојува:

$$P_{os} = 0,7 \cdot G \text{ или } P_{os} = (6-7) \cdot f \cdot D$$

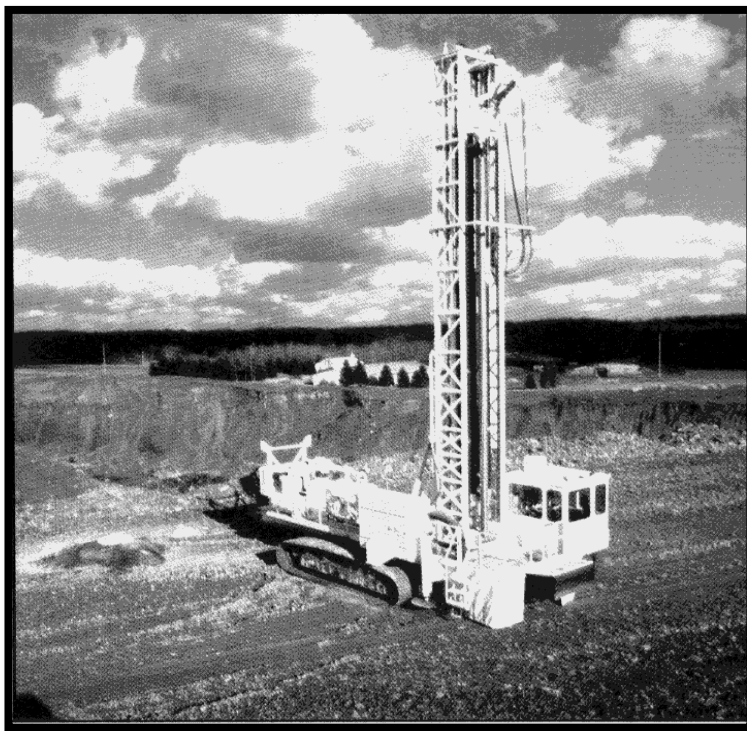
каде се:

G - тежина на дупчалката, t

f - коефициент на цврстина на карпите

D - пречник на дупчење, cm

P_{os} - осовински притисок, kN



Слика 14. Тешка самоодна дупчалка од фирмата „TAMROCK”

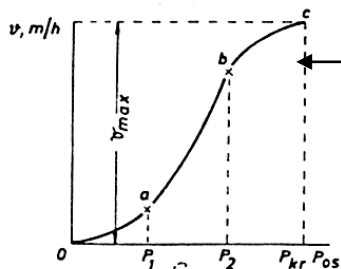
Ротационо-ударниот систем на дупчење се применува во средно тврди и тврди работни средини.

Основни параметри на режимот на дупчење претставуваат:

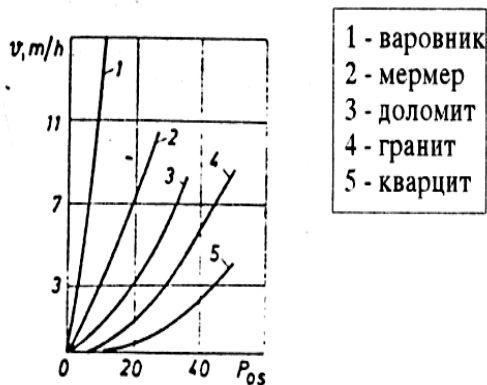
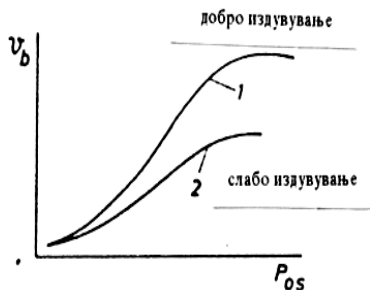
- а. притисокот на дното од дупнатината (осовински притисок);**
- б. бројот на вртењата на круната;**
- в. отстранување на материјалот на дупнатината.**

За втиснување на забите од круната во работната средина е потребен голем осовински притисок, затоа машините за дупчење мора да имаат голема сопствена маса, односно тежина.

а) Осовински притисок (P_{os})



$V_d = f(P_{os})^n$ - експоненцијална функција
 n - различен во зависност од
 отстранувањето на материјалот
 Брзината на дупчење е функција од осовинскиот притисок и таа се зголемува со зголемување на истиот до некоја P_{kr} кога престанува да расте.
 Кривата во облик "S" има три дела:
 "0 - a" - брзината расте по параболичен закон
 "a - b" - ($P_1 - P_2$) - брзината расте по линеарен закон
 "b - c" - ($P_2 - P_{kr}$) - брзината расте со послаб интензитет



Слика 15. Дијаграми на зависност на брзината на дупчење од осовинскиот притисок

б) Бројот на вртежи на круната (n)

Бројот на вртежи на приборот односно круната се движи до 200 вртежи во минута. Од бројот на вртежи зависи бројот на ударите на забите на дното од дупнатината. Со зголемување на бројот на вртежи се зголемува и бројот на ударите на забите од круната во единица време, па со тоа и брзината на дупчење.

Бројот на вртежи се пресметува според образецот:

При овој начин на отстранување на издробениот материјал од дното на дупнатината, во дупчалката постои систем за отпрашување (циклон) заради спречување на загадување на околината од прашина.

Отстранувањето на материјалот со компримиран воздух зависи од брзината на струење на воздухот во просторот помеѓу шипките за дупчење и сидовите на дупнатината. Потребната количина на воздух за отстранување на материјалот може да се пресмета по формулата:

$$Q_v = \frac{(D_k^2 - D_s^2)V60}{4}, m^3 / \text{min} \quad \text{или}$$

$$Q_v = 47,1(D_k^2 - D_s^2) V, (m^3/\text{min})$$

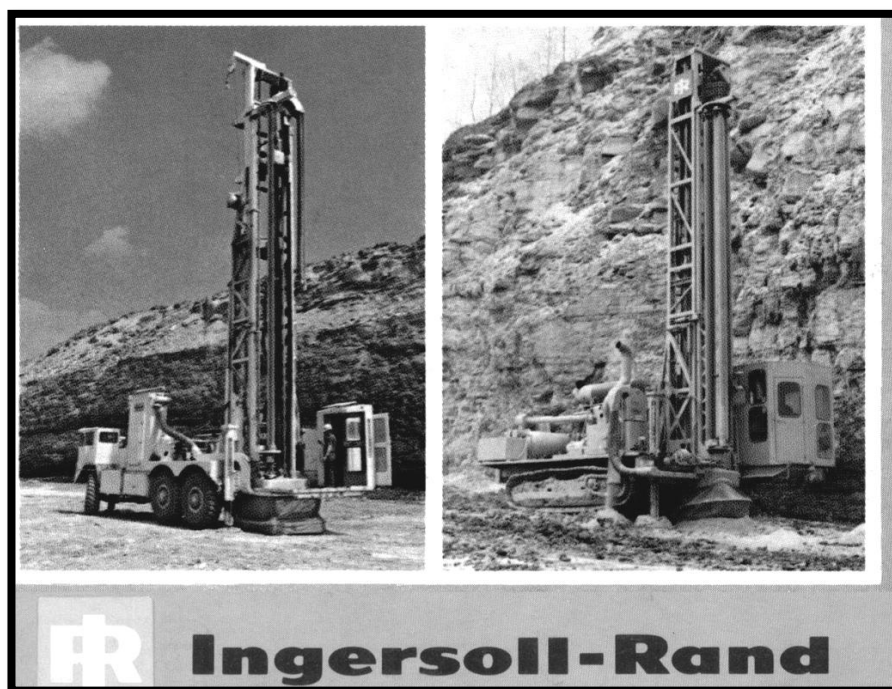
каде се:

Q_v - количина на воздух, m^3/min

D_k - пречник на круната, mm

D_s - пречник на шипките за дупчење, mm

V - брзина на компримираниот воздух, m/s



Слика 17. Типови дупчачки гарнитури за ротационо-ударно дупчење од фирмата „Ingersoll – Rand“ - САД

3.1.5. Термичко дупчење

Термичкото дупчење е физичко-хемиски процес каде што за раздробување на карпата се користи физичкото својство на различни степени на топење на одделните минерални состојки и различните вредности на топлоспроводливост на карпите.

Ова дупчење се применува во карпи со голема цврстина и коефициент од 14 до 20 и со голем процент на кварц (SiO_2).

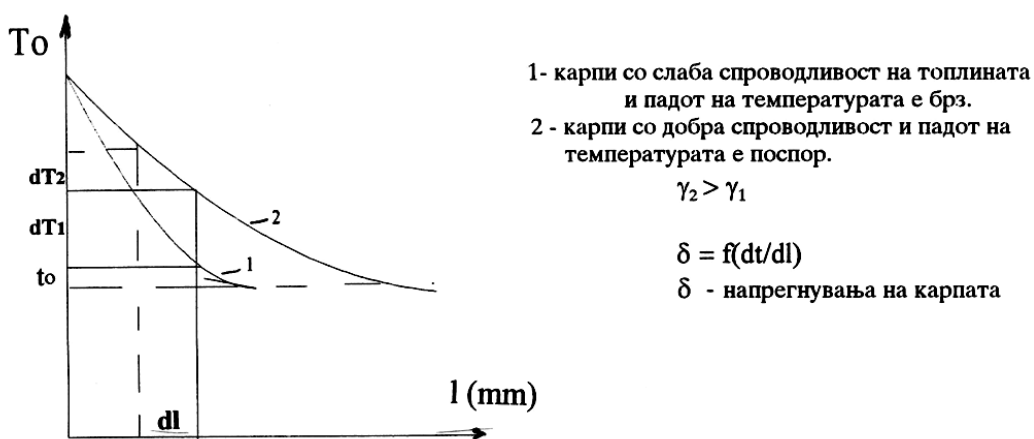
Термичкото разорување на карпите настанува кога карпата интензивно се загрева поради што нејзините површински слоеви многу нагло се шират, а во длабочината на масивот помалку. Нерамномерното затоплување и ширење предизвикува механички напрегања во карпата и кога ова достигне големина поголема од отпорот на карпата се раздробува.

Својствата на распоредување на температурата во карпата, која се загрева нормално на нејзината површина, при различна топлоспроводливост, претставени се на слика 18.

Големината на напрегањето во карпата зависи од разликите на температурата во слоевите на карпата, т.е. од температурниот степен.

Кај карпите со ниска топлостроводливост (крива 1) се претставува со стрмен пад на теperaturата, а кај карпите со поголема топлотна спроводливост (крива 2) оваа крива е со благ пад.

Аналогно е да при еднакви услови теperaturниот степен во првиот случај ќе биде поголема.



Слика 18. Распоред на температурата во карпата при термичко дупчење

Коефициентот на предавање на топлината зависи од брзината на гасната струја и расте со порастот на истата.

Температурата на гасовите се ограничува со термичката постојаност на бренирот. Зголемувањето на брзината на гасната струја се постигнува со примена на млазница „Laval“. Поминувајќи низ оваа млазница, гасната струја добива надзвучна брзина.

Параметри при овој режим на дупчење се:

- потрошувачка на компонентите (кислород, керозин, вода);
- бројот на вртежи на горилникот (n_v);
- растојанието на горилникот од дното на дупчотината.

Брзината на дупчење се одредува со изразот:

$$Vd = \frac{q}{\lambda \cdot \gamma \cdot t} (m/h)$$

каде што се: q - среден специфичен топлински проток (KJ/hm^2);

λ - средна вредност на топлоспроводност на карпата ($KJ/kg \text{ } ^\circ C$);

γ - специфична тежина на карпата (g/cm^3);

t - температура при која доаѓа до разорување ($^\circ C$).

Брзината на дупчење за некои видови карпи изнесува:

- за магнетит 5,2 - 8 m/h;
- магнетит со кварц 5,5, - 6,7 m/h;
- кварцити 6 - 7,5 m/h.

Потрошувачката на компонентите зависи од пречникот на горилникот и големината на дупчалката и приближно изнесува:

- кислород, околу $240 m^3/h$ (притисок од 15 бари);
- керозин, $125 kg/h$ (8-12 бари);
- вода, $1,5 - 3,5 m^3/h$ (8 бари);
- број на вртежи, $n_v = 6 - 30 vr/min$.

Брзината на термо дупчењето зависи од брзината на додавање на топлотната струја и аголната брзина на завртување на термобургијата, исто така и од петрографските својства на карпата која се дупчи.

Со зголемување на бројот на вртежи, процесот на раздробување на карпите по правило се поправа (станува подобар) и до некоја граница расте волуметриската брзина на раздробување.

Зголемувањето на бројот на движењето над овие граници доаѓа до смалување на брзината на разорување.

3.1.5.1. Инструмент за термичко дупчење

Топлотни струи за термичко дупчење создаваат:

- бренерите со ракетен тип во кои се врши согорување на смесата на распламениот керозин во кислород;
- бренери со ракетен тип, во кои се врши согорување на смесата на распламениот бензин и воздух, кој се додава во комора на согорување со помош на компресор;
- бренери со пламен тип, кај кои топлотна струја се образува со зголемување на воздухот кој поминува низ гасна хранилка (дизна) и неговите додавања на дното на дупчотината низ пригушницата (дизна).

Бургијата на дупчалката за термичко дупчење се состои од бренер 1 и шипка 2 (сл. 19). Бренерот се состои од комора за согорување на горивото 3 и апарат со дизна 4. Додавањето на горивото во комората за согорување се врши низ прскалка 5, а оксидантот низ ејекторот на прскалката.

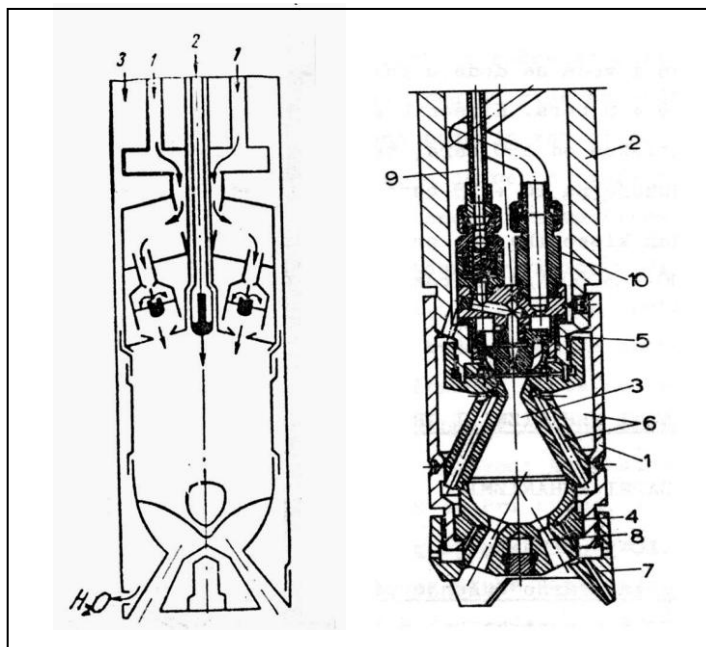
Во просторот 6, помеѓу телото на бренерот 1, се додава течност за ладење (вода). Граничните 7 ја спречуваат дизната 8 на бренерот, да се пригмечи на дното од дупчотината.

Дупчачката шипка се состои од спојни цевки и две внатрешни - за оксидаторот 9 и за горивото 10. Водата се додава низ спојна цевка. Дупчачките шипки се изработуваат за целата длабочина на дупнатината, бидејќи продолжувањето на шипките е практично невозможно.

При согорувањето на горивото во оксидаторот се развива температура од 3.000 до 3.500°C и притисок од 8 до 10 бари. Низ дизната 8, гасовите излегуваат од бренерот со брзина до 2.000 m/s.

За да се добие правилен облик на дупнатината, бренерот се врти со брзина од 2 до 30 vr/min . Пречникот на дупнатината при термичкото дупчење зависи од димензиите на горилникот и се движи од 250 до 300mm. Термичкото дупчење овозможува со смалување на брзината на гасната струја на дното од дупнатината таа да се прошири и со тоа се обезбеди зголемена зафатнина за полнење со експлозив.

Притисокот на кислородот и керозинот во цевките треба да биде поголем од притисокот на гасот во комората на бренерот. Обично изнесува 10-14 бари. Доводниот уред е зацврстен на врвот од шипката. Тој овозможува преку црево да се додаваат оксидаторот, горивото и водата за ротирање на вртливите односно дупчачките шипки.



Слика 19. Шема на реактивен горилник (лево), пресек на бренерот на млазницата (десно)

Горивото и водата се додаваат со посебни пумпи. Водата се додава под притисок од 5 до 8 бари. Кислородот се додава од боца, каде што се наоѓа под притисок од 150 бари, така што при давањето притисокот му се намалува на 10-15 бари.

Потрошувачката на кислород при пречник на дупнатина од 120-180 mm изнесува 240 m³/h, на керозинот 125 kg/h и вода 2,5 - 4 m³/h.

Длабочината на дупчотините се движи и до 60m, во карпи со коефициент на цврстина од 14 до 20.

Коефициентот на корисно дејство при термичкото дупчење се движи од 0,15 до 0,20 што претставува многу мала вредност.

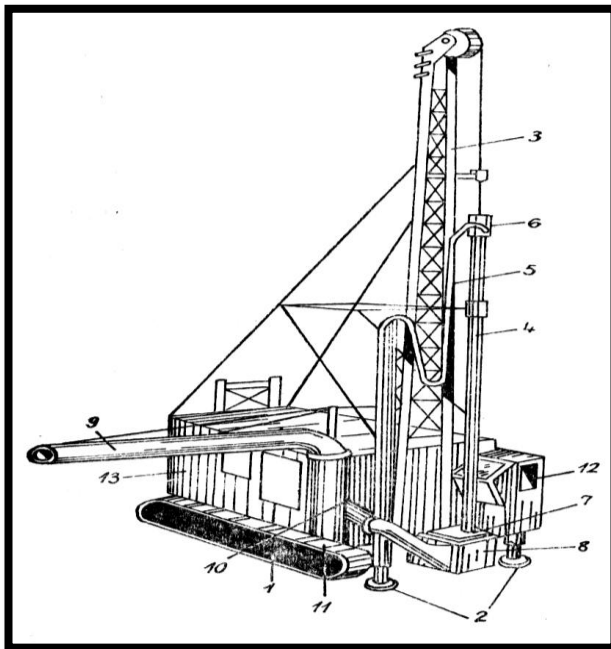
Во последно време се испитуваат можности за зголемување на корисното дејство преку додавање на одредени состојки во зоната на оксидација т.н. стимулатори - катализатори. На овој начин се постигнува поголем степен на согорување.

Предности на термичкото дупчење се:

- високи ефекти во одредени типови на карпи (тврди карпи со голем коефициент на цврстина);
- можности за дупчење на различни пречници (големи) и проширување на дупчотината на повеќе нивоа;
- незначително влијание на присуството на вода во капестиот масив што се дупчи.

Како **недостатоци** можат да се споменат следните:

- можности за дупчење на карпи само со одредени физичко-температурни својства;
- ограничена длабочина на дупчење;
- голема потрошувачка на работни компоненти (вода, кислород, керозин);
- загадување на работниот простор и околината при согорувањето.



Слика 20. Општ изглед на дупчалка за термичко дупчење

1 - рам на гасеничен од; 2 - хидраулични „стопи“; 3 - катарка; 4 - шипки; 5 - црева за додавање на гориво и вода; 6 - лост; 7 - механизам за вртење; 8 - колектор за собирање на ситен материјал од дупката; 9 - систем за отпрашување; 10 - вентилатор; 11 - цилиндар за одлагање на ситнежот од материјал; 12 - кабина, 13 - тело на дупчалката

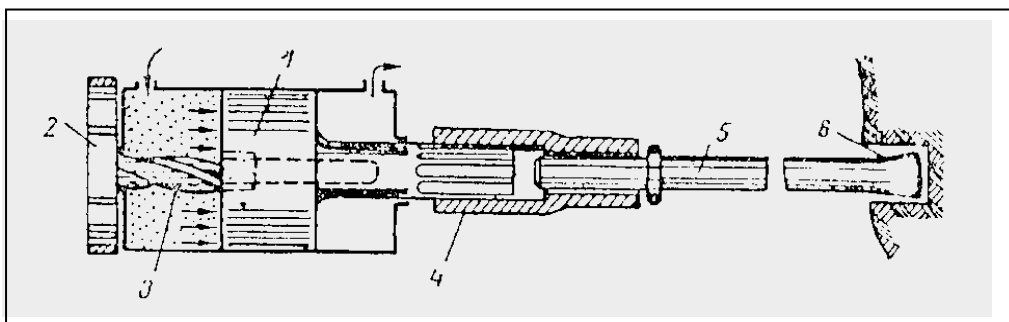
4. Алат и прибор за дупчење

Работен орган за дупчење при ударниот односно ударно-ротациониот систем на дупчење претставува **чеканот** за дупчење. Чеканите за дупчење според енергијата што ја користат можат да бидат: пневматски, хидраулични, бензински и електрични.

Чеканите за дупчење кои имаат бензински мотор или електромотор се **рачни дупчалки** и се наменети за поплитки мински дупнатини што фактички немаат примарна улога на површинските копови при експлоатацијата на минералните сировини. Се користат, пред сè, за секундарни поддупчувања и за дупчење на негабаритни блокови.

Пневматските чекани за дупчење како енергија за погон користат компримиран воздух со висок притисок и истата се добива - произведува од компресори кои можат да бидат мобилни или стабилни. Пневматскиот чекан за дупчење има многу широка примена и се користи како мала - лесна рачна дупчалка (сл.22) или како работен орган во средно тешки и во големи дупчачки машини.

Хидрауличните чекани се употребуваат како работни органи на различни типови дупчалки за различни системи на дупчење на мински дупнатини при површинската експлоатација на минералните сировини.



Слика 21. Главни делови на пневматски чекан (пресек)

1 - клип со цилиндер, 2 - назабен венец, 3 - хеликоиден дел,
4 - чаура, 5 - длето (бургија) за дупчење, 6 - назабен дел или круна за дупчење

Пневматскиот рачен чекан за дупчење е така конструиран што ударите на длетото (2.500 – 3.500 удари во минута) ги прави клипот кој во цилиндарот се движи напред - назад под дејство на компримиран воздух (со

притисок од 5 до 6 бара) и притоа по секој удар автоматски се завртува за одреден агол ($8 - 30^{\circ}$).

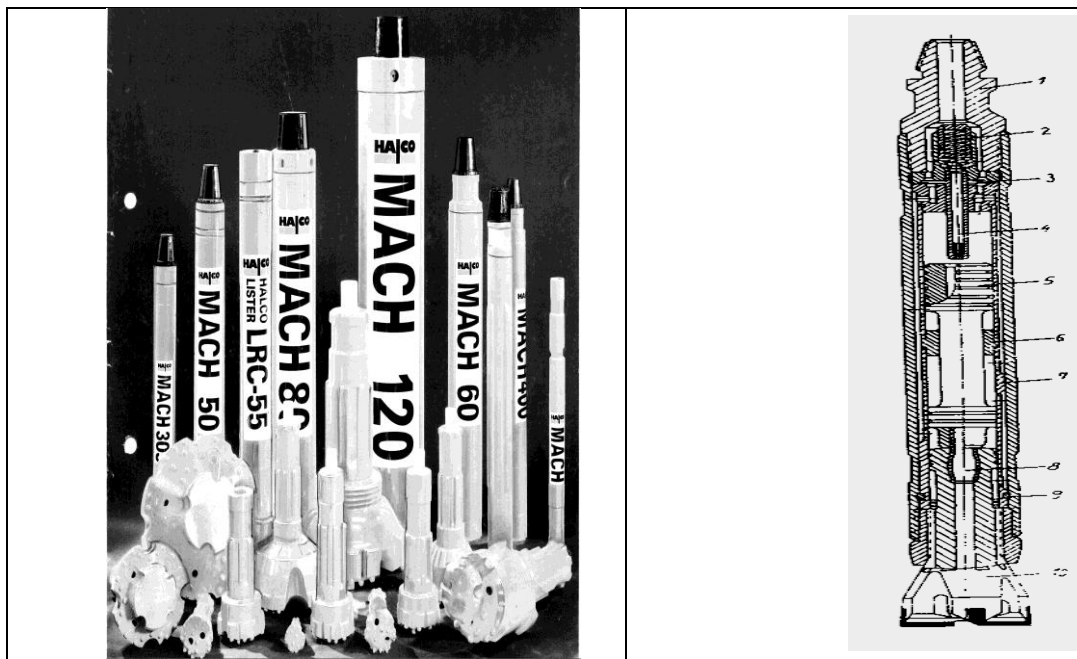


Слика 22. Општ изглед на типови рачни пневматски чекани

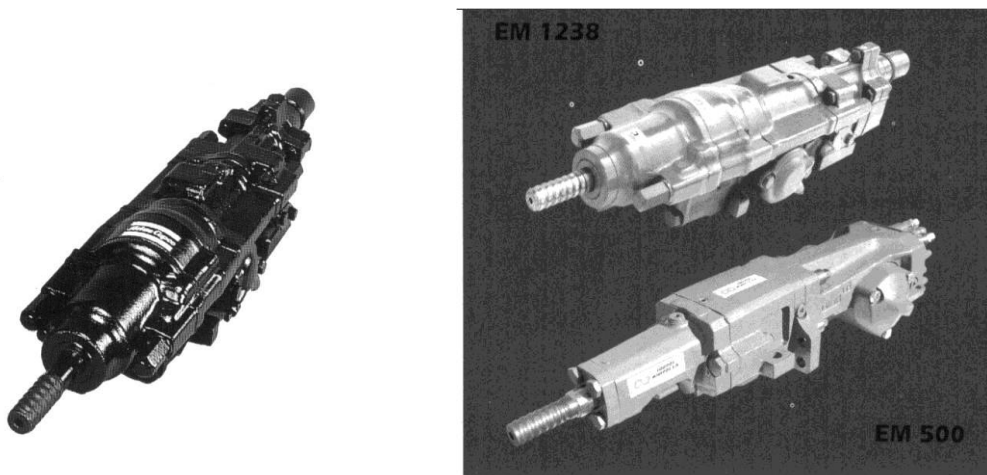
Пневматските чекани како работни органи **вградени на дупчалките** можат да бидат надворешни чекани и длабински кои влегуваат при дупчењето во дупнатината заедно со шипките и со круната. И едните и другите чекани се вградуваат на полесни дупчачки гарнитуре, но и на поголеми самоодни дупчалки за поголеми пречници на дупчење. Во зависност од пречникот на дупчење длабинските чекани за дупчење се делат на:

- ❖ чекани со мал пречник до **105 mm**;
- ❖ чекани со голем пречник преку **105 mm**.

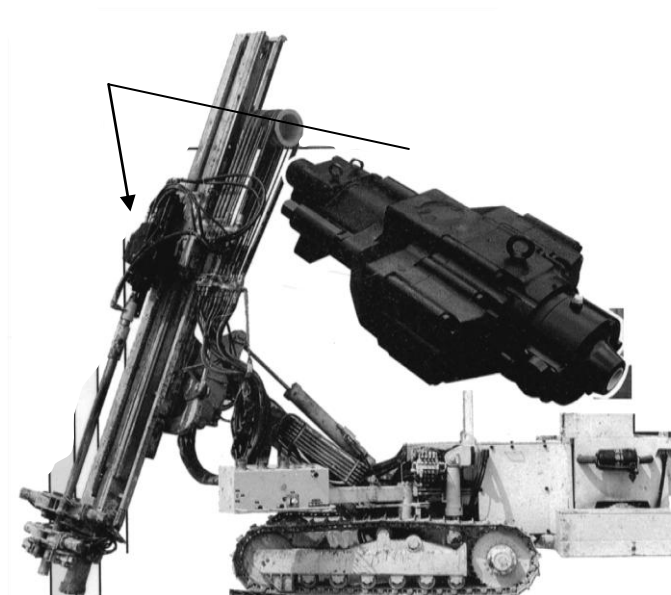
Хидрауличните чекани за дупчење исто како и пневматските се вградуваат како работни органи во дупчачките машини, а можат да бидат надворешни и длабински.



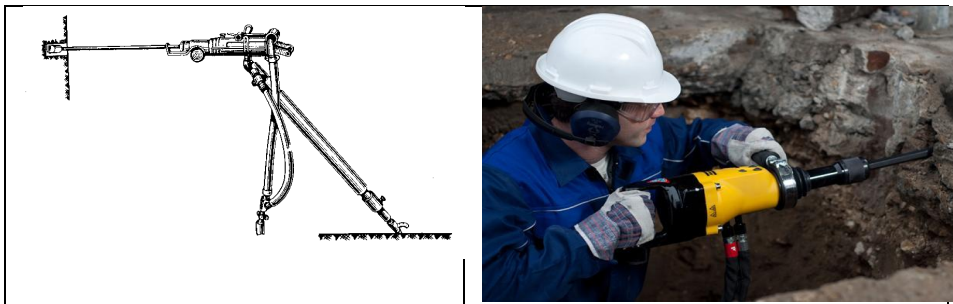
Слика 23. Длабински пневматски чекани
 1-всадник, 2-пружина, 3-вентил, 4-цевка за воздух, 5-клип, 6-заптивка,
 7-тело, 8-цевка, 9-носечки прстен, 10-круна



Слика 24. Хидраулични (лафетни - надворешни) чекани за дупчење

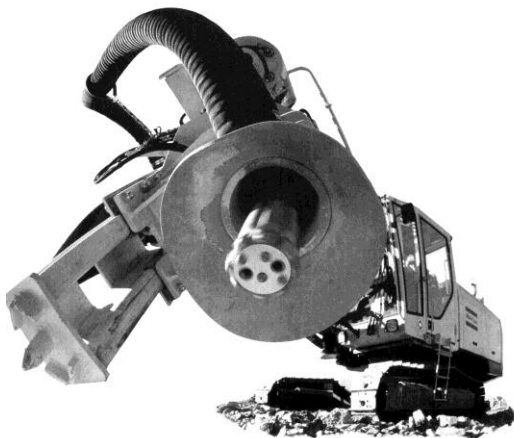


Слика 25. Тип на хидрауличен чекан и негова местоположба на дупчалката



Слика 26. Рачен чекан со пневматски потпирач (нога)

Помошна опрема кај лафетните и тешките самоодни дупчалки претставуваат отпрашувачите кои вршат всисување на прашината (издробениот материјал од дупчењето) и преку филтер и циклон материјалот го депонираат до дупнатината. Овој материјал се користи подоцна за зачепување на минските дупнатини.

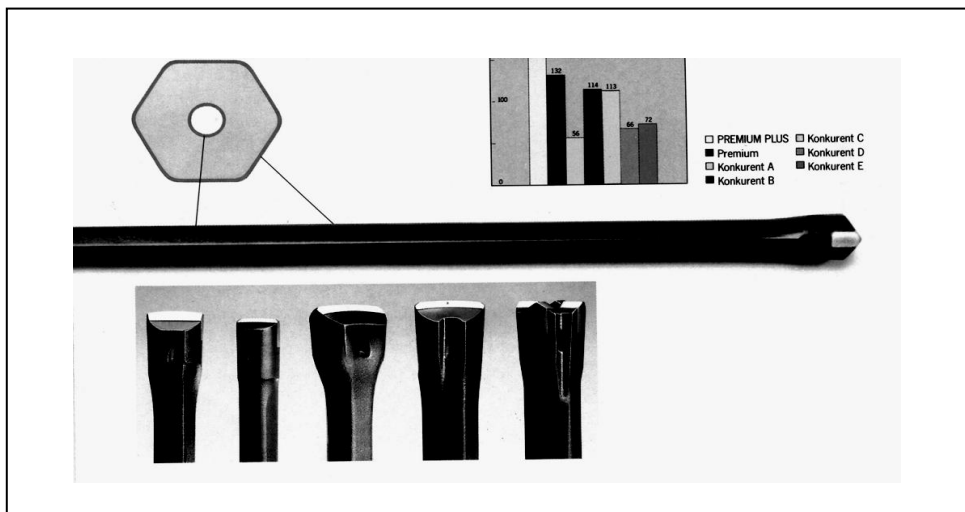


Слика 27. Дупчалка со систем за отпрашување

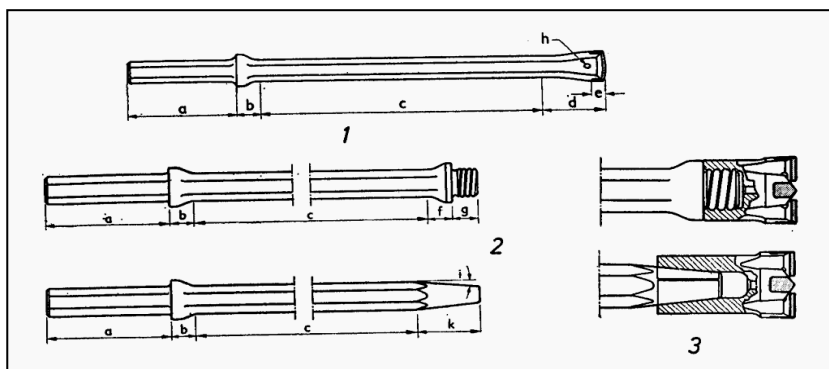
Уште во почетокот кога се појавиле пневматските чекани за дупчење можело да се користи енергија од компримиран воздух доволно јака (силна), меѓутоа долго време се испитувало за добивање на квалитетен челик за изработка на приборот за дупчење.

Во приборот за дупчење и како помошна опрема и алат спаѓаат:

- ❖ моноблок бургии (моноблок длета), круни, шипки, спојници, всадници и др.



Слика 28. Видови на моноблок бургии - делта



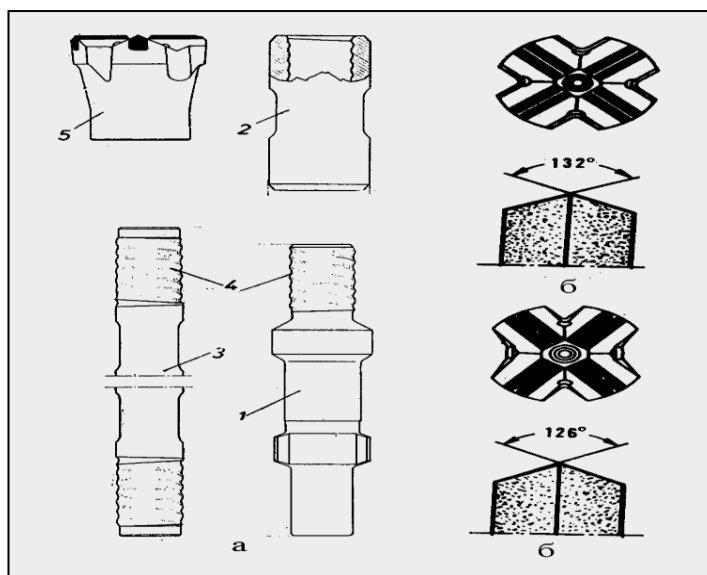
Слика 29. Конструкција на длета за дупчење

- 1) моноблок длето, 2) длето со променлива глава, а) всадник, б) граничник, с) прачка за длето, д) глава, е) сечило од уфрлена тврда легура, ф) стапка, г) навојна врска, к) конусна врска

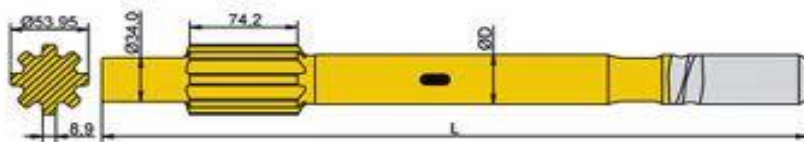
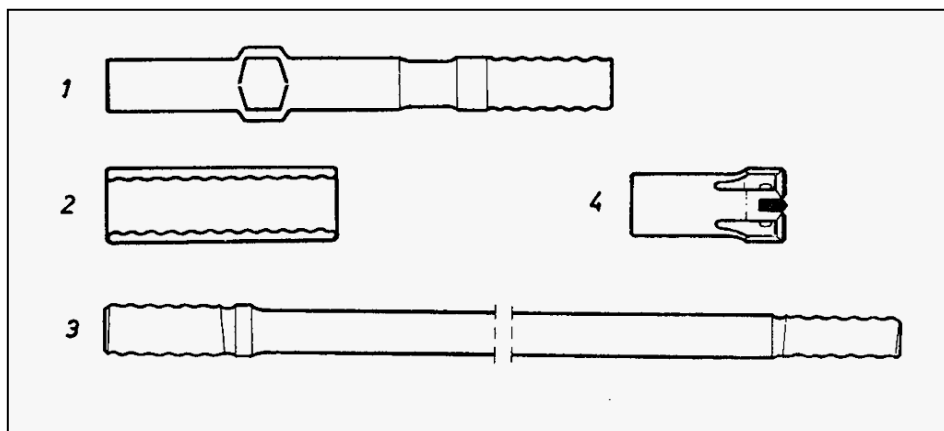
1)



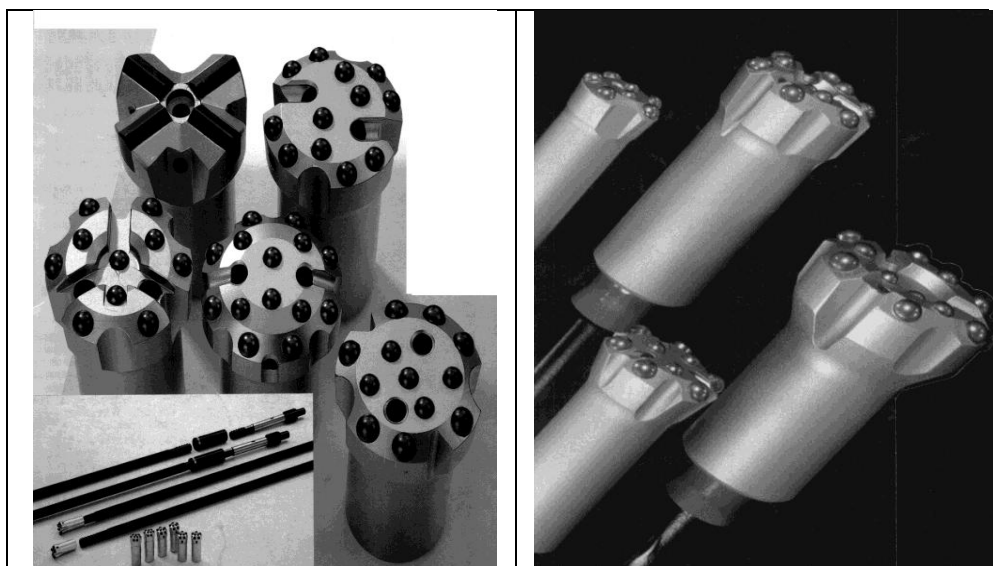
Слика 30. Прибор за дупчење: шипки и спојници - горе лево, чекан и круни - горе десно, типови круни за истражно дупчење - доле лево



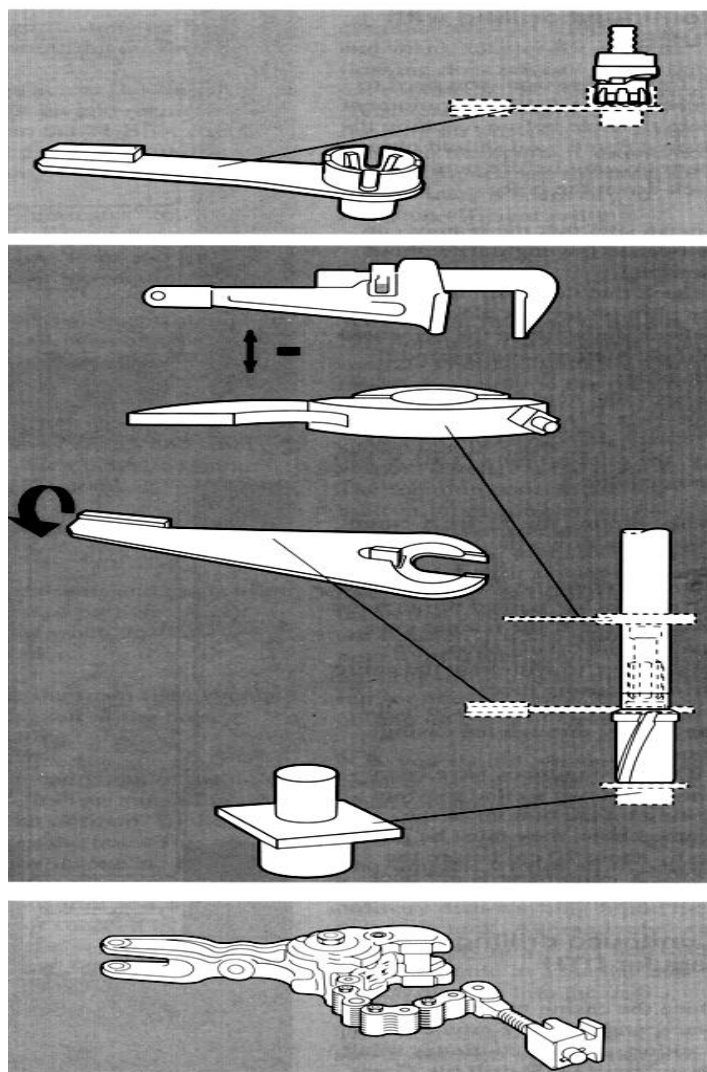
Слика 31. Прибор за дупчење
а) 1-всадник, 2-спојница, 3-шипка, 4-навои, б) 5-круни



Слика 32. Продолжно длето за дупчење 1) кус дел за всадник, 2) спојка, 3) шипка, 4) променлива глава - круна



Слика 33. Типови круни, шипки и спојници



Слика 34. Помошен алат и начин на манипулација со приборот за дупчење

Моноблок длетата претставуваат челични бургии изработени од висококвалитетен легиран челик за да бидат отпорни на абење (трошење).

На едниот крај бургијата има всадник за приклучување на чеканот, а на другиот крај главата на длетото со едно или повеќе сечива.

Според конструкцијата се разликуваат моноблок длета со глава и едно сечиво изработено заедно со шипката т.н. моноблок длето (моноблок бургија) и длета со променлива глава, која со шипката се спојува преку навој. Сечивото на длетото се изработува од тврд материјал Т.М. (тврд метал) добиен од волфрам - карбидна легура.

Променливите глави можат да бидат и со повеќе сечива. Сечивата треба повремено да се острат со брусалка, бидејќи при дупчењето отапуваат.

❖ Шипки за дупчење

Шипките за дупчење се изработуваат од висококвалитетни челици и по своите димензии се стандардизирани. Спојувањето (наставувањето) на шипките за дупчење е со помош на навои.

При некои дупчалки со ротација - систем за дупчење се употребуваат шипки во вид на спирала т.н. спирални шипки на кои се поставуваат променливи глави со различни сечива (стрелести, полурасечени, дводелни). Спиралните шипки се изработуваат од челични цевки на кој се наварени челични спирални ленти. Рабовите на спиралните ленти се прекриени од тврда легура.



Слика 35. Различни елементи од помошен алат и прибор за дупчење

❖ Круни

Круните за дупчење се најповеќе оптоварени при дупчењето и тие највеќе се трошат. Се изработуваат од висококвалитетни челици, а сечивата се од тврд метал.

Круните на шипките се спојуваат со навој или конусна врска со жлебови. Круните се изработуваат со многу различни форми на сечивото, најчесто во форма на „Х“, крстасти и брадавичести.

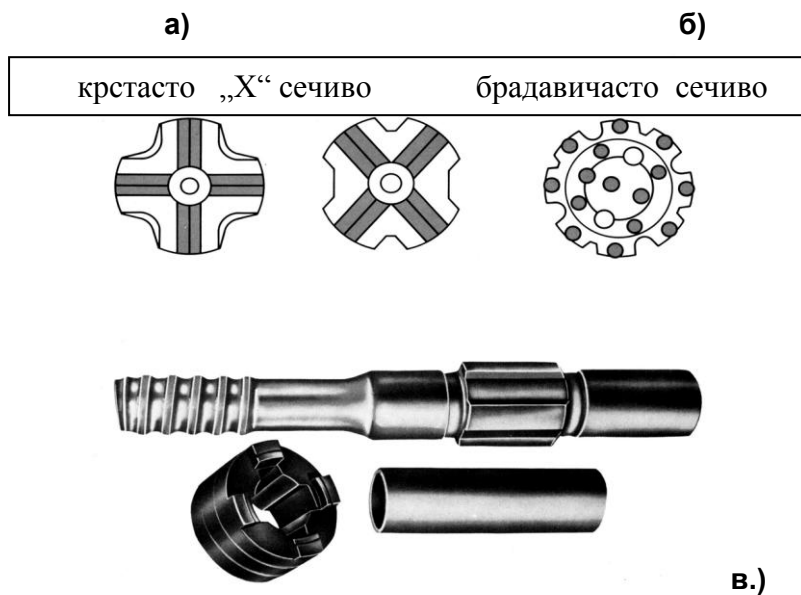
Конструкцијата на круните треба да биде таква што при дупчењето ќе обезбеди тркалезен попречен пресек на дупнатините (во вид на цилиндар) и лесно да се поставува и вади од шипките. Исто така, сечивата кои фактички се вметнати во телото на круната, а се од тврд метал, мора да бидат многу добро прицврстени заради рамномерно трошење при дупчењето.



Слика 36. Всадници (лево), длета со променлива глава, моноблок длето, спојки, типови круни - горе



Слика 37. Типови круни, спојници и всадници



Слика 38. Круни за дупчење
а) со две сечива, б) брадавичести, в) спојка и всадник



Слика 39. Променливи глави - длета за ротационо дупчење,
(лево) типови на елементи на круните за дупчење со брадавици,
(десно)

При ротациониот систем на дупчење се користат променливи глави со различни форми на сечивата: дводелни, срцести и во вид на опашка на ластовица.

Дупчењето со ротационо - ударните дупчалки се врши со конусно назабени круни. Круните за дупчење се составени од: тело на круната и шепа (раце) на кои се прицврстени ракавци кои на себе ги носат конусите.

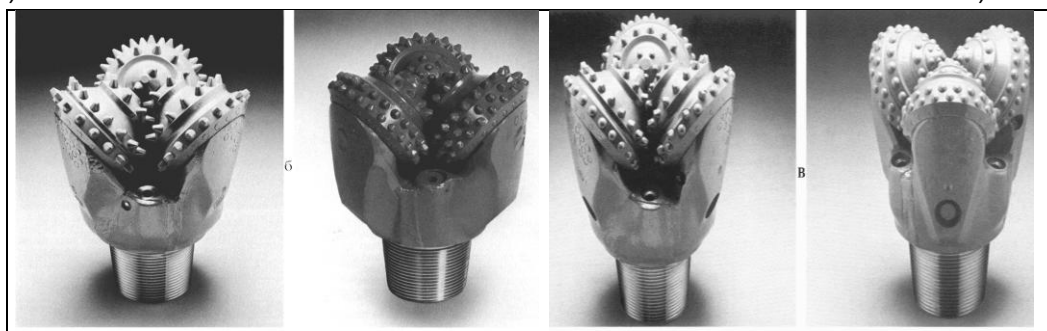
Конусите слободно се вртат на валчестите и куглични лагери. На бочните страни од конусите по одреден распоред вградени се заби.

Во зависност од бројот на конусите, круните можат до бидат: **едноконусни, двоконусни, триконусни и повеќеконусни.**

Најмногу за дупчење на површинските копови се применуваат триконусни круни. Конусно назабените круни за дупчење во помек и средно цврсти работни средини се изработуваат од челични заби заедно со телото на конусот, додека за дупчење во цврсти и абразивни работни средини, конусите се изработуваат со заби од тврди легури со различни форми кои се втиснати во телото на конусот.

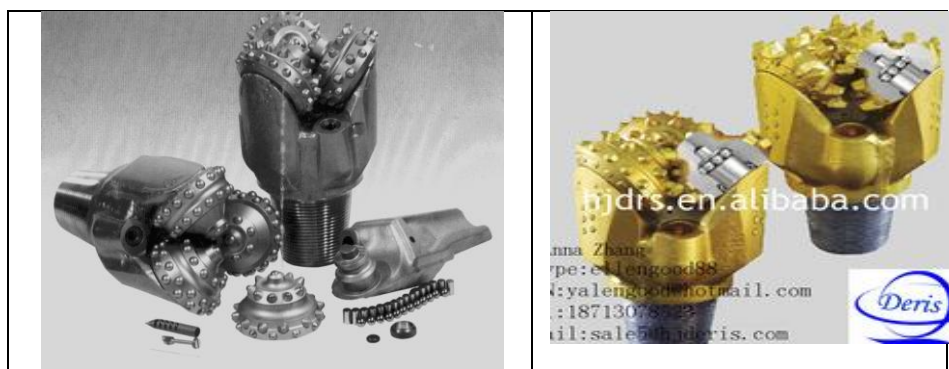
а)

б.)



Слика 40. Типови триконусни круни

а) за меки, б) за средно цврсти и тврди карпи



Слика 41. Елементи на триконусните круни

❖ Стабилизатори

За подобрување на продуктивноста, сигурноста, економичноста и квалитетот на сидовите на дупчотината се применуваат стабилизатори (амортизери).

При дупчењето на површинските копови со триконусни круни посебно во меки и раздробени карпи пречникот на направената дупчотина е нешто поголем од пречникот на круната. Во ваков случај настануваат вибрации на приборот за дупчење посебно на шипките кои се допираат до сидовите од дупчотината, со што се трошат и им се намалува нивниот пречник.

Разлика помеѓу пречникот на шипките и дупнатината ја намалува брзината на струење на воздухот кој го изнесува издробениот материјал а со тоа се намалува брзината на дупчење и може да дојде до заглавување од раздробениот материјал.

Исто така, при појава на поголеми вибрации може да дојде до оштетување и до поголеми хаварии на дупчачкиот прибор. За спречување на ваквите појави се употребуваат различни видови **стабилизатори**.

Основните функции и цел на поставените стабилизатори е да ги одржуваат елементите за дупчење **концентрично во однос на сидовите** од дупнатината при дупчењето ги дообработуваат сидовите од дупчотината по целата нејзина длабочина (се намалуваат нерамнините) и исто така дополнително го раздробуваат дел од раздробениот материјал кој се евакуира од дното на дупчотината.

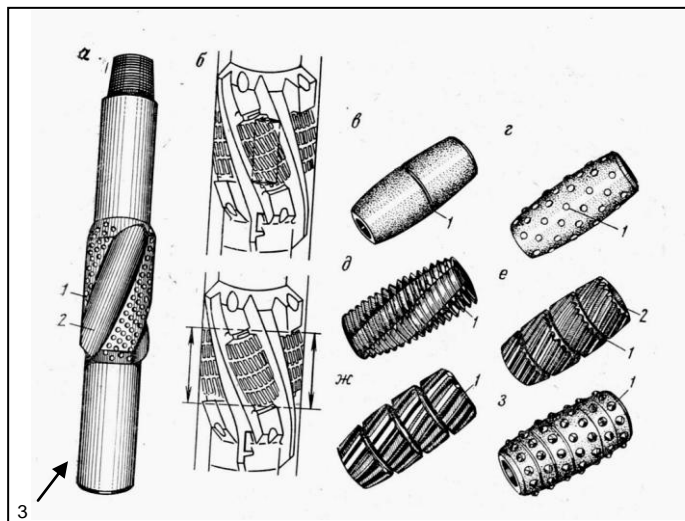
Во вакви услови приборот за дупчење ќе се врти правилно околу својата оска и осниот притисок аксијално ќе се пренесува на круната, а со тоа и втиснувањето на забите од круната во карпата ќе биде правилно.

Стабилизаторите можат да се вградуваат односно поставуваат на повеќе места: непосредно до круната, помеѓу шипките за дупчење, на горниот дел помеѓу шипките и работната - ротациона глава.

Со примена на стабилизаторите се постигнува спречување на девијацијата на дупнатините, се добиваат рамни површини на сидовите од дупките, се амортизираат ударите и намалува бучавата, и се продолжува времето на приборот за дупчење.

Во однос на функционирањето стабилизаторите можат да бидат поделени на два вида и тоа:

- стабилизатори кои се фиксни и не се вртат сами, но се така вградени да се вртат заедно со приборот за дупчење и
- кои се вртат околу својата оска и заедно со приборот за дупчење.



Слика 42. Стабилизатори од фирмата „Секјурити” - САД

а) со издолжен облик, б) валчест облик; в) в - з - различни работни елементи на валчестите стабилизатори, 1- работен орган, 2- вдлабнатина, 3- тело на стабилизаторот

❖ Моноблок длета

Кај ударно-ротационото дупчење работниот елемент кој директно на дното од дупчотината ја разорува карпата се нарекува длето или круна. Длетото е челична шипка изработена од висококвалитетен легиран челик за да биде што поотпорно на абелење. На едниот крај од шипката има всадник кој се става во грлото на дупчачкиот чекан и прстен кој спречува длетото при дупчење да не може да се извади од дупчачкиот чекан. На другиот крај од длетото се наоѓа главата на длетото со едно или повеќе сечила.

Според конструкцијата се разликуваат монолитни длета со глава за дупчење изградено заедно со шипките т.н. **моноблок длета** и длето со менлива глава која со шипката се спојува конусно-фрикционо.

Ако се земе предвид дека со текот на времето на работа длетото се аби и полека се смалува, сечилата се изработуваат од тврда **волфрам - карбидска легура**.

Од длетата со менлива глава најмногу се употребуваат сечила во обликот на буквата „X” и брадавичести сечила. Изборот на длетовиот всадник зависи од конструкцијата на всадната чаура за дупчење и цевкичката за исперување.

Постојат повеќе видови на всадници со различни конструкции и должини.

За моноблок длето должината на всадникот обично изнесува 108 мм, а попречниот пресек е шестаголен. Посебен вид на всадник е ако се врши директно чистење на издупчениот материјал односно ако водата директно се доведува во длетото. За изработка на подлабоки дупчотини служат продолжителните шипки кои се со всадник и се спојуваат со спојници.

Како помошна опрема кај помалите (лесни) рачни дупчалки (чекани) се вградени:

- ❖ пневматскиот потпирач (пневматска „нога“) кој има улога да ја презема тежината од чеканот за дупчење, врши притисок на дупчотината и ги амортизира вибрациите при дупчењето,
- ❖ алати за подмачкување и
- ❖ машини за острење на бургијата - длетото.

❖ Пневматски потпирач

Пневматскиот потпирач е механичка направа која претставува важна дополнителна опрема за рачниот дупчечки чекан. Пневматскиот потпирач се состои од цилиндар со клип и подолга шуплива клипница која на горниот крај има фаќач за спојување со дупчечкиот чекан.

Клипницата преку регулациониот вентил е споен со црево за компримиран воздух, кој при пуштање поминува преку шупливата клипница и притиска на клипот.

Пневматскиот потпирач има задача:

- да го потиснува дупчечкиот чекан при работа,
- да ги прима и амортизира повратните удари,
- да го носи товарот на дупчечкиот чекан.

❖ Подмачкувач

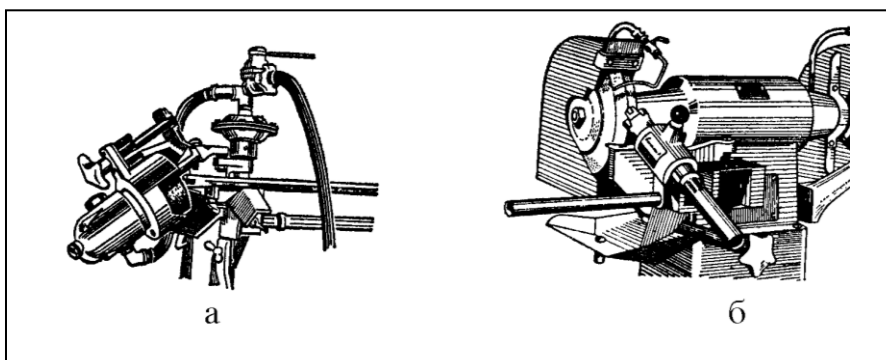
Подмачкувачот служи за подмачкување на подвижните и потрошните делови на чеканот, се приклучува на црево за довод на компримиран воздух на 2-4 м од дупчечкиот чекан или се наоѓа во чеканот.

Функционира така што при поминувањето на компримираниот воздух го зема маслото (со капење на маслото кое оди во канал) и го носи во дупчечкиот чекан и пневматскиот потпирач.

❖ Машини за брусење

При дупчење сечилата на круните и длетата се абат. Начинот и брзината на абење (трошење) на сечилата зависи од видот на карпата каде што се дупчи. Абењето најмногу се јавува по висината на резните елементи и абење по пречникот на круната или длето.

Абењето на сечилото по висината се јавува при дупчење во многу тврди карпи преку 50Hs. Абењето на сечилата по пречникот се јавува при дупчење во карпи кои имаат содржина на абразивен кварц па доаѓа до абење на рабовите на сечилата.



Слика 43. Полуавтоматска машина за брусење на сечила од длета на пневматски погон (Atlas Copco, Шведска)

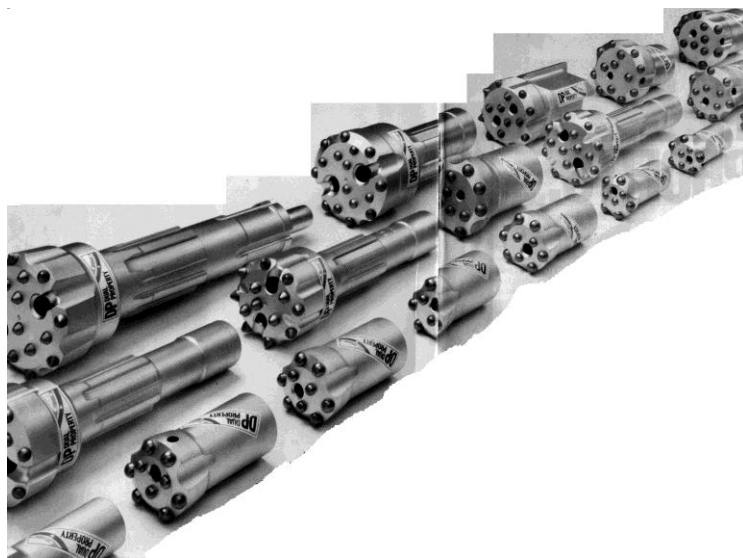
Дупчењето со вакви сечила го намалува напредувањето на дупчењето и може да дојде до заглавување и кршење на приборот.

Аголот на острење на сечилата е околу 100 степени ако се дупчи во меки и средно тврди карпи испод 50Hs, 110-120 степени за дупчење во тврди карпи преку 50Hs.

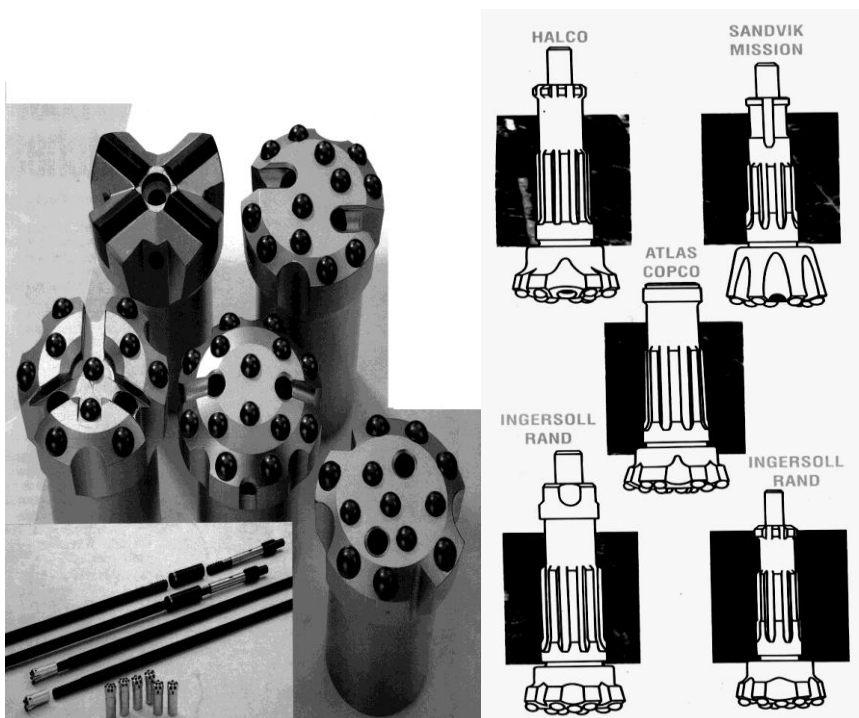
Радиусот на заоблување е обично $R = 65 - 80\text{mm}$.

Ширината на сечилата зависи од пречникот на круната и големината на вметнати тврди легури, за мали пречници ширината на сечилата се движи од 0,3-1,0m со агол на заоблување од 2-3mm. За брусење се употребуваат брусни плочи од силициум карбид.

Машините за брусење може да бидат рачни и полуавтоматизирани. При рачно брусење помалку се губат тврди легури. Полуавтоматизираниите брусалки имаат поголем ефект, но има поголем губиток на тврди легури.



Слика 44. Типови брадавичести круни од фирмата Atlas Copco - Шведска



Слика 45. Типови круни со различни продолжетеци од различни фирми

5. ГАРНИТУРИ (МАШИНИ) ЗА ДУПЧЕЊЕ

➤ Лесни лафетни дупчалки со зависна ротација

Овие дупчалки се со класичен дупчекки чекан на компримиран воздух и можат да бидат: конструкции со средно тешки и тешки дупчекки чекан сместен на катарката на дупчекката кола која може да биде од лафетен тип или самоодна на гасеници или тркала.

Лафетната дупчалка се состои од цевчеста челична рамка поставена на три тркала. Двете поголеми тркала ја носат тежината на дупчалката, а третото помало тркало служи за маневрирање при поместување на дупчалката по етажата. Во приборот за дупчење се продолжни дупчекки шипки, всадник, спојници и круна.

Дупчекките шипки се челични и шупливи, цилиндрични со продолжителен надворешен навој и направени се од висококвалитетна легура на челик. Меѓусебно се спојуваат со помош на спојници кои имаат внатрешен навој.

Должината на дупчекките шипки одговара на должината на катарката и обично се 2,5-3м. Круните за дупчење се обично со вкрстено сечило односно со „X“ сечило.

Навоите на шипките и спојниците на приборот за дупчење се изработуваат според нарачателите или по стандардот на земјата од која се начува. Денес, главно, најмногу се користат: CORDEL навој, HL - навој и FI навој.

Кај овие типови навои се губи најмалку енергија, бидејќи ударната енергија се пренесува директно од шипка на шипка, а спојницата служи како врска помеѓу двете шипки.

CORDEL - или јажен навој се применува главно за шипки со мал пречник до 35 mm.

HL - навој се применува за пречник на шипката со 38mm.

FI - навојот има најдолг век на траење и неговата предност е во тоа што најлесно се одвртува било да е нов или истрошен.

➤ **Дупчалка со засилен (зајакнат) ротирачки механизам**

Со зголемување на длабочината и пречникот на дупчење масата на дупчачките шипки станува сè поголема, ударната енергија на клипот и обртниот момент се помали и се намалува брзината на дупчење.

За да се надминат овие пропорции и да се реши овој проблем се конструирани дупчачки чекани со зајакнат ротационен механизам. Чеканот за дупчење е опремен со вентили за посебно снабдување со компримиран воздух кој врши само ударно дејство, а посебно во конструкцијата е и пневматски клипен мотор со голем обртен момент.

Табела 12. Технички карактеристики на дупчачкиот чекан ВВЕ 57

Тип на чеканот	ВВЕ57-00
Пречник на цилиндарот	120mm
Од на клипот	66mm
Број на удари на клипот	1950udr/min
Маса на чеканот	170kg
Должина на чеканот	900mm
Вртежен момент	3,5 KNm
Број на вртежи	150 vr/min
Потрошувачка на компримиран воздух	15 m ³ /min

Во продолжение се дадени техничките карактеристики на дупчалката тип **ROC 601**:

Маса на дупчалката 4.380 kg

Снага на моторот:

-погонски мотор 7 Kw

-ротационен мотор 5 Kw

-мотор за хидраулични пумпи 4,5 Kw

Зафатнина на резервоарот за масло:

-вкупно во хидрауличниот систем 45 литри

-резервоарот на масло за подмачкување 12 литри

Габаритни димензии на дупчалката:

-должина со спуштена катарка 5.630 mm

-висина со спуштена катарка 1.750 mm

-ширина на дупчалката 2.200 mm

-должина на гасениците 2.470 mm

-ширина на гасениците 254 mm

-растојание помеѓу гасениците 1.760 mm

➤ **Лесни дупчалки со длабински дупчечки чекан**

Овие дупчалки претставуваат посебни конструкции, при што дупчечкиот чекан за време на дупчењето навлегува во дупчотината заедно со круната за дупчење, под дејство на клипот од чеканот нанесува удари на дното од дупчотината.

Ротациониот механизам е надвор сместен на катарката која преку дупчачките шипки и спојниците ја пренесува ротацијата на дупчечкиот чекан. Бројот на удари на клипот и бројот на вртежи не е синхронизиран и може да се менуваат со посебни операции во зависност од режимот и параметрите на дупчење.

Општа одлика на овие чекани во споредба со класичните дупчачки чекани на пневматски погон кои се наоѓаат надвор од дупчотината е во тоа што имаат иста тежина, а се постигнува значително поголема длабочина на дупчење.

Модел кој најчесто се употребува од овој тип е дупчалката BVB25 од шведската фирма „Atlas Copco“. Овој модел е опремен со конзола и цилиндар за дигање кој се придвижува со помош на хидрауличниот уред.

Хидрауликата работи со помош на рачни пумпи. Двата механички држачи на задниот крај на колата се регулираат рачно. Колата е опремена со воздушен мотор на задното тркало, со кое се врши маневрирање при движење на дупчалката.

За дупчење во меки и средно цврсти карпи на површинските копови за пречник до 150mm се користи хидраулична ротациона дупчалка **BRH80-36**.

Дупчалката BRH80-36 претставува модерна машина која е приспособена за работа на површински копови за помеките карпи со цврстина до 1.800 dN/cm².

Во зависност од цврстината на материјалот може да работи ротационо и ударно-ротационо. Силата на потисок е до 80KN, при што е овозможено дупчење на мински дупчотини со пречник до 130mm, а кај меките материјали кога се работи со спирални сврдли и до 150mm. Длабочината на дупчотините е до 36m.

Технички карактеристики на дупчалката BVB-25:

-дупчачка кола на гумени тркала;

-длабина на дупчење до 50m;

-брзина на дупчење 10-20m/h.

Габарит на дупчалката: маса на дупчалката 805 – 1.325kg

-должина	3.040 mm
-должина со лафетот во положба за транспорт	3.430 mm
-висина	1.600 mm
-ширина	2.050 mm
-висина на осовината од тлото	370 mm

➤ Тешки самоодни дупчалки

Овие дупчалки имаат пневматски дупчачки чекан со тешка конструкција на кои може да се додаваат различни типови круни за дупчење во зависност од физичко-механичките и техничките карактеристики на работната средина.

Таква тешка самоодна дупчалка е дупчалката „Drillmaster DM”, од фирмата „Ingersoll Rand” - САД. Машината е поставена на гасеници со катарка која може да се постави во хоризонтална или коса положба. Силниот ротационен мотор-работна глава е сместена на катарката и служи за завртување надлабинскиот чекан при ударно - ротационото дупчење или вртење на дупчачките шипки со триконусната круна кај ротационо-ударното или ротационото дупчење во зависност од избраниот систем за дупчење.

Табела 13. Карактеристики на некои типови чекани од фирмата „Ingersoll Rand” - САД

Карактеристики	Тип на чекани					
	DHD-275	DHD-325	DHD-400	DHD-500	DHD-1060	DHD-1090
Пречник на круната, mm	120 - 127	152 - 165	178 - 191	226	152 - 165	229
Број на удари на клипот udr/mni	1000	1000	1000	1000	1000	
Притисок на компримиран воздух, bar_i	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Вкупна потрошувачка на воздух ($P=7bar_i$)	7.7	9.1	11.2	11	.	11
Пречник на чеканот, mm	108	130	152	184	132	184
Должина на чеканот со круна, mm	1270	1340	1540	1650	1369	1692
Маса на чеканот, kg	71.7	107.2	168.4	266.5	182.9	242.6

➤ **Самоодна дупчалка со хидрауличен чекан**

Хидрауличните дупчечки чекани имаат низа предности во однос на класичните пневматски чекани и сè повеќе се применуваат на површинските копови. Како и пневматските и овие хидраулични дупчечки чекани може да бидат надворешни (на катарката од дупчалката) и со длабински чекани.

Типичен претставник е хидрауличната дупчалка која се применува - **ROC 512** од шведската фирма „Atlas Copco“.

➤ **Самоодни дупчалки за секундарно дупчење**

За дупчење мински дупчотини во негабаритни парчиња за секундарно минирање или за дупчење на етажните нерамнини на површинските копови се употребуваат самоодни мобилни дупчалки со мал пречник за дупчење.

Дупчалка од таков тип е „Crawler“ од фирмата „Ingersoll Rand“ - САД.

Оваа дупчалка е самоодна и се состои од лафетна конструкција и компресор. Лафетот се состои од носечка рамка со гасеници, катарка на која се наоѓа дупчечки чекан, хидрауличен и воздушен систем за команди и манипулација и систем за отпрашување.

Ударите на клипот преку всадникот, спојницата и шипките се пренесуваат на круната за дупчење. Дупчачкиот чекан троши 15 m³/min воздух.

Составен дел на дупчалката е дупчечкиот прибор и тоа: всадник, спојници за дупчечките шипки ф32mm и должина 3,0-3,5m.

Компримираниот воздух го произведува компресор со дизел мотор од 147Kw.

Технички карактеристики се следни:

- пречник на дупчење до 98mm;
- погонска енергија - компримиран воздух;
- работен притисок – 7 bari;
- потрошувачка на воздух при притисок од 7bari -15 m³/min;
- начини на движење – гасеници;
- снага на моторот – 129 Kw;
- капацитет ка компресорот - 17 m³/min;
- маса на дупчечкиот чекан - 99kg;
- брзина на движење со компресорот - 4,8 km/h.

5.1. Типови на современи дупчечки гарнитури

На површинските копови каде што се применува основната работна операција ДУПЧЕЊЕ се применуваат голем број најразлични типови дупчечки гарнитури или дупчалки.

Постојните дупчалки се делат според:

- сопствената тежина, лесни, средно - тешки, тешки;
- системот за дупчење (ударно, ротационо, комбинирано);
- пречникот на дупчење (за мали пречници 28mm, 36mm, 51mm, 64mm, и за големи пречници > 105mm до 350mm);
- начинот на дупчење (вертикално, хоризонтално, за кратки или долги дупчотини);
- според типот на работната средина за која се употребуваат, (пр. за меки карпи, за тврди карпи, за растресени сипки карпи);
- условите на експлоатација (површински и подземни копови);
- според конструкцијата (лесни лафетни, тешки самоодни, на гасеници, на погонско тркало, на обични тркала или санки, со сопствен компресор, со отпашувач или без него итн.);
- според типот на чеканот (надворешен или внатрешен);
- според погонот за работа (пневматски или хидраулични).

Во зависност од капацитетот на површинскиот коп и во зависност од пречникот на дупчење во примена се дупчалки за **секундарно и примарно дупчење**, како на површинските копови исто така и во подземните рудници.

Се применуваат најразлични типови и системи на дупчење почнувајќи од најлесните пневматски дупчачки чекани до најсовремени тешки самоодни дупчачки гарнитури, со кои се постигнуваат пречници за експлоатационо дупчење на мински дупчотини до **300 (350)mm**.

Најпознати фирми за производство на алат, прибори и дупчачки гарнитури се:

- Атлас копко (Atlas Copco) – Шведска;
- Ингерсолранд (Ingersoll Rand) – САД;
- Гарднер - Денвер (Gardner-Denver) – САД;
- Тамрок (Tamrock) – Финска;
- Железарна „Равне“ – Словенија;
- Машинострој – Русија;
- Гипрорудмаш – Русија;
- Сандвик (Sandvik) – Шведска.

5.1.1. Дупчалки за површинска експлоатација

Овие дупчалки се користат при површинска експлоатација во рудници за добивање на металични и неметалични корисни минерални суровини, за добивање на технички камен од најразлични типови, добивање на архитектонски - украсен камен (мермери, граснити, оникс, травертини и др.).



Слика 46. Дупчалки од фирмата „Atlas Copco“ – Шведска

Исто така, овие дупчалки се користат и при изработка на градежни работи при формирање на транспортни траси (усеци, тунели и др.) за патишта или железница, порамнување на плато или и за други помошни работи и специјални технички операции, каде што е потребно изведување на дупчечко- минерски работи.

На сликите подолу и во потточката 3 се прикажани поголем број современи дупчалки и дупчечки гарнитури од различни производители кои се применуваат во рударството и градежништвото, а пред сè на површинските копови во светот и кај нас.



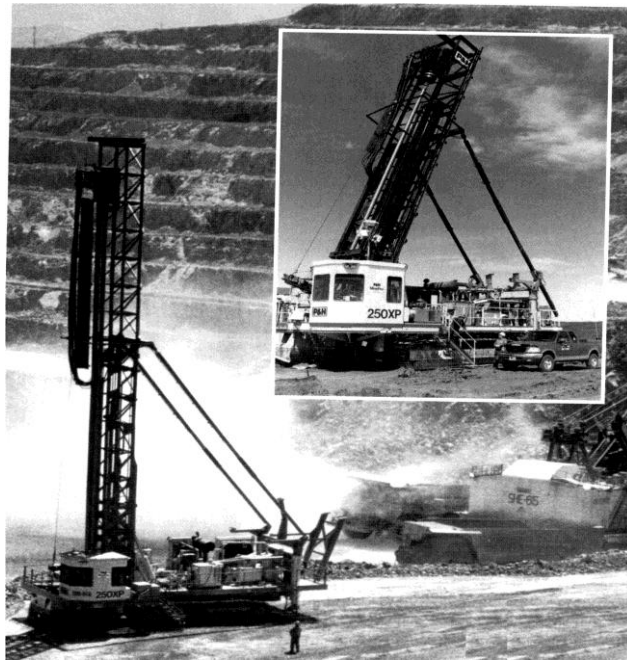
Слика 47. Дупчалки од фирмата „Cubex“ - САД



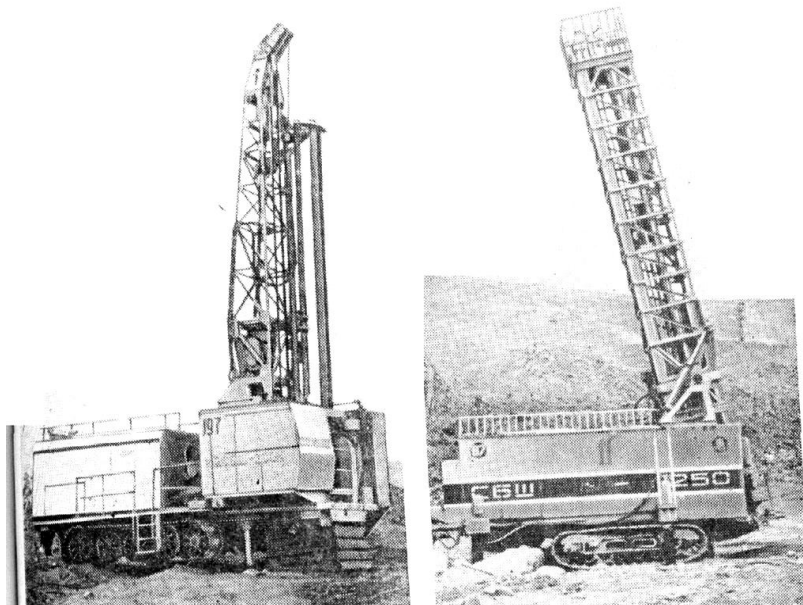
Слика 48. Можни положби на дупчење со дупчалка DMM – IR - САД



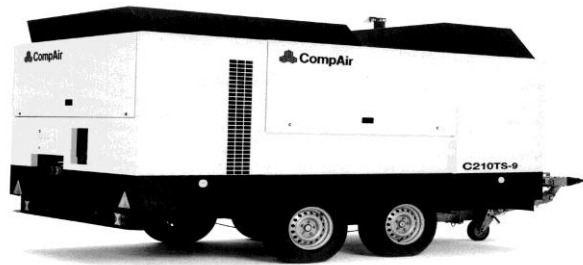
Слика 49. Тешка дупчалка во транспортна положба



Слика 50. Типови тешки дупчачки гранитури

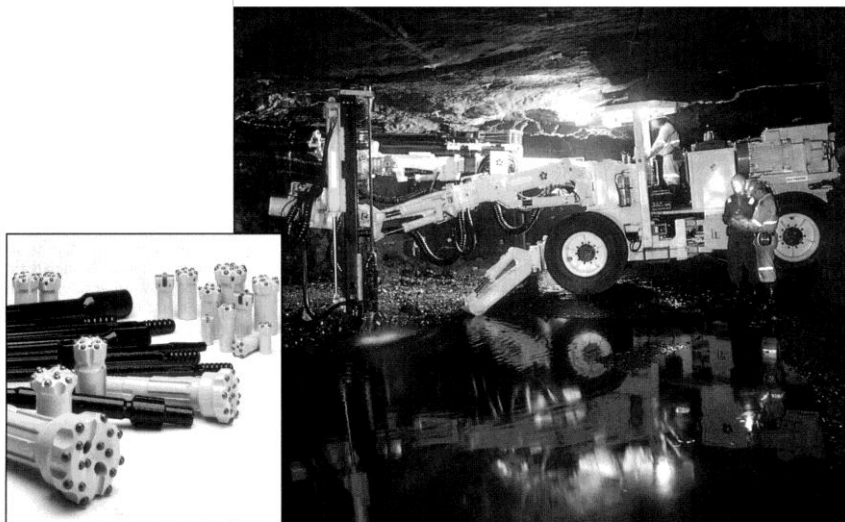


Слика 51. Типови дупчалки 2СБШ-200Х И СБШ-250МН-Русија

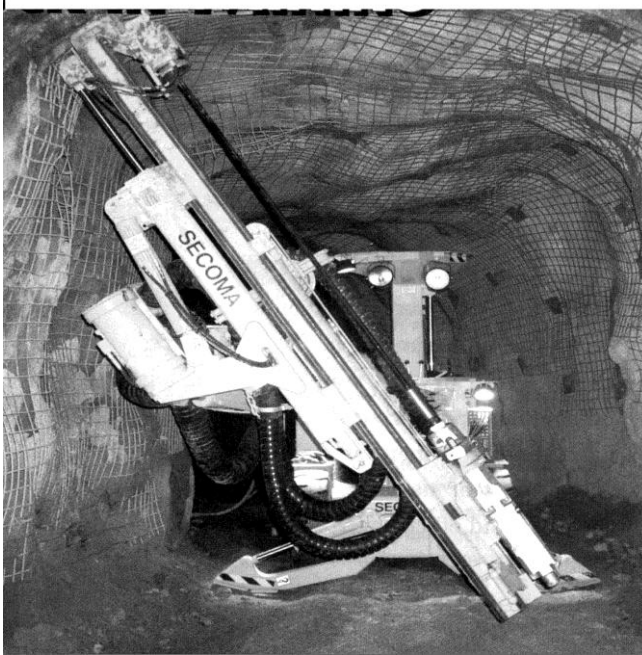


Слика 52. Подвижни компресори за дупчалки

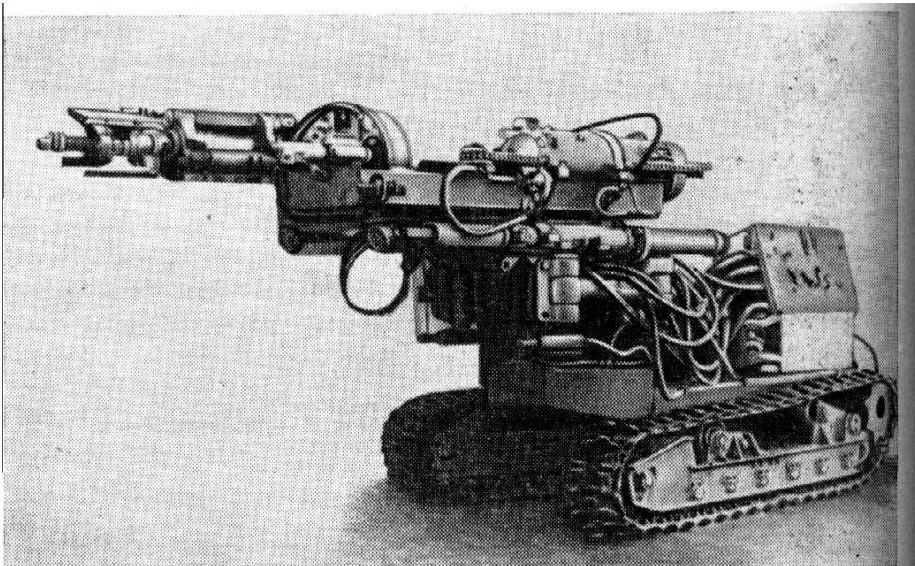
5.1.2. Дупчалки за подземна експлоатација



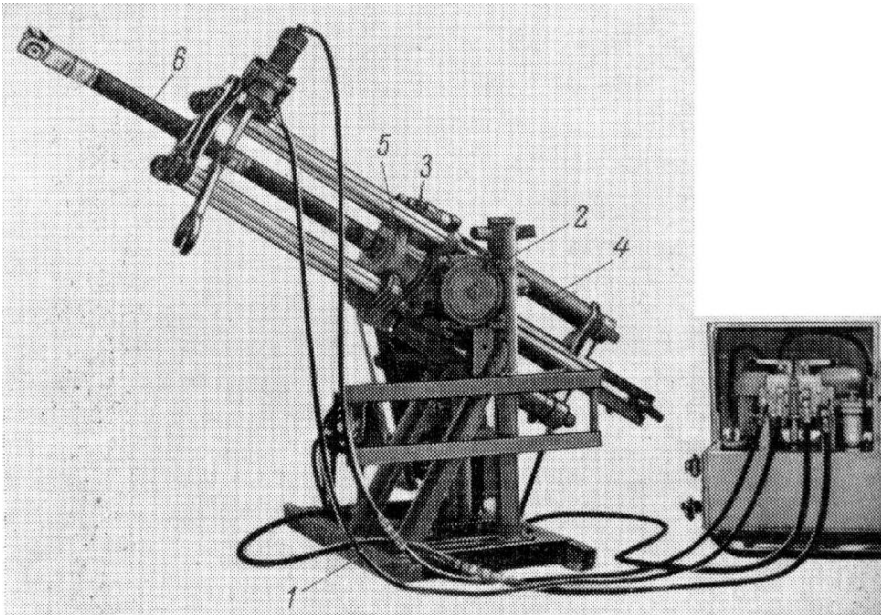
Слика 53. Дупчалка од фирмата „Boart Longyear“



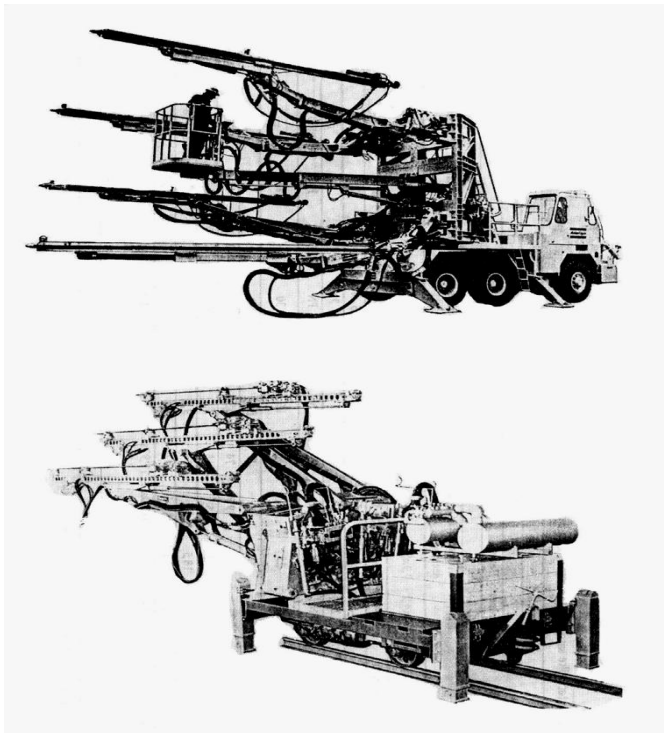
Слика 54. Дупчалка тип **SECOMA**



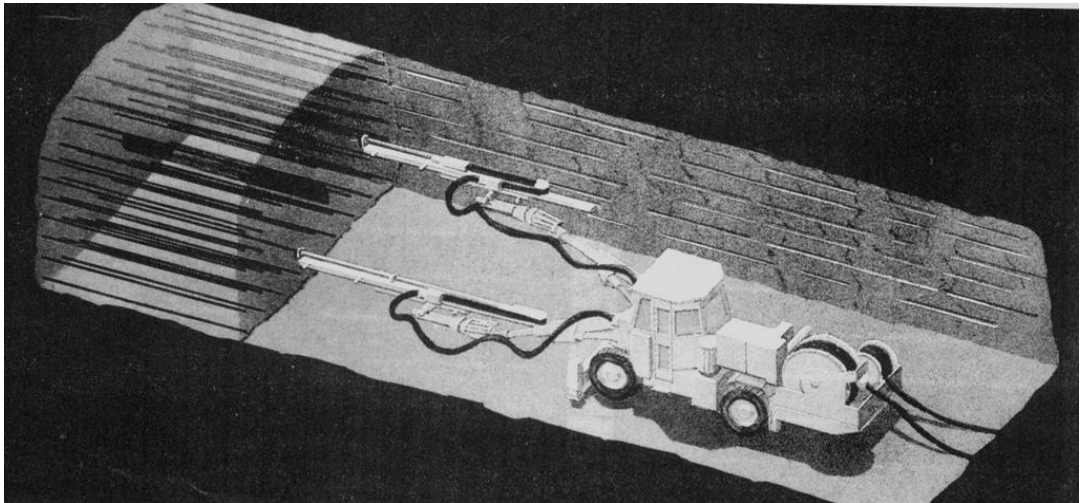
Слика 55. Ударно - ротациона дупчалка С -150 - Русија



Слика 56. Дупчалка тип Ш - 145М - Русија

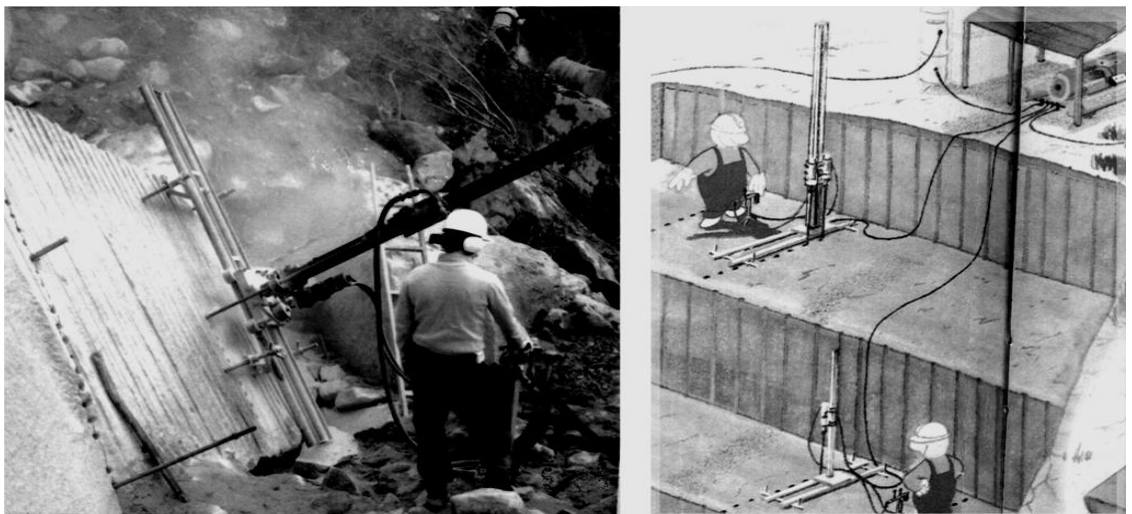


Слика 57. Современи дупчалки со повеќе работни глави

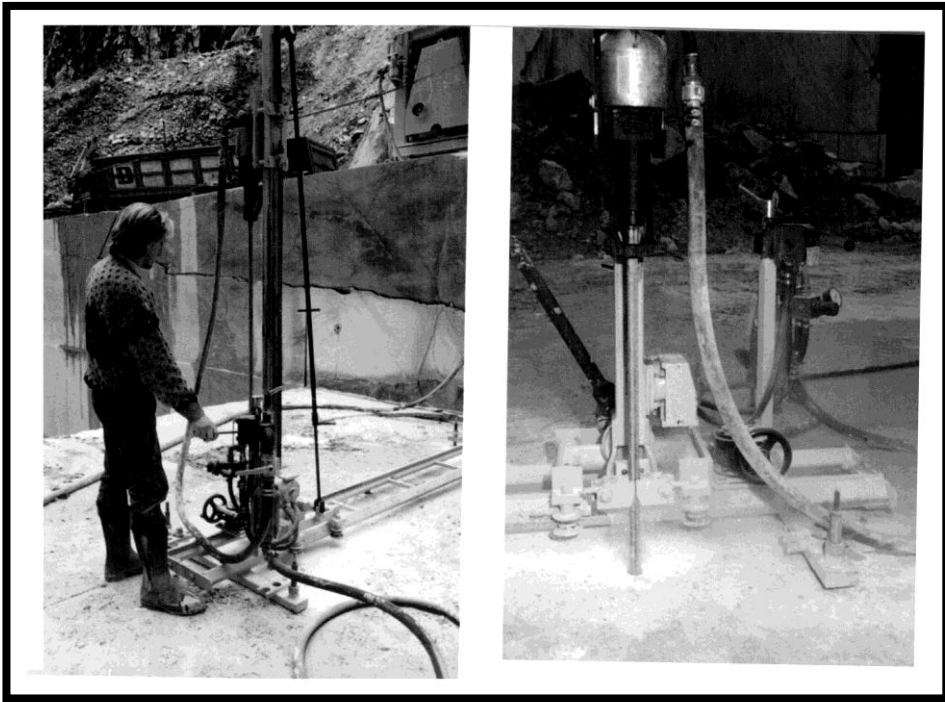


Слика 58. Дупчалка со два работни чекани поставена на работно чело

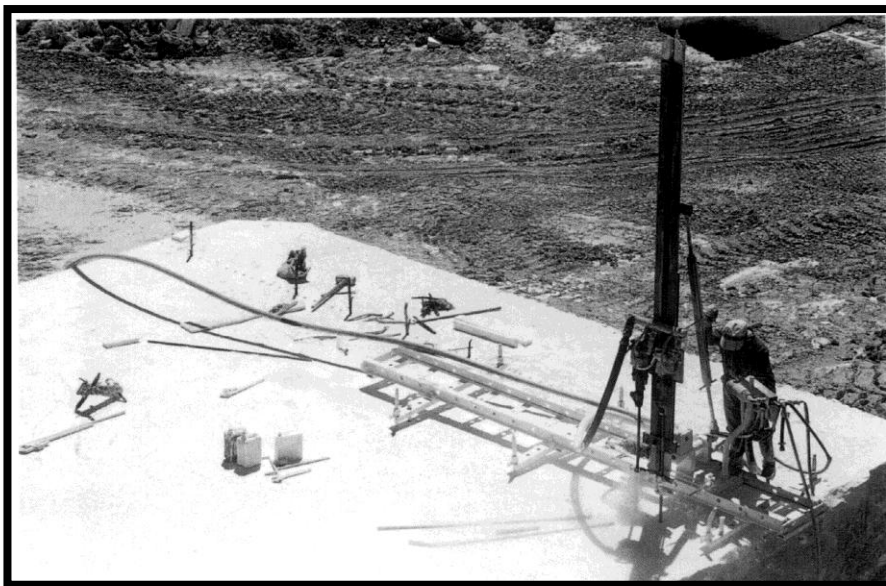
5.1.3. Типови дупчалки при експлоатација на архитектонско-градежни блокови



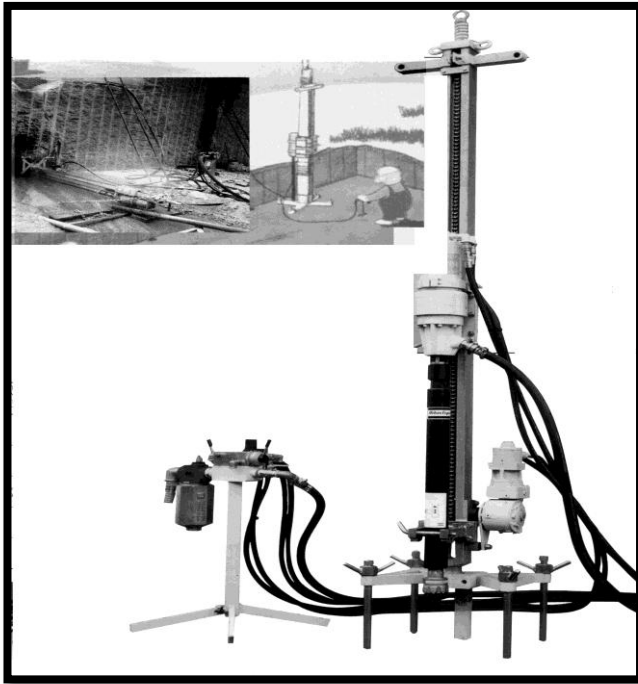
Слика 59. Дупчалка тип ТВС 90/2 од фирмата „Pellegrini“, Italy



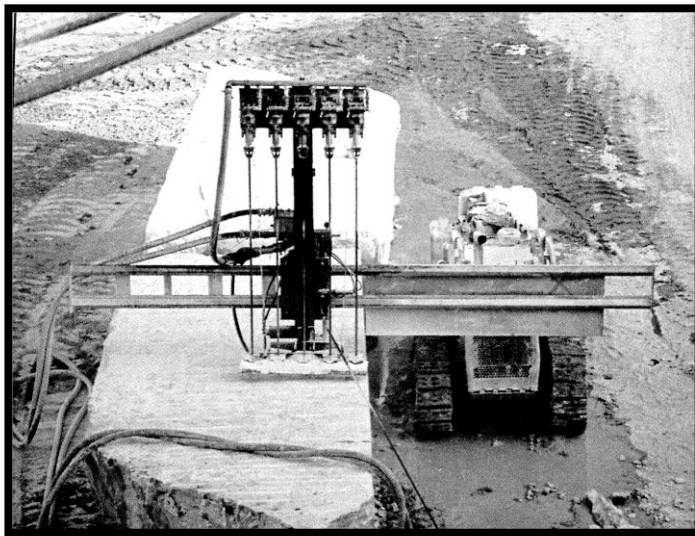
Слика 60. Дупчалка - перфоратор PL 615 од фирмата „Venettimachine, Италија



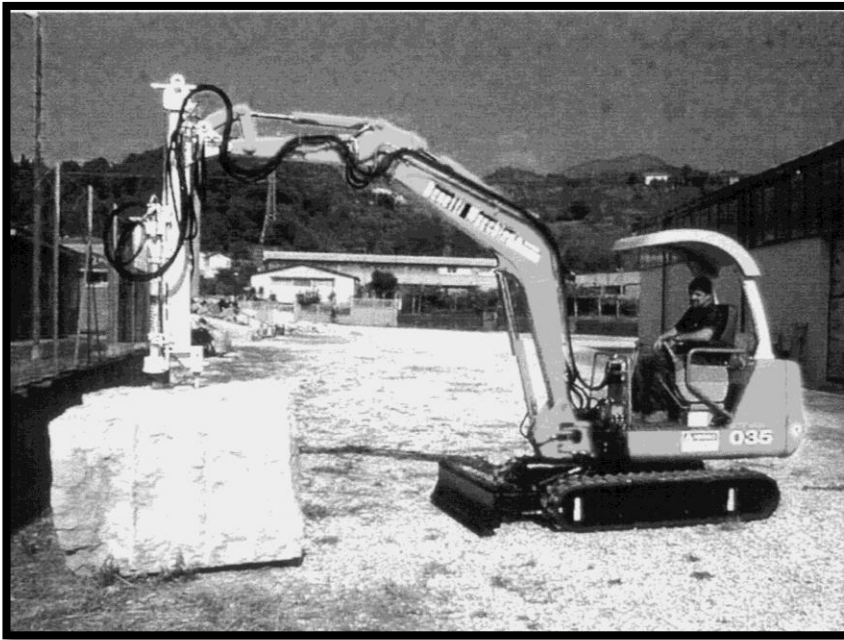
Слика 61. Тип ТВ 604 во работа



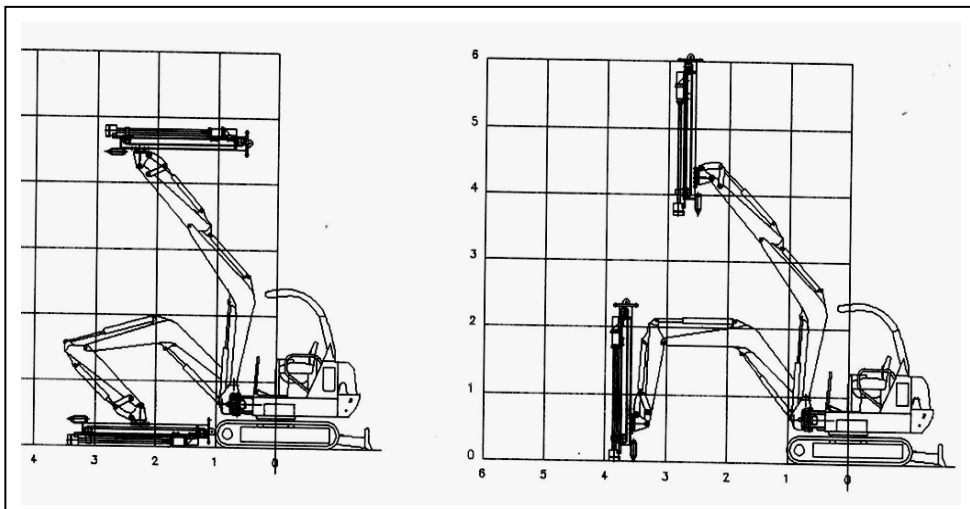
Слика 62. Дупчалка тип **Slim Driller – Pellegrini**, Италија



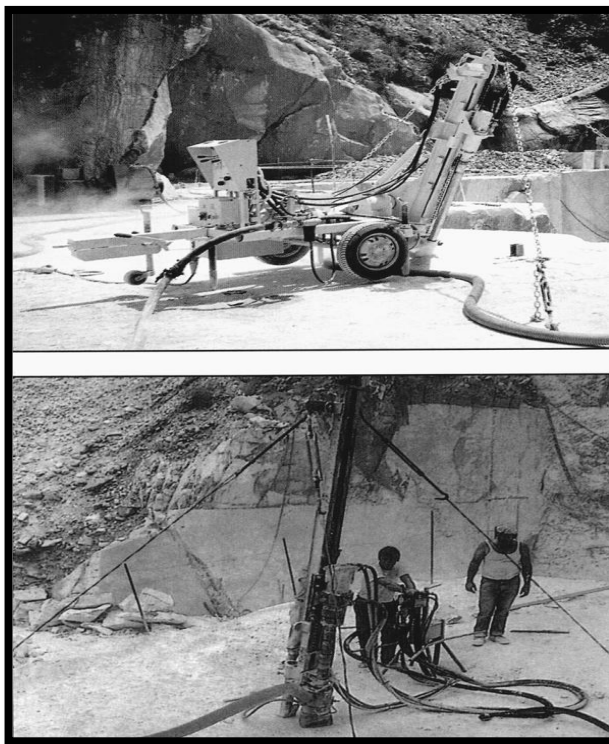
Слика 63. Тип **Multisistem 695** со пет работни глави – **Venettimachine**, Италија



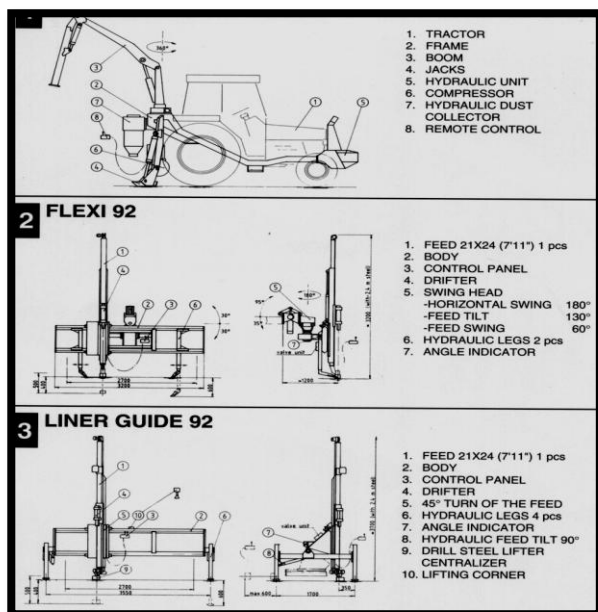
Слика 64. Дупчалка **Multisistem 670 – А**, Venettimachine, Италија



Слика 65. Работни положби на дупчалката **Multisistem 670 – А**



Слика 66. Хидропневматска дупчалка тип HP 661 (горе), тип RR 691 (долу)

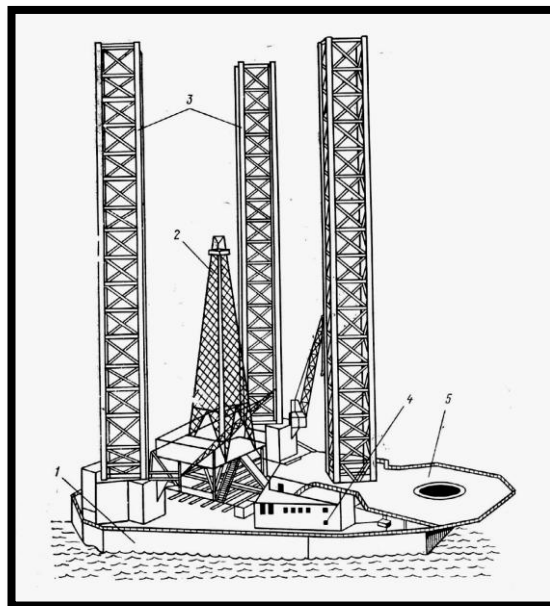


Слика 67. Типови дупчалки од фирмата Pellegrini, Италија

Типови дупчалки за подводно дупчење



Слика 68. Дупчалка за подводно дупчење монтирана на платформа



Слика 69. Самопловна подводна дупчалка гарнитура СПБУ-1
1-платформа, 2-дупчечка кула, 3-решеткасти носачи (за стабилност),
4-погонски дел со кабина, 5-хелиодром

6. КОНСТРУКЦИЈА И ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДУПЧАЧКИТЕ ГАРНИТУРИ

Во рударската пракса се поставени многу услови за што поефикасно дупчење со дупчалките при површинска и подземна експлоатација.

Пред сè, поставени се неколку услови за успешно изведување на минските дупчотини и тоа:

- брзината на дупчење да биде поголема (оптимална) во однос на примена на различни типови дупчалки при дупчење во различни работни средини;

- трошоците за дупчење треба да бидат помали во споредба со различните начини на дупчење при исти рударско-геолошки услови;

- дупчалките треба да бидат едноставни по конструкција, посигурни во работата и безопасни при извршувањето на работата;

- извлекувањето на издупчениот материјал од дупчотината треба да биде овозможен, зависно од условите, со помош на вода, компримиран воздух или смеса вода - воздух со минимални негативни влијанија по работната околина.

Еден од основните услови на дупчалките е да можат да дупчат на различни начини од аспект на местоположбата на работниот орган (хоризонтално, вертикално и под различни агли во однос на вертикалата).

Современите коси дупчотини се дупчат со длабина од 30 до 60 м зависно од висината на етажата и методот на дупчење и минирање.

Линијата на најмал отпор при тоа по целата должина на дупчотината ќе биде постојана и се смалува присуството на негабаритните парчиња, а тоа пак има влијание на капацитетот на багерот кој значајно се зголемува дури и до 20%.

Дупчотините под агол даваат поголеми економски ефекти на површинските копови. Кај косите дупчотини пречникот на длетото може да биде со помала димензија во однос на вертикалните кај кои линијата на најмал отпор е многу поголема.

Сите дупчалки или дупчачки гарнитури се конструирани од основни делови кои во зависност до производителот или типот на дупчалката можат да бидат со различни геометриски димензии, според местоположбата на поставеност, според начинот на функцијата што ја извршуваат итн.

Основни главни делови на дупчечките гарнитури се следните:

- носечка конструкција или лафет (метален долен строј);
- ретккаст носач или катарка (кула);

- механизми за движење (гасеници, тркала);
- мотори за ротација, посмак и др.;
- погонски дел (мотори за уредите на движење, ротација и др.);
- компресор (вграден или подвижен);
- командна табла;
- кабина (не кај сите типови);
- циклон за отпрашување со филтер;
- магацин за шипки (шаржер);
- работен прибор (шипки, круна, чекан, стабилизатор).

6.1. Работни механизми

Механизмите за ротација кај сите дупчалки по принципот на дејствување се исти. Се состојат од мотор, редуктор, а во многу конструкции поседуваат и основа-држач. Се применуваат две конструктивни шеми:

- ротор кој заедно со бургијата се преместува надолу, согласно со напредувањето во длабина на дупчотината;
- ротор кој е неподвижен, се преместува заедно со бургијата и еден од запчениците.

По првата шема работат дупчалките за ротационо дупчење.

По другата шема се применуваат дупчалки за дупчење кои користат конусни длета каде што одот на напредување е ограничен. За погон на роторот се користат електрични и хидраулични мотори. Обично се применуваат на дупчалки за дупчење со (3) конусно длето или на дупчалка за термичко дупчење.

6.1.1. Помошни механизми за напредување

По конструкција се разликуваат: гравитациони, дигалки, верижни, диференцијално-дигалки, клипни, пневматски и др. Гравитационите механизми се применуваат кај дупчалките за ротационо дупчење кои работат во меки материјали. Тие се прости и сигурни во работата. Се состојат од дигалка за подигање на роторот и уред по кој се преместува роторот.

6.1.2. Ротационо - помошни механизми на дупчалка за дупчење со конусни длета

Конструкцијата на ротационо-помошните механизми ја одредува принципиелната разлика помеѓу поединечните модели на гарнитурите за дупчење со конусно длето, помошниот инструмент, оскиниот притисок, вртежниот момент, должината на траење на процесот за доведување на дупчачката гарнитура во работна положба и во транспортна положба по завршеното дупчење.

Во зависност од шемата, силата што ја оптоварува дупчачката гарнитура, погонот на ротација може да биде сместен при дното или при врвот од дупчачката глава. Ротацијата на дупчачката глава се остварува со дизел, хидраулички или електричен погон, наизменична или истонасочна струја.

Денес кај дупчалките за дупчење со конусно длето се применуваат три типа ротационо-помошни механизми: со патрон, со вретено и со ротор.

6.2. Уреди за остранување на издупчениот материјал од дупчотината

Издупчениот материјал од дупчотината се вади со испирање, продувување и со всисување. Кај дупчалката за дупчење со сврдло, издупчениот материјал се отстранува со спирално сврдло. Овој начин е прост, ама не е применлив за друг начин на дупчење, освен за дупчење на релативно меки карпи со сврдло. Отстранувањето на издупчениот материјал од дното на дупчотината со помош на специјална лажица се применува само кај дупчалка со ударно дупчење.

На површинските откопи во најголем број конструкции на дупчалки и при дупчење со конусни длета или класични круни со пневматски или хидрауличен чекан се применува најчесто, издувување на дупчотината со компримиран воздух.

Запремината на материјалот кој се растресува со круната изнесува:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot K_r \cdot V_{\max}, m^3 / \min$$

каде што се:

K_p - коефициент на растреситост на материјалот

V_{max} - максимална брзина на дупчење, m/min

D – пречник на дупчење, mm

Остранување на издупчениот материјал со продување на дупчотината се врши со компримиран воздух или со смеса од вода и воздух. Како недостатоците при овој начин на можат да се споменат:

- неопходно е постојано снабдување на дупчачката гарнитура со воздух или вода (потрошувачката на вода достигнува 30-40 l/min или 3-4 на 1 m^3 компримиран воздух);

- неопходно е загревање на водата во зимскиот период,

Транспортот на издучениот материјал со компримиран воздух при дупчење со конусно длето се врши по следната шема: воздухот од компресорот под притисок се движи низ шуплините од дупчачките шипки, чеканот, круната и од тука доаѓа на дното од дупчотината. Под дејство на големиот притисок и соодветна количина на воздух ги турка или носи издробените честички со различна големина (од 0,1 до 10mm), се враќа низ меѓупросторот помеѓу вртчките шипки и сидовите од дупчотината. На тој начин се формира смеса од воздух, прашина и издробени честички со различна големина кои се движат кон излезот од дупчотината и со помош на системот на отпрашување (ако го има) преку ребрасто црево се всисуваат во циклонот и се таложат на соодветно место позади дупчачката.

Обично, спечифичната потрошувачка на воздух на 1 m^3 на издучениот материјал изнесува од $E = 80 \div 150\text{ m}^3$ додека зафатнината на материјалот кој се евакуира - отстранува изнесува:

$$V_m = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V_{max}, m^3 / \text{min}$$

каде што: V_{max} – максимална брзина на дупчење, m/min

D - пречник на дупчотината (m)

Системот - уредот кој се користи за зафаќање на компримираниот воздух што излегува од дупчотината (кој го носи издробениот материјал) има гума поставена околу устата на дупчотината, ребрасто црево, циклон со посебен бункер, филтер со вкупна филтерска површина од 20 m^2 и вентилатор.

6.3. Уреди за движење на дупчачката гарнитура

Овие уреди и механизми кои се сместени на транспортни машини приспособени за движење треба да обезбедат:

- преместување на машините во транспортна положба од еден на друг работен фронт;
- маневрирање на дупчалката во процесот на работа на етажите;
- совладување успони на патот при движењето;
- габаритна проодност по патиштата и работилиштата;
- габаритни проодности при железнички превоз или автотранспорт.

На дупчачките гарнитури се применуваат следните видови уреди за движење: **со гасеници, со пневматици (тркала) и со чекор (папучи).**

Гасеничните уреди за движење на сите модели претставува самоодна двогасенична количка со индивидуален погон за секоја гасеница.

Уредите за движење со пневматици претставува типична автомобилска постројка.

Чекорните транспортни уреди се применуваат поретко и тоа на дупчалка за ротационо дупчење. Механизмот за чекори се погони од мотор, кој го покренува механизмот за подигање со помош на верижен пренос.

На сликите од претходното поглавје, каде што се претставени повеќе типови дупчалки може да се видат различните видови уреди за движење.

7.0 ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА РЕЖИМОТ НА ДУПЧЕЊЕ

Под режим на дупчење ги подразбираме следните основни фактори:

- осовински притисок;
- број на вртежи;
- начин на отстранување на издупчениот материјал.

❖ *Осовински притисок*

На работниот елемент за дупчење - круната постојано вршине одреден притисок. Притисокот мора да биде урамнотежен со физичко-механичките карактеристики на карпата. Доколку притисокот е мал длетото ќе откокнува од дното на дупчотината, а доколку е преголем длетото тешко ќе ротира.

И во едниот и во другиот случај ефектите од дупчењето ќе бидат мали. За добра работа на дупчечката машина потребно е да се оствари оптимален притисок на алатот за дупчење.

Кај малите и рачните дупчалки не постојат мерни инструменти кои покажуваат со колкав притисок се дејствува на карпата, па затоа најчесто разликата на остварениот ефект на дупчење, кај исти дупчалки, се разликува и до 30%. Овде секако во прашање е искуството и знаењето на ракувачот.

Кај лафетните и самоодните современи дупчалки оптималниот притисок се постигнува скоро секогаш, а кај тешките дупчалки од поново производство режимот на дупчење е автоматизиран и компјутерски се регулира во зависност од физичко-механичките својства на работната средина.

Ефектот на ударно-ротационото дупчење не зависи само од конструктивните карактеристики на дупчалката и дупчечкиот чекан, туку и од режимот на дупчење.

На брзината на дупчење влијаат повеќе фактори, како што се:

- **физичко-механичките и техничките** карактеристики на работната средина во која се дупчи.

Во карпите со поголема цврстина брзината се намалува и вкупниот ефект на дупчење се намалува.

□ **Пречник на дупчење:**

При намалување на пречникот на дупчење од 110 на 95mm, со практични испитувања е добиено дека брзината на дупчење се зголемува, и тоа:

- во цврсти карпи 30-40%, во средно цврсти 10-15%, во меки 2-5%.

□ **Длабочината** на дупчотините и количината и притисокот на компримираниот воздух.

□ **Број на вртежи** на дупчечкиот прибор и број на вртежи на круната (ако е триконусна).

Доколку карпите се цврсти, бројот на вртежи треба да биде помал при ист број на удари на клипот.

□ **Тип на дупчечкиот чекан:** број на удари и енергија на единечниот удар.

Во меките карпи енергијата на единечниот удар се зголемува и до 5 KN/cm од пречникот на круната.

❖ *Ротација-број на вртежи*

Ротацијата кај дупчечките чекани може да биде зависна и независна. Зависната ротација, главно, се применува кај малите пречници.

Во поново време сè повеќе се изработуваат дупчалки со независна ротација што значи таквите дупчалки имаат посебен мотор за ротација.

Бројот на вртежите обично може да се регулира и се движи од 60 до 150 вртежи/мин.

Треба да се нагласи дека помалиот број на вртежи е обично подобар кога се работи за издржливоста на алатот и приборот и ефикасноста на дупчење.

❖ *Отстранување на издупчениот материјал (евакуација)*

Материјалот кој во процесот на дупчење се раздробува на дното од дупчотината треба да се отстрани веднаш (евакуира) за да не дојде на дното од дупчотината до дополнително уситнување, бидејќи со тоа се смалува брзината на дупчење, а исто така и работниот орган непотребно се аби (троши).

За експлоатационо дупчење, како агенс за отстранување на издупчениот материјал може да се користи компримиран воздух, вода,

смеса од вода и воздух, смеса од вода и некоја друга материја која може хемиски да дејствува на карпата.

Количината на агенсот за отстранување на издупчениот материјал мора да биде доволна за да отстранува (подигнува - носи) што покрупни парчиња. Количината на флуидот која треба да се доведе на дното на дупчотината зависи и од цевките низ кои минува флуидот или од големината на празнините во шипките за дупчење.

Доколку е поголема количината на воздухот, а помал меѓупросторот, дотолку е поголема брзината на струење на воздухот, а притоа тешко се отстрануваат поголеми честиици.

Изборот на агенсот за отстранување на издупчениот материјал зависи од физичко-механичките и техничките карактеристики на дупчалката. При отстранување на издупчениот материјал со вода има низа предности и тоа:

- се спречува создавање на прашина;
- го одржува сечилото чисто;
- го лади длетото;
- ретко доаѓа до заглавување;
- ја отстранува силициумовата прашина.

Недостатоци се:

- инсталациите за довод на вода се скапи;
- може да дојде до перење на сидовите на дупчотината и до зарушување;
- доаѓа до заситување на воздухот со влага што е штетно по човечкиот организам.

Предности на отстранување со компримиран воздух се:

- не е потребна дополнителна инсталација;
- дупчалките се обично мобилни, па при дупчењето се губи помалку време.

Недостатоци се:

- се создава голема количина на прашина која влијае штетно, посебно ако во себе содржи силициум;

- отежнато е отстранувањето на издупчениот материјал посебно во длабоките дупчотини преку 30m.

7.1. Режим на дупчење на мински дупчотини со конусни круни

Режимот на дупчење го одредуваат бројот на вртежи на круната (**N**, **vr/min**) оскиниот притисок на круната (**P** и **N**) како и количината на вода, односно исплака (**Q**, **m³/h**) или компримираниот воздух (**q**, **m³/h**), потребни за чистење на дното на дупчотината од издупчениот материјал, како и за ладење на круната.

Првите два параметри (**P** и **N**) имаат значајна улога при дупчење на тврди карпи, а според тоа тие имаат најголема улога во конструктивното решение на дупчалката. Што се однесува до параметрите **Q** и **q** кои имаат помошна улога, истите можат малку да се изменат, бидејќи немаат суштинска улога на конструкцијата на круната и дупчалката.

Зголемената количина на пумпање на вода во дупчотината или компримиран воздух до економски граници се подобрува чистењето на дното на дупчотината од издупчениот материјал и ладење на круната-длетото за време на работата, а тоа влијае на зголемување на брзината на дупчење и трајност на конусната круна.

Во поглед на режимот на дупчење со конусни круни постојат различни мислења. Повеќе автори мислат дека брзината на вртежи на длетото треба да се движи во границите од 50 до 300 **vr/min**, во зависност од тврдината на материјалот. Според други автори треба да се воведи т.н. ФОРСИРАН режим каде брзината на вртежи на длетото се движи од 700 до 850 **vr/min**.

Праксата покажува дека брзината на вртежи на круната има големо влијание на брзината на дупчење во тврди и многу тврди материјали.

Со зголемување на брзината на вртежи на круната се зголемува брзината на дупчење но истовремено опаѓа времето на трајност на круната.

Табела 14. Типови круни и нивни карактеристики

Реден број на круна	Број на вртежи (vr/min)	Средна брзина на дупчење, (mm/min)	Трајност на круната, (m)
1	68	40	29,7
2	68	45	31,0
3	96	87	18,0
4	96	100	19,5
5	140	67	23,5

6	140	83	26,0
7	140	100	28,0
8	225	145	15,5
9	225	125	17,6
10	320	210	18,3
11	320	234	26,5
12	320	254	15,6
13	500	266	12,0
14	500	306	21,1
15	500	272	20,5

Во табелата се прикажани податоци за дупчење на микрокварцити со тврдина $f = 12-20$, со оскин притисок 90 000 N.

Од податоците во табелата се гледа дека со зголемување на брзина на вртежи на круната, брзината на дупчење расте, но трајноста на круната опаѓа.

При дупчење на мински дупки под агол на површински копови, голема брзина на вртежи на конусната круна се предизвикуваат големи вибрации кои негативно влијаат на работата на дупчалката.

Кај дупчењето на коси дупкотини, дупчачката шипка обично со должина околу **8m** стои наведната што предизвикува поместување на тежиштето надвор од оската на шипката.

Тоа поместување на тежиштето, при брзина на вртежи на круната од 300-500 вр/мин предизвикува големи вибрации на шипките, исто така и на дупчалката со сите негативни последици.

При изборот на режимот за дупчење со конусни круни во цврсти карпи, неопходно е да се примени максимален оскин притисок, кој може да ја поднесе конструкцијата на круната. За избор на рационална брзина на дупчење со конусни круни, неопходно е да се извршат техничко-економски анализи за сите режими на дупчење.

Со помош на такви економски анализи треба да се востановат најмали трошоци за дупчење во конкретни услови и да се одреди брзината којашто одговара на вртежите на конусната круна.

7.2. Избор на најпогоден режим за дупчење на мински дупчотини

Изборот за најпогоден режим за дупчење на мински дупчотини може најдобро да се прикаже на еден пример.

Во таа смисла најдобро е да располагаме со релевантни податоци за пресметка. Во нашиот случај на располагање се следните податоци:

- коефициент на цврстина на карпа која ќе се дупчи $f = 6$ според класификацијата на Протоѓаконов;

- конусната круна со кое ќе се дупчи е тип М -34;

- оскиниот притисок е постојан и изнесува 90.000 N.

За техничко-економски анализи во случај на одредување на оптималниот режим на дупчење ги анализираме сите параметри на режимот со следните основни податоци:

- специфични трошоци за капацитет, кои опфаќаат: добивка и осигурување, инвестициски трошокови за одржување, амортизација, камата на работниот фонд, даноци, камата на кредити и сл. (den/h);

- специфични трошоци за материјал: потрошена енергија, мазива и сите други материјални трошоци (den/h);

- специфични трошоци на работна сила кои опфаќаат: лични приходи на вработените, придонеси, осигурување и сл. (den/h).

Во пресметките земаме чистото време за дупчење во смена да изнесува $t=180$ мин (6 часа).

а) Потрошеноста на круните за режим 1 при:

$n=680$ vr/min; $V_b = 45$ mm/min и $l=750$ m (трајност на длетото 25 работни часови) ќе биде:

$$l_1 = \frac{l_d}{l} = \frac{850}{750} = 1,13\$/\text{min}$$

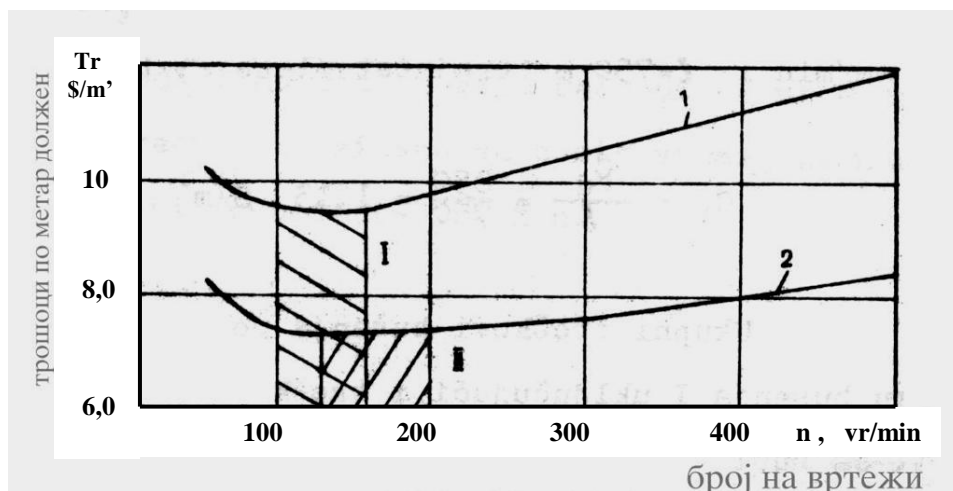
Вкупни трошоци за дупчење по издупчени метри по режим на дупчење 1 вклучувајќи ги и трошоците за потрошени круни ќе биде:

$$C_{b_1} = \frac{124,8 \cdot 25 + 850}{750} = 5,29\$/\text{min}$$

Аналогно на прикажаната пресметка, вршме пресметка на производни трошоци за издупчени метри при режим на дупчење 2, 3 итн.

Добиените резултати од добиените пресметки за режимите на дупчење 1, 2, 3 итн. се внесуваат на дијаграм и врз база ова се избира економски најпогоден режим на дупчење т.е. оној кој има најмалку трошоци за дупчење.

На дијаграмот прикажан на слика 70 (земени се две различни цени на круни: за крива 1-околу 1.400 долари по парче, за крива 2 – 900 долари по парче) најмалку трошоци за метар дупчење се во пределот помеѓу $n=130$ и 200 vr/min , за крива 2 во пределот помеѓу $n=100$ и 160 vr/min , за крива 1, при дупчење во карпи со цврстина $f=6$, оскиниот притисок на круната од $90\,000 \text{ N}$ и пречник на круната од $311,15 \text{ mm}$.



Слика 70. Зависност на трошоците за дупчење од бројот на вртежи
1- за цена на круна 1.400 долари, 2 - 900 долари, I и II - зони
на најекономично дупчење

Од гореприкажаното може да се заклучи дека најмали трошоци за издупчени метри по дупчотина за минирање може да се остварат:

- при максимален оскин притисок на конусната круна т.е. при таков притисок кој може да се оствари и кој истовремено може го да издржи конусната круна;
- при брзина на вртежи на круната која претходно е одредена врз база на економско-техничката анализа.

8. КАПАЦИТЕТ НА ДУПЧАЛКИТЕ

За одредување на капацитетот на дупчалки ги претпоставуваме следниве услови:

- дупчењето да се врши низ еднороден материал (иста карпа),
- траењето на секоја круна да е исто,
- средната брзина на дупчење да не се менува по целата длабочина на дупчотината.

Времето потрошено при дупчење со првата круна до потполно абење се пресметува од образецот:

$$T_1 = \frac{60 \cdot l_d}{v} + 2 \cdot \frac{l_d}{l_h} \cdot t_p + 2 \cdot \frac{l_d}{l_s} \cdot t_n, \text{ min}$$

каде што:

l_d - трајност на круната, m

v - брзина на дупчење, m/h

l_h - чекор потисната глава на дупчалката, m

t_p - време потребно за едно задржување при спуштање или подигнување на вртливите шипки, мин

l_s - должина на дупчачките шипки, m

t_h - време потребно за навртување или одвртување на шипките или круната

Аналогно го наоѓаме времето истрошено за дупчење со другата круна:

$$T_2 = \frac{60 \cdot l_d}{v} + 2 \cdot \frac{l_d}{l_h} \cdot t_p + 2 \cdot \frac{l_d}{l_s} \cdot t_n + t_z, \text{ min}$$

каде што:

t_z - време потребно за набушување до дното на дупчотината при замена на нова круна, min

За трета и следна круна аналогно се служиме со претходниот образец, т.е. одредуваме време T_3 , T_4 итн.

Сумирајќи ги времињата потрошени за дупчење добиваме:

$$\sum_1^n T = \frac{60 \cdot l_d}{v} \cdot n + 2 \cdot \frac{l_d}{l_h} \cdot t_p \cdot (1+2+3+\dots+n) + 2 \cdot \frac{l_d}{l_s} \cdot t_n \cdot (1+2+3+\dots+n) + (n-1) \cdot t_2, \min$$

По средовањето ако усвоиме $L=L_d$ се добива:

$$\sum_1^n T = \frac{60 \cdot L}{v} + \frac{L \cdot t_p \cdot (n+1)}{l_h} + \frac{L \cdot t_n \cdot (n+2)}{l_s} + (n-1) \cdot t_r$$

За одредување на потребното време за дупчење во смената треба да додадеме време потребно за преместување на дупчачката гарнитура од место на место и т.н. неизработно време на задржување т.е.:

$$T_{dup} = L \cdot \left[\frac{60}{v} + (n+1) \cdot \left(\frac{t_n}{l_h} + \frac{t_n}{l_s} \right) + (n-1) \cdot t_2 + t_{pr} + t_z \right]$$

каде што:

t_{pr} - време потребно за преместување на дупчачката гарнитура, min

t_z - неизработно време на задржување на гарнитурата, min

Капацитетот на дупчалката за една смена ќе биде:

$$L_{sm} = \frac{T_{sm} \cdot L}{T_{dup}}, m / smena$$

со замена се добива:

$$L_{sm} = \frac{T_{sm} \cdot L}{L \cdot \left[\frac{60}{v} + (n+1) \cdot \left(\frac{t_n}{l_h} + \frac{t_n}{l_s} \right) \right] + (n+1) \cdot t_r + t_{pr} + t_z}, m / sm$$

или:

$$L_{sm} = \frac{T_{sm} \cdot L}{\frac{60}{v} + (n+1) \cdot \left(\frac{t_n}{l_h} + \frac{t_n}{l_s} \right) + \frac{(n-1) \cdot t_r + t_{pr} + t_z}{L}}, m / sm$$

Од горниот образец се гледа дека капацитетот на дупчалката зависи од многу фактори од различни степени. Со зголемување на длабочината на дупчотината, средната брзина на дупчење се намалува.

Ако се анализира капацитетот на дупчалката при различни услови на работа може да се добијат следниве заклучоци:

- а) Со зголемувањето на должината на шипките капацитетот на дупчалката расте, при што најголем капацитет се остварува при должина на шипката од 2 до 6m.

Поголемиот процент на пораст се однесува на голема брзина на дупчење кои се неекономични при дупчење на цврсти карпи и според тоа може да се земе само во посебни случаи.

Големата должина на вртливите шипки во голема мера ја комплицира конструкцијата на дупчалката, со оглед дека тежината на шипките е голема, а тоа ја отежнува замената на шипките, се јавува поголема висина на вибрирање и се стреми кон зголемување на вибрациите на дупчалката за време на дупчењето итн.

б) Зголемувањето на одот (чекорот) на потисната глава L_h од 1 до 2m капацитетот на дупчалката расте за 4 -5 %. Поради тоа треба да се стреми кон максимален од, но ова е ограничено со конструктивните карактеристики во поглед на рамномерниот од (чекор) на хидроцилиндарот кој ја придвижува потисната глава.

в) Со зголемување на длабочината на дупчотината капацитетот на дупчалката за смена расте. Така, на пример, капацитетот се зголемува за 3 - 4%, ако длабочината на дупчотината се зголеми од 18 на 24 метри во колку таква потреба постои.

Според друга методологија на пресметка на капацитетот на една дупчалка се тргнува од механичката брзина на дупчење:

$$Vd = \frac{19P_{os}n}{\sigma_c^2 D}, \quad \text{m/min}$$

каде што се:

Vd – механичка брзина на дупчење, m/min

P_{os} – осовински притисок, dN

n – број на вртежи, vr/min

σ_c – цврстина на карпата на притисок, dN/cm²

D – пречник на дупчотината, mm

Часовниот капацитет на дупчалката ќе изнесува:

$$L_h = \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{t_c}, \text{ m/h}$$

каде што се:

H – висина на етажа, m

l_{pod} –должина на поддупчување, m

β – агол на нагибот на дупчотината, ($^{\circ}$)

t_c –вкупно време на дупчење на една дупчотина, h

$$t_c = t_{dup} + t_{po} + t_p, \text{ h}$$

каде што се:

t_p – време потребно за подместување на дупчалката од една дупчотина на нова локација за дупчење, (се усвојува или се мери), h

t_{po} – време за сите помошни операции при дупчење, h

t_{dup} – време за дупчење на една дупчотина, h

$$t_{dup} = \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{Vm}, \text{ h}$$

Vm - механичка брзина на дупчење, m/h

$$t_{po} = t_1 \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{l} + t_2 \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{l} + t_3 \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{\lambda}, \text{ h}$$

каде се:

t_1 - време потребно за демонтирање и продолжување на дупчачкиот прибор (шипки, спојки, круни и др.) , h

t_2 - време за прифаќање на шипките, h

t_3 - време за промена на чекан (ако има потреба), h

l - должина на дупчачки шипки, m'

λ - трајност на круната, (длето) m'

Часовниот капацитет на дупчалката по извршените замени изнесува:

$$L_h = \frac{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}}{\frac{H}{\sin \beta} + l_{pod} + \frac{H}{\sin \beta} + l_{pod}} \cdot \frac{1}{V_m} + \frac{H}{\sin \beta} + l_{pod} \cdot \frac{1}{l} \cdot (t_1 + t_2 + t_3 \cdot \frac{l}{\lambda}) + t_p, \text{ m}^3/\text{h}$$

Според овој образец може да се добие и **сменскиот капацитет** на дупчалката кој изнесува:

$$L_{sm} = L_h \cdot T \cdot \eta, \text{ m}^3/\text{smena}$$

каде се: **T** - времетраење на смената, (8h)

η - коефициент на временско искористување на дупчалката во смената (најчесто се движи од **0,7 ÷ 0,9**)

Годишниот капацитет на една дупчалка ќе изнесува:

$$L_{god} = L_{sm} \cdot N \cdot n, \text{ m}^3/\text{god}$$

каде што се:

N – број на работни денови во годината (околу 250 денови)

n – број на смени во едно деноноќие (една, две или три)

L_{sm} – сменски капацитет на дупчалка, m³/sm

8.1. Потребен број на дупчалки

Потребниот број на дупчалки зависи од:

- годишното производство (капацитет) на површинскиот коп, ревер или јама, (m³ или тони),
- физичко-механичките карактеристики на работната средина,
- конструктивните карактеристики на дупчалката,
- бројот на работните денови во годината,
- бројот на смените,
- потребната гранулација на изминираниот материјал и другите параметри при минирање.

Потребниот број на дупчалки може да се одреди по формулата:

$$N = \frac{Q_{god}}{\frac{VK}{L} v d T_g} \quad (\text{броја})$$

каде што се:

N - потребен број на дупчалки, (број)

Q_{год} - годишно производство на површинскиот коп, (m³)

V - количество на изминираниот материјал по дупнатина, (m³)

L - должина на дупчотина, (m)

Vd – брзина на дупчење, (m/h)

T_{год} – годишен фонд на ефективни работни часови, (h)

K – коефициент на растреситост на материјалот

Описно кажано, потребниот број дупчалки се добива според вкупната потребна должина на издупчени метри должни за одреден коп, што зависи од капацитетот на копот.

Знаејќи ја вредноста (или се пресметува аналитички преку призма на рушење за една минска дупчотина) колку кубни метри или тони карпеста маса може да се раздробат (со примена на експлозив) од една минска дупчотина, лесно се пресметува колку дупчотини се потребни за одреден коп за да се постигне капацитетот на соодветниот површински коп или подземен откоп.

Според должината на дупчотините, која зависи од висината на етажите и аголот на дупчење, се пресметува потребниот вкупен број на метри должни за соодветниот коп.

Знаејќи ја брзината т.е. капацитетот на дупчалката што се користи се пресметува потребниот број дупчалки за сменско, месечно производство, или годишно во зависност со која вредност се дели потребниот број на издупчени метри за соодветниот капацитет на копот.

- Пример за пресметка на потребен број дупчалки:

Q_{год} = 1.200.000 t – годишен капацитет на копот

V_{mat} = 150 m³ или **375 t** (за $\gamma = 2,5 \text{ t/m}^3$) – зафатнина на растресен материјал по една дупчотина (пресметан претходно или усвоен)

За бројот на вкупно потребни мински дупчотини се добива:

$$N_{vk} = Q_{god} / V_{mat} = 1.200.000 / 375 = 3200 \text{ дупчотини}$$

Ако една дупчотина е со должина од 11 метри, вкупниот број на метри должни за дупчење ќе изнесува:

$$L_{vk} = N_{vk} \cdot 11 = 3200 \cdot 11 = 35.200 \text{ m}'$$

Ако е познато (со претходни пресметки за соодветниот тип дупчалка) дека годишниот капацитет на една дупчалка изнесува на пример $L_{god} = 42.000 \text{ m}'$ годишно, тогаш потребниот број на дупчалки ќе биде:

$$N_{dup} = 35.200 / 42.000 = 0,84 \text{ што значи се усвојува } 1 \text{ (една) дупчалка.}$$

Добиениот број од **0,84** ни покажува дека со усвојување на една дупчалка имаме и дополнителна можност да оствариме и поголем ефект при дупчењето т.е. да се издупчат и поголем број на метри од потребните за остварување на годишниот план.

Ако се добиеше поголем број од еден, пример 1,2 а се усвои повторно една дупчалка, што е и најисправно, тоа ќе ни значи дека за исполнување на годишниот капацитет на копот ќе ни недостасуваат работни часови (некој процент) на издупчени метри под услов да дупчалката работи според дефинираниот режим, во иста работна средина и го остварува планираниот број на ефективни часови за дупчење.

Во овој случај, за да има сигурност дека ќе се оствари годишниот капацитет на копот во поглед на дупчењето, треба да се зголеми ефективното време за дупчење (пример од 6 часа на 6,5 или 7 часа), потоа постои друга можност а тоа е да се зголеми брзината на дупчење на дупчалката (m'/h), секако со промена на некој параметар од режимот на дупчење или кој било друг влијателен фактор.

9. ПРОЕКТИРАЊЕ НА ДУПЧЕЧКИТЕ РАБОТИ

При проектирање на дупчењето т.е. да се дефинира начинот на дупчење, типот на дупчалките, системот на дупчење и потребниот број на дупчалки, потребно е да се имаат предвид сите до сега претставени, објаснети и дефинирани работи што се содржани во претходните поглавја.

Сепак како најзначајни се одделуваат:

- **физичко-механичките карактеристики на работната средина;**
- **системот на дупчење;**
- **капацитетот на копот;**
- **технолошкиот систем на експлоатација.**

Законите на процесот на разорување (дупчење, минирање и копање) на карпите зависи од многубројните природни фактори, состојбата на масивот, својствата на карпите, како и од техничките средства на разорување.

Разорувањето на карпите претставува физичко откинување - одвојување поради напрегнување на притисок, затегнување, смолкнување или поради високи тангенцијални напрегања.

Работата потрошена за сечење на карпата се состои од работа потрошена на создавање на нови површини, работа за еластични и пластични деформации кои го следат процесот на разорување, а не доаѓа до создавање на нови површини и работа на триење.

Дупчењето (отпорот на дупчење) на карпата ни е главен показател за брзината на дупчење со стандардни рачни дупчачки чекани и дупчалки во стандардни услови и главна основа за класификацијата на карпите.

При дупчењето, многу важно својство на карпата претставува и абразивноста, која се одразува на интензитетот на трошење на круната за дупчење.

Карпите, според дупчење се одредуваат со геотехнички испитувања со кои се одредува ориентационата категорија на карпите по Протоѓаконов односно коефициентот на цврстина f (табела 16).

Мегутоа, која било класификација на карпите направена досега не одговара во потполност на денешните услови кои ги поставува површинската експлоатација во врска со потребните објекти, машини и дигитални оперативни информации во врска со својствата на машините, капацитетот, нормативните материјали и параметрите на одделните работните операции или процеси.

Табела 16. Единствена класификација на карпите според параметри на дупчење (АН СССР)

Класа на карпите	Карактеристични карпи и руди	Брзина на чисто дупчење mm / min	Време на дупчење, min / m'	Коефициент на цврстина, f
1	Крупни микрокварцити	31	32	35
2	Многу крупни кварцити	40	25	25
3	Крупни кварцити, базалти, андензити, магнезити	50	20	20
4	Многу крупни андензити и дијабази	60	17	17
5	Кварцни порфири	75	13	13
6	Кварцни песочници, силициски варовник, пирит	90	11	11
7	Крупен гранит, жилна карпа со железо	110	9	9
8	Крупен песочник, крупен варовник	130	8	8
9	Песочници, напукнат гранит, сидерит	160	6	6
10	Песочни шкрилци, крупен боксит	200	5	5
11	Слаби песочници, варовник, крупнозрнести Pb-Zn сулфидни руди	250	4	4
12	Јако напукнати еруптивни карпи и напукнати хлоритски шкрилци	300	3,5	3
13	Меки шкрилци, мек лапорец, каолински еруптивни карпи, кјаглен	350	2,9	2
14	Потполно распаднати шкрилци, камен јаглен, церусит	400	2,5	1,5
15	Гипс, камен јаглен со јасен кливаж, темен јаглен, тврда глина	500	2	2
16	Бигор, мек јаглен	600	1,7	0,8

Табела 17. Специфични отпори на при механичко дупчење

Тип на карпа	Зафатнинска маса, Υ (t/m^3)	Коефициент на цврстина, f	Специфични отпори MN/m^2		
			σ_p	σ_{sm}	σ_{mb}
Креда, камена сол, гипс, лапорец камен јаглен	2,28–2,65	2 - 6	34-80	2,4-24	18,2-51,5
Песочник конгломерат, цврст лапорец, варовник	2,65–2,72	2 - 6	80-100	23-25	51,5-62,5
Руди на железо, шкрилести песочници	2,72–2,84	6 - 10	100-140	25-32	62,5-86,0
Гранит, мермер, доломит	2,84–2,89	10 - 12	140-180	32-44	86-112
Масивни гранити, рожњаци	2,89–2,95	12- 14	180-243	44-50	112-146,5
Цврсти гранити, кварцити, многу цврсти песочници	2,95–3,0	14 - 16	243-272	50-52	146,5-162
Базалти, дијабази	3,0 - 3,21	16 - 20	272-343	52-53	162-198

Специфичниот отпор при механичкото дупчење (ударно, ротационо и др.) се изразува како половина од збирот на просечниот отпор на цврстината на карпата на притисок (σ_p) и смолкнување (σ_{sm}): (таб. 16)

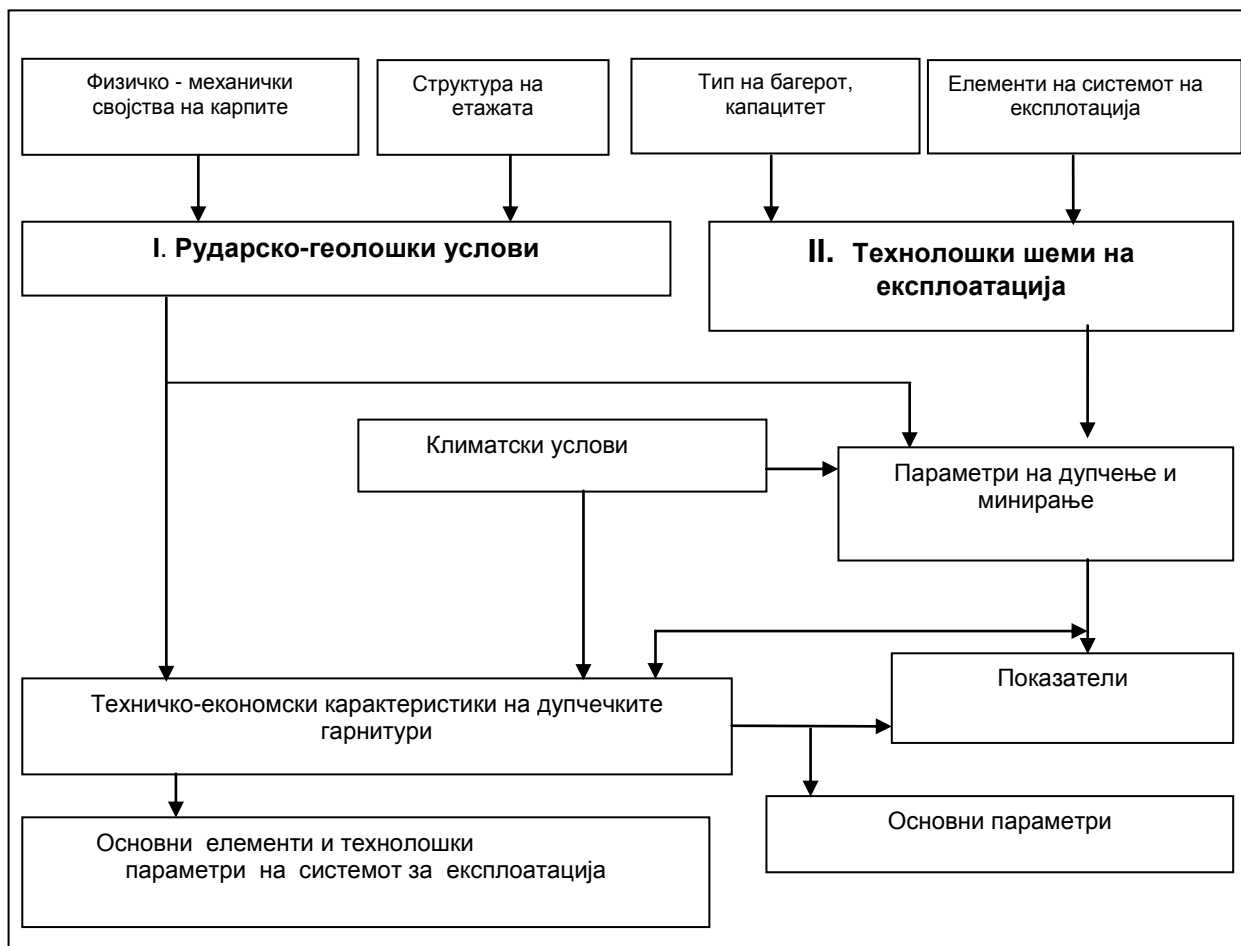
$$\sigma_{sm} = 0,5 (\sigma_p + \sigma_{sm}) \text{ , dN/cm}^2$$

σ_{sm} - специфичен отпор при механичко дупчење, dN/cm^2

9.1 Избор на дупчечка гарнитура и метода на дупчење

Класификацијата на методите на дупчење може да се базира на повеќе различни принципи.

При избор на дупчечка гарнитура се издвојуваат две основни групи на влијателни фактори: рударско-геолошките услови и технолошките шеми на рударската експлоатација (сл.71).



Слика 71. Основни техничко-технолошки влијателни фактори за избор на дупчачки гарнитури

Факторите од првата група влијаат само на изборот на дупчачките гарнитури, а факторите од другата група го диктираат степенот на дробење и преку нив се одредуваат параметрите на дупчечко-минерските работи.

Одредувањето на пречникот на дупчење непосредно е поврзано со изборот на багерот или волуменот на багерска лажица, тргнувајќи од габаритните димензии кои треба да го задоволат условот:

$$D_{\text{парце}} < 0,75 \sqrt[3]{E}, \text{ mm}$$

Големината на парчињата се пресметува според изразот:

$$D = \frac{70}{\sqrt{P_{\text{ex}}}} E^{0,165} \sqrt{k_1} \eta_1 q^{0,1}$$

каде што се:

E – волумен на багерска корпа (лажица), m^3 ;

$\eta_1 = W/H$ - однос на линијата на најмал отпор и висината на етажата;

q - специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3 ;

P_{ex} - коефициентот на снагата на експлозивот.

Доволно широкиот дијапазон на оптимален пречник, посебно кај лесно дробливите карпи, ни овозможува подобар избор на дупчачките гарнитури помеѓу стандарните и понудата на пазарот.

9.2. Организација и шеми на дупчење

Пред почетокот на секое дупчење на одредена етажа или етажен блок мора да се изврши подготовка на патот за пренесување на дупчачка. Оваа операција се врши најчесто со помош на булдожери.

Оваа подготовка е посебно важна и може да одземе доста време ако се работи за непристапна етажа, со растресени етажни косини или поголемо присуство на вода. Изразени проблеми има ако дупчалката треба да се постави на погорна етажа која веќе е завршена со експлоатација, а потребни се дополнителни дупчечки работи.

За секоја дупчачка гарнитура на копот се одредува блок за дупчење (дел од активна - работна етажа).

Поради постојниот агол на работните етажни косини, при поставувањето на дупчалката мора да се има предвид безбедноста при поставување на мрежата од дупчотини и сигурносното растојание од ивицата на етажата до првиот ред маркирани дупчотини. Поради ова, најчесто, дупчалките при дислокација на друга дупчотина се преместуваат во правец нормален на работод етажата.

Со тоа се избегнува навлегување на траекторијата на движење на дупчалката надвор од можноста на призматично срушување по етажата, кое може да биде предизвикано од динамичките сили при движење на дупчалката, присутните пукнатини или поголема заводеност на етажата.

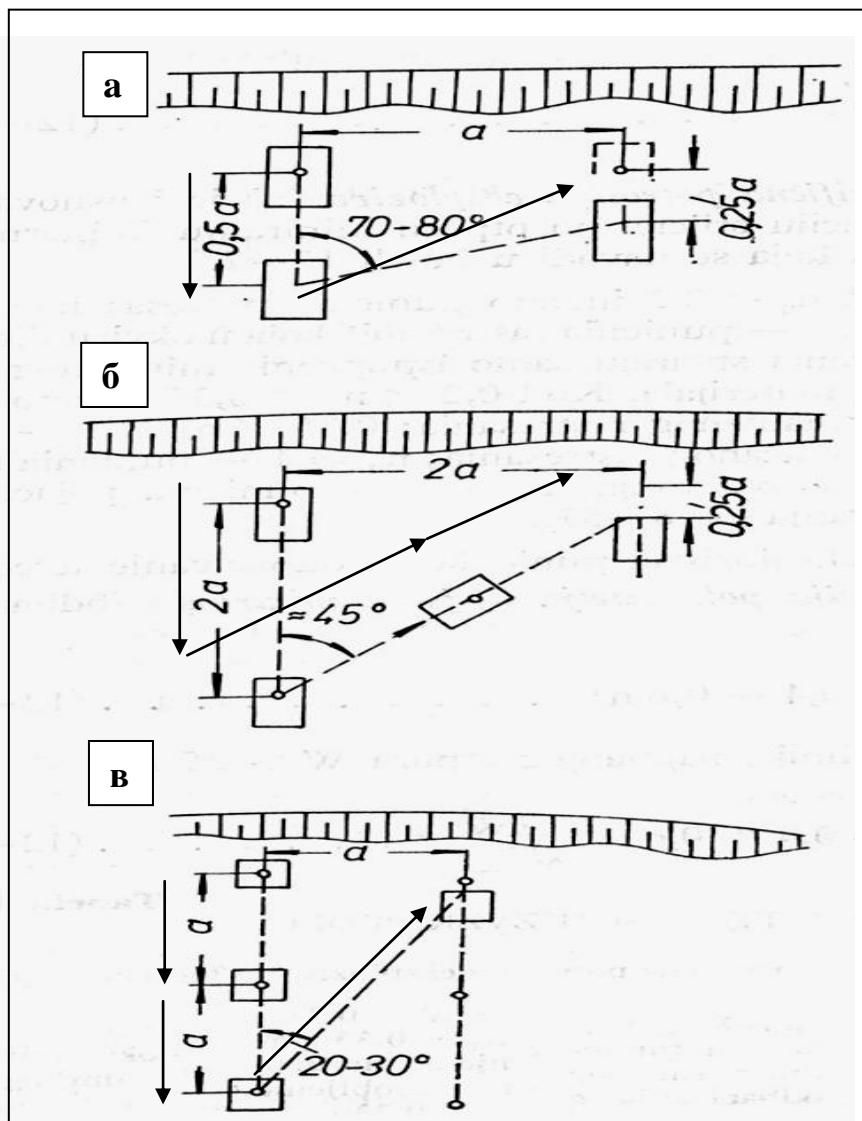
Според оваа теорија, поставени се повеќе шеми на движење на дупчалките во зоната на етажниот блок, а како најчесто користени и покарактеристични се:

- **Редна шема на преместување** - се применуваат кај едноредни дупчења и минирања. За растојание помеѓу дупчотината a вкупната должина на преместената гарнитура ќе биде $1,85a$, а времето $t_{pr}' = 10 \text{ min}$ (за просечна брзина на движење и маневрирања).

- **Попречно - дијагонална шема на преместување** - се применува за голема серија со триредно дупчење и за шаховски распоред на дупчотините. За секои три дупчотини гарнитурата се преместува на должина $5a$, а се врти за 45° при што времето на преместување изнесува $t_{pr}'' = 5 \text{ min}$.

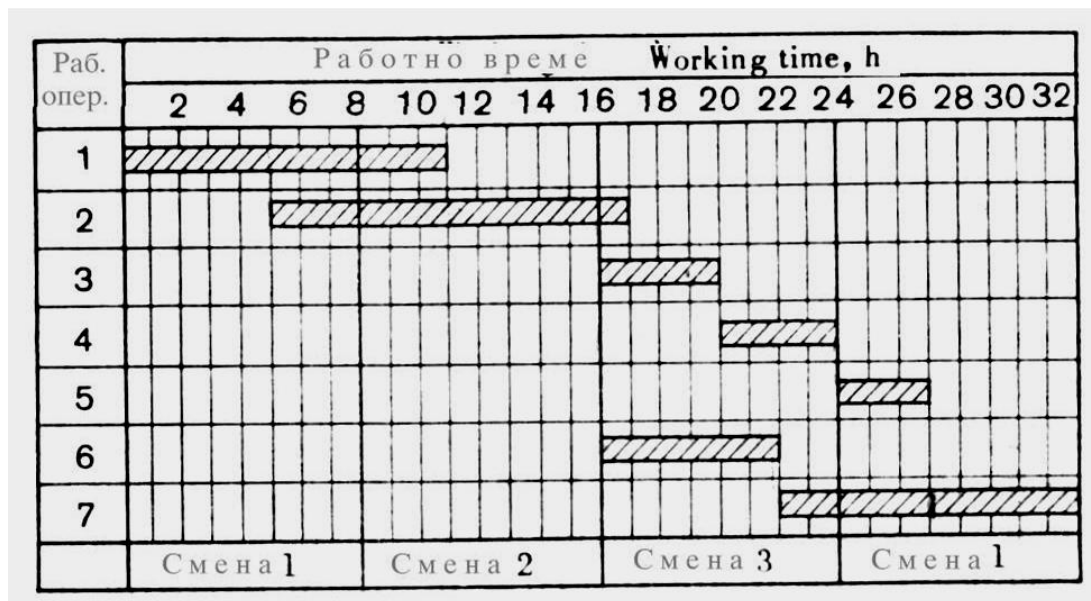
- **Попречно - повртната шема на преместување** - се применува за квадратен распоред на дупчотините. За секоја дупчотина, гарнитурата се пресметува за должина $4,5 a/3$, и приближно 7 вртежи за агол од $25-30^\circ$. Времето на преместување е $t_{pr} = 3 \text{ min}$.

Во пракса најчесто за применуваат попречните шеми, а се во зависност од условите на работната етажа, кондициската подготвеност на дупчалката, маневарските способности кои се поврзани со техничките карактеристики на дупчалката, оспособеноста на ракувачите и др. (сл.72).



Слика 72. Шеми на преместување на дупчалка во зоната на дупчење
 а) редна шема на поместување, б) попречно - дијагонална, в) попречно - повратна
 —————> **правец на движење на дупчалката**

На сликата подолу преку **временскиот номограм** за организација на дупчењето се прикажани временски, фазите за организирање на дупчење на еден блок на површински или подземен коп.



Слика 73. НОМОГРАМ за организација на дупчењето

1 - чистење на етажата (платото за дупчење), 2 - осигурување на бермите (сигурносно растојание од работ на етажата), 3 - премерување и димензионирање на блокот за дупчење, 4 - дефинирање на програмата за дупчење со параметри за дупчење (број на дупчотини, геометрија), 5 - обележување на дупчотините на местото, 6 - подготвителни операции за дупчење (довод на струја, вода, компримиран воздух, средства за подмачкување и др.), 7 - подготовка на дупчалката за дупчење (подмачкување, приклучување на струја, компримиран воздух, поставување на соодветната етажа или блок и др.)

10. ПРОДУКТИВНОСТ И ТРОШОЦИ ПРИ ДУПЧЕЊЕ

При изведување на дупчење (со каква било дупчачка гарнитура или систем на дупчење) секако најважно е да се постигнат што подобри резултати во поглед на брзина на дупчење, помали трошоци за дупчење и останати трошоци што произлегуваат при дупчечките работи.

Продуктивноста претставува сооднос на направените трошоци при дупчење на единица метар должен или единица подготвена маса за минирање. Таа обично се изразува преку **ден/м'** или **денари/тон** растресена маса не вклучувајќи ги тука трошоците за минирање.

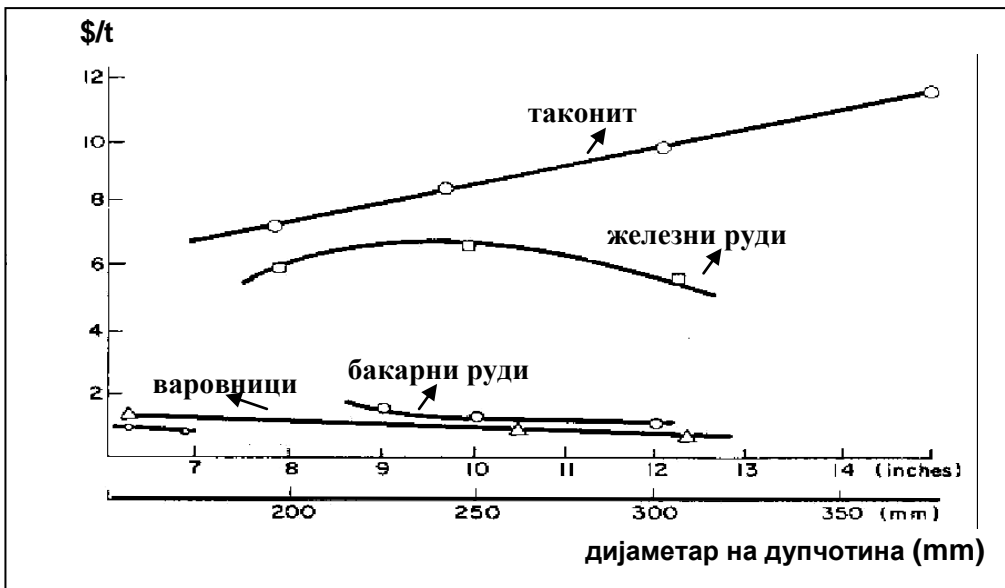
Основни трошоци кои произлегуваат при дупчењето се следните:

- потрошувачка на приборот за дупчење (круни, длета, чекан, стабилизатори шипки, всадници, спојници и др.);
- потрошувачка на погонско гориво во зависност од системот на дупчење (бензин, нафта, електрична енергија и др.);
- трошоци за набавка на дупчачка гарнитура;
- амортизација на дупчалката и приборот;
- потрошувачка на масти и масла за подмачкување и работа;
- трошоци за ракувачите;
- режиски трошоци и други.

Многу често се поставува прашањето дали да се постигнат поголеми резултати при дупчење кои се изразени во метри должни занемарувајќи колкави трошоци ќе се направат притоа или пак во друг случај да се изврши дупчење на одреден блок, а притоа трошоците за дупчење да бидат минимални. Овие два екстремни случаја отвораат повеќе дилеми и научните согледувања и истражувања се одвиваат во тој правец т.е. да се најдат такви оптимални параметри при коишто ефикасноста при дупчење ќе биде најголема а притоа трошоците да се минимални.

Тенденција во развојот на дупчечките работи е усовршување на дупчечките гарнитури во секој поглед, алатот и приборот за дупчење, користење на софистицирани контролни инструменти, автоматско регулирање на режимот на дупчење, софтверска поддршка на системот и режимите на дупчење, како и погодни пријатни услови за ракувачите со дупчачката гарнитура.

На слика 74 се претставени цената на дупчење за единица должина на дупчотина за различни величини на пречници на дупчење.



Слика 74. Трошоци при дупчење (\$/t) на ротациона дупчалка со различни пречници

Трошокот на дупчење се дефинира по две основи:

- употребата на дупчалка за дупчење на единица должина на издупчената дупка и балансот на цената на дупчалката. Балансот на цената на дупчалката е преобразен во цената на дупчалката за единица должина на дупчотината, употребувајќи ја дупчалката со нејзиниот интервал на дупчење.

Причината за оваа поделба е таа што цената за употреба на дупчалката преовладува над цената за дупчење на дупчотината и е независна од интервалот на дупчење на дупчалката, претпоставувајќи правилни методи на работење, каде сите други трошоци се зависни од интервалот на дупчење.

Земајќи ги предвид дупчачките извештаи, тие всушност имаат значење за да се одржи интервалот на дупчење (брзината на дупчење) постигнат со издупчените дупчотини исто како да се природни.

Тоа практично е остварливо кај дупчењето на меки материјали каде што трошоците за дупчење на дупчотини можат да бидат многу ниски.

Ротационите дупчалки ја зголемија својата доминација при дупчење на мински дупки во рудниците со површински коп. Тенденцијата е

да се зголеми моќноста на дупчалките, да се зголеми механичка способност и работната изведба и техничките карактеристики.

Зголемена моќност е постигната со усовршувањето на гасениците, катарката, движечките синџири, механизмот за влечење, подвижните ротирачки глави надополнети со автоматско подмачкување и на новите модели на машините.

Степенот на звукот при дупчење е зголемен така што силата на притисок може да дејствува на многу меки формации коишто лесно се рушат и при такви појави брзината на дупчење се зголемува.

Зголемената снага при ротирачките движења и подобрената конструкција на јарболот овозможуваат поголеми ротирачки брзини коишто за возврат овозможија поголеми интервали (брзини) на дупчење и во многу случаи да бидат постигнати помали трошоци. Подобрената конструкција на јарболот овозможува употреба на повеќебрзински дупчалки со редуцирање на вибрациите на дупчалката.

Подобрување на продуктивноста е постигнато со употреба на конусни круни за дупчење. Техниките со коишто се тестирани, вклучувајќи ги и круните, кои имаат продолжен - истегнат крак, може да го зголеми целиот дијаметар по длабочина на дупчотината.

Исто така е пробано да се направат подобрувања во распределбата на тежината на дупчалките така што најголемиот процент на тежина на големите машини може да биде употребен за создавање на осниот притисок, подобрената конструкција на јарболот на некој од моделите помага исто така да се употреби овој предлог со додавање на повеќе тежина над алатите за дупчење.

Треба да се спомене дека развојот на дупчалките со способност за притискање преку тежината е поголема. При дупчење на многу цврсти карпи, големите тешки машини ја употребуваат целата своја сила со која што располагаат и за тоа машината не се оптоварува.

Ова резултира со помалку дефекти и со зголемени перформанси. Кога интервалот на дупчење е пропорционален со вртежите и со тежината на дупчалката и со дијаметарот на отворот, тогаш технологијата на дупчење е подобрена. Структурите на лежиштата на подвижните делови и лагерите, како и квалитетот на круната (карбидот на круната) за дупчење на цврсти карпи се подобро заштитени и се потрајни. Ова овозможува снагата и вртежите да бидат зголемени, со зголемување на другите перформанси.

Кај меките формации трошоците за дупчење претставуваат само приближно 10% од вкупните трошоци при дупчење, така што можат да се

толерираат значајни намалувања на пречникот на дупчотината во однос на зголемувањето на продуктивноста и паричната заработувачка.

За да се удвои бројот на вртежите и останатите карактеристики на машините под истите услови, потребно е да се удвои ротирачката снага. Понатамошниот развој во оваа област треба да дојде, веројатно, со одговарачка модификација на ротирачката глава при што ќе се удвои вртежната способност која пак треба да ја удвои продуктивната способност на дупчачката гарнитура.

Од практична гледна точка во САД, при откопување на железна руда се користат дијаметрите на дупчотините од 250, 311, 381 mm (9 7/8", 12", 15" – Inc - инчи) кои се стандардни.

Овие зголемени величини на дупчотините почетно беше употребувана во помеките формации каде што бараниот степен на оруднување не беше проблем. Денес ова е променето и 381mm (15 Inc) дупчотини се употребуваат во најцврстите рудни формации.

Продуктивноста исто така значајно е зголемена во повеќето операции со зголемување на величината на дупките. Поголемите отвори имаат поголема зафатнина и можат да примаат поголемо експлозивно полнење и да дадат задоволувачки резултати. При преминувањето од 175 во 250 mm (6 7/8, 9 7/8 in) големина на пречник, постојната тежина на делување се зголемува од 89 на 166 **kg/mm** на дијаметарот на отворот при дупчење во цврста формација.

Со слична ротирачка брзина тој произведува зголемен интервал на дупчење за приближно 30%. Големините на дупките поголеми од 255 mm се направени со 107 кг/мм, за да овозможат адекватна постојаност на дупката којашто често претставува од 60% до 65% од целокупните трошоци на операцијата на дупчење во цврсти формации.

Дупчотините со дијаметар **381 mm (15 in)** можат да бидат издупчени исто толку брзо речиси исто како и дупките од 255 mm (9 7/8 inc), а кога се зголемува мрежата на дупчење тоа претставува значајно зголемување на продуктивноста.

Во помеките формации или формациите во кои се изведува минирање има примери на значително зголемување на пропорцијата на дијаметарот на дупчотината, така што одејќи од 311 mm до 381 mm (12 1/4, до 15 inc) длабочина, продуктивноста често се зголемува приближно за 40 %, а има значително намалување на трошоците по тон. Во цврстите и масивни формации, продуктивноста беше зголемена но не до ист степен.

Дупчотини со дијаметар **445 mm (17 1/2 inc)** биле тестирани во две локации за да се потврди зголемената продуктивност и економската добивка. Резултатите биле релативно слаби. Во друг рудник, испитувањата покажале некоја мала зголемена продуктивност за серии со **голем број дупчотини** и минирања во тврди карпи и со добивање на соодветна фрагментација.

Копањето на багерот при товарање по минирањето на масовните мински серии со големи пречници на дупчотини, значително е олеснето поради повисоката концентрација на енергија во подножјето на етажата и добиена е ситна - соодветна гранулација. Ова резултира со поголема продуктивност на багерите во поглед на капацитетот.

Во подолните табели се прикажани конкретни добиени трошоци при дупчење на еден површински коп во Македонија. Опфатени се само непосредните трошоци при изведување на дупчењето додека останатите трошоци кои се појавуваат а кои се споменати во претходните поглавија не се вклучени во конечната цена на чинење на дупчеките работи.

- **Дупчење** -

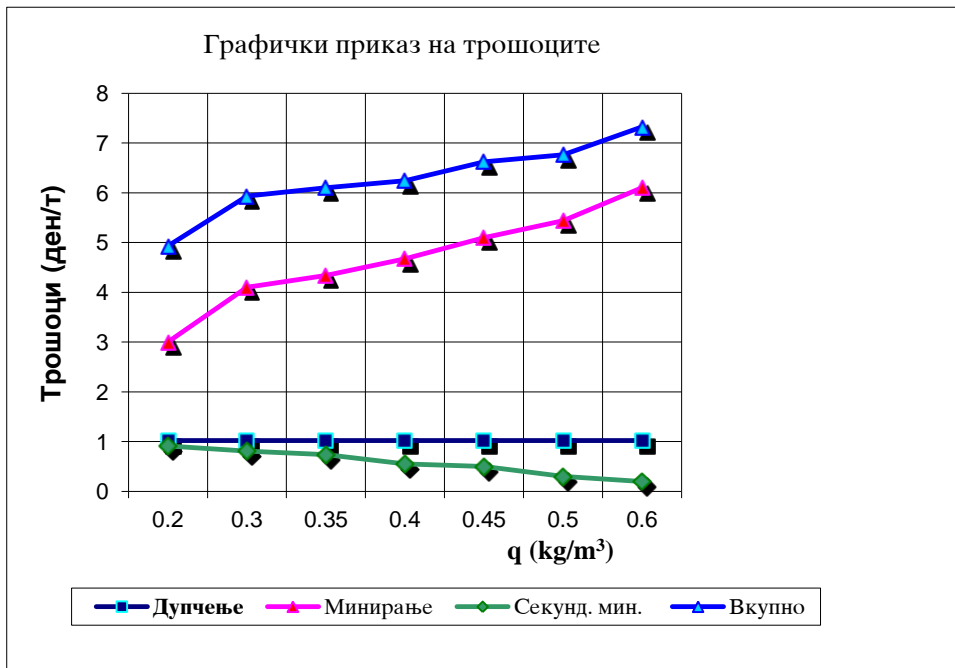
Појдовни податоци Вкупно издупчени метри: Lvk=1.941m' Изминираана маса: G = 257.580 t			
Норматив: Електрична енергија			
Норматив, n (Kwh /m')	Вкупно потрошено n . Lvk, (Kwh)	Ед. цена (den/Kwh)	Вредност (den/t)
18	34948	1,56	0,2
Норматив: Круни за дупчење			
Норматив, n (br/m')	Вкупно потрошено n . Lvk, (br)	Ед.цена (den/br)	Вредност (den/t)
0,00085	1,65	78.000	0,5
Норматив: Стабилизатори			
Норматив, n (br/m')	Вкупно потрошено n . Lvk, (br)	Ед. цена (den/br)	Вредност (den/t)
0,000095	0,18	171.600	0,12
Норматив: шипки			
Норматив, n (br/m')	Вкупно потрошено n . Lvk, (br)	Ед.цена (den/br)	Вредност (den/t)
0,00009	0,17	170.000	0,12

На подолниот пример во табелата се прикажани трошоците за изведени мински серии за различна специфична потрошувачка на експлозив во иста работна средина (варовник).

Табела 18. Вкупни трошоци

Работни операции	СПЕЦИФИЧНА ПОТРОШУВАЧКА (kg/m^3)						
	q = 0,2	q = 0,3	q = 0,35	q = 0,4	q = 0,45	q = 0,5	q = 0,6
Дупчење (ден /тон)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Минирање (ден /тон)	3,0	4,1	4,34	4,67	5,1	5,44	6,1
Секундарно минирање (ден /тон)	0,91	0,81	0,74	0,55	0,5	0,3	0,2
ВКУПНО (ден /тон)	4,93	5,93	6,1	6,24	6,62	6,76	7,32

Како што се гледа од табеларниот и графичкиот приказ, трошоците за дупчење се исти, бидејќи се работи за серии со ист број на дупчотини и во иста работна средина. Трошоците за минирање растат во зависност од потрошувачката на експлозив и најголема вредност постигнуваат за **q = 0,6 kg/m^3** и константно ќе растат со зголемување на специфичната потрошувачка на експлозив. Од друга страна, гранулацијата на изминираниот материјал е поситна со зголемување на количината на експлозив што се гледа од анализата на добиените резултати.



Слика 75. Графички приказ на трошоците по работни операции

Споредувајќи ги добиените вредности за трошоците по мински серии од симулационата анализа, со трошоците направени при анализираните мински серии, може да се види дека трошоците за минирање на минска серија изнесуваат **4,7 den/t**, додека при анализа за слични дупчечко-минерски параметри и иста работна средина добиени се трошоци во висина од **5,44 den/t**, при што оваа разлика на трошоците произлегува од употребената количина на експлозив.

Се забележува дека вредноста на специфичната потрошувачка на експлозив која за првиот случај изнесува **0,47 kg/m³** е помала во однос на вториот случај од симулационата анализа која вредност изнесува **0,5 kg/m³**.

Трошоците за секундарно минирање благо опаѓаат во зависност од величината на количината на експлозивно полнење т.е. издвоените негабаритни блокови за секоја серија посебно. За најмала вредност на специфична потрошувачка на експлозив има најголем процент на негабаритни блокови и се разбира поголеми трошоци за раздробување на истите.

Исто така, процентот на негабаритни блокови влијае директно на капацитетот и трошоците на дробење. Во колку гранулацијата на изминираниот материјал е изразено ситна, при што е голема вредноста за специфична потрошувачка на експлозив ($> 0,6$), се појавува зголемена вредност за трошоците на експлозив и зголемен капацитет на примарната дробилка, додека при крупна гранулација, голем процент на негабаритни блокови во однос на примарно дробење т.е голема вредност на D_{sf} , трошоците за минирање се помали, се намалува капацитетот на примарната дробилка и зголемени трошоци за дробење.



Слика 76. Дупчалка тип LM 600c (Ingersoll Rand, Usa)

II. МИНИРАЊЕ

ВОВЕД

Примената на енергијата на експлозивите во стопански цели, претставува значаен придонес во стопанскиот развој на човештвото. Примената на експлозивите во рударството почнало во XVII-от век и оттогаш доживува динамичен развој во поглед на составот и карактеристиките на експлозивите, нивното производство и правилната употреба.

Експлозивните материји се први вештачки создадени енергетски горива или енергетски извори кои човекот почнал да ги користи, а енергијата на експлозивите како прв облик на енергија измислен од човековиот ум, која после оганот т.е. енергијата на цврстите горива, почнала да се користи во стопанството.

Примената на енергијата на експлозивите во основа и по форма има деструктивен, разурнувачки карактер. Првата примена на експлозивите во историјата на човештвото имала ист таков карактер, односно примена за воени цели. За жал, и ден денес примена на експлозивите за воени цели и енергијата од експлозивите, сè повеќе се развива и усовршува.

Задоволувањето на постојано растечките човекови потреби за производи при овие делувања, е незамисливо без корисна и контролирана примена на енергијата за чија цел постојат развиени таканаречени стопански експлозиви. Такви делувања се применуваат во пооделните стопански гранки како што се: рударството, градежништвото, земјоделството, шумарството, водостопанството итн.

Дробењето на карпите со експлозив оттогаш значајно се усовршувало, така да скоро исчезнале негабаритите т.е. парчињата поголеми од димензиите на багерските корпи. Усовршени се и средствата и методите на минирање. Поставени се модели и софтверски програми за прогноза на гранулацијата на изминираната маса. Би можело да се каже дека денес се развиени теоретските услови за попрецизно дефинирање на рационалниот степен на дробење за соодветна примена на дисконтинуирана или комбинирана технологија на откопување и примарно дробење.

Масовните минирања на површинските копови создаваат и **еколошки проблеми**. Масовните и специјалните минирања често предизвикуваат неприфатливи влијанија за околината (потреси, воздушни удари, големи

звучни ефекти, летечки ситни парчиња со недефинирани траектории, гасови итн.).

Современата теорија и технологија на минирањето наметнува потреба за адекватна заштита од сеизмичките потреси во поблиската околина со висок интензитет. Проблемите во овој дел можат да се поврзат и решаваат со познавањето и дефинирањето на нормите и методите за контрола на минирањето на конкретни локалитети.

Зачувувањето на стабилноста на косините од неповолното влијание на минирањата прераснува во сè поголем проблем во современите големи површински копови а пред сè кога копот е со тенденција за развој и продлабочување во длабочина. Истовремено, треба да се задоволат и строгите критериуми на стабилност на косините и сигурноста при работата на подолните етажи.

Овој проблем не е доволно детално теориски изучен, ретко се применува методологија на примена на соодветни методи на минирање во такви услови, при што би се овозможила заштита и стабилност на постојните и новосоздадени косини на површинските копови.

1.0 ЕКСПЛОЗИВНИ МАТЕРИИ

Материите кои при надворешно влијание имаат способност (својство) да експлодираат и кои при брзо разложување ослободуваат одредено количество енергија се наречени експлозивни материи.

За да може одредена материја да се користи како експлозивно средство потребно е да исполнува одредени технички услови.

Типот и својствата на експлозивните материи зависат од хемиските соединенија кои се содржат во таа експлозивна материја. Овие компоненти ги дефинираат карактеристиките на експлозивот и неговите минерско - технички својства.

Во зависност од целта и начинот на минирање со кој ќе се обезбедат најдобри ефекти во техничка, економска и безбедносна смисла, се применуваат и различни типови експлозивни средства за иницирање.

Во оваа глава се дадени најзначајните карактеристики на експлозивите според кои се врши нивната правилна употреба и типовите на расположливите експлозивни кои се користат со првенствена цел за раскршување, дробење или демолирање на одредени објекти или цврсти карпести масиви.

1.1 Својства на експлозивите

Од големо значење при минирањето е познавањето на својствата на експлозивите, од кои што зависат ефектите и нивната соодветна и успешна примена.

Секој тип на експлозив има одредени физичко-хемиски и минерско-технички карактеристики, врз чија основа се одредува неговиот квалитет и целисходноста на примена во одредени работни средини.

Со дефинирање на споменатите карактеристики кои можат да се испитуваат, мерат и проверуваат треба да се овозможи оценка за одреден тип на експлозив во смисла, дали истиот е соодветен за конкретните услови и поставените цели на минирањето.

Експлозивите кои се користат за минирање во рударството, градежништвото, и при специјални минирања кои се предмет во оваа книга, мора да исполнуваат одредени пропишани стандарди и тоа:

- составот на експлозивот мора да биде таков што при експлозијата, да не се ослободуваат никакви гасови штетни по здравјето на луѓето, пареа или цврсти остатоци;

- да се хемиски стабилни при загревање до 75°C , во времетраење од 48 часа;
- да не мрзнат до -30°C ;
- да имаат минимална температура на палење од 160°C при која што доаѓа до експлозија;
- да имаат способност да пренесуваат детонација на контакт, на растојание до 4cm со исклучок кај метанските експлозивни каде што преносот мора да биде до 2cm;
- да имаат доволно јачина (работна способност), за различни случаи, зависно од потребите;
- да се сигурни за ракување, транспорт и складирање;
- осетливоста на удар не смее да биде помала од 7 J (џули);
- да се осетливи (способни за детонација) на детонаторска (рударска) каписла бр.8, детонаторски фитил, бустери, електрични детонатори, нонел детонатори и др.

Минерско - техничките карактеристики на експлозивите кои го дефинираат типот на експлозивот се:

- **густина на експлозивот**, претставува однос на тежината на експлозивот спрема волуменот во кој што е сместен (пр. тежината на експлозивот во патронот спрема волуменот на патронот).
- **брзина на детонацијата**, претставува брзина на детонацискиот бран низ масата на експлозивот, изразена во m/s;
- **критичен пречник на детонацијата**, претставува најмалиот пречник на патронот на експлозивот, односно на експлозивното полнење, под која не доаѓа до детонациски бран низ масата на експлозивното полнење.
- **волумен на гасовите производи**, се подразбира волуменот на гасовите кои се ослободуваат со разложување на експлозивот во процесот на експлозијата.
- **температура на експлозијата**, се подразбира температурата на гасовите состојки кои се создаваат при хемиско разложување на експлозивот. Поголема температура на гасовите значи поголем притисок на гасовите.
- **енергија на експлозивот**, подразбира параметар, со цел да се изврши корисна работа (дробење карпести маси или за рушење на одредени конструкции). Корисната работа на минирањето се извршува со користење

на енергијата на експлозивот, па експлозивите кои располагаат со поголема количина на енергија се сметаат за силни експлозиви.

- Енергијата на експлозивот се содржи во експлозивот како хемиска енергија, сè додека со процесот на детонација не се ослободи и не се развие во корисен облик на енергија т.е се трансформира во механичка енергија;
- **ѝренос на деѝонацијаѝа**, претставува максимално растојание помеѓу два исти патрона на експлозив изразена во *cm*, при што од детонацијата на едниот патрон детонира и другиот патрон;
 - **рабоѝна сѝособносѝ на ексѝлозивоѝ** (по TRAUCLE), претставува работно дејство на експлозивот т.е. сила која ја произведува експлозивот при негова детонација и така експериментално одредена, се нарекува **јачина (силина)** на експлозивот;
 - **ѝемѝераѝура на ѝалење на ексѝлозивоѝ**, претставува мини- мална температура изразена во степени целзиусови при која сигурно доаѓа до палење на експлозивот;
 - **осеѝливосѝ на удар**, претставува најмала енергија која ја создава (произведува) метален тег со одредена тежина, кој при слободно паѓање врз експлозивот поставен на челична плоча, предизвикува потполна експлозија на истиот;
 - **осеѝливосѝ на иницирање** (сензибилност), претставува способност на експлозивот да го прими детонацискиот импулс од иницијалниот експлозив.
 - **водооѝпорносѝ**, претставува својство на експлозивот да не ги изгуби експлозивно - минерските карактеристики при одредени услови на влажност и вода;
 - **биланс на кислородоѝ**, во зависност од тоа дали во гасовитите продукти на разложениот експлозив (по детонација), има и молекули на кислород, или ги нема, може да се разликуваат три случаи: експлозив со **ѝозиѝивен** биланс, со **нулѝи** (**рамноѝежен**) биланс и експлозив со **неѝаѝивен** биланс на кислород т.е ако во продуктите на согорувањето има поголема количина, (отколку што е дозволена) на отровен јаглеродмоноксид (CO);
 - **сиѝурносѝ ѝри ѝалењето**, како карактеристика на метанските експлозиви претставува сигурност при минирање во одредена концентрација на метан и запалива јаглена прашина, при што не доаѓа до експлозија на метанот и јагленовата прашина.

1.2 Класификација и типови на експлозиви

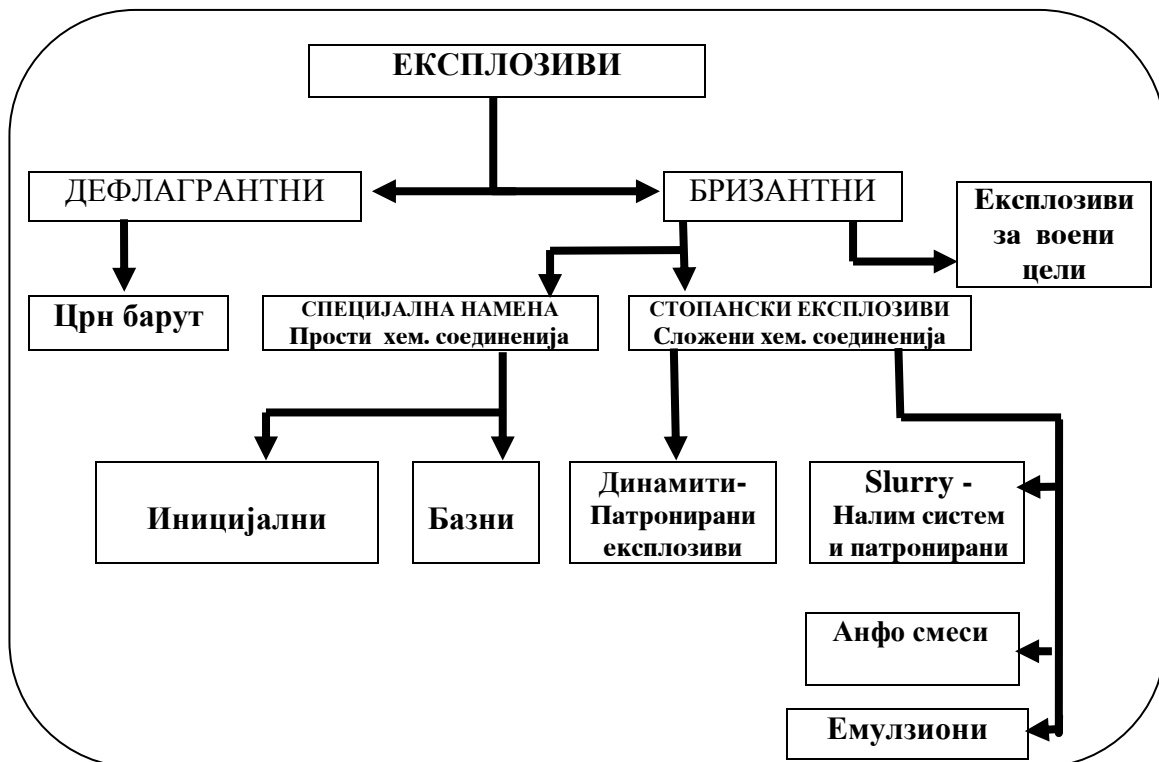
Во оваа глава дадени се класификации на експлозивните материи кои можат да се најдат на пазарот со различни комерцијални имиња.

Овие експлозиви се дефинираат под заедничко име како **стопански експлозиви** и се користат за минирања во рударството, градежништвото, и за изведување на специјални минирања.

Имајќи ја во вид примената на експлозивите, на слика бр. 2.1 е прикажана една од можните шеми за класифицирање на експлозивите која овозможува полесен избор на соодветен тип експлозив.

Класификацијата на експлозивите и експлозивните материи најчесто се врши според следните својства:

- според хемискиот состав;
- според агрегатната состојба;
- според релативната конзистенција и
- според брзината и начинот на делување.



Сл. 2.1 Општа шема за класификација на експлозивите

Според **хемискиот** состав експлозивите ги делиме на:

- чисти хемиски соединенија и
- механички смеси од хемиски соединенија.

Според **агрегатната состојба** и општите физички својства, експлозивните материи може да се класифицираат во следните групи:

- ❖ гасовити експлозивни смеси (метан-воздух, ацетилен-воздух),
- ❖ експлозивни смеси на цврсти течни материи со гасови (јаглена прашина-воздух, деривати на нафта - воздух и др.),
- ❖ течни експлозивни смеси (нитро-бензо-азотна киселина),
- ❖ смеси од цврсти и течни експлозивни материи, (нитроглицерин-амониумнитрат, амониумнитрат-дизел гориво)
- ❖ цврсти експлозивни соединенија или смеси (тринитротолуол, хексоген, амониумнитрат-тринитротолуол).

Според **релативната конзистенција**, експлозивите се делат на:

- прашкасти,
- полупластични,
- пластични,
- водопластични-кашести,
- гранулирани и
- пресувани.

Според **брзината на разложување** и начинот на делување, експлозивите можат да бидат:

- бризантни и
- дефлагрантни.

Бризантните експлозиви можат да бидат:

а) Прости - иницијални (примарни), кои бараат многу мала енергија на активирање за да настапи експлозија и многу се осетливи на удар, триење и топлина. Се користат за изработка на средствата за иницирање (каписли) на бризантните експлозиви.

б) Сложени - секундарни експлозиви кои се помалку осетливи на механички и топлински влијанија и детонираат под дејство на ударниот бран предизвикан од иницијалните експлозиви.

Имаат голема брзина на разложување од 9300 m/s.

Дефлагрантните експлозиви имаат релативно ниска брзина на разложување бидејќи енергијата на активирање се предава од слој до слој со спроведување на топлина (црн барут). Имаат изразито потисно дејство преку ослободените гасовити продукти.

Типичен претставник на дефлагрантните стопански експлозиви е црниот барут.

❖ Црн барут

Црниот барут според класификацијата е дефлагрантен експлозив од групата на стопански експлозиви.

Црниот барут е најстар познат стопански експлозив и е прв експлозив кој е применет за минирање во рударството со цел дробење на карпестите маси. Тој е исто така единствен дефлагрантен експлозив чија употреба се уште се среќава во рударството, и за специјални минирања, каде е потребно да се користи само силата на притисокот на гасовите. (таб. 10)

Тоа е хомогенизирана смеса од **калиумнитрат (75%), дрвен јаглен (15%), и сулфур (10%)**. Зрната на црниот барут поминуваат низ сито со отвори од 3 mm, а остануваат на ситото со отвори од 0,2 mm. Калиумнитратот е многу хидроскопична материја па затоа и црниот барут е хидроскопичен. При содржина на влага од 15 % па нагоре не е употреблив. Поради тоа, зрната при изработка му се полирани со графит заради зголемувањето на отпорноста на влага и имаат сјајна црна боја.

Мора да се складира и чува во суви простории со неоштетени оригинални пакувања во полиетиленски кесиња. Влажниот барут се познава по тоа што зрната му се матни и се рони под прстите.

Ако таквиот барут се исуши на него ќе се појави бел прав, кристали на калиумнитрат, и таа појава се нарекува "цветање" на барутот. Таквиот барут не смее да се употребува за минирање.

Црниот барут се истура насипно во суви и вертикални дупкотини или се полни во дупкотини патрониран во полиетиленска обвивка или парафинска хартија, при што патроните не смеат да се набиваат.

Многу лесно се пали со оган или искра. На отворен простор гори со брзина од $3 \div 5$ m/s, а во затворен простор гори со брзина од околу 400 m/s.

Се иницира со:

- бавногоречки фитил, со или без детонаторска каписла,
- електрична запалка, со или без детонатор и
- детонаторски фитил.

Поради дефлагрантното реагирање неговото дејствување врз карпестата маса се изразува само низ притисокот на гасовите во дупкотините, па во рударството се употребува за минирање каде е потребно да се добијат неоштетени големи блокови, како на пример при добивање на мермерни и

други блокови за архитектонско украсен камен. Се употребува и за изработка на бавногоречки фитил.

На пазарот се познати и други типови барут кои се разликуваат според некои од споменатите својства. Такви типови се **малодимен барут** (ослободува многу помали количини на гасови), кој се применува најмногу за воени цели, потоа **нитроцелулозен барут** кој има карактеристичен мирис на етер и алкохол и се користи исклучиво за полнење на муниција за спортски пиштоли и ловечки пушки и **нитроглицерински барут** кој во својот состав содржи одреден процент на нитроцелулоза и е далеку посилен од претходниот тип и се користи како експлозивно полнење во военото наоружување и муниција.

Основните минерски карактеристики на црниот барут се дадени во следната табела:

Табела 17. Минерски карактеристики на црниот барут

<i>Карактеристики</i>	Единица мера	Вредности
Густина на зрно	kg/l	1,72 ÷ 1,77
Содржина на влага	%	1,5
Насипна густина	kg/l	0,9 ÷ 1,0
Содржина на пепел	%	0,8
Енергија при експлозија	kJ/kg	3200
Температура на палење	°C	300 ÷ 320
Зафатнина на гасови	l/kg	300
Темпер. на согорување	°C	2380
Осетливост на удар	Nm	13,7

1.2.1 Прости - иницијални експлозиви

Иницијалните експлозиви служат за **изработка на средства за иницирање** на бризантните експлозиви како: детонаторски каписли, електрични и неелектрични детонатори. Имаат доволна сила да можат со многу мала количина да иницираат бризантни експлозиви, а осетливи се на многу слаби иницијални импулси: удар и триење, односно на топлината која овие извори ја создаваат. Постојат повеќе експлозивни материји кои ги задоволуваат овие услови, но како иницијални експлозиви најмногу во употреба се фулминат на жива и азид на олово.

Живин фулминал е фулминат на жива и се добива со реакција на етил алкохол на жива и фулминска киселина. Во хемиски поглед претставува

живина сол на фулминската киселина. Тоа е бела до светло сива кристална материја, со кристална густина $4,42 \text{ g/cm}^3$, а насипната густина е $1,22 \div 1,60 \text{ g/cm}^3$. Тоа е многу силна експлозивна материја, многу осетлива на удар, триење и искрење. Детонира на температура од $190 \text{ }^\circ\text{C}$. Брзината на детонација е околу 5400 m/s , а осетливоста на удар со тег од 2 kg изнесува 4 cm . Влагата го намалува експлозивното својство на живиниот фулминат, а при 5% влага непотполно детонира, при 10% се разложува без детонација, а при 30% на влага воопшто не настанува реакција. Се употребува како иницијално полнење кај детонаторските каписли и електродетонатори со бакарна чаура.

Оловен азид, се добива од оловен ацетат и натриумазид. Тоа е бела кристална сол која може да се пресува под притисок, а да не ја изгуби својата осетливост. Малку е поосетлив на пламен и на удар од фулминатот на живата. Кристалната густина му е $3,8 \div 4,6 \text{ g/cm}^3$. Детонира на температура од $320 \div 360 \text{ }^\circ\text{C}$. Брзината на детонацијата е $4500 \div 5400 \text{ m/s}$ зависно од густината.

Многу е посилен и поевтин од живиниот фулминат, па затоа се користи како иницијален експлозив во капислите на детонаторите со алуминиумска чаура.

Поради реакцијата со бакарој, бакарниџе чаури не смеат да се полнат со оловен азид!

1.2.2 Базни експлозиви

Експлозивите сместени во оваа група се според хемискиот состав, соединенија. Тие се многу јаки и силно осетливи експлозивни материји. Погolem дел од нив се употребуваат како експлозиви за **специјални минирања, за воени и други цели**. Поради тоа што не ги задоволуваат некои од наведените услови, кои мора да ги исполнува стопанскиот експлозив, овие материји не се користат како стопански експлозиви, туку како компоненти на некој стопански експлозив, давајќи му сила и осетливост, односно ја сочинуваат неговата база.

Поради тоа овие експлозиви се користат за изработка на средства за иницирање кога е потребен посилен иницијален импулс како што се основно полнење во детонаторските каписли, електричните детонатори и во засилувачите - бустери. Типични претставници кои се користат како база во повеќето стопански експлозиви се:

❖ Нитроглицерин

Нитроглицеринот е безбојна просирна маслинова течност, без мирис и со слабо благ вкус, кој се добива со реакција (дејство) на сулфурна и азотна киселина на глицеринот. Добро се раствора во органските материи, а во вода не се раствора (водостабилен).

Многу силен експлозив, со брзина на детонација од 8000m/s, топлина на експлозијата 6300 kJ/kg, додека волуменот на гасови е 715l/kg. Многу е осетлив на надворешни импулси (удар и триење). Осетливоста на удар со тег од 2 kg изнесува 6 cm, и затоа треба многу внимателно ракување со истиот.

❖ Нитрогликол

Тоа е безбојна просирна експлозивна течност, слична како нитроглицеринот, со кој се меша во сите односи. Има помала осетливост на удар од нитроглицеринот, на тег од 2kg осетливоста изнесува околу 15cm. Има мала точка на мрзнење околу - 23 °C.

❖ Нитроцелулоза

Нитроцелулозата е бела или жолтеникава влакнеста материја, која се добива од кратковлакнеста памучна целулоза. По надворешниот изглед не се разликува од обичниот памук, но ги има сите својства на бризантниот експлозив, осетлив на удар и триење.

❖ Тротил (Trinitrotoluol, TNT)

Се добива со нитрација на динитротолуол во концентрирана азотна киселина. Тој е многу силен експлозив и во чиста состојба денес се користи во воени и терористички цели. Без мирис е, со горчлив вкус, и ја нагрзува кожата. Има силен негативен биланс на кислород па гасовитите производи од експлозијата делуваат отровно на организмот кај луѓето. Многу е стабилен, не се раствара во вода, и не ги губи експлозивните својства и под вода. Лесно се пресува и обликува во разни геометриски фигури. Најдобра густина му е $1,44 \div 1,48 \text{ g/cm}^3$. Брзината на детонација му е $6500 \div 6900 \text{ m/s}$. Осетливоста на тег од 2 kg изнесува 90 cm. Тротилот се употребува како бризантна компонента кај динамитите и Slurry смесите, и како смеса со пентритот за изработка на засилувачи -бустери.

❖ **Пентрит**

Пентритот е соединение на азотната киселина и четири валентниот алкохол-пентаетрит (естер на азотната киселина). Тоа се ситни фини бели кристали, нерастворливи во вода, а се растворуваат во ацетон.

Се употребува при изработка на детонаторски фитили и како основно полнење на некои детонатори. Кога ќе се измеша со тротилот осетливоста на ударот многу се намалува, па таквата експлозивна материја се вика **пентолит** и има посилено експлозивно својство од тротилот. Пентолитот се користи исто така и при изработка на засилувачи - бустери.

❖ **Хексоген**

Хексогенот е силен бризантен експлозив со бела боја, во кристално - прашкаста состојба. Не се раствора во вода. Брзината на детонација му е 8300 m/s. Осетливоста на удар е 29 cm, а топлината на експлозијата 5476kJ/kg. Се употребува како основно полнење на рударските каписли и детонатори.

❖ **C-4 (Composition 4)**

Познат вид на воен пластичен експлозив. Терминот композиција (состав) се користи за секој стабилен експлозив, а “композиција А” и “композиција Б” се други познати подвидови на стабилни експлозиви од овој тип.

1.2.3 Стопански експлозиви

Сите бризантни стопански експлозиви можат да се поделат во повеќе различни групи на експлозивни материји:

- **Патронирани експлозиви - динамити,**
- **АНФО** - суви гранулирани експлозивни смеси и
- **SLURRY** - кашести експлозиви и експлозивни смеси
- **Емулзивни кашести и патронирани експлозивни смеси**

Сите бризантни стопански експлозиви во горната поделба се издвоени во две категории: експлозиви и експлозивни смеси.

Под терминот експлозивни смеси се подразбира:

- експлозивни смеси кои во својот состав немаат ни една компонента која е сама бризантен експлозив,

- поради таквиот состав овие материји можат да се транспортираат и складираат според прописите за ракување на запаливите материји (прописите за ракување и транспорт на експлозивите се строги),

- овие експлозивни мешавини не се осетливи на стандардните средства за иницирање: каписла бр. 8, детонаторски фитил и др. и

- некои **Slurry** смеси иако содржат TNT, бездимен барут или некоја друга бризантна компонента, не се осетливи на стандардните средства за иницирање па и тие се групираат како експлозивни смеси.

Од друга страна некои емулзивни состави немаат ни една бризантна компонента, но се осетливи на детонаторска каписла бр.8. и се класифицираат како експлозивни.

❖ **Динамити**

Динамитите се први бризантни стопански експлозивни пронајдени и воведени во примена пред околу 140 години и сè уште се во широка употреба. Најзначајно својство на овие експлозивни е нивната флексибилност во поглед на карактеристиките.

Динамитите се група на стопански експлозивни чија основна карактеристика е дека во својот состав содржат компоненти кои се само бризантни експлозивни, односно тие се развиени врз база на некој бризантен експлозив.

Прв бризантен експлозив врз база на кој е развиен динамитот е нитроглицеринот, експлозивна материја која е резултат на истражувањата на повеќе европски хемичари.

Во 1862 год. **Алфред Нобел** го започнал индустриското производство и примена на нитроглицеринот како стопански експлозив кој довел до многу трагедии кај луѓето и до материјални штети.

Потоа Нобел ја вовел и примената на патронирана смеса на нитроглицерин и **kieselguhr**, кој бил многу поотпорен на удар и посигурен за производство, транспорт и примена, како прв стопански експлозив од групата на динамити.

Денешниот состав на динамитот во принцип е варијација на пет основни компоненти: нитроглицерин, нитроглицол, нитроцелулоза, оксиденси и гориво. Останатите компоненти кои влегуваат во составот на динамитот дадени се во табела бр.18.



Сл. 2.2 Патронирани прашкасти експлозиви (динамити) (горе лево) , патронирани емулзивни експлозиви (десно), складирани АН-ФО смеси во вреќи (доле лево)



Сл. 2.2.1 Полнење на мински дупчотини (лево), типови на бустери – ТНТ (десно)

Табела 18. Компоненти на динамитите и нивна улога

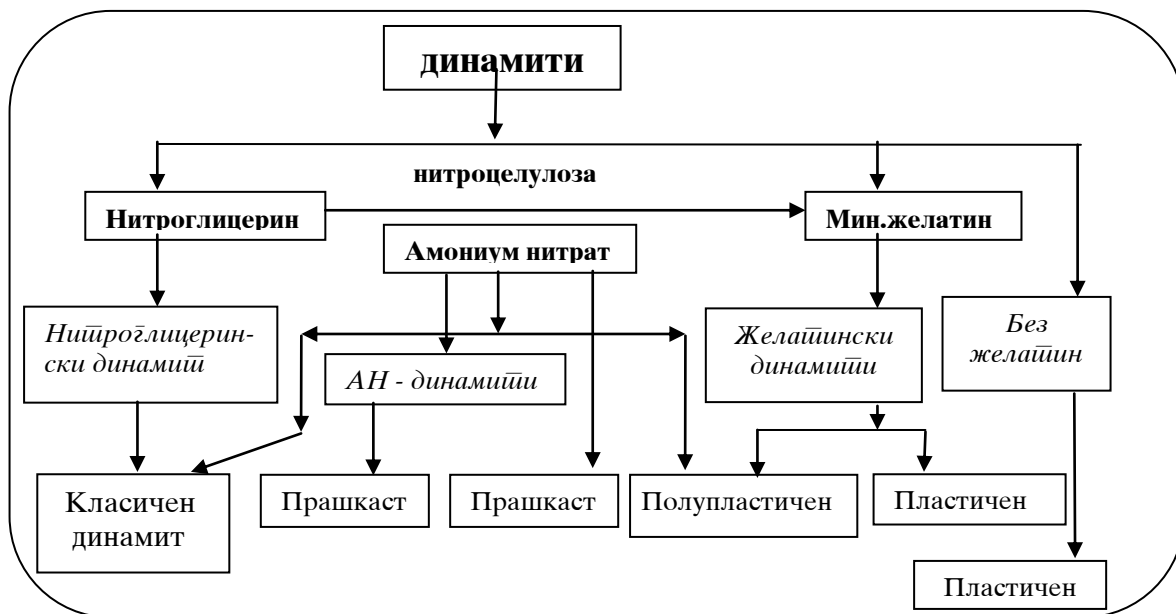
Компонент	Формула	Улога	Опис на улогата
Нитроглицерин Нитрогликол Нитроцелулоза Тротил	$C_3H_5N_3O_9$ $C_2H_4N_2O_6$ $C_6H_7N_3O_{12}$ $C_7H_5N_3O_6$	База на експлозивот	Сензибилизатор кој дава сила и осетливост на експлозивот
Амониум нитрат Натриум нитрат Калиум нитрат	NH_4NO_3 $NaNO_3$ KNO_3	Оксиданси	Носители на кислород
Дизел масло Дрвено брашно Јаглен (ретортен) Al - прав	CH_2 $C_6H_{10}O_5$ C Al	Горива	Горивни материи кои помагаат при согорувањето и ослободуваат енергија
Синтетички восок Парафин Полимери		Флегматизатори	Материи кои создаваат кристални експлозивни компоненти и спречуваат контакт и триење и ја намалуваат осетливоста на експлозивот
Натриум хлорид Калиум хлорид	NaCl KCl	Депресантен пламен	Ја спречуваат појавата на пламен и ја смалуваат температурата кај метанските сигурносни експлозиви
Натриумови соли целулоза, гуар .		Стабилизатори	Материи кои обезбедуваат стабилност на експлозивите

Во зависност од количините на бризантните компоненти (бази) во составот на динамитот, се менуваат и особините на динамитот како што се неговата осетливост, сила, отпорноста на вода и др. Растат со порастот на минерскиот желатин. Тоа се најосетливи современи стопански експлозиви па затоа ракувањето со нив мора да биде во согласност со нивната осетливост, односно според прописите за ракување со експлозивни материи.

Тоа е група на експлозиви која практично нема ограничување во примената по пречникот на експлозивното полнење, а и рестрикциите во примената во поглед на другите фактори на работната средина се помали во однос на други групи експлозиви.

Се произведуваат прашкасти динамити на база на АН - ТНТ и тоа како три групи на производи: Амонекс, Демекс и Метандетонит (фабрика "Трајал Корпорација", Крушевац, Србија).

Слични типови се произведуваат и во соседните земји Бугарија и Грција од каде се увезуваат само со различни комерцијални имиња.



Сл. 2.3 Шема на поделба на динамитите

Амонексите се наменети за стандардни минирања во рударството (површинска и подземна експлоатација), минирања при изработка на градежни геотехнички објекти и општо за секаков вид на специјални минирања. Минерските карактеристики на некои типови прашкasti динамити, произведени во споменатата фабрика се дадени во табела 19.

Табела 19. Минерски карактеристики на прашкasti АН-ТНТ динамити

СВОЈСТВА	Амонекс 2	Амонекс 3	Амонекс 4	Демекс 1	Демекс 2	Метан-детонит 1
Густина (kg/l)	1,05-1,10	1,0-1,05	1,0-1,05	0,725	0,625	0,5-1,15
Брзина на детонација,(m/s)	3900-4100	3600-3800	3200-3400	1500	1700	3200-3400
Гасна зафатнина,(lit/kg)	976	1000	1005	683	1030	679
Топлина на експлозија,(kJ/kg)	4123	4011	3892	2834	2885	2560
Пренос на детонација,(cm)	4-7	4-6	4-5			4

Динамитите се испорачуваат во облик на патрони со стандардна димензија и тежина. Стандардни димензии на патроните експлозиви се дадени во табела 20.

Табела 20. Стандардни димензии и карактеристики на патроните

Пречник, \varnothing (mm)	Тежина (g)	Должина (cm)	Облога на патрон
28±1	100	15÷16	Параф.хартија
28±1	200	29÷32	"
32±1	100	11÷13	"
32±1	200	23÷25	"
38±1	200	16÷18	"
38±1	500	40÷42	"
45±1	500	34÷36	"
50±2	500	30÷33	"
60±2	1000	31÷34	ПЕ.древо
70	1000	28÷31	"
80	2000	36÷40	"
90	2000	29÷31	"
125	10000	74÷82	"
180	20000	71÷79	"

Нитроглицеринските пластични експлозиви во својот состав имаат преку 80% желирана смеса од нитроглицерин-нитрогликол со нитроцелулоза во желатинска состојба, како и други органски и неоргански компоненти во помали проценти.

Желатинските експлозиви (пр.вitezити) се најсилни стопански експлозиви и се применуваат за минирање на најтврдите карпи, како и за минирање во специјални услови. Доста се отпорни на влага и на висока температура, така што можат да се користат и за минирање под вода.

Бидејќи содржат доста нитроглицерин, овие експлозиви се доста чувствителни на удар. Се иницираат со каписла бр. 6 и бр. 8.

❖ Пластични експлозиви

Во зависност од основните составни компоненти на пластичните експлозиви, разликуваме - нитроглицерински и амониумнитратски пластични експлозиви.

Главна компонента во хемискиот состав на нитроглицеринските пластични експлозиви е желиран нитроглицерин, а заради поголема

постојаност на ниски температури, дел од нитроглицеринот се заменува со нитрогликол. Покрај тоа, во нивниот состав има и калиева или натриева шалитра, нитро соединенија, целулозни материи и др.

Зависно од составните компоненти и нивниот процентуален однос постојат повеќе видови **нитроглицерински** пластични експлозивни, со различна јачина и за посебни услови за минирање.

Важни карактеристики на пластичните експлозивни се следните:

- отпорни се на вода што овозможува нивно користење во услови на влажни и водени средини;
- не мрзнат на ниска температура;
- осетливост на удар 2 kg од висина 40 cm ;
- запалени горат со жолт пламен, а запалување на поголема количина од 5 kg може да предизвика и експлозија;
- се користат за минирање на многу цврсти, средно цврсти и меки материјали за површински и подземни минирања, како и за подводни минирања;
- употреба во рудниците со појава на метан и јаглена прашина не е дозволена.

Главни претставници на овие експлозивни се: минерски желатин, желатин витезит во која група спаѓаат експлозивите витезит 100, витезит 80-II, витезит 80 и др.

Сите овие експлозивни се високо бризантни и со голема работна способност. Се активираат со каписла бр.6 и бр.8.

Амониумнитратските пластични експлозивни во својот хемиски состав содржат од 20 - 60 % желатинирана смеса од нитроглицерин и нитрогликол, а покрај тоа и амониумнитрат, тротил, дрвено брашно, боја и стабилизатор.

Имаат широка примена заради особините кои ги поседуваат. Отпорни се на вода, (се користат во влажни средини), не мрзнат, имаат голема работна способност, осетливоста на удар им е помала од желираните пластични експлозивни, се палат со детонаторска каписла бр.8 и се сигурни при ракување.

Не се дозволени за употреба во услови на појава на метан и јаглена прашина. Имаат пластична конзистентна состојба и црвена боја.

❖ **Полупластични експлозивни**

Главна компонента во хемискиот состав е амониумнитрат од 72 - 82%, нитроглицерин со нитрогликол од 13-16% и други додатоци. Ваквите експлозивни се релативно осетливи на влага, мрзнат при ниски температури,

рокот на употреба им е помал од пластичните експлозиви и осетливоста на удар им е помала во однос на пластичните експлозиви. Се користат за минирање на средно цврсти и меки карпи.

Во табела 21 дадени се минерско технички карактеристики на некои видови полупластични експлозиви.

Табела 21. Минерско - технички карактеристики на некои полупластични експлозиви

Тип на експлозив	Густина (kg/l)	Брзина на детонација (m/s)	Работна способност (cm^3)	Пренос на детонација (cm)
Витезит-19	1,24	5.400	375	6
Витезит-16	1,24	5.250	355	6
Витезит-14	1,22	5.200	355	6

❖ АНФО - (суви) експлозивни смеси

АНФО експлозивната смеса го добила името по своите две основни компоненти: **АН** - амониумнитрат и **ФО** - дизел гориво (FOuel-гориво - нафта). Тоа се експлозивни материи кои во својот состав немаат класични бризантни компоненти, не се осетливи на стандардни средства за иницирање, па се класифицираат како експлозивни смеси.

Терминот суви експлозивни смеси се користи за да означат дека тоа се експлозивни материи кои во својот состав не содржат вода. Основен недостаток на овие експлозивни материи е што се растворливи во вода и не се употребливи во влажна средина.

За АНФО смесата соодветни се засилени иницијатори, а добар иницијален импулс може да ги зголеми резултатите од овие смеси. Голем напредок во примената на АНФО смесите е остварен со развитокот на смесата "емулзија - АНФО смеса", со која се зголемува отпорноста на вода и силата на експлозивната смеса.

Гранулите за примена во АНФО смесите треба да имаат доволно цврстина за да го зачуваат својот облик за време на транспортот, треба да имаат доволна порозност (околу 12%) и поради тоа што содржат доволна количина на воздух, дизел горивото продира во внатрешноста на гранулите, има доволна подвижност поради што доаѓа до подобро мешање при ставање во дупчотините.

За примена во АНФО смесите, утврдено е дека големината на гранулите од $2 \div 2,5\text{mm}$ е најдобра вредност во поглед на погодностите за мешање на АН со дизел горивото.

Амониум нитратот (шалитра) за примена во експлозивни смеси (АНФО, Slurry) се складира и чува, во големи количини, најчесто во вреќи или рефус. Двете основни карактеристики го прават непредвидлив и опасен.

Прво, многу е хигроскопен и брзо и добро ја впива влагата од атмосферата ако не е заштитен. Со впивање на влагата почнува постепено да се раствора менувајќи ја својата порозност, што неповолно влијае на неговата особина.

Друго својство е неговата непостојаност при промена на температурата во одредени интервали, феномен кој во стручната литература се нарекува цикличен амониум нитрат и може да влијае на неговиот квалитет.

АНФО експлозивните смеси се експлозивни материи со најмала густина од сите стопански експлозиви, (густината се движи $0,8 \div 1,0 \text{ kg/l}$) и се со најмала концентрација на енергија. Тоа се експлозивни материи со најширока примена во светот, бидејќи претставуваат најевтини комерцијални експлозивни материи.

Првите произведени експлозивни материи од оваа фамилија на смеси се на база **кристален амониум нитрат** и цврстите горива како јаглен, јаглена прашина или течно дизел гориво. Кај нас се познати таквите материи како: експлозив Nitrol-1 и експлозивна смеса Nitrol-2, а во источните земји се познати како експлозивни смеси под името "**Игданити**".

Иако и АНФО смесите се на база на кристален амониум нитрат, сепак се сфаќа дека АНФО означува смеса на **гранулиран амониумнитрат** и нафта.

Смесата од гранулиран амониумнитрат од **94,5% и нафта од 5,5 %**, претставува идеално кислородно избалансирана смеса. Оваа смеса, најшироко е применета и претставува најевтин извор на експлозивна енергија од сите експлозиви. Претставува идеална смеса за произведување и подготовка на лице место (НАЛИМ систем).

Во светот се произведува и АНФО смеса со зголемена густина, поголема од водата која се добива на два начина: со додавање на издробени гранули на амониум нитрат во количина од околу 20 % или со додавање на инертни компоненти само заради зголемување на густината. Така се добива смеса со густина поголема од 1,0 која пакувана во патрон со пластична обвивка или во пластично црево, овозможува подобро полнење на дупчотините. Тоа се т.н. АНФО смеси со зголемена густина (тежок АНФО).

Со додавањето на алуминиум во прав во АНФО смесата се добива зголемена топлотна енергија која се вика метализиран АНФО.

Ваква смеса претставува силен експлозив кој се добива по релативно ниска цена и може значајно да ја симне цената на чинење во одредени услови.

Алуминиумот се додава на експлозивната смеса како високо енергетско гориво. Неговата реакција на таа детонација не произведува гасовити продукти туку цврсти оксиди. Тој ја намалува детонаторската брзина и детонаторскиот притисок, но ослободува голема количина на топлотна енергија со што се зголемува енергијата на притисокот на гасот.

АНФО смесите не се идеални експлозивни материи и се многу осетливи на: присуство на влага и вода, големина и порозност на гранулите од АН, содржината на нафтата, големината и силата на засилувачот, густината на полнење во дупчотините и пречникот на истите и др.

Амониум нитратот (АН) како основна компонента на АНФО смесата нема отпорност на вода, се раствора во вода и многу е хигроскопичен. Според тоа, АНФО смесата во контакт со вода се раствора и нема детонација. АН сместен во влажна дупчотина ја впива влагата и доколку има доволно влага, во рок од еден час може да ја достигне критичната содржина на вода (до 9 %) и при тој процес детонацијата е несигурна.

Доколку се става во влажна дупчотина и се иницира во многу краток период, ќе се појави одреден облик на енергија, но со смален интензитет на реакција, во споредба со можностите кои ги има АНФО смесата во своите пропишани услови. Таквата реакција е проследена со појава на издувување на зголемена количина гасови од дупчотината, разлетани парчиња наоколу и др.

Во Табелата бр. 22 се дадени карактеристики на амониумнитратски смеси со содржина на масло за горење.

Табела 22. Минерско-технички карактеристики на некои АНФО смеси

Типови на АНФО експлозиви					
Карактеристики	нитрол 1	нитрол 2	анфекс	анфекс М-3	анфекс М-4
Густина, kg/dm ³	1,0	0,9	0,75	0,75	0,75
Брзина на детонација, m/s	3200-3400	3600	2500	2700	2700
Пренос на детонација, cm	4 - 6	контакт	контакт	контакт	контакт
Проба по TraucI, cm ³	290-310	290-310	310-330	330-350	340-360
Биланс на кислород, %	+0,5	+0,5	0,00	+0,35	0,00
Гасна зафатнина, l/kg	1024	1024	1038	993	968
Енергија при експлозија, J/kg		3.99	3.72	4.18	4.56
Температура на експлозија, °C	2343	2343	2239	2428	2561

Брзината на детонацијата на АНФО смесите е различна за различни дијаметри на дупчотините и го достигнува својот максимум од 4400 m/s, за дупчотини со дијаметар од 250 mm. Обратно, кога размерот на дупчотините е помал од 25 mm детонацијата нема да биде стабилна. АНФО се детонира најстабилно во суви дупчотини со среден или голем дијаметар (75 – 250 mm).

Брзината на детонацијата помала од 2000 m/s е недоволна и нестабилна.

Во светот се произведува и АНФО смеса со зголемена густина, со густина поголема од водата која се добива на два начина: со додавање на издробени гранули од амониум нитрат или со додавање на инертни компоненти.

Во повеќето рудници АНФО смесата се подготвува на лице место со користење на дизел гориво D2, истото кое се користи и за возила.

Може теоретски да се користат различни видови на горива, а ниската испарливост и цената на дизел горивото го прават идеално за таа намена.

Модифицирани се и други типови АНФО кои се развиле во текот на последната деценија со цел подобрување на својствата и можностите за негова примена како стопански експлозив.

❖ **Водопластични експлозиви**

Водопластичните експлозиви во светот се познати под името "SLURRY" или кашести експлозиви. Нивната примена во светот е се поголема заради добрите минерско - технички карактеристики кои ги имаат.

За разлика од нитроглицеринските пластични експлозиви каде што во нивниот состав течна компонента претставува нитроглицеринот, водопластичните експлозиви во својот состав како течна компонента содржат вода.

По својот состав водопластичните експлозиви се смеса од заситен раствор, најчесто на амониумнитрат или натриумнитрат (како оксидациони соли) со вода и разни додатоци за појачување (бездимен барут, тротил, алуминиум) како и други во вода растворливи неексплозивни материи т.н пластификатори (згуснувачи).

Основните предности на водопластичните експлозиви во однос на другите експлозиви се следните:

- осетливоста на удар и триење им е доста мала, со што и сигурноста при нивното користење е доста голема;

- намалената осетливост на механички влијанија доведува и до намалување на способноста да се активираат со детонаторска каписла бр.8 и детонаторски фитил со стандарден квалитет, па затоа за нивно иницирање се користат посебно изработени експлозивни средства т.н бустери ;
- голема густина на експлозивното полнење;
- можност за употреба во дупчотини со присуство на вода, затоа што истите лесно потонуваат во вода;

Водопластичните експлозиви се користат и најдобри резултати се постигнуваат при масовни минирања на површински копови, со средни и големи пречници на минските дупчотини, поголеми од *75 mm*. Важна карактеристика за можноста за нивно користење е минималниот критичен пречник под кој експлозивот не детонира.

При минирање се користат два вида водопластични експлозиви и тоа:

- патронирано водопластично експлозивно и
- водопластично експлозивно за механизано полнење во мински дупчотини (НАЛИМ систем) .

Додатокот на метал во прав, (алуминиум), овозможува продолжување на детонаторскиот притисок на околната маса, со што го зголемува разорното дејство на експлозивот. Се патронираат во непропустливи пластични црева издржливи на механички удари.

Водопластичните експлозиви може директно да се сипуваат во дупчотините затоа што се течни. На ниска температура мрзнат, но без штетно влијание врз нивното експлозивно дејство.

Во табелата 23 дадени се некои типови на водопластични **Slurry** експлозиви со додаток на метал во прав.

Табела 23. Типови на водојластични - *Slurry* експлозив

Вид на експлозив						
Карактеристики	Борит 10МВ	Борит 10М	Борит 10МВТ	Борит 20МВ	Борит 20М	Борит 20МВТ
Густина (kg/l)	1,55	1,55	1,60	1,60	1,55	1,65
Брзина на детонација (m/s)	од 5000 до 5250	од 5250 до 5500	од 5500 до 5750	од 4800 до 5000	од 5000 до 5250	од 5500 до 5750
Пренос на детонација (cm)	контакт	контакт	контакт	контакт	контакт	контакт
Гасна зафатнина (l/kg)	891	687	678	775	612	584
Топлота на експлозија (kJ/kg)	4932 7892	5338 8264	5421 8673	5910 9455	6425 9965	6487 10738
Работен фактор $\times 10^3$ (kgm/kg)	503	545	554	603	656	662
Притисок при детонација (MPa)	10,34	11,36	12,81	9,69	10,34	13,21
Мин. пречник за употреба (mm)	70	70	70	70	70	70
Осетливост на иницирање, (g)	100	100	100	100	100	100

❖ Емулзивни експлозив

Емулзивните експлозив претставуваат најнова генерација експлозив кои денеска се користат во светот. Како АНФО и повеќето SLURRY експлозив, спаѓаат во групата на експлозив кои во својот состав не содржат експлозивни состојки.

Во техничка смисла, емулзивните експлозив претставуваат дисперзирана смеса на течен воден раствор на неоргански соли и различни видови на масла, дизел гориво и растопени восоци.

Ваква емулзија, за да има експлозивни својства со одредени детонаторски карактеристики, се додаваат одредени додатоци со различна намена и тоа, додатоци за смалување на густината, зголемување на осетливоста и за зголемување на дејството на експлозијата.

Процентот на составните компоненти на емулзивните експлозив обично се движи во следните односи: 70 - 80% измешани нитратни соли, 10-15% вода, 5-10% масло, 3-5% средства за намалување на густината и зголемување на осетливоста и 1-3 % емулгатор (средства за стабилизирање на емулзивната смеса).

Конзистенцијата на емулзивните експлозив обично во основа зависи од карактеристиките на употребеното гориво, а бидејќи се употребуваат различни горива, истите се произведуваат во различни облици и тоа од цврсти

до флуидни кои можат непречено да се пумпаат и истураат во минските дупчотини.

Овие видови експлозиви, можат да се користат за минирање на карпи со најразлична цврстина, во дупчотини исполнети со вода и во широк дијапазон на пречници од 30-300 *mm*. Доста се подобни за складирање, бидејќи надворешните влијанија, особено температурните, немаат никакво значење.

Во табелата 24 прикажани се минерско-техничките карактеристики на некои типови на емулзивни експлозиви.

Табела 24. Карактеристики на некои типови емулзивни експлозиви

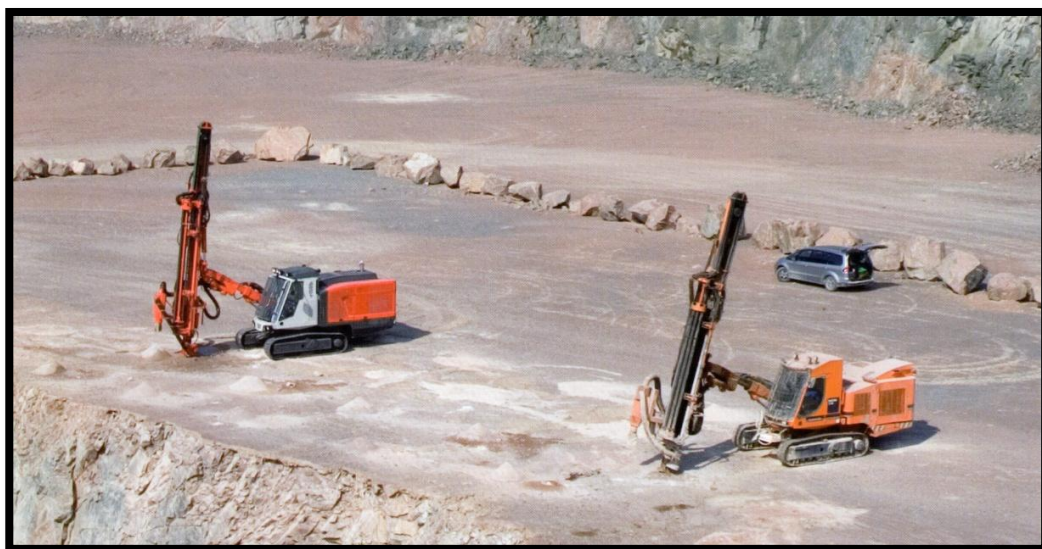
Карактеристики	Вид на емулзивен експлозив		
	ДЕТОЛИТ -ПЕ-	ДЕМУЛЕКС -ЗМ-	ДЕМУЛЕКС -ЕП-
Густина (kg/l)	1,10 - 1,30	1,15 - 1,25	1,10 - 1,30
Брзина на детонација, (m/s)	4800 - 5000	4800 - 5000	3500 - 3700
Енергија (kJ/kg)	3015	2830	3294
Гасна зафатнина (l/kg)	947	915	900
Минимален пречник (mm)	90	30	50
Иницирање	300g пентолит	руд. каписла бр.8	100g пентолит



Сл. 2.4 Патронирани АН - прашкасти експлозиви



Сл.2.4.1 Циклус на работни операции при подземната експлоатација



Сл. 2.4.2 Дупчалки на работна етажа

2.0 ИНИЦИЈАЛНИ СРЕДСТВА

2.1 Функција на иницирањето

Кога станува збор за средствата за иницирање (минирање) се користат поимите: средства за иницирање експлозивни полнења или средства за иницирање мини. Задачата на средствата за иницирање на експлозивни полнења (мини) во современата технологија на минирање е повеќекратна:

- средствата за иницирање треба сигурно, безбедно и беспрекорно да го иницираат експлозивното полнење, (сигурно во поглед на безбедноста на минерот и сигурно во поглед на успешноста на иницирањето на мината во саканиот временски момент),
- потребно е да обезбедат одреден посакуван редослед на иницирање на поодделни експлозивни полнења и
- покрај соодветниот редослед на иницирање треба да го обезбедат и посакуваното временско растојание помеѓу дејството на одделни експлозивни полнења на карпестата маса.

Експлозивно полнење (експлозив) од било кој облик опремено со средства за иницирање, т.е подготвено за минирање, во рударството се нарекува мина.

Меѓусебно мините се поврзуваат во мрежа за палење, по точно определен редослед и положба, со прецизно одредена функција во процесот на иницирање. За постигнување на овие задачи во иницирањето, се употребуваат различни средства. Сите применети средства при припремање на минирањето, сочинуваат систем на иницирање.

Системите за иницирање се комбинација на експлозивни средства и дополнителни компоненти кои што се специјално конструирани да го пренесат иницијалниот импулс од безбедно растојание и да го иницираат минското полнење, кога се правилно поставени и активирани.

Системите за иницирање содржат експлозивни средства, т.е компоненти кои се способни да детонираат (детонаторски каписли, електрични и неелектрични детонатори, детонаторски фитил, забавувачи), со кои треба да се ракува со посебна претпазливост и внимание. На истите не смее да им се менува физичкиот облик, не смеат да се оштетат, да се изложуваат на високи температури, триење и удар. Невнимателното ракување и постапување може да предизвика сериозни физички повреди. Складирањето, чувањето и ракувањето со овие средства мора да биде во согласност со прописите за ракување со експлозивни материи.

2.2 Видови на средства за иницирање

Сите типови експлозивни за да се доведат до детонација потребно е да им се даде почетен иницијален импулс.

За оваа цел потребни се средства кои имаат способност или својство да детонираат ако се ЗАПАЛАТ СО ПЛАМЕН ИЛИ ИСКРА. Ова иницирање се нарекува и фитилско палење на експлозивот, кое се врши со помош на сите класични средства за иницирање на бризантните експлозивни, кои се употребуваат а тоа се:

- ❖ **бавногоречки фитил**
- ❖ **детонаторски (рударски) каписли (руд.кап. бр.8)**
- ❖ **детонаторски фитил**
- ❖ **засилувачи - бустери**
- ❖ **електрични детонатори**
- ❖ **неелектрични (нонел) системи за иницирање**

Во оваа група на средства можат да се сметаат и средствата за **забавување** на иницијалниот импулс т.н. забавувачи или конектори.

Средствата за забавување може да бидат сместени во средствата кои директно вршат иницирање на минското полнење (временски детонатори), па при монтирање на системите се наоѓаат во минското полнење, потоа кај некои системи можат да бидат поставени надвор од минското полнење (минска серија) и конечно, забавувањата можат да бидат поставени комбинирано, па според тоа и се разликуваат системи со: внатрешно, надворешно и комбинирано забавување.

За доведување на експлозивот до експлозија (детонација) потребно е истиот претходно да се иницира со почетен детонаторски импулс, со одредена јачина, со која експлозивот може да детонира.

Зависно од типот на експлозивот, потребната јачина на почетниот детонирачки импулс е различна, па заради тоа за иницирање на експлозивите се користат различни иницијални експлозивни средства.

Бризантните експлозивни се иницираат со помош на детонаторска рударска каписла или електричен детонатор, додека за некои послабо осетливи експлозивни смеси (амониумнитратски АНФО смеси, водопластични и др.), покрај детонаторската каписла, потребни се и други средства, како патрони од јак и осетлив експлозив, бустери - засилувачи (ТНТ) и др.

Главно, се разликуваат два начина на иницирање на експлозивните полнења и тоа: фитилско (со бавногорлив фитил и детонаторски фитил) и електрично (електрични детонатори).

Во последно време сè повеќе се применува и т.н **Нонел** (не електричен) систем на иницирање.

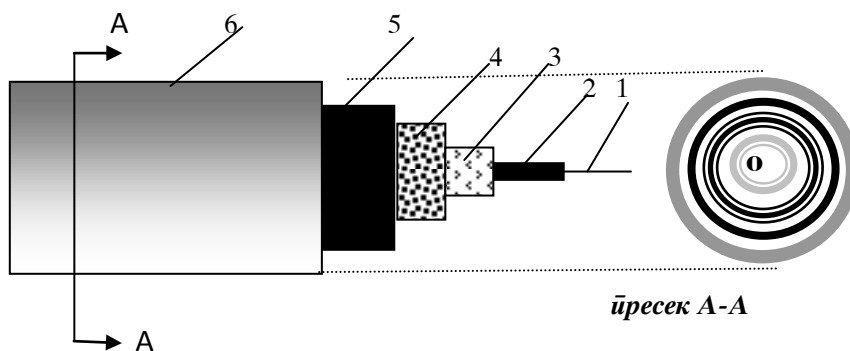
❖ Бавногорлив фитил

Се употребува за палење на детонаторски (рударски) каписли и рударски црн барут, при подземни и површински минерски работи. Забранет е за употреба во средини со појава на метан и јаглена прашина.

Се произведува како обичен и специјален за влажни и подводни минирања. Бавногорливиот фитил претставува основно средство за иницирање на рударската каписла.

Бавногорливиот фитил се изработува во вид на коноп, а се состои од **барутна срж и обвивки**. Сржта е од ситнозрнест **барут** со памучен конец во средината. Обвивката околу барутната срж е од памучна преѓа изработена од два накрсно плетени слоеви кои треба да го спречат прогорувањето на фитилот. Памучната обвивка од надвор е обвиена со слој на битумен или ПВЦ фолија како заштита од апсорпција на влага. (Сл.2.5

За употреба во влажни услови или под вода, се произведува фитил со специјално изработена надворешна обвивка отпорна на вода.



Сл. 2.5 Бавногорлив фитил

1 - памучен конец, 2 - јадро од црн барут, 3 и 4 - обвивка од пам. преѓа,
5 и 6 - заштитен (црн или црвен) слој од **рвс** материјал

Брзината на горење на бавногорливиот фитил на отворен простор се движи од **110 до 140 секунди на еден метар**, а се усвојува просечно **120 s/m**. Дозволено отстапување од средното време на горење смее да изнесува **±10 s/m**. (Овие времиња и карактеристики се во согласност со стандардот **МК. Н.Д3. 050**)

Брзината на согорување се зголемува при согорување под зголемен притисок во запечатени дупкотини, а се намалува со намалување на атмосферскиот притисок и на поголема надморска височина. Ако се земе во предвид дека брзината на согорување на фитилот значително варира, препорачливо е брзината на согорување да се проверува за секое ново пакување на фитил и тоа непосредно пред неговата употреба или при палење на мински серии паралелно да се палат две должини (посебни отсечени парчиња) на бавногорливиот фитил, така што едното ќе остане во системот за иницирање а второто парче со палителот на мините (т.н. "темпа").

Ракувањето, складирањето и чувањето на бавногорливиот фитил треба да се врши во согласност со препораките од производителот и прописите, а основните мерки се состојат во заштита на фитилот од влага, високи температури и отворен пламен.

Основни карактеристики на бавногорливиот фитил се:

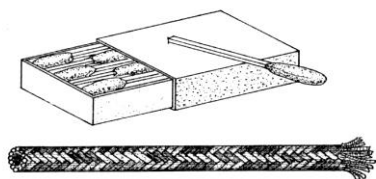
- | | | |
|--|-------|-----------------|
| 1. Надворешен пречник | (mm) | 5,2 ± 0,5 |
| 2. Време на горење | (s/m) | 110÷140 |
| 3. Отстапување од средното време на горење | (s/m) | ±10 |
| 4. Отпорност на вода | | 24 h на 1,0 bar |
| 5. Отпорност на зголемена температура | | 24 h на +50°C |
| 6. Отпорност на намалена температура | | 4 h на -20°C |

Во секоја посебна единица на пакувањето има приложено упатство за употреба, како и посебна налепница на кутијата со податоци за производителот, типот, ознака на стандардот, датум на производството, количината, контролорот, рокот за употреба и др.

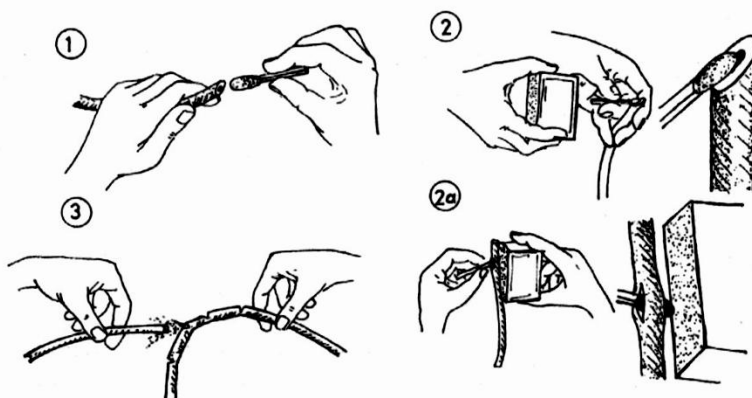
➤ Средства и начин на палење на фитилот

За да се осигура ефикасно палење на краевите на фитилот и зголеми бројот на мини кои може истовремено да ги пали еден палител, за палење на фитилот се применуваат следните средства:

Минерски кибрит - има бурно согорување и висока температура, а изработен е така да гори приближно една минута, што е и временски знак за палителот. Сигурен е против влага, а гори на провев или ветер, па претставува погодно средство за палење на фитилот во однос на класичниот кибрит или други расположливи средства. Забрането е фитилот да се пали со **жар, оган или од запалена цигара**.



Сл. 2.6 Минерски кибрит и бавногорлив фитил



Сл. 2.7 Палење на бавногорлив фитил со минерски кибрит

При употребата на бавногорливиот фитил, посебно е важно да се има во предвид:

- употребата е дозволена на работни места каде што температурата на воздухот е до -20°C ;
- не смее долго да е на сонце, ниту на температура повисока од 30°C ;
- не смее да дојде во контакт со запаливи течности и масла;
- не смее да се гмечи, крши, витка или механички да се оштети;
- при употреба под вода времето на горење битно се скратува заради што треба посебно да се внимава при одредување на должината на фитилот;
- не смее да се врзува во јазол;

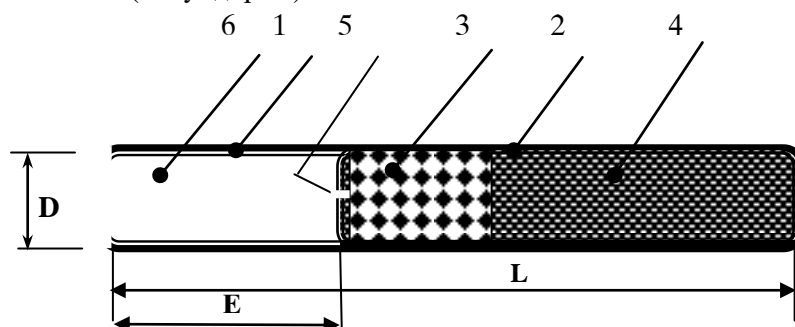
- непосредно пред употребата треба да се пресече околу 3 cm од стариот пресек, бидејќи крајот на фитилот може да биде навлажнет или барутот истресен;
- бидејќи црниот барут е мошне осетлив на влага, мора да се чува во суви простории ;
- кутиите во кои херметички е пакуван фитилот, смеат да се отвораат само непосредно пред употреба.

❖ Детонаторска рударска каписла

Основна функција на детонаторската каписла е за иницирање на патрон(и) од соодветен експлозив или на детонаторски фитил во суви работни услови без присуство на метан или опасна јаглена прашина.

Таа се состои од: (Сл.2.8)

- метална чаура,
- метална покривка на иницијалното полнење,
- иницијално полнење (примарно) и
- бризантно полнење (секундарно)



Сл. 2.8 Пресек на детонаторска (рударска) каписла

1 - метална чаура, 2 - метална покривка на полнењето, 3 - иницијално полнење, 4 - бризантно (секундарно полнење), 5 - прорез, 6 - празен простор

Металните чаури се изработуваат од **алуминиум** и негови легури или од **бакар** и неговите легури.

Основното (секундарно) бризантно експлозивно полнење е сместено на дното од чаурата и е од пресуван **хексоген**, **пентрит** или **тритил**.

Овие експлозивни полнења се одделени од надворешната метална чаура со посебна метална покривка со прорез помеѓу празниот дел и иницијалното полнење.

Празниот простор (Е) изнесува околу 1/3 од вкупната должина на капислата и служи за вметнување и прицврстување на бавногорливиот фитил кој служи (најчесто) како средство за активирање на капислата.

Кај капислите кај кои чаурата е изработена од **бакар** или неговите легури, иницијалното полнење е од **живин фулминат**, а кај капислите од **алуминиум** иницијалното полнење е од **оловен азид**, бидејќи живиниот фулминат реагира со алуминиумот, а оловниот азид со бакарот. Овие два вида каписли не смеат да се чуваат во исто пакување.

Капислите во зависност од јачината на експлозивното полнење се произведуваат и означуваат со бројките **6** и **8**.

Во рударството и при изведување на специјални минирања повеќе се користи детонаторската каписла **бр.8** како стандардна каписла, бидејќи таа може да иницира покрај нитроглицерински и амониумнитратски прашкасти експлозиви, а содржи околу **0,8 g** основно полнење, што со иницијалното полнење вкупно содржи околу **1,3 g** експлозив. Чаурите не смеат да бидат изгребани, напрснати или деформирани од некое механичко или хемиско дејство. На површината од чаурата **не смее** да има дамки од зелена или сина боја. Стандардните ознаки на некои каписли се:

DK-6-Al; (детонаторска каписла бр.6 со чаура од Al), потоа DK-8-Al; DK-6-Cu; DK-8-Cu. , а за сите типови важи стандардот **МК Н.Д3.150** .

Иницијалното полнење во капислата е многу осетливо на удар, триење, искри и топлина (пламен), па затоа капислите **НЕ ТРЕБА да се стругаат, удираат и притискаат или тријат со рацете.**

Температурата на самодетонација на капислите изнесува повеќе од 120⁰. Тие се постојани на температурни разлики од -20⁰ до +25⁰ С

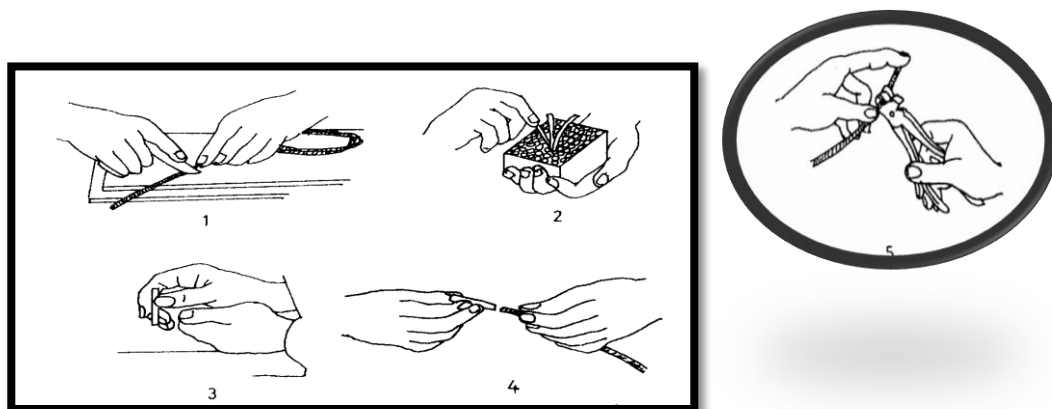
Сите отвори во кутијата и слободниот отвор на капислата се исполнети со дрвени струготини заради амортизација и сигурност при транспорт. На секоја кутија има ознаки со податоци за типот, количината, серијата, датумот на производство и др.

Спојувањето на детонаторската каписла и бавногорливиот фитил најкратко може да се прикаже со следните фази:

- крајот на фитилот за палење се отсекува на косо, со остар нож на дрвена подлога, така што се гледа сржта од црниот барут (сл.2.9 -1), додека крајот на фитилот за спојување со капислата се отсекува под прав агол така да се гледа барутната срж, се вади капислата од кутијата со каписли (сл.2.9 -2), се истресува - празни слободниот дел од капислата(сл.2.9 -3),

- фитилот внимателно се поставува во слободниот простор на чаурата без да се остави воздушен меѓупростор со делот што е отсеќен под прав агол (сл.2.9 -4),
- со минерската клешта се врши притегнување на врвот на чаурата со бавногорливиот фитил. Минерските клешти се конструирани така што можат да извршат спојување за фитилот да не може да се извлече, а барутната срж да не се повреди. Мора **строго да се внимава** со клештите да не се притегне делот од чаурата во кој е сместено иницијалното полнење (сл.2.9 -5).

Во влажни услови треба да се изолира спојот од фитилот и капислата (со средство за заштита од вода, на пример масло или изолир - лента).



Сл. 2.9 Припрема на бавногорлив фитил со каписла бр. 8

❖ Детонаторски фитил

Иницирање со детонаторски фитил е метод кој е широко застапен во технологијата на минирање, посебно на површинските копови. Системот е многу едноставен, бидејќи кај моменталното минирање целата мрежа од минската серија се поставува со детонаторскиот фитил, а потребно е уште само средство за почетно иницирање на детонаторскиот фитил. Кај милисекундното минирање системот го сочинуваат комбинација на детонаторски фитил и забавувачи на палењето, со средство за иницирање на детонаторскиот фитил.

Детонаторскиот фитил е експлозивно средство кое служи за пренос на иницијалниот импулс на детонацијата, од местото на иницирање на детонаторскиот фитил до произволниот број мински полнења. Има облик на еластичен коноп, а се состои од срж, памучна обвивка и **PVC** изолација.

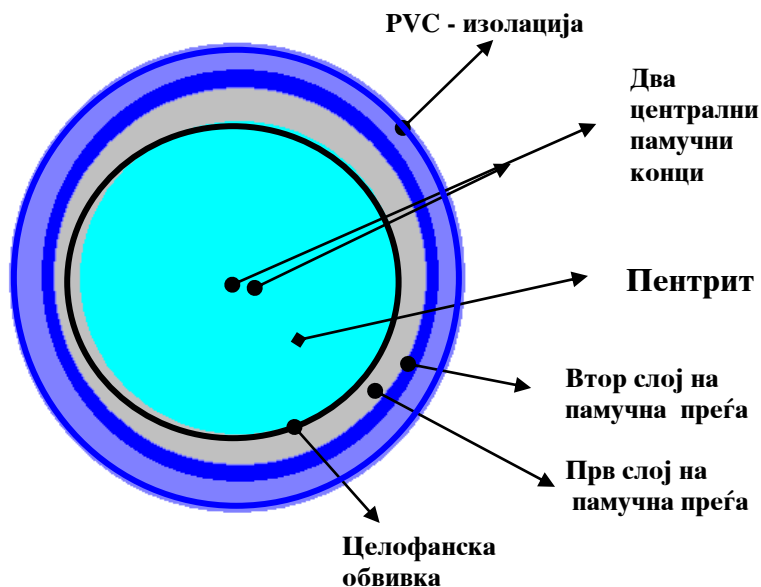
Сржта на фитилот е од бризантен експлозив во прашкаста состојба, обично **пентрит** (бела боја), сместен во целофанска просирна обвивка кои ја сочинуваат надворешната обвивка на експлозивната срж. Во центарот на експлозивното полнење долж оската на фитилот се наоѓаат два памучни конци со бела боја кои при изработка на фитилот овозможуваат рамномерно полнење на сржта на експлозивот, а бојата на конците ја претставуваат ознаката на производителот. (Сл.2.10)

Целофанската обвивка однадвор е обвиена со памучна и синтетичка преѓа во два слоја, вплетени во спротивна насока. Околу памучната обвивка се поставува еластична обвивка од **PVC** маса која го штити фитилот од продор на влага и вода, од механичко оштетување и му дава еластичност на фитилот.

PVC заштитата на детонаторскиот фитил ја овозможува неговата употреба во влажни услови и под вода при што треба да се осигураат само краевите на фитилот од продор на вода.

Фитилот има висока цврстина на истегнување и добар отпор на абразивни средства. Својството на еластичност не се менува до температура од **-25°C**. Под оваа температура **PVC** обвивката станува покрута и со почесто свивање на едно исто место, може да пукне, но структурата не се оштетува.

Лесно се поврзува во јазли при што својствата на фитилот не се менуваат, а преносот на детонација е сигурен. До температура од **+50°C**, примената е сигурна и после подолго изложување на таа температура. Со порастот на температурата и со текот на одредено време се до **170°C**, **PVC** обвивката почнува интензивно да омекнува и да се топи.



Сл. 2.10 Напречен пресек на детонаторски фитил

Потполно е отпорен на вода ако краевите му се изолирани, сигурно детонира и после долго стоење под вода и под голем притисок. При удар од одронети парчиња од карпа може да биде пресечен, но тоа не предизвикува детонација. Доколку се запали на отворен простор (на атмосферски притисок) полека согорува без опасност од детонирање.

Основните својства на детонаторски фитил се дадени во табела бр. 25.



Сл. 2.11 Пакуван детонаторски фитил во калем

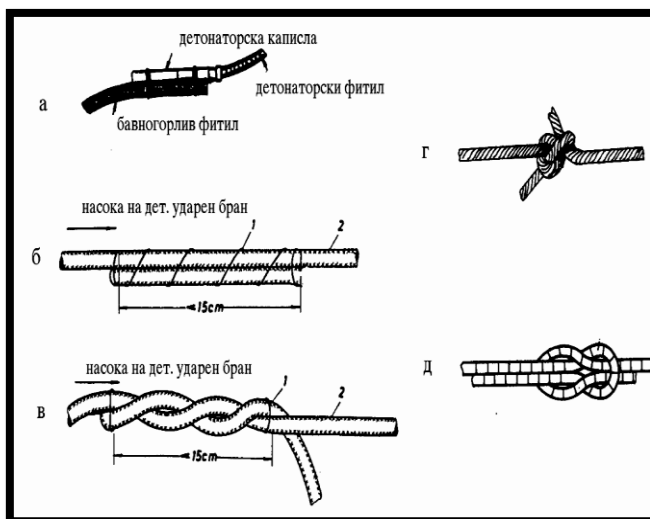
Табела 25. Технички карактеристики на фитилови на дејонајорски фитил ("Трајал Корпорација", Крушевац, Србија)

Типични карактеристики	Класа С - 5	Класа С - 10	Класа С - 12	Класа С - 15	Класа С - 20	Класа С - 40
Количина на експл. полнење (g/m)	min 4,5	10±1.0	12±1.5	15±2.0	20±3.0	40±4.0
Надворешен пречник (mm)	4,3 ±0.2	5,2 ±0.2	5,2 ±0.2	5,7 ±0.3	6,3 ±0.3	8,3 ±0.4
Боја на PVC изолација	сина	жолта	сина	виолетова	зелена	портокалова
Цврстина при истег. до кинење, min. (N)	450	450	450	450	450	450
Брзина на детонација (m/s)	6.000	6.300	6.300	6.500	6.500	6.700
Пренос на детон. при јазли	Исти кај сите врски					
Потполна флексибилност на температури	од -20°C до + 50°C (± 2°C)					
Осетливост при сечење со нож	Неосетлив					
Пренос и прифаќање на импулс за иницирање	6 mm					

Детонација на детонаторскиот фитил не може да се предизвика со отворен пламен, па за иницирање на детонаторски фитил се користи детонаторска каписла со бавногорлив фитил, а може да се употреби и електродетонаторска каписла.

Детонаторскиот фитил може да се иницира со каписла бр.6, а најчесто се користи рударска каписла бр. 8.

За минирање во средини со висока температура (топилници и сл.) во светот се произведуваат специјални детонаторски фитили чии компоненти можат да издржат високи температури, без промена на нивните карактеристики.



Сл. 2.12 Продолжување на детонаторски фитил

- а) со детонаторска каписла, б) со преклопување, 1-лента, 2-главен вод, в) со впредени краеве, г) обичен јазол, д) морнарски јазол

➤ Системи на иницирање со детонаторски фитил

Основни карактеристики на детонаторскиот фитил како средство за иницирање се големата брзина на пренос на детонација и можност на пренос на детонацијата од еден вод на фитилот на друг на спојките или јазлите.

Брзината на детонација на фитилот е $6000 \div 7000 \text{ m/s}$. Тоа е време на пренос на иницијалниот импулс од местото на активирање до мрежата од минските полнења а тоа е доволно кратко што во минерски поглед се смета за моментно, односно времето на патување на импулсот практично може да се занемари. Детонаторскиот фитил има моќ да ја пренесува детонацијата од еден вод на фитилот до друг, ако се во контакт.

Ова овозможува иницирање на повеќе мински полнења со просто поврзување (контакт) на водовите од фитилот во мрежата. При тоа, можно е во мрежата да се постават и резервни - сигурносни водови за довод на иницијалниот импулс до минското полнење, од двете страни.

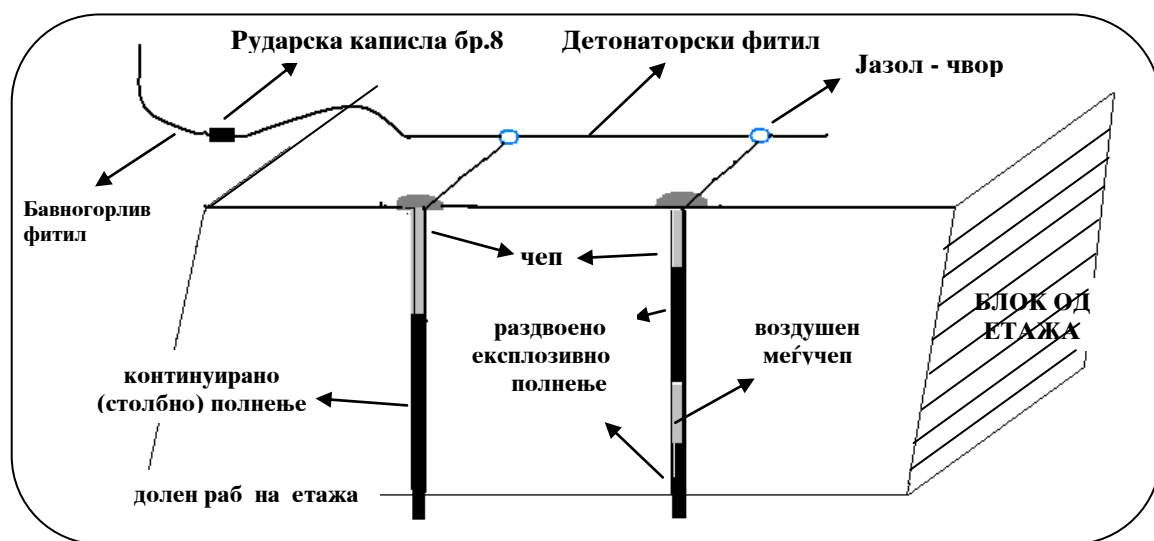
Детонаџорскиоѝ фиѝил успешно се користи при минирање на површински и подземни копови, рудници за добивање на АУК и при изведување на секакви видови специјални минирања како што се изработка на јамски простории без метан или запалива прашина, кај подводни минирања, рушење на секаков вид на објекти, добивање на блокови од украсен камен, итн.

Се применува за иницирање на столбни или раздвоени експлозивни полнења во дупчотини (сл. 2.13), при едноредни или повеќередни сериски минирања.

Детонаторскиот фитил се испорачува во калеми - клопчиња со одредена должина, од кои при дизајнирање на минска серија се отсекуваат водови со потребна должина и се поврзуваат во мрежата, на начин како што е предвидено со прописите, но при тоа мора да се води сметка за следново:

- преклопување (или пресекување) на водовите од детонаторскиот фитил во мрежата или оставање на јазли, не е дозволено поради несакан правец на пренос на детонацијата од вод на вод,

- минимално дозволено растојание помеѓу паралелните водови од фитилот во мрежата е **20 cm**,



Сл. 2.13 Поврзување на мински дупчотини со детонаторски фитил при етажно минирање

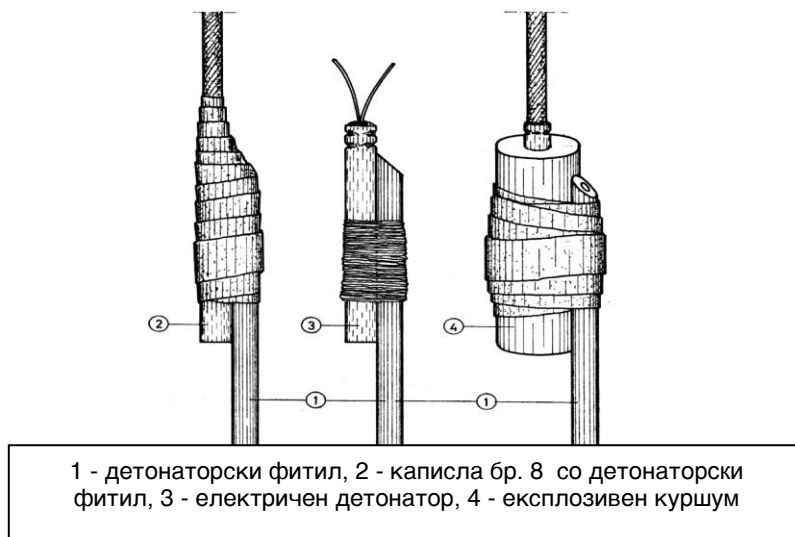
- поврзувањето на водовите од фитилот во мрежата е под агол од 90° или помал (од 60° до 90°) во однос на насоката на движење на детонацијата низ фитилот.

- иницијалниот детонатор или каписла со кои се активира почетниот вод во мрежата мора да биде свртен со експлозивното полнење во правец во кој треба да се движи детонаторскиот фитил.

Примената на детонаторскиот фитил за иницирање е многу едноставна и можна во секакви услови, освен во средина со запалива атмосфера - со метански режим на работа каде е забранета негова примена. Тоа го прави многу популарно и широко применувано средство за иницирање.

Меѓутоа, примената на детонаторски фитил како средство за иницирање има и одредени негативни страни и ефекти врз успешноста на минирањето.

На пример, при минирање близу населени места и со релативно мала должина на детонаторски фитил можат да се предизвикаат несакани (звучни) ефекти.

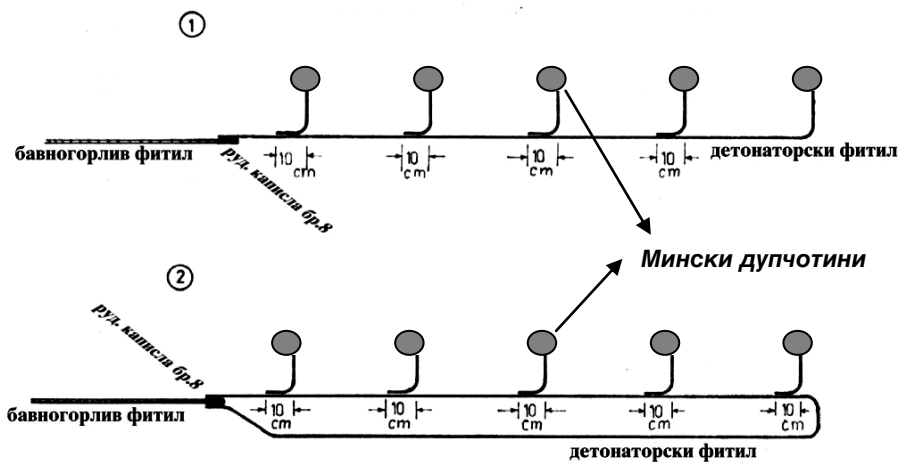


Сл. 2.14 Иницирање на детонаторски фитил

Детонаторскиот фитил се пакува и транспортира во калемии кои се сместени во картонски кутии со максимална маса од 35кг. Се произведува и применува според важечкиот стандард за нашата земја **МК.Н.Д3.053** и според важечките прописи за користење, транспортирање и складирање на експлозивни материи.

➤ **Мрежи од детонаторски фитил**

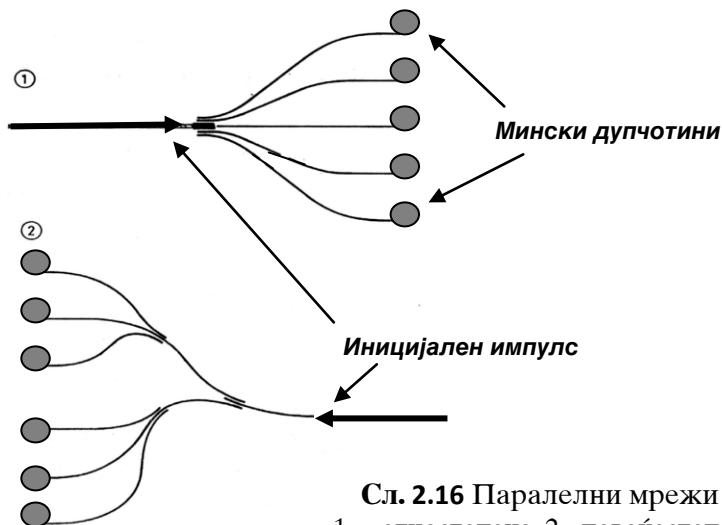
Според начинот на изработка, односно меѓусебното минско полнење, се употребуваат три вида мрежи во кои се употребува детонаторскиот фитил и тоа: наизменични (сериски), паралелни и комбинирани.



Сл. 2.15 Наизменични (сериски) поврзани мрежи со детонаторски фитил,
1- со еден вод, 2 - со два вода

Паралелните мрежи се користат при палење на мински полнења што се несиметрично распоредени. (Сл. 2.16).

Комбинираните мрежи се користат кај повеќередни масовни минирања.



Сл. 2.16 Паралелни мрежи
1 - едностепена 2 - повеќестепена

➤ Забавувачи на палењето (импулсот)

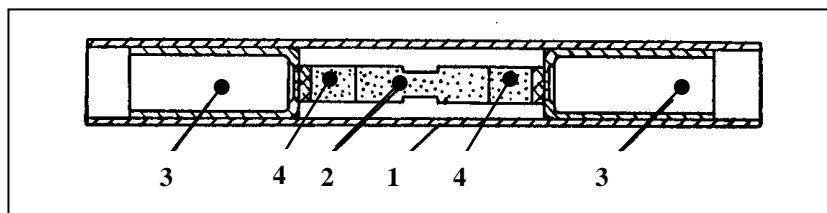
Забавувачите се користат во комбинација со детонаторски фитил за милисекундно минирање. Задача им е да го забават преносот на детонацијата низ водот на детонаторскиот фитил, со што може да се обезбеди редослед на иницирање и временско растојание во иницирањето на одделни мински полнења.

Забавувачот - конектор, е изработен од алуминиумска чаура која од двете страни има отворен празен простор во кој се става детонаторски фитил. Во средината на чаурата е забавувачката смеса, која бавно согорува и со својата должина и брзина на согорување го условува времето на забавување.

На двата краја од забавувачката смеса се наоѓа по едно експлозивно полнење кое е во состојба да го иницира детонаторскиот фитил. Експлозивното полнење на двата краја од забавувачката смеса овозможува преносот на детонацијата да може да се изврши и во двете насоки.

Забавувачот функционира така што од едниот крај доаѓа детонацијата преку детонаторскиот фитил кој го активира експлозивното полнење и ја пали забавувачката смеса, смесата согорува одредено време, обично во милисекунди, а потоа го активира експлозивното полнење кое ја пренесува детонацијата на детонаторскиот фитил поставен на спротивниот крај од забавувачот.

Во светот се произведуваат забавувачи со различно време на забавување на импулсот, од 5 до 50 ms.



1-метална чаура(гилза), 2 - забавувачка смеса, 3 - шуплина за спојување со детонаторски фитил, 4 - пентрит

Сл. 2.17 Изглед на забавувач - конектор

Поставувањето на забавувачот во мрежата се врши така што прво се поставува и поврзува мрежа од детонаторски фитил. Потоа, на местата каде е потребно да се постави забавувач, фитилот се сече под прав агол и неговите

краеви се поставуваат во отворите на забавувачот, а потоа со минерска клешта се зацврстуваат двата краја од детонаторскиот фитил.

При тоа мора да се води сметка со клештите да не се зафати делот од забавувачот каде се наоѓа експлозивното полнење.

Забавувачите се елементи со иницијално експлозивно полнење и ракувањето со нив е исто како да се работи за детонаторска каписла.

➤ Засилувачи - бустери

За иницирање на експлозивни и експлозивни смеси (Slurry експлозивни и емулзивни експлозивни) кои се неосетливи на класичните средства за иницирање (рударска каписла бр. 8, ел. детонатори, детонаторски фитил), мора да се применат појаки иницијатори на основното полнење со експлозив.

Тие иницијални средства се наречени **засилувачи** или **бустери**. Овие бустери се изработени од експлозив со голема густина, голема бризантност и постигнуваат големи вредности на детонаторска брзина и детонаторски притисок.

Детонаторската брзина кај овие средства за иницирање изнесува **7000m/s** а притисокот на детонација е **$Pd = 20,4 \text{ kN/cm}^2$** .

Бустерите имаа два отвора во средишниот дел низ кој може да се провлекува детонаторски фитил и на тој начин се прави систем за иницирање детонаторски фитил + бустер. На крајот од детонаторскиот фитил се врзува јазол за да има директна врска помеѓу двата наведени елементи.

Ако се лиени, се изработуваат од пентолит, **ТНТ - пентрит**, 50/50 и 2% восок како флегматизатор, а ако се изработуваат пресувани, тогаш се од тротил и флегматизиран хексоген во соодветен однос.



Сл. 2.18 Засилувачи на детонацијата - бустери

2.2.1 Средства за електрично палење на мини

При изведување на минерските работи, се применува (се поретко) и електричното палење на минските полнења.

Во однос на фитилското палење, палењето на мините со електрична струја има поголема предност затоа што:

- овозможува истовремено палење на поголем број мини;
- овозможува палење во точно одредено време;
- овозможува временско палење, при што интервалот на застој може да се движи од неколку ms до 1 s;
- овозможува палење на минското поле од секакво растојание
- единствен начин дозволен во метанските рудници;
- може да се примени во сите временски услови, при топло и ладно време, на сув или на влажен терен.

Електричното палење на минските полнења има и свои недостатоци и опасности при нивна примена а тие се:

- при наизменични - сериски мрежи при прекин на спроводникот или откажување на еден електричен детонатор доаѓа до откажување на целата мрежа;
- пресметката на параметрите на мрежите се релативно сложени и при таква грешка може да дојде до откажување на целата мрежа (слаба струја во мрежата, несоодветен пресек на спроводниците, несоодветна машина за палење и др.);
- опасност од "заскитани" струи низ карпестиот масив или инсталации на објектот што се минира;
- постоење на статички електрицитет околу минското поле, електромагнетно поле кое може да се создаде од радио предаватели, високонапонски кабли, далеководи, радарски станици во близина и др.;
- при атмосферски празнења (молњи и громови) и електростатички атмосферски набои во облаци и од самиот дожд или снег кои паѓаат.

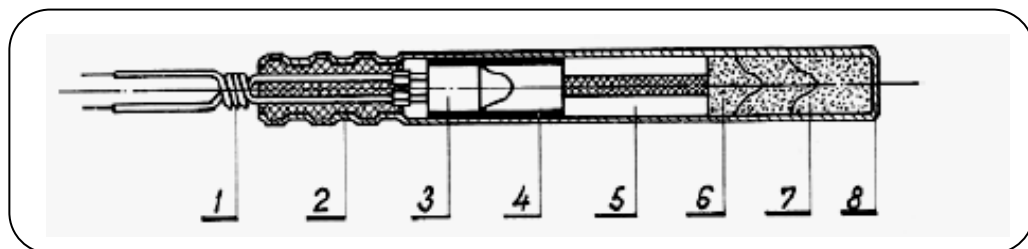
Во средства за електрично палење на мините спаѓаат:

- електрични детонатори,
- спроводници на електрична струја,
- извор на струја за палење,
- мерно-контролни инструменти и
- помошен прибор.

➤ Електричен детонатор (ЕД)

Се состои од два основни дела: детонаторска каписла (ДК) и електрична запалка (ЕЗ). Овие два дела се сместени во иста метална чаура со доволна должина и претставуваат една единствена целина.

Електричниот детонатор (ЕД) има точно одредени електрични карактеристики, кои ја дефинираат неговата функција и сигурноста при работењето.



Сл. 2.19 Шематска приказ (надолжен пресек) на електричен детонатор
 1 - електрични проводници, 2 - заштитна обвивка, 3, 4 - електрична запалива главица,
 5 - забавувач на палењето, 6 - примарно експлозивно полнење, 7 - секундарно
 експлозивно полнење, 8 - метална кошунка - чаура

Електричната запалка (ЕЗ) служи за создавање огнен импулс, кој е способен да создаде детонација на иницијалното полнење (примарно) и на главното (секундарно), кои се сместени во детонаторската каписла (ДК). Се состои од запалива главица, уред за нејзино палење и проводници.

Во зависност од тоа како поминува струјата низ електричната запалка и како се врши палење на запаливата главица, се разликуваат три вида на ЕЗ:

- **ЕЗ со метален мост (мостни),**
- **ЕЗ со струјна проводлива запалива главица,**
- **ЕЗ со расцепка.**

Според намената, во современата минерска пракса се изработуваат следните видови електрични детонатори:

1. Моментни електрични детонатори, кои палат моментално по затворањето на електричното коло.

2. Временски електрични детонатори, кои палат со одредено задоцнување по затворањето на електричното коло, и тоа:

- а) со долго задоцнување (искажано во секунди)
- б) со кусо задоцнување (искажано во милисекунди),

3. Метански - сигурносни електрични детонатори, и тоа:

- а) моментни метански електрични детонатори,

- б) милисекундни метански електрични детонатори,
4. Специјални електрични детонатори - сеизмички.

Милисекундните временски детонатори имаат посебна предност, затоа што со мало задоцнување во палењето при употреба на повеќе мини една по друга, овозможуваат ситна гранулација и рамномерно дробење, помал потрес на околната средина, вклучувајќи и помал детонаторски ударен бран низ воздухот.

Палењето на електричните детонатори се врши со еднонасочна електрична струја, која поминувајќи низ електричната глава, истата ја вжарува до одредена температура на која што се пали запаливата маса со која е премачкана главата, која пак понатаму ја пали забавувачката маса или примарното експлозивно полнење во чаурата од електричниот детонатор.

➤ **Спроводници на електрична струја за палење на мините**

Мрежите за електрично палење на мините се изработени од спроводници кои обично се изолирани со поливинил хлорид а поретко и со гума. Жицата на проводниците може да биде од бакар, од алуминиум или од железо, поцинкувана со соодветна дебелина (пресек). Спроводниците мораат да бидат доволно цврсти и еластични за да можат по употребата лесно да се намотаат.

➤ **Извори на струја за електрично палење на мините**

Најпогоден извор на струја за електрично палење на електродетонаторите се машините за палење мини, бидејќи тие даваат еднонасочна струја без пулсирање. Денеска постојат повеќе видови машини за електрично палење мини:

- динамо-електрични,
- магнетно-електрични,
- кондензаторски,
- електронски.

Современите машини за електрично палење мини мора да се способни да испратат струен импулс во мрежата за палење, кој е доволен за сигурно палење на соодветниот број ЕД врзани во мрежата за палење која има соодветен граничен отпор, за да може машината за палење да испрати гарантирана струја.

Динамо-електрична машина како извор на струја користи електричен генератор на еднонасочна струја со самопобудување. Овие генератори може

да бидат со наизменично, паралелно и мешано побудување. За динамо-електрични машини се користат генератори со мешано побудување. Овие машини мора да имаат уред за автоматско вклучување на генераторот во мрежата за палење кога неговиот напон ќе ја достигне најголемата вредност.



Сл. 2.20 Апарати за мерење и активирање (лево), динамо - електрична машина за активирање, MZP -153, (десно)

На динамо - електричните машини обично се наоѓаат податоци за типот на машината, вредноста на номиналниот отпор на мрежата за палење, напонот и струјата што ја дава машината при нормален отпор на мрежата за палење. На Сл. 2.20 се прикажани современи апарати за активирање и мерење на поставена ел. мрежа на минска серија.

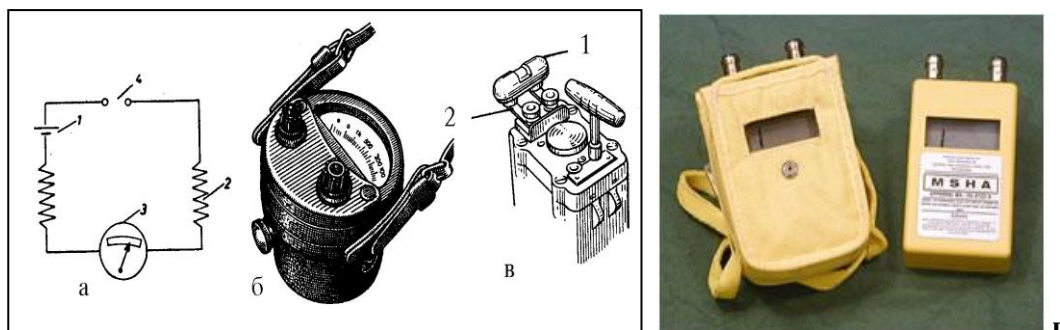
➤ Мерно-контролни инструменти

За контрола на исправноста на ЕД, машините за палење на мините и мрежата за палење на мините се користат разни мерно-контролни инструменти (апарати).

Галваноскопот служи за испитување на исправноста на ЕД и исправноста на поврзувањето на електричната мрежа за палење на мините. Апаратот се состои од галванометар и променлива сува батерија, која дава само толку струја, колку што е потребно за работа на галванометарот, без опасност да ги активира ЕД.

Доколку галваноскопот регистрира дека поминува струја низ колото, тоа е знак дека ЕД се исправни, а струјното коло е непрекинато, што значи дека мрежата за палење на мини е правилно поврзана.

Омметарот служи за мерење и контрола на отпорот на секој ЕД пред да се постави во мрежата за палење, како и за мерење на отпорот на целата мрежа.



Сл. 2. 21 Мерно-контролни инструменти:

- а) шема на галваноскоп, 1-сува батерија, 2-отпорници, 3-галванометар, 4-контакти,
 б) Омметар “DREOMIN” в) контролен мост за динамо-машина, 1-тлеалка,
 2 - контактори, г) Електронски Ом - метар

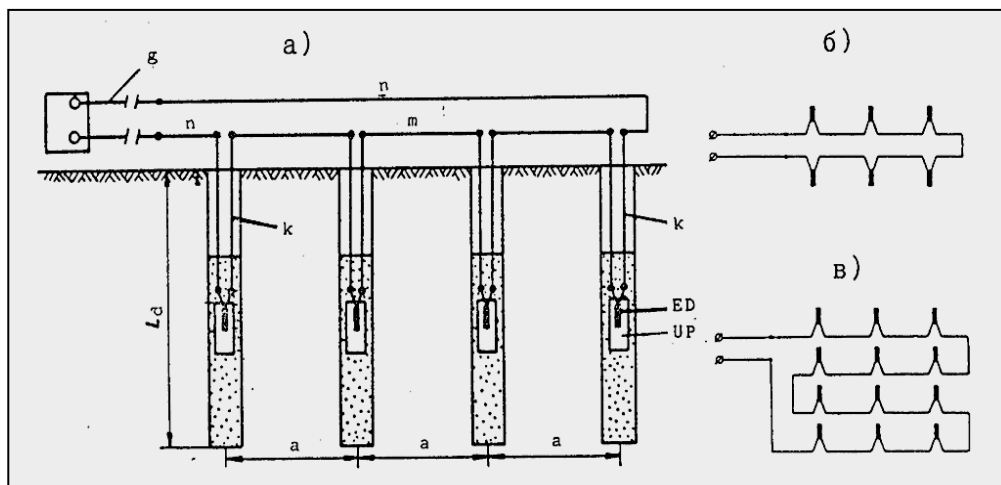
➤ Мрежи при електрично палење на мините

Во зависност од начинот на меѓусебното поврзување на ЕД во мрежата, мрежата со електрично палење на мините може да биде:

- наизменична (сериска), паралелна и комбинирана.

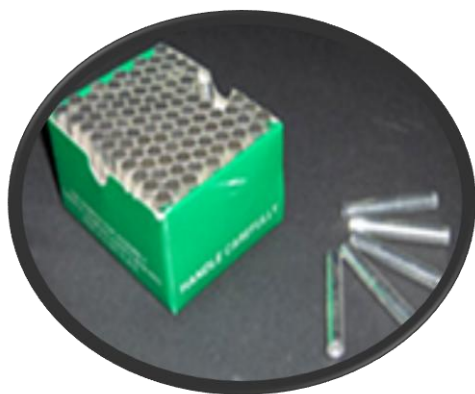
На слика 2.22 прикажана е **наизменична** мрежа, каде што ЕД меѓусебно се сврзуваат по одредена шема.

При вакви сврзувања соседните спроводници од детонаторите се поврзуваат еден со друг, а другите спроводници, почетните и крајните, се поврзуваат за главните кабли за палење. Бидејќи во сериското поврзување електричната струја поминува низ сите детонатори едноподруго, откажување во еден детонатор повлекува откажување на целата серија, која е поврзана на овој начин.



Сл. 2.22 Шема на наизменични мрежи за палење:

а) едноредна, **к** - крајни спроводници, **м** - меѓусповодници, **н** - надворешни спроводници, **г** - главни спроводници, **ld** - длабочина на дупчотините, **ED**-електродетонатор, **UP**-ударен патрон, **а**-растојание помеѓу дупчотините, б) дворедна, в) четвороредна шема на поврзување



Сл. 2.22.1 Рударски каписли бр. 8 (лево), динамо машина (десно)

2.2.2 Неелектрични (НОНЕЛ) системи за иницирање

Во пракса овие системи се применуваат поединечно или многу често во одредени комбинации со елементите за иницирање кои се опишани претходно.

Системите со цевчиња се во развојна смисла, најнови неелектрични системи, во поново време во светот многу популарни и применувани. Карактеристични се по тоа што водовите низ кои се пренесува иницијалниот импулс се од пластични цевчиња во кои што е вграден слој на реактивна смеса.

Импулсот се пренесува со бурна реакција на смесата низ цевчето, во форма на ударен бран. При тоа цевчињата остануваат неоштетени, односно реакцијата останува затворена во цевката, што значи без никаков механички, топлотен, звучен или друг ефект на околината.

Тоа е неелектричен иницирачки систем, базиран на спроводник одниско енергетски тип (**non-electric** значи **не-електричен**). Системите со реактивна смеса се група на системи кои на внатрешната површина на цевката имаат нанесено микро слој со погодна детонабилна смеса.

Ударниот бран што се движит низ цевчето е доволно силен да го иницира забавувачкиот елемент во нонел детонаторот, но не е доволен да ја разори пластичната маса од цевчето (брановодот) или да иницира блиску поставени до него експлозивни или други цевчиња.

Брзината на реакцијата на смесата или гасовите во цевката т.е. брзината на пренос на импулсот се движи во границите од **2000 - 2300 m/s**.

Ова е релативно мала брзина на пренос во однос на преносот преку електрични спроводници или класична детонација преку детонаторски фитил. Цевчињата остануваат неоштетени и цврсто поврзани и после поминувањето на импулсот, што значи придвижувањето на карпестата маса пред одреденото време за иницирање на одредено минско полнење не може да ја прекине надворешната мрежа пред импулсот да стигне до поодделните мински полнења.

Кај минирања при изработка на јамски простории ова се спречува со тоа што и на првата мина по редослед на палење ѝ се дава доволно временско забавување така што, иницијалниот импулс може да помине низ целата надворешна мрежа пред придвижување на карпестата маса.

Кај етажните минирања на коповите, покрај површинско забавување помеѓу дупчотините, се применува и длабинско забавување подеднакво во сите дупчотини, кое треба да овозможи иницијалниот импулс да помине

доволно далеку низ мрежата, така што карпестата маса да не го прекине делот од мрежата кој не е активиран.

Во светот постојат повеќе производители кои произведуваат такви системи со различни комерцијални имиња:

„Nonel„ систем на фирмата Нитро Нобел - Дино Нобел - сега **Orica**

„Primadets„ производ на фирмата Ensin-Bickford,

“Excel” на фирмата ICI, Usa

“Blastmaster” и “Blastmaster-redunant” на firmata Atlas ICI.

Постојат три вида на НОНЕЛ системи: **НОНЕЛ МС**, **НОНЕЛ УНИДЕТ** и **НОНЕЛ ЛП** (за подземни работи при минирање).

НОНЕЛ МС и **НОНЕЛ УНИДЕТ** се наменети за минирање на површински копови и општо за секаков вид на специјални минирања на површината.

При минирање на поголеми серии важно е да има доволно време изминираниот карпест материјал од првиот ред да се помести напред пред да започне поместувањето на следниот ред. Бидејќи при минирање карпите го зголемуваат својот обем за околу **50%**, мора за многу кратко време да се ослободи простор за тоа зголемување на обемот.

Испитувањата покажуваат дека во идеален случај, карпите мора да се поместат напред на растојание **1/3** од линијата на најмал отпор(**W**), пред да започне детонацијата во следниот ред.

НОНЕЛ МС е иницирачки систем базиран на општо прифатено забавување од **25 ms** помеѓу одделни интервали.

НОНЕЛ МС системот се користи во некои случаи и при помали мински серии на подземни подготвителни работи, како и при подводни минирања и изработка на ходници, тунели и др.

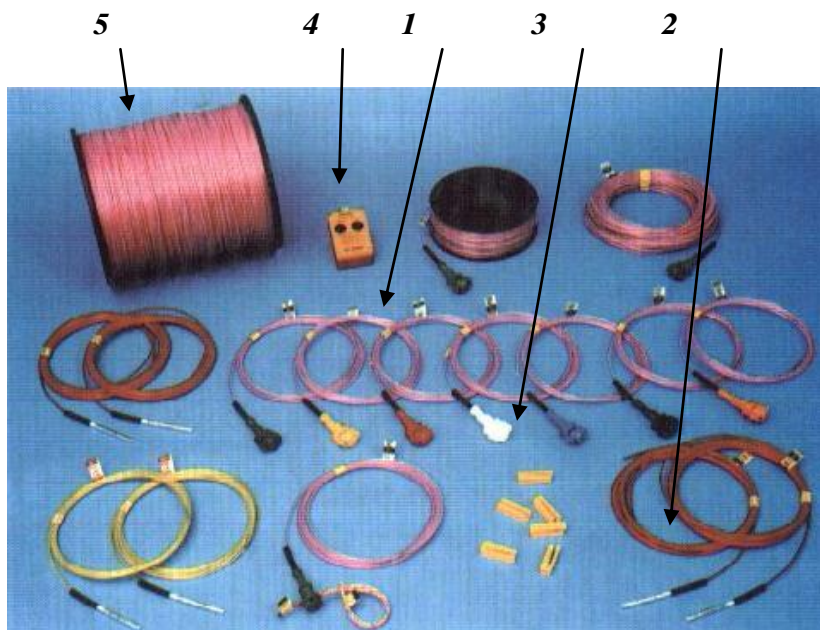
НОНЕЛ УНИДЕТ се иницирачки елементи - систем кој се користи како систем на детонатори сместени на дното или во средината од дупчотините со еднакви или различни забавувања на сврзувачките елементи кои доаѓаат од површинската мрежа. Обично забавувањето со овие детонатори во дупчотините е од **450 до 500 ms**.

Тие забавувања се комбинираат со забавувањата од површинските сврзувачки елементи од **НОНЕЛ МС** системот и така се добива потребната последователност на иницирање.

□ Составни делови на **НОНЕЛ** - системот

Основни елементи на овие системи се:

- **НОНЕЛ** - цевчиња со детонатори за површинска мрежа (1),
- **НОНЕЛ** - цевчиња со детонатори за примена во дупчотини (во ударен патрон) (2),
- "**Снаплине**" - спојки (конектори) за поврзување на цевчињата во мрежата и за поврзување на цевчињата со детонаторскиот фитил (3),
- **Стартер - машина**, за активирање на главниот вод (4),
- "**Dinoline**" - калем со намотана должина од нонел цевчиња за врска од местото на палење до минската серија (5)



Сл. 2. 5 Елементи на **НОНЕЛ** - системот

Нонел цевчињата се изработени од специјални видови на пластика. Материјалот е отпорен на климатски влијанија и секакви напрегања.

Почетокот на реакцијата е со комбинација на ударен бран и температура. Ударниот бран предизвикува распрскување на реактивната супстанца која се иницира од високата температура т.е. реактивната супстанца детонира, ударниот бран се распространува во внатрешноста на цевчето со бран од **2100 m/s**.

Основната предност на овој детонациски процес е што минува во внатрешноста на Нонел-цевчето, не дејствувајќи на околната средина. Во тоа се огледа и една од предностите на Нонел системот: неколку Нонел цевчиња можат да бидат вкрстени една преку друга, без да предизвикаат влијание помеѓу самите нив.

Нонел цевчињата се произведуваат во две варијанти: стандарден **3L** и **3LHD (Nonel tube 3L)**, (**3L** - трислојна цевка, **HD** за тешки услови).

Самата цевкичка е изработена во три слоја секој со максимални физички и хемиски карактеристики. Нонел цевчето е со исклучителна цврстина и отпорност. Стандардната **3L** цевка е со внатрешен дијаметар **3,7mm** и е димензионирана на големи механички напрегања.

Нонел цевчето има **UV** (Ултравioletова заштита) и се произведува во три бои:

- **Црвена** - за минерски работи на површина;
- **Розова** - поврзана со Снаплајн и со starter;
- **Жолта** - за минерски работи во подземни услови.

Обојувањето може да биде во повеќе бои со цел распознавањето на различните детонатори да биде полесно.

Цевчињата со реактивна смеса **не можат** да се доведат до детонација со удар, триење, искра и пламен. Цевчињата се иницираат со детонаторски импулс од: нонел - детонатори произведени за примена кај овие системи, детонаторска каписла бр.6 и бр.8, и со детонаторски фитил.

Во минерски поглед опишаните својства го условуваат следново:

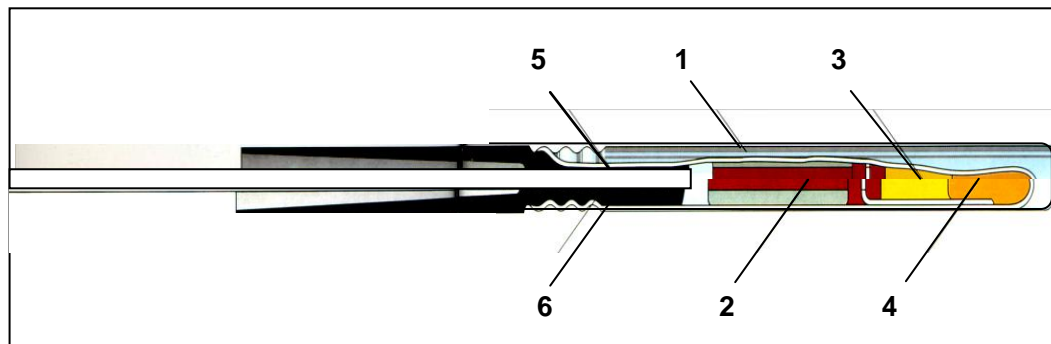
- цевчињата на теренот не смеат да се сечат (скратуваат или на некој друг начин да се повреди херметичноста на цевката) туку мора да се вградуваат со оригиналната должина,
- намотувањето на цевчињата на калем и вкрстување во мрежа е дозволено бидејќи импулсот не може да се пренесе од цевка на цевка,
- доколку се употребуваат во комбинација со детонаторски фитил, цевчињата мора да бидат оддалечени од фитилот најмалку 30 cm, бидејќи детонацијата на фитилот може да ги иницира или оштети,
- најмало растојание на цевчето од детонаторот во мрежата е 60 cm,
- брзината на реакцијата во цевката е околу 2000 m/s што значи дека забавувањето во цевчето е **0,5 ms/m'**, а ова треба да се има предвид при конструкција на шеми за иницирање т.е одредување на времето на забавување.

Нонел детонатор користен во Нонел Системот е тип **NPED** - детонатор.

(Сл. 2. 6). Детонаторската гизла (чаура) (1) - е алуминиумска и е со должина од **45 mm** до **95 mm** во зависност од времето на забавување. Забавувачкиот елемент (2) - претставува алуминиумска кесичка наполнета со пиротехничка смеса.

Со користење на елементи со различна брзина на детонација и различни полнења се постигнува различно време на забавување.

Иницирачки елемент (3) - претставува кесичка наполнета со секундарен експлозив. Основно полнење (4)- се состои од хексоген-секундарен експлозив, пресуван во алуминиумска гизла. Контактот на нонел - цевчето (5) и забавувачкиот елемент се остварува со гумен дихтунг (6).



Сл. 2.6 Нонел - детонатор (подолжен пресек)

Готовиот детонатор, фабричко комплетиран во нонел системот заедно со нонел цевчето се состои од следниве делови: (Сл. 2.7)



Сл. 2.7 Фабрички комплетиран детонатор со нонел - цевкичка

1. Детонатор; 2. Зацврстувач - гумена заптивка која го заштитува детонаторот од влага и бразивно дејство; 3. Нонел-цевче - слободниот крај е херметички изолиран и е со должина според потреба; 4. Лента - хартиена етикета за компактноста на цевчето, кое пред употреба лесно се раскинува; 5. Етикета-лента со означено: време на забавување, тип на детонаторот и должина на цевкичката.

Се произведуваат детонатори или подобро речено системи наменети за минирање на површински копови, и детонатори т.е системи наменети за подземно минирање во рударството при изградбата на тунели, за минирања во градежништвото, и изведување на специјални минирања во различни услови за кое нешто се и најпогодни.

Детонаторите за надворешна - површинска мрежа, се со послаба сила, и се произведуваат со забавување: **0, 17, 25, 42, 67, 109, и 176 ms.**

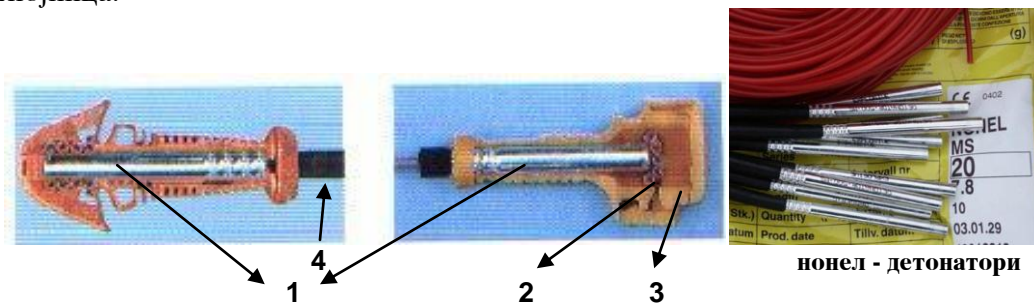
Овие детонатори се испорачуваат со вградени соодветни пластични спојници (Снаплине) за спојување од 4 до 8 цевчиња, чија боја како и бојата на ознаката на забавувачот, го покажува времето на забавување на детонаторот.

Детонаторите (УНИДЕТ) предвидени за иницирање во дупчотините се со јачина на каписла бр. 8, подолги се од површинските детонатори, се испорачуваат без спојки и се изработуваат со забавување од **400, 425, 450, 475 и 500 ms.**

Детонатори за примена во подземната експлоатација, изградба на тунели и градежништвото, се изработуваат со јачина на каписла бр.8, со должина на нонел-цевчиња потребни за соодветната употреба и во серии со различни интервали на забавување.

Поврзување на цевчињата на површинската (надворешната) мрежа се врши со **"Snapline"** - спојници. Продолжување на цевкичките во главниот вод и поврзување на водови од поодделни полнења на главниот вод, се врши на начин и со помош на спојници прикажана на сл. 2.8, која овозможува поврзување до макс. 8 цевчиња.

Доколку овие системи се користат во комбинација со детонаторски фитил, за поврзување на цевчето со детонаторскиот фитил постои посебна спојница.



Сл. 2.8 Типови **"Snapline"** спојници за надворешна мрежа

1-нонел-детонатор, 2-простор за нонел -цевкички (од 4 до 8), 3-заштитна пластика во боја,
4- Нонел - цевкичка

При манипулирање и примена на спојниците важат општи правила за примена и тоа:

1. Се држи сврзувачкиот елемент во една рака помеѓу палецот и показалецот со отворот нагоре.
2. Со другата рака се земаат цевчињата кои треба да бидат поврзани и се ставаат една по една во отворот.
3. Кога сите брановоди (цевчиња, максимум 8 броја) се на местото, се затвора капакот на спојницата со палецот. Се проверува дали капакот е затворен добро.

Снаплине сврзувачките елементи се наменети за предавање на иницирачкиот ударен бран само на површината на експлозивното поле и не треба да бидат користени во дупчотините.

Со употреба на **Снаплине** спојниците редоследот на иницирање се определува на самата површина преку користење на различните нонел детонатори со различни временски милисекундни интервали на забавување.



а.)



б.)

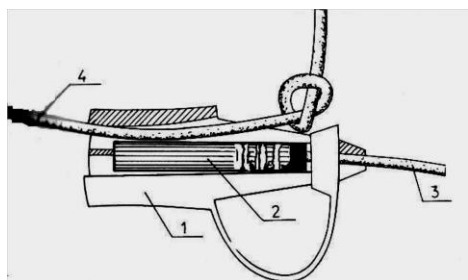
Сл. 2.9 Snapline - спојници во различни бои со различни временски забавувања, (а), спојница со поврзани три нонел цевчиња (б)

За почетно иницирање на серијата поврзана со Нонел - систем за иницирање се применуваат Стартни блокови - стартери.

□ **Стартерите** се наменети да го примаат импулсот од правецот на иницирање и истиот да го пренесат преку нонел цевчињата кои понатаму вршат активирање на Нонел цевчињата низ целата серија и детонаторите во дупчотините.

Стартните блокови се конструирани од тврда пластика во чија што средина се поставува мал детонатор со сила 1/3 од детонаторот бр.8, а околу него низ четири отвори може да се провлечат од 1 до 8 Нонел цевчиња кои се во директен контакт со детонаторот.

Овие стартери се обележани со ознаки и тоа: - моментните со **UB-0** - милисекундните со **UB 17** и **UB 25**.



а.)



б.)

Сл. 2.10 Стартер - стартен блок: (а)

1-тело на стартниот блок со поставен детонатор, 2-детонатор со сила 1/3 од кап. бр.8, 3-доводна Нонел цевка, 4-одводна Нонел цевка или детонаторски фитил, (б) - нонел цевкички и конектори (стартери)

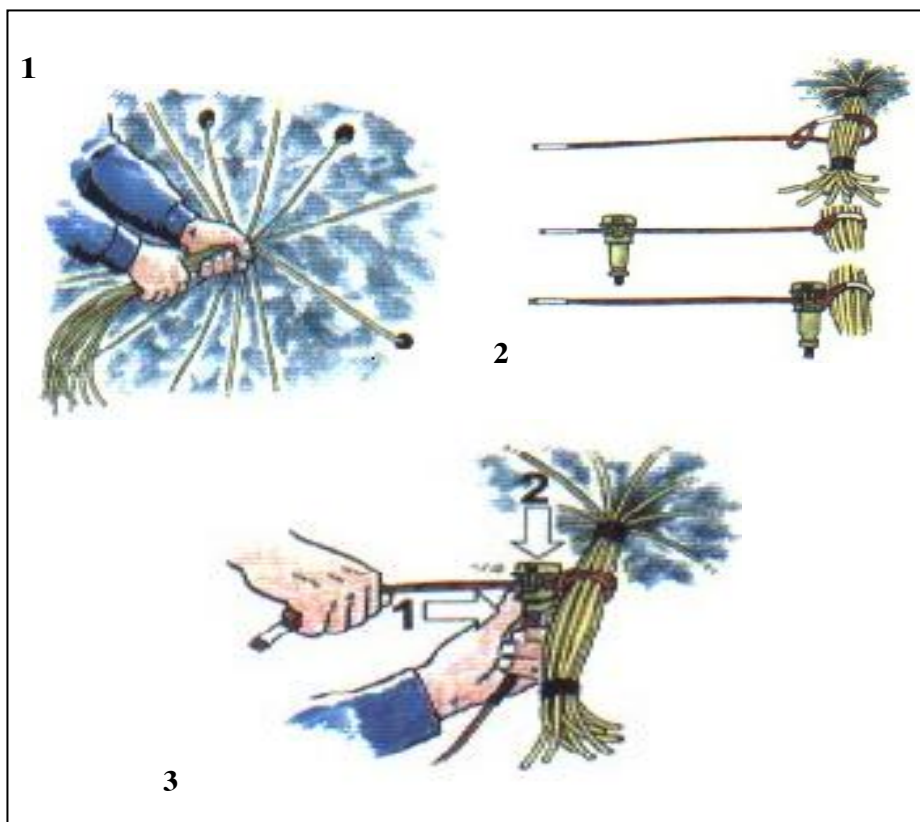
За да не дојде до грешка или превид, стартните блокови се изработени од обоена пластика и тоа: моментните UB-0 со жолта боја, милисекундните UB 17 со сина, а UB 25 со црвена боја. Исто така, при графичкото претставување на шемата на минирање, стартерите се означени на следниот начин:

- моментните UB-0 со бели триаголници,
- милисекундните UB 17 со половина бел и половина црн триаголник,
- милисекундните UB 25 со црн триаголник.

Стартните блокови UB-0 се користат секогаш за почетно иницирање.

Минските серии со овие системи може да се активираат со примена на детонаторски каписли (бр.6. или бр.8.) и бавногорлив фитил, електродетонатор, или со специјалните стартери, динолајн калем и стартна машина за активирање кои се опишани погоре.

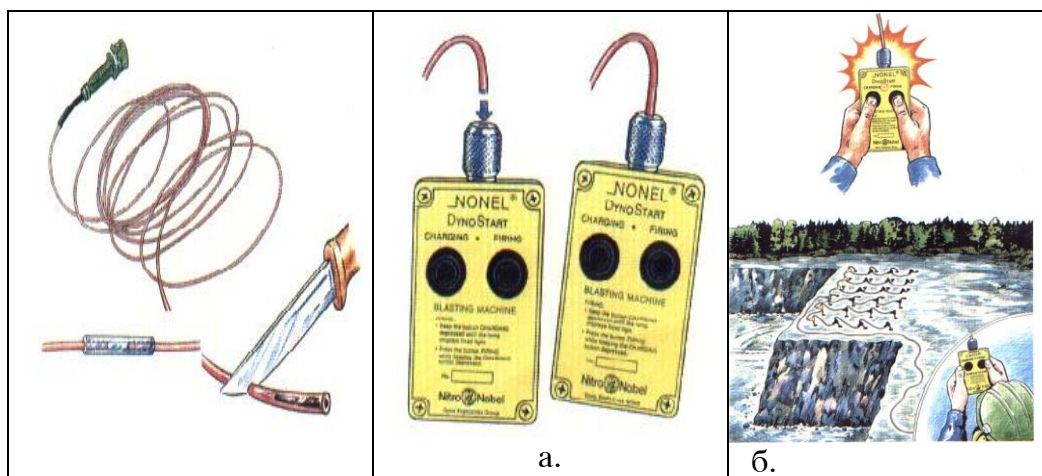
При примената на стартерите, мора од минското поле до засолништето на минерот да се растегне магистрален вод ("Dinoline ") со потребна должина, кој на крајот се поврзува со Дино - старт машина за активирање.



Сл. 2.11 Ракување со нонел елементите при поврзување

Наједноставен начин за иницирање на НОНЕЛ- системите е со помош на Динолајн (**Dinoline**) - калем. (Сл. 2.12а,б)

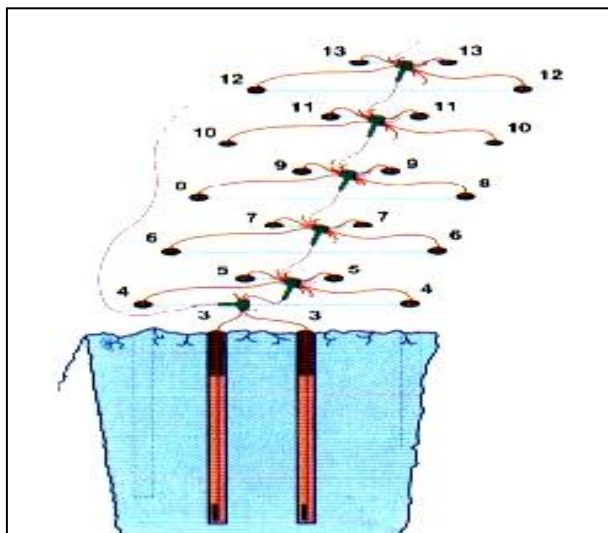
Кога полето е готово за минирање, се поврзува Динолаин - калемот кон Диностарт машината.



Сл. 2.12 Сечење на нонел - цевкичка (лево) и диностарт машина (десно)

За иницирање на полето прво се притиска на копчето “*CHARGING*” (вклучување - полнење) при што светилката на машинката започнува да свети непрекинато. После тоа, држејќи го копчето “*CHARGING*” натиснато, се притиска “*FIRING*” (Палење).

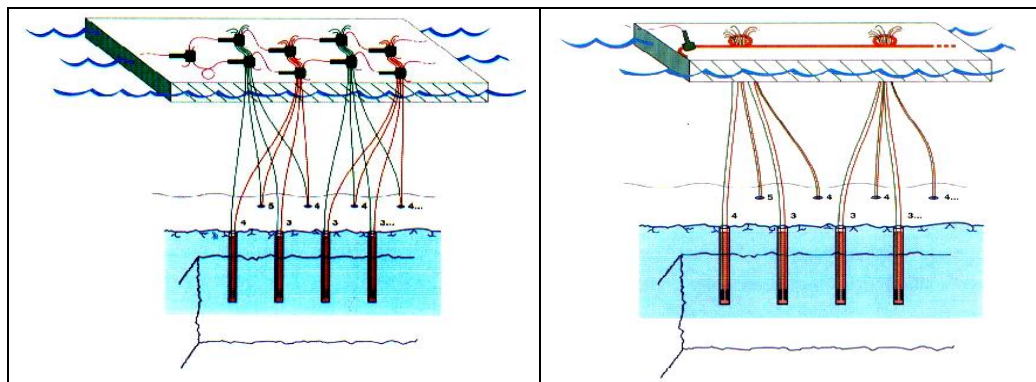
- При изработка на канали:



Сл.2.13 Поврзување на мрежа при изработка на тесен канал

Поврзувањето е направено по насока на иницирањето. Недостаток на НОНЕЛ *MS* системот при овој вид на минирање е ограничената должина на каналот, која може да биде минирана одеднаш.

- При подводни минирања:



Сл. 2.14 Шема на поврзување при подводно минирање

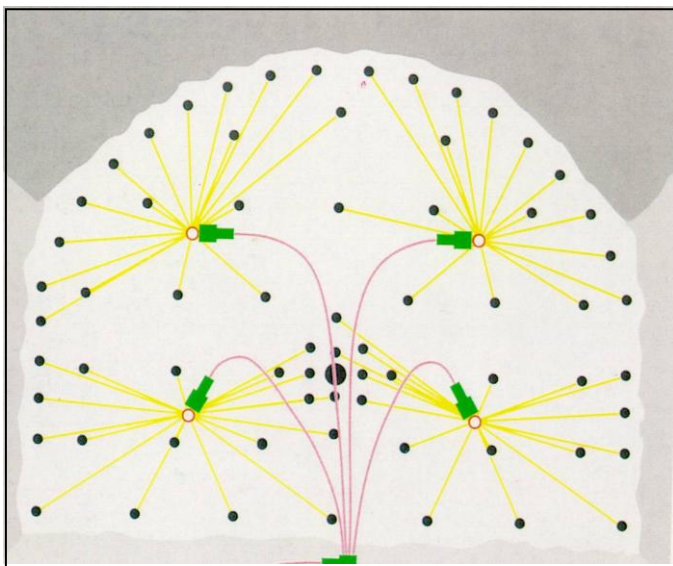
За подводно минирање се препорачува посебна варијанта на минирање со НОНЕЛ *MS* со по два детонатора на секоја дупчотина. Брановодот од детонаторите се сврзува со Snapline елементи на површината на водата. Сврзаните елементи треба да бидат монтирани на плочки од полистирол или друг материјал. За иницирање на подводното минирање се препорачува двоен начин на сврзување (како едноподруго, така и паралелно).

- Минирања при изработка на тунел

При минирање во подземни услови, многу е важно интервалот на забавување да е доволно голем, за да се осигури можноста на карпестиот масив да биде отфрлен од челото. **Nonel LP** е серија на детонатори, разработена за минирање во подземни услови - простории, а може да се користи при изработка на тунели, окна, сипки и др.

Поврзување со кориснење на групен поврзувач (Bunch Connector) - е најлесниот и најбрзиот начин на поврзување на **LP** серијата во подземни услови и тоа во групи. За таа цел се користат специјални поврзувачки елементи, наречени групни поврзувачи (**Bunch Connectors**). (Сл.2.13.)

Нонел-цевчињата од минските дупкотини се поврзуваат во групи од максимално 20-цевчиња во секоја од нив. Групниот поврзувач се поврзува кон секоја група цевки со помош на делот од детонаторскиот фитил, фиксиран кон групниот поврзувач. Крајот на групниот конектор е поврзан со Snapline 0, при што мрежата е готова за иницирање.



Сл. 2.15 Поврзување со групен поврзувач при изработка на тунел

Наместо групен поврзувач (конектор), може да биде користен и детонаторски фитил, при што одделните групи Нонел цевки се поврзуваат заедно со помош на детонаторски фитил. Детонаторскиот фитил се обвива околу секоја група на цевки и се заврзува во јазол.

Овој метод бара големо внимание и прецизност, бидејќи постои ризик ударниот бран од детонаторскиот фитил да ги прекине Нонел цевките, без да ги иницира.

- **Чување и складирање**

Нонел детонаторите треба да се чуваат на ладно и суво место, во складови подготвени за таа цел. Нонел цевката се состои од пластичен материјал. Влагата што може да влезе во Нонел цевката може да влезе и во детонаторот и да влијае на дејството на пиротехничкиот состав на забавувачкиот елемент и прецизноста на детонаторот.

Поради таа причина, секој Нонел детонатор се пакува вакумиран во пликови од алуминиумска фолија. Нонел детонаторите во неотпакувана кутија може да се чуваат до 2 години од датумот на производството, означен на пакувањето.

Продуктите во отворени алуминиумски пликови треба да бидат искористени во рок од 30 - 90 дена во зависност од климатските услови.

- **Основни практични правила за работа со Нонел системот**

Нонел системот не може да биде проверен со инструменти. Поради таа причина од исклучителна важност е да се постигне добра организација на сврзување на шемата, при што е потребна добра визуелна контрола.

Пред поврзување: треба да се користи Нонел детонатор со должина на цевчето, соодветна на длабочината на дупчотината и на растојанијата меѓу нив. Тоа ќе го олесни зарежувањето и сврзувањето на мрежата, ќе ја олесни контролата и ќе ги намали трошоците.

Кога ќе се отвори пликот не треба да дојде до нарушување на Нонел цевчето. Се проверува дали Нонел цевчето има јазли и прекинувања. Ако Нонел цевчето е оштетено, детонаторот не треба да се користи.

Поврзување на Нонел-системот: Поврзувањето на соединувачките елементи треба да е што поблизу до дупчотината. Тоа ќе го олесни проверувањето на полето. Должината на цевката меѓу конекторите треба да е најмалку 0,6 метри.

Треба да се провери цевчето да не е оштетено со неговите соединувачки елементи. Доколку е оштетено не треба да се користи. Мрежата на поврзување на површината на минското поле треба да е најкратка, но да не е оптегната.

После поврзување на мрежата: Треба да се провери дали шемата на врзување е правилно врзана и дали сите детонатори се поврзани во системот. Многу е важно главната Нонел-линија да не е прекината. Ако полето биде иницирано со електричен детонатор, тој треба да се поврзе кога целиот систем е потполно подготвен за минирање.

Детонаторот со којшто се иницира Нонел-системот, треба да биде заштитен од моментот на поврзување до моментот на минирање. Тоа може да биде направено со покривање со прирачни средства од теренот како што се тенки дрвца, празни кутии, хартии и др.

2.3 Ударни патрони

2.3.1 Функција на ударниот патрон

Ударниот патрон претставува одредено количество на експлозив со различна форма и тип, подготвен со некое средство за иницирање.

Ударниот патрон има за цел да изврши пренос на детонацијата на главното минско полнење за потполна детонација, со максимална брзина и сигурност, преку познатите средства и системи за иницирање.

Ударниот патрон се поставува пред самото полење (поставување) на експлозивот во самата дупчотина. Подолу се прикажани повеќе начини на подготвување на ударни патрони во зависност од расположливите средства за иницирање, типот на експлозив и методата на минирање.

Во една минска дупчотина обично се поставува еден ударен патрон најчесто на дното од дупчотината (подигнат од дното за 30 - 50 cm), а во некои случаи во зависност од висината на столбното полнење може да се постават два или три ударни патрони.

Исто така, поголем број ударни патрони може да се постават и при раздвоено (дисконтинуирано) експлозивно полнење при што секој ударен патрон го иницира соодветниот столб на експлозивно полнење со ист или со различен временски интервал.

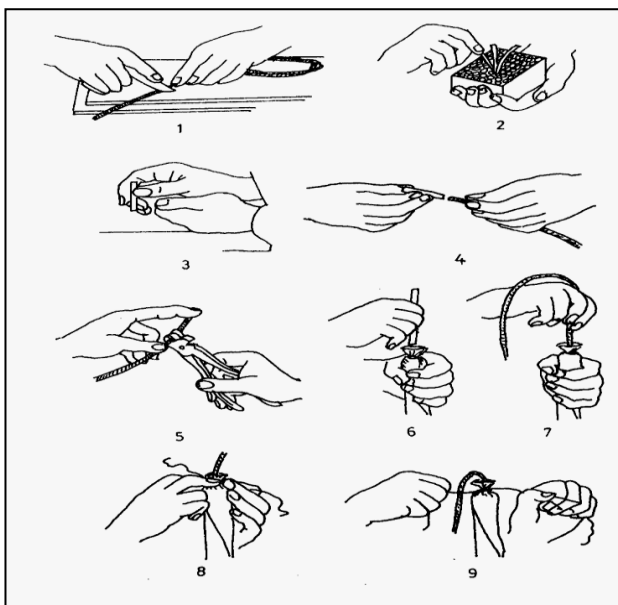
2.3.2 Начин на подготовка и типови на ударни патрони

Подготовката на ударен патрон со бавногорлив фитил и рударска каписла се врши на тој начин што прво се сече потребната должина на фитил на дрвена подлога, едната страна рамно која се става во капислата а на другата страна се засекува косо за да има поголема површина од јадрото на барутот и служи за палење на фитилот со минерски кибрит.

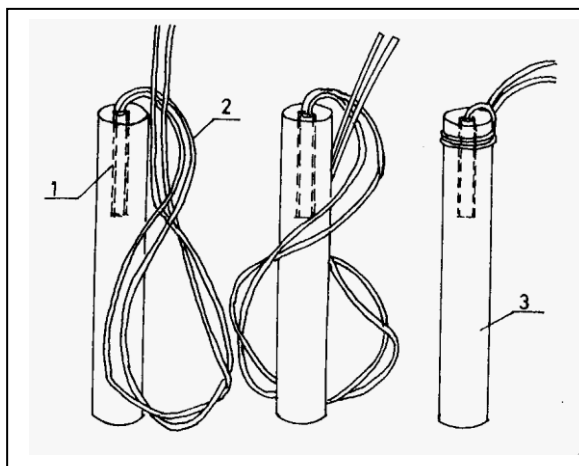
За подготовка на ударен патрон се користат сите средства за иницирање што се спомнати во претходните глави а како експлозив се користи најчесто патрониран АН - експлозив со различна форма, тежина и димензии.

На слика 2.16 прикажано е спојување на бавногорлив фитил и каписла бр. 8. кое се врши со специјална минерска рударска клешта.

Подготвената каписла со фитилот се става во патронот од експлозивот во дупка која се прави со дрвено шило, а потоа се подврзува за да не може да се извлече капислата од патронот.

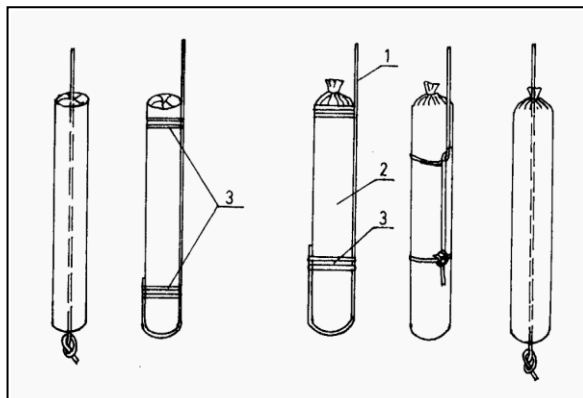


Сл. 2.16 Подготовка на ударен патрон со каписла и бавногорлив фитил:
1-сечење на фитилот, 2,3, подготовка на рударска каписла, 4-ставање на фитил во каписла, 5-спојување со минерска клешта, 6,7, 8 и 9 -ставање на капислата со фитилот во патрон експлозив



Сл. 2.17 Подготовка на ударен патрон за електрично палење мини
1-електродетонатор, 2-електроспроводници, 3 - патрон експлозив

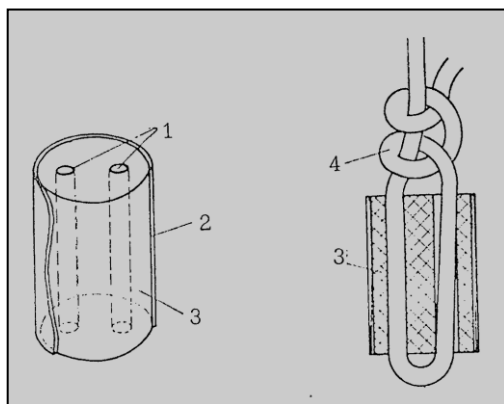
При подготовка на ударен патрон за електрично палење на мини за да не се извлече патронот се прави јазол (се врзува) со електроспроводниците.



Сл. 2.18 Подготовка на ударен патрон со детонаторски фитил

1 - детонаторски фитил, 2 - патрон експлозив, 3 - изолир - лента

Ударен патрон само со детонаторски фитил се подготвува така што фитилот треба сигурно да биде споен со патронот од експлозивот, може да поминува низ патронот, да се врзе патронот со фитилот или да се прицврсти со леплива лента.



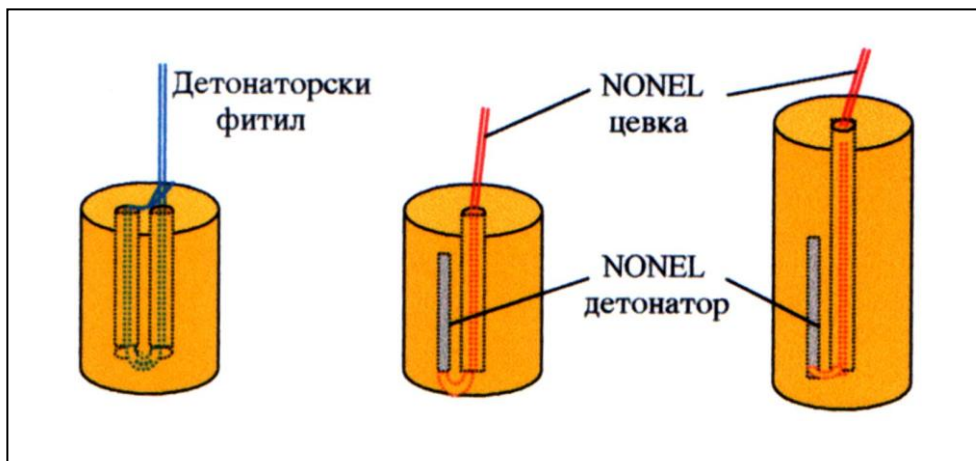
Сл. 2.19 Засилувач (бустер) при поврзување со детонаторски фитил

1-отвор за детонаторскиот фитил, 2-обвивка, 3-пентолит (тнт), 4-јазол

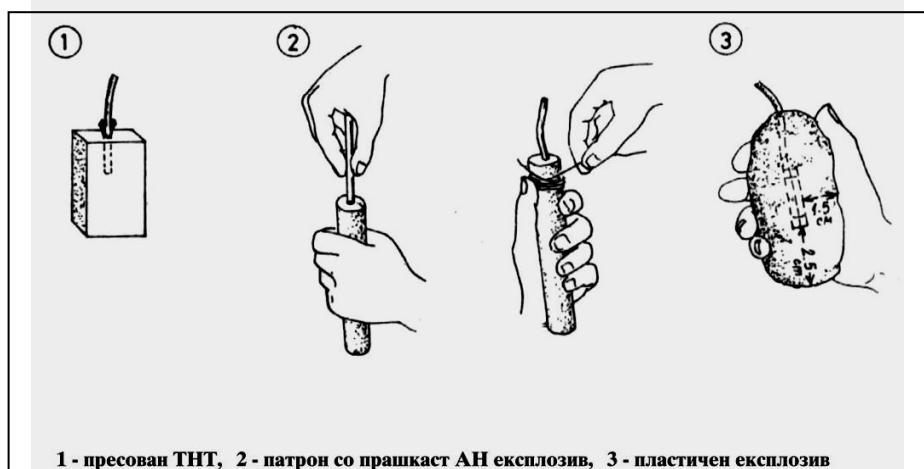
Ако како ударен патрон се користи засилувач (бустер) за минирање со експлозивни смеси или експлозиви кои се послабо детонациски осетливи, детонаторскиот фитил се провлекува низ отворите на засилувачот (има два отвора) и се врзува во јазол. (Сл. 2.19 и 2.20)

Ударните патрони во минско полнење по длабочина на дупчотините можат да бидат поставени: **на дното, во средина или во горниот дел.**

Ако иницирањето на минското полнење е одозгора падот на притисокот во карпестиот масив брзо се намалува, а ако иницирањето е одоздола напрегнувањето во масивот подолго трае во однос на почетокот на детонацијата. При иницирање одоздола, поголем е коефициентот на искористување на енергијата од експлозивот и затоа треба овој начин во праксата и пошироко да се применува зашто е практично и научно потврдено.



Сл. 2.20 Начин на поставување на детонаторски фитил и нонел детонатор во засилувач - бустер



Сл. 2.21 Типови на ударни патрони во зависност од формата на експлозивот

3.0 ПОИМ ЗА ЕКСПЛОЗИЈА И ЕКСПЛОЗИВНИ ПРОЦЕСИ

Експлозија е физичко - хемиски процес при кој се одвива целосно - брзо преобразување или ослободување на енергија. За да се нарече некој процес експлозија битна е ослободената количина на енергија, односно важни се два параметри: количината на ослободена енергија и времето.

Процесите при кој се ослободува голема количина на енергија во единица време се јаки експлозии, бидејќи ослободената енергија во единица време ја претставува снагата на експлозивот. При експлозија на еден килограм индустриски експлозив се ослободува 3000-6000 kJ/kg, и тоа е јак експлозив бидејќи оваа количина на енергија се ослободува за време кое се мери во илјадити дел од секундата.

Наспроти ова, при согорувањето на еден килограм јаглен се ослободува 39000 kJ/kg, или кај керозинот 47000 kJ/kg, но тоа не е експлозија бидејќи за да се ослободи ова количина на енергија потребен е подолг временски период.

Експлозиите по природа се делат на: физички, хемиски и нуклеарни.

Кај **физичките** експлозии доаѓа само до физичко ослободување или преобразба од еден вид на енергија во друг, без никакви други реакции кои би влијаеле на промената на хемискиот состав на некоја материја. Таков вид на експлозии се експлозијата на сад под притисок, удар на метеор и др.

Хемиска експлозија е процес на претворање на хемиската енергија на некоја материја во топлотна при некоја хемиска реакција. Тоа се такви реакции при кој доаѓа до ослободување на топлинска енергија а продуктите на реакцијата се во гасовита состојба. Вакви врсти на експлозиви се користат во рударството за дробење на карпестите маси. За успешно дробење на карпестата маса важно е хемиската реакција да се одвива со голема брзина (процес на детонација), да се ослободи што поголема количина на гасови и да се ослободи повеќе топлина. Така се остварува ударното дејство на експлозијата и се обезбедува целосно зголемување на притисокот на гасовитите продукти на реакцијата, под чие дејство се дробат карпестата маса.

Нуклеарна експлозија е процес на претворање на нуклеарната енергија во топлинска при нуклеарна реакција. Нуклеарните реакции се најјаки експлозивни процеси познати до сега, бидејќи се ослободува голема количина на енергија во единица време од сите други познати наброени експлозии.

3.1 Хемиски експлозивни процеси

Хемиската експлозија представува процес на нагло хемиско разложување на експлозивните материи. Тие се трансформираат во гасовита состојба и притоа се ослободува топлинска енергија. Максималната брзина на реакцијата, количината на топлинската енергија и количината на гасовите кои се ослободуваат при реакцијата, зависат од хемискиот состав на експлозивните материи. Меѓутоа, на вистинската брзина на процесот на хемиските реакции, покрај хемискиот состав на експлозивните материи имаат влијание и условите во кои се изведуваат реакциите. По хемиски состав една иста материја, може да има различна брзина на разложување зависно од условите под кои се изведува реакцијата.

Под услови во кои се изведуваат реакциите овде се подразбираат: начинот на иницирање или силата на иницијалниот импулс односно енергија на иницирање, дејството на работната средина на експлозивната материја (влага, притисок на водата, надворешна температура), начинот на припрема на експлозивната материја за реакција итн. Различни брзини на разложување даваат различна количина на ослободена енергија во единица време односно различна моќ на експлозиите. Поради тоа при хемиските процеси на разложување на експлозивните материи, според брзината на разложување и останатите карактеристики може да се остварат три различни случаи и тоа: **горење, дефлаграција и детонација.**

- На **горење** или согорување се изложени сите експлозивни материи. Развојот на ваквиот процес на разложување кај современите експлозивни материи најчесто се одвива поради недоволната енергија на активирање или изложување на отворен пламен. Горењето е процес на трансформација на материјата од тврда во гасовита состојба со ослободување на топлина.

Според надворешните својства, согорувањето на експлозивите е исто како и согорувањето на горивата, со таа разлика што горивата согоруваат користејќи кислород од воздухот, додека согорувањето на експлозивите може да се изведува без присуство на воздух, за сметка на кислородот од сопствениот хемиски состав. Разложувањето на експлозивите во процесот на горење се изведува со многу мала **брзина од неколку mm/s до повеќе mm/s.**

При горење ослободените гасови бавно се движат над зоната на горење, пренесувајќи ја најголемата количина од ослободената топлинска енергија, при што притисокот во зоната на горење е минимален. Поради тоа, горењето може да се смета како изобарски процес.

- **Дефлаграција** или брзо горење е процес на разложување на експлозивните материи со помала брзина од брзината на звукот во експлозивната материја, односно околу **1300m/s**. Дефлагрантно реагираат оние експлозиви кои поседуваат таков хемиски потенцијал. Таквите материи се нарекуваат дефлагрантни експлозиви или експлозивни материи. Дефлагрантно можат да реагираат и експлозивни материи кои по хемиски состав се способни да детонираат, ако иницијалниот импулс е слаб или ако влијанието на работната средина врз експлозивната материја е изразено, за да може да предизвика промена во физичко-хемискиот состав на експлозивот или да ја намали температурата на експлозијата. При дефлагрантен процес се создава притисок само во внатрешниот простор во кој експлозивната материја реагира. Тој зависи од волуменот на просторот во кој се одвива реакцијата, количината на ослободените гасови и количината на ослободената енергија т.е температурата на гасовите ослободена при експлозијата.

- **Детонација** е процес на разложување т.е согорување на експлозивната материја со брзина поголема од брзината на звукот во експлозивната материја т.е. брзина од **1300 m/s** до **10 000 m/s**. Експлозивните материи кои можат да детонираат (да се разложуваат со процес на детонација) се нарекуваат бризантни експлозиви. Брзината на разложување на експлозивните материи при процесот на детонација се нарекува детонаторска брзина (или брзина на детонација).

За секоја бризантна експлозивна материја производителот дава податоци за брзината на детонација, одредена со теоретски пресметки или со експериментални мерења на полигони со одредени услови на детонација. Таквата брзина претставува максимална брзина на разложување на некои експлозивни материи, додека во реални услови на употреба на експлозивот таа често може да биде и помала во зависност од повеќе фактори.

Детонацијата е надзвучен процес и поради надзвучната брзина на материјалните честички секогаш е следена со силни звучни ефекти во атмосферата. Поради големата брзина на процесот на разложување, процесот се изведува во првобитниот волумен што го поседувала експлозивната материја, поради што детонацијата има својства на изохорски процес со многу висок притисок во зоната на детонација.

Во рударската терминологија многу често се употребува терминот **експлозија** како термин кој означува бурна реакција на експлозивот.

Според погоре објаснетите процеси, под експлозија се подразбираат процесите на брза реакција на експлозивот како што се дефлаграцијата и детонацијата.

3.2 Поим за индустриски експлозив

Под експлозив во принцип се подразбира материја која има способност да експлодира под дејство на надворешен импулс т.е да реагира хемиски и да се разложува со голема брзина, создавајќи притоа големи количини на гасови и топлинска енергија. Тоа се материи кои во својот состав ги содржат сите неопходни елементи кои се важни за изведување на хемиските реакции во затворен простор (без присуство на кислород од воздухот).

За да може одредена материја да се употреби како експлозив во индустријата, истата мора да исполнува одредени технички услови:

1. Експлозивната материја за да може да се употреби за минирање мора да поседува способност за ослободување на енергија и одредена количина на гасови во единица време над некои одредени граници т.е да има минимално разорно дејство потребно за разорување на материјалот кој се минира.

Поради недоволната разорна моќ, масовната употреба на црниот барут во рударството е намалена и покрај тоа што тој претставува прва експлозивна материја која е употребена во рударството.

2. Гасовите кои се добиваат при експлозијата не смеат да ја загрозуваат околината т.е. материјата при својата реакција не смее да создава отровни гасови. За да биде исполнет овој услов експлозивната материја мора да има соодветен биланс на кислород. Експлозивите со несоодветен биланс на кислород се забранети за употреба во подземната експлоатација.

Поради тоа голем број на експлозивни материи и воени експлозиви не можат да се употребуваат во рударството, таков е тротилот бидејќи има изразен негативен биланс на кислород.

3. Експлозивната материја мора да биде доволно безбедна за ракување и употреба. Во минатото се случувале многу несреќи поради употребата на несигурни експлозивни средства. Затоа е напуштена употребата на течниот кислород, кој е многу поефтин и еколошки прифатлив експлозив. Употребата на течниот нитроглицерин исто така има предизвикано многу несреќи.

Современата технологија на експлозивите има за цел постојано усовршување на постојните и пронаоѓање на нови експлозиви со зголемена стабилност и безбедност при нивната употреба.

4. Експлозивната материја мора да има прифатлива цена. Одредени соли на жива, сребро и злато се силни експлозивни материји, но нивната цена е многу висока. Наспрема нив, во рударството многу е раширена употребата на АНФО смесите, бидејќи имаат прифатлива цена по единица ослободена енергија, иако тие се едни од најслабите современи експлозивни материји.

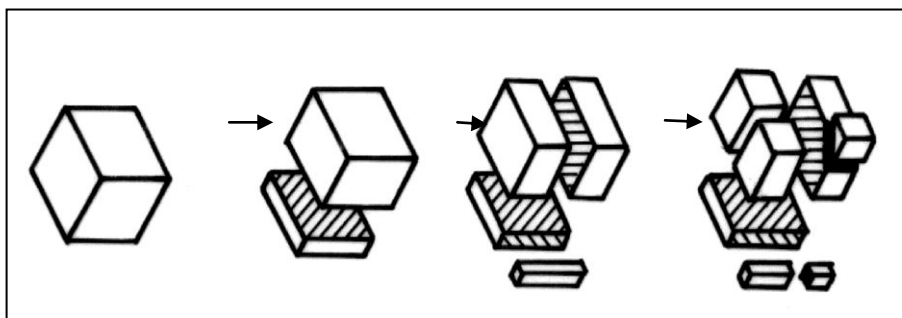
Денес се произведуваат голем број на експлозивни материји кои се употребуваат како експлозиви во индустријата, тие главно се разликуваат по хемискиот состав, агрегатната состојба, релативната конзистенција, начинот на употреба итн.

Раздробувањето на карпест масив при експлозија на одредено количество експлозив се врши под дејство на ослободената енергија од експлозијата.

При механичкото (примарно) дробење исто така потребна е одредена количина на енергија за раздробување на парчето на помали димензии (сл.40).

Оваа енергија врши одредена работа во карпестиот масив и на пооделни парчиња, а се троши за:

- ◆ дробење на карпите околу експлозивното полнење,
- ◆ проширување на постојните пукнатини и формирање нови пукнатини и прслини,
- ◆ придвижување (отфрлање) на карпестата маса на одредено растојание,
- ◆ раздробување на парчиња (со различни големини и форми) со формирање на нови површини.



Сл. 2.22 Раздробување на парче со формирање на нови површини

Количината на енергијата создадена при експлозијата која се пренесува во карпест масив, зависи од односот на импедансите на експлозивот и карпестиот масив. Оваа теорија ќе се објасни во подточката за одредување на соодветен тип на експлозив.

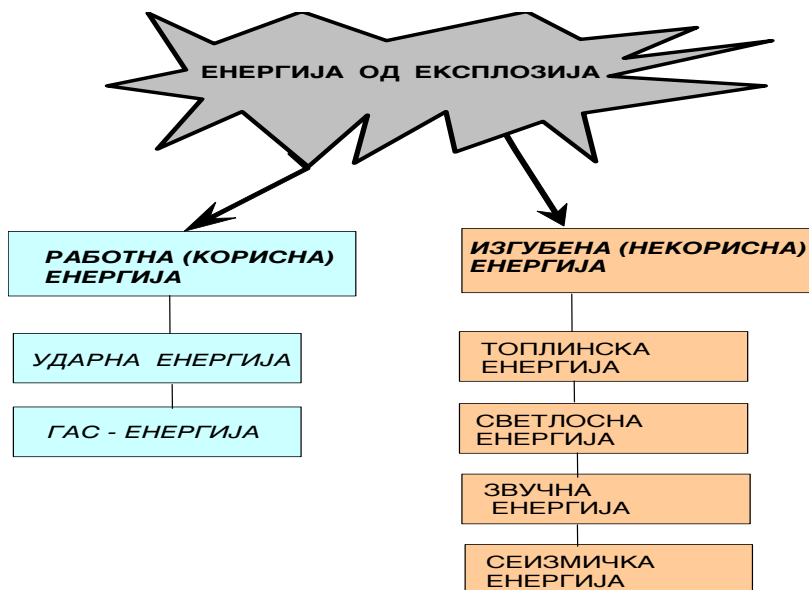
3.3 Механизам на експлозија

Експлозијата е физичко - хемиски процес при кој се ослободуваат гасовити продукти и енергија. При активирање на одредено количество експлозив доаѓа до експлозија која се манифестира преку изразен звучен ефект, кој се јавува како резултат на брзото (нагло) хемиско разложување на компонентите од експлозивот.

При овој процес се ослободува и развива висока температура и притисок, кои се манифестираат преку појава на гасови, како продукт од експлозијата.

Појавата на гасови под притисок, кој е многу поголем од притисокот на околната средина, предизвикува ширење и ослободување на гасовите и притисокот во околната средина при што топлотната и механичката енергија се претвораат во механичка работа која всушност врши раздробување на околниот карпест масив. (сл. 2.23)

Енергијата од експлозијата се троши (ефективна енергија) за дробење и растресување на карпестата маса и дел од енергијата која се губи неповратно или т. н. некорисна енергија.



Сл. 2.23 Шематски приказ на распоредување на енергијата од експлозија

Карактеристично за експлозијата е брзината со која се ослободува енергијата од експлозивот. Ослободената енергија во единица време претставува снага на употребениот експлозив.

За време на детонацијата на бризантните експлозивни фронтот на ударниот бран се манифестира со високи вредности на детонаторскиот притисок т.н. шок- енергија или *шок- притисок*.

Оваа ударна енергија е со повисок притисок од притисокот на гасовите кои настануваат покасно во следните милисекундни интервали од дејството на експлозијата.

Во многу краток временски интервал после максималните вредности на детонаторскиот притисок, се манифестира притисокот на гасовите продукти од експлозијата.

Вредноста на оваа енергија од гасовите која се манифестира после ударниот детонаторски притисок е поголема кај бризантните експлозивни во споредба со дефлагрантните експлозивни.

Дејството на шок - енергијата временски е пократко во споредба со притисокот од гасовите што се манифестира покасно. Оваа енергија учествува со **10 - 15%** во вкупната корисна работна енергија при експлозијата.

Енергијата добиена од притисокот на гасовите учествува со **85 - 90%** во вкупната корисна работна енергија што се добива при експлозија.

При експлозија на дефлагрантните експлозивни (пр. црн барут), како продукт на детонација се јавува само притисокот на гасовите односно создадената енергија од гасовите.

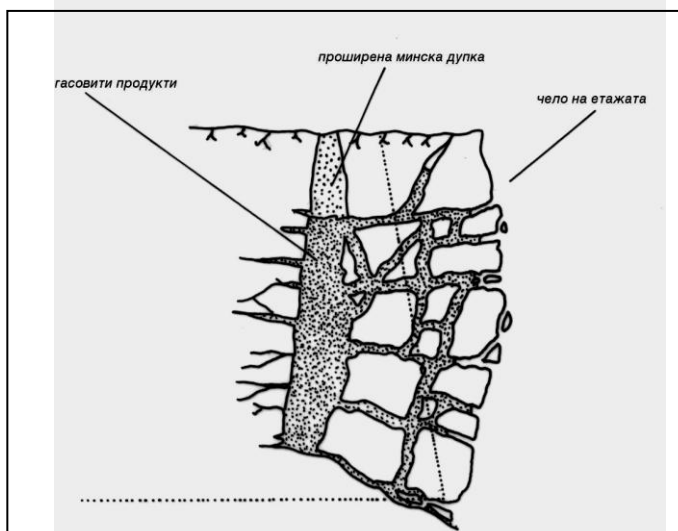
При разлагањето на експлозивот во многу краток временски интервал, создадената потенцијална енергија се трансформира во механичка работа.

На сидовите од минската дупчотина дејствува ударна енергија која предизвикува ударни бранови кои се пренесуваат во карпестиот масив.

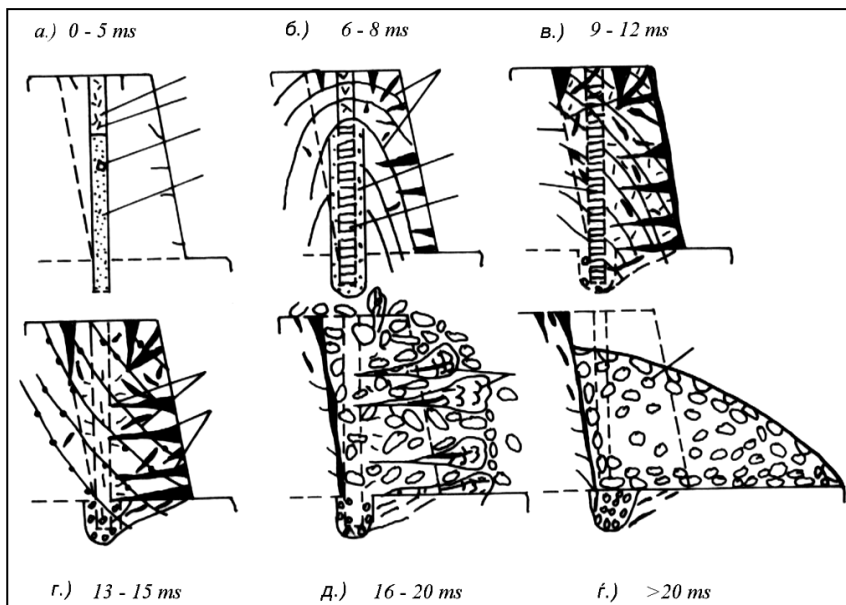
Како резултат на ова динамичко дејство се формираат ударни бранови кои се трансмитираат во околниот карпест масив со брзина од **3000 - 6000 m/s** во зависност од типот и карактеристиките на карпите и експлозивот.

Ако геометриските параметри на минската серија се оптимално пресметани, а исто така и физичко - механичките карактеристики на карпестиот масив во однос на минерско - техничките карактеристики на експлозивот се во добар сооднос, тогаш карпестиот масив ќе биде раздробен и оттргнат напред од косината на етажата.

Дејството на гасовитите продукти честопати по некои автори се нарекува и притисок на експлозија.



Сл. 2.24 Распространување на гасовите низ формираните пукнатини



Сл. 2.25 Дејство на експлозивно полнење во карпест масив во различни временски интервали

Гасовитите продукти создадени од дејството на експлозија, со голем притисок и брзина продираат низ формираните пукнатини, создаваат нови или ги прошируваат постоечките. Под нивно дејство, минираната маса се придвижува и оттргнува од косината на етажата (сл. 2.24).

Гасовитите продукти излегуваат во атмосферата низ најшироките пукнатини поврзани со слободните површини.

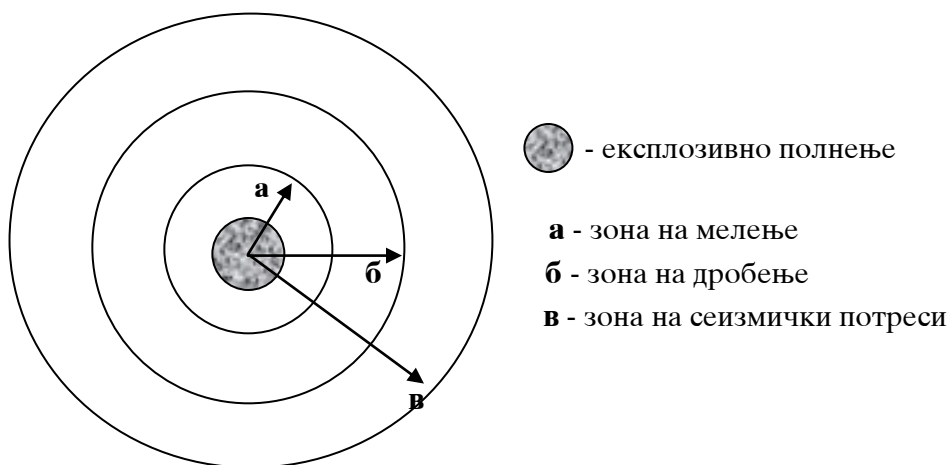
При оваа физичко дејство можни се и разлетувања на парчиња во околниот простор и се јавува звучен ефект како резултат на промена на брзината на движење на ударниот бран и брзиот пад на притисокот кој се изедначува со атмосферскиот за многу краток временски интервал.

3.4 Дејство на експлозијата во неограничена и ограничена средина

- дејство во неограничена средина -

Дејството на експлозија на мина во **неограничена**, хомогена средина не достигнува до ни една слободна површина што значи дејството на оваа експлозија не се забележува.

Дејството се јавува подеднакво во сите правци со еднаква сила така што бранот од експлозијата се распространува концентрично околу минското полнење (сл. 2.26).



Сл. 2.26 Зони на експлозија во неограничена средина

Овие мини се нарекуваат мини со "внатрешно дејство" а проширувањето што се јавува при тоа "котел" или "камуфлет".

Ваква појава настанува кога ЛНО е многу поголема од снагата на експлозивот изразена преку радиусот на дејство R ($W \gg R$). Слично дејство се јавува и при појавата на **земјотреси** кога епицентарот е во длабочината на земјината кора и се изразува (јавува) на површината на земјата само како дејство на сеизмички потреси со различен интензитет (МЦС, Рихтер - скала).



- дејство во ограничена средина

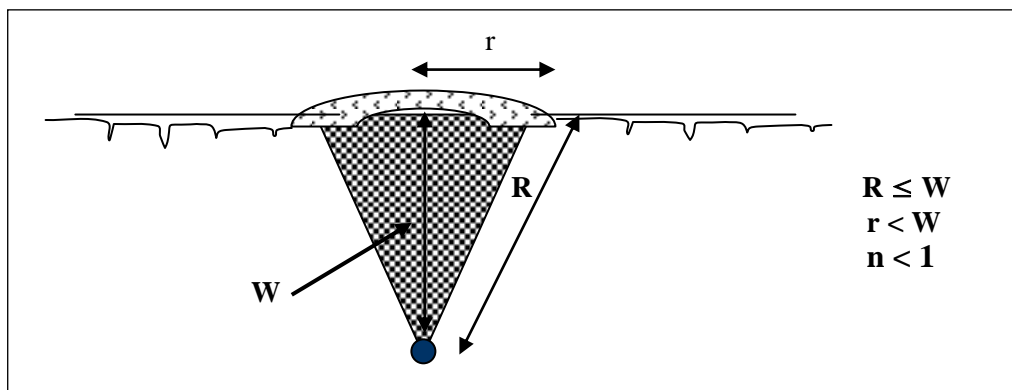
При минирање во цврста хомогена средина (ограничено дејство) **ограничена** со една или повеќе слободни површини, промените на површината можат да се јават во три облика во зависност од односот помеѓу радиусот на дејство на експлозивот R и линијата на најмал отпор W .

I случај:

левкасџа (конусна) зона на раздробен материјал кој осџанува во кониџуриџе на левакоџ (расџресено деџџџво, ослабен левак - конус)

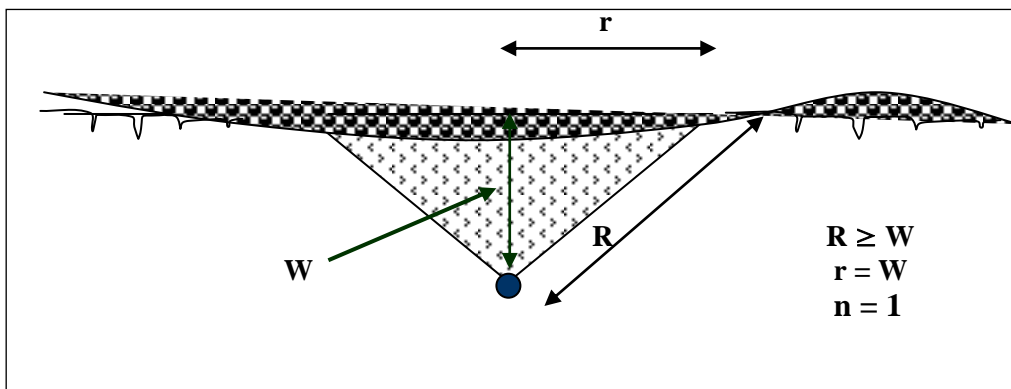
n - показател (индикатор) на дејство на експлозијата

 - растресен материјал ;  - растресен и раздробен материјал

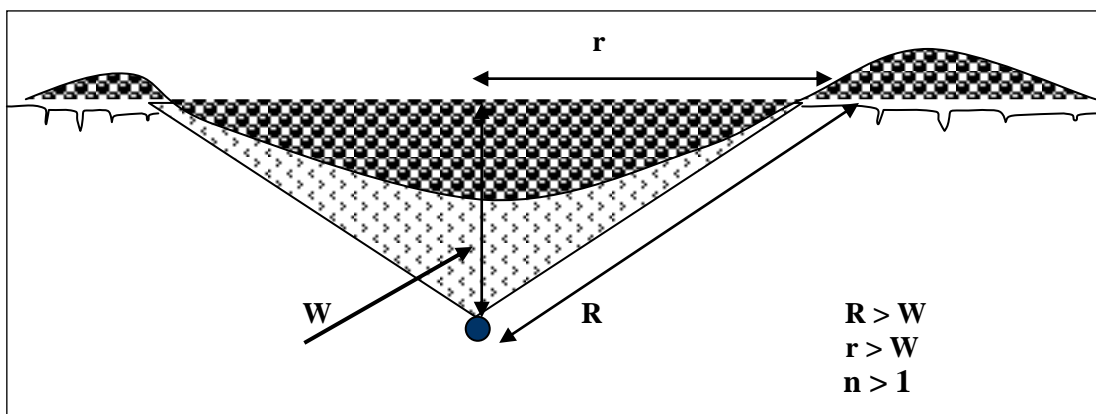


II случај:

левкасиа зона на раздробен материјал каде материјалот делумно ќе биде отфрлен надвор од контуриите на левакот (распресено и отфрлувачко дејство, нормален левак - конус)

**III случај:**

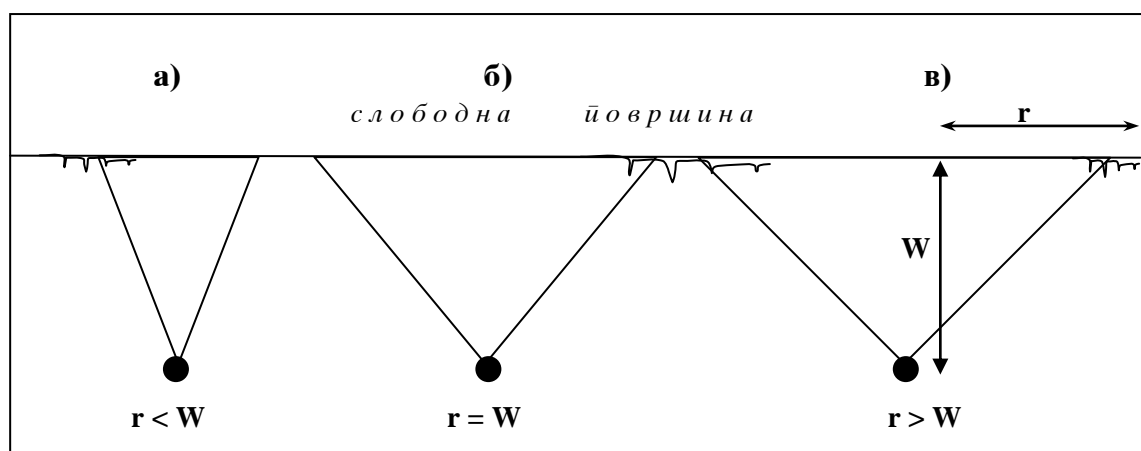
левкасиа зона каде покрај раздробување на материјалот доаѓа и до негово отфрлање од контуриите на левакот во поголем обем (отфрлувачко дејство, појачан левак)



☐ - распресен материјал ; ☒ - распресен, раздробен и отфрлен материјал

Во зависност од соодносот $r / W = n$, се разликуваат погоре објаснетите случаи. Исто така во зависност од вредноста на "n" се разликуваат следните случаи:

- експлозивни полнења со $n < 1$ се користат за растресување при минирања кај меки карпи со $f < 6$,
- експлозивни полнења со $n = 1$ најмногу се користат при експлоатационите методи на минирања во **рударството** и
- експлозивни полнења со $n > 1$ исто така се користат во рударството и градежништвото зависно од целта и методата на минирање.



Сл. 2.27 Шематски приказ на типови на кратери - леваци (конуси)
 а - ослабнат левак, б - нормален левак, в - појачан левак

4.0 ОСНОВНИ ДУПЧЕЧКО - МИНЕРСКИ ПАРАМЕТРИ

Цел на секое минирање е со примената на експлозив цврстиот карпест масив, кој се наоѓа во природна состојба, да се раздроби (искрши), до одредена гранулација.

Со самото постоење на многу промени поврзани за локалните микро карактеристики на карпестата маса, при пресметката за минирање на карпите треба да се има секогаш во предвид дека **методологијата на пресметката на сите дупчечко - минерски параметри при минирање, се прави за одредени просечни услови.**

За конкретен локалитет (блок или етажа) пресметката на параметрите е почетна 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.

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 енергија 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).

Дали ќе се случи раздробување на карпестиот масив и со каков интензитет на дробење (предизвикано при детонирање на одредено количество експлозив), зависи од повеќе фактори (параметри) од кои секако најзначајни се:

- Физичко - механичките карактеристики на работната средина или т.н. *параметри на карпиите.*
- Минерско - техничките карактеристики на експлозивот или т.н. *параметри на експлозивот.*
- Распоредот на минските полнења, начинот на иницирање, конструкцијата на експлозивното полнење, количината на експлозив, наречени *параметри на минска серија.*

Физичко - механичкиите карактеристики на работната средина, посебно се обработени во поглавјето ДУПЧЕЊЕ. Овие параметри на карпите се од природен карактер или т.н. внатрешни фактори. Врз овие фактори не може битно да се влијае т.е надворешно влијание и нивна минимална промена на некои својства е само при изведување на минерски и други инженерско - технички работи.

Минимизирање на нивното влијание може да се постигне само со нивно претходно дефинирање, мерење или научна проценка за величините и карактерот, во зависност за кое својство се работи. Овие фактори всушност, се почетен репер за понатамошни техничко - технолошки испитувања и дефинирање на параметрите на експлозивот и на минската серија.

Параметриите на експлозивот се од таков карактер преку кој можат да се вршат бројни лабораториски испитувања и практични истражувања во поглед на нивното позитивно и негативно влијание на раздробување на карпестите маси.

Од овие параметри во контекст на оваа поглавје, најзначајни се:

- минерско - техничките карактеристики на експлозивот,
- количината на експлозив т.е. специфичната потрошувачка на експлозив,
- специфичната импеданса на експлозивот,
- притисокот и зафатнината на гасовите и вредноста на ударниот енергетски бран.

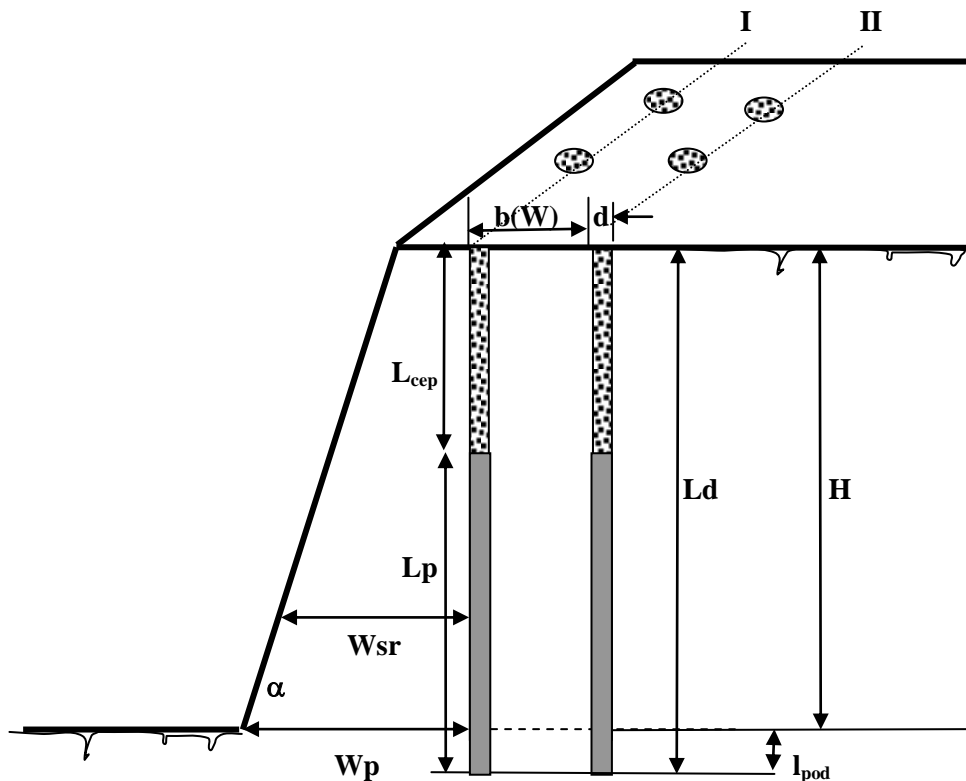
Параметриите на минската серија имаат директно влијание на раздробувањето и формирање на најразлични гранулометриски распределби а тие се:

- геометријата на дупчење, пречникот на дупчење, должината на минските дупки, линијата на најмал отпор (Л.Н.О), 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 претходно 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 од етажите, недеформирани работни површини околу минската серија, минимални сеизмички ефекти итн.

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 основните параметри за дупчење и минирање.



Сл. 2.28 Шематски распоред на дупчотини со основните параметри

4.1 Избор на пречник на мински дупчотини

Пречникот на минската дупчотина е параметар кој е од големо значење на степенот на уситнување на карпите, од кои што зависи и ефикасноста на товарно - транспортниот процес. До скоро се мислеше дека интензивно дробење при минирањето на површинските копови може да се постигне само со дупчотини со мали пречници.

Со воведувањето на повеќередните милисекундарни минирања можно е со зголемување на пречникот (во одредени услови), да се подобри квалитетот на раздробувањето и да се намалат трошоците на експлоатација. Ова се објаснува со фактот што се зголемува пречникот на минското полнење, се зголемува и времето на дејството на енергијата на разложените експлозивни на околната маса, што доведува до интензивен процес на ситнење.

Помеѓу пречникот на минските дупчотини (d) и максималните дозволени величини на парчиња во изминираниот маса (D) постои зависност која може да се изрази со односот:

$$d = k \cdot D, [mm]$$

каде:

к- коефициент на пропорционалност кој зависи од степенот на дробење на карпите и изнесува:

$k = 0,1$ - за тешко дробливи карпи

$k = 0,2$ - за средно тешко дробливи карпи

$k = 0,3$ - за лесно дробливи карпи

Во табелата 25 прикажана е зависноста при избор на пречник на минските дупчотини од структурните карактеристики на карпестиот масив.

Табела 25. Зависноста на пречникот на минските дупчотини од структурните карактеристики на карпите

Степен на блоквитост	Пречник на минска дупчотина, m
ситни блокови со средна величина на блок до $0,5 m$	100 - 150
средна блоквитост со величина на блок од $0,5-1,2 m$	150 - 200
крупни блокови и компактни карпи со средна величина на блок преку $1,2 m$	220 - 350

Пречникот на минската дупчотина може да се одреди според изразот:

$$d = \sqrt{\frac{4qmW^2H}{\pi \cdot \Delta / H + l_{pod} - l_{cep}}}, m$$

каде: d – пречник на мински дупчотини, m

Δ – коефициент на полнење на минска дупчотина

4.2 Избор на рационална висина на етажа

Висината на етажите зависи од параметрите на етажите, како и од начинот на минирање односно од обликот, висината и аголот на нагибот на изминираниот материјал.

Рационалната висина на етажа се избира во зависност од условите на сигурносна работа на товарно-транспортната механизација. Исто така оваа висина е во директна зависност е и од физичко-механичките карактеристики на работната средина. Од техничко - технолошки аспект при поголема етажа се намалуваат трошоците на дупчење и минирање и доаѓа до концентрација на работата на една кота. Висината на етажата може да се одреди по формулата на Н.В. Мељников:

$$H = 0,7B \sqrt{\frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta}{k_r \cdot \eta' [1 + \eta''] \sin[\beta - \alpha]}}, \quad m$$

каде се:

$B = 0,8(R_k + R_i)$ – ширина на изминираниот материјал, m

R_k – максимален радиус на копање на багерот, m

R_i – максимален радиус на истовар на корпа од багерот, m

α – агол на нагибот на етажата ($^{\circ}$)

β – агол на нагибот на изминираниот материјал ($^{\circ}$)

r_k – коефициент на растреситост на карпата

η' – однос на величината на линијата на најмал отпор на првиот ред на дупчотини соред висината на етажата ($\eta' = 0,55 - 0,7$),

η'' – однос на растојание помеѓу редови на дупчотини и големина на линија на најмалиот отпор.

4.3 Линија на најмал отпор (Л.Н.О.)

Линијата на најмал отпор (W) претставува најкратко нормално растојание од минското полнење до слободната површина. Линијата на најмал отпор W во подот од етажа, претставува растојание од коса минска дупчотина до слободната површина на ниво на подот од етажата. Средна (просечна) линија на најмал отпор (земање на половина висина на етажата) фигурира во пресметките за зафатнина на изминираниот маса. Линијата на најмал отпор во подот на етажата фигурира (има директно влијание) во пресметка на потребната количина на експлозив (Q) и должината на продупчување.

Величината на линијата на најмал отпор во подот на етажата зависи од многу фактори:

Во првата група се факторите кои ги карактеризираат параметрите на работната средина како што се структурните карактеристики, распуканоста, дробливоста и др.

Во втората група спаѓаат фактори кои ги карактеризираат параметрите на минирање како што се начинот на полнењето на дупчотини (конструкција и облик на ЕП), должината на експлозивниот импулс, видот на експлозив, пречникот на експлозивот, дизајнот на минската серија (шема на минирање) итн.

Во третата група спаѓаат фактори кои го карактеризираат распоредот на полнењето во масивот и тоа: растојание помеѓу дупчотините во редот, растојание помеѓу редовите и дупчотините и големината на продупчување.

Правилното одредување на линијата на најмал отпор е од посебно значење за квалитетот на минирање бидејќи при голем отпор во подот на етажата доаѓа до лошо раздробување на карпестата маса, големи блокови само подигнати нагоре и несакани ефекти околу минската серија со присутни пукнатини зад и околу серијата. При помал отпор може да дојде до поголемо растресување на карпестата маса и отфрлање на материјалот на поголема несакана далечина.

За одредување на големината на линијата на најмал отпор во подот на етажа постојат повеќе емпирички формули. Во принцип треба да се користат формули кои во себе содржат поголем број на влијателни фактори под услов да се правилно одредени. Една од таквите е формулата на Сојузвизпром (Русија) за вертикални мински дупчотини и гласи:

$$W = \frac{\sqrt{0.56p^2 + 4 \cdot q \cdot m \cdot p \cdot H \cdot l - 0.75p}}{2q \cdot m \cdot H}, m$$

каде: p - количина на експлозив по метар должина на дупчотина, kg/m^1

$$p = \frac{\pi d^2}{4} \Delta, \quad , kg/m$$

каде:

q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

m – коефициент на зближување на дупчотините (0,9 - 1,2)

H – висина на етажата, m

l – должина на дупчотина, m

Рационалната големина на отпорот во подот од етажата може да се пресмета и по изразот според С.А. Давидов:

$$W = 53K_t d \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}}, m$$

каде:

K_t – коефициент кој го зема во предвид намалувањето на

зафатнинската маса на карпата од пукнатините, $K_t = 1.0 - 1.2$,

d – пречник на минска дупчотина, dm

Δ – густина на експлозивно полнење, kg/dm^3

γ – зафатнинска маса на карпата, kg/dm^3

Според Ричардс (Richards) за шаховски распоред на дупчење линијата на најмал отпор приближно може да се одреди и по формулата:

$$W = (25 - 35)d, m$$

каде: d – пречник на дупчотина, m

Линијата на најмал отпор може да се одреди и по формулата:

$$W = c + H \cot \alpha, m$$

каде: c - најкратко растојание од горната ивица на етажата до првиот ред дупчотини .

За коси мински дупчотини кои се дупчат паралелно со косината на етажата, линијата на најмал отпор е еднаква по целата висина на етажата :

$$W = \frac{\sqrt{0.25p^2 + 4 \cdot q \cdot m \cdot p \cdot H \cdot l} - 0,5p}{2 \cdot q \cdot m \cdot H}, [m]$$

каде:

p - количина на експлозив по метар должен дупчотина, kg/m'

q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

m – коефициент на зближеност на дупчотините (a/b)

H – висина на етажа, m

l – должина на минска дупчотина, m

За пресметка на линијата на најмал отпор може да се користи и формулата:

$$W = 28d_p \sqrt{\frac{\eta \cdot \Delta}{q \cdot m}}, [m]$$

каде:

d_p – пречник на експлозивно полнење, m

η – однос на висина на полнење спрема висината на етажата,

($\eta = 0.7 - 0.9$)

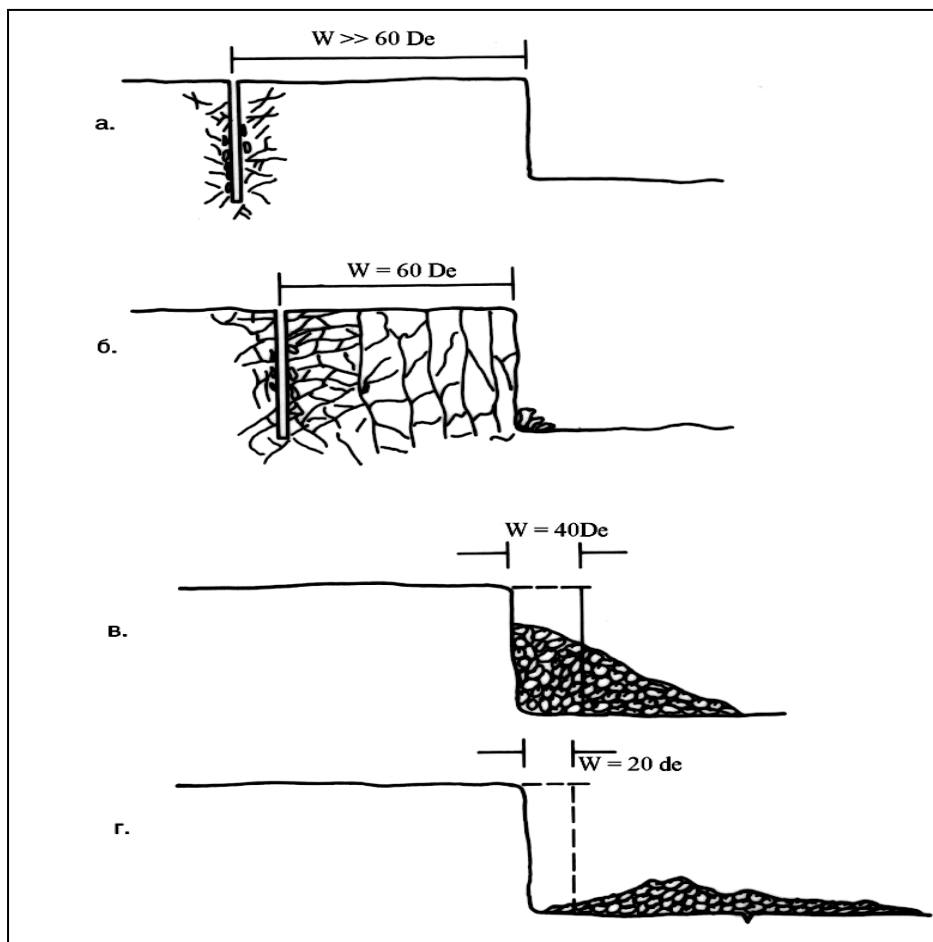
q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

Δ – густина на полнење, kg/dm^3

m – коефициент на зближеност на дупчотини (a/b)

Линијата на најмал отпор има големо значење при дејството на експлозивот во карпестиот масив. При голем отпор во подот од етажата доаѓа до неправилно и слабо раздробување на карпестиот масив и формирање на пукнатини зад минската серија, додека при мали вредности на линијата на најмал отпор може да дојде до преголемо отфрлање на минираниот материјал и расфрлање на поединечни парчиња во правец на челото од етажата.

На слика 2.29(а,б,в,г), прикажани се ефектите при минирање претставени преку соодносот на линијата на најмал отпор и пречникот на експлозивното полнење.



Сл. 2.29 Ефекти на минирање при различен сооднос на **Л.Н.О. (W)** и пречникот на полнење, **De**

а - преголем отпор, б - рушење до челото од етажата,
в - оптимален отпор (**W**) , г - мал отпор

4.4 Избор на рационална величина на продупчување (l_{pr} , l_{pod})

Длабочината на продупчување (l_{pod}) треба да биде рационално одредена бидејќи продупчувањето го зголемува обемот на дупчачките работи, а со тоа и цената на чинење по метар должен.

Основната цел на продупчување на минските дупчотини под нивото на етажата е осигурување на раздробување на карпите во долниот дел на етажата како би се елиминирала појавата на етажните нерамнини - "прагови" и со тоа се овозможува формирање на рамно ниво во подот на етажата.

Неправилно избраната големина на продупчувањето има негативно влијание од повеќе аспекти. Имено, коефициентот на искористување на енергијата на експлозивот во делот на поддупчување е многу мал, па поголем дел од енергијата се пренесува во карпата во вид на сеизмички бранови и потреси. При тоа можат да се формираат и пукнатини под нивото на етажата или во горниот дел од следната етажа. Ова влијае и на намалена ефикасност при дупчењето на следните етажи за 20-30% .

Образувањето на пукнатините во горните делови на етажите влијае на појавата на негабаритни парчиња. Должината на продупчување на минските дупчотини го одредува една голема низа на фактори, но во прв ред се физичко - механичките и структурните карактеристики на карпите, односно положбата на фронтот на етажата во однос на слоевите (падот и протегането) на карпата. Покрај ова, на големината на продупчување влијае и големината на линијата на најмал отпор, висината на етажата, пречникот на дупчење, геометрискиот распоред на дупчотини, начинот (шемата) на минирање, видот на експлозив и др.

Должината на продупчување може да се одреди според односот на:

-висината на етажата: $l_{pr} = (10 - 15\%) \cdot H, [m]$

-пречникот на дупчење : $l_{pr} = (10 - 15\%) \cdot d, [m]$

-линијата на најмал отпор: $l_{pr} = (0,15 - 0,25\%) \cdot W, [m]$

или по образецот:

$$l_{pr} = \sqrt{H^2 + W^2} - H, [m]$$

каде: H - висина на етажата, m

W – линија најмал отпор , m

d – пречник на дупчотината, m

4.5 Мрежа (геометрија) на мински дупчотини

- Дизајнирање на мински серии -

Ефектот на масивно минирање зависи и од распоредот на минските дупчотини. Во зависност од должината, односно ширината на фронтот на етажата, дупчотините се поставуваат во еден или повеќе редови.

Мрежата на распоредот на минските дупчотини кај одредени типови на карпи и линијата на најмал отпор можат да бидат одредени и со коефициентот на зближување на дупчотините "m" или односот на растојанието помеѓу дупчотините во редовите "a" и линијата на најмал отпор "W" :

$$m = \frac{a}{w}$$

Ако минските дупчотини се поставуваат во еден ред тогаш нивните меѓусебни растојанија се одредуваат според големината на линијата на најмал отпор и зависат од коефициентот на зближување на дупчотината (m) кој треба да има вредност околу 1,2. Доколку дупчотините се распоредени во повеќе редови тогаш распоредот на дупчотините ќе зависи и од растојанието помеѓу редовите (b).

Дупчотините во повеќе редови се распоредуваат така што да образуваат квадратен, триаголен и правоаголен распоред (сл.50). Дупчотините во триаголен распоред образуваат рамномерен триаголник, кај кој страните се еднакви со растојание помеѓу дупчотините во редот, а растојанието помеѓу редови во мрежата на минската серија се одредува според односот

$$b = a \cdot \sin 60^{\circ} = 0,87 \cdot a.$$

Коефициентот на зближување на минските дупчотини варира во граници од **0,8 -1,6** (за класични шеми на минирање) и тоа во зависност од бараниот степен на рушење на карпата и методата на минирање.

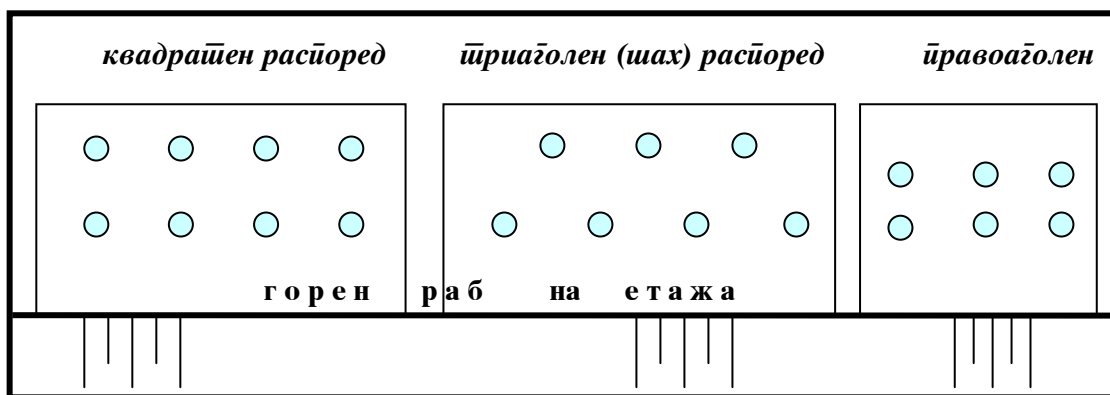
Коефициентот на зближување на дупчотините за првиот ред изнесува:

$$m = \frac{a}{w}, \quad \text{а за другите и следните редови е: } m = \frac{a}{b}.$$

Со зголемување на растојанијата помеѓу минските дупчотини и намалување на отпор во подот на етажата (W), доведува до зголемување на

коэффициентот (m) кај косите мински дупчотини и при милисекундно иницирање. Оптималната вредност на коэффициентот на зближување најдобро може да се одреди експериментално со изведување на поголем број пробни минирања.

Некои автори предложиле оптималната вредност на коэффициентот на зближување да се одредува во зависност од соодносот V_u / V_p , каде се: V_u – брзина на простирање на подолжни еластични бранови, m/s, V_p – брзина на простирање на попречни бранови, m/s.



Сл. 2.30 Основни мрежи на дупчотини при дупчење на висинска етажа

Во минерската пракса најчесто (m) се движи од **0,8-1,2**. Растојанието помеѓу редовите со дупчотини пред сè зависи од останатите параметри на дупчење и минирање и обично се зема еднакво со линијата на најмал отпор за коси дупчотини ($b = W$) или $b = 0,85 W$ за вертикални дупчотини.

Ако е познато растојанието помеѓу дупчотините во редот, тогаш (b) може да се одреди од односот:

$$b = \frac{p(L - lc)}{a \cdot H \cdot q}, [m]$$

каде се: p - количина на експлозив по метар должен на дупчотина, kg/m'

L – должина на минска дупчотина, m

l_c – должина на чепот на минска дупчотина, m

a - растојание помеѓу дупчотината во редот, m

H – висина на етажата, m

q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

4.6 Должина и нагиб на мински дупчотини

Должината на минските дупчотини зависи од висината на етажата (H) и должина на продупчување (поддупчување, l_{pr}):

$$L = H + l_{pr}, [m]$$

Ако минските дупчотини се дупчат под нагиб во однос на хоризонталната рамнина тогаш нивната должина ќе биде:

$$L = \frac{H}{\sin \alpha} + l_{pr}, [m]$$

каде е: α – агол на нагибот на минските дупчотини во однос на хоризонтална рамнина⁽⁰⁾.

Нагибот на минските дупчотини освен на технологијата при дупчење исто така влијае и на ефектот на минирање. Искуството покажува дека со коси дупчотини се постигнува подобро искористување на енергијата на експлозивот, се намалуваат сеизмичките ефекти и се постигнува поголема стабилност на косината на етажата и поголема сигурност при работата.

Предности на косите дупчотини:

- мало оштетување на врвот на етажата позади дупчотините;
- поголема стабилност на етажната косина кај распуканите карпести маси;
- мали проблеми со зголемувањето на отпорот во косината и подобро искористување на енергијата на експлозивот на дното од етажата);
- рамномерен распоред на експлозивот во карпестата маса;
- поголема количина на минирана маса по дупчотина што е значајно кај ниските етажи;
- помали сеизмички потреси во околината и околниот карпест масив;

- подобро раздробување (гранулација) на карпестата маса;
- се применуваат кај етажи со големи и средни висини (од 10 - 20 метри)

Недостатоци кај косите дупчотини:

- тешко одржување на геометријата, правецот и паралелноста на дупчотините во мрежата;
- често заглавување на дупчечкиот прибор и изразени вибрации, динамички удари на приборот за дупчење што доведува до негово брзо абење, зголемена потрошувачка на воздух и побрза замена на приборот за дупчење;
- ограничувања при поставувањето на шеми на иницирање;
- голема должина на дупчење за иста зафатнинска карпеста маса;
- отежнато полнење на дупчотината кај мали агли на нагиб и примена на патронирани експлозивни;
- тешко се одржува паралелна положба на минската дупчотина;
- девијацијата на дупчотините може да се зголеми и да има негативно влијание;
- често доаѓа до зарушување на сидовите на дупчотините;
- поголема е потрошувачката на круната и дупчачките шипки во однос на вертикалните дупчотини;

4.7 Должина на столбот со експлозивно полнење

Должината на столбот со експлозивно полнење во минските дупчотини е одредена од должината на дупчотината, од количината, формата и типот на експлозивот кој треба да се смести во минската дупчотина и потребната должина на чепот. Количината на експлозив што може да се смести во една минска дупчотина е:

$$Q = p(H + l_{pr} - l_c), kg \quad \text{или} \quad Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta \cdot l_p, kg$$

додека, должината на столбното експлозивно полнење е:

$$l_p = (H + l_{pr}) - l_c, m \quad \text{или} \quad l_p = \frac{Q}{p}, m \quad \text{или} \quad l_p = L_b - l_c, m$$

каде се: p - количина на експлозив по m^3 на дупчотина $p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta, kg/m^3$

каде се:

H - висина на етажата, m

l_{pr} – должинана продупчување, m

l_c – должина на чепот, m

Δ – густина на експлозивот, kg/dm^3

l_p – должина на експлозивно полнење, m

Q – количина на експлозив, kg

L_b – должина на дупчотина, m

4.8 Количина на експлозивно полнење и зафатнина на изминиран материјал (призма)

Количината на експлозивното полнење на мински дупчотини зависи од физичко-механичките и структурните карактеристики на карпите, параметрите и мрежата на минските дупчотини, конструкцијата на минско полнење, редоследот на иницирање и начинот на поместување на карпестата маса. За пресметка на експлозивно полнење на мински дупчотини се тргнува од следниот образец:

$$Q = q \cdot v, kg$$

каде: q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

V – зафатнина на карпеста маса од една минска дупчотина, m^3

$$V = a \cdot W \cdot H, [m]$$

- за прв ред на дупчотини:

$$Q = q \cdot a \cdot W \cdot H, [kg]$$

- за втор и следни редови:

$$Q = q \cdot a \cdot b \cdot H, [kg]$$

каде: b – растојание помеѓу редовите на дупчотините, m

Зафатнината на призматичното зафаќање од една минска дупчотина), ќе биде:

$$V = a \cdot W \cdot H, [m]$$

- зафатнината на карпестата маса по метар долж дупчотина е:

$$V' = \frac{V}{H}, [m^3 / kg]$$

Проверката на специфичната потрошувачка на експлозив е:

$$q = \frac{Q}{V}, [kg / m^3]$$

каде: Q – количина на експлозив во една минска дупчотина, kg

V – количина на изминиран материјал од една минска дупчотина, m^3

4.9 Точност на дупчење (девијација)

За адекватен распоред на енергијата во карпестата маса, односно предвидените геометриски параметри на минирање, дупчотините мора да бидат на точно предвидено место и правец. Поместувањето на дупчотината од предвидената позиција и правец ја менува геометријата на минирање и предизвикува проблеми кои придонесуваат за неправилна геометрија на минирање.

Ова може да предизвика поголема концентрација на експлозив на помало растојание од потребното што може да доведе до несакани ефекти при минирањето (отфрлање материјал на поголеми и непредвидени растојанија) а посебно ако оваа девијација не е регистрирана и земена предвид при полнењето и дизајнирањето на минската серија.

Прифатливото отстапување од устата на дупчотината од нејзиниот предвиден центар а тоа битно да не влијае на резултатите на минирање представува отстапување до еден пречник на дупчотина. Поголеми отстапувања не се пожелни и не смеат да бидат толерирани кај поголем број дупчотини во серија, односно минско поле.

Отстапувањето на дупчотината од саканиот правец доведува до значајна промена на геометриските параметри на минирање на дното од дупчотината. Прифатливата промена на параметрите е до 10% во однос на предвидената. Поради тоа, кај дупчењето за примарно минирање мора да се применуваат инструменти што одговараат за насочување на правецот на

приборот за дупчење. Визуелното насочување најчесто не е дозволено и доволно, поготово кај дупчотините со поголема должина.

За намалување на девијацијата на дупчотината се превземаат различни мерки: промена на правецот и нагибот на дупчотината, промена на пречникот, промена на длабината на дупчење, висината на етажата, користење на инструменти за контрола на правецот итн.

4.10 Растојание помеѓу редови (В)

Растојанието на првиот ред од врвот на етажата и растојанието помеѓу редовите се параметри кои на теренот конкретно се мерат и контролираат, и тие воглавно се определуваат со вистинската вредност на отпорот.

Растојанието на првиот ред од врвот на етажата може да се одреди на следниот начин:

- За вертикални дупчотини и вертикално чело на етажата:

$$B = W, \text{ m}$$

- За вертикални дупчотини и нагиб на челото на етажата, односно кај зголемен отпор во ножицата на етажата:

$$B = W - H \cdot \text{ctg } \alpha, \text{ m}$$

За коси дупчотини и нагиб на челото на етажата:

$$B = \frac{W}{\sin \alpha}, \text{ m}$$

Растојанието помеѓу редови го дефинира отпорот на секој нареден ред и е еднаков на отпорот одреден на претходно опишаниот начин.

Поради тоа што овие големини конкретно се мерат на терен, нивните вредности треба да се заокружуваат на целобројни вредности.

Растојанието на првиот ред на врвот на етажата го дефинира и растојанието на кое дупчалката треба да дојде до ивицата на етажата. Со тоа освен што се определува отпорот на првиот ред има значајност и во поглед на сигурноста при дупчење.

За дупчалки со голема тежина мора да се изврши проверка за стабилност на косината со теретот од дупчалката, и ако сигурноста не е задоволена, мора да се заменат или типот на дупчалката или пречникот на дупчење.

4.11 Растојание помеѓу дупчотини (А)

Минската серија или мрежата на мински дупчотини која покрива одреден простор- минско поле, сочинува поголем број на мински дупчотини или полнења кои се распоредени по одредена мрежа, со еден или повеќе редови, кои според растојанието од слободната површина се контролира и меѓусебното растојание на дупчотината во редот. Под терминот растојание се подразбира растојание помеѓу соседни дупчотини во ред, мерено нормално на правецот на отпорот.

Ако растојанието е помало во однос на отпорот, доаѓа до предвременно поврзување на радијални пукнатини помеѓу дупчотината кои остваруваат зона на дробење.

Појавата на ваквите зони помеѓу дупчотината пред да се прошири пукнатинскиот систем до челото на етажата има повеќе негативни последици:

- гасовите предвременно се издувуваат во атмосферата предизвикувајќи воздушни удари и парчина кои летаат
- развојот на пукнатинскиот систем е редуциран кон челото на етажата па и дробењето на карпата е намалено
- со предвременото издувување на гасовите се губи енергијата на притисокот, па дупчотината функционира како преоптоварена со што се зголемуваат потресите.

Ако растојанието во однос на отпорот е големо, доаѓа до поединечно дејство на дупчотината во облик на одвоени кратери со многу груби нерамни новоформирани ивици по косината (челото) на етажата.

Од претходно искажаното произлегува односот за дефинирање на растојанието:

$$A = 1,25 \cdot W \text{ (m)}$$

Кофициентот **m** се добива од изразот:

$$m = 1,66 - 0,66 \cdot f$$

каде: **f** - коефициент на цврстина по Протоѓаконов.

Од овој израз произлегува дека за **m** гранична вредност е **1,66** или помало, а често во пракса се постигнуваат добри резултати и при $A = 2W$.

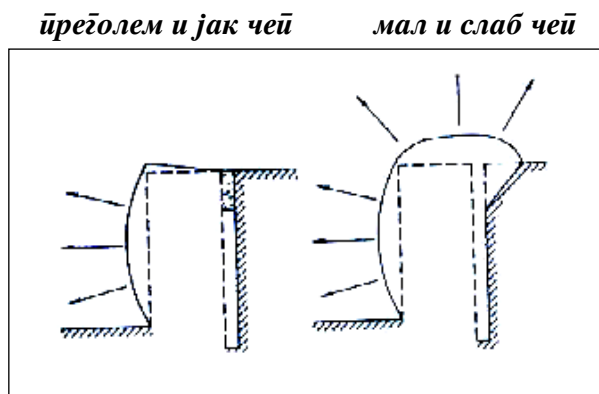
4.12 Должина на чепот (l_c)

Функцијата на зачепувањето т.е на чепот е да се спречи издувување на гасовите од дупчотината и со тоа да се овозможи користење на гасната енергија за дробење и отфрлување на карпестата маса по должината на дупчотината.

Со спречување на директното издувување на гасовите под притисок во атмосферата се намалуваат воздушните удари и се овозможува нивно насочување во правец на исфрлување на карпестата маса и воедно се спречува појавата на разлетани ситни парчиња со недефинирани траектории.

Квалитетот на зачепувањето на дупчотините зависи од два параметри, и тоа од должина на чепот и квалитетот на материјалот со кој се зачепува.

Ако должината на чепот е преголема а чепот од квалитетен материјал, карпестата маса во пределот на чепот ќе биде слабо издробена и ќе се појави зголемен процент на крупни парчиња.



Сл. 2.31 Влијание на квалитетот на чепот на распоредување на изминираниот материјал

Ако должината на чепот е мала, а материјалот на чепот е квалитетен, доаѓа до појавување на кратер на горната етажна рамнина со зголемен воздушен удар кој се шири во сите правци и издробените карпести маси се разлетуваат позади дупчотините како што е прикажано на сл. 2.31.

Ако чепот е добро димензиониран односно зачепувањето на дупчотината квалитетно, зоната на чепот при рушењето на карпестата маса полека се подигнува и паѓа преку исфрлениот материјал на челото од етажата кое исто така е прикажано на сл. 2.31 (лево).

Должината на чепот во однос на линијата на најмал отпор се движи во границите:

$$L_{\xi} = (0,7 \div 1,3) W, \quad (m)$$

Должината на чепот на минската дупчотина влијае на ефектот на минирање така се зголемува времето на траење на експлозивниот импулс, обезбедува потполна детонација на експлозивното полнење и спречува неконтролирано распрскување на карпеста маса по вертикала. Според други автори должината на чепот се одредува и по формулата:

$$L_{\xi} = (0,75 \div 1,0) W, \quad (m)$$

каде: W – линија на најмал отпор во подот на етажите, m

Според формула од Шведски автори за пресметка на параметрите на минирање, должината на чепот може да се одреди во однос на пречникот на минските дупчотини и во однос на карактеристиките на карпестиот материјал и тоа:

$$l_{\xi} = (20 \div 40) d, \quad m$$

каде: d – пречник на минска дупчотина, m

$$l_{\xi} = 20d \text{ - за цврсти карпи,}$$

$$l_{\xi} = 40d \text{ - за меки карпи}$$

Доколку се користи дисконтинуирано - раздвоено полнење, чепот може да биде и помал. При дисконтинуирано полнење можно е формирање на еден, два или три меѓучепови со што се постигнува иста количина на експлозивно полнење да се распореди по висина на поголемо растојание. Оваа конструкција на експлозивно полнење се практикува за големи висини на етажи ($H > 10m$) или при селективно минирање.

Квалитетот на материјалот за зачепување зависи од големината и обликот на зрната. Оптималната големина на зрната е 5% од пречникот на дупчотината т.е.:

$$d_z = 0,05 D_b$$

Честопати дупчотината при полнење со експлозив делимично е исполнета со вода, а висината на водениот столб во дупчотината може да се измери како и длабината на дупчотината пред полнење со експлозивот.

Кога се констатира присуство на вода (воден столб) во дупчотините се користат водоотпорен експлозив кој е отпорен на вода и голема влажност!

4.13 Конструкција на експлозивот во дупчотините

Распоредот на експлозиви во дупчотините може да биде различен зависно од саканиот ефект и условите на минирање:

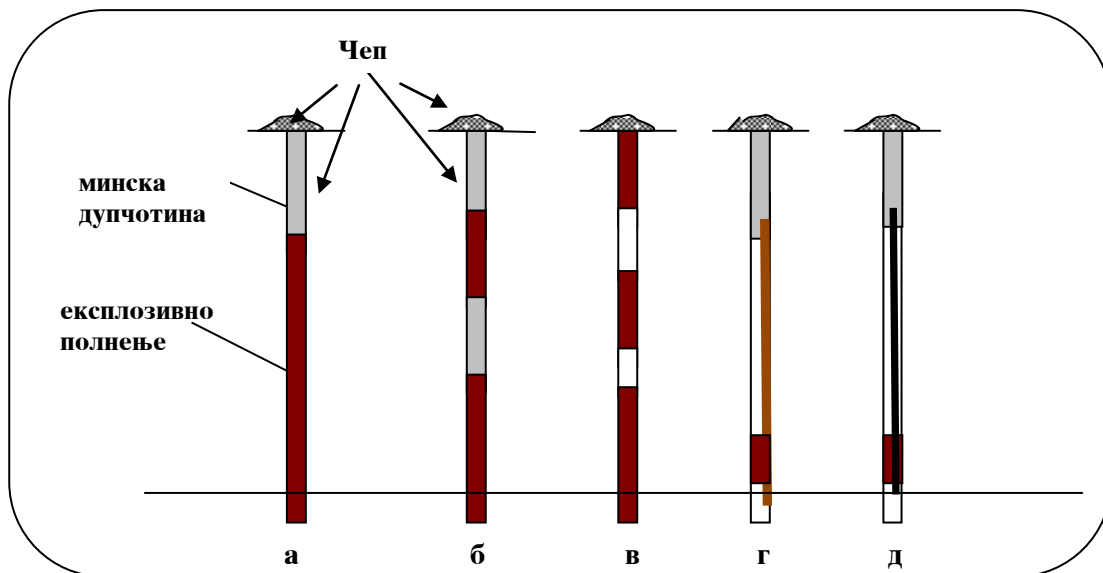
□ **континуирано столбно полнење:**

- рамномерно полнење со еден вид на експлозив;
- со еден вид на експлозив и количински различно подно и столбно полнење;
- со два вида на експлозив.

□ **раздвоено столбно полнење со еден, два или три меѓучепови**

- за случај на потребни помали количини експлозив во дупчотината;
- за случај на изолација на меки прслини или раседи и пукнатини;
- за случај на смалување на потреси.

Различни начини на конструкција на експлозивно полнење се прикажани на слика 2.32. Овие начини можат да се применуваат и за хоризонтални дупчотини.



Сл. 2.32 Конструкција на експлозивно полнење во минските дупчотини

- а - континуирано полнење, б - раздвоено полнење со еден заполнет меѓучеп
 в - раздвоено полнење со повеќе незаполнети (воздушни) меѓучепови
 г - полнење со мали издолжени патрони поставени на сидот од дупчотината
 д - детонаторски фитил со мало полнење на дното

4.14 Специфична потрошувачка на експлозив (q)

Примена на соодветна количина на енергија од експлозив за бараниот степен на дробење на карпеста маса е првиот услов за постигнување на саканиот ефект од секое минирање.

Количината на енергија на експлозивот потребна за минирање е одредена според типот на експлозивот и неговата специфична потрошувачка т.е. потребната количина на експлозив за дробење на 1 m^3 , карпеста маса и вообичаено се дефинира како:

$$q = \frac{Q_e}{V}, \quad \text{kg/m}^3$$

каде:

q , (kg/m^3), - специфична потрошувачка на експлозивот

Q_e (kg) – количината на експлозив потрошена за минирање

V (m^3) – зафатнина на изминираниот карпеста маса

Се искажува како потрошувачка на експлозив по метар зафатнина од карпестиот масив во растресена (раздробена) маса (kg/m^3) или kg/t или g/t .

Специфичната потрошувачка на експлозив може да се изрази како *аналитичка* (пресметана) вредност и како *фактичка* вредност од одредена серија.

Фактичката или стварната специфична потрошувачка на експлозив се добива според формулата:

$$q_f = Q_f / V_f, \quad (\text{kg/m}^3)$$

каде се: Q_f – потребна количина на експлозив, kg

V_f – зафатнина на растресена карпеста маса, m^3

Оваа вредност на специфичната потрошувачка на експлозив се добива после извршеното минирање кога е позната употребената количина на експлозив и може да се измери зафатнината (масата) на растресената или транспортираната маса од истата минска серија.

Аналитичката (пресметковна) вредност на q се добива според повеќе методологии за пресметка, во зависност од пристапот на авторот кон проблемот.

Во основа се разликуваат аналитички изрази кои се поставени во зависност од карактерот на карпестиот масив, типот на експлозив, методата на минирање, бараната (потребна)гранулација, пречникот на дупчење итн.

Според постојните теоретски закони за дробење, специфичната потрошувачка на експлозивот се смета за константна, која го дефинира отпорот на карпата на дробење со експлозивот.

Денес се знае дека специфичната потрошувачка е само условна константа на одредени типови експлозиви, бидејќи освен од типот на карпата и енергијата на експлозивот зависи и од неговиот начин на примена (геометриски параметри, шема на иницирање, зачепување на дупнатините и др.).

Најверодостоен податок за специфичната потрошувачка на одреден експлозив е практичната утврдена потрошувачка во процесот на откопување и конкретните услови со одредена технологија на минирање.

Според **Ларес** образецот за одредување на специфичната потрошувачка на експлозив е:

$$q = q_1 \cdot s \cdot v \cdot e/g \cdot d \text{ , kg/m}^3$$

каде се:

q_1 - коефициент на отпорност на карпите усвоен како 2000 дел од цврстината на притисок на карпестиот масив , $q_1 = \sigma_c / 2000$ (dN/cm²), а бројот 2000 означува просечна цврстина на притисок гранит.

s - коефициент кој ги одразува структурните карактеристики на карпестата маса, а се движи од 0,7 - 1,4 при што помали вредности важат за распукани карпи а поголеми вредности се усвојуваат за компактни хомогени (цврсти) карпи.

v - коефициент на местоположбата на експлозивното полнење (вклетеност), при што со една слободна површина $v = 2,5$; со две слободни површини $v = 1$

e - коефициент на работната способност на експлозивот, $e = A/A_x$ каде A - работоспособност на експлозив со 480 cm³ (по Траузл)

A_x - работоспособност на експлозивот што се употребува

g - коефициент на збиеност на експлозивното полнење (патрони или насипно) се движи од 0,8 -1

d - коефициент на степенот на зголемување на минската дупка (0,9 - 1)

Според друг научник, М. М. Протоѓаконов, специфична потрошувачка на експлозив се пресметува според следниот израз:

$$q = 0,4(0,2f + \frac{1}{\sqrt{s}})^2, \quad \text{kg/m}^3$$

каде се: f - коефициент на цврстина на карпата

s - вкупна слободна површина, m^2

Прикажаните обрасци за пресметка на специфичната потрошувачка на експлозив се теоретски и се користат во почетна фаза на разработка или проектирање на некој коп. Со практични проби се добива најреален показател за секој тип на карпа и според поставените дупчечко - минерски параметри.

Во англиската литературата се среќава и поимот поврзан за истото значење како фактор на раздробување (powder factor).

Специфичната потрошувачка на експлозив при минирање по современите методи на минирање се движи во дијапазон од $0,15 \div 2,5 \text{ kg/m}^3$ во зависност од карактеристиките на карпестиот масив, типот на експлозив и методата на минирање.

Табела 26. Вредности за " q " во зависност од коефициентот f и степенот на блоковитост на карпестите масив

Степен на блоковитост	КОЕФИЦИЕНТ НА ЦВРСТИНА f							
	до 2	2 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	9-13	13-18	18-20
	Специфична потрошувачка на експлозив q (kg/m^3)							
I	0.15	0.18	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
II	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.55	0.60
III	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.65	0.75	0.80
IV	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.85	0.90
V	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80	0.90	0.96	1.04

Во табела 25 дадени се ориентациони вредности на специфична потрошувачка на експлозив во однос на коефициентот на цврстина f и степенот на блоковитост, за патронирани прашкасти амониум - нитратски експлозиви.

4.15 Значење на дупчечко - минерските параметри од практична гледна точка

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 претходните подточки. При тоа треба да се истакне следното:

Меѓусебната поврзаност и соодветна корелација на геометриските параметри кај етажните минирања е многу значаен фактор за успешно минирање.

При тоа посебно значење има соодносот помеѓу следните три параметри: висина на етажа(**H**), пречникот на експлозивното полнење(**D_e**), и Л.Н.О(**W**).

Врз основа на емпериските искуства кај етажните минирања, утврдени се граници до кој треба да се движи големината на поедините геометриски параметри за успешно етажно минирање. Имено, ако се проектираните параметри внатре во овие граници тоа сигурно незначички дека минирањето ќе биде добро. Но, ако тие се надвор од границите тогаш со сигурност резултатите од минирањето нема да бидат добри, задоволувачки (таб.27).

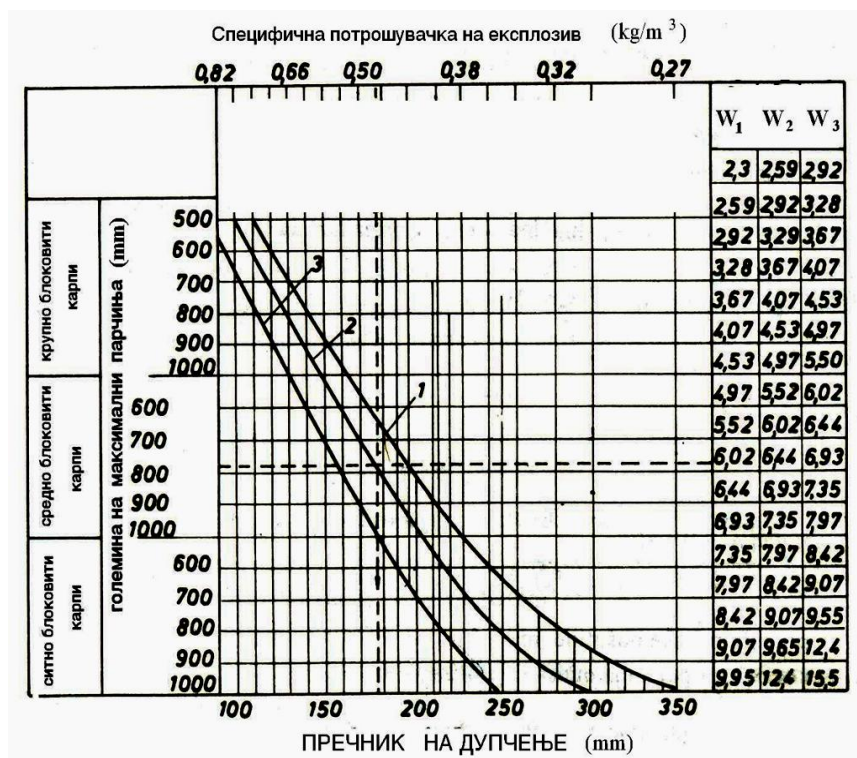
Табела 27. Соодноси и гранични вредности на некои параметри

ПАРАМЕТРИ	КРИТИЧЕН ОДНОС	ГРАНИЦИ
W	H/W	2,0-5,0
D_e	W/D _e	20-60
a	A/W	1,0-2,0
L_{pr}	N/W	0,2-0,5
L_c	L _c /W	0,8-1,2

Границите за соодветно проектирани дупчечко - минерски параметри се дадени во табела 27 и можат да послужат како контрола при проектирање и корекција на некои параметри при минирање.

Табела 28. Влијание на соодносот H/W на ефективноста при минирање

H/W	Гранула- ција	Воздуши удари	Разлетани парчиња	Потреси на тлото	Коментар
1	лоша	изразито јаки	изразито	Изразито јаки	Изразено распукување околу серијата, потребна корекција на ДМП
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	одлична	најмали	ретки	Најмали	Ефектите на минирање се извонредни



Сл. 2.33 Номограм за одредување на параметри на минирање за различни вредности на коефициентот на цврстина f
 крива 1 - $f = 6 - 10$, крива 2 - $f = 11 - 14$, крива 3 - $f > 14$, w_1 - л.н.о во подот од етажата, w_2 - л.н.о - средна, w_3 - л.н.о во горниот дел од етажата

5.0 МИНЕРСКО - ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕКСПЛОЗИВИТЕ

Секој експлозив има свои карактеристики кои се од физичко-хемика или минерско-техничка природа, од кои зависат поедините карактеристики на експлозивните материји: разорна моќ, осетливост на надворешни влијанија, можност за употреба во одредени работни услови итн.

Низ историскиот развој на производството и употребата на експлозивите, развиени се голем број на постапки и методи за одредување на поделните карактеристики на експлозивите.

Некои од тие параметри им служат на производителите за следење на квалитетот на експлозивите при производството, додека други им служат на минерите како ориентациони параметри при употребата на експлозивите. Во овој текст се објаснети оние својства кои се битни за изборот и употребата на експлозивот за одредени работни услови и задачи.

Изборот на експлозивот за одредена намена и работни услови се базира на три критериуми: можност за ефикасна реакција во одредени работни услови, минерските карактеристики на експлозивот и трошоците по единица одминирана маса.

Во принцип треба да се одреди експлозив кој ефикасно ќе ги исполни поставените барања во реални услови со најниска цена. Експлозивите се разликуваат според повеќе карактеристики како што се: густина, детонирачка брзина, енергија, количина и вид на ослободени гасови при реакција, осетливост, отпорност на вода, однесувањето во различни температурни услови итн.

Според потребните карактеристики треба да се изврши селекција на оние експлозиви кои можат ефикасно да функционираат во одредени услови, и на крај од таквата селекција да се избере експлозивот кој ќе ја изврши задачата по најниска цена.

За да се олесни таквата постапка во овој текст е дадено објаснување за основните својства за кој треба да се води сметка при селекција на експлозивите, групирани во две групи:

- својства кои ги одредуваат условите при употреба на експлозивите (технички својства) и
- минерските карактеристики на експлозивите.

5.1 Технички својства на експлозивите

Овие својства ги одредуваат условите при употреба на експлозивите.

Експлозивот **мора** во одредени работни услови да реагира **моќно** (во поглед на ослободувањето на енергијата) и **сигурно** (во поглед на заштитата на луѓето и објектите). Карактеристиките од оваа група овозможуваат да се одреди дали одреден експлозив може да ги исполни таквите барања.

➤ Осетливост на експлозивите

Осетливоста на експлозивите е карактеристика која во основа **укажува дали хемиската реакција во експлозивот лесно или тешко се одвива или пренесува како и можноста за одржување на реакцијата во експлозивното полнење**, при што треба да се води сметка при планирањето на минирање, односно при изборот на експлозивот за одредена намена. Кај експлозивните полнења каде помеѓу патроните се оставаат воздушни зазори, малата осетливост на експлозивот може да предизвика прекин во протокот на детонацијата во експлозивниот столб.

Осетливоста на експлозивите се одредува со различни тестови и се изразува со различни показатели, од кои најчести се:

- Критичен пречник -

Поимот критичен пречник го дефинира најмалиот пречник на експлозивното полнење, при кој развојот на процесот на детонација е сигурен, па критичниот пречник се зема како показател за осетливоста на преносот на детонацијата во должина на експлозивното полнење. Пречникот на минските дупчотини го одредува можниот пречник на експлозивното полнење за дадени услови, тој мора да биде поголем од критичниот пречник на употребениот експлозив.

Секој експлозив има критичен пречник кој го испорачува производителот, кај некои експлозиви тој се мери во делови од милиметарот а кај други во сантиметри. Ориентационо можат да се употребат следните податоци:

- динамитите се со критичен пречник помал од 20mm и тоа толку помала колку што е помала содржината на амониумнитрат, а поголема на тротил или нитроглицерин, односно доколку имаат поголема густина,
- кај Slurry-експлозивот критичниот пречник се движи од 20-50mm и

- кај Slurry и АНФО експлозивните смеси критичниот пречник е 30 - 80mm.

- Минимален иницијален импулс -

За хемиско разложување на експлозивите потребно е да се обезбеди доволно силен почетен иницијален импулс, односно да се донесе потребна количина на енергија во доволно краток временски интервал.

Динамитите и некои Slurry мешавини можат да бидат иницирани со стандардна рударска каписла бр.8 и стандарден детонаторски фитил со 10g/m^3 . АНФО смесите и повеќето Slurry смеси не можат да се иницираат со овие средства, и за нивно иницирање се употребуват засилувачи изработени од други експлозиви.

И покрај тоа што сите современи индустриски експлозиви преставуваат механички смеси од повеќе соединенија, според осетливоста на иницирање експлозивните материи се класифицираат како:

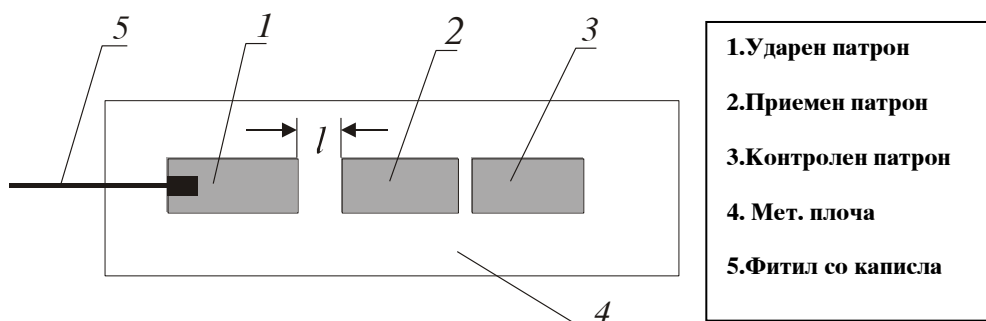
- експлозив - доколку експлозивната материја е осетлива на стандардните средства за иницирање, а тоа се детонаторска каписла бр.8 и детонаторски фитил (10g/m^3).
- експлозивна смеса - доколку експлозивната материја не е осетлива на стандардните средства и се потребни засилувачи за иницирање.

За секој експлозив производителот дава податоци за осетливоста на иницирање со стандардни средства за иницирање или предлага минимална маса на засилувачот. Поедини услови на теренот можат да доведат до намалување на осетливоста на експлозивот во одредени работни услови како што се: вода, несоодветен пречник на полнење, ниска температура итн.

Во тие случаи се менуваат барањата во поглед на потребната иницијална енергија, односно за детонација на експлозив со номинална детонациона брзина потребна е поголема иницијална енергија т.е моќност на средствата за иницирање (поголема маса на засилувачот).

- Пренос на детонацијата -

Преносот на детонацијата е исто така мерка за осетливоста на експлозивите при иницирање. Под поимот пренос на детонација се подразбира максималното растојание (обично изразено во сантиметри), помеѓу ударните и приемните патрони, при што доаѓа до сигурно пренесување на детонацијата. Преносот на детонацијата се испитува на начинот прикажан на сл. 2.34.



Сл. 2.34 Испитување на преносот на детонација

На челична плоча со димензии 70 x 10cm, (сл.2.34) хоризонтално во една линија се поставуваат: ударни патрони на бараното растојание (l), приемни патрони и во контактот со нив контролни патрони од испитуваниот експлозив. Ако при детонацијата на ударните патрони, приемните и контролните патрони детонираат во целост, тогаш растојанието се зголемува се додека не се одреди максималното растојание на кое преносот на детонацијата е целосен. При нецелосна детонација контролните патрони не детонираат туку се оштетуваат и исфрлуваат. При испитувањето обично се зема најмалиот пречник на патроните кај испитуваниот експлозив.

- Запалливост -

Под запалливост на експлозиви се подразбира **осетливоста на експлозивот од гледиште на несакано иницирање при: триење, пламен, искри, удар или од истрели од пушка**. Некои експлозиви можат да експлодираат под дејство на искри, додека други согоруваат без да има експлозија. Запалливоста е битно својство на експлозивите бидејќи тоа укажува на сигурноста при складирање, транспорт и ракување со експлозивите.

Во последните 20 години некои запалливи експлозиви се исфрлени од употреба, а во употреба се експлозиви со многу помала запалливост.

Индустриските експлозиви кои денес се употребуваат воглавно не се осетливи на триење, искри и отворен пламен. Кога ќе се изложат на пламен тие согоруваат без експлозија, до колку се во количини на критичната маса.

За секој експлозив постои критична маса при која експлозивот од горење преминува во експлозија, а тоа е битно својство и се зема предвид при складирањето на експлозивите и локација на магацините со експлозив.

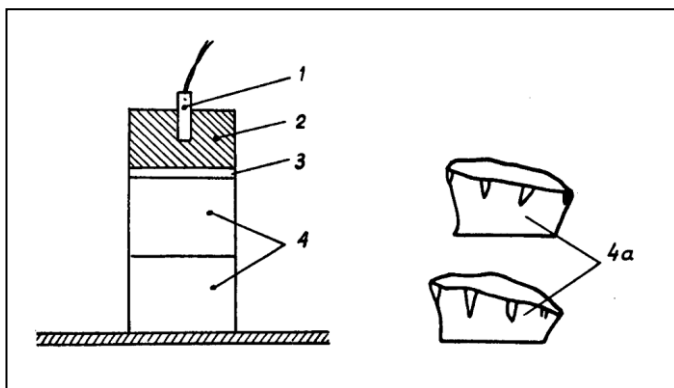
- Осетливост на експлозивите при удар - бризантност

Бризантност - е својство на експлозивот под одредени услови да ја дроби карпата. Се одредува според методот на Хес и методот на Каст.

Методот на Хес е со оловни цилиндри, додека методот на Каст е со бакарни цилиндри. Методот на Хес се состои во испитување на бризантноста во слободен простор, при што само една површина од експлозивното полнење е во контакт со реалната површина на оловниот цилиндер.

На челична плоча се поставуваат еден на друг два оловни цилиндра со висина 30 mm и со пречник 40 mm, а на нив челична плочка со ист пречник, дебелина 5 mm. На челичната плочка се поставува лимен сад со ист пречник и со 50g експлозив.

Експлозивот се иницира, притисокот од детонацијата се пренесува преку челичната плочка на оловните блокови, кои во зависност од силината на експлозијата се деформираат помалку или повеќе. Разликата во висината на оловните блокови пред и по детонацијата претставува мерка за бризантност и се изразува во mm. На Сл.2.35 прикажан е методот за одредување на бризантноста според Хес.



Сл. 2.35 Метод за одредување на бризантност според ХЕС

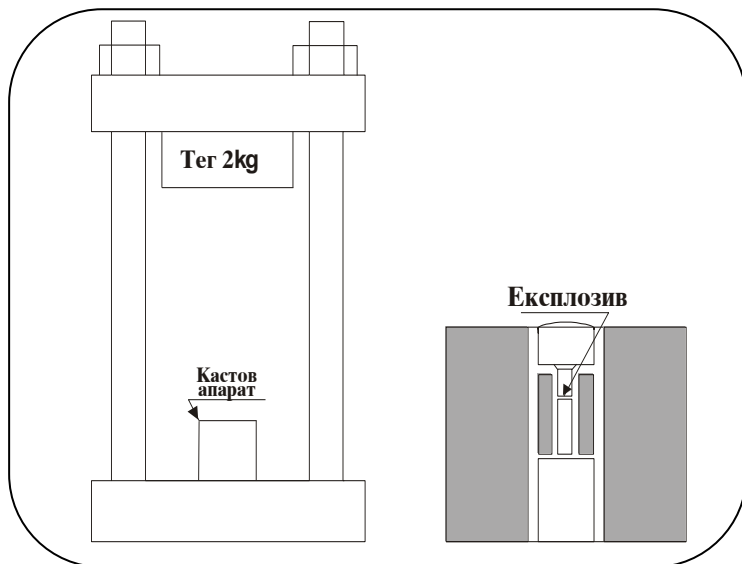
1-електро детонатор, 2-сад со експлозив, 3-челична плочка,
4-оловни блокови, 4а-оловни блокови по детонацијата

Овој начин на одредување на бризантноста и денес се користи во фабриките за експлозив, како контрола на квалитетот на производот на крајот од технолошкиот процес или пред испорачување на потрошувачите.

Според методот на Каст осетливоста на експлозивите при удар се одредува со тегови кои паѓаат, се изразува со висината од која тег со маса

(обично 2kg), не може да предизвика реакција (експлозија) на експлозивот.

Уредот за испитување прикажан е на сл. 2.36. Тој се состои од тег со одредена маса, кој се движи по две шини. Така е направен при што може лесно да се подесува висината од која паѓа тегот, и лесно да се пушта слободно да паѓа од одредена висина. Тегот паѓа на Кастов апарат на кој е сместен примерок од испитуваниот експлозив. Испитувањето започнува со висина на тегот која се смета со сигурност, дека ќе предизвика експлозија на примерокот.



а) Уред за испитување б) Кастов апарат

Сл. 2.36 Направа за испитување осетливост на удар

Потоа се намалува висината на тегот се додека во шест опити нема да се предизвика експлозија на примерокот. Утврдената висина се користи како мерка за осетливост при удар. Познавањето на осетливоста при удар укажува какви мерки треба да се превземат при ракување со експлозивот.

Современите индустриски експлозиви имаат релативно мала осетливост на удар што се гледа и од табелата 29, од односот на осетливоста на амоналот и камниктитот според останатите експлозивни материји.

Табела 29. *Осејливост при удар кај некои експлозив*

Видови на експлозив	Висина на паѓање на тегот [cm]
Живин фулминат	4
Нитро глицерин	6
Минерски желатин	40
Црн барут	70
Тротил	90
Амонал	200

- Отпорност на влага -

Отпорноста на влага е **способност на експлозивите да бидат во контакт со влага а притоа да нема негативно влијание на нивната работна способност.** Постојат два вида на отпорност на влага: внатрешна (интерна) и надворешна (екстерна).

Внатрешната отпорност на влага ги одредува својствата на експлозивната материја во поглед на растворањето во вода или впирањето на влага. Некои експлозиви имаат одлична отпорност на влага, како на пример Slurry смесата, која може да се сместува и пумпа директно во дупчотини со вода. Тие ја потиснуваат водата нагоре и не се мешаат (не се раствораат во вода) и не ги менуваат својствата за одреден временски период. Наспроти нив АНФО смесите се растворот во вода и многу бргу ги менуваат својствата, а кога се на отворено впираат влага од атмосферата која исто така влијае на квалитетот на реакцијата.

Кај неотпорните експлозиви на влага, водата може да раствори и издвои некои состојки од експлозивот или да ја намали температурата на реакцијата (да ја олади реакцијата) до тој степен за да не се создадат идеални продукти на реакцијата, иако експлозивот е со избалансиран кислород. Кафените и жолти гасови при експлозија укажуваат на неадекватна реакција на експлозивот што е последица на влага. Овој проблем може да се надмине со намалување на времето на стоење на експлозивот во дупчотините или со употреба на експлозиви отпорни на влага.

Отпорноста на експлозивот на влага најчесто се изразува како: одлична, многу добра, добра, слаба и лоша. При минирање каде сидовите на дупчотините се влажни (било од дупчењето, било од содржината на влага во карпите), без присуство на слободна вода и при кратко време на експлозивот во дупчотините, можат да се употребуваат експлозиви со надворешна

отпорност на влага. Во случај на присуство на слободна вода (собирање на дното на дупчотините по дупчењето) треба да се употреби експлозив со добра отпорност на вода. Во случај на проток на вода низ присутните (системски) пукнатини, додека експлозивот е во дупчотината, мора да се употреби експлозив со добра отпорност на вода. Степенот на отпорноста на експлозивот на вода е поврзан со цената на истиот, т. е. повисок степен на отпорност значи и повисока цена.

- Отпорност на температура -

Експлозивите т. е. нејзините компоненти, можат да ги изменат своите својства доколку се складираат на високи, односно на ниски температури. На температури од $+4^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$ сите индустриски експлозиви се постојани. На температури повисоки од спомнатите, отпорноста кај различни експлозиви е различна.

На пониски и повисоки температури доаѓа до одредени промени во експлозивот или до проблеми при нивната употреба. На температура над $+32^{\circ}\text{C}$ многу соединенија во експлозивот почнуваат постепено да се разложуваат и да ги менуваат својствата, со што се намалува рокот на нивната употреба. Складирањето на амониум нитратот на такви температури предизвикува промена на неговите својства, кои влијаат на квалитетот и сигурноста при употреба на такви експлозиви.

На пониски температури кој се постигнуваат кај нас (до -20°C), динамитите и АНФО смесите обично не замрзнуваат бидејќи производителите и додаваат адитиви кои овозможуваат нормално однесување на такви температури. Некои од нив можат да се стврднат и да ја отежнат нивната употреба, односно да ја намалат нивната сигурност. Slurry смесите, суспензиите и емулзиите, поради содржината на вода во нивниот состав можат да имат сериозни проблеми со детонацијата ако се на ниски температури и ако не се загреани на потребна температура при иницирањето. Својствата на Slurry смесите можат да варираат од производител до производител или од производ до производ, па затоа при нивната употреба на ниски температури, треба да се следат упаствата на производителот.

- Биланс на кислородот и гасовите при експлозијата -

Хемиската реакција, односно разложувањето на експлозивите во процесот на детонација се претставува со одредени хемиски равенки.

Составот и количината на гасовитите продукти можат да се одредат преку тие хемиски равенки на реакциите. Зависно од хемискиот состав на

експлозивот, односно од содржината на кислородот во неговиот состав, во гасовитите продукти можат да бидат присутни отровни гасови. Според тоа дали хемискиот состав на експлозивот дозволува создавање на отровни гасови или не, експлозивите се поделени на:

- Експлозивни со **позитивен биланс** на кислородот. Позитивен биланс на кислород над 1% е штетен бидејќи овозможува создавање на многу отровни гасови (оксиди на азот, NO и NO_2).
- Експлозивни со **негативен биланс** на кислород. Во овој случај се создава отровен јагленмоноксид (CO), бидејќи нема доволно кислород за целосна оксидација на јаглеродот во јаглендиоксид.

Можните продукти при реакциите за различни биланси на кислород се дадени на сл. 2.37.



Сл. 2.37 Состав на гасовите кај експлозивите

Поголем број од современите индустриски експлозивни имаат **изедначен** или позитивен биланс на кислород, поради постигнување на максимална сила на експлозивот, но и за минимизирање на создадените отровни гасови.

Отровните гасови на експлозивите претставуваат опасност за луѓето при масовни минирања во близина на населени места, минирање во подземни простории, длабоки објекти и површински копови, и главно кај подземната експлоатација каде е забранета употреба на експлозиви со неурамнотежен биланс на кислород.

Меѓутоа и кај експлозивите со урамнотежен биланс на кислород можат да се формираат отровни гасови, во случај на несоодветна реакција на експлозивот која може да се предизвика од малиот пречник на полнење, недоволна отпорност на експлозивот на влага, мал засилувач итн. Присуството на таквата појава се забележува од бојата при експлозијата.

Од сликата 2.37 и од останатиот текст може да се забележи дека јаглендиоксидот (CO_2) е гас кој се создава во големи количини при разложувањето на експлозивите. Буквално земено, тој не е отровен гас, но е загушлив и има негативно дејство на човечкиот организам, отежнувајќи ја работата на срцето и белите дробови, а при поголеми концентрации може да предизвика смрт со **задушвање!!**. Посебен проблем е неговата специфична тежина, бидејќи е 1,53 пати **потешок од воздухот**, па се концентрира на дното кај отворените и затворените рударски простории од каде потешко се проветрува.

- Кохезивност -

Под поимот кохезивност или кохерентност на експлозивот се подразбира способноста на експлозивот да ја зачува оригиналната форма, која првенствено зависи од конзистенцијата на самиот експлозив а делумно и од начинот на пакување и складирање.

Има случаи кога е потребно експлозивните пакувања (патроните) да го задржат обликот при ставањето во дупчотините. Таков случај има кога се минират многу испукани и распаднати карпи. Тогаш опасно е експлозивот да се разлива по пукнатините, бидејќи целата дупчотина би била преполнета, или на пооделни места би се концентрирал експлозивот т.е би имале нерамномерно исполнување експлозив по должината на дупчотината.

Во некои случаи експлозивот треба доволно да е флуиден за полесно исполнување на просторот во дупчотините. Таков е случајот кога експлозивот во растресита состојба се сипа во дупчотините, и при тоа стврднатиот (згрутчен) експлозив е неповолен, бидејќи формира празнини во самите дупчотини.

5.2 Минерски карактеристики на експлозивите

Минерските карактеристики на експлозивот укажуваат на работната способност на експлозивите и го овозможуваат изборот на експлозивите, според барањата на дадена задача. Голем број од овие карактеристики на експлозивите учествуваат во различни минерско - технички пресметки за одредување на параметрите при минирање и пред сè цената на минерските работи.

- Брзина на детонација -

Брзината на детонацијата ја означува брзината на разложување на експлозивот т.е. брзината на движењето на детонациониот фронт по должината на движењето на експлозивното полнење. Брзината на детонација кај експлозивите се движи од **2000 до 7500 м/с**. Експлозивите со поголема брзина на детонација имаат поголема ударна енергија изразена преку ударниот бран. За ова се води сметка при изборот на експлозивот за минирање каде што ударната енергија е главен фактор на рушењето, како при употребата на надворешни полнења за цепање на блокови така и при рушење на различни конструкции и специјални минирања.

Брзината на детонацијата на експлозивот денес може многу прецизно да се мери со примената на класичната метода по Дотриш (Dautrich) или со примена на современи електронски инструменти. При ставањето на експлозивот (експлозивно полнење во столбот) во дупчотината, брзината на детонација е помала од нормалната во непосредната близина на точката на иницирање а дури во текот на одредено растојание и време ја достигнува полната вредност.

Оваа појава е карактеристична за сите стопански експлозивни материи, а должината на тоа растојание зависи од видот на експлозивот (неговата осетливост), иницијалната енергија и средствата со кои експлозивот се иницира.

Детонационата брзина може да се искористи како средство за проверка на квалитетот на експлозивот. Односно доколку настанат проблеми со примената на експлозивот на теренот тогаш треба и може да се изврши испитување на детонационата брзина. Ако тие тестови покажат значајно помала брзина на детонацијата од брзината кој ја дал произведувачот значи дека се работи за експлозив кој нема стандарден квалитет, има променети својства и е несигурен и неефикасен за примена. Во таков случај се контактира производителот.

- Работна способност на експлозивот

Топлината на експлозијата претставува енергетски потенцијал на одреден експлозив. При реакцијата не се ослободува целата потенцијална енергија на експлозивот. Вистинската потенцијална енергија на експлозивот е енергијата која може корисно да се употреби и се вика **корисна енергија** или **работна енергија** на експлозивот, или **работна способност** на експлозивот. Теоретски може да се дефинира како:

$$Q_k = \eta \cdot Q_e \quad , \text{kJ/kg}$$

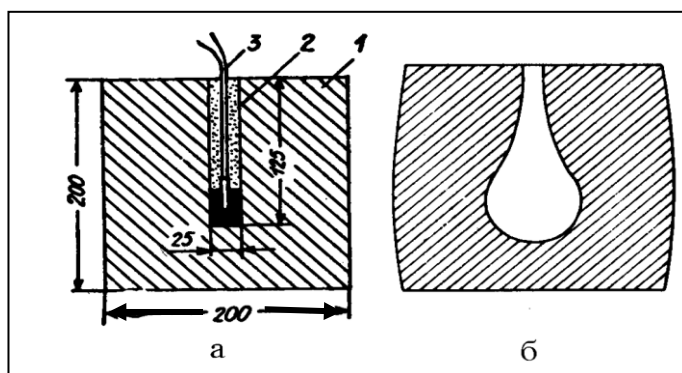
каде се: η - коефициент на корисно дејство на експлозивот и

Q_e - теоретска, односно топлотна енергија, kJ/kg.

Кој дел од потенцијалната енергија на експлозивот ќе се ослободи зависи од квалитетот на експлозивот и условите во која реакцијата се одвива и се движи во границите $55 \div 90\%$ од топлината на експлозијата. Оваа енергија теоретски се пресметува или мери со различни тестови.

Трауклов (Traucl) тест - е стандарден тест уште од 1903год. Одредена количина на експлозив (обично **10g**), се сместува во дупчотина во оловен цилиндер со димензии како на сл. 2.38. По иницирањето на експлозивот се мери зголемувањето на појавените шуплини (б) добиени од експлозијата на дадениот експлозив. Резултатите од мерењето се искажуваат во cm^3 , и служат за согледување на релативниот сооднос помеѓу снагата (енергија) кај оделни типови експлозиви.

Тестот не е применлив за сите тиови на современи стопански експлозиви што се применуваат кај нас при минирањата.



Сл. 2.38 Работна способност според TRAUCI: а) оловен блок пред експлозија, б) оловен блок по експлозија,
1- оловен цилиндер, 2- дупчотина, 3 - ел. спроводници со детонатор

Тест според ХЕС (Hes): На отворен простор, на челична плоча се поставуваат еден над друг два оловни цилиндри со висина од 30 mm и пречник од 40 mm. Преку нив се поставува уште една челична плоча, а на истата сад со **50g** експлозив. Иницираниот експлозив, со притисок на детонацијата се пренесува преку челичната плоча и предизвикува деформација на оловните цилиндри. Со мерење на разликата во висината на оловните цилиндри пред и после експлозијата, изразена во **mm** се претставува мерката на енергијата на експлозивот.

Бидејќи овде доаѓа до израз ударната енергија од експлозивот, овој тест уште се вика и **тест на бризантноста**, а го користат произведувачите на експлозиви за контрола на квалитетот на произведениот експлозив.

Под поимите: **Strenght, (снага)** или **работна способност**, се подразбира релативно искажаната снага на експлозивот.

- Густина -

Густината на експлозивот ја изразува масата на експлозивот на единица волумен. Густината може да се сфати и како однос помеѓу масата на експлозивот и масата на водата при ист волумен, што асоцира на однесувањето на експлозивот во вода, т. е дали плива или не во вода.

Густината на експлозивот е многу битна карактеристика, бидејќи експлозивот се набавува, складира, употребува и се одредува потрошувачката според неговата маса. Густината на експлозивот ја одредува количината на експлозивот а со тоа и количината на енергијата која може да се смести во дупчотина со одреден пречник. Скоро кај сите експлозиви, освен кај Slurry-емулзионите експлозиви, поголема густина на експлозивот значи и поголема брзина на детонација, во принцип и поголема количина на енергија на единица волумен.

При работа и пресметки со експлозиви се разликуваат повеќе поими за густина:

Густина на експлозив претставува густина со која експлозивот се испорачува од производителот. Физички таа претставува волуменска густина, т. е маса на единица волумен на експлозив (вклучувајќи ги и порите), најчесто се изразува во g/cm^3 , kg/l , или kg/dm^3 . Густината на експлозивите се движи во границите од **0,8 kg/l** до **1,6 kg/l**.

Насипна густина е густината која експлозивот ја постигнува при неговото растурање или полнење во дупчотините т.е по слободен пад.

Од аспект на употребата на експлозивите битна е нивната насипна густина при нивното растурање во дупчотините. Кај прашкастите и гранулирани

експлозивни оваа густина е различна од густината со која се испорачува експлозивот од производителот.

Густина на полнење е поим кој често се користи во минерската пракса, а ја означува масата на експлозивот кој може да се смести во минските дупнатини. Оваа големина зависи од јачината на експлозивот и начинот на полнењето на дупнатините. Кај експлозивите во растурена или рефус состојба (прашкасти, гранулирани) и при механизирано полнење, зависи од густината која се постигнува со ставањето на експлозивот во дупнатините.

Кај примената на патронирани експлозивни густината зависи од пречникот на патроните т.е. од пречникот на експлозивниот столб кој се добива со полнењето на дупнатините со патронирани експлозив.

Критична густина е максималната густина на експлозивот при која сигурно детонира. Во случај на понатамошно покачување на густината детонацијата е непотполна или потполно изостанува.

- Детонаторски притисок -

Детонаторски притисок е притисокот кој во моментот се создава во зоната на детонацијата на експлозивот. Детонациониот притисок е максимален во правецот на движењето на детонациониот бран т.е. на спротивниот крај на патроните со експлозив од местото на иницирање. Поголем детонаторски притисок значи поголема ударна енергија на експлозивот, а зависи од детонаторската брзина и густината, и се смета теоретски. Детонаторскиот притисок како и детонаторската брзина е значајна карактеристика при примена на експлозивни каде пред сè, се користи ударната енергија на експлозивот.

- Волумен на гасовите при експлозија -

Волуменот на гасови подразбира поим за гасовите кои се ослободуваат со разложувањето на експлозивот во процесот на експлозијата. Поголемата температура на гасовите значи поголем притисок на гасови во дупчотината, односно поголема гасна енергија на експлозивот.

Температурата на гасовите зависи од количината на гасовите кои се создаваат со разложување на експлозивот и од топлотната енергија која се ослободува при разложувањето.

- Температура на експлозијата -

Под температура на експлозијата се подразбира температурата на гасовите состојки кои се создаваат при хемиско разложување на експлозивот.

Температурата на гасовата експлозија како и волуменот на гасовите зависи од количеството на гасовите кои се создават со разложување на експлозивот и од топлотната енергија која се ослободува при разложувањето.

Податоците за температурата на експлозија кои се наведуваат во техничките карактеристики на некои експлозиви, најчесто претставуваат теоретска добиена вредност пресметана за идеални услови: идеален развој на реакција (ослободување на количина на гасови) и топлотна енергија според хемиските можности на експлозивот, со претпоставка дека целата ослободена топлина оди на загревање на гасовите итн.

- Енергија на експлозивот -

Примената на експлозивот при минирањето има за цел да заврши одредена корисна работа, без разлика дали се работи за дробење на карпести маси или за рушење на одредени конструкции. Корисната работа при минирање се извршува со користење на енергијата на експлозивот, па експлозивите кои располагаат со поголема количина на енергија можат да завршат поголеми корисни работи со минирање и таквите експлозиви се сметаат за јаки експлозиви.

Енергијата на експлозивот се содржи во експлозивот како хемиска енергија се додека со процесот на детонација не се ослободи и се развие во корисен облик на енергија и енергетски губитоци. Познавањето на расположливата енергија на експлозивните материи е од големо значење при планирањето на процесот на минирање.

Енергијата, изразена како хемиска енергија во експлозивот се одредува со теоретски пресметки или со мерења и примена на различни тестови.

Теоретски одредената енергија се искажува во енергетски единици и обично се нарекува топлина на експлозијата.

-Топлина на експлозијата -

Под топлина на експлозијата се подразбира количина на топлинска енергија која се ослободува со разложување на одредена количина на експлозив. Таа се пресметува теоретски подразбирајќи идеални услови на реакција, преку равенка на разложување на експлозивот, по следниот принцип:

$$Q_e = \Sigma Q_p - \Sigma Q_s \quad , \text{kJ/kg}$$

каде:

$$Q_e, (\text{kJ/kg}), - \text{топлина на експлозијата};$$

Q_p , (kJ/kg), - топлина ослободена со создавање на некој производ на реакција;

Q_s , (kJ/kg), - топлина потребна за создавање на некои компоненти на експлозивот.

Експлозивите со поголема топлина на експлозија се енергетски појачки, т.е. посилни експлозиви, затоа што таа топлина во најголем дел се употребува на загревањето на гасовите при експлозија кои под голема температура создаваат голем гасен притисок. Многу експлозивни материи се појачуваат со додавање на одредена количина на метален прав (алуминиум, железо) со која количина при согорувањето истите ја зголемуваат количината на ослободена енергија. Поради тоа топлината на експлозијата во литературата уште се вика и **апсолутна снага на експлозивот** и се изразува двојно:

- како **апсолутна тежинска снага** или топлина на експлозијата по единица маса на експлозивот. На пример, за АНФО, апсолутната тежинска снага т.е. топлината на експлозивот изнесува **3780 kJ/kg** и
- како **апсолутна зафатнинска снага** или топлина на експлозијата по единица зафатнина од експлозивот.

Пример за АНФО апсолутната зафатнинска снага изнесува:

$$3780 \text{ kJ/kg} \times 0,80 \text{ kg/l} = 3024 \text{ kJ/l}$$

Волуменски изразената топлина на експлозијата подобро ги искажува релативните односи помеѓу експлозивот, зошто покажува на количината на енергијата која може да се смести во одредена зафатнина во дупнатините.



Сл. 2.39 Момент на експлозија - успешно етажно минирање (лево) и ефекти при експлозија - минирање (десно)

6.0 МЕТОДИ НА МИНИРАЊЕ

Во современата рударска пракса минирањето се изведува за различни цели, односно задачи во технологијата на откопување за добивање на корисни минерални суровини.

За да се исполнат тие задачи на начин кој одговара за соодветниот рудник или работна средина, се припремаат и применуваат различни методи на минирање. Според тоа, технологијата на минирање во рударството може да се подели на различни методолошки постапки или врсти на минирање според минерските операции со кои тие задачи се остваруваат.

Правилниот избор на методите на минирање зависи од низа на фактори како што се:

- структурни карактеристики на работната средина;
- предвиден капацитет на површинскиот или подземниот коп;
- потребна гранулација на изминираниот маса;
- максимална количина на негабаритни парчиња во изминираниот маса;
- максимална големина (ГГГ) на негабаритни парчиња во изминираниот маса;
- степенот на механизација на рудникот - копот;
- одредените мерки на сигурност, безбедноста при минирање и др.

Во зависност од овие и други фактори, во денешниот степен на развој на дупчењето и минирањето како основни работни операции како и развојот на останатите технолошки операции поврзани со експлоатацијата на минералните суровини, се применуваат воглавно следните методи на минирање:

- **Методи на минирање на кратки мински дупкотини со мали пречници.**
- **Методи на минирање на длабоки мински дупкотини со големи пречници (вертикални и коси).**
- **Методи на минирање при добивање на камени блокови.**
- **Методи на минирање со проширени дупкотини (котловско минирање).**
- **Методи на коморно минирање.**
- **Методи на контурни минирања**
- **Методи на секундарни минирања**
- **Методи на специјални минирања.**

6.1 Основни технички параметри на методите за минирање

За да се постигне максимална производност на површинскиот и подземниот коп со помали производни трошоци, избраната метода на минирање треба да обезбеди непрекината работа на товарно - транспортниот процес.

Техничките услови при минирањето се сведуваат на дробење на јаловите карпи и минералната суровина во парчиња кои ќе одговараат на зафатнината на лажицата на товарното средство, (багер, товарач), транспортното средство и приемниот отвор - решетка на примарната дробилка.

Парчињата од минералната карпеста маса што не ги задоволуваат погоре набројаните зависности се сметаат за негабаритни. Според тоа, **негабаритот** е релативен поим и тој зависи од големината на проектираната опрема за товарење, транспорт и примарно дробење.

Како најекономични методи на минирање, кои гарантираат масовно производно минирање се методите на минирање со длабоки мински дупчотини (вертикални и коси) со голем пречник.

Техничко-економските услови на минирање на еден површински (или подземен) коп зависат од низа на влијателни параметри за дупчење и минирање, кои мора да бидат во согласност со останатите рударско - технолошки операции на соодветниот коп.

Генерално минирањата што се изведуваат во еден рудник можат да се поделат на:

- ПРИМАРНИ (ПРОИЗВОДНИ) МИНИРАЊА и
- СЕКУНДАРНИ (ДОДАТНИ, ПОМОШНИ) МИНИРАЊА

6.1.1 Полнење на минските дупчотини со експлозив и нивно зачепување

Полнењето на минските дупнатини со експлозив може да се врши рачно и механизиранио.

При рачното полнење на патронирани експлозив, истото може да се изведува со слободно спуштање на патроните во минската дупчотина или со потискување со минерски дрвен стап (при хоризонтални или коси дупчотини).

Полнењето на минските дупчотини со експлозив треба да се врши на начин со кој би се постигнал што е можно подобар коефициент на пополнетост на дупчотината со експлозив.

Кај прашкастите патронирани експлозиви, коефициентот на пополнетост на дупчотините е помал од единица (1), а кај водопластичните патронирани е приближно околу 1 (еден), а при механизирано полнење со експлозивни смеси со т.н. НАЛИМ - систем и користење на специјални возила (гранулиран АН-ФО и Слари) е 1(еден).

Механизираното полнење со **патронирани експлозиви** на минските дупнатини се врши со помош на пневматски машини (т.н. полначи), кои најчесто се користат при подземната експлоатација за коси и лепезасто дупчени мински дупчотини под различни агли. Низ специјална цевка од метал или пластика се потиснува патронот со компримиран воздух. Цевката на почетокот (на врвот) има вградено посебни ножеви за сечење на обвивката од патронот со што се остварува подобра густина на полнењето (сл. 62 - доле десно).

Пневматски машини за полнење (или ANFO полначи) се користат и за полнење на дупчотини (фабрички подготвени), со суви експлозивни смеси во растресита состојба.

Полнење на минските дупчотини се врши нормално со патронирани експлозив со соодветен пречник за да се исполни дупчотината целосно и со добро втиснат чеп. При тоа ударниот патрон може да биде ставен во дупчотината прв, претпоследен или последен. Експлозивното полнење обично заема 65-70% од минската дупчотина.

Начинот на полнење на дупчотините и сретствата кои се користат за таа цел зависат од пречникот и длабочината на дупчотината, видот и количината на експлозив кој се става во дупчотината, просторната ориентација на дупчотините и сл.

Дозволена е примена на стапови од дрво или пластика, додека примената на метални стапови апсолутно е забранета. Пречникот на стапот треба да е околу 10mm помал од пречникот на дупчотината.

Полнењето се одвива со бавно притискање на патроните со минерскиот стап во дупчотината и притискање, односно набивање патрон по патрон. Ударниот патрон не смее насилно да се набива.

Дупчотините со **среден пречник** на површинските копови обично се коси или вертикално надолу, додека при подземната експлоатација можат да бидат ориентирани и нагоре. Дупчотините со среден пречник се полнати со

експлозивни или експлозивни смеси во патронирана или растресена (гранулирана) состојба.

Косите или вертикалните дупчотини, можат да се полнат со патронирани експлозивни или смеси по слободен пад, со евентуално набивање со минерски тег (или дрвен минерски стап). Притоа, применетите експлозивни мораат да имаат одобрение (атест) и упатство за примена и нивно користење, односно осетливоста на удар и другите минерско - технички карактеристики да дозволуваат (одговараат) на таквиот начин на полнење.

Дупчотините со **голем пречник** се користат при масовни минирања на површинските копови и обично се коси или вертикални надолу. Таквите дупчотини се полнат со помош на специјални возила за производство на експлозивни смеси на лице место.

На Сл. 2.40 прикажан е механизирани начин на полнење на минските дупчотини со специјални возила за таа цел и тие всушност претставуваат подвижна фабрика за експлозив. Во возилото во посебни комори се сместени состојките кои го формираат експлозивот со претходно нивно мешање и дозирање преку пумпа директно се сместува експлозивната смеса.



Сл.2.40 Специјални возила за АН- ФО и SLURRY експлозиви (горе), полнење со АН-ФО експозив(доле - лево), машина за патронирани експлозиви (доле - десно)

Механизираното полнење со експлозивните смеси се врши со специјални AN-FO и SLURRY возила кои на лице место произведуваат експлозивна смеса и истата ја исфрлуваат (испумпуваат) во минските дупчотини.

За производство на експлозивни смеси во близина на рудникот (коп со голем произведен капацитет) постојат станици за сместување и подготвување на суровините со кои се полнат AN-FO и SLURRY возилата на фабриката за експлозивни Детонит - Радовиш. Овие специјални возила суштински се мали подвижни фабрики за експлозив. Кај **AN-FO возилото** има троделен бункер за сместување на гранулиран порозен амониум нитрит, резервоар за горивно масло (нафта) и воздушен миксер. Дозирањето на амонитум нитратот во миксерот е синхронизиран да се постигне сооднос од 94% амониум нитрат и 6% горивно масло (нафта). Смесата од воздушниот миксер по пневматски пат низ црево то во количество од околу **200 kg/min** се внесува во минската дупчотина.

Slurry - возилото по својата конструкција е посложено. Во посебни делови (комори) се сместени течни (гориво) и цврсти материи (амониум нитрат - шалитра), раствор на оксиденти и адитиви. Преку електронски програматор во мешалката се дозираат потребните компоненти каде се формира slurry - смесата која се пумпа - исфрла во минската дупчотина.

Преку промената на количеството и видот на дозираните компоненти, без прекинување при работата, можно е да се добие slurry - смеса со различни енергетски карактеристики. Брзината на испумпување при овој начин достигнува до **150 kg/min**.

Смесата постанува експлозивна т.е експлозив после извесно време (околу 10 минути), по уфрлувањето во дупчотината. Непосредно пред полнењето на минските дупчотини со AN-FO или SLURRY смеса, се спушта најчесто на дното од дупчотината, ударен патрон, кој може да биде различен во зависност од расположивите иницијални средства (пентолитски појачници, еден патрон АН експлозив поврзан со детонаторски фитил, или пак нонел - детонатор со нонел цевкичка со потребна должина).

Зачепувањето (затнување, пополнување) доаѓа како работна операција после полнењето на минските дупчотини со експлозив. Преостанатиот празен простор од дупчотината се пополнува со материјал кој е добиен при самото дупчење а понекогаш и со посебно изработени чепови од глина, влажна земја или кал.

Зачепувањето има улога да овозможи што подолго дејство на продуктите од експлозијата и да обезбеди поголемо искористување на енергијата од експлозивот.

Заполнувањето на дупчотините во современата минерска пракса е можеби најпроблематична фаза во подготовката за минирање бидејќи бара високо учество на физичка работна сила.

Заполнувањето на дупчотини е задолжително кај сите видови минирања бидејќи овозможува искористување на гасната енергија при експлозијата, но посебно е значајно кај посебните технологии на минирање каде притисокот во дупчотините се регулира со воздухот помеѓу експлозивот и ѕидовите на дупчотините, при што такво регулирање без чеп е невозможно.

Како квалитетен материјал за зачепување на површинските копови претставува издробниот камен (со остри ивици) со воедначен гранулосостав со просечна големина на парчиња ~5% од пречникот на дупчотината.

Таков материјал ретко се користи и затоа најчесто се применува песок. Во некои случаи може да се применат и картони, кал или снег но со таквиот материјал тешко може да се формира квалитетен чеп.

Затоа во поново време, при користење на таков материјал, на почетокот на чепот се ставаат елементи кои ја зголемуваат отпорноста на чепот од издишување а како најпогоден материјал се применува **глинена смеса** која претходно се подготвува и оформува во облик на пречникот на минската дупчотина.

6.1.2 Избор на интервал на забавување

Иницирањето на експлозивното полнење поставено во една минска серија може да се изведе:

-моментно или

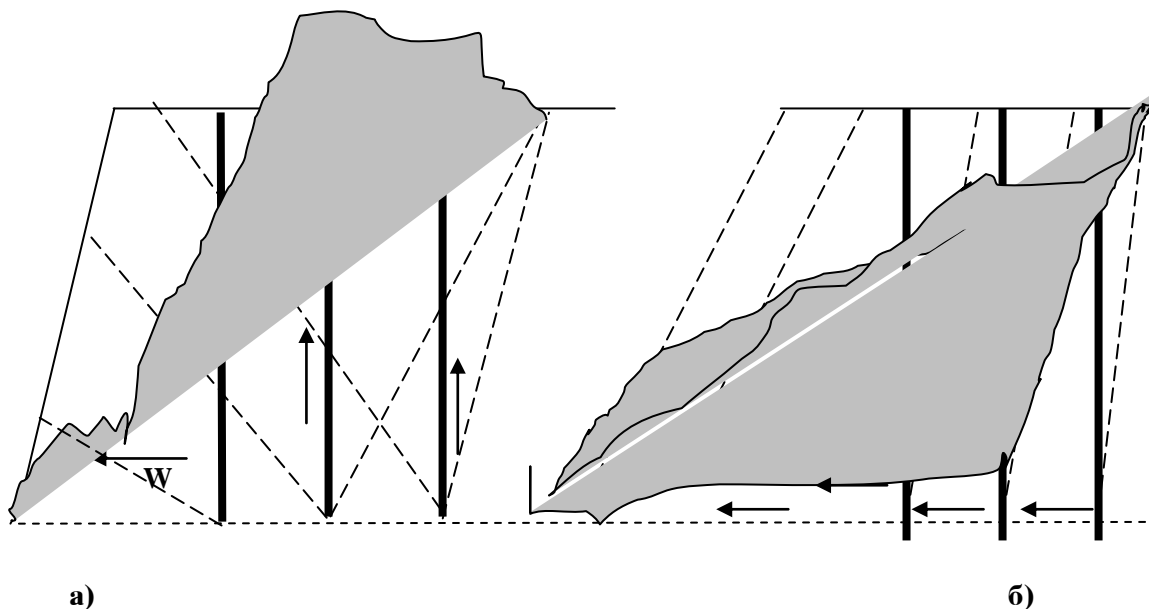
-забавено (временско)

Моментно иницирање на експлозивното полнење е кога сите мински полнења во дупчотините се иницираат истовремено. Во поглед на сеизмичките дејства од експлозијата, ваквиот начин на иницирање се манифестира како единствен импулс на потрес со изразени сеизмички потреси на околината.

Во поглед на добиената гранулација на материјалот ако минирањето се врши во повеќе редови и моментно не се добиваат добри резултати, бидејќи експлозивното полнење од првиот ред ја разорува карпестата маса во правец кон наклонот (косината) од етажата, а од вториот и другите редови на

дупчотините се поместува изминираната карпеста маса нагоре, односно кон линијата на најмал отпор.

При масовните повеќередни минирања овој начин на иницирање не се применува и не се препорачува. Моментното иницирање е најсоодветно за мали мински серии поставени во еден ред.



Сл. 2.41 а) Моментно минирање б) Милисекундно минирање

■ положба на одминираната маса; ← правец на дејство на ударниот бран
 ■ мински дупчотини; - - - - правци на рушење на карпестата маса

Забавеното - временско иницирање на експлозивното полнење се состои во тоа што помеѓу две соседни мински дупчотини или редови, се поставува временски закаснувач со интервал каков што одговара за соодветната работна средина и методата на минирање.

Милисекундното забавување може да биде оставено помеѓу редовите, помеѓу секоја минска дупка или помеѓу група на мински дупки така што секое иницирано експлозивно полнење се манифестира како посебен импулсен потрес.

На овој начин интензитетот на потресот е намален и голем дел од сеизмичката енергија се троши на корисна работа бидејќи е распоредена импулсно и хаотично во масивот.

Милисекундното (краткозабавено) иницирање на експлозивното полнење се остварува на тој начин што на соодветни места во минската серија на површината и по длабочина на пооделните мински дупкотини се поставуваат милисекундни забавувачи од најмалку 5(пет) па до неколку десетици милисекунди (ms).

Милисекундниот интервал зависи од физичко - механичките карактеристики на работната средина и геометријата на минирањето. При добро одбран интервал на забавување со овој начин на иницирање, квалитетот на гранулацијата е добар и изминираната маса е правилно и соодветно распоредена по работниот планум. Големината на сеизмичките осцилации не зависи од вкупното количество на експлозивно полнење поставено во серијата, туку од резултатата на взаемното дејство на експлозијата на ограничен број мински полнења.

Воведувањето на временска компонента во процесот на рушењето на карпестата маса со експлозив, преку времето на забавување при иницирање на соседни мински полнења се овозможува:

- повеќередно минирање при што претходниот ред отвора слободна површина на дупкотините во следниот ред,
- масовно минирање, минирање на големи мински полиња и голем број дупкотини, што овозможува намалување на специфичната потрошувачка на експлозив, вкупната количина на експлозив, кој во еден момент се иницира со што се намалува интензитетот на потреси на тлото и
- овозможува изедначено дробење на карпестата маса и се постигнува помала средна големина на парчињата (поситна) и соодветна гранулација за товарање.

Практично, начинот на примена на забавувањето во минските серии се дефинира со претходно дизајнирање на **шема на иницирање** или т.н. иницирачка шема.

Шемата на иницирање се дефинира на тој начин што се одредуваат местата каде треба да се постават забавувачи за системот на иницирање на минското поле. Притоа е можна примена на различни забавувања: по времетраење на забавувањето, по местото на поставување и по функцијата што треба да ја изврши забавувањето во процесот на рушење на карпестата маса.

6.1.3 Шема на иницирање (дизајн на минска серија)

Шемата на иницирање представува изведбен план на минирањето со што се дефинира:

- дупчотината која прва ќе се активира односно местото на отворање на минското поле,
- редослед на иницирање на минските полнења со што се постигнува соодветна шема и редослед на рушење на карпестата маса во минското поле и правецот на отфрлање на изминираниот материјал,
- број на дупчотини кои истовремено се иницираат со што се контролира нивото на сеизмички потреси и
- време на иницирање на пооделни дупчотини, сметано од моментот на активирање на минското поле и вкупното времетраење на процесот на рушење на карпестата маса.

За правилна конструкција на шемата на иницирање потребно е да се познава **системот на иницирање** кој се применува, шемата на рушење која се посакува да се изведе, типот на експлозивот и времето на забавување кое треба да се примени.

6.1.4 Видови на забавувања

ЗАБАВУВАЊАТА кои се применуваат при милисекундните минирања се разликуваат:

- според местото на поставување на забавувачкиот елемент и
- според функцијата која ја имаат во процесот на рушење на карпата.

Поделбата според **местото на поставување** покажува на тоа каде се поставени забавувачките елементи во однос на експлозивното полнење, што е воглавно условено од типот на системот на иницирање, а можат да бидат:

- **надворешни**, при што овие забавувачки елементи се поставени надвор од експлозивното полнење, односно по површината на минското поле а се поставуваат после полнењето на дупчотините со експлозив и
- **внатрешни**, кога забавувачките елементи се поставуваат внатре во експлозивното полнење и се поставени внатре во дупчотините пред полнењето со експлозив.

За забавувањето на времето во процесот на рушење на карпестата маса, значајна е поделбата според функцијата, при што забавувањето може да биде:

- забавување помеѓу редовите
- забавување во редовите
- забавување помеѓу раздвоените полнења на експлозив во дупчотините
- дупчотинско забавување кое е еднакво во сите дупчотини.

- Забавување помеѓу редови -

Забавувањето помеѓу редовите овозможува отворање односно создавање на слободни површини за наредниот ред кој во моментот на активирање на минското поле не постои.

За да се формира нова слободна површина, времето на забавување треба да биде толку долго за да се овозможи развој на експлозивниот импулс од длабочината до слободните површини, продор на гасовитите продукти од експлозивниот систем и поместувањето на карпестата маса на одредено растојание за новоформираната површина да биде слободна.

Не доволното време на забавување условува дејството на мината во наредниот ред да делува во стеснети, лоши услови без слободни површини, односно во услови на зголемено оптеретување со што се намалува ефикасноста на раздробување на масата, дејството на полните активирани дупчотини се насочува кон горната работна површина при што има можност за појава на несакани ефекти: потреси, дробење на масата под дупчотината (со формирање на пукнатини во длабочина) отфрлање на масата далеку од дупчотината, расфрлување на парчиња, формирање на големи блокови - негабарити итн.

- Забавување во редовите -

Забавувањето **во ред** го дефинира времето на забавување помеѓу соседните дупчотини во еден ист ред. Неговата примена има за задача да овозможи формирање на дополнителни слободни површини помеѓу дупчотините и намалување на количината на експлозив, која во еден ист момент се иницира.

- Забавување кај раздвоените полнења -

Забавувањето кај раздвоените полнења во дупчотините се применува заради ограничување на потресите создадени од минирањето.

Овој случај се применува кога дозволената количина на експлозив која може одеднаш да се иницира, е помала од количината на експлозив сместен во една дупчотина. Во тој случај експлозивниот столб во дупчотината се дели на два или повеќе делови, кои посебно се иницираат со меѓусебно забавување и по редослед од врвот на дупчотината до дното или обратно.

Минималното временско забавување помеѓу соседни полнења во една иста дупчотина а при тоа да има ефект на намалување на потресите, (според упатствата од USA-Biro of mines) изнесува **8ms**. Максималното можно забавување во овој случај изнесува толку колку и забавувањето помеѓу дупчотините во редот.

- дупчотинско забавување -

Дупчотинското забавување нема никаква функција во процесот на рушење на карпестата маса. Тоа забавување е карактеристично за системите на иницирање со мала брзина на пренос на иницијалниот импулс, како што се Нонел системите на иницирање. Во тој случај во сите дупчотини се применува исто забавување, кое има за задача да го задржи почетокот на процесот на рушење, додека иницијалниот импулс се пренесе низ мрежата на двојно растојание.

Дупчотинското забавување има за задача да овозможи ефикасно функционирање на самиот систем за иницирање.

Врз основа на досегашните искуства во примерите на овие системи се гледа дека минималното дупчотинско забавување треба да биде 3 пати поголемо од забавувањето помеѓу редовите, а се препорачува да биде и 4 пати поголемо од забавувањето помеѓу редовите. Во пракса, во системите за иницирање - Нонел, се применуваат интервали за вакво забавување од 475ms и 500 ms.

6.1.5 Одредувањето на оптималниот интервал на забавување

Ова време или интервал на забавување може да се добие според општата формула која важи за милисекундниот интервал:

$$\tau = A \cdot W \quad (\text{ms})$$

каде: A - коефициент на работната средина (се движи од 3 до 6, при што се усвојува 3 за многу цврсти карпи, 6 за меки карпи)

W - линија на најмал отпор (m)

За повеќеродно минирање може да се користи образецот:

$$\tau = (1,5 - 2,0) A \cdot W, \quad (\text{ms})$$

Во праксата при различни минирања и методи на минирање се користат и други формули како:

$$\tau = 2 \cdot W, \quad \text{ms}$$

$$\tau = 3,3 \cdot K \cdot W, \quad \text{ms}$$

каде $K = 1,0 - 2,0$ и ги одразува физичко механичките карактеристики на работната средина

Потребниот интервал на забавување може да се добие и по образецот на Покровскиј:

$$\tau = \sqrt{a^2 + \frac{4W^2}{V}}, \quad \text{мс}$$

каде се: a - растојание помеѓу дупчотините во редот, m

W - линија на најмал отпор, m

V - брзина на распростирање на брановите на напрегање, m/s

6.1.6 Избор на тип на експлозив

Карпестата маса во основа е нехомогена, со многу макро и микро пукнатини, тектонски зони, каверни, порозност и други не рамномерности. Според тоа и брзината на еластичните бранови за една иста карпа може да биде различна.

Процесот на рушење и раздробување на карпестиот масив се одвива примарно токму на местата каде се присутни сите овие наведени неправилности.

Брзината на удраниот бран се зголемува со зголемување на густината на карпестиот масив. Затоа, енергијата на експлозивот во правец на рушењето е поголема доколку средината е помалку распукана.

При секоја експлозија во зависност од физичко - механичките карактеристики, карпестиот масив дава отпор на дробење.

За правилно раздробување на карпата, мора специфичниот притисок од енергијата (σ_e) на експлозивот да биде поголем од отпорот што го дава работната средина т.е. карпата што се минира (σ_k), односно $\sigma_e > \sigma_k$.

Специфичниот притисок од енергијата кој делува на карпата се одредува по формулата:

$$\sigma_e = \frac{V_p V_r \gamma}{g}, \quad \text{dN / cm}^2$$

каде:

V_p - брзина на простирање на подолжните еластични бранови, m/s

V_r - максимална радијална брзина на поместувањето на честичките во карпата за време на оптеретувањето (експлозијата), m/s

γ - зафатнинска маса на карпата, g/m³

g - земјино забрзување, cm/s²

За правилен избор на карактеристиките на експлозивот за одредена работна средина многу важен фактор претставува познавањето т.е. одредувањето на акустичната импеданса на работната средина.

Со парцијално диференцирање на изразот погоре се добива акустичната импеданса Z_s на работната средина која претставува производ на брзината на простирање на подолжните еластични бранови (V_p) и густината на карпестата маса:

$$Z_s = V_p \cdot \rho_k$$

каде: ρ_k - густина на карпеста маса, g/cm³

Од друга страна акустичната импеданса на експлозивот се одредува од изразот според познати параметри на експлозивот:

$$Z_e = \frac{\Delta D}{g} = \rho_e D$$

каде се:

Δ - зафатнинска маса на експлозивот, g/m^3

D - детонаторска брзина на експлозивот, m/s

$\rho_e = \Delta / g$, g/m^3

Искористувањето на енергијата на експлозивот при минирање зависи од односот на акустичната импенданса на карпестата маса (Z_s) и од акустичната импенданса на експлозивот со кој се минира (Z_e).

Најголема количина на енергија за дробење од експлозијата ќе биде искористена ако се исполни условот:

$$Z_s / Z_e = 1, \text{ односно } V_p \rho_k = D \rho_e$$

каде е: D - детонаторска брзина на експлозивот, m/s

ρ_e - густина на експлозивот, g/m^3

Со зголемување на зафатнинската маса (густината) на карпите се зголемува и брзината на подолжните бранови и обратно. Со многубројни испитувања добиени се следните вредности на импендансата на карпите:

За меки карпи: $Z_s < 4500 \text{ m/s}$

За средно цврсти карпи: $3000 < Z_s < 8000$

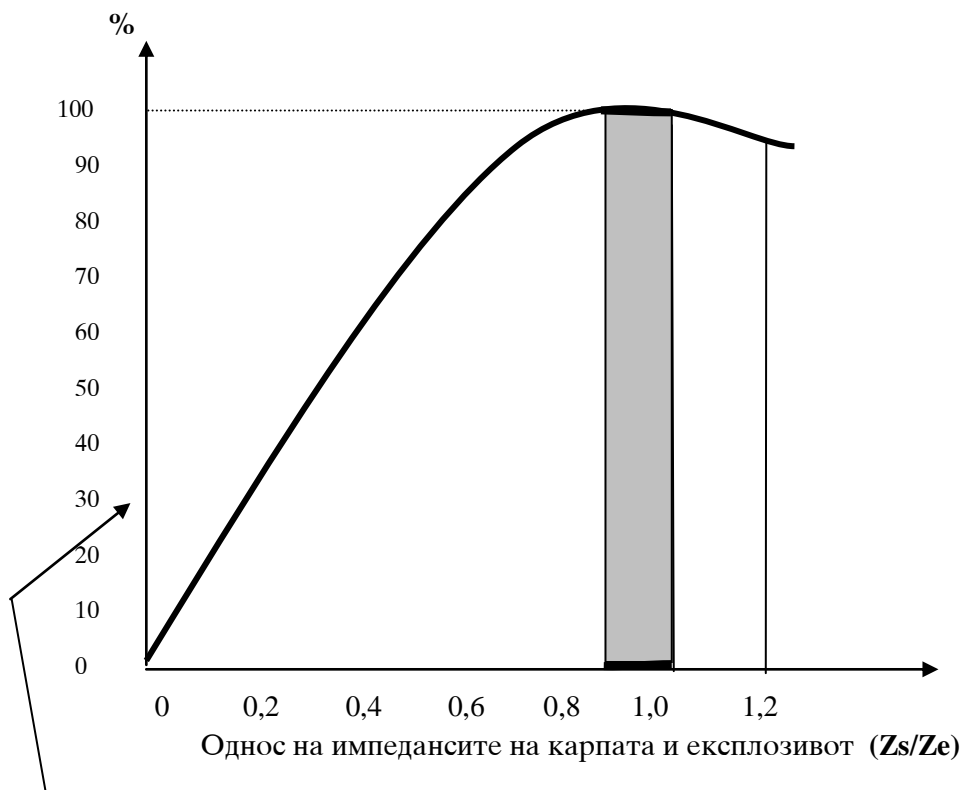
За цврсти карпи: $Z_s > 8000$.

Врз основа на претходното може да се изнесе следното:

- за работни средини со голема цврстина на притисок, истегнување и смолкнување треба да се применува силен -бризантен експлозив;

- за работни средини кои се порозни посебно со поизразена порозност, го намалуваат степенот на искористеност на енергијата од експлозија и треба да се применуваат послаби експлозиви;

- за работни средини со помала цврстина на притисок, истегнување, и жилавост можат успешно да се применуваат експлозиви со помала детонаторска брзина, кои како производ даваат големи количини на гасовити продукти и мал детонаторски притисок.



Релативна енергија на преносот

Сл. 2.42 Зависност на енергијата која се пренесува на карпестиот масив од односот на импедансите

6.1.7 Гранулометриски состав на изминираниот материјал

Изминираната маса од корисната минерална сировина или јаловината има различна големина на парчињата поради влијание на повеќе фактори како што се:

- физичко - механичките карактеристики на работната средина,
- типот на експлозивот,
- конструкција на минското полнење,
- начинот на минирање и друго.

Дозволената големина на парчиња од изминираниот материјал е:

а) во однос на примарната дробилка:

$$d \leq (0,75 - 0,85)b, \quad m^3$$

каде:

d - најголемо парче на изминираниот материјал, m^3

b - ширина на приемниот отвор од дробилицата, m^3

б) во однос на транспортната лента:

$$d \leq 0,5b + 0,1 \quad m$$

каде: **b** - ширина на гумената лента, m

в) во однос на зафатнината на лажицата од багерот:

$$d \leq 0,75\sqrt[3]{V_L}, \quad m^3$$

каде: V_L - зафатнина на лажицата од багерот, m^3

г) во однос на големината на сандакот од дамперот

$$d \leq 0,5\sqrt[3]{Vt}, \quad m^3$$

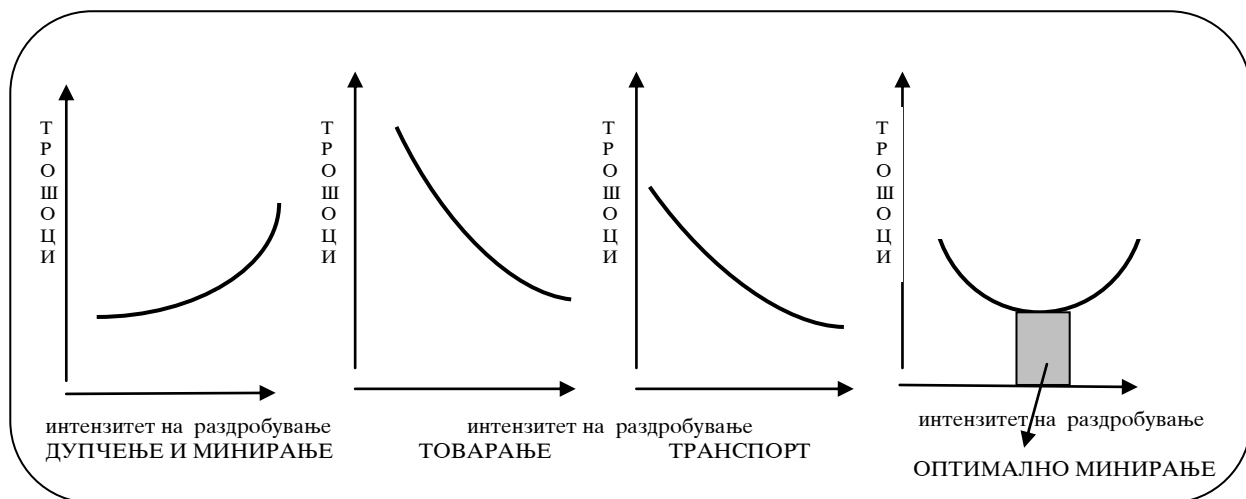
каде: **Vt** - големина на сандакот од транспортното средство -дамперот, m^3

Во зависност од големината на парчињата и застапеноста на поделени фракции во минираниот маса, зависат трошоците на останатите фази во понатамошното третирање на минералната суровина.

Капацитетот на товарно-транспортна механизација не зависи само од техничките карактеристики на опремата за товарење, туку зависи и од степенот на радробеност (гранулација) на материјалот кој се товара. (Сл.66)

Со зголемување на парчињата над некоја оптимална големина капацитетот на товарната механизација се намалува. Исто така и несоодветниот (ситен) материјал не е економичен од аспект на **зголемени трошоци** за дупчење и минирање.

Според некои испитувања најдобри економски и технички ефекти при товарење, транспорт и дробење се постигнува ако е средната големина на парчињата од изминираниот маса (d_{sr}) помала **6,5 пати** од ширината на лажицата (**b**) од товарната машина (багер или товарна машина - лодер).



Сл. 2.43 Меѓузависности помеѓу трошоците и интензитетот на дробење за пооделни фази при експлоатацијата

Оптимални параметри на минирање се добиваат за интензитет на раздробување при минирање во одреден дијапазон кој зависи од механизацијата за товарање, транспорт и примарно дробење.

Оцената на квалитетот на минираниот материјал да се одредува според големината на средните парчиња (l_i), преку големината на поделени фракции и нивното процентуално учество (P_i %):

$$l_{sr} = \frac{\sum l_i P_i}{100}, \text{ cm}$$

каде се: l_i - средна големина на парчињата на одредена фракција, cm

P_i - тежинско учество на фракциите, %

6.2 Метода на минирање со кратки мински дупчотини

Методата на минирање на кратки мински дупчотини со мал пречник се применува на површински и подземни копови со мал капацитет, со кратки фронтони на откопување и со полумеханичка работа. Оваа метода исто така се применува и кај експлоатацијата на украсни камења каде што не смее да се наруши или оштети околниот карпест масив. Кај оваа метода на минирање висината на етажата или откопниот фронт не е поголема од **5 m**, а пречникот на дупчотините е до **75 mm**.

Минирањето на кратките мински дупчотини не е економично бидејќи условува постепен развој на површинскиот коп или подземната просторија, не обезбедува голема количина на изминиран производ и не овозможува континуирана работа за подолго време на товарно - транспортниот процес. Кратките мински дупчотини се дупчат воглавно вертикално (на површинските копови) во еден или најмногу три реда.

Кај минирање на тврди и цврсти карпи понекогаш се применува комбиниран распоред на вертикални, коси и хоризонтални дупчотини за да се совлада отпорот во подот од етажата. На сл. 2.44 даден е вертикален распоред на дупчотини на етажа со висина до **5m**.

Параметрите на минирање кај методата на кратки мински дупчотини се слични со параметрите кај методата на длабоки мински дупчотини. Линија на најмал отпор се добива според образецот:

$$W = 0,87 \sqrt{\frac{p}{q \cdot m}}, \quad m$$

каде се:

p - количество на експлозив по m' дупчотина, kg/m'

q - специфична потрошувачка на експлозив, kg/m'^3

m - коефициент на зближување (густина) на дупчотините, кој се движи: за моментно палење 0,9 - 1,5 а кај милисекундно иницирање 1,1-1,5.

(поголемата вредност се однесува за карпи со помала цврстина).

Растојанието помеѓу дупчотините во редот (**a**) изнесува:

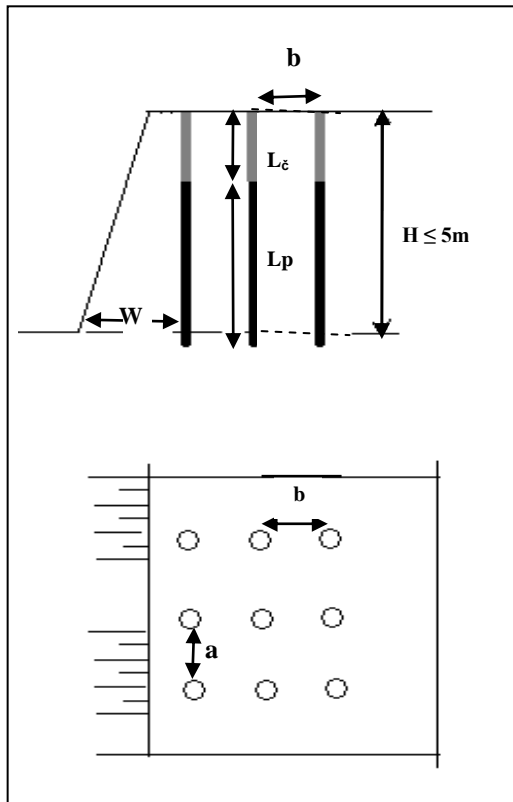
$$a = m \cdot W, \quad m$$

каде:

W - линија на најмал отпор, m'

Растојанието помеѓу редовите изнесува:

$$b = 0,85 W, \text{ m}$$



Сл. 2.44 Распоред на етажни кратки мински дупки

Должина на дупчотините се добива од:

$$L_d = H + l_{\text{pod}}, \text{ m}$$

каде што е:

H - височината на етажа, m

l_{pod} - должина на продупчување под нивото на етажата, m

Кај оваа метода изнесува:

$l_{\text{pod}} = 10 d$ - за цврсти и тврди карпи,

$l_{\text{pod}} = 6 d$ - за средно цврсти карпи,

$l_{\text{pod}} = 3 d$ - за меки карпи,

d - пречник на дупчотината, m

Количеството на експлозивот во дупчотина се пресметува според образецот:

$$Q = q \cdot a \cdot W \cdot H, \text{ kg}$$

Добиеното количество експлозив се заокружува на цел број во kg.

6.3 Методи на минирање на длабоки мински дупчотини

Методата на минирање на длабоки мински дупчотини е најмногу применувана метода при добивање на цврсти минерални суровини и може да се рече дека денес околу 90% од преименуваните методи на минирање се параметри од оваа метода.

Се применува за сите типови на цврсти карпи за чие раздробување треба да се употреби експлозив. Најчесто се применуваат вертикални дупчотини на етажи со висина **6 - 30 m** и агол на етажа преку **70°**.

Косите мински дупчотини обично се користат на етажи чиј што агол е помал од 70°, така да дупчотините се дупчат паралелно со косината од етажата при што линијата на најмал отпор во ножицата од етажата не треба да биде голема односно да биде еднаква по целата висина на етажата.

Косите мински дупчотини добиваат сè поголемо значење и поголема примена имајќи ги во предвид развојот и можностите на современите дупчалки. Ако се врши споредување на оваа метода со претходната метода со мали длабочини на дупчотините и мали пречници, и со некои други методи, оваа метода на минирање ги има следните предности:

- поголем производствен ефект за 4-5 пати,
- помала потрошувачка на експлозив за 20 - 40%,
- дава можност за едновремено минирање на неограничени етажни блокови и на повеќе етажи со што се обезбедува едновремено голема количина на раздробен (изминирани) материјал,
- дозволува употреба на современа механизација со голем капацитет,
- овозможува регулирање на потребниот степен на раздробување што овозможува зголемување на капацитетите на товарно - транспортната механизација (багер - дампер).

Техничко-економските показатели за добивање на минерални суровини со примена на оваа метода со длабоки мински дупчотини, зависат од изборот на правилниот сооднос на основните параметри за дупчење и минирање како што се:

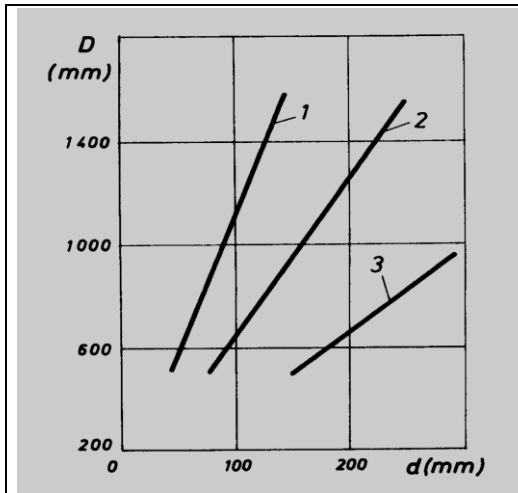
- пречник на дупчотината,
- рационална висина на етажата,
- отпор во ножицата од етажата, (ЛНО)
- дупчење под нивото на етажата , (L_{pod})
- распоредот на мински дупчотини (а x б),
- специфичната потрошувачка на експлозив, (q)
- растојание помеѓу дупчотините во редот, (а)
- растојание помеѓу редови, (б)
- конструкцијата на експлозивното полнење,
- начинот на иницирање,
- дизајнот (шема на рушење) на минската серија итн.

Сите овие параметри се опишани во поглавјето 4 така што овде само шематски ќе се прикажат и потенцираат некои пресметки, показатели и соодноси.

- **Пречникот на минските дупчотини** е важен параметар, кој има директно влијание на степенот на дробење на карпестиот масив, од што зависи и ефикасноста на товарно-транспортната механизација.

При избор на пречникот за дупчење постојат различни методологии во зависност што ни е познато и што е предуслов за ефикасно минирање, на пр.: количината и типот на експлозивот, капацитетот на постојната дупчечка опрема на копот, линијата на најмал отпор, височината на етажите, годишното производство на површинскиот коп, техничките карактеристики на примарното дробење и т.н.

При изборот на пречникот на дупчење треба да се земат во предвид и геолошките фактори кои го карактеризираат карпестиот масив, посебно структурните карактеристики, како и максимално дозволената големина на парчињата (D).



Сл. 2.45 Зависност на големината на измираниот материјал од пречникот на дупчотините
1-тешко, 2-средно тешко, 3-лесно дробливи карпи

Зависноста која е прикажана на слика 2.45, може да се искаже како:

$$d = k \cdot D, \text{ mm},$$

каде што е:

k - коефициент кој зависи од степенот на дробење на карпите и тој изнесува:

$k = 0,1$ - за тешко дробливи карпи

$k = 0,2$ - за средно дробливи карпи

$k = 0,3$ - за лесно дробливи карпи.

Основни образци преку кои може да се определи пречникот на минските дупчотини каде се поставени во корелација некои основни параметри, се дадени подолу:

$$d = \frac{W}{24 \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{q}}}, \text{ m}; \quad d = 1,25W \sqrt{\frac{q}{\Delta}}, \text{ m};$$

каде се:

W - линија на најмал отпор, m

Δ - густина на експлозивното полнење, kg/m^3

q - специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

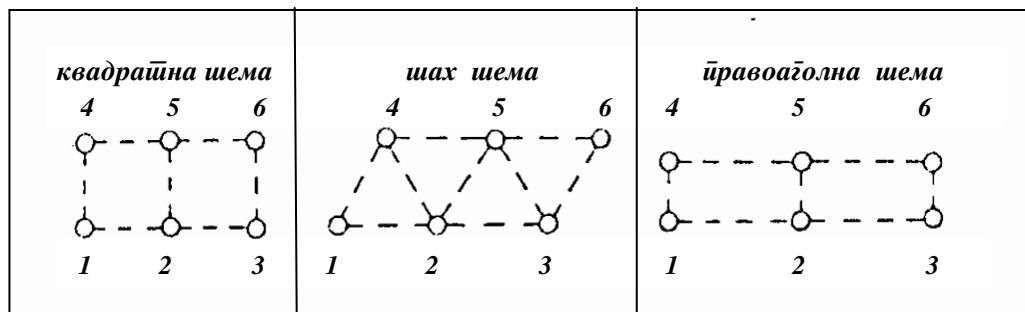
$K_{\text{рас}}$ - коефициент на распуканост ($K_{\text{рас}}=1$ за крупно блоковити

карпести масиви, $K_{\text{рас}}=1,2$ за ситно блоковити карпести масиви),

γ - зафатнинска маса на карпите, kg/m^3 .

Дупчотините во повеќе редови се распоредуваат така што формираат **квадратен, триаголен (шах) или правоаголен** распоред (Сл. 2.46).

Дупчотините со триаголен распоред формираат едностран триаголници, кај кои страните се еднакви помеѓу дупчотините во редот, а растојанието помеѓу редовите може да биде различно во зависност од мрежата на дупчење или шемата на иницирање.



Сл. 2.46 Основен распоред на дупчотини на минска серија
1,2,3,4... реден број на мински дупчотини

Зафатнината на призмата на рушење за коса етажа и за една дупчотина се пресметува врз основа на шемата на слика 2.47.

Со оваа пресметка се добива маса по една дупчотина во природна состојба, а со минирање на серија дупчотини на етажа се добива вкупната маса од минираниот материјал при што неговата количина се изразува како број (во тони или метри кубни) добиен од една минска дупчотина.

Тој број помножен со бројот на дупчотини во серијата и тоа помножено со коефициентот на растреситост (K_r) се добива вкупната растресена и раздробена маса од таа серија, т.е.

$$V_{\text{dup}} = a \cdot W_{\text{sr}} \cdot H \cdot K_r, \quad \text{m}^3$$

кадесе:

V_{dup} - зафатнина на изминирана маса од една минска дупчотина, m^3

a - растојание помеѓу дупчотините, m

W_{sr} - средна величина на ЛНО за првиот ред дупчотини, m^3

H - висина на етажата, m

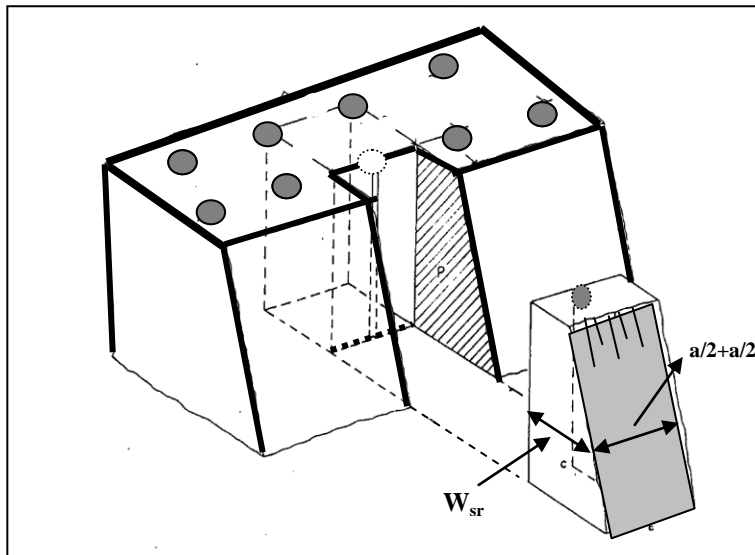
За цела серија ќе се добие:

$$V_{vk} = V_{dup} \cdot N_{dup} \cdot \gamma, \quad m^3$$

каде се:

N_{dup} - број на мински дупчотини во целата минска серија

γ - зафатнинска маса на карпестиот масив, kg/m^3



Сл. 2.47 Призма на рушење за една минска дупчотина

● - мински дупчотини

6.4 Методи на минирање на проширени дупчотини (котловско минирање)

Методата на котловско минирање на површинските копови многу ретко се применува. Оваа метода на минирање се применува за цврсти и малку распукнати карпи и со висок коефициент на дробење.

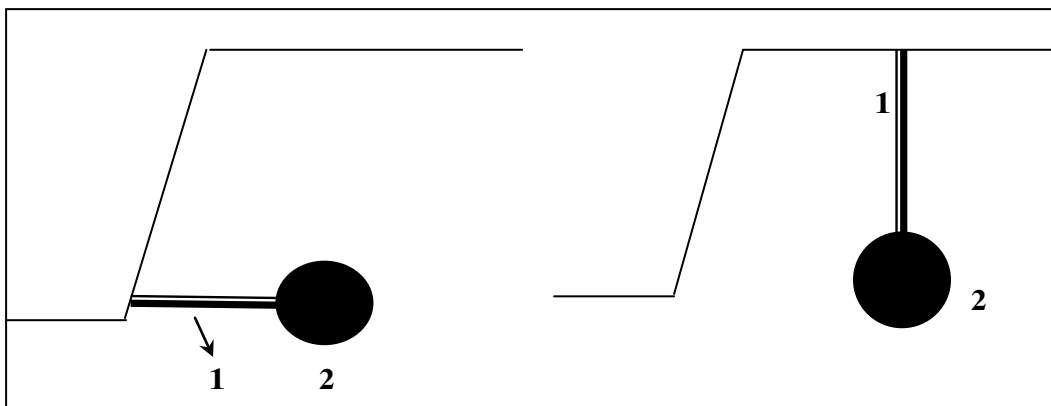
Исто така може да се применува во средно цврсти карпи со мал агол на косината од етажата, кога линијата на најмал отпор е голема и кога со столбните континуирани експлозивни полнења не може да се совлада.

Принципот на котловското минирање се заснива на проширување на претходно издупчени дупчотини на дното со едно по друго независни

минирањето со мали количини на експлозив на кој начин се проширува дното на дупчотината во форма на "котел". Проширениот дел на минската дупчотина може да се исчисти од растресениот материјал со издувување со компримиран воздух, или со специјални направи (рочно).

Кај високи етажи и вертикални дупчотини се применува комбинација од котловски мини со раздвоено минско полнење или кај коси дупчотини се користи комбинација од котловско и столбно полнење.

Котлите можат да се изработуваат со **вертикални и со хоризонтални дупчотини** што значи можат да бидат и да се полнат како вертикални и како хоризонтални дупчотини (Сл. 2.48).



Сл. 2.48 Хоризонтално изработен котел и вертикално изработен котел
1 - дупчотина, 2-котел со експлозивно полнење

Методата на котловско минирање покрај некои свои специфични предности има низа **недостатоци** и тоа:

- поради проширување на дупчотината во повеќе фази се комплицира организацијата при работа на самиот коп;
- поради концентрираното полнење се добива невоедначена гранулација на изминираниот материјал;
- се формираат силни сеизмички ефекти и се образуваат пукнатини во подот на етажата и околу минската серија.

6.5 Методи на контурни минирања

Примената на сè поголеми количини на експлозив за минирање е резултат на потребите за зголемено производство т.е капацитет на површинските копови.

Како резултат на тоа, со постојани притисни, сеизмички и други напрегања и деформации од експлозиите се нарушува рамнотежата на карпестиот масив, што во одредени услови може да предизвика зарушување на косините од етажата, предизвикува услови за нивна нестабилност или се формираат во длабочина нови пукнатини и се прошируваат постојните.

Кај површинската експлоатација ова има посебно значење при изведување на минирања во зоните на завршните крајни граници од етажите и при формирањето на завршните косини на етажите кои ја дефинираат завршната косина на копот и воопшто стабилноста на целиот коп.

При овие минирања, како што беше истакнато во претходните поглавја, настануваат три зони на деформација на карпестата маса: зона на мелење - ситни пукнатини, зона на потреси и пукнатини и зона на сеизмички осцилации и потреси.

Зоната на мелењесе простира **2-3 метри**, а во некои карпести маси со неповолни карактеристики од **9-11 метри**, од последниот (задниот) ред на минската серија. Зоната на потреси се простира **40 - 60 метри**, а зоната на сеизмички потреси зависи од примената на количина на експлозив, типот на експлозив, методата на минирање, начинот на иницирање итн..

Деформирањето на карпестиот масив од секаков аспект, може да се намали, ако при минирањето се придржуваме до одредени правила и тоа:

- ограничување на количината на експлозив во граничните делови на ископот,
- примена на милисекундно минирање со што поголем број интервали
- да се изврши правилен избор на типот и количината на експлозив,
- да се применуваат коси дупчотини насочени под соодветен агол и
- по можност да се намали пречникот на дупчење.

Сите овие наведени правила и предуслови за успешно минирање во зоната на завршните етажни косини, можат да се обезбедат и исполнат со примена на **методите на контурни минирања**.

На површинските копови најчесто се применуваат четири основни методи на контурно минирање:

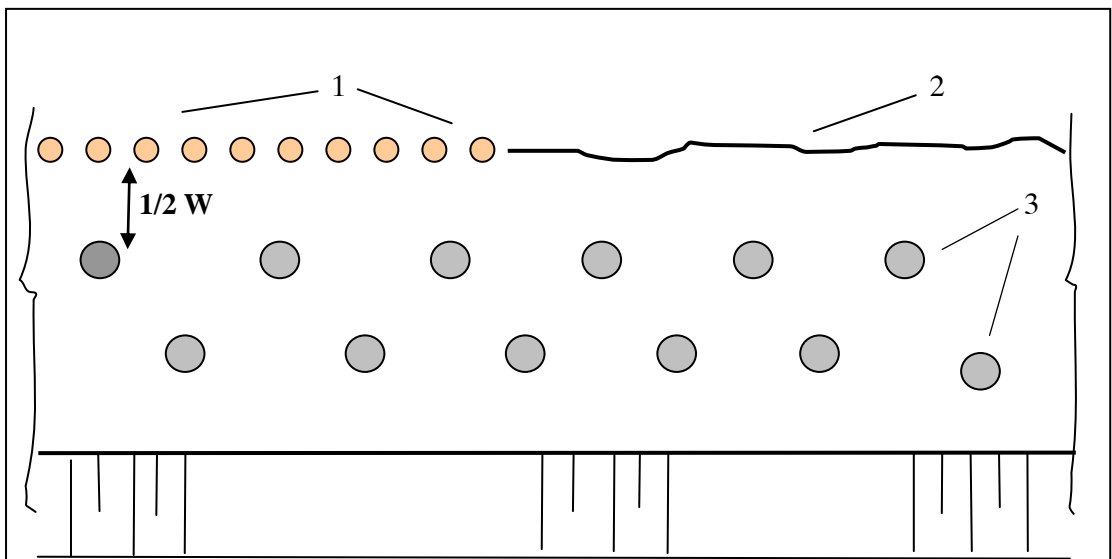
- линиско дупчење или линиско - звучно минирање,
- пригушено минирање,
- глатко (рамно отсечување) минирање и
- предминирање.

▪ **Линиско дупчење или линиско - звучно минирање**

Оваа метода се применува за мали и средни пречници на дупчење, така да дупчотините се дупчат во еден ред на мало растојание. Растојанието помеѓу дупчотините е од 2 - 4 пречника на дупчотината (**2 - 4 D**). (Сл.2.49)

Дупчотините **не се полнат со експлозив**, освен во случај ако се работи за цврста и жилава карпа, тогаш во секоја трета или четврта дупчотина се става мала количина на експлозив.

Редот на примарни дупчотини (буферни) кои се наоѓаат покрај (пред) линискиот ред на празни дупчотини се полни со помала количина на експлозив приближно 50% од полнењето на дупчотини за примарно минирање. Растојанието помеѓу линиските дупчотини и првиот соседен ред изнесува 50% од нормалната линија на најмал отпор. Оваа метода на контурно минирање не е ефикасна за тенки слоеви на седиментни наоѓалишта и некои формации на цврсти метаморфни карпи.



Сл. 2.49 Шема на распоред на дупчотини при линиско - звучно минирање

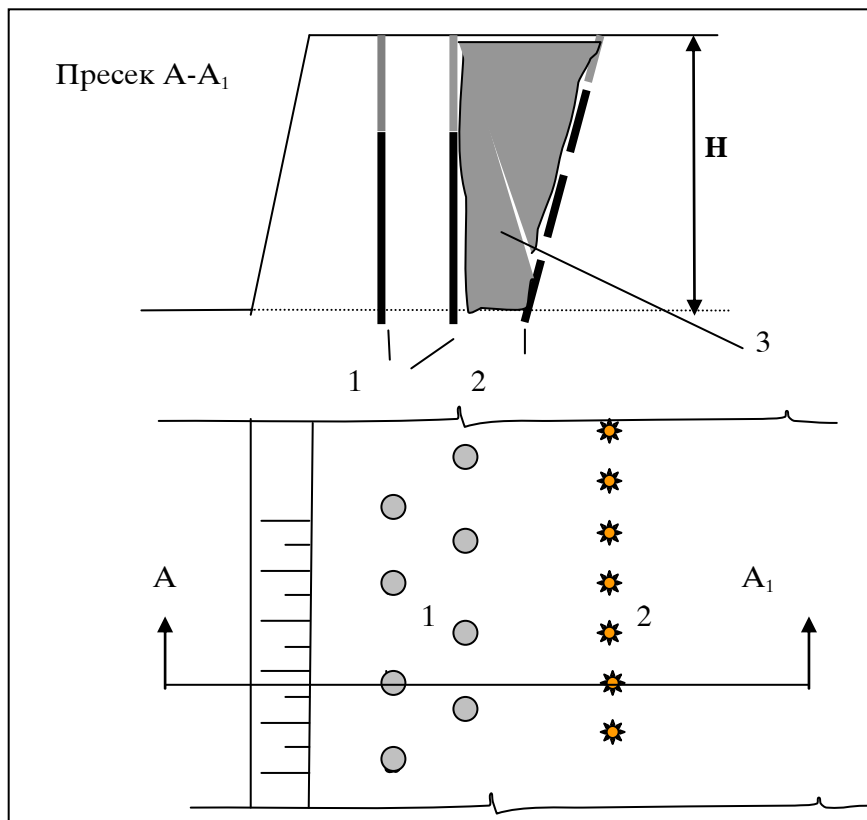
- 1 - линиски (празни) дупчотини, 2 - контурна линија од претходна минска серија,
3 - примарни дупчотини

▪ Пригушено минирање

Оваа метода се применува во повеќе варијанти но најчесто како порамнување на минирањето и како пригушено минирање на дупчотини со различен пречник во исти ред.

Израмнувачкото минирање се изведува така да прво се изведе главното минирање, при што се остава еден столб од карпестиот масив (како зона на пригушување) помеѓу последниот ред на дупчотини и границите на завршната линија на етажата (Сл. 2.50).

Сите (контурни) дупчотини на граничната рамнина на етажата се полнат со експлозив со дисконтинуирано (редуцирано) полнење, и се активираат едновремено. Истите во некои случаи, според стручна проценка, можат да се активираат и заедно со примарните дупчотини но со ист временски интервал како последниот ред примарни дупчотини.



Сл. 2.50 Пригушувачко (израмнувачко) минирање на завршна косина на ежажа
1- примарни дупчотини, 2 -контурни дупчотини со ист пречник,3-зона на пригушување

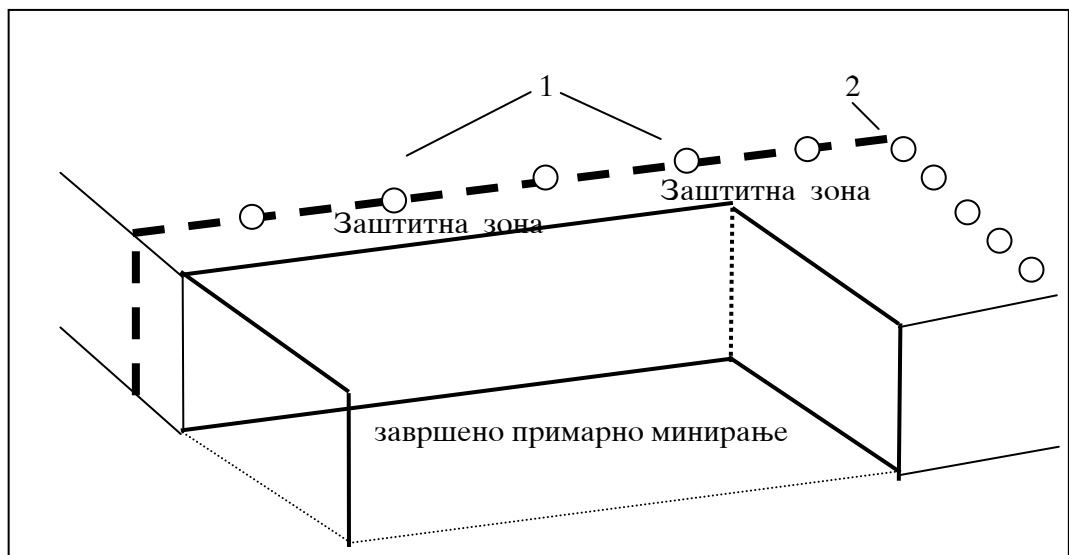
Друга варијанта на пригушувачкото минирање е со примена на дупчотини со различен пречник во исти ред. Се изведува така да до границата на завршната етажа, се дупчат дупчотини со мал и голем пречник со растојание помало од примарното минирање. После секои две или три дупчотини со мал пречник се дупчи една дупчотина со голем пречник.

Со експлозив се полнат само дупчотините со голем пречник. Примарните и контурни дупчотини се активираат во два различни временски интервали со милисекундно забавување а поретко заедно. По правило, за контурни минирања се употребават експлозиви со изразено потисно дејство и со помали детонациони брзини и помала бризантност од вообичаената.

▪ Глатко - рамно минирање

Се изведува кај шемите на минирање кога бочна страна или дел од етажата сакаме да остане непроменет при примарното минирање. Ефикасно може да се примени при радијални шеми на минирање или при минирање и формирање на усеци. (сл.2.51)

Периферните (контурни) дупчотини можат да се активираат заедно со активирањето на примарната минска серија, при што редот од контурни дупчотини се поврзува во мрежата на активирањето по редовите, или во друг случај, заштитната зона се минира после главното минирање.



Сл. 2.51 Распоред на дупчотините кај рамно (глатко) минирање
1 - контурни дупчотини, 2 - израмнување на етажата (завршна контура)

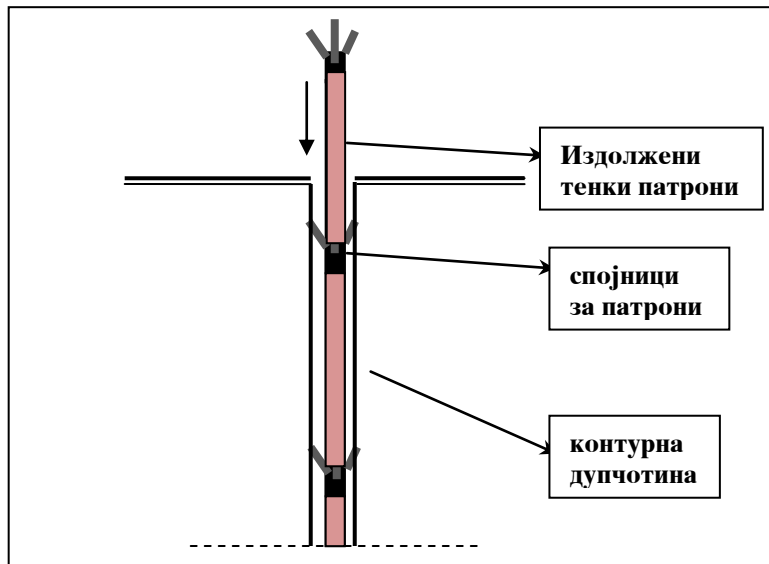
▪ Предминирање - (*Presplitting*)

Кај овие методи на минирање сите дупчотини на граничната рамнина на откопот се активираат пред главното минирање. При тоа се разликуват два случаја:

- активирање на дупчотините за предминирање се активират најпрво, а веднаш потоа и активирање на примарната минска среија, и
- активирање на дупчотините за предминирање претходно за следната серија на минирање. За главното минирање веќе има претходно создадена пукнатина вдолж граничната (завршна) линија на етажата.

Presplitting методот на претходно отсекување е метод каде се применува континуирано столбно експлозивно полнење со пречник кој е помал од пречникот на дупчотините. Експлозивниот столб се поставува во центарот на дупчотината без контакт со ѕидовите од истата.

За столбно полнење се применуваат експлозивни полнења во картонски или пластични цевки, со пластични продолжетоци кои се центрираат во дупчотината како што е прикажано на слика 2.52.



Сл. 2.52 Централно полнење на контурни дупчотини

Формирањето пукатини помеѓу соседните дупчотини се заснива на теоријата за ударното дејство на експлозивот. По оваа теорија од две истовремено иницирани соседни дупчотини, тргнуваат ударни бранови кои се

сретнуваат помеѓу нив, предизвикувајќи напрегнувања на истегнување во попречниот пресек помеѓу дупчотините.

Под дејство на овие напрегнувања доаѓа до расцепување и формирање на пукнатина во должина на две соседни дупчотини и по длабочина на контурните дупчотини.

Дефинирањето на механизмот на формирање пукнатини е значајно за примена на овој метод на претходно отсечување.

Оваа теорија подразбира моментни иницирања на сите или барем на поголемиот број контурни дупчотини (по групи).

Истражувања и експериментални минирања се вршени со забавување помеѓу контурните дупчотини од $20 \div 50ms$ како и минирања со црн барут со кои не се предизвикуваат силни ударни бранови како со бризантните експлозивни, и при овие минирања се добиени добри резултати.

Се препорачува контурниот ред да биде инициран со интервал од најмалку **50ms** пред иницирање на редовите во буфер зоната (или примарните дупки) со можни забавувања помеѓу контурните дупчотини од $15 \div 25ms$.

Емпириската постапка за пресметување на параметрите според оваа метода на минирање се базира на експериментални резултати според кои се добива:

Растојанието меѓу контурните дупчотини изнесува:

$$A_k = (10 \div 14)D_b, (m)$$

каде:

A_k - растојание на контурните дупчотини, m

D_b - пречник на контурните дупчотини, m

Количината на експлозив во столбното полнење изнесува:

$$Q_s = 0,815 \cdot A_k^2, kg/m'$$

Пречникот на експлозивното полнење како основно полнење изнесува:

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_s}{\pi \cdot \rho_e}}, (m)$$

каде: ρ_e (kg / m^3), - густината на експлозивот

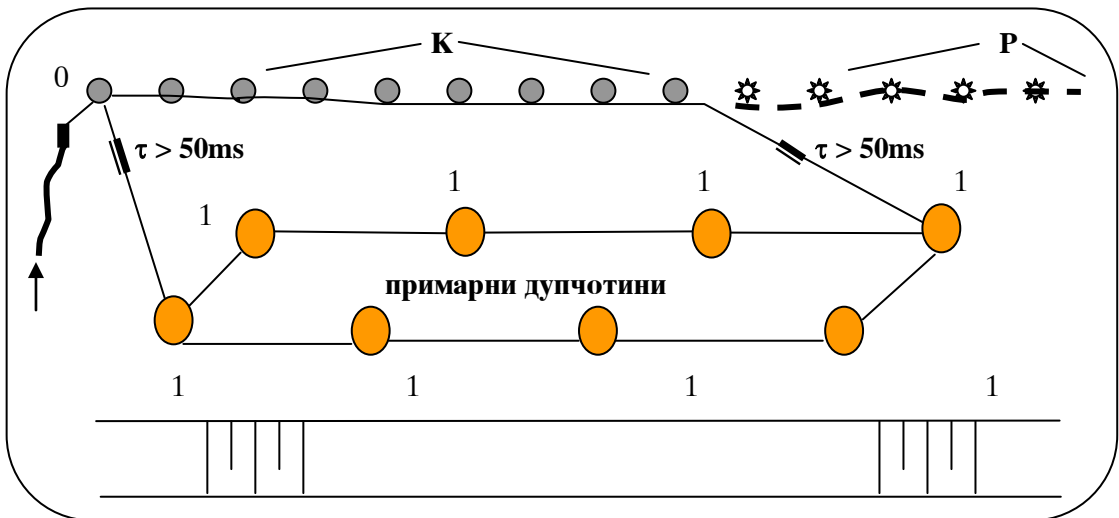
Величината на подното полнење изнесува:

$$Q_p = 3 \cdot Q_s, kg$$

Ова полнење се сместува на дното на дупчотината со должина од 0,3 - 0,5 m

Активирањето на дупчотините за предминирање заедно со активирање на останатите (примарни) дупчотини во серијата е често применлива методаи за различни типови карпести масиви (сл.2.53).

Временскиот интервал при активирање на дупчотините за предминирање и останатите дупчотини мора да биде најмалку 50 ms.



Сл. 2.53 Предминирање заедно со главното (примарно) минирање

К - контурни дупчотини, **Р** - претходно изминирани дупчотини со формирана контурна линија, **0**, **1** - интервал на палење, **==** забавувачи на иницирањето

Пречникот на дупчотините се движи од 50 ÷ 125 mm, а растојанието помеѓу дупчотините за овој пречник е 0,45 ÷ 1,05 m.

Конструкцијата на минското полнење се изведува така што дисконтинуираното линиско полнење треба да биде распоредено по должината на минската дупчотина сместено во средината на минската дупчотина. Дисконтинуираните полнења се изведуваат на различни начини во зависност со какви технички средства и понуди има на пазарот со експлозиви.

Вообичаено, се користат помалку бризантни експлозиви, со мали пречници и со изразено потисно (гас - енергија) дејство.

6.6 Методи на секундарни минирања

Секундарно минирање на коповите се изведува со цел извршување на различни споредни минерски задачи поврзани за производство или за изработка на одредени објекти на копот.

На коповите можат да се појават многу различни потреби за секундарни минирања и тоа при нормално одвивање на производните процеси и развојот на копот. Под секундарни минирања* се подразбира:

- Разбивање на крупни (негабарити) блокови,
- Порамнување на нивото на етажите т.е. отстранување на праговите,
- Изработка на пристапни патишта надвор од границите на копот,
- Изработка на поединечни објекти во карпестиот масив (канални, усеци, поткопи, окна и др.).

**(Во рамките на оваа книга ќе биде објаснето само разбивањето на големи блокови)*

За овие секундарни работи (дупчење и минирања) се користат самоодни или лесни дучалки со пречник на дупчење до **100mm**, и се користат патронирани експлозивни кои одговараат со своите минерско - технички карактеристики на поставените цели.

Сите наведени случаи на секундарни минирања не е можно да се типизираат и за нив да се прикажат постапките при минирање па овде се изложени само постапки кои се користат на нашите површински копови и подземните рудници.

За минирање на прагови и останатите споменати задачи на секундарното минирање, не можат да се дадат стандардни постапки на минирањето, бидејќи зависат од локалните услови и целта на минирањето и се дефинираат на лице место.

▪ Разбивање (раздробување) на блокови

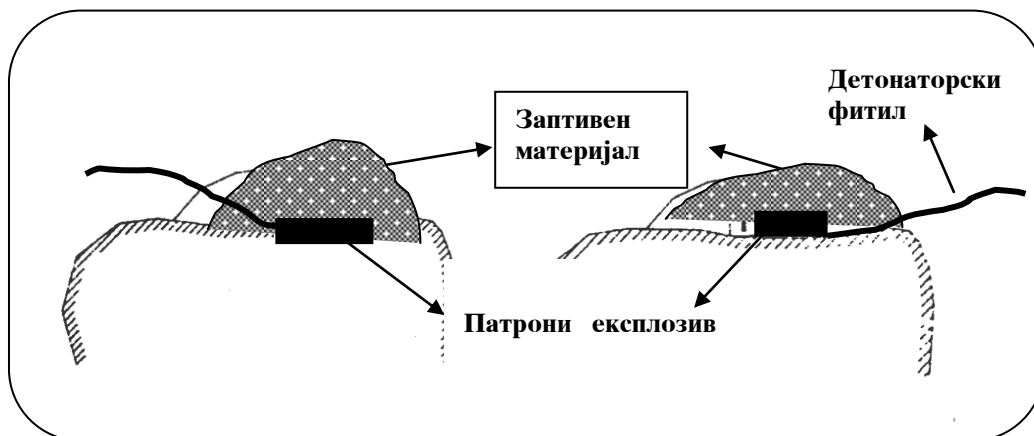
За лесно разбивање на блоковите на коповите се користат и неексплозивни средства, но најчесто за разбивање на големи блокови сè уште е широко во употреба методата со примена на експлозивни средства. При тоа се користат одредени стандардни постапки - методи кои се изложени подолу во овој поднаслов.

▪ Разбивање на блокови со налејни мини

Постапката се состои во тоа што патронот со бризантен експлозив или обликувано полнење на пластичен експлозив со соодветни средства за иницирање (рударска каписла бр.8, бавногорлив фитил,

детонаторски фитил), се поставува на површината на блокот. Потоа експлозивот се облепува со заптивен материјал (глина, песок), дебелина поголема од дебелината на експлозивот, како што е прикажано на слика 2.54.

Патронот на експлозивот треба да биде во контакт со блокот. При вакви постапки се користи само ударната енергија на експлозивот, детонацискиот притисок е најизразен заедно со звучен ефект а исто така и постои опасност од разлетување на фрагментиран материјал (парчиња од блокот или чепот).



Сл. 2.54 Разбивање на блок со налепни мини (патрони)

Кај оваа метода треба да се избере експлозив со што поголема ударна енергија, односно детонаторски притисок. Специфичната потрошувачка на експлозивот, кај примената на легнати патрони се движи во граница 1,0 - 2,0 kg/m^3 , зависно од типот на експлозивот и карпата.

Ориентационата проценка на специфичната потрошувачка на експлозив со налепни мини, може да се изврши според руски норми дадени во таб. бр. 30.

Табела 30. Специфична потрошувачка на експлозив "Амонит-6 "

f	4	6	8	10	12	14	16	18
Q (kg/m^3)	0,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Специфична потрошувачка на избраниот експлозив може да се одреди преку односот на снагата на избраниот експлозив и тип Амонит 6.

Во литературата се препорачува изразот:

$$q_1 = q \cdot \frac{e}{e_1}, \quad (\text{kg/m}^3)$$

каде се:

q_1 , - специфична потрошувачка на избраниот експлозив, kg/m^3

q - специфична потрошувачка на Амонит 6 (од табела 29)

$e = 360(\text{cm}^3)$, - Траузол проба на Амонит 6 и

$e_1(\text{cm}^3)$, -Траузол проба на избраниот експлозив.

Бидејќи овде се користи ударната енергија на експлозивите, за одредување на специфична потрошувачка на одбраниот експлозив се користи :

$$q_1 = q \cdot \frac{P_d}{P_{d1}}, \quad \text{kg/m}^3$$

каде се:

P_d - детонаторски притисок на Амонит 6, kPa ,

P_{d1} -детонаторски притисок на одбраниот експлозив, kPa ,

Количината на експлозивот во налепната мина, според тоа изнесува:

$$Q_1 = q_1 \cdot V, \quad \text{kg}$$

каде:

V - зафатнина на блокот, m^3

Количината на експлозивот која е потребна за дробење на еден блок може да се одреди и по образецот на Л.И.Барон:

$$Q_1 = 0,6 \cdot q \cdot k_s \cdot b \cdot h, \quad \text{kg}$$

каде се:

q , (kg/m^2), - специфична потрошувачка на Амонит-6ЖВ

k_s - коефициент на снагата на експлозивот

b, h , (m), -максимална ширина и висина на блокот

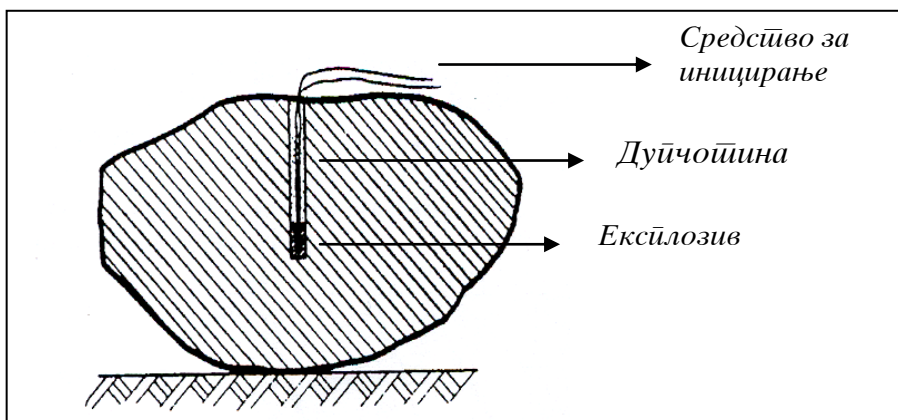
Бидејќи налепните мини предизвикуваат јаки воздушни удари, количината на експлозивот во налепната мина која истовремено се иницира не смее да ја премине количината на експлозивот предвидена со прописите во врска со заштитата од воздушни удари.

Технолошки гледано примената на налепните мини е рационална за разбивање на блокови со пречник до **1,5m**.

▪ **Минирање на блокови со дупчотини**

За раскршување на блокови со поголеми димензии се користат и мински кратки дупчотини. Се прават дупчотини во блоковите во кои се поставува експлозив како на сл. 2.55.

Применета длабочина е 1/2 од висината а најповеќе 2/3 од висината на блокот. Препорачлива количина на полнење е дадена во табелата бр. 31.



Сл. 2.55 Секундарно минирање со дупчотина во блокот

Потрошувачката на експлозив при оваа постапка е неколку пати помала од онаа кај налепните мини, намален е воздушниот детонаторски бран, но постои исто така опасност од распрскување на парчиња.

Во табела бр. 31 дадена е споредба на потрошувачката на експлозив помеѓу полнење во дупчотини и минирање со налепни мини.

Табела 31. Споредбен преглед на специфичнаа потрошувачка на експлозив

Коефициент на цврстина f	Со дупчотини и експлозивно полнење		Со налепни мини	
	q (kg/m ³) при среден пречник на блокот (m)			
	0,5	0,7	0,5	0,7
6 ÷ 8	0,38	0,20	1,45	1,40
10 ÷ 12	0,51	0,27	1,65	1,60
12 ÷ 14	0,58	0,29	1,85	1,80
16 ÷ 18	0,64	0,32	2,10	2,00

6.7 Методи на минирање при експлоатација на архитектонско - украсен камен

Според техничките својства и физичко - механичките карактеристики на овие карпести маси, тие претставуваат карпи со изразена монолитна структура, боја, без присутни микропукнатини и други геолошки деформитети.

Се одликуваат со голема отпорност на абење, распаѓање и постојаност. Погодни се за секаков вид на обработка со што се овозможува нивна широка примена во градежништвото, и воопшто за фини архитектонски решенија во многу градежни објекти како ентериер или за надворешна фасадна примена (станбени куќи, плоштади, згради, хотели, цркви и др.) .

При експлоатацијата на камени блокови кои се користат како архитектонско - градежни камења (АГК), експлозивот се користи на сосема друг начин отколку при вообичаените методи на минирање.

Првенствена задача при овие минирања е отсекување на поголеми камени блокови (ламели) а при тоа да не се оштети или раздробат самиот блок или околните карпи. Овие минирања често се применуваат при овој вид на експлоатација и потврдени се како ефтина и ефикасна метода.

Одделувањето на компактни цврсти камени блокови (мермери, травертини, гранити, оникс), може да се врши на повеќе начини:

- **со примена на различни машини за сечење или режење (дијамантски жични пили, jet-belt (ланчани) пили како машини за потсекување и длабински резови, канални машини и др),**
- **со дупчење и примена на неексплозивни средства (дрвени чепови во комбинација со вода, неексплозивни експандирачки смеси како dexpan, popex и др.),**
- **со дупчење и примена на различни експлозивни средства**

При техниката на добивање камени блокови со дупчење и минирање се користи својството на експлозивот да формира пукнатини помеѓу минските дупчотини и на тој начин се формираат нови површини на соодветниот блок или ламела.

Во основа оваа техника на минирање е позната како контурно минирање - цепење на карпестиот масив во одреден правец.

Основни карактеристики на овие минирања се примена на мали пречници на дупчење, минските дупчотини се лоцирани на мали растојанија и се применуваат мали количини на експлозивни средства.

Во многу случаи се применуваат и линиски дупчотини (без експлозив) за да се добие бараниот правец на цепање на компактниот карпест масив.

При одвојување на основната ламела од цврстиот карпест масив која е со поголеми димензии, се применуваат пречници на дупчење до 60mm, додека за понатамошно цепање на ламелите на помали блокови се применуваат пречници до 40mm.

Експлозивот како средство за минирање на површинските копови за експлоатација на камени блокови се применува генерално во повеќе технолошки фази на експлоатацијата.

Дупчење и минирање во фазата на експлоатација се применува при:

- *расширување на раздробени (примарно расфукани) зони,*
- *расширување на невалидни примарни зони,*
- *изработка на усеци и канали за формирање на работно чело,*
- *одвојување на ламели од цврстата карпестата маса,*
- *кроење на соборените ламели со дупчење.*

6.7.1 Дупчење и минирање во раздробени зони

Минирањето во раздробени зони се применува во комбинација со претходно изработени резови со дијамантска жична пила. На тој начин се заштитуваат блиските квалитетни зони на блокови од влијанието на експлозијата.

Најчесто, овие минирања се изведуваат по претходно дефинирање на блоковитоста, падот на пукнатините и воопшто состојбата на карпестиот масив. Овие минирања треба да се изведуваат во зони кои воедно би биле влез за нова етажа, или проширување на работниот фронт на постојната етажа.

При лоцирања на минските дупчотини важно е правилно да се дефинирани постојните пукнатини, дисконтинуитети (ласови), и генералниот правец на пад и протегање на карпестата маса.

Дупчењето се изведува со помали пречници со стандардни пресметки на дупчечко - минерските параметри. Се користи експлозив со послаба сила т.е. помала детонациона брзина и густина со изразит ефект на гасовити продукти со што повеќе би се искористило потисното дејство на експлозивот.

Се користат АН - прашкасти патронирани експлозивни со мали пречници од 30 - 40mm при што може да се примени и дисконтинуирано

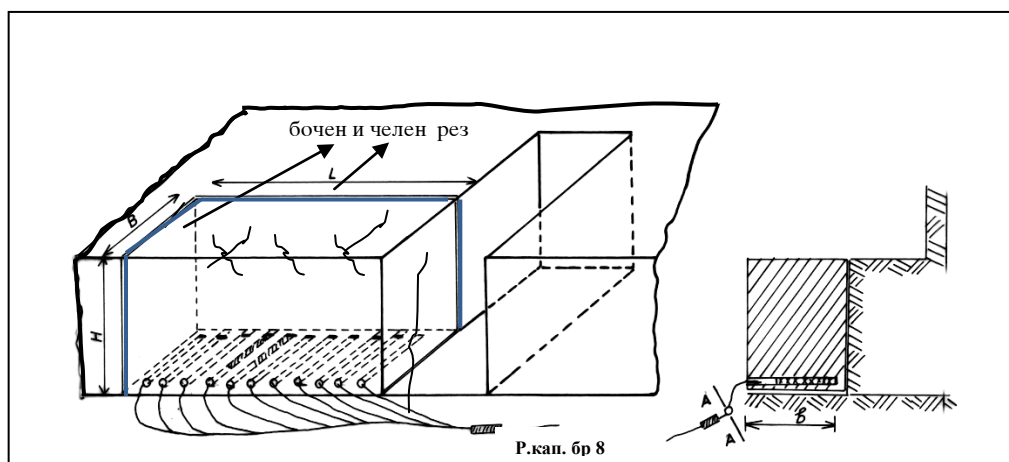
полнење. Како иницијални средства може да се користат детонаторски фитил, каписла бр. 8, бавногорлив фитил, Нонел-систем, забавувачи на палењето, електрични детонатори и др.

Добиената гранулација на изминираниот раздробен материјал не е во преден план. Најважно при овие минерски работи е да се заштитат околните здрави и квалитетни карпести маси што се постигнува со претходно изведување на вертикални (челни и бочни) резови со дијамантска жична пила.

Често пати, наместо соборување (легнување) на ламелите, во овој случај истите се дупчат и се минираат со експлозив (сл. 2.56).

При појава на поголеми блокови, истите за полесно товарање и транспорт, можат да се минираат на самото место - секундарно.

На слика 6.78 прикажан е еден начин на минирање со цел отстранување на неквалитетни зони, проширување на U-канал на експлоатациона етажа.



Сл. 2.56 Дупчење и минирање на распукани ламели (зони)

6.7.2 Дупчење и минирање при изработка на усеци и канали

Усеците и каналите се изработуваат со цел отворање на нова етажа или разработка на истата. Најчесто се изработуваат во раздробени или на некој начин оштетени зони во самата компактна карпеста маса.

Овие дупчечко - минерски работи секогаш се изведуваат во комбинација со примена на дијамантска жична пила.

На тој начин се постигнува одделување на зоната на дејство на експлозивот во однос на квалитетната компакната карпеста маса.

Во зависност од *формата* подготвителните канали можат да бидат:

- *V- канал (во форма на буквата „V”)*

- *U - канал (во форма на буквата „U”)*

Во зависност од *местооложбата*:

- *централни,*

- *бочни (странични)*

Каква форма ќе биде самиот канал и неговата локација на самата етажа, зависи од присутните пукнатински системи, динамиката на развој на рударските работи, применетата технологија на експлоатација и од самата конфигурација на теренот (кога се работи на отворање на нови етажи).

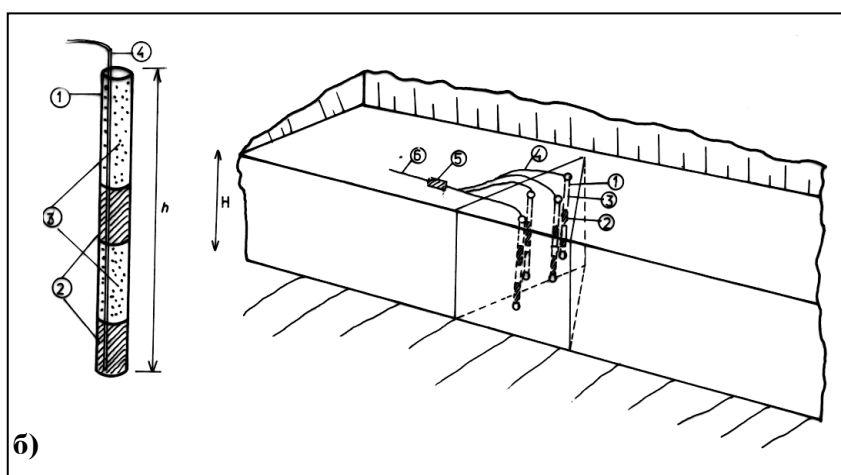
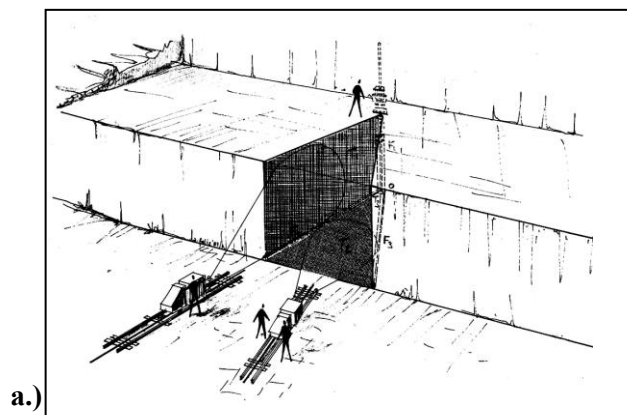
”V” - канали се изработуваат според следната динамика:

Најпрво се изработуваат два вертикални резони под одреден агол и еден потсек за потсекување на подината со дијамантска жична пила. Потоа, опфатената и ограничена призма се дупчи со одреден распоред на мински дупчотини во зависност од нејзините димензии и пречникот на дупчотините.

Дупчотините се полнат со експлозив со точно одредени количини според пресметаните параметри на минирање. Тие можат да се иницираат со класични средства за иницирање или со нонел - ситем за иницирање при што импулсот на експлозија е со правец на дејство од челото на етажата кон длабочината на резот.

По изведеното минирање, раздробениот материјал се отстранува со товарна машина или багер.

Овој начин на изработка на V-каналот има низа предности а пред сè тоа се огледа во брзината на изработка, едноставните работни операции што се изведуваат (пилење, дупчење, минирање и товарење со транспорт), релативно ниската цена на чинење на целиот зафат и др.

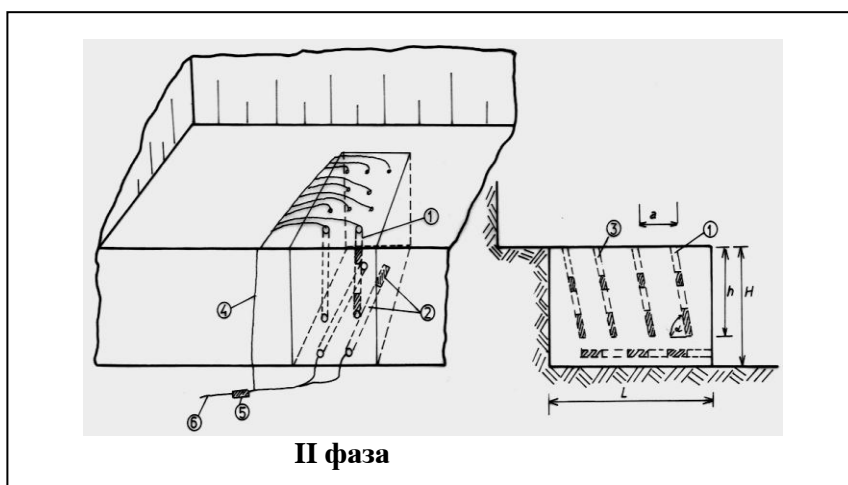


Сл. 2.57 Изработка на **V-канал** со дијамантска жична пила и минирање
а - вертикален и хоризонтален рез, **б** - мински дупчотини во зоната на **V-резот**
 1 - пресек на минска дупчотина, 2 - експлозив, 3 - чепови од земја или глина,
 4 - детонаторски фитил, 5 - руд. каписла бр.8, 6 - бавногорлив фитил

Како недостаток на оваа метода е тоа што повеќе од 30% од должината на новодобиените страни е неупотреблива поради формата на каналот и правците на страните во однос на етажните ивици.

U- канал се изработува со цел формирање на работни површини при веќе разработена етажа или при отворање на нова етажа.

Најчесто местоположбата на отворање на каналот се одредува во раздробени или распукани зони. Претходно заради ограничување на оваа зона од цврстата квалитетна карпеста маса, се изведуват хоризонтални и вертикални резови со дијамантска жична пила (прва фаза). (Сл.2.58)



Сл. 2.58 Изработка на U - канал,
II фаза - распоред на мински дупчотини во U - зоната

Изработка на каналот е со следната динамика:

- дупчење на верикални и хоризонтални дупчотини за изведување на резовите,
- сечење на задниот (челен) рез со канална машина;
- сечење на хоризонтален (поден) рез и бочни вертикални (2) резови со дијамантска жична пила;
- дупчење на хоризонтални и вертикални мински дупчотини според големината на обликуваната U - призма;
- минирање на серијата и товарење на раздробениот материјал.

Димензиите на каналот зависат од димензиите на самата етажа и можат да бидат од 10 - 15 метри во длабочина на етажата и 4 до 5 метри по ширина од истата. Според димензиите на каналот се одредуваат бројот на мински дупчотини како и интервалите на иницирање.

Во сите случаи на минирање за растресување, (отстранување на раздробени зони или неквалитетни партии, изработка на канали) се применува експлозив со послабо бризантно дејство, со памала брзина на детонација, и со поизразени параметри во поглед на притисок и гасовити продукти.

Количината на експлозив се пресметува според образецот:

$$Q = V \cdot q \quad , \text{ kg}$$

каде: V - зафатнина на призмата што се минира , m³

q - специфична потрошувачка на експлозив за соодветната карпа за раздробување, kg/m³

Добиената количина на експлозив се распоредува соодветно во минските дупчотини претходно изработени според пресметаните дупчечко - минерски параметри.

6.7.3 Дупчење и минирање при добивање на ламели

Генерално, во сегашни услови на експлоатација, начинот на добивање (одделување) на ламелите (блоковите) од цврстата маса се врши на повеќе начина и тоа:

- само со примена на дупчење и минирање,
- комбинирано со дупчење, минирање и со дијамантска жична пила,
- со сечење на хоризонтални, вертикални и бочни резови, со дијамантска жична пила.

Во ова книга се дава опис само на начинот на добивање на блокови со примена на дупчечко - минерски работи.

Етажите за добивање на камени блокови на површински коп за добивање на блокови, најчесто се со висина од **6m**. Оваа висина е усвоена имајќи ги предвид техничките карактеристики на машините кои се применуваат, присутните дисконтинуитети, пред се пукнатинските системи, генералниот пад на карпестата маса и самиот квалитет на истата.

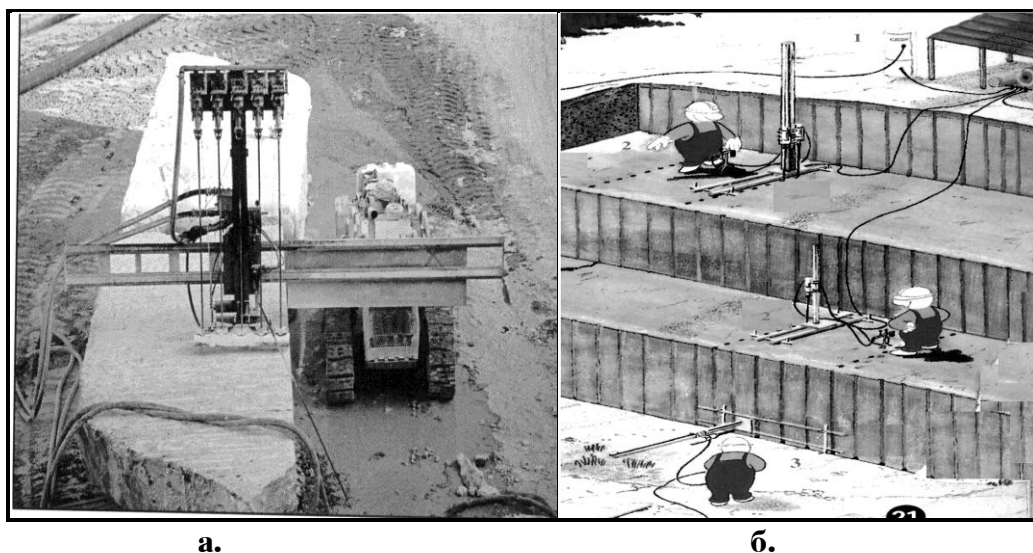
По претходно изработениот усек на отворање и формирано чело за фронтално откопување, или формиран **U** или **V** - канал на експлоатационата етажа, се дупчат хоризонтални и вертикални дупчотини.

До постигнување на проектираната висина на етажите должината на вертикалните дупчотини може да биде различна.

Вертикалните дупчотини се дупчат на растојание од **25 - 35cm** во зависност од пречникот на дупчење, структурните карактеристики на блокот и начинот на иницирање. Пример за пречник на дупчење од **32 mm** се усвојува растојание на вертикалните дупчотини од **30cm**.

Оваа вредност за растојанието не важи и за челните (бочни) дупчотини кои се во помал број од фронталните и растојанието помеѓу нив треба да биде **1/2a**.

Бројот на хоризонталните дупчотини е ист како и на вертикалните фронтални дупчотини со напомена дека хоризонталните дупчотини се дупчат во подот од етажата со нулти агол на дупчење (хоризонтално) и првата хоризонтална дупчотина треба да се лоцира на средина од првата и втората вертикална фронтална дупчотина.



Сл. 2.59 Изведување на дупчечки работи при кроење (а) на соборена ламела и при етажно добивање на помали блокови, (б)

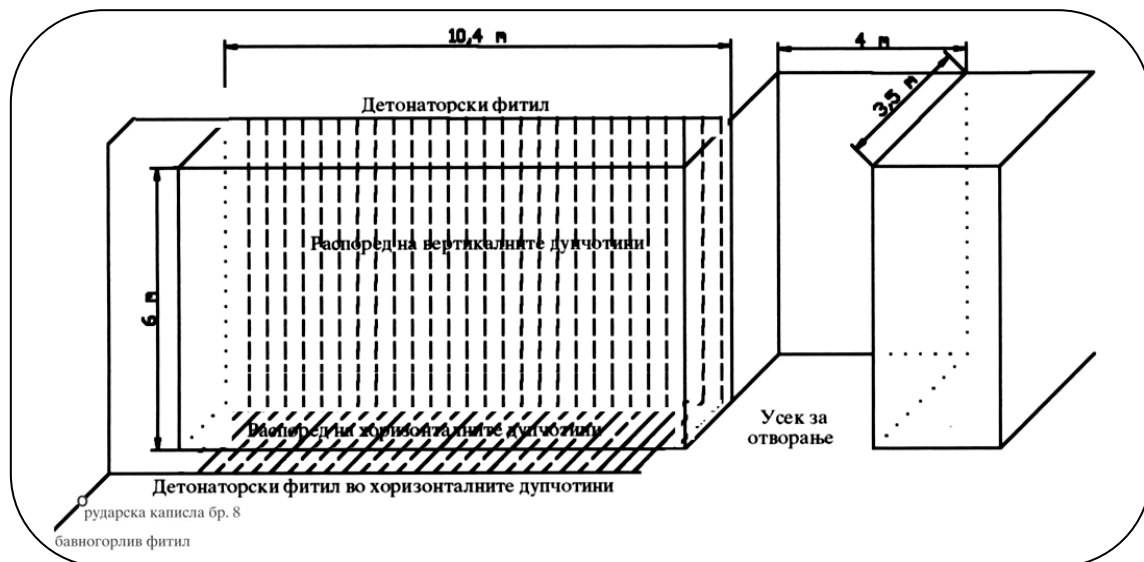
Ова е заради анулирање на опасноста од поклопување на правците на вертикалните и хоризонталните дупчотини кое што може да доведе до концентрирање на експлозивното полнење (експлозив, детонаторски фитил или црн барут) и прекумерно оштетување на блокот.

При дупчење на вертикални дупчотини за поголема продуктивност при дупчењето често пати се користат и лафетни дупчалки кои имаат низа предности во однос на рачните чекани.

Со такви дупчалки можат да се дупчат хоризонтални и вертикални дупчотини. Учинокот и економичноста при работата, имајќи ги предвид брзината и прецизноста на дупчењето доста се големи (Сл. 2.59).

При изведување на дупчењето потребно е строго да се дефинирани превецот на дупчење, должината на дупчотините и аголот на дупчење кој треба да изнесува 90° (при вертикални дупчотини).

Имајќи ја впредвид брзината на дупчење и малиот пречник на дупчење се препорачува строга контрола на девијацијата на самите дупчотини уште во процесот на почнување со дупчењето, бидејќи грешно поставената дупчалка во однос на аголот на дупчење на пример од само 1° (еден степен), може да допринесе за девијација на минската дупчотина во дното од десетина сантиметри.



Сл. 2.60 Распоред на вертикални и хоризонтални мински дупчотини со геометриски димензии на еден блок
 - - - детонаторски фитил во секоја минска дупчотина

Ова е посебно важно за оваа метода на добивање, бидејќи се дислоцира енергијата на експлозивот или детонаторскиот фитил во несакан правец.

При таквата појава на дислокација, можни се оштетувања на блокот во подот од етажата или спротивно, да е недоволно отсечен (со прекин) што подоцна се одразува на квалитетот на целиот блок а во краен случај може да дојде и до негово кршење во несакан правец при неговото соборување.

- минирање -

За успешно изведување на минирањето, односно техничкото одделување на цврстата карпеста маса (банк) од здравата карпеста маса треба да се користи такво експлозивно полнење кое ќе обезбеди минимални оштетувања на карпестиот масив, а истовремено ќе изврши цепење (ребресто - контурно цепење - т.н **presplitting method**) по должина на направените вертикални и хоризонтални дупчотини.

За таа цел можат да се применуваат експлозивни средства кои треба да имаат соодветни минерско - технички карактеристики како на пример

прашкасти амониум - нитратски експлозивни со пречник на патроните од **16 - 32 mm** со мала брзина на детонација од **1500 - 2000 m/s**

- детонаторски фитил класа **C - 12** со пентрит-полнење од **12g/m¹**
- црн барут*
- бавногорлив фитил со брзина на горење од 120 секунди за **m¹**
- детонаторска каписла бр. 8
- електрични детонатори
- милисекундни забавувачи на палењето од **15 или 20ms** и
- нонел или други системи за иницирање

***Црниот барут не детонира туку согорува и за тоа негово изразено својство се користи при овој вид на минирања. При согорување се карактеризира со изразито потисно дејство и ослободување на гасови кои експандираат во пукнатините. Хигроскопен е и затоа не се препорачува негова примена во влажни средини и ако присуството на влага во неговиот состав е повеќе од 15%. Влажноста се забележува и на тој начин што зрната се матни и можат да се дробат меѓу прстите.**

При примена на детонаторскиот фитил се препорачува негово зголемено дејство на крајот т.е. на дното од дупчотината, со изведување на повеќе јазли или повеќе краеве по цела должина на минската дупчотина во комбинација со вода.

Минирањето се изведува со поврзување на сите краеве од детонаторскиот фитил со заеднички вод кој се иницира со детонаторска каписла бр.8 поврзана со бавногорлив фитил.

При минирање во иста серија на хоризонтални и вертикални дупчотини се предлага примена на милисекундни забавувачи од **20ms**, (овој интервал на забавување одговара на брзината на движење на еластичните бранови низ компактна - гранитна маса) при што прво се активираат хоризонталните дупчотини, а со забавување од **20ms** се активираат и вертикалните дупчотини.

Во случај да има поголем број на вертикални дупчотини можна е примена и на втор милисекунден забавувач, поставен на средината од редот вертикални дупчотини.

Начинот на поврзување на мрежата и примената на милисекундните забавувачи треба да се содржи во упатството за минирање за соодветниот површински коп.

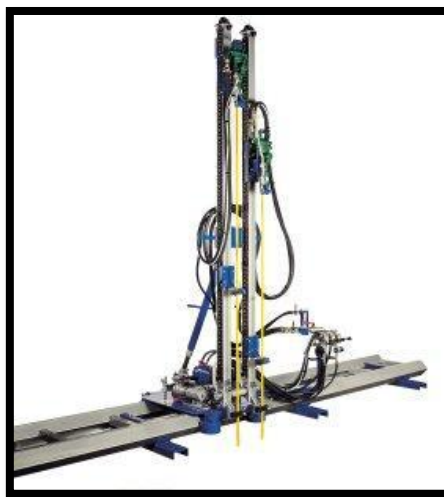
За минирање на хоризонталните дупчотини се предлага употреба на црн барут во секоја прва дупчотина и детонаторски фитил во секоја втора дупчотина. Зачепувањето мора да биде добро изведено - со глинен чеп или претходно приготвен чеп од влажна земја .

При употреба на црниот барут се препорачува (според условните ДМП) количина од **50 -70g** по дупчотина при што би се добила потрошувачка од **200 - 250 g/m³** .

Вертикалните дупчотини се минираат на тој начин што парните дупчотини (секоја втора) се полнат (поврзуваат) со детонаторски фитил и вода додека непарните дупчотини (секоја прва) се полни (поврзува) со детонаторски фитил и **50 g** црн барут.

Во врска со прикажаната технологија на експлоатација на блокови треба да се истакне специфичноста на применетите методи во поглед на дупчењето и минирањето. Потребно е во понатамошниот период на експлоатација да се разработат и воведат нови средства за овој вид на експлоатација како би се намалила примената на дупчеките работи и пред сè примената на експлозивни средства кои би можело во некои случаи да ја деформираат основната карпеста маса.

Сепак овие методи сè уште успешно се применуваат користејќи најсовремени средства за минирање и методи на растресување на масата кога се работи во раздробени зони и со забрзана динамика.



Сл.2.61 Хидраулична дупчалка во работа (лево), дупчалка тип Twingo EV (Perfora, It)- десно

6.8 Методи на изработка на подземни рударски простории

Во ова поглавие ќе биде изложен краток преглед на методите и постапките за изработка на подземни рударски простории со минирање. Потребата за изработка на овие простории се јавува и во површинската експлоатација при изработка на објектите за одводнување, кај методите со коморно минирање (изработка на пристапни простории, поткопи, ходници, окна, комори), при изработка на магацините за експлозивни средства и сл.

Подземните рударски простории, во зависност од тоа каква им е положбата, геометриските димензии, обликот и намената, можат да бидат: хоризонтални, вертикални, коси, коморни и останати други простории за различни намени.

- изработка на ходник во цврст материјал -

Работниот циклус при изработка на ходник во цврст материјал ги опфаќа следните работни операции: дупчење, минирање, проветрување, товарање на минираниот материјал, подградување и помошни операции.

Наведените главни операции обично се изведуваат една по друга а помошните операции паралелно со нив или на крајот. На сл. 2.62 даден е циклограмот за изработка на ходник со еден циклус во смена.

работни операции	h	1	2	3	4	5	6	7	8
дупчење	3,5								
минирање	0,5								
проветрување	1,0								
товарање	3,0								
помошни работи	1,3								

Сл. 2.62 Циклограм при изработка на ходник со еден циклус во смена

Подземните рударски простории во цврст материјал се изработуваат со минирање на мински дупнатини. Дупчењето се врши со пневматски,

електрични или хидраулични дупчачки чекани. Пречникот на минските дупчотини е најчесто од **30 до 44 mm** а може да биде и поголем.

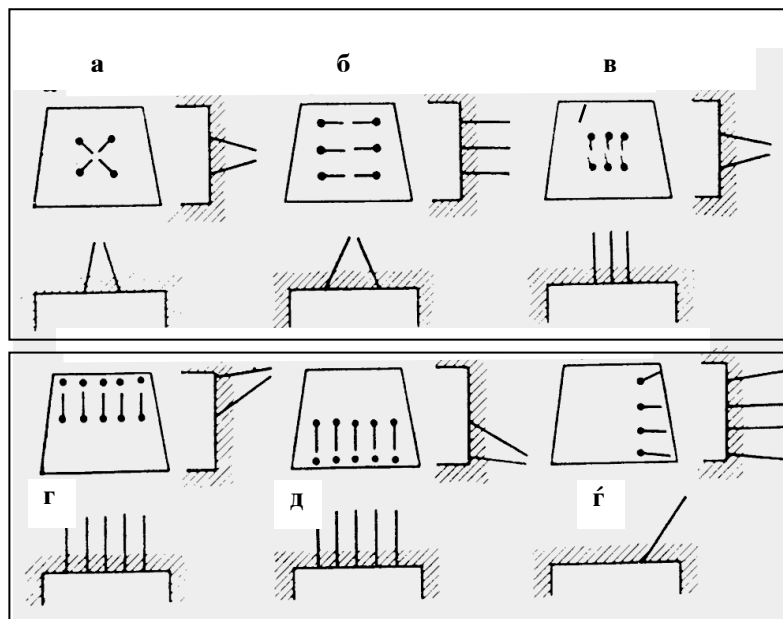
Пречникот на минските дупчотини може да биде од **4 до 5 mm** поголем од пречникот на патроните со експлозив ако се употребува патрониран експлозив. При тоа пречникот изнесува:

$$d = d_p + 5$$

каде: d_p – пречник на патроните, mm

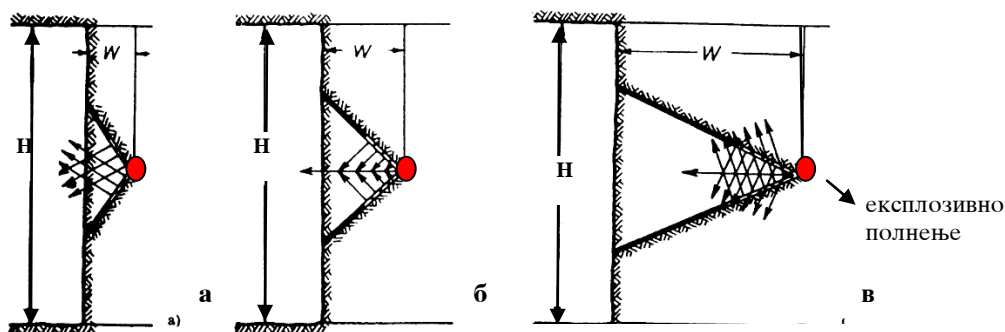
Бројот, распоредот и должината на минските дупки во ходникот зависи пред сè од физичко - механичките и технички карактеристики на работната средина, типот и јачината на експлозивот, како и од методата на минирање. Распоредот на минските дупки прво зависи од бројот на слободни површини, при што при изработка на ходник постои една слободна површина - челото на ходникот.

Распоредот на косите заломни дупки во зависност од видот на заломот може да биде: пирамидален, клинаст, бочен, кровен и поден (сл. 6.84).



Сл. 2.63 Шематски приказ на распоред на коси заломни дупчотини, а - централен залом, б - вертикален, в- хоризонтален, г- кровен, д- поден,ѓ]- бочен

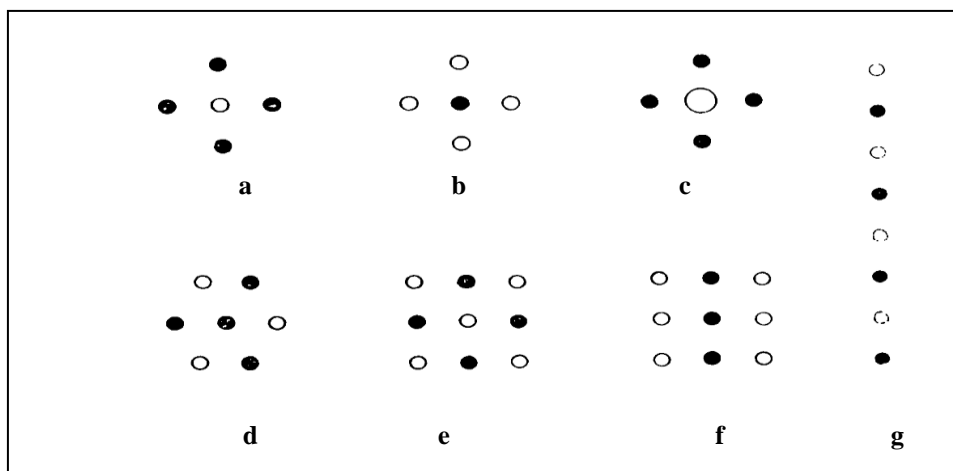
При примената на косиот залом потребно е да се во правилен сооднос параметрите како што се: односот на радиусот на дејство на мината и линијата на најмал отпор, потоа линијата на најмал отпор во однос на висината на ходникот и сл.



Сл. 2.64 Дејство на кос залом на мина,
 а - $W < 1/3H$, б - $W = 1/3H$, в - $W > 1/3 H$,

Доколку линијата на најмал отпор е помала од $1/3H$ (H -висина на ходникот), $W < 1/3H$, може да дојде до големо отфрлување на материјалот од зоната на заломните мински дупчотини. Доколку е $W > 1/3H$, заломот ќе има слабо дејство, поради големата линија на најмал отпор па материјалот од подрачјето на заломните мински дупчотини нема да биде отфрлен. Најдобар случај е кога $W = 1/3H$ (сл.2.64).

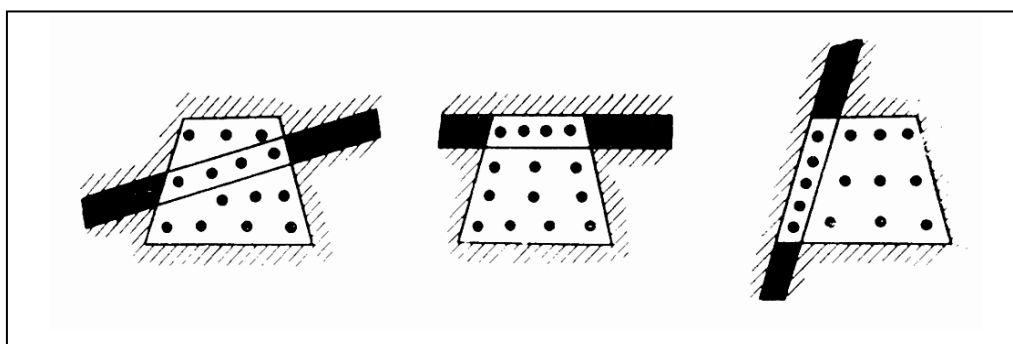
Паралелните заломи се одликуваат со паралелна положба на дупнатините, мало растојание помеѓу нив **10 - 15 cm** и оставени (празни) дупчотини без експлозивно полнење. Постојат повеќе паралелни заломи како што се: цилиндрични, призматични, спирални и др.(сл. 2.65)



Сл. 2.65 Шематски приказ на типови на заломы на мински дупчотини
a, b, c - цилиндричен залом, d, e, f - призматичен залом, g- линиски,

При изработката на ходник во хетерогена средина, ходникот истовремено поминува низ корисна супстанца и при тоа може да ја зафати подината, кровината или двете истовремено (сл. 2.66).

Изборот на положбата на ходникот зависи од аголот под кој паѓа слојот и физичко механичките карактеристики на подината и кровината. Најчесто ходникот се изработува така што кај хоризонталните и благо наклонети слоеви ($0-30^\circ$) зафаќа слој во подината, кај косите слоеви ($30-40^\circ$) во подината и кровината, а кај стрмните и приближно вертикални слоеви ($45-90^\circ$) само во подината.



Сл. 2.66 Шема на распоред на дупчотини при изработка на ходник
во хетероген материјал

- *параметри за дупчење и минирање* -

▪ број на мински дупчотини

Во зависност од големината на попречниот пресек на ходникот и физичко механичките карактеристики на работната средина, бројот на мински дупнатини може приближно да се одреди од односот:

$$n = 2,7 \sqrt{\frac{f}{S}}, \text{ br} / m^2$$

каде:

f - коефициент на цврстина на карпата

S - површина на челото на ходникот, m^2

Вкупниот број на мински дупнатини е :

$$N = n \cdot S, \text{ број}$$

Бојот на мински дупнатини за цело чело на ходникот при едно минирање може да се одреди од односот:

$$N \approx \frac{q \cdot S}{p}, \text{ broj}$$

каде: **q** - специфична потрошувачка на експлозив, kg / m^3

S - површина на попречниот пресек на просторијата, m^2

p - количина на експлозив по метар должина на дупчотина, kg/m

▪ Должина на минските дупчотини

Должината на минските дупнатини е функција од ширината и висината на ходникот и може приближно да се одреди по образецот на Ведиж (Wedigge):

$$l = k \cdot B, m,$$

каде: **B** - просечна ширина на ходникот, m

k = 0,5 - 0,8 - за коси заломи, **k** = 1,0 - 1,1 - за паралелни заломи

▪ Потребно количество на експлозив

Количеството на експлозив се одредува врз основа на вкупната зафатнина на карпеста маса зафатена со минските дупнатини, а во зависност од големината на попречниот пресек на ходникот, просечната должина на минските дупнатини и физичко - механички карактеристики на работната средина.

Вкупната количина на експлозив за едно минирање е:

$$Q = q \cdot V \quad , \text{ kg}$$

каде: Q - вкупна количина на експлозив за едно минирање, kg

q - специфична потрошувачка на експлозив, kg / m³

V - зафатнина на материјалот, m³

S - површина на попречниот пресек на просторијата, m²

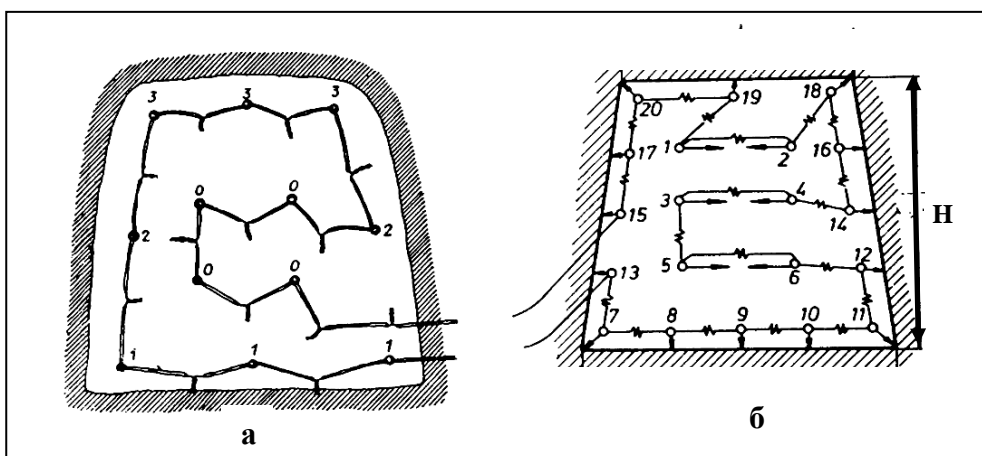
l - просечна должина на минските дупнатини, m

Количината на експлозив за една минска дупнатина се добива од односот:

$$Q_1 = \frac{Q}{N} \quad , \text{ kg}$$

каде: Q - вкупна количина на експлозив, kg

N - вкупен број на мински дупчотини на челото од ходникот, br



Сл.2.67 Поврзување на мински дупчотини во чело на ходник

а - пирамидален залом, **б** - вертикален клинест залом, 0,1,2,3,...13,14,15.. интервали на иницирање

▪ Изработка на окна со минирање -

Изработката на окна со минирање е постапка која отсекогаш најмногу се користела и која денес кај нас уште успешно се користи. Работниот циклус на изработка ги опфаќа следните главни операции: дупчење на мински дупнатини, полнење и палење, проветрување, товарање и извоз на минираниот материјал, привремено или стално подградување и помошни операции.

Дупчењето на мински дупнатини се врши со средно тешки и тешки дворажни дупчачки чекани и лесни лафетни дупчалки.

Ориентационо потребниот број на мински дупнатини може да се одреди од односот:

$$N = \frac{q \cdot S}{p}, \text{ број}$$

каде: q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

S – површина на попречниот пресек на просторијата, m^2

p – количина на експлозив по метар должина на дупнатина, kg/m

При циклична организација на изработка на окно, длабочината на минските дупнатини во зависност од должината на работниот циклус може да се одреди од односот:

$$l = \frac{T_c - t_c}{\frac{N}{n \cdot V} + \frac{S \cdot n}{U}}, \text{ m}$$

каде: l – должина на минска дупчотина, m

T_c – должина на траење на циклусот, h

t_c – потребно време за помошни операции, h

N – број на мински дупчотини,

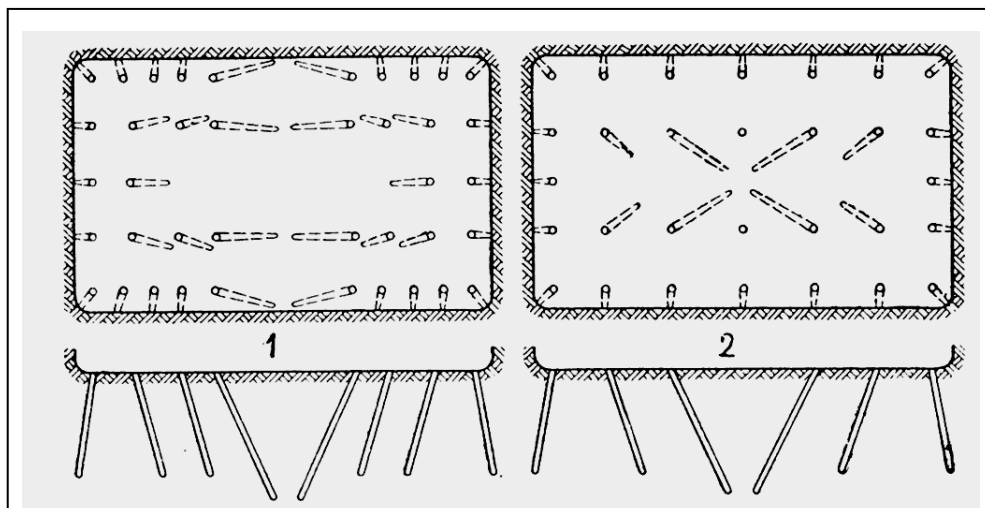
n – број на дупчачки чекани истовремено во работа.

v – брзина на дупчење, m/h

S – површина на попречниот пресек на окно, m^2

U – просечен учинок на товарање на минираниот материјал, m^3/h

Распоредот на минските дупчотини зависи од обликот на попречниот пресек на окното. Во окно со четвртаст попречен пресек, распоредот на дупчотините не се разликува многу од распоредот при изработка на ходници и најчесто е за пирамидални, клинасти или бочни зарушувања (сл.2.68).



Сл. 2.68 Шема на распоред на мински дупчотини при изработка на вертикални простории со четвртаст попречен пресек
1- клинаст залом, 2- централен залом(пирамиден)

Во окно со кружен попречен пресек дупчотините се поставуваат концентрично во два или повеќе кругови со заломни мини во работни средини, кои најчесто се изработени во купаст или клинаст тип (сл. 2.68).

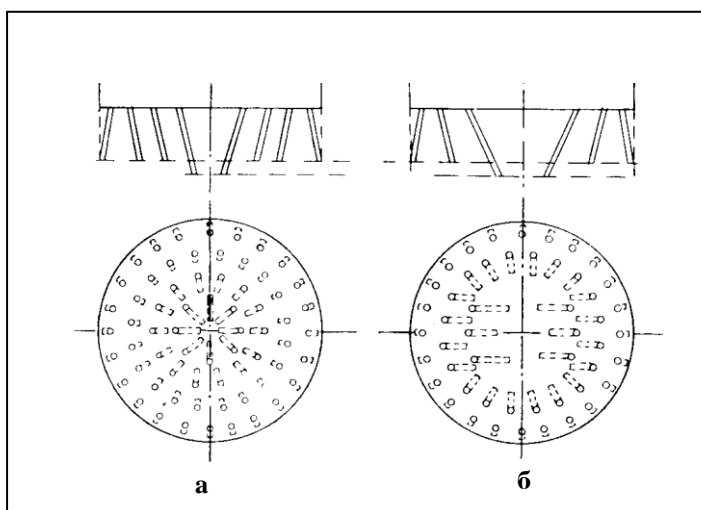
Пречникот на заломни мини се зема во границите:

$$d_z = 0,35 - 0,45 D_{is} \quad , \text{ m}$$

каде: D_{is} – активен пречник на окно, m

Бројот на заломни мини зависи од физичко - механичките карактеристики на работната средина и пречникот на кругот на заломните мини, и може приближно да се одреди според вредностите од табелата бр. 32.

Минерските работи се поставени како и обично по одреден редослед според типот и количината на експлозив, полнењето и начинот на иницирање на мините.



Сл. 2.69 Шема на распоред на дупчотини во кружен попречен пресек
а - со купаст залом, б - со клинест залом.

Табела 32. Вредности за бројот на заломни мини

коэф. на цврстина (f)	пречник на круг на заломни мини, m			
	1,8 - 2,2	2,2 - 2,6	2,6 - 3,0	3,0 - 3,2
3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
4 - 6	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9
6 - 8	6 - 8	7 - 9	8 - 10	9 - 11
8 - 12	8 - 10	9 - 11	10 - 12	11 - 13

Одредувањето на количината на експлозив се врши со помош на основните формули:

$$Q = q \cdot V, \text{kg}$$

односно:

$$Q = q \cdot S \cdot l \cdot \eta, \text{kg}$$

каде се: Q – количина на експлозив за едно минирање, kg

q – специфична потрошувачка на експлозив, kg/m^3

S – површина на попречниот пресек на окно, m^2

l – должина на минска дупчотина, m

6.9 Методи на специјални минирања

Имајќи го предвид значењето и специфичноста при изведување на овие минирања како и обемот на оваа книга, во оваа поглавје ќе се дадат само основните начела при изведување на овие минирања како и неколку карактеристични методи.

Методите што се изведуваат за овие цели се специфични по својата техника и изведба од повеќе аспекти. Количините на експлозив се ограничени со релативно мали интервали на иницирање. Типот на експлозивот треба да биде соодветен за карактеристиките на објектот или методата и се применуваат средства за иницирање кои се безбедни и сигурни при манипулација, ракување и не предизвикуваат поголеми (звучни) детонации во околината исто така се погодни за дизајнирање на комплексни мрежи на мински серии.

Се применуваат посебни мерки за заштита на околните објекти, заштита и редуцирање на вибрации од секаков вид, воздушна детонација и заштита при расфрлување на парчиња и воопшто се преземаат сите неопходни мерки за безбедно и успешно изведување на поставената цел на минирање сè во зависност од тоа каква е методата на минирање, каде се изведува и каков е објектот и околината каде се врши минирањето.

Познавањето на техниката и методите на минирање со примена на експлозив, претставува основа за изведување на овие минирања во урбаните средини, непрестапните терени и на кое било друго место.

Сите овие наведени услови за користење на експлозивните материи ги дефинираат овие методи на минирања и примена на експлозиви кои се разликуваат според целта каде и како се применуваат, според различните дупчечко - минерски параметри, начинот на подготовка на минската серија, нејзиниот дизајн и положба, применетиот тип на експлозив и иницијални средства, начинот на иницирање итн. Овие услови за примена на минирањата за претходно наведените цели се специфични и затоа, честопати овие минирања се нарекуваат и **специјални минирања**.

6.9.1 Општи и посебни мерки за заштита

Специфичноста на изведувањето на дупчечко-минерските работи во урбана средина и во некои специфични услови се карактеризира со внимателен приод кон дефинирањето на потребните параметри за дупчење и минирање, потполна контрола на минирањето како работна операција и заштита на непосредната околина.

При изведување на минирање од било каков вид, потребно е да се применат и спроведат одредени мерки за заштита. Овие мерки се преземаат во однос на заштита на луѓето, околните објекти и воопшто просторот околу зоната на минирање.

Секоја примена на одредена количина на експлозив, условува примена на одредени технички мерки, исполнување на законски прописи и постапки.

Во однос на заштитата при изведување на минирањата се разликуваат два основни случаи и тоа:

- **заштита на објектот кој се минира и**
- **заштита на околината.**

Кога имаме случај да се заштити објектот или дел од површина што се минира, се користат прирачни средства од околината: суви густы гранки, стари метални мрежи, стари гуми, бали од слама или пак специјално изработени средства за таа цел, како што се вреќи со песок, даски, стари гумени ленти, челични мрежи, или некој друг материјал кој може да ја оствари функцијата на примарна заштита.

6.9.2 Метода на пробивање и изградба на шумски патишта

Изградените шумски патишта кои се користат секојдневно изложени се постојано на движење на тешки товарни возила и друга механизација.

Пракса во развиените земји е истите повремено да се реконструираат и обложуваат со раздробен - ситен камен со соодветна гранулација.

За таа цел се користи и терминот “шумарско градежништво” кој подразбира формирање на каменоломи во рамките на шумскиот реон каде што се врши експлоатацијата на шумите и каде е развиена мрежа на шумски патишта.

Со секојдневна експлоатација на шумите се наметнува потреба од зафаќање на нови терени за планирана дрвна маса.

Во понатамошниот период задача на шумарските инженери во соработка со градежните и рударските инженери, ќе биде пробивање и изградба на нови патишта како и реконструкција на постојните несоодветни

патишта за товарно - транспортна механизација која од своја страна се карактеризира со поголеми габаритни димензии, голема носивост и сопствена тежина.

За нормално изведување на сите активности поврзани со експлоатацијата на шумите, потребни се исто така и соодветни патишта.

За нивно изведување или реконструкција потребна е примена на современа механизација и користење на современи методи на работа од соодветните области, имајќи ги предвид неповолните услови за работа во поглед на непристапни терени за секаков вид механизација, немање на соодветна инфраструктура (струја, вода, пристапен пат), и т.н.

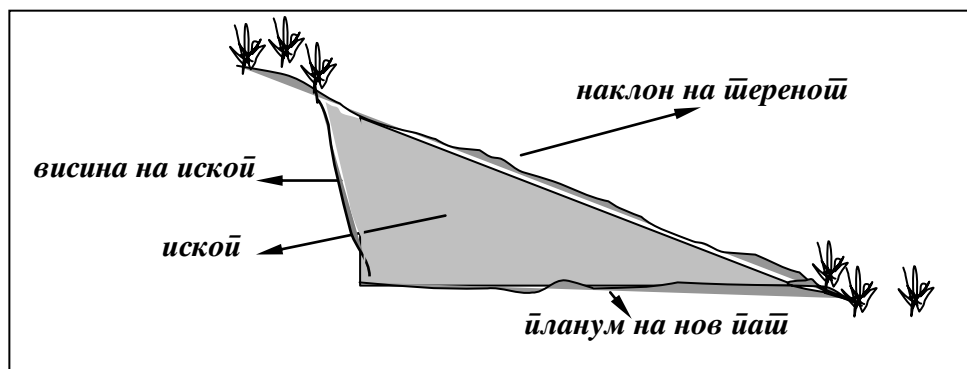
Според досегашните искуства шумските патишта се изработуваат на падини кои имаат наклон од 30 - 50%, и најчесто се изработени во засек.

Засекот има облик на закосен триаголник, при што ширината на планумот од 2,5 до 3,0 метри е во природниот терен а на пострмни терени и до 4,0 метри. Висината на ископот (косината од засекот) изнесува од 1,0 до 2,0 метри во зависност од наклонот на теренот. Зафатнината на ископот се движи од 1 - 3 m³ по метар должен.

- Технички карактеристики на шумските патишта -

Шумските патишта се изработуваат во реоните каде што има шума и каде се планирани одредени активности за облагородување и експлоатација на шумите.

Обично тие се изработени во ридско - планински терени, со изразени карактеристики на непристапни терени, распаднати карпи или хумус и на терени обраснати со шума од секаков облик.



Сл. 2.70 Попречен пресек на шумски пат изработен со засек

Ширината на патот обично изнесува од 3 - 4 метри при што осовината на патот треба да е прилагодена според теренот и техничките карактеристики на механизацијата која ќе се движи по патот, а во исто време платото на патот треба да овозможи и полесно товарење на дрва и пристап од споредни патишта.

Во табелата бр.33 се дадени карактеристики на некои типови изработени шумски патишта во различни наклони на теренот, различни ширини на платоа, висината на ископот (косина) и зафатнинската маса на ископот. Податоците во табелата се земени од изработен стручен труд од оваа област кој се однесува за услови во Р. Словенија.

Според прикажаните технички карактеристики на патиштата во табела бр. 35 може да се види дека за наклон на теренот до 60 %, планумот на патот треба да биде во цврсто карпесто тло до вредност 2,75 а при поголеми наклони потребно е планумот со целата своја ширина да се изработи во цврст масив. Наклонот на косината од висината на ископот е усвоено да изнесува 5:1 што најмногу зависи од типот на карпата во која се изработува патот (засекот).

Табела 33. *Параметри при изработка на пати*

Наклон на теренот (%)	Ширина на планум во цврсто тло (m)	Висина на ископот (косина) (m)	Зафатнина на ископ (m ³ /m ²)
10	2,75	0,3	0,4
20	2,75	0,6	0,8
30	2,75	0,9	1,2
40	2,75	1,2	1,65
50	2,75	1,5	2,1
60	2,75	1,85	2,55
70	3,00	2,45	3,7
80	4,00	3,8	7,6
90	4,00	4,35	8,7
100	4,00	4,95	9,9

Попречниот пресек на патот е во зависност од тоа во каков терен се изработува патот, а истиот може да биде изработен во усек (со висина на ископ од двете страни), засек (Сл. 2.70), комбиниран профил и во насип.

- Начин на изработка на патот -

Растресувањето на цврстата карпеста маса се врши со примена на дупчечко - минерски работи. Доколку карпите се трошни, распаднати или меки се користи булдожер за обликување на профилот на патот.

На трасата на патот со правилна организација на работите сите операции се одвиваат сукцесивно или се преклопуваат една со друга во зависност од карактерот на работата.

Трасата на патот која може да биде долга и повеќе стотини метри опфаќа различни наклони на теренот и различни типови карпи а општата состојба на теренот може да варира од секција до секција.

Од тие причини се комплицира организацијата на работата и потребно е постојано и брзо решавање на одредени ситуации а најмногу во делот на минирањето. Поради оваа констатација не е можно да се прикаже одреден шаблон во изведување на дупчечко - минерските работи.

Во сукцесивниот распоред на работите, после минирањето, најсоодветна и најкорисна машина која се применува е *булдожерој*. Оваа машина со своите технички и технолошки карактеристики има за задача да го распоредува раздробениот материјал по трасата на патот, нагрнува на соодветно место или едноставно го расчистува теренот пред и после дупчечко - минерските работи. Современите булдожери се моќни машини со сила од 200kW, 300kW и повеќе.

ДУПЧЕЊЕТО се изведува со рачни дупчечки чекани со најразлични системи на дупчење, различни типови во поглед на конструкцијата и начинот на дупчење. Заедничко за сите рачни дупчечки чекани што се применуваат за оваа цел е дека нивната тежина дозволува употреба (ракување) од еден работник, лесно пренесување од едно место на друго (тежината е од 15 - 30 kg во зависност од типот), изработка на кратки мински дупки од 1 до 2 метри, примена на помали пречници (30, 40, 50mm) на моноблок бургиите со различен облик на длетото и должина.

Овие рачни дупчечки чекани се поефикасни при поединечно дупчење на мински дупкотини, распоредени на поголеми растојанија, изведување на помали должини од терасата на патот или при изведување на секундарни дупчења за порамнување или за минирање на негабаритни блокови (слободни или вкопани примарно на површината од теренот).

При поголем обем на работа, поголеми ископи и изградба на капитални шумски патишта се применуваат и лесни самоодни дупчалки на тркала и гасеници.

МИНИРАЊЕТО при изградбата на шумски патишта има првенствена цел да ги раздроби карпите до одредена гранулација и при тоа треба да овозможи помалку оштетено стабилно тло и раздробен материјал со соодветна гранулација кој би се користел за тампонирање на патот во изградба.

Ова минирање има свои предности во поглед на поголемо искористување на минските дупчотини, енергијата од експлозивот, рамномерна гранулација на издробениот материјал, помало отфрлање на материјалот, можност за насочување на дејството од експлозијата и воопшто поголема ефикасност во поглед на напредувањето.

Во понатамошниот текст ќе бидат наведени некои општи упатства кои треба да се користат при изведување на минирањата како и општи карактеристики кои се значајни за секое минирање.

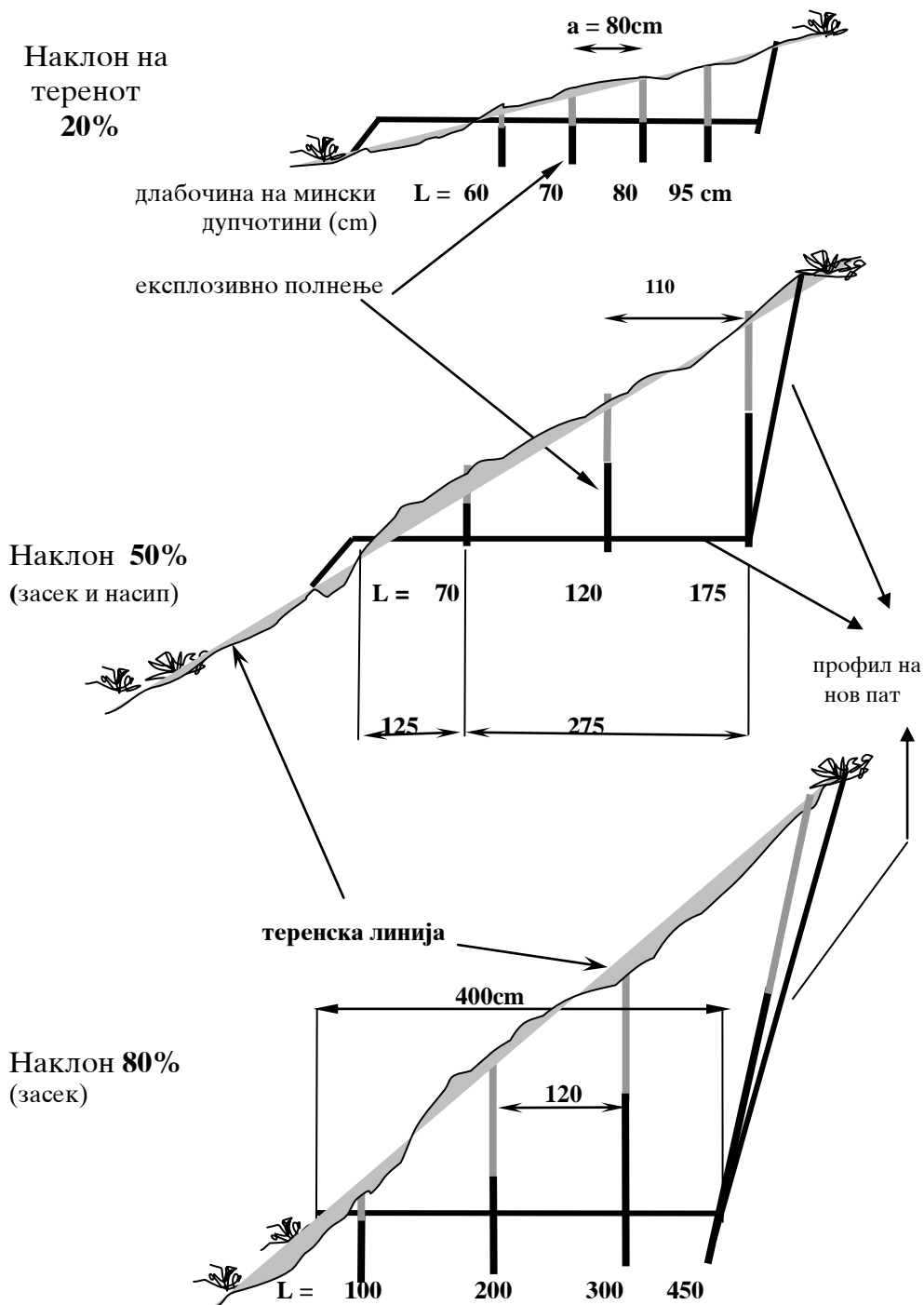
На сликата 105, прикажани се повеќе шеми на минирање кои се поставени на терени со различни наклони, на карактеристични профили на една замислена траса со мрежата на дупчење и конструкцијата на експлозивното полнење.

Врз основа на физичко - механичките карактеристики на карпите и општата состојба на теренот се врши избор на соодветен експлозив со минерско - технички карактеристики кои одговараат за дефинираните услови на минирање.

Поврзувањето и иницирањето на минската серија или мините може да се врши на повеќе начини. Ако се работи за поединечни мини се користи бавногоречки фитил со каписла бр.8 и соодветно количество експлозив. Чепот треба да биде со соодветна должина и од материјал кој овозможува добро зачепување на минската дупчотин.

Кај поголем број на мински дупчотини распоредени во целосна минска серија, поврзувањето може да биде со детонаторски фитил, електрични водови (ако се користат електрични детонатори), или со примена на **Нонел систем** за иницирање со сите негови елементи за поврзување, иницирање и забавување со одреден интервал.

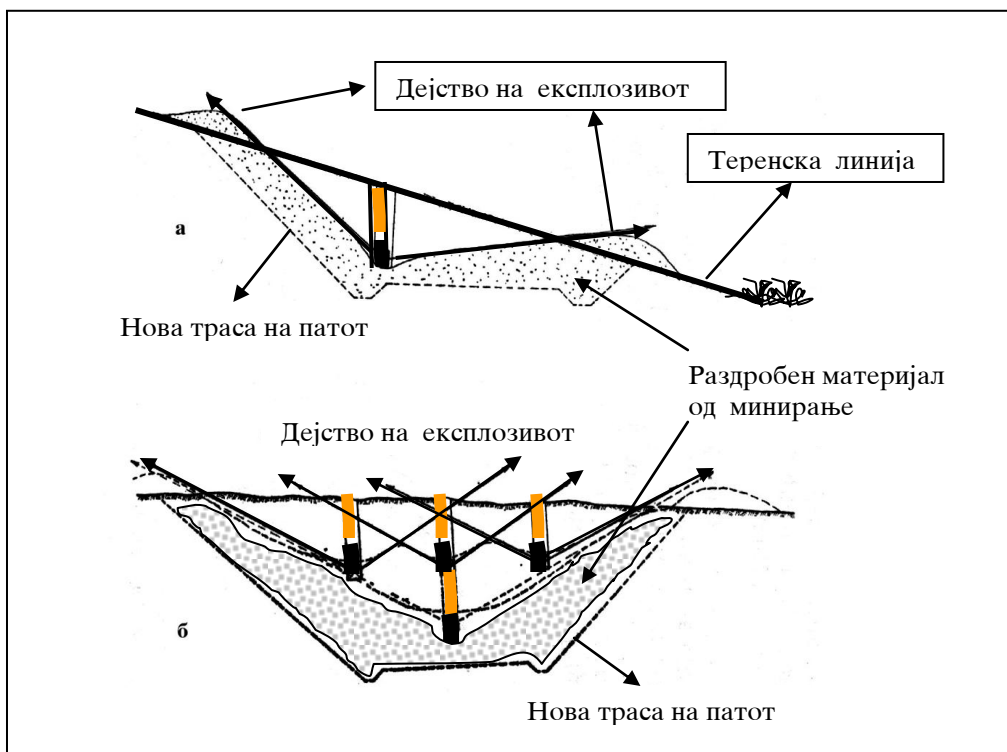
Предностите на овој систем за иницирање се потврдени низ досегашната пракса, а овде би спомнале само дека системот е сигурен за ракување во секакви временски услови, обезбедува насочување на минирањето во саканиот правец, подобра гранулација на изминираниот материјал, минимално разлетување на парчиња и минимални сеизмички ефекти на околината.



Сл. 2.71 Шематски прикази на карактеристични профили на шумски пат

Техниката на минирање дава најдобри резултати со чело напредување и зафаќање на подолги појаси по целиот профил на трасата.

Со овој начин се постигнуваат подобри ефекти и од аспект на намалување на секундарните минирања кои за овој начин на работа се доста скапи, опасни по околината (оштетување на дрвјата од разлетани парчиња) и предизвикуваат големи застои во целокупната организација на работите.



Сл. 2.72 Изработка на шумски пат

а - во едностран засек со еден ред мински дупчотини,
б - со двостран засек (усек) со три реда мински дупчотини

Економските пресметки, специјалните барања и безбедносни мерки што треба да се исполнат со минирањето се директно зависни од можностите на шумските стопанства.

Во понатамошниот период одлучувачка улога во поглед на тоа која техника на дупчење и минирање ќе се применува според конкретните услови на теренот, ќе имаат економските показатели како и нормите и стандардите за квалитетни шумски патишта.

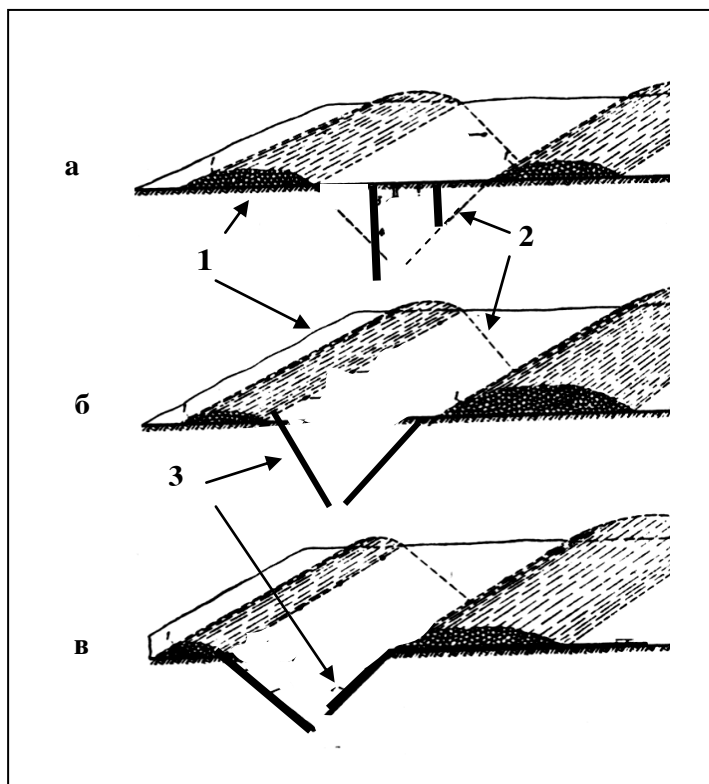
6.9.3 Изработка на мелиоративни објекти и канали

Примената на експлозивите односно минирањето има голема примена во земјените работи. Примената на експлозивите е од големо значење особено таму каде економските услови и фирмата изведувач, не дозволуваат употреба на скапи машини, или пак таму каде поради карактеристиките на теренот не е можна употреба на било какви машини.

Изработката на канали за наводнување, мали насипни брани, ровови за различна употреба и други геотехнички објекти најекономична е со примена на експлозив.

Дупчотините во основа можат да бидат вертикални и коси со различна длабочина и пречник во зависност од намената на каналот.

Вертикални мински дупчотини се користат при изработка на релативно плитки канали со длабочина до **4,0m**, и при тоа изминираниот материјал се отстранува на двете страни подеднакво или пак е потребно дел од минираниот материјал да остане на самото место.



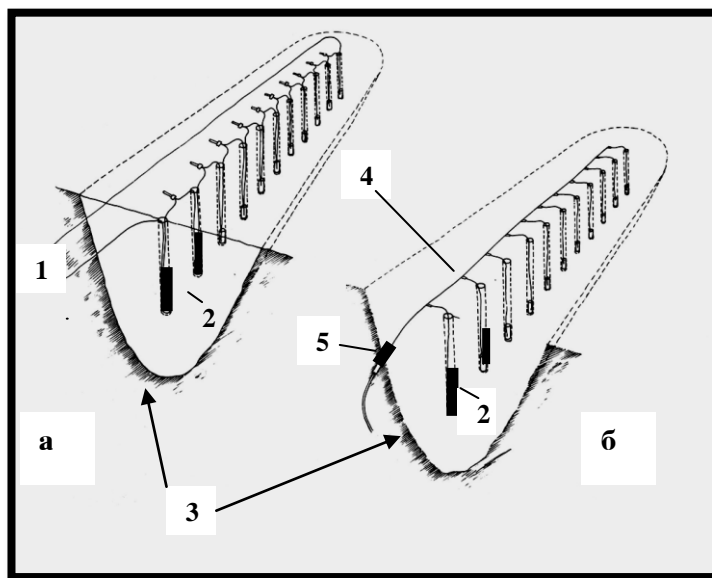
Сл. 2.73 Изработка на канали со примена на експлозив
а - со вертикални дупчотини, б - со коси дупчотини, в - комбинирано
 1 - исфрлена земја, 2 - контура на каналот, 3 - мински дупчотини,

Косите мински дупки се користат при изработка на канали кај кои одминираниот материјал се отстранува главно само на едната страна.

За изработка на пошироки канали се користи комбинација од еден или два реда на вертикални дупкотини, или пак два реда на коси мински дупки.

Растојанието помеѓу дупкотините изнесува од **0,5 - 1,0 m**, а нивната длабочина зависи од проектираната длабочина на ровот или каналот. Најдобро е експлозивот да биде поставен малку пониско од бараната длабочина на каналот. Повисоко поставено експлозивно полнење и поголема количина експлозив ќе ја зголеми ширината на каналот и може да дојде до расфрлување на земја и неконтролирано на поголемо растојание.

Количината на експлозив, длабочината на дупкотините и растојанието помеѓу дупкотините мора да биде во склад со реалните услови на теренот и физичко - механичките карактеристики на карпите или општо кажано земјиштето.



Сл. 2.74 Начини на минирање при изработка на ровови
а - со електрични дејонајтори или со Нонел, **б** - со дејонајторски фитил,
 1- електр. спроводници или нонел цевчиња, 2 - експлозивно полнење,
 3 - контури на ров, 4 - детонаторски фитил, 5 - руд. каписла

Длабочината на дупкотините при изработка на канал се одредува во зависност од проектираната длабочина на каналот и продупчувањето:

$$L_{\text{dup}} = H + l_{\text{pod}} \quad , \quad m$$

каде: **H** - проектирана длабочина на каналот, **m**

I_{pod} - поддупчување, **m**

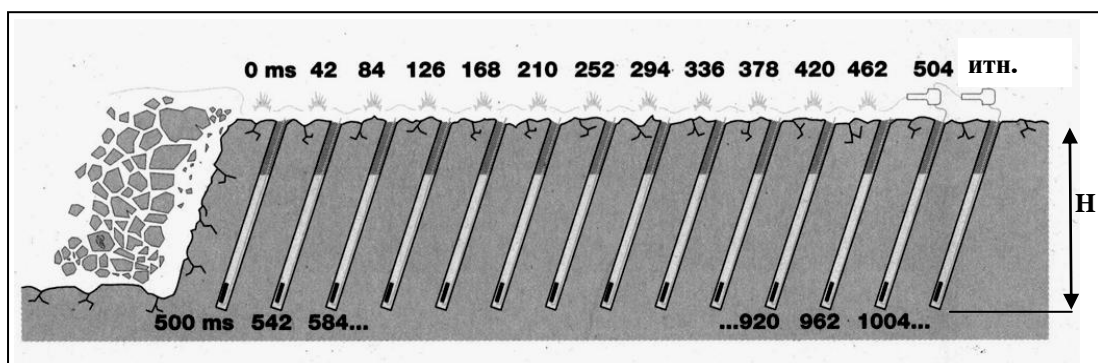
Пречникот на дупчење зависи од големината на самиот канал во сите негови димензии. За канали со длабочина од 3 - 4 метри пречникот на дупчотините се движи од **60 ÷ 160 mm**, во зависност од типот на земјиштето. Должината на експлозивното полнење изнесува $2/3$ од вкупната должина на дупчотината (Сл. 2.74).

За иницирање, се препорачува **Нонел систем** доколку се работи за поголема должина на каналот со групирање на одреден број на мински дупчотини или пак со поединечно забавување помеѓу секоја минска дупчотина (Сл. 2.75). Слични ефекти можат да се постигнат и со примена на детонаторски фитил и милисекундни забавувачи од **20 ÷ 50 ms**.

За изработка на плитки канали често пати се применува и кабелско минирање со претходно изработена плитка бразда во која се поставува континуирано - издолжено експлозивно полнење.

Ако земјиштето е мочурливо, влажно, се користи водоотпорен експлозив или експлозив заштитен од дејство на влага или вода.

При пообемни зафати од ваков тип се препорачува изведување на едно до две пробни минирања во близина на проектираниот канал од кои ќе се добијат релевантни параметри за земјиштето за проектирање на дупчечко - минерските работи.



Сл. 2.75 Редослед на иницирање на **Нонел - систем** при изработка на канали, **H** - длабочина на каналот (3 - 4m)

7.0 ШЕМИ НА ПОВРЗУВАЊЕ И ИНИЦИРАЊЕ ПРИ МИНИРАЊЕ

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 уситнување на материјалот,**
- **добивање на потребна форма на одминираниот материјал за товарање.**

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 расположивата 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.

Коефициентот на зближување на минските дупчотини има директно влијание на хоризонталното поместување на карпестата маса напред, подигање на карпестата маса, ефекти на влијание зад минската серија односно правење на пукнатини зад минската серија, квалитетот на уситнување и друго.

Заради тоа, одредувањето на вредноста на коефициентот на зближување потребно е да се врши посебно за секоја работна средина. Во однос на интервалот на рушење и иницирање треба да се разликуваат два поима:

- **коефициент на зближување на распоредот на дупчотините и**
- **интервален коефициент на зближување на дупчотините.**

Коефициентот на зближување на дупчотините при правоаголен, квадратен или шаховски распоред изнесува од 1,0 до 1,5.

Со промена на интервалот на активирањето, растојанието помеѓу дупчотините и линијата на најмал отпор можат да се променат така што интервалниот коефициент на зближување на дупчотините би бил дуго 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 повеќеродно минирање можат да бидат:

1. Фронтални шема на минирање:

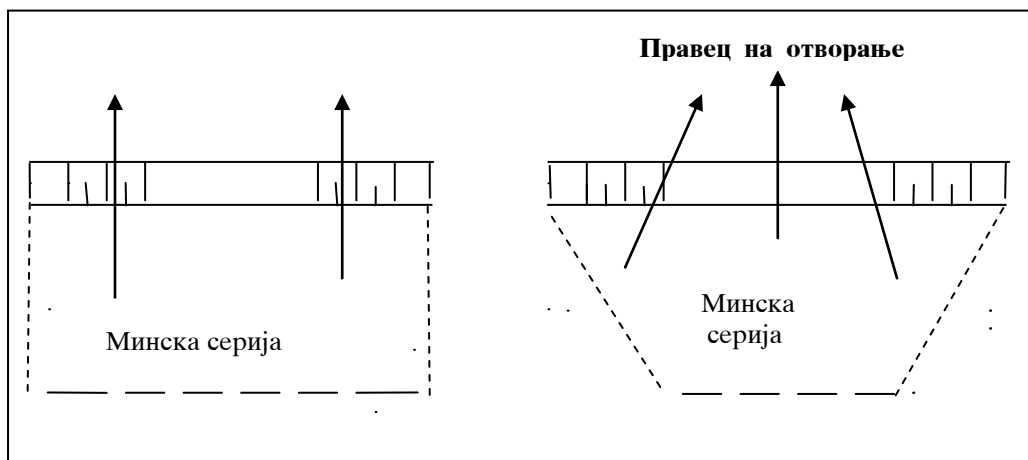
- редна шема на минирање;
- редно-секциона шема;
- редно - двокрилна шема;
- редно - парна шема;
- редна со средишен залом.

2. 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 попречен залом.

3. Клинести шеми:

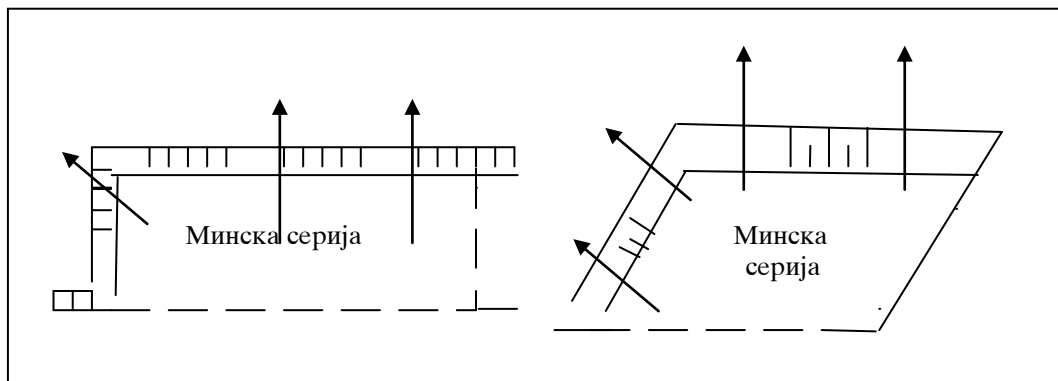
- шема за минирање со еден клинест залом,
- шема на минирање со два клинести заломи



Сл. 2.76 Облик на минско поле кај засечување на етажа (усек)

Во принцип кај примарните минирања на површинските копови генерално постојат два начини на минирање и тоа:

- *кога еџажаџа има само едно слободно чело и треба да се изврши засекување на еџажаџа (усек), (Сл. 2.76)*
- *кога има две слободни чела и треба да се изврши минирање во блокови, (Сл. 2.77)*

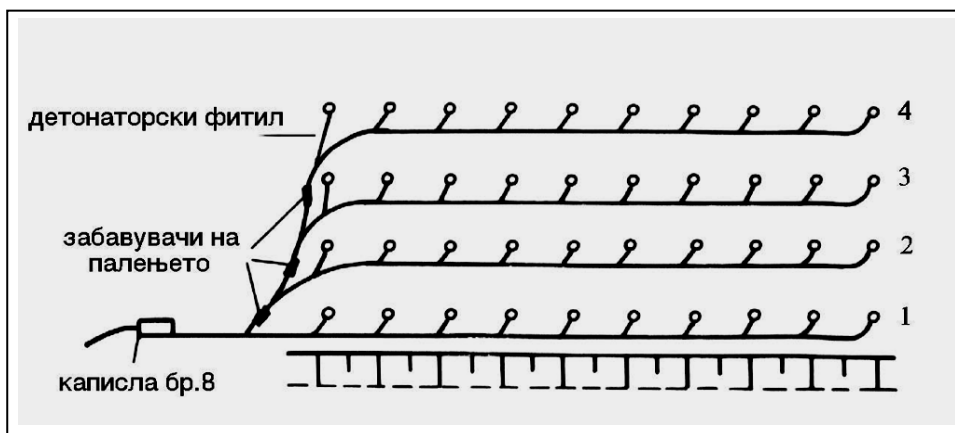


Сл. 2.77 Облик на минска серија со две слободни чела

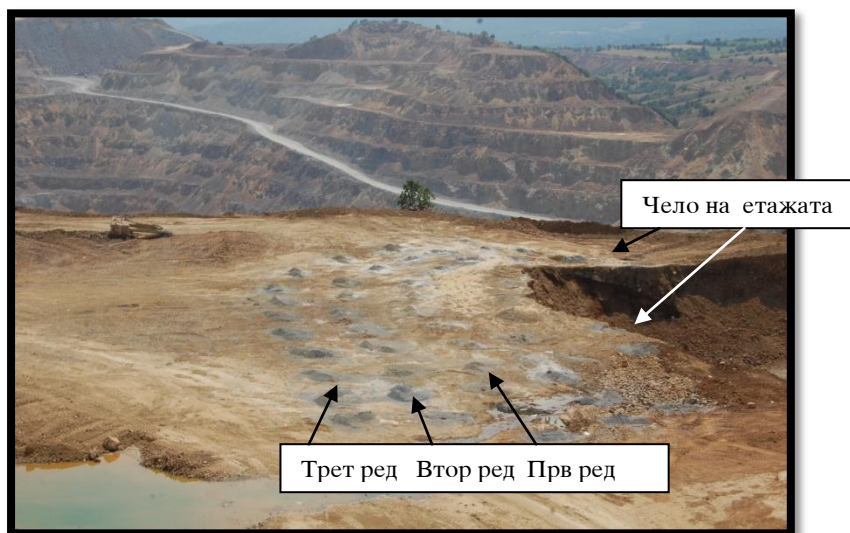
7.1 Фронтални шеми

При фронталните шеми на минирање минските дупнатини во еден или повеќе редови се распоредени паралелно со работниот фронт на етажата.

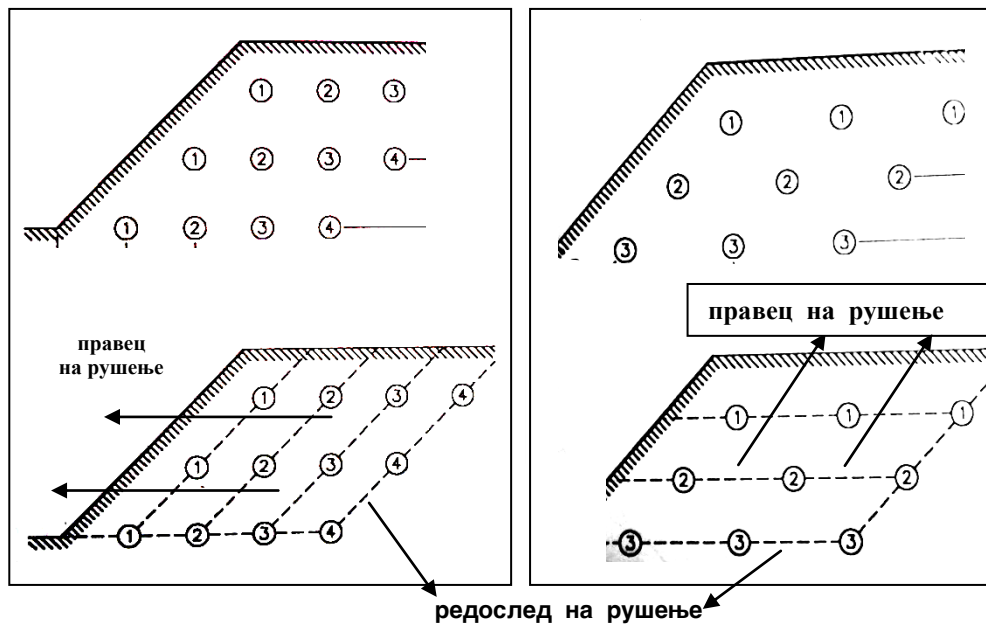
Активирањето на минските полнења може да се врши со забавување помеѓу секоја, секоја втора или група на мински полнења во редот односно ако се повеќе редови, активирањето во редот може да биде моментно а забавувачи да се поставуваат помеѓу редовите на минските дупнатини (сл. 2.78).



Сл. 2.78 Фронтална шема на минирање - редно милисекундно минирање
1,2,3,4 - редослед на активирање на минските полнења по редови



Сл. 2.79 Поглед на минска серија припремена за минирање

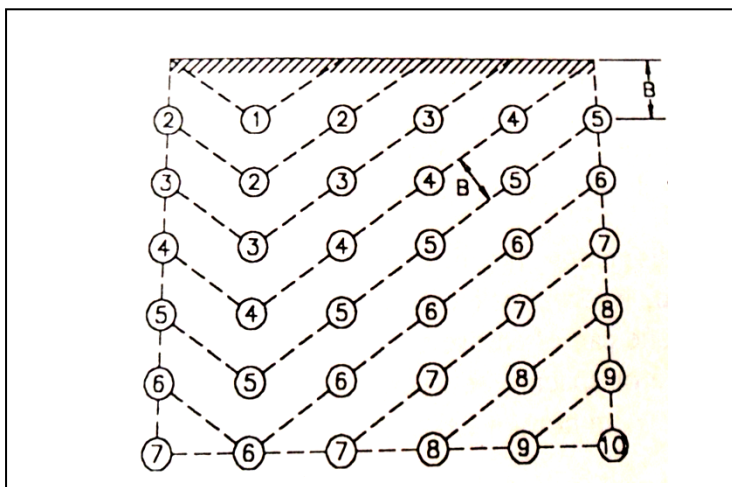


Сл. 2.80 Фронтални странично - паралелни шеми на отворање на минска серија, ○ - мински дупчотини со редослед на ининцирање,

7.2 Дијагонални шеми

Дијагоналната шема на минирање се одликува по својата едноставност и може да се примени за секој распоред на минските дупнатини при повеќередното минирање. Активирањето на мрежата (и рушењето) на минските дупнатини се врши дијагонално, така што бројот на интервалите на активирањето е многу поголем од бројот на редовите.

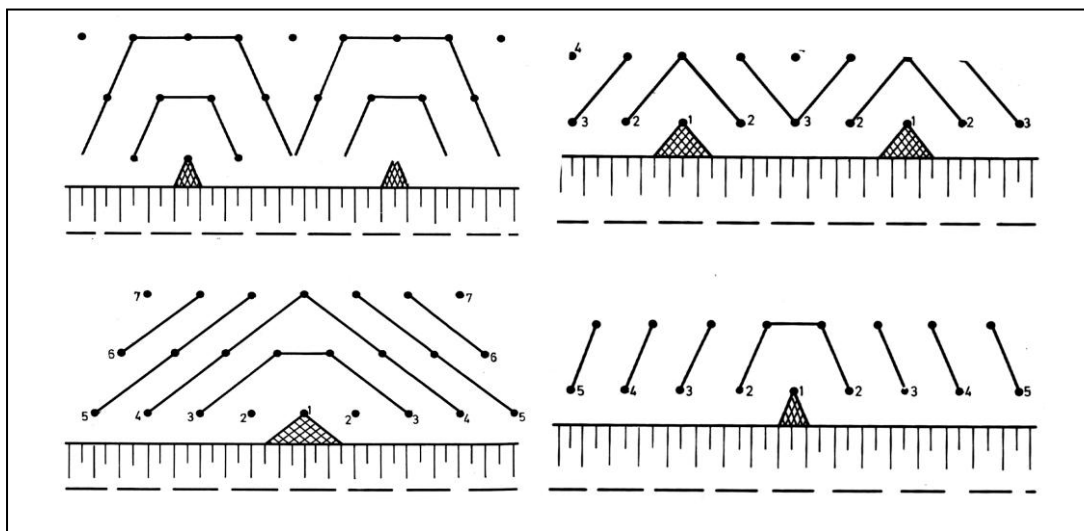
Движењето на карпестата маса кон ивицата од етажата може да биде насочена под различни агли, така што стварната линија на најмал отпор при кој материјалот се руши е многу помала отколку ако минското полнење би било активирано по редовите.



Сл. 2.81 Дијагонална шема на минирање

7.3 Клинесто - дијагонални шеми

При клинестите шеми на милисекундно минирање редот на минските дупнатини истовремено се поместува како дел од карпестата маса во правец на една или повеќе геометриски осовини со што се обезбедува судрување на парчиња од карпестата маса. Клинестите шеми може да бидат во облик на клин или трапез и тоа со еден или дупли клинест залом.



Сл. 2.82 Клинесто - дијагонални шеми на минирање

8.0 СИГУРНОСНИ РАСТОЈАНИЈА ПРИ МИНИРАЊЕ

За спроведување на предвидените мерки за заштита потребно е најпрво да се одредат (пресметаат) сигурносните - безбедносни растојанија во однос на дејството на експлозијата од некоја количина на експозив.

Пресметката на сигурносните растојанија при изведување на минерските работи се однесува на:

-пресметка на сигурносните растојанија од дејство на воздушно - ударните бранови;

-пресметка на сигурносните растојанија (зони) од распрскување на парчиња (фрагментно дејство) и

-пресметка на сигурносните растојанија при дејство на сеизмички потреси.

8.1 Пресметка на сигурносни растојанија од дејство на воздушно - ударните бранови

Воздушно - ударните бранови се еден од ефектите на минирање кој најмногу го чувствуваат луѓето, животните а во некои случаи и околните објекти. Овој ефект се манифестира како изненаден, непријатен дури со застрашувачки звук. Ако е со голем интензитет може да предизвика штетни последици по човечката психа и нервниот систем (посебно кај деца), оштетувања кај органите за слух а во некои случаи може да предизвика и материјални штети по околните блиски објекти (кршење стакла, паѓање на одаци).

Воздушно - ударните бранови настануваат како директен производ од детонаторското разложување на експлозивот, а нивниот интензитет зависи од начинот на иницирање, типот на експлозивот, местоположбата на експлозивот и методата на минирање.

Воздушниот удар, бран или звук по својата физичка суштина претставува надпритисок во атмосферата, т.е. тоа е притисок кој е поголем од нормалниот атмосферски притисок на соодветното место.

Овој натпритисок се формира во воздухот со негово нагло придвижување од местото на експлозијата а настанува како резултат на:

- нагло ширење на гасовите од експлозијата, посебно при иницирање на отворени експлозивни полнења (налепни мини), детонаторски фитил и др.
- избивање на гасовити продукти од чепот поради негова мала вредност;
- преголемо и предвремено ослободување на гасовити продукти како

резултат на деформации на карпестиот масив.

Кога се формира натпритисок во одредна точка во воздухот, тој се шири концентрично во облик на подолжен или компресионен бран низ воздушната маса при што брзината на движење на овие формирани воздушни бранови во нормални услови (ниво на морска површина и 0°C) изнесува **300m/s**.

Основни величини кои го карактеризираат воздушно ударниот бран се: притисок на фронтот, време на дејство, брзина на движење на фронтот, температура и густина на воздухот на фронтот на ударниот бран.

Интензитетот на овој воздушно - ударен бран опаѓа во однос на растојанието од местото на експлозија така што на одредено растојание оваа дејство е занемарливо.

Јачината на **воздушно - ударните бранови**, може да се пресмета со обрасците:

$$P = k \left(\frac{R}{\sqrt[3]{Q}} \right)^n \quad \text{или} \quad P = 3,7 \sqrt{\frac{Q}{R^3}}, \quad \text{Pa}$$

каде:

P - надпритисок, Pa

R - растојание од местото на минирање, m

Q - максимални количина на експлозив по еден интервал, kg

k, n - емпириски константи зависни од начинот на минирање и надморската висина

Сигурносните растојанија при дејството на воздушно - ударните бранови од местото на минирање до одреден објект, се одредени во зависност од карактерот на распоредот и сместувањето на експлозивното полнење, како и од количината на експлозивот кој детонира во еден временски интервал.

Сигурносното растојание од дејството на воздушно-ударните бранови кои се распространуваат по површината можат да се одредат од односот:

$$r_v = k_v \sqrt[3]{Q}, \quad \text{m}$$

каде: r_v - сигурносно растојание, m

Q - количина на експлозив инициран во еден интервал, kg

k_v - коефициент на пропорционалност

Овој коефициент (K_v) зависи од начинот на сместување на експлозивот и количината на експлозив и се усвојува според степенот на безопасност (1 - 6) и за експлозив поставен на површина изнесува од 1,4 до 50.

Поедноставен и практичен образец за пресметување на сигурносна зона од дејство на воздушно - ударен бран по човекот е следниот:

$$r_v = 15\sqrt{Q} \text{ , m}$$

односно при едновремено иницирање на пример на **25kg** експлозив сигурносното растојание за луѓе ќе изнесува **75 метри**.

Мерки кои можат да се преземат со цел намалување на интензитетот на звукот и воздушно - ударниот бран се:

- да се редуцира (намали или да не се примени воопшто), активирање на експлозив кој е отворен кон површината како што се налепни мини без добар чеп, слободни водови на детонаторски фитил итн.
- експлозивните полнења сместени во дупчотини треба да бидат добро зачепени;
- по можност да се насочи отворањето на минската серија во спротивен правец од објектот кој сакаме да го заштитиме или населеното место;
- да се ограничи количината на експлозив кој се иницира истовремено;
- да се избегнува минирање за време на јаки ветрови во правец на објекти или населени места.

8.2 Пресметка на сигурносни растојанија од расфрлени парчиња (фрагментно дејство)

Одредувањето на далечината на расфрлање на парчињата минирани маса може да се врши на повеќе начини, зависно од тоа што се зема како основа за пресметување. Ако се земе во предвид енергијата на експлозијата и енергијата на отфрлените парчиња, тогаш за одредување на далечината можат да се користат балистички пресметки на брзината на лет на парчињата и нивниот домет.

Далечината на расфрлањето на парчињата од карпата или од некој објект што се руши при минирање, зависи скоро од сите минерски параметри меѓу кои поважно влијание имаат:

- количината на употребениот експлозив;
- геометријата на распоредот на експлозивните полнења;

- големина на линијата на најмал отпор;
- аголот на летање на парчињата;
- начинот на зачепување;
- јачината и правецот на ветер;
- релјефот на теренот околу минското поле и др.

Максимален домет постигнуваат парчиња кои летат низ воздухот под агол од 40° и се во облик на топка, а дометот обратнопропорционално зависи и од големината на отфрлените парчиња и нивната зафатнинска маса. Сигурносната зона може да се пресмета по формулата:

$$R = 253 \cdot n^{3/4} \cdot \sqrt[3]{W} \text{ , m}$$

каде се:

R - радиус на опасна зона од разлетани парчиња, m

n - показател на дејство на експлозијата,

W - Л.Н.О. , m

При познати растојанија на објектите кои не смеат да бидат загрозувани од евентуално расфрлување на парчиња, се практикува пресметка на количината на експлозив кој може да биде истовремено активиран (во еден интервал на иницирање):

$$Q = \frac{2K(3n^2 + 4)^2}{n + 97} W^3 \text{ , kg}$$

каде:

K - коефициент кој ја карактеризира работната средина или типот на материјалот од кој е изграден објектот што се минира и тој изнесува:

- за меки карпи и меки материјали (дрво , малтер) , K = 1,0 - 1,2

- за средно цврсти карпи и материјали, K = 1,2 - 1,5

- за цврсти карпи и материјали, K = 2,0 - 3,0

Во табелата бр. 34 се дадени минималните сигурносни растојанија од дејството на парчиња од минираниот материјал во зависност од начинот на минирање и типот на објектот.

Табела 34. Сигурносни растојанија од дејство на расфрлени ѓарчиња

Начин на минирање	Минимално растојание од местото на минирање, m
Површински работи на рушење:	
-надворешни полнења	400
-примена на мали дупкотини со ф до 10 cm	200
-примена на големи дупкотини со фпреку 10 cm	според проект
-разбивање на карпи (експл.полнења во поткоп)	400
-разбивања на корења	200
-изработка на канали, шахти	50
Рушење на згради :	
-рушење на згради	100
-изработка на темели (јами-дупки)	100
-пробивање на мали дупкотини	50
-пробивање на големи дупкотини	100
Рушење во калливо земјиште:	
-при изработка на усеци	200
-при изработка на насипи	100
Рушење на метални конструкции:	
-на отворен простор	1500
-во населено место	според проект

8.3 Сигурносни растојанија при дејство на сеизмички потреси

Под сеизмичко дејство при минирање се подразбира осцилирање на тлото, побудено со оној дел на ослободената енергија од експлозијата кој не се троши за раздробување, туку предизвикува еластични деформации на земјината кора во близина или подалеку од местото на експлозија.

Вака настанатите еластични деформации се простираат во вид на еластични сеизмички бранови, концентрично од местото на експлозија.

Интензитетот на сеизмичките бранови зависи од количината на експлозивот, растојанието од местото на минирање, физичко - механичките карактеристики на почвата, типот на експлозивот, начинот на минирање и др.

Пресметката на растојанието на сеизмичко дејство на одредена количина активиран експлозив е особено важна поради можното дејство врз објектите кои се наоѓаат во непосредна близина.

Сигурносното растојание при дејство на сеизмички потреси може да се одреди според следната формула:

$$r_s = K_s \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q} \quad , m$$

каде се:

r_s - сигурносно растојание , m

K_s - коефициент кој зависи од физичко-механичките карактеристики на карпите каде што се наоѓа објектот (таб. бр. 35)

α - коефициент кој зависи од показателот на дејството на експлозијата

Табела 35. Вредности на коефициентот K_s

Вид на карпа	K_s	Забелешка
- цврсти компактни карпи	3	При поставување на минското полнење во земјиште заситено со вода или во вода, коефициентот K_s мора да се зголеми за 1,5 - 2,0 пати
- цврсти распукани карпи	5	
- чакалесто земјиште	7	
- песочни наслаги	8	
- глина и глиновити наслаги..	9	
- насипано растресита почва	15	
- земјиште заситено со вода.. (влажен песок, тресет)	20	

Сигурносното растојание зависи и од состојбата на градбата.

Во поглед на отпорноста на потреси при минирање, зградите може да се поделат во три основни категории:

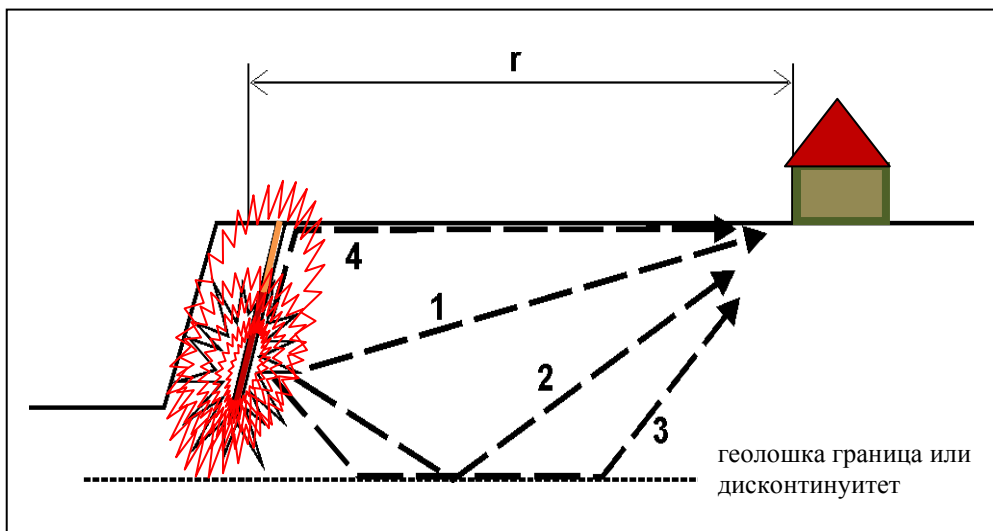
А - приземни згради сидани од кршен камен, згради сидани со непечени тули со малтер од глина и др.

Б - обични згради сидани со печена тула, згради сидани со големи блокови, згради делумно со дрвена конструкција;

Ц - армирано бетонски градби и обични дрвени градби, градби од доработени камења во форма на правоаголник , квадрат и др.

Најотпорни на потреси при минирање се зградите од (Ц) категорија, а најмалку отпорни се зградите од (А) категорија.

За поединечна оцена на отпорноста на објектите од потреси при минирање, треба да се одреди кој степен на сеизмички интензитет е опасен за соодветниот објект.



Сл. 2.83 Видови на сеизмички бранови

1 - подолжен или лонгитудинален, 2 - одбиен или рефлектиран, 3 - прекршен или рефрактиран, 4 - површински бран

Според брзината на простирање на сеизмичките бранови низ карпестата маса, најбрз е надолжниот бран, нешто побавен е попречниот бран, а најбавен е површинскиот бран. Поради ова, кај земјотресите јасно се разликуваат три различни потреси - удари, бидејќи ако е изворот на бранот на доволно големо растојание (длабочина), забележителна е временската разлика во нивното пристигнување на мерното место.

При минирање, растојанието помеѓу минската серија и местото на перцепција (мерење на брановите) е релативно мало, па така тешко може да се воочи временската разлика во пристигнувањето на поединечните различни бранови, така да потресот на тлото често се манифестира и чувствува како единствен.

9.0 МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНА РАБОТА ПРИ МИНИРАЊЕ И РАКУВАЊЕ СО ЕКСПЛОЗИВНИ СРЕДСТВА

При работа со минско експлозивните средства потребно е строго придржување ко н законските прописи кои ја регулираат оваа материја и тоа во сите фази почнувајќи од транспортот, манипулирањето, полнењето, иницирањето на експлозивот и др.

Заради заштита на околината а пред се за безбедна работа на директните извршители - минери, во сите развиени земји и кај нас се воведени стандарди, прописи и норми.

Оваа материја е регулирана со посебени правилници и закони и тоа:

- **Закон** за безбедност и здравје (Сл. весник на РМ бр.13/09),
- **Закон** за заштита од експлозивни материји (Сл. весник на СРМ бр. 4/78, 10/78, 51/88 и 36/90),
- **Закон** за минералните сировини, (Сл. весник на РМ, бр. 132/13),
- **Закон** за градење (Сл. весник бр. 51/05, 82/08),
- **Закон** за превоз на опасни материји во патниот и железничкиот сообраќај (Сл. весник на РМ бр. 92/07),
- **Правилник** за техничките нормативи при ракување со експлозивни средства и минирање во рударството (Сл. лист на СФРЈ бр.26/88 и 63/88),
- **Правилник** за технички нормативи за површинска експлоатацја на архитектонско градежен камен, технички камен, чакал и песок и за преработка на архитектонско градежен камен (Сл. лист на СФРЈ бр. 11/86),
- **Правилник** за технички нормативи за површинска експлоатацја на лежишта на минерални сировини (Сл. лист на СФРЈ бр. 4/86, 62/87).

Се напоменува, експлицитно, дека националните закони, правилници, стандарди и нормативи во врска со оваа област, мора секогаш да имаат предност пред овие правила, во случаи кога се јавуваат противречности во врска со некој случај или постапка.

Во овие правилници се дефинирани со упатства и мерки за безбедност, повеќе области, поврзани со изведување на минерските работи како што се:

- Критериуми за тоа кој може да врши минирање и кои луѓе можат да го опслужуваат минирањето како процес;
- Како се врши избор на експлозив и иницијални средства;
- Места за чување и складирање на експлозивните средства;

- Начинот на транспорт на експлозивните средства;
- Планирање на минирање и основни мерки за предупредувања;
- Подготовка на иницијалните средства;
- Полнење на експлозив во мински дупки;
- Подготвителни работи за палење на минската серија;
- Мерки на претпазливост пред и после минирање;
- Мерки за заштита во случај на откажување на мини.

Во рамките на оваа глава претставени се (описно) дел од безбедносните мерки при ракување со експлозивни средства кои се регулирани со постојните важечки правилници и закони од оваа област во Република Македонија, кои се погоре цитирани.

9.1 Лица кои можат да вршат минирања

Минирање и ракување со експлозивни средства можат да вршат само лица кои се стручно оспособени со соодветна стручна подготовка и положен испит за палители на мини. Стручната оспособеност на палителите на мини ја оценува и проверува стручна комисија при што се издава Уверение на соодветното лице.

Палителите на мини мораат да ги исполнуваат покрај општите услови и следните посебни услови: да се **психофизички здрави**, да не се осудувани по кривично дело или некој прекршок што го прави лицето неподобно за ракување со експлозивни средства.

Лица кои не се стручно оспособени, а се вклучени во операциите околу минирање можат да пренесуваат, товараат или истовараат и складираат експлозивни средства, само ако се претходно запознаени со начинот на работа и опасностите, со заштитните мерки и под надзор на лице оспособено за ракување со експлозивни материи.

Само палителите на мини или други лица со соодветно стручно образование и овластување смеат да подготвуваат ударен патрон со рударска каписла или електрична каписла и да вршат поврзување на мрежата со детонаторски фитил или со електрични спроводници до машината за палење.

9.2 Безбедносни мерки при превоз на експлозивни средства

Превозот на експлозивните средства може да се врши по јавен пат и во рамките на некој рудник.

При тоа треба да се почитуваат основните општи правила како што се:

- експлозивните средства треба да се транспортираат само во оригинално пакување,
- експлозивите мора да се превезуваат одвоено од иницијалните средства иако има извесни отстапувања од ова правило како што се: бавногорливиот фитил може да се транспортира заедно со сите видови експлозив освен со детонаторски каписли, а детонаторскиот фитил може да се превезува заедно со експлозивот а никако со детонаторски каписли;
- со експлозивните средства не смеат заедно да се превезуваат никакви други материјали и прирачни средства;
- при превозот во никој случај не е дозволено оставање на експлозивот без надзор (стража);
- при превозот и манипулацијата со експлозивните средства не смее да се пуши, да се користи отворен пламен или пак да се користат алати што искрат;
- возачот на транспортното средство мора да е стручно оспособен за превоз на опасни материи со соодветен сертификат - АДР дозвола.

Превозот на експлозивни материи по јавните патишта е регулиран со посебни АДР норми.

Моторните возила со кои се транспортираат експлозивните материјали мора да бидат исправни и потполно технички опремени. Возилото не смее да се оптерети со експлозив повеќе од 75 % од неговата техничка носивост. Треба да имаат затворена каросерија или покриена со импрегнирано платно.

Возилото мора да има: два противпожарни апарати, два знака од општа опасност, две лопати, две рачни ламби, два триаголника, две црвени знаменца (30x35cm) со црна буква "V" и ознаки за опасен превоз.

Покрај возачот мора да има придружно лице со иста АДР дозвола.

Возилото што се пренесува експлозив мора да биде осветлено од предната и од задната страна. Товарот не смее да ги поминува краевите од возилото. Дозволен е пренос на помали количини на експлозив во автомобили до максимални 50 килограми.

Возилата можат да ја достигнат следната максимална брзина:

- по автопат и патишта од прва класа до 60 km/h
- по останатите патишта до 40 km/h
- низ населените места до 15 km/h

За превоз на експлозивните материјали од површината во јама постојат посебни прописи. По правило транспортот во јамата односно јамското складиште треба да се врши кога во јамата има најмалку луѓе и кога не се одвива друг вид на транспорт.

Ако експлозивните материјали се превезуваат со локомотива покрај возачот се само помошникот на машиновозачот и магационерот.

Транспортот на експлозивите и експлозивните средства од површината во јамите како и во самите јами е регулирано со правилник за мерките за заштита при ракување со експлозивни средства и минирање во рударството, кон кои мора да се придржува секое лице овластено за тие работи.

Транспортното средство мора да биде соодветно обележано дека транспортира опасни - експлозивни материи за што постојат соодветни знаци и ознаки. Препорачлив е превоз со возила со затворена каросерија или пак покриени со церада која не пропушта вода и која е добро прицврстена на каросеријата.

Експлозивните материи треба да бидат добро сместени така што во текот на превозот да не може да дојде до нивно поместување, превртување, паѓање или тркалање.

Електричните детонатори, детонаторските каписли и детонаторскиот фитил, **не смеат истовремено, во исто возило**, да се превезуваат **заедно со експлозивот** и со други предмети и материјали.

Превозот на експлозивните средства покрај споменатите прописи и норми се уредува во рамките на посебна работна единица со посебно упатство со кое се утврдува меѓу другото и следното:

- времето на превоз на експлозивните средства;
- патишта по кои ќе се врши превозот;
- максимално дозволени количини (по видови) кои можат истовремено да се превезуваат;
- забрана на истовремен превоз на експлозивни и иницијални средства;
- забрана за оставање на возилото во кое има експлозивни средства без надзор;

- постапки за товарање и истовар на експлозивните средства и др.

Пренесувањето на експлозивните средства од магацинот за експлозив до местото на минирање, може да го вршат **палителите на мини**, нивните помошници, не задржувајќи се никаде по патот.

Иницијалните средства треба да ги пренесува само палителот на мини.

Експлозивот се пренесува до местото на минирање во оригинална амбалажа или пак ако се патрони во помал број се сместуваат во затворена торба од кожа, кутии или сандаци.

Едно лице смее да носи само едно оригинално пакување на експлозив а најмногу до **30kg**.

9.3 Правила при сместување - складирање на експлозиви

Експлозивните средства се сместуваат и чуваат во посебно за таа цел изработени и одобрени магацини според важечките прописи.

Според местото каде се лоцирани магацините можат да бидат површински, полувкопани, вкопани и јамски.

Сите експлозивни средства не смеат да се чуваат во иста просторија слично како и при транспортот на истите.

За подобра прегледност кои експлозивни средства можат заедно да се чуваат и складираат дадена е табелата бр. 35 од каде може да се види дека на пример **црниот барут може заедно да се чува** само со бавногорливиот фитил.

Табела 35 Начин на складирање и заеднички транспорт на експлозивните средства

Ред.бр	Тип на експлозивно средство	Реден број на експлозивното средство						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Пластични, полупластични и водопластични експлозиви	-	да	не	да	да	не	не
2	Прашкест АН-експлозиви	да	-	не	да	да	не	не
3	Црн барут	не	не	-	не	да	не	не
4	Детонаторски фитил	да	да	не	-	да	не	не
5	Бавногоречки фитил	да	да	да	да	-	не	не
6	Рударски каписли	не	не	не	не	не	-	да
7	Електрични детонатори	не	не	не	не	не	да	-

Од табелата може да се види на пример дека бавногоречкиот фитил може да се чува во иста просторија со експлозивот, но сепак треба да е одвоен во посебна ниша или сместен во сандаци. Детонаторскиот фитил може да се чува во иста просторија со експлозивите и со бавногорливиот фитил.

Во зависност од намената на магацинот, дали е главен магацин или прирачен, можат да се чуваат различни количини на експлозив. Главните магацини се изградени објекти во кои што се сместуваат и чуваат поголеми количества на експлозив и експлозивни материи и за подолг временски период. Во помошните и привремените магацини се чуваат помали количини и за ограничено време (најмногу до три дена).

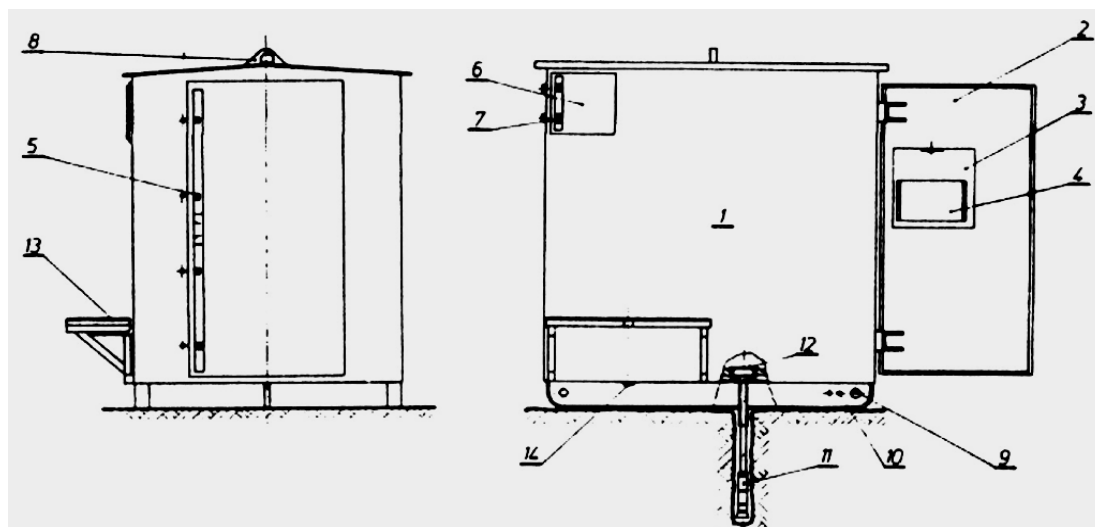
Кај приватни фирми чија дејност (минирање) не е поврзана со една локација, сместувањето и чувањето на експлозивните средства може да се врши во специјални контејнери сместени на претходно одобрена локација со одобрение за употреба од надлежниот орган - при МВР и техничкиот рударски инспекторат (Сл. 2.83).

Тоа се специјално изработени **контејнери т.н преносни складишта** изработени според техничките норми кои треба да ги задоволуваат магацините за експлозив.

Овие контејнери се најпогодни (**PSRS - 500**, Камник - Словенија, **MSES-Крушик**, Ваљево, Србија) при изведување на специјални минирања за било каква цел, бидејќи во нив можат да се чуваат помали количини експлозив и иницијални средства. Изградени се од специјална челична конструкција со затворен облик со две посебни комори, едната за експлозив со капацитет до **500kg** и другата комора за иницијални средства во која можат да се сместат до **1000** броја каписли.

Мерките за безбедност како и начинот на складирање како за овој тип на магацин така и за останатите се пропишани во Правилникот за технички нормативи при ракување со експлозивни средства и минирање во рударството.

Во рамките на определената зона каде е лоциран магацинот за експлозивни средства мора да бидат истакнати видливи натписи за известувања во смисла на опасност: **"Внимание! Експлозивни средства!"**, **"Забрането влегување на неовластени лица!"**, **"Пушење и влегување со свеќилка со отворен пламен се забранети!"** **"Опасно од експлозија!"** и други натписи за предупредување.



Сл. 2.83 Изглед на преносен контејнер (Крушиќ , Ваљево, Србија)

1 - комора за експлозив, 2 - врата, 3 - помошна полица за пишување, 4 - полица за книга за евиденција, 5 - брави за имбус клуч, 6 - врата на комората за детонатори, 7 - брава, 8 - кука за дигање на контејнерот при пренос, 9 - санка за влечење, 10 - приклучок за вземјување, 11-12 - сидро - анкер, 13 - надворешна полица за припремање на детонаторите

9.4 Безбедносни мерки при изведување на минирања

Мерките при изведување на било какви минирања се пропишани во **Правилникот** за техничките нормативи при ракување со експлозивни средства и минирање во рударството (Сл. лист на СФРЈ бр.26/88 и 63/88), како и во **Законот** за заштита од експлозивни материи (Сл. весник на СРМ бр. 4/78, 10/78, 51/88 и 36/90).

Според цитираниот Правилник а во таа смисла, овде ќе се споменат само најважните правила при работа со експлозивните материи поврзани со материјата во оваа книга, иако секој став во Правилникот е важен и треба да се почитува.

Безбедносните мерки при изведување на минерските работи опфаќаат мерки при подготовка на минирање и полнење на минските дупчотини, палењето на мините, известување за минирање, постапка после палење на минска серија и постапка и мерки во случаи на неексплодирани мини.

Почетокот и крајот на секое минирање мораат навремено да се објават со предвидена постапка и со користење на сигнални (звучни) средства кое нешто е предвидено во упатството за минирање.

Експлозивот и средствата за иницирање се донесуваат на местото на кое се изведуваат минерските работи непосредно пред полнењето на мините. Ударните патрони смеат да се подготвуваат само непосредно пред нивната употреба.

Во пошироката околина на минската серија мора да се остави обезбедување, ако таа зона претходно не е заштитена на друг начин.

На некои приоди каде нема обезбедување палителот на мини приодите мора да ги обележи со видливи знаци за забрането поминување и да се постави табла со натпис: "**НЕ ПРИОЃАЈ! МИНИРАЊЕ!** "

При подготовка на ударните патрони и воопшто кога се работи со експлозив, не смеат да се употребуваат светилки со отворен пламен, метални предмети и не смее да се пуши.

Ударните патрони мораат внимателно да се вметнуваат во минските дупчотини, при што мора да се внимава детонаторската каписла (електрична или друг вид) да не се извлече од патронот со експлозив.

Кога се работи со **бавногорлив фитил**, пред се, треба да се има предвид брзината на неговото горење. Краевите од фитилот треба да бидат доволно долги како би можел палителот на мини да се повлече на безбедно

место. Ако поединечно се палат повеќе независни краеве од бавногорлив фитил еден палител смее да пали најмногу 5 (пет) фитили.

Најпрво се пали мината со најдолг фитил па редоследно мините со пократки фитили. Најкраткиот фитил не смее да биде пократок од 1,0 метар а најдолгиот може да биде 4,0 метри. Краевите што се палат мораат да бидат косо отсечени а по должина да има зарези.

Палењето на мини со помош на **детонаторски фитил** се врши исклучиво според упатството на производителот на фитилот. Делот од фитилот што се става во дупчотината мора да биде точно исечен според потребната должина.

Краевите од детонаторски фитил се сечат со остар нож, со еден потег без триење, на тврда подлога и нормално на оската од фитилот. Спојувањето на две парчиња детонаторски фитил се врши со преклопување или на друг начин пропишан од производителот. Споени краеве од фитилот не смеат да се поставуваат во дупчотини.

Мрежата на минската серија изработена од детонаторски фитил се иницира со детонаторски каписли соодветно претходно подготвени.

За останатите мерки за безбедна манипулација со детонаторски фитил, бавногорлив фитил и детонатори од секаков вид, напоменато е во главата "инцијални средства".

- известување за минирање -

Минирањето т.е. палењето на мините смее да се изврши откако ќе се изврши известување за минирањето. Во подземните рудници или минирање на некои специфични места (планински предели без струја), известувањето го врши палителот на мини на тој начин што пред палењето на мините извикува: **"Внимавај мина!"**. Тоа е знак дека е запален бавногорливиот фитил. По завршување на минирањето се дава знак со зборот **"готово!"**. **Овие извици се јасни и гласни.**

Најчесто при минирањата, се применуваат постапки за известување по пат на сигнални средства, најчесто со сирена. Со последователни звучни сигнали на одреден временски интервал се означува дека ќе има минирање (еден долг звучен сигнал од една минута), пред почетокот на палење (два долги звучни сигнали) и пред самото палење (три долги звучни сигнали).

Завршетокот на минирањето се означува со еден долг звучен сигнал. Тоа е само еден пример на известување за минирање и негов завршеток. Точните постапки за известување се пропишуваат со упатството за минирање кое е во согласност со законските регулативи и соодветните услови каде се изведува минирањето.

- постапки после палење на мините -

По извршеното иницирање, палителот треба да го знае интервалот на палење на мините и временскиот тајминг.

При палење на мини со бавногорлив фитил или со временски електрични детонатори мораат да се следат и бројат детонациите на секоја мина посебно за да се утврди дали сите мини експлодирале.

При палење на мините со бавногорлив фитил, палителот на мини паралелно со палење на крајот од фитилот го пали и делот од фитилот кој го носи со себе и е со иста должина како бавногоречкиот фитил поставен во серијата. Ова парче бавногоречки фитил му служи на палителот да знае точно до каде е импулсот во фитилот при негово засолнување на безбедно место.

Овој дел од бавногоречкиот фитил што го носи со себе палителот на мини со рударски речник се вика "темпа" (време).

Ако постои сомневање дека некоја мина не експлодирала или не е правилен звукот од експлозијата во серијата, **мора** да се почека најмалку **20 минути**.

- постапки со неексплодирани мини -

Во случај да има неексплодирани мини во една серија истите треба да се обележат и веднаш да се преземат мерки за нивно уништување.

Сé додека не се елиминираат неексплодираните мини, **не смее** да се врши никаква активност на просторот на кој што мината откажала освен активности за нејзино уништување или деактивирање.

Ако не може точно да се утврди која мина е неексплодирана, тогаш отстранувањето на минираниот материјал треба да се врши многу внимателно и под засилена стручна контрола. Мините што не се активирани се отстрануваат на повеќе начини.

Најчесто се применува начинот кога нова мина (ударен патрон), се поставува во чепот на неексплодираната мина.

Друг начин е изработка на паралелна дупчотина на растојание поголемо од осум пречника од постојната минска дупчотина (>8D).

При тоа треба да се има контрола на местото на поставување и правецот на новата минска дупчотина.

Од неексплодираните мински дупчотини не смее да се вади иницијалното средство, особено ако се работи за детонаторски каписли. Ако некоја мина е прекината од дејство на соседната минска дупчотина и при такво сомневање внимателно треба да се пребара работилиштето и растресениот материјал.

Уништувањето на неексплодираните мини (дел од експлозив со иницијално средство, само детонатор или детонаторски фитил) се врши според упатството од производителот на соодветните експлозивни средства.

9.5 Складирање на експлозивите и експлозивните материи

Сместувањето и чувањето на експлозивите и експлозивните материјали се врши во специјални магацини.

Магацините можат да бидат:

- **површински, полувкопани, подземни и јамски** а според намената:
- **главни и помошни или привремени.**

Главните магацини се изградени објекти во кои што се сместуваат и чуваат поголеми количества на експлозив и експлозивни материјали и за подолг временски период. Во помошните и привремените магацини се чуваат помали количества и за ограничено време (најмногу до три дена).

Помали количини на експлозив и експлозивни материјали за потреби на едноменско работење можат да се чуваат во прирачни магацини. Овие магацини мораат да бидат поставени на таква оддалеченост од местото на минирање за да се сигурни ако случајно има разлетување на парчиња карпи од минирањата.

За сместување на помали количини на експлозив и експлозивни материјали постојат и преносни магацини - контејнери. Изградбата на магацините за експлозивни според изработен проект, може да се врши само врз основа добиено одобрение од надлежните органи.

9.5.1 Површински магацини

Површинските магацини се градат на посебно одбрани локации кои по можност треба природно да бидат заклонети и да не бидат во близина на јавно место.

Оддалеченоста на магацинот од населени места и други објекти мора да биде толкава, при што, во случај на експлозија во магацинот да не дојде до никакво оштетување во објектот, односно населеното место. Минималната оддалеченост на магацинот од објекти и населени места е зависно од количеството на експлозивот кој ќе се чува во истиот.

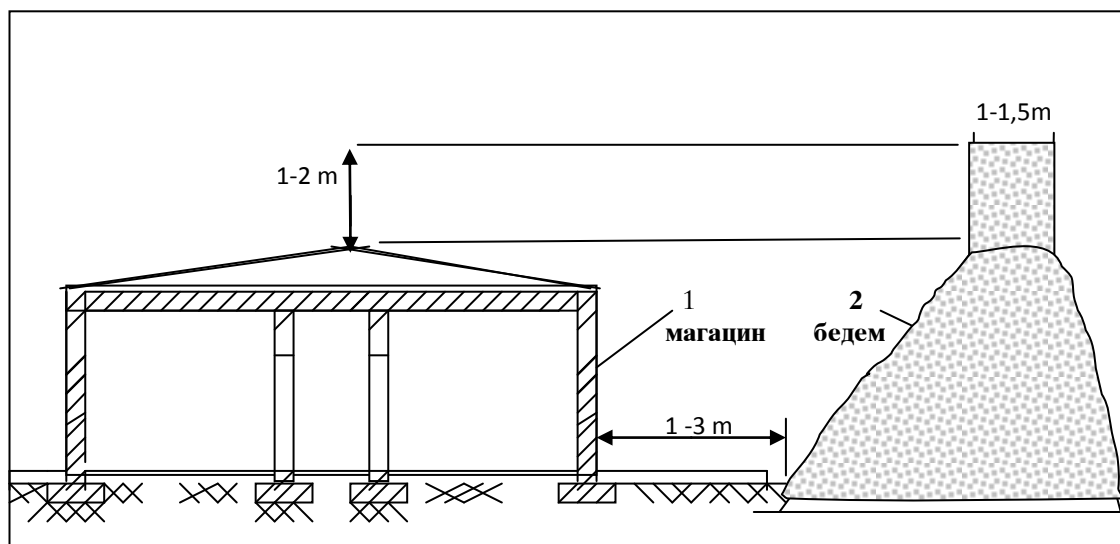
Складиштето - магацинот треба да претставува лесен тип на примарен објект изграден од градежен материјал отпорен од пожар и временски промени. Мора да има добра вентилација и прописно поставена громобранска инсталација.

Треба да биде обезбеден со сите прирачни противпожарни средства. Мора да има телефон, мора да биде ограден обично со бодликава жица во висина од 2метри. Околу магацинот најмалку до 20 метри теренот треба да биде исчистен од лесно запаливи предмети.

Површинските магацини од сите типови на магацини се најдобри бидејќи во истите, експлозивите и експлозивните материјали можат да се чуваат најдолго време без промени на нивните физичко-хемиски и минерско-техничките карактеристики.

Бедемите-градобраните се поставуваат само во правци каде не постојат природни препреки. Ако постојат природни препреки од сите четири страни на магацинот тогаш не се потребни бедеми - градобрани.

Ако пак магацинот се наоѓа на рамен терен треба од сите четири страни да се заштити со бедеми - градобрани.



Сл. 2.84 Површински магацин за експлозиви

Распоредот на објектите на еден површински изграден магацин за експлозивни средства е прикажан на сликата горе а ознаките - бројките означуваат: **2 - жичана ограда, 3 - буриња со вода, 4 - магацин за експлозив, 5 - забранета зона, 6 - граница на забранета зона, 7- магацин за каписли, 8- канал со вода, 9 - исчистена површина околу магацинот, 10 - цистерна со вода, 11- остава за противпожарен алат, 12 - шупа за амбалажа, 13 - пристапен пат, 14 - стражарница, 15 - сандаци со песок.**

9.5.2 Полувакопани магацини (складишта)

Овие експлозивни магацини по својата изградба не се многу разликуваат од површинските магацини. Магацините обично се градат на подножја од рид и тоа на начин што се прави усек кој природно го заштитува магацинот од трите страни. Полувакопаните магацини се градат како привремени складишта и во близина на работилиштата каде се изведуваат минирањата.

9.5.3 Подземни (јамски) магацини

Подземните магацини за експлозив и експлозивни средства се градат во цврсти карпи со подземно (испитани) физичко-механички и хидро-геолошки карактеристики, надвор од зоната на јамски притисок.

Можат да се градат и во напуштени руднички поткопи потполно одвоено од активните работилишта. Овие магацини-складишта мора да бидат заштитени од одозгора и од страните со доволно дебел слој на материјалот од теренот, во зависност од количините и типот на експлозивот и својствата на карпите.

Во подземните магацини посебен проблем претставува влагата која може често да биде и над 90% релативна влажност. Заради ваквата појава во овие експлозивни магацини рокот на чување треба да биде знатно помал одколку во површинските магацини.

9.6 Уништување на експлозивите и експлозивните средства

Неупотребливите експлозиви и експлозивни средства кои од било кои причини не се вратени на дистрибутерот треба да се уништат. Нивното уништување можат да го вршат само луѓе кои се овластени за вршење на минерски работи а во договор со стручни лица од страна на производителот на истите.

Секој вид на експлозивни средства треба посебно да се уништува и од секое уништување на експлозиви мора да се состави записник кој ќе го потпишат сите кои учествувале во уништувањето. Во записникот мора да биде означен видот и количината на експлозивот и експлозивните средства, причините за уништување, начинот на уништување, времето и местото на уништување.

Експлозивните средства кои се неисправни или постанале неупотребливи за време на минирањето (неексплодирани патрони, каписли, остатоци од фитилот и сл.) се уништуваат по упатство од техничкиот раководител на рудникот.

Секој вид експлозив се уништува на начин кој му одговара. Тие се уништуваат главно со: запалување, потопување во вода или детонирање на помали количини на експлозив. Пластичните експлозиви кои содржат нитроглицерин не се уништуваат со потопување во вода туку со запалување или доведување до детонација.

Прашкестите експлозиви без нитроглицерин може да се уништуваат и со потопување во вода. Ако уништувањето се врши со спалување тоа мора да биде на подлога од глина, песок или хумус преку кој се поставува хартија на која се поставува експлозивот во вид на лента со дебелина до 80 mm.

Патроните подебели од 80mm треба да се расечат и експлозивот рамномерно да се распореди во слој со дебелина од 80 mm, по подлогата од хартија. Со палење на хартиената подлога се пали и експлозивот. Крајот на хартијата треба да се остави доволно долг и слободен за да лицето кое го врши палењето може благовремено да стигне до склоништето.

После согорувањето, се проверува местото на палење се изладува со вода пред поставување на новите количини, или тоа се прави на друга погодна локација. **Уништувањето се врши при дневна светлина!**

Со помош на експлозија се уништува експлозив до **6 kg** одеднаш и вон населено место така да експлозивот се поставува во ископана дупка, при што во средината на експлозивот се поставува 20% исправен експлозив, кој се иницира на вообичаен начин. Сигурносното растојание зависи од количината на експлозиви кои се уништуваат, и приближно може да се одреди со односот

$$r_s \geq 100 \text{ до } 150 \sqrt{Q} \quad , m$$

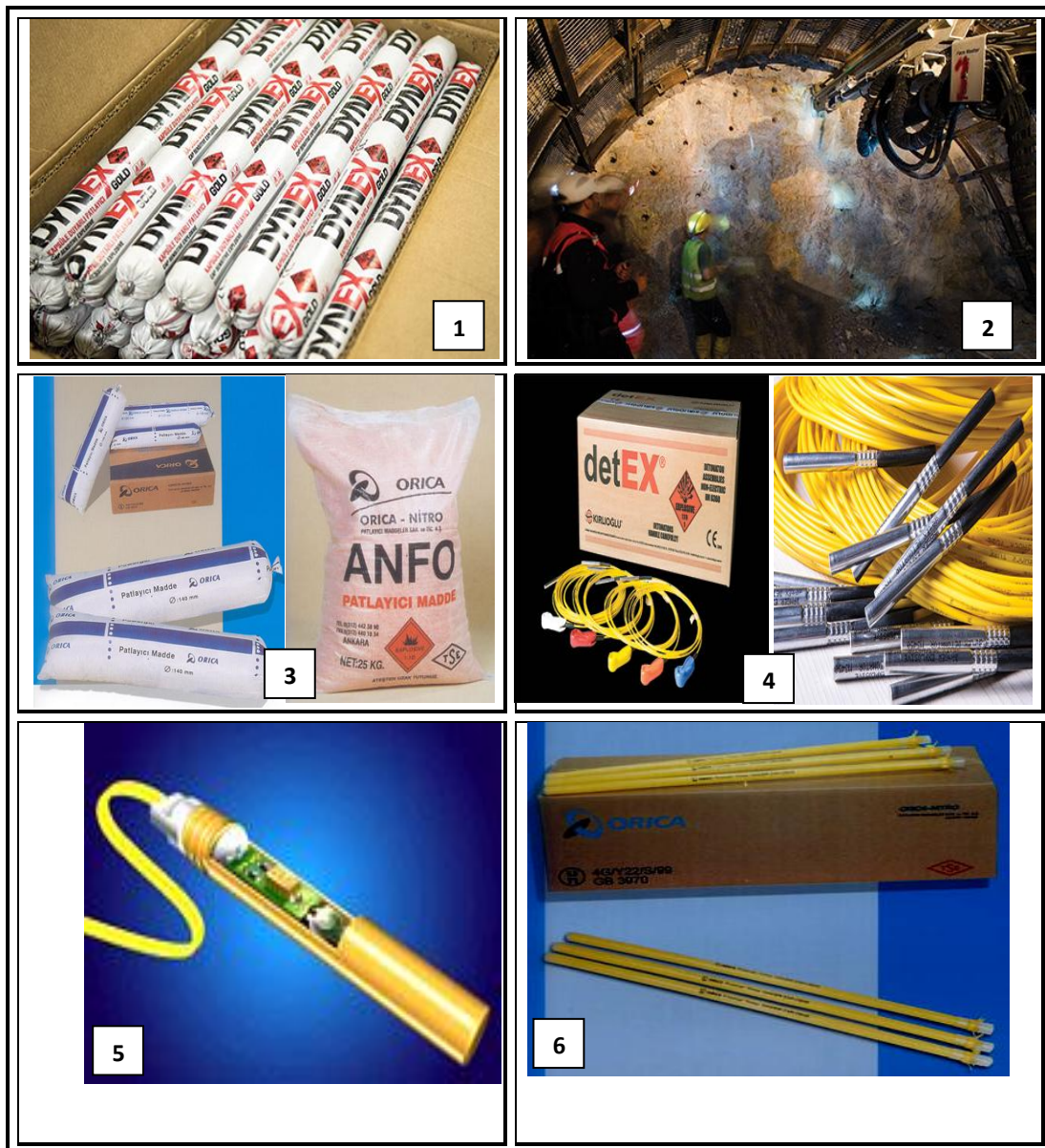
каде: **Q** - количина експлозив кој се уништува, kg

Уништувањето на прашкестите експлозиви со потопување во вода се врши на тој начин што во ископани јами се врши потопување на експлозивот во вода. Пред потопувањето треба патронот да се расече а неговата содржина да се разлие во јамата. Количината на водата по зафатнина треба да биде 10 пати поголема од количината на експлозив. По ставање на експлозивот и водата во јамата, таа се затвора со земјата од ископот.

Уништување на каписли и електродетонатори се врши така да на одберено место, вон населени места и комуникации, на сува и растресита почва се копаат дупки со димензии: 50x50x50 cm и во неа се става најмногу до 500 парчиња каписли.

Во една кутија со каписли се става исправна каписла со фитил кој излегува на површината од земјата и таа се активира на вообичаен начин.

Бавногорливиот и детонаторскиот фитил се уништуваат со спалување заедно со други лесно запалливи материјали (дрвја, гранки, харија, картони и др.). Црниот барут се уништува со потопување во вода.



Сл. 2.85 Типови на експлозивни средства

1 - патрониран емулзионен експлозив, 2 – полнење на минска серија на работно чело во јама, 3 – типови на АН-ФО и емулзиони експлозиви, 4 – Нонел – детонатори – MS,LP, 5 – електронски детонатор, 6- експлозиви за контурни минирања

10. ОРГАНИЗАЦИЈА НА МИНЕРСКИТЕ РАБОТИ

Правилното планирање на дупчечко-минерските работи и задолжително приспособување со другите производни процеси е од огромно значење за површинскиот коп. Дупчечко-минерските работи сочинуваат една општа технолошка операција на технолошкиот комплекс од производни операции на површинскиот коп. Од нив зависи и ефектот на товарно-транспортната механизација, построенијата за дробење, како и примената на техниките и технологиите за подготовка на минерални суровини.

Со правилно организирање на дупчечко-минерските работи се постигнува максимална продуктивност, сразмерна гранулација на минираниот материјал, минимален процент на негабарити и минимален обем на секундарни работи во поглед на отстранување на прагови во подножјето на етажите и др. Од ова се гледа дека ефектот на дупчечко-минерските работи непосредно има влијание на ефектот на товарно-транспортната механизација и построенијата за дробење а со тоа и на цената на чинење на производот.

Сите дупчечко-минерски работи на површинскиот коп се состојат од низа дупчечко-минерски процеси кои се меѓусебно тесно поврзани. Основни производни процеси се следните:

- изработка на мински дупчотини;
- подготовка за минирање;
- главно минирање;
- секундарно минирање;
- товаране и транспорт на изминираниот материјал.

Сите овие операции на површинскиот коп може да се вршат одвоено една од друга, така што би се одвивале последователно или паралелно т.е. истовремено две или повеќе работни операции.

Кај површинските копови со мал капацитет, како што се малите каменоломи, обемот на минирање зависи од потребните количини на изминираниот материјал. Минирањето се врши со мал број на дупчотини секоја смена или еднаш до два пати во неделата.

Сите производни операции се вршат одвоено и во зависност една од друга. Товарането и транспортот на изминираниот материјал се врши најчесто полумеханизирано. Ефектите на дупчечко-минерските работи се

мали, а тоа има влијание на општото зголемување на трошоците на експлоатацијата.

Кај површинските копови со голем капацитет најефикасен начин на извршување на дупчечко-минерските работи се постигнува со системот на етажна блокова експлоатација. Ова е од посебно значење за површинските копови со голем фронт на откопување, каде што може истовремено да се формираат повеќе блокови на работа - експлоатација.

Секој експлоатационен блок се дели на три експлоатациони површини. На првата експлоатациона површина на која веќе е извршено минирање се врши товарање и транспорт на изминираниот материјал.

На другата површина се издупчени мински дупчотини и таа се наоѓа на ред за следно минирање. На третиот блок - површина се врши дупчење на минските дупчотини и подготовка за наредно минирање. Со ваква организација се постигнува независност при извршување на дупчечко-минерските работи, товарањето, транспортот и другите производни процеси.

Поради тоа, онаму каде што е можно, треба да се организираат дупчечко-минерските работи токму по оваа шема т.е. по шемата за паралелни производни операции.

Кај минирање на високи етажи, како и минирање во стеснета средина, со помош на блоковниот метод се постигнува порационална организација на дупчечко-минерските работи во поглед на оперативност на производните процеси кај масовните минирања.

Кај минирањата во стеснети средини каде што пред фронтот на етажата се наоѓа не потоварена изминирана маса, со примена на шема на минирање што одговара за дадената ситуација, не доаѓа до расфрлување на делови од карпите на голема далечина. Поради тоа не треба да се преместуваат транспортните патишта ниту пак другите комуникациски уреди.

Комплексот на дупчечко-минерските работи на површинските копови се состои од следниве процеси:

- дупчење кое опфаќа изработка на мински дупчотини;
- примарно минирање кое опфаќа подготовка и полнење на минските дупчотини со експлозив, зачепување, поврзување на мрежите за палење и палење на експлозивот;
- секундарно минирање кое опфаќа дополнително ситнење на големите блокови и отстранување на прагови (нерамнини) од подножјето на етажата.

Примарните минерски работи се состојат од следниве операции: проверување на исправноста на дупчотините, достава на експлозивни средства и материјали поврзани со минирањето, материјал за зачепување до минската серија, полнење на дупчотините со експлозив и зачепување, поврзување на мрежата за минирање, одредување на место на заклон за минерот, поставување на безбедносни сигнали и знаци за опасност, заштита на опремата, механизацијата и палителот на мините на сигурно место, давање на сигнал пред почетокот и по завршетокот на минирањето, преглед на теренот по завршокот на минирањето и по потреба ликвидирање на неексплодирани мини.

Секундарните минерски работи ги опфаќаат операциите за дополнително минирање на големи блокови останати од претходно минирање, порамнување на подножјето на етажата од заостанатите прагови, соборување на нестабилните делови од косината на етажата кои го загрозуваат товарањето итн. Тие ги зголемуваат производните трошоци и имаат негативна улога при на товарно-транспортните операции.

Правилно организирање и извршување на сите операции поврзани со процесот на дупчење и минирање го зголемуваат ефектот на целиот рудник и директно ги намалуваат трошоците на дупчечко- минерските работи. Овие трошоци учествуваат со околу **25% до 40%** во вкупните производни трошоци на површинскиот (подземниот) коп по единица растресена маса, додека само експлозивните средства во процесот на минирање учествуваат со преку **80%**.

10.1. Техничка документација и оперативни активности при минирање

При изработката на главен рударски проект за експлоатација на соодветниот рудник, ако се работи за цврсти карпести маси, посебно поглавје е предвидено за проектирање на дупчечко- минерските работи.

Според овој проект дополнително по потреба на техничките служби и лицата задолжени за овие операции може да се изработуваат и технички елаборати за дупчење и минирање или пак некој вид технички проект или студија со што попрецизно ќе се дефинираат работите поврзани за дупчењето и посебно минирањето на соодветниот површински или подземен коп.

Основен документ за масовно минирање е **техничкиот проект**, кој се состои од планот за минирање со обележени ознаки на горниот и

долниот раб од етажата, геодетски приказ - проект на позициите на дупчотините и целосни геолошки карактеристики на работната средина. Основниот документ за минирање мора да содржи:

- шема за вистинските граници на блокот за минирање со распоред на минските дупчотини и нивни броеви, геолошки пресеци и категории на одделни видови карпи со нивните основни карактеристики и шема за поврзување и иницирање - палење на мините со основни пресметки, количина на експлозив, распоред на интервалите при иницирање, поставување на забавувачите на минското поле, местото на отворање на минската серија, конструкција на експлозивното полнење во дупчотината итн.;

- геолошки и хидрогеолошки (по потреба) карактеристики на карпите во кои се изведува минирањето;

- мерки на сигурност и специјални известувања, ако е потребно, како и наведени одговорни лица.

Во геолошко - геодетското мерно одделение се врши обележување на планот за минирање на блоковите наменети за минирања. На планот на блокот се нанесуваат долниот и горниот раб од етажата, категоријата на карпите според дупчивоста, граници на опасните заштитни зони и количината на експлозив што истовремено смее да се иницира - употреби, одреден во однос на сеизмички опасните објекти.

Подготовката на работилиштето на кое се врши минирањето се обележува на планот на минирањето, локацијата на дупчотините, длабочината на дупчотините и длабочината на поддупчувањето за дадени услови на минирање.

На профилите се нанесуваат геолошките параметри на етажата и дебелините на одделни слоеви. Со ова се добива основа за пресметка на длабочината за дупчење, пресметка за минските полнења, рационална конструкција на минските полнења и вкупната количина на експлозив.

При пресметките, параметрите на растојание помеѓу минските дупчотини, линијата на најмал отпор и висината на етажата се земаат од планот на минирање, а специфичната потрошувачка на експлозив се зема во зависност од физичко-механичките својства на карпата која се минира и од сознанија од претходните минирања со слични услови.

Раководителот на копот, јамата, работилиштето или смената им наложува на геодетот - мерачот и одговорниот работник за минерските работи да ги пренесат од планот за минирање локациите на дупчотините и да ги обележат соодветно со посебни значки на блокот.

При ова треба да се води сметка за горниот раб од етажата. На секоја значка се поставува таблица на која се наоѓа број на дупчотината и нејзината проектирана длабочина. Оваа ознака е основа за ракувачите на дупчалките од која не смее да се отстапува.

По извршеното дупчење на целото минско поле и засолнување на дупчалките, геодетот повторно ја снима површината одредена за минирање, ги проверува длабочините на дупчотините и големината на линијата на најмал отпор во подножјето на етажата и растојанието помеѓу дупчотините.

Ако вистинските податоци се различни од проектираните, се врши повторно пресметка за минските полнења. Ако при полнењето дојде до зарушување на минските дупчотини или до заглавување на патрони од експлозив, раководителот во тој случај **врши корекција** на минските експлозивни полнења и сигурносните растојанија.

Службата за **мерење и контрола на дупчењето и минирањето** на површинските копови е многу значајна. Според податоците на мерачката служба се вршат пресметки со основни минерски параметри: линија на најмал отпор, растојанието помеѓу дупчотините, поддупчувањето, количината на експлозив, должината на зачепување и сл.

По извршеното минирање се врши хоризонтално снимање и изработка на попречни профили на изминираниот материјал поради пресметка на вистинската зафатнина на изминираниот маса, која се коригира по процесот на товарење со багерите.

Како резултат на ова се одредуваат техничко-економски показатели на минирање: количина на изминираниот производ по метар дупчотина, по квадратен метар на минирани површина, специфична потрошувачка на експлозив, вкупно потрошен експлозив, како и обемот на дополнителни (ако има потреба) секундарни минирања.

10.2. Трошоци при минирање

Нормативни материјали кои имаат директно влијание на трошоците при минирање се дадени во табела 37. Според овие нормативни материјали, се вршат и пресметките за вкупните трошоци при минирањето.

Во табелата се прикажани остварените вредности на прикажаните нормативи на еден површински коп за период од три години.

Во зависност од типот на експлозив и типот на иницијалните средства во следната табела е дадена основна пресметка за остварените нормативни вредности на одделните експлозивни материји.

Табела 37. Нормативни материјали при минирање

П е р и о д	НОРМАТИВНИ МАТЕРИЈАЛИ					
	Експлозив kg/t	Рударски каписли br /1000t	Пентолит. засилувачи (бустери) br /1000t	Временски забавувачи br /1000t	Детонат. фитил m'/1000t	Бавногор. фитил m'/1000t
1	0,165	0,041	0,78	0,24	13	0,038
2	0,190	0,029	0,72	0,26	14	0,024
3	0,179	0,027	0,63	0,25	12,7	0,028

Од табелата може да се види дека значително влијание на трошоците при изведување на минирањата има позицијата експлозив, потоа бустерите и детонаторскиот фитил. Главно, тие се материјалите кои имаат непосредно влијание за зголемување или намалување на трошоците при минирање.

Покрај овие трошоци треба секогаш да се имаат предвид и трошоците за работна рака и режиските трошоци за планирање и организација на минирањето кои во зависност од карактерот на рудникот се различни.

- Трошоци за секундарни минирања -

Секундарните минирања на површинските копови најчесто се изведуваат со налепни мини, а количината на експлозивот е во зависност од големината на блокот.

За негабарити т.е. блокови кои треба секундарно да се минираат се сметаат оние блокови кои не можат да се товарат или транспортираат со товарните и транспортни средства. При товарање на руда или каква било корисна минерална суровина која оди на дополнителна доработка се сметаат за негабаритни блоковите кои се поголеми од влезот на решетката пред примарно дробење или ако нема решетка тогаш се зема максималниот отвор на дробилката при влезот (ГГГ).

Просечно, во зависност од работната средина и дупчечко-минерските параметри на минската серија се појавуваат блокови во изминираниот маса со различен процент кој може да постигне вредност и до **15%**.

Нормативот за секундарно минирање, каде што спаѓа и минирањето на секундарните дупчотини за порамнување на етажите и растресување на цврстите делови од веќе изминираниот минска серија, се пресметува според утврдениот норматив за примарните минирања.

Ако нормативот за примарно минирање е просечно **180 g/t** и ако се присутни во серијата **5%** блокови за секундарно минирање, како и потребно секундарно минирање на подот од етажата со просечна вредност од **3%** тогаш нормативот за секундарните минирања ќе изнесува:

$$180 \times (0,05 + 0,03) = 14,4 \text{ g/t}$$

Вкупно за една минска серија при примарното минирање, секундарното минирање на блокови и евентуално секундарно минирање за порамнување на етажата се добива норматив за потрошувачка на експлозив:

$$180 + 14,4 = 194,4 \text{ kg/1000 t} \text{ или приближно } 195 \text{ g/t.}$$

11. Примена на софтверски програми за проектирање и прогноза на ефектите при минирање

Во сегашни услови на експлоатација незамисливо е проектирање и изведување на покомплексни дупчечко-минерски работи без примена на компјутерски софтверски програми.

Денес во светот од специјализирани компании од оваа област се нудат многу програми за дефинирање на дупчечко-минерските параметри, контрола на добиени параметри, пресметки на трошоците за дупчење и минирање, прогнозирање на ефектите при минирање и многу други. Во овој дел само би ги спомнал некои од програмите кои се активно користени при истражувањата во оваа област од моја страна и од страна на моите студенти додипломци и постдипломци.

11.1. Апликативни софтвери

Со развојот на технологијата сè повеќе при изработката на проекти се користи софтвер кој ја олеснува работата и го скратува времето за изработка на проектите. Дијаграми и графикони се секојдневна потреба во бизнисите. Се користат за донесување на поквалитетни одлуки. Се вели дека една слика менува илјада зборови. Значи, многу е поедноставно кога ќе погледнете во еден графикон или пак дијаграм за да видите што се случува во бизнисот. Претприемачи, менаџери и вработени секојдневно донесуваат одлуки, па затоа и секојдневно гледаат и споредуваат различни графикони и дијаграми. Една од најкористените програми за изработка на проекти е Microsoft Project.

11.1.1. СОФТВЕР при планирање на проекти и активности

- **Microsoft Office Project**

Microsoft Office Project на прв поглед изгледа како подобрена верзија на „Task Manager“. Со Microsoft Office Project можеме да составиме листа со задачи што потоа може да ја додадеме во индивидуални или тимски ресурси, односно да ја употребуваме само ние или да ја употребува целиот

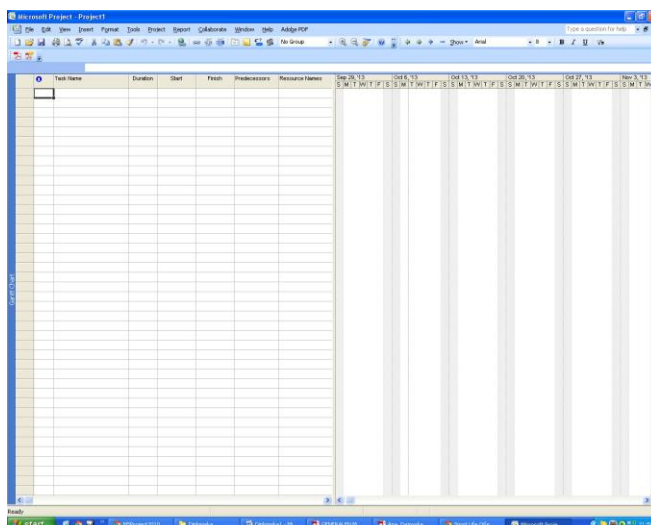
тим што работи на проектот. Можеме да ги поврзуваме цените со задачите и со ресурсите и да ги следиме трошоците, буџетот и потрошувачката. Сепак, главната задача на Microsoft Office Project не е изработката на задачите. Примарната цел на оваа програма е да служи за планирање на време на проектот т.е. извршување на задачите.

Се внесуваат проценетата вредност на променливата, како што е времетраењето на работата, ресурсите доделени на поединечни работи, потребно време да се извршат работите и ограничувања поврзани со почетокот на работата и врз основа на податоците Microsoft Office Project развива план.

Кога ќе се постави концептот на кој се базира извршувањето на планот, Microsoft Office Project не само што ќе ни помогне со управувањето на проектот, за нас ќе ги пронајде случаите со недоволно или премногу доделени ресурси, ќе ги пресмета пречекорувањата на цените, или времето. Со помош на информациите добиени од Microsoft Office Project ќе придонесе за донесување на правилни одлуки навремено за успешно завршување на планираните активности.

Со помош на Microsoft Office Project можеме да ги употребуваме двете методи на мрежно планирање на активностите и тоа:

- **CPM** – Метода на критичен пат (Critical Path Method);
- **PERT** – Метода за оцена и ревизија на програмата и активностите (Program of Evaluation and Review Technique)



Слика 2.86. Изглед на работниот простор на Microsoft Office Project

- **Cloud computing** во проектниот менаџмент

Светот на софтверот секој ден се менува сè подинамично. Веб-базираните апликации работат на клауд базирани платформи. Без разлика дали знаете кои се овие апликации или што претставуваат клауд платформите, тие сепак го менуваат начинот на кој се користи софтверот. Веб-базираните апликации веќе го менуваат **WWW**.

Страниците на почетокот само пасивно даваа информации и Интернетот беше само еден чекор понапред од телевизијата.

Веб-апликациите се начин на користење на софтвер преку Интернет кој делумно или целосно се извршува преку друг сервер или сервери меѓусебно поврзани. Клауд процесирањето, всушност, го отсликува Интернетот.

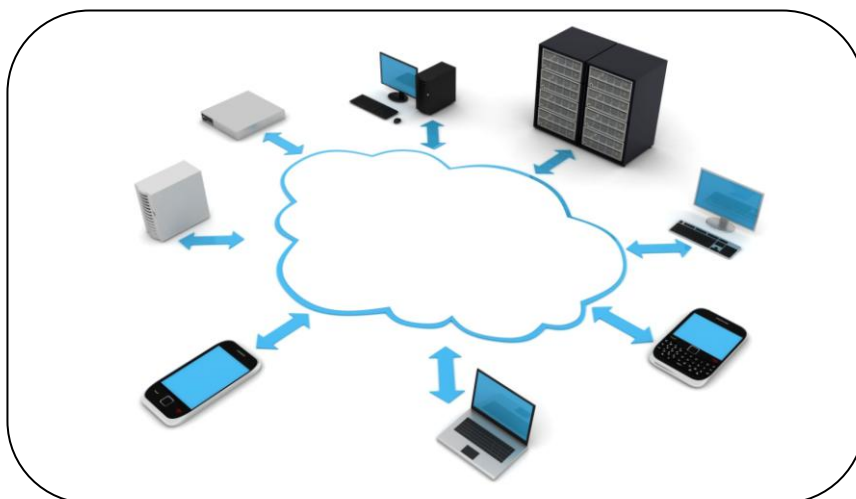
Клауд пресметувањето го користи Интернетот кој е претставен како мрежа од меѓусебно поврзани компјутери. Оттаму го добива и името.

Се нарекува „Cloud“ (Облак), затоа што всушност се работи за повеќе сервери поврзани меѓу себе за да се постигне едностивна цел, а тоа е да се овозможи пристап на корисниците до програмата и да се зачуваат и индексираат сите потребни податоци што ги користи програмата за работа со корисниците.

Во последните неколку години ИТ индустријата ја разви оваа нова парадигма – клауд пресметување.

Иако се работи само за различен начин на користење на ресурси при извршувањето на програмите, сепак вовеле револуција во начинот на кој организациите ги обезбедуваат информациите и сервисите.

Принципот можеби изгледа обично и банално, но ефектот што се постигнува со негово користење е голем. Најпрво има потенцијал за драматично да ја намали цената на чинење на апликациите, со тоа што програмите се извршуваат преку нечиј друг хардвер. Се намалуваат трошоците, со тоа што не мора да се купува нов хардвер, да се вработат скапи ИТ професионалци кои ќе го одржуваат тој хардвер и не мора да се купуваат скапи лиценци.



Слика 2.87. Принципиелна шема на работа со CLOUD COMPUTING

Но „клауд пресметувањето“ не влијае само врз намалувањето на трошоците, туку е и многу пофлексибилно, и во смисла на развивање на софтверот и во смисла на можностите што му ги нуди на корисникот.

Веб-базираните апликации што се ивршуваат во клауд околина имаат голема придобивка со тоа што овозможуваат пристап до нивните податоци и програмите од кој било компјутер што има пристап на Интернет.

Ова значи дека членовите на развојниот тим и клиентите не само што имаат пристап до програмата од кој било компјутер, туку и од различни мобилни уреди (сл. 2.87).

Иако постојат голем број веб-апликации до кои може да пристапи и да ги употребува една компанија, има голем број придобивки од користењето на клауд пресметувањето, комуникација помеѓу оддели, пристап до сите важни податоци од клиентите во реално време, можност да се следат метрики за предвидување на трошоци, ефекти и други параметри.

Табела 37. Најчесто користени **Cloud computing** алатки

Назив на апликацијата	Линк	Цена	
		Бесплатна Верзија	Ограничен пакет
Amazon Elastic Cloud (EC2)	http://aws.amazon.com/ec2/	Да	Се наплаќа според работните часови за користени услуги
Google App Engine	https://cloud.google.com/	Да	\$9 месечно
GoGrid	http://www.gogrid.com/	Не	\$4.99/ \$9.99 месечно
Windows Azure	http://www.windowsazure.com/en-us/	90 дена	X5-\$12.000 годишно XL-\$25.579годишно
Salesforce	http://www.salesforce.com/service-cloud/overview/	30 дена	\$135 месечно
Rackspace	http://www.rackspace.com/cloud/	Не	\$16.06 месечно \$43.8 месечно
iCloud	https://www.icloud.com/	Бесплатна (за Apple уред)	\$20 за 10GB \$100 за 50GB
Oracle	http://www.oracle.com/us/solutions/cloud/cloud-applications/index.html	Не	\$175.00/\$249.00 месечно
Dropbox	https://www.dropbox.com/	Да	\$9.99 месечно

Иако постојат голем број веб-апликации до коишто може да пристапи и да ги употребува една компанија, има голем број придобивки од користењето на клауд пресметувањето, комуникација помеѓу оддели, пристап до сите важни податоци од клиентите во реално време, можност да се следат метрики за предвидување на продажбата.

Cloud пресметувањето се однесува на поставување на апликација на различна локација од онаа на која се наоѓа корисникот.

Во најупотребуваниот контекст клауд компјутинг претставува Интернет базиран („клауд“) развој на софтвер и користење на компјутерски технологии („пресметување“).

Според IEEE: „Клауд пресметувањето е парадигма во која информациите се трајно зачувани на серверите на Интернет и подоцна само привремено се кешираат кај клиентите на нивните десктоп, таблет компјутери, лаптопи или други уреди“.

Да се одговори во најбрзо време на сите задачи, да се биде максимално проактивен, ефикасен, ефективен и лесно приспособлив на сите промени се неколку фактори кои се особено значајни и карактеристични за вработените и организациите во 21 век. Ако во годините пред почеток на новиот век работните обврски завршуваа со завршувањето на работното време, денес овој тек значително се менува и се креира една нова форма на организациско однесување и култура која ја наметнува потребата секој вработен да е достапен 24 часа во текот на 7 дена во неделата. И во овој сегмент, клауд компјутингот со можноста за пристап до сите податоци и информации преку интернет уште повеќе придонесува за развој на работната филозофија на 21 век.

Од овој аспект, потребно е да се посвети особено внимание на споделувањето на проектните бази на податоци и пристапот до нив. Во минатото овие бази на податоци традиционално биле зачувувани на сервери креирани наменски за компанијата, но денес со развојот на феноменот на клауд компјутинг се менува ваквата практика.

Токму со тоа се овозможува пристап до податоците од работното место, но и надвор од компанијата. На овој начин не само што се олеснува пристапот, туку се зголемува корисноста на податоците и истите стануваат универзални, па дури преку клауд компјутинг апликациите се елиминира потребата од инсталирање на посебни програми и софтверски решенија за пристап до податоци креирани во различни типови на документи и програми.

Во суштина, базите на податоци не претставуваат само простор за складирање на податоци. Тоа можеме да го објасниме преку еден едноставен пример со користењето на Google Docs: доколку корисникот на својот компјутер има документ во MS Word и истиот го постави (upload) на Google Docs автоматски овој документ се отвора онлајн преку апликацијата Office Online.

Вака испратениот документ на некое лице веднаш се отвора онлајн без потреба примачот претходно да го инсталира MS Office пакетот. Исто така, доколку овие алатки ги набљудуваме од перспектива на апликација во бизнисот, најголем дел од организациите располагаат со податоци за нивните потрошувачи, партнери, продажби и вработени, при што креираните бази на податоци им овозможуваат преку користењето на клауд компјутинг апликации во базите на податоци да вршат преглед на податоците, пребарување, извлекување, вчитување и анализа на податоци.

Како особено интересни се алатките за споделување на фајлови овозможени од клауд компјутинг алатките Dropbox, SkyDrive и Google Drive.

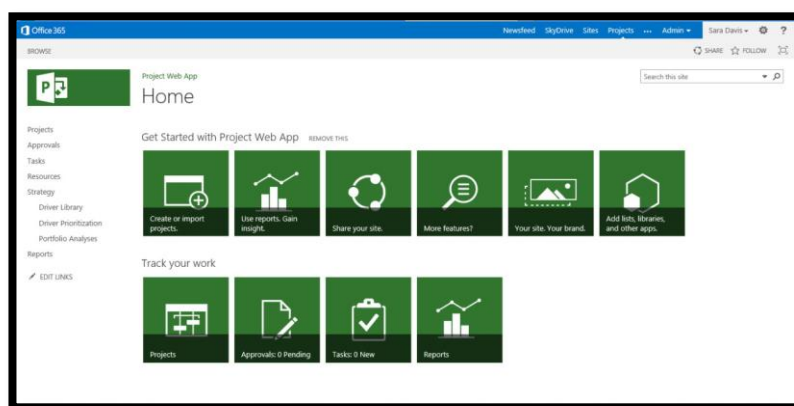
Бесплатната можност за споделување на фајлови со големина од 5Gb која се добива бесплатно, најчесто е добар почеток за размена на документи во проектот. За поголем обем на податоци овие алатки имаат и можност за надградување.

Покрај горенаведените бесплатни клауд компјутинг услуги за складирање и размена на податоци, постојат и низа клауд компјутинг платформи и инфраструктури чишто услуги се наплаќаат, од кои дел веќе се споменати и тоа: Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Force, GoGrid, Google Apps Engine и Rackspace.

- **Microsoft Project Online 365**

Microsoft Project Online 365 е едно од најчесто користените решенија за следење на проектите денес. Основни обележја на Microsoft Project Online 365 се:

- Креирање распореди
- Пресметка на трошоци
- Означување на ресурси
- Следење на напредокот во извршување на задачите
- Комуницирање и презентирање проектни информации преку генерирање, форматирање и печатење на извештаи
- Претставување на податоците од проектите во други програми
- Споделување на проектни планови со сите кои работат на еден заеднички проект



Сл.2.88 Основно мени на Project Online

Токму таква креирана листа на основни задачи на проектниот менаџмент Microsoft целосно ја имплементира во новиот пакет наречен Project Online 365 чија функција е токму замената на изворниот производ кој функционира како програма која се инсталира на компјутер, со клауд компјутинг верзијата од истата програма.

11.1.2 Софтвери за пресметки, дизајнирање и планирање на минирања

- **Дизајн на мински серии** (BLAST DESIGNER VERSION 8.0)

Софтверскиот пакет може да им помогне на минерите и инженерите за брзо пресметување на ЛНО, поддупчувањето, распоредот на дупчотините, големината на чепот, експлозивното полнење, специфичната потрошувачка, и вкупните издупчени метри.

Овие параметри се прикажуваат графички на екранот а со помош на софтверот се пресметуваат потрошувачката на експлозив, вкупниот експлозив по дупчотина и за цела минска серија, и други информации поврзани за минската серија.

Корисникот може да споредува резултати со примена на различни параметри и потрошувачката на експлозив со промена на некои параметри.

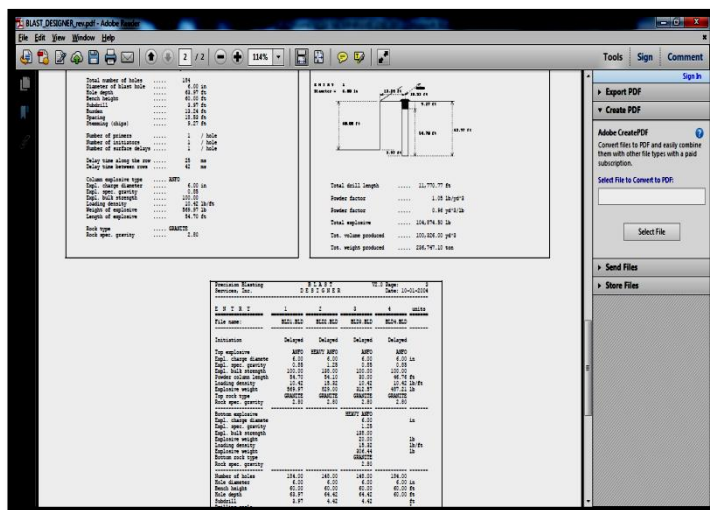
Софтверот овозможува на корисникот да дизајнира различни експлозии за истата минска серија и да добие податоци за вкупната минирана маса како волумен, тежина, или преку вкупниот број на дупки.

Можат да се комбинираат два различни типови експлозиви во една минска дупка и да се добијат резултати како прогнозирање пред минирање.

Се добиваат и распореди и пресметки за одложено (со забавување) или моментно иницирање по редови или дупчотини.

Софтверот нуди уникатна карактеристика која им овозможува на корисниците можност за калибрација на равенките кои се користат за пресметување. Геолошките фактори исто така се внесуваат во програмот а кои се сметаат за влијателни при дизајнирањето на минската серија.

Софтверот може да споредува до четири различни мински серии - дизајни на извештајот кој се прикажува на екранот.



Сл. 2.89 Работен простор на програмот со добиени параметри

• **Прогнозирање на гранулацијата при минирање** (BREAKER VERSION 8.0)
 Software For Size Distribution Prediction

Оваа е програмска алатка со која ќе им се овозможи на инженерите да се предвиди просечната фрагментација по големината и фрагментација и дистрибуција на разрушената карпеста маса.

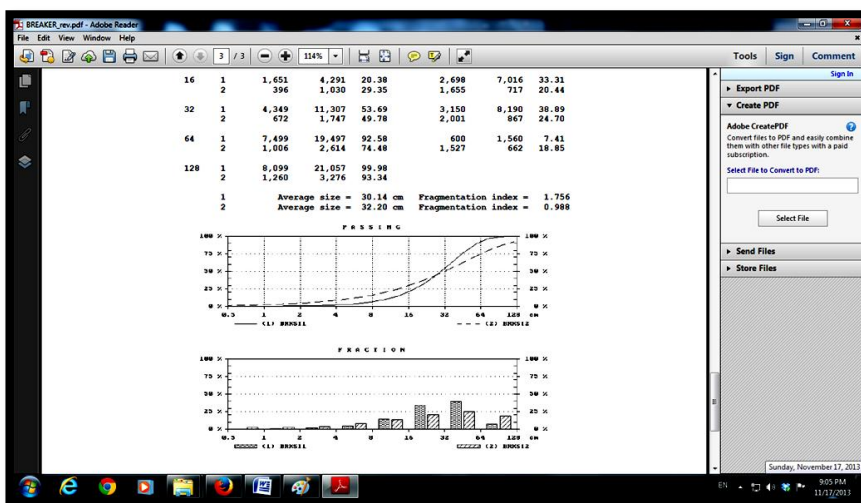
Со овој моќен софтвер може да се заштеди време кога треба да се предвиди или промени големината на дистрибуција на гранулацијата. Може да се прави споредба на разрушување и дробење на повеќе мински серии. Сега тоа лесно може да се направи со овој програм.

Со овој софтвер може да се предвидат и да се споредат релативните разлики во фрагментација од еден дизајнирана минска серија со друга со промена на некои параметри по избор на корисникот. Овој софтвер е базиран на пресметки развиен од страна на искуства и експерти во оваа област.

Можат да спредуваат промените во фрагментација како се остваруваат, извршени при детонација на различни типови експлозиви, внес на променливи, како што се ЛНО, распоредот на дупчотините, висината на етажа, и типот на експлозивните средства за иницирање кои се користат.

Научните поставки и равенки кои се поставени во програмот ги дефинираат ефектите кои се зависни од цврстината на карпите, геолошката структура и при тоа се пресметува процентот, тежината и

зафатнината на минираниот материјал. Овие пресметки се дадени графички и аналитички.



Сл. 2.90 Изглед на прикажаните резултати аналитички и графички

- **Софтвер за Контурни минирања** (CONTROLLED BLASTING VERSION 8.0)

Компјутерскиот програм за контролирани – контурни минирања е дизајниран да се постават и преминуваат методите за контурни минирања како што се предцепањето (presplitting), пригушувачкото минирање, глаткото-трим минирање, линиското дупчење и **air deck методата** за контрола на косините од етажите. Програмот користи базни информации за да ги пресмета основните дупчечко - минерски параметри за различните методи. Трошоците може да бидат определени за секоја метода поособно која се користи за да му овозможи на корисникот да го избере начинот, со цена и поефикасен пристап.

Програмот овозможува споредба на екранот, на четири различни методи на дизајн, така што операторот може да се направи споредба, без потреба од печатење на резултатите кои можат да се добијат во подоцнежное време.

The screenshot displays the output of the BLASTING COST ANALYST program. It is divided into three main sections:

- Top Left:** A table of input parameters for 'Blast Hole' and 'Blast Hole'.
- Top Right:** A table of calculated results for 'Blast Hole' and 'Blast Hole'.
- Bottom:** A detailed table of results for 'Blast Hole' and 'Blast Hole'.

In the center-right of the top right section, there is a diagram of a blast hole. The diagram shows a rectangular cross-section with dimensions: 10.00 ft width, 1.00 ft diameter, and 10.00 ft length. A vertical line indicates the hole's depth, labeled as 10.00 ft.

Сл. 2. 91 Приказ на добиени резултати со користење на програмот

• **Анализа на трошоци при минирање** (BLASTING COST ANALYST, VERSION 8.0)

Овој програм помага за брзо споредување на трошоците при минирање за повеќе мински серии одеднаш, при различни параметри, и во исто време пресметува трошоци на минирана маса по тон или кубик за секоја анализирана серија во тој момент. Помага при анализирање на минските серии и евалуација на истите при промена на ЛНО, длабочината на дупчотините, висината на чепот и неговиот квалитет, поддупчувањето, дијаметарот на дупчотините, иницијалните средства и начинот на иницирање.

Корисникот може да анализира истовремено до 3 типа различни експлозиви во секоја дупчотина, иницијални средства, бустери, трошоци за дупчење, сервисирање, како и режиски услуги и сеизмички мониторинг.

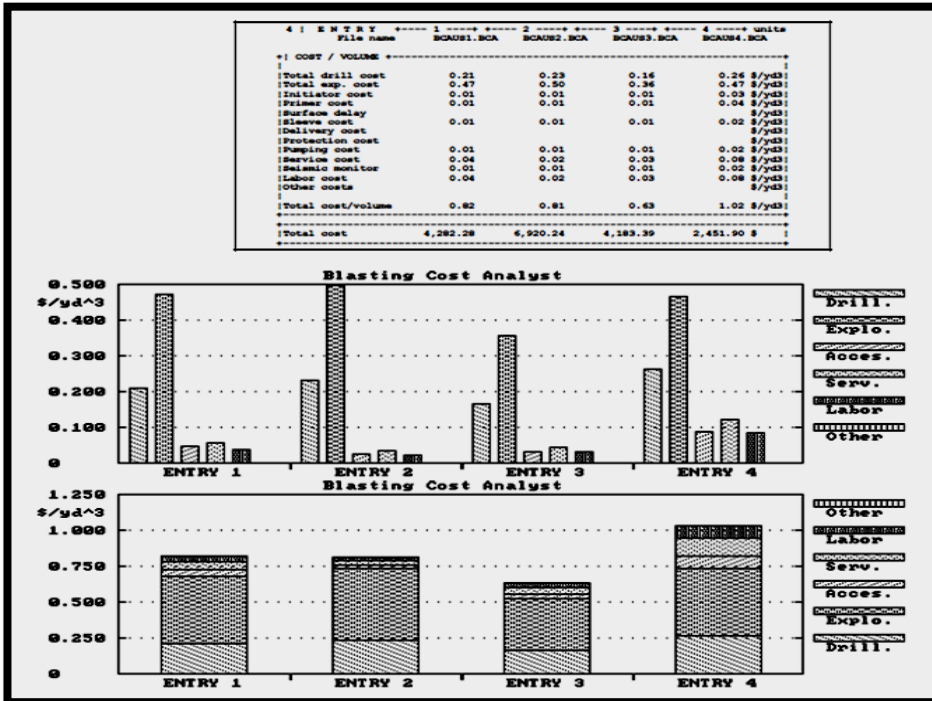
Се пресметува и цената на потребна и потрошена енергија по единица раздробена маса, што исто така, може да се спореди за да се избере најефикасен начин на минирање и цена при секоја анализирана минска серија или тип на експлозив кој треба да изврши одредена работа за раздробување до одредена гранулација. Оваа верзија 8.0 има многу функции.

Детално се пресметуваат и трошоците на единица иницијални средства во зависност од применетите различни интервали на забавување кое може да биде површинско или по длабочина на минската дупка.

Постојат одделни табеларни пресметки за површински забавувања - одложувања на интервалот со различни броеви и цената на бустерите во рамките на една минска серија или дупчотина.

ENTRY 1: INITIATORS					1: ENTRY				
Initiator	Delay (ms)	Quantity	Cost/Dat	Cost/Period	File name	1	2	3	4
1 P1	25	20	2.50	50.00	BCA051.BCA	BCA052.BCA	BCA053.BCA	BCA054.BCA	
2 P2	50	10	3.45	34.50					
3	0	0	0.00	0.00					
4	0	0	0.00	0.00					
5	0	0	0.00	0.00					
6	0	0	0.00	0.00					
7	0	0	0.00	0.00					
8	0	0	0.00	0.00					
9	0	0	0.00	0.00					
Total Cost: 84.50					+) TOTAL COSTS Total drill cost 1,094.50 1,940.00 1,094.50 430.00 \$ Total exp. cost 2,449.08 4,234.24 2,382.89 1,117.90 \$ Initiator cost 84.50 75.00 84.00 84.00 \$ Primer cost 107.20 84.00 84.00 84.00 \$ Surface delay 50.00 50.00 50.00 50.00 \$ Slieve cost Delivery cost Protection cost 50.00 50.00 50.00 50.00 \$ Pumping cost 200.00 200.00 200.00 200.00 \$ Service cost 45.00 45.00 45.00 45.00 \$ Seismic monitor 200.00 200.00 200.00 200.00 \$ Labor cost Other costs Cost / volume 0.82 0.81 0.63 1.02 \$/yd ³ Cost / weight 0.38 0.37 0.28 0.47 \$/ton Total cost 4,282.28 6,920.24 4,183.39 2,451.90 \$				

2: ENTRY					3: ENTRY				
File name	1	2	3	4	Type of rock	1	2	3	4
BCA051.BCA	BCA052.BCA	BCA053.BCA	BCA054.BCA		LIMBUSTON	LIMBUSTON	LIMBUSTON	LIMBUSTON	LIMBUSTON
+) DRILLING COST					Explosive used ANFO ANFO ANFO ANFO				
Rock volume	5,200.00	8,533.33	6,666.67	2,400.00 yd ³	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Rock weight	11,394.36	18,698.43	14,608.15	5,258.94 ton					
Total drill len.	1,290.00	1,320.00	1,290.00	1,260.00 ft					
Drill factor	0.25	0.15	0.19	0.53 ft/yd ³					
Drilling cost/len	0.85	1.50	0.85	0.50 \$/ft					
Drill cost/volume	0.21	0.23	0.16	0.26 \$/yd ³					
Drill cost/weight	0.10	0.11	0.08	0.12 \$/ton					
Total drill cost 1,094.50 1,940.00 1,094.50 430.00 \$					Total exp. weight 6,122.69 10,590.60 5,957.21 2,794.74 lb Powder factor 1.18 1.24 0.89 1.16 lb/yd ³ Energy / volume 117.74 124.11 89.36 116.45 /yd ³ Energy / weight 13.73 14.64 10.78 13.14 /ton Exp. cost/volume 0.47 0.50 0.36 0.47 \$/yd ³ Exp. cost/weight 0.21 0.23 0.16 0.21 \$/ton Total exp. cost 2,449.08 4,234.24 2,382.89 1,117.90 \$ Total cost 4,282.28 6,920.24 4,183.39 2,451.90 \$				



Сл. 2.92 Излезни податоци кои се добиваат од програмот

Излезните податоци можат да бидат графички претставени со покажување на различни категории на трошоци, со повеќе елементи на еден бар – граф.

Така рангирани бар графиконите, брзо и лесно можат да се споредуваат трошоците помеѓу различни мински серии, за иста серија со различни типови експлозиви, различни начини на иницирање и начини на отворање.

Blasting Cost Analyst работи паралелно во двата мерни системи SI (метрички) и **U.S. Customary**, (вообичаен систем на мери во САД) и директно се споредуваат податоците во двата мерни системи.

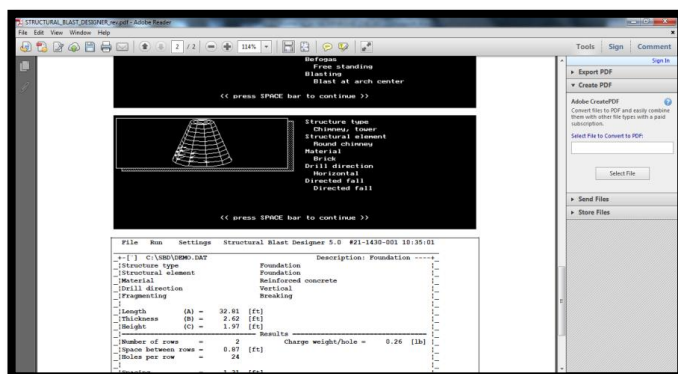
Овој програм како и претходните споменати програми достапни се на англиски и на шпански јазик.

- **Софтвер за рушење на градежни структури**
(STRUCTURAL BLAST DESIGNER VERSION 8.0)

Структурниот **Blast дизајнер** за рушење на градежни конструкции и објекти е софтвер кој е развиен во Европа од страна на поединци кои со децении имаат искуство во градење и структурно минирање. Овој програм е уникатен софтвер, комерцијален и сега е достапен за пошироката јавност.

Софтверот дизајнира детонација на елементи и товари за вкупно 46 различни структурни елементи од тули, бетон, и многу армирано - бетонски елементи. Постојат пет индивидуални софтвери и секој од софтверите е наменет за специфичен тип на структурен елемент. Постои посебен софтвер за ѕидови, фундаменти, плочи и палуби, арки, како и за оцаи и кули.

Софтверот дизајнира распоред на експлозивот, потрошувачка, број на поединечни мини, линија на најмал отпор распоредот на минските дупки и нивни растојанија. Софтверот исто така му овозможува на корисникот да го предвидува степенот на оштетување на објектот кој што се минира.



Сл. 2.89 Работен простор на програмот со добиени параметри

12. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Antonioli G., Masera G., (1982): GLI ESPLOSIVI, ITALESPLOSIVI – MILANO, Italy.
2. Воробљев, Б.М. и др. (1966): Основи горного дела, Недра, Москва, СССР.
3. Дамбов Р. (2001): Функционална зависност помеѓу минирањето на површинските копови и примарното дробење на минералните суровини, докторска дисертација, РГФ-Штип.
4. Дамбов Р.: Контурно минирање како фактор за стабилност на завршните етажи на површинските копови, магистерски труд, 1993, РГФ – Штип.
5. Дамбов Р. (1996): Метода на минирање во функција на безбедност на околните објекти на ПК „Бучим“, XXVIII Октобарско саветовање рудара и металурга, Зборник радова, Технички факултет - Бор, СРЈ.
6. Дамбов Р. (2003): Методи на минирање, скрипта, РГФ, Штип.
7. Дамбов Р. (2003): Методи на дупчење, скрипта, РГФ, Штип.
8. Дамбов Р. (2010): Методи на минирање, учебник, УГД - ФПТН, Штип.
9. Dyno Explosives Group, (2000): Product catalogue, Gyttorp, Nora Sweden.
10. Зборник на трудови, (2006): Современи техники и технологии во рударството, IV симпозиум од областа на рударството со меѓународно учество, РГФ, Штип.
11. Зборник на трудови (2006): Современи техники и технологии во рударството, IV симпозиум од областа на рударството со меѓународно учество, РГФ, Штип.
12. Миндели Е. О. (1974): Разрушение горних пород, Недра, Москва, Русија
13. Olofsson O. S., (1990): Applied explosives technology for construction and mining, monographic book, APPLEX , ÄRLA, Sweden.
14. Олофсон О. С. Nikolov S., (2005): Приложна взривна технологија за строителството и минното дело, превод, АХАВ ООД , Sofija.
15. Пантовиќ Р.,(2008): Технологија бушења, универзитетски учебник, ТФ-Бор, Универзитет у Београду, Србија.
17. PRECISION BLASTING SERVICES, P.O. BOX 189, MONTVILLE, OH 44064 U.S.A.
18. Rzhovsky V.V., (1985): Opencast mining unit operation, English translation, Mir Publishers, Moscow, SSSR.
19. Савиќ М., (2000): Минирање на површинским коповима, монографија, РТБ – Бор, Индок центар, Бор, Србија.
20. Slimak, Š., (1996): Inzenjerska geofizika, Ucebnik, RGF Beograd, Srbija.
21. Trajković, S., Lutovac S., (2003): Rudarski istražni radovi, univerzitetski udžbenik, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd, Srbija.

22. Trajković, S., Šandor S., Lutovac, S., (2005): Tehnika miniranja i potresi, univerzitetski udžbenik, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd, Srbija.
 23. Trajković, S. , Lutovac, S., Tokalić., R., Stojanović L., (2010): Osnovi rudarstva, univerzitetski udžbenik, RGF – Beograd, Srbija.
 24. Трајковски Љ. (1996): Прирачник за безбедна работа при ракување со експлозивни средства и при минирање во стопанството, РИ Скопје.
 25. Камбурова, Г. (2007): Взривни јавления и експлозиви, МГУ „Св. Иван Рилски“, Софија, Бг.
 26. Kennedy B.A., (1990): Surface mining, SMME, Colorado, Usa.
 27. Konya C. J., Walter E. J., (1991): Rock blasting and Overbreak Control, book, IDC-PBS, National Highway Institute, Montville , Ohio, Usa.
 28. Konya J. C., (1995): Blast Design, book, IDC-PBS, Montville, Ohio, Usa.
 29. Krsmanović, I., (1972): Odredjivanje sigurnosnih растојanja pri rusenju, Vojno – tehnicki glasnik br.2 , Beograd, Srbija.
-

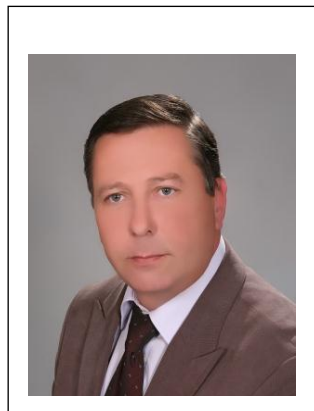


➤ ***Земјата настанала со експлозија,
да не дозволиме така и да заврши***

БИОГРАФСКИ ПОДАТОЦИ

Д-р Ристо Дамбов е редовен професор на Факултетот за природни и технички науки, Институт за рударство, при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип.

Роден е на 5 декември 1958 година во Радовиш. Основно и средно училиште завршува во Радовиш. Во учебната 1977/1978 година се запишува на Рударско-геолошкиот факултет во Штип. Дипломира во 1982 год. и се вработува во Рудникот „Дамјан“, каде работи сè до 1987 година.



Од 1987 до 1993 година работи како помлад асистент на група предмети на Катедрата за површинска експлоатација, а по магистрирањето во Белград и во Штип, во 1993 година е избран за асистент на истата катедра.

По докторирањето на РФФ во Штип, во 2001 година, е избран за доцент на соодветната катедра, а во 2006 година е избран за вонреден професор по предметите Дупчење и минирање и Транспорт на површински копови.

Во 2012 година е избран за редовен професор во научното подрачје технички науки, на одделот Рударство во научната област *експлоатација на неслоевити наоѓалишта и длабинско дупчење*.

Автор е на повеќе од сто научни и стручни трудови и учесник на повеќе меѓународни конференции, симпозиуми, конгреси и семинари во Македонија, Србија, Бугарија, Словенија и Италија, а има реализирано и два студиски престоја во Јапонија (2 месеца) и во Бугарија (две недели).

Има публикувано два учебника, три скрипти и една монографија.

Ментор е на голем број дипломски трудови на студенти од прв циклус студии и на десетина студенти од втор циклус студии. Член и учесник на повеќе меѓународни научни комитети и совети на научни конференции, симпозиуми и конгреси.
