

**Дипл. Руд. Инж. Трајко Трајчевски**

# **РУДАРСТВО СО ОТКОПНИ МЕТОДИ**

**ЗА III ГОДИНА**

**ГЕОЛОШКО-РУДАРСКА И МЕТАЛУРШКА СТРУКА**

**ГЕОЛОШКО-РУДАРСКИ ТЕХНИЧАР**

2013

**Издавач:** МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И  
НАУКА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
ул. Мито Хаџивасилев Јасмин, бб  
Скопје

**Рецензенти:** Д-р Игнат Ефремов, председател  
Дипл. Руд. Инж. Миле Нацев, член  
Дипл. Геол. Инж. Блажо Гаврилов, член

**Лектура:** Бранка Арсовска

**Илустрации:** Јордан Трајчевски

**Технички уредник:** Јордан Трајчевски

**Корица:** Јордан Трајчевски

**Печати:** Графички центар дооел, Скопје

**Тираж:** 9

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија  
бр. 22-4286/1 од 28.07.2010 година се одобрува употребата на овој учебник

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

622.3(075.3)

ТРАЈЧЕВСКИ, Трајко

Рударство со откопни методи за IV година : геолошко-  
рударска и металуршка метода : геолошко-рударски  
техничар / Трајко Трајчевски, Јордан Трајчевски. - Скопје :  
Министерство за образование и наука на Република  
Македонија, 2010. - 193 стр. : илустр. ; 24 см

Библиографија: стр. 189

ISBN 978-608-226-097-6

1.Трајчевски, Јордан [ автор ]

COBISS.MK-ID 84260362

# РУДАРСТВО СО ОТКОПНИ МЕТОДИ

## ГЛАВА 1

### 1.0. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИНЕРАЛНИТЕ НАОЃАЛИШТА

#### 1.1. ОПШТИ ПОИМИ

**Минералните суровини**, добиени по рударски пат од минералните наоѓалишта, се применуваат во сите гранки на индустријата.

Според физичката состојба, тие можат да бидат **тврди** (руди, јаглен, минерални горива), **течни** (нафта, минерални води) и **гасовити** (природен земјен гас). Според составот, минералните наоѓалишта се поделени на **метални, неметални и минерални горива** (каустобиолити)\*.

Минералните суровини од наоѓалиштата се добиваат со откопување различни делови на земјината кора или се на нејзината површина.

Наоѓалиштето има индустриско значење доколку може економски да се искористува со примена на современи методи на откопување и технички средства. Тоа зависи од географската положба на наоѓалиштето, од геолошките услови на создавање на наоѓалиштето, од начинот на залегнување на минералната суровина, начинот на откопување и техничкото ниво на преработката, како и од многу други економски и технички фактори.

**Рудата** претставува смеса од рудни и нерудни минерали, од која може економски да се произведе некој концентрат, односно метал.

---

\* Од аспект на рударска експлоатација значење имаат само металните и неметалните наоѓалишта, како и минералните горива (каустобиолити).

Рудите се поделени на метални и неметални, во зависност од тоа, кои полезни минерали надвладуваат во нив.

**Металните наоѓалишта**, или рудишта, содржат метални (рудни) минерали, од кои може да се произведе некој метал (олово, цинк, бакар, антимон и др.). Покрај рудните минерали, во рудиштето се јавуваат и разни неметални минерали во облик на карбонати, силикати или сулфати. Таквите неметални минерали ги нарекуваме рудна јаловина.

**Неметалните наоѓалишта** содржат еден или повеќе минерали, кои може да се користат технички и економски (апатит, флуорит, азбест, барит, лискун и др.).

За неметалните сировини не се применува изразот „руда“, туку името на минералот што се произведува, но во практика често и за неметалните сировини исто така се употребува изразот „руда“, ако со неметалната сировина се произведува и јаловина што ја има во сировината. По извршеното чистење, сепарирање или концентрација на соодветната сировина, се дава името на минералот.

Наоѓалиштата на **минерални горива** - каустобиолити, ги опфаќаат сите видови јаглени (антрацит, камен јаглен, кафеав јаглен и лигнит), нафта и земјен гас.

Според обликот, наоѓалиштата на минералните сировини во природата се јавуваат **слоевито**, **неслоевито** и во облик на **расипи**.

**Слоевитите наоѓалишта** се јавуваат во облик на наслаги. Затоа тие, помалку или повеќе, имаат правилна насока на простирање и паѓање, помалку или повеќе имаат постојана моќност, како и рамномерна распространетост на полезниот минерал. Нивниот настанок е врзан со процесот на седиментација. Во слоевити наоѓалишта ги вбројуваме сите наоѓалишта на: јаглен, сол, фосфорити, глина, доломит, гипс и др.

**Расипните наоѓалишта** се формирани како резултат на работата на површинските води, морињата и океаните, ледниците и ветерот, а во нив ги наоѓаме корисните минерали, како што се: златото, платината, каситеритот, волфрамитот, цирконот, гранитот и др.

**Неслоевитите лежишта** се карактеризираат со разните неправилни облици и, според тоа тие имаат помалку или повеќе непостојан правец на простирање и паѓање, како и во најголем број случаи имаат нерамномерно распространет полезен минерал. Нивниот настанок директно или индиректно е сврзан со еруптивните процеси. Во неслоевити наоѓалишта ги вбројуваме сите метални наоѓалишта, со исклучок на некои наоѓалишта на железо и манган, како и оние метални минерали што се јавуваат слоевито. Исто така, поголемиот дел од неметалните минерални сировини во природата се јавуваат неслоевито.

Минералните сировини во земјината кора се опкружени со јалови карпи. Јаловите карпи што се над лежиштето, ги нарекуваме **тавански**, а оние што се под наоѓалиштето, ги нарекуваме **подина**. Таванските и подинските карпи носат заедничко име - **странична јаловина**. Тоа се седиментни, еруптивни и кристалести карпи.

Во металните наоѓалишта ретки се појавите на чист метал. Обично, металот во рудата се појавува во облик на еден или на повеќе минерали.

Во зависност од бројот на корисните минерали, рудите се поделени на **едноставни**, односно на руди што имаат еден основен минерал - како на пример, хромитна руда, антимонитна, пиритна и слично - и **сложени** или комплексни руди, што се со повеќе полезни минерали, односно метали, како што се: оловно-цинкови руди, бакарно-цинкови руди, волфрам-молибденови руди и сл. Ваквите сложени или комплексни руди со повеќе метали ги нарекуваме уште и **полиметални** руди.

Според содржината на корисната компонента, рудите се поделени на **богати, сиромашни** и **вонбилансни** (неиндустриски). Оваа поделба е условна и нивната граница, во разни историски периоди, се менува.

Додека на почетокот на овој век, на пример, за богати руди на бакар се сметани руди со содржина на бакар од 5-7%, а за сиромашни со содржина на бакар од 2,5-3%. Денес за богати руди на бакар се сметаат оние чија содржина изнесува од 1,5-2% *Cu*, а за сиромашни со содржина од 0,35-0,5% *Cu*. Предвидувањата за почетокот на 21 век се дека ефикасно ќе се преработуваат руди на бакар со содржина од околу 0,2%.

Според хемиско-минералошкиот состав, рудите се поделени на: руди на самородни метали, како што се наоѓалиштата на самородно злато, сулфидни руди на обоени и ретки метали (*CuFeS<sub>2</sub>*, *PbS*, *ZnS*, *Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>*, *MoS<sub>2</sub>* и др), оксидни руди, како што се оксиди, карбонати и сулфати на црни, обоени и ретки метали (*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*, *MnO<sub>2</sub>*, *PbCO<sub>3</sub>*, *Cu<sub>2</sub>O*, *SnO<sub>2</sub>*, *PbSO<sub>4</sub>*, *CaMoO<sub>4</sub>*, силикатни руди со ретки и расеани елементи, како што се циркон - *ZrSiO<sub>4</sub>*, берил - *BeAl (SiO<sub>6</sub>O<sub>18</sub>)* и др.

## 1.2. ПОДЕЛБА НА МИНЕРАЛНИТЕ НАОЃАЛИШТА СПОРЕД ФОРМАТА

Рудните тела во земјината кора, според формата, се поделени во две главни групи: **плочести** (слоевити) и со **неправилна** форма (неслоевити).

**Плочестите** рудни тела се карактеризираат со големата должина и широчина, а со мала дебелина. Во плочести рудни тела спаѓаат: слоеви и рудни жици.

**Слоевите** претставуваат најтипичните претставници на плочестите рудни тела. Тие може да се протегаат и по неколку километри во должина и широчина, односно неколку километри по протегање и по падот. Тие, ако не се нарушени, најчесто се во хоризонтална положба, а ако се нарушени, може да бидат благо наведнати или коси. Дебелината на слоевите е различна - од неколку сантиметри до 20 метри, а многу ретко и повеќе (Сл. 1).

**Рудните жици** претставуваат природно создадени пукнатини во земјината кора, исполнети со минерални раствори. Бидејќи пукнатините се настанати во карпи со различна тврдина и јакост, тие имаат неправилна форма. Рудните жици може да бидат: прости и сложени.

**Прости** рудни жици се оние што се состојат само од една пукнатина, чија дебелина може да биде различна. Обично се вели: колку рудната жица е подебела, толку таа има поголема должина и длабочина.

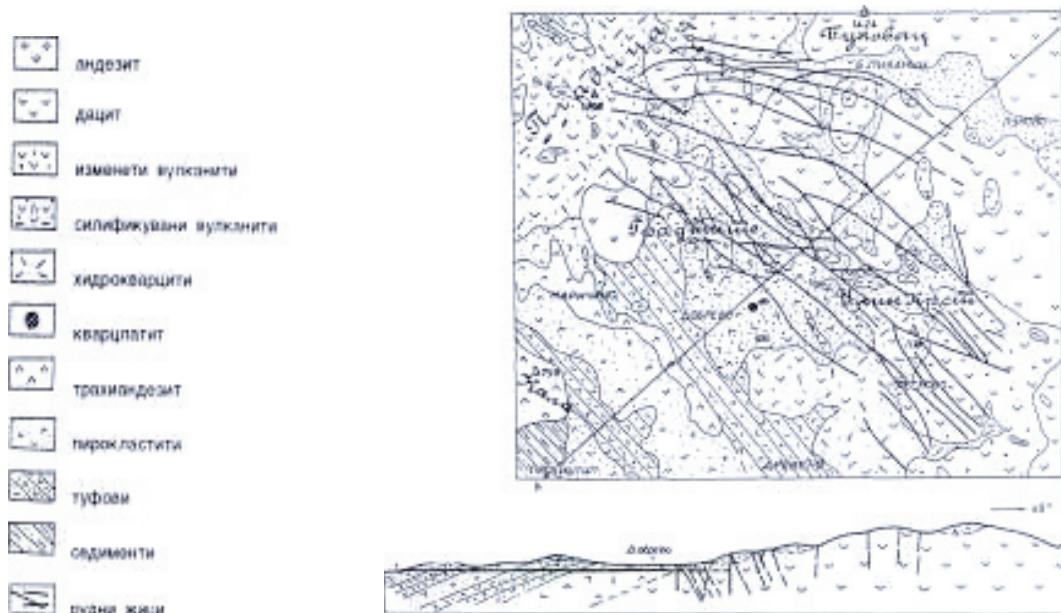


Сл. 1: Слоевито наоѓалиште на шамозит  
1. Рудно тело; 2. Околни карпи



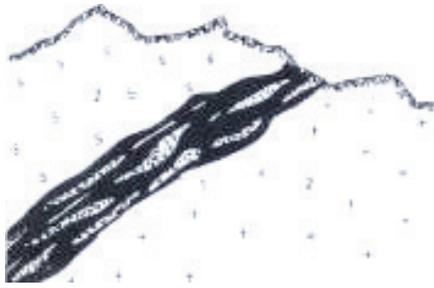
Сл. 2: Проста рудна жица  
1. Рудни жици; 2. Околни карпи

Контактот кај рудните жици (Сл. 2) најчесто е јасно изразен. Правецот на протегање и паѓање е променлив. Најизразит претставник на жичен тип на оруднување се јавува во рудникот „Злетово“. На геолошката карта (Сл. 3)



Сл. 3: Геолошка карта на рудникот „Злетово“

се гледа дека во рудникот „Злетово“ постојат повеќе рудни жици со правец на протегање северозапад и југоисток. Дебелината на овие рудни жици е од неколку сантиметри до неколку метри, а ретко може да се појави и понекаде задебелување со повеќе од десет метри. Досега, во овој рудник се познати 16 приближно паралелни рудни жици, што се со наклон повеќе од 45°. Таа погодност е искористена за примена на откопни методи со гравитациско спуштање на рудата од откопите до транспортните ходници.



Сл. 4: Сложена рудна жица

1. Рудно тело; 2. Околни карпи



Сл. 5: Рудни гнезда

1. Рудни тела; 2. Околни карпи



Сл. 6: Рудни леќи

1. Рудно тело; 2. Околни карпи

**Сложените** рудни жици (Сл. 4) претставуваат пукнатински зони во кои има повеќе тенки и дебели рудни жици, меѓусебно испреплетени. Меѓу тенките рудни жици има јалов материјал, импрегниран со полезни минерали. Ако јаловиот материјал не е импрегриран, тогаш при откопување тој мора да се одвојува.

Неслоевитите рудни тела се карактеризираат со неправилна форма, често изразена со нејасен контакт со околните карпи. Во неслоевитите рудни тела спаѓаат: гнезда, леќи, импрегнации, штокверци и др.

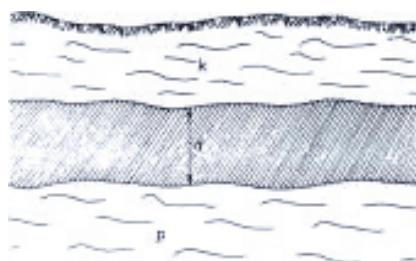
**Гнезда** (Сл. 5) се мали рудни тела со неправилна форма и мало количество руда. Тие се јавуваат во магматски и седиментни карпи или на контактот меѓу две различни карпи. Тие може да бидат економски интересни ако се повеќе на број, ако се близу, една до друга или ако содржат повеќе илјади тони руда. Во Македонија ваква форма на рудно тело има во Радуша и на други места.

**Леќи** (Сл. 6) се рудни тела, чија средина е подебела од краевите што исклинуваат. Тие прилегаат на леќа, по што и го добиле името, Настануваат со продирање на хидротермалните раствори на контактот меѓу две различни карпи, а се со јасен контакт меѓу рудата и околните карпи. Рудни тела во форма на леќи, се јавуваат во Радуша.

**Импрегнаци** се рудни тела во кои процентот на полезни минерали е мал. Тиз настануваат кога корисните минерали продираат и ги натопуваат околните карпи. Во земјината кора чести се рудните тела настанати со импрегнација на магматските и седиментните карпи што имаат економско значење.



Сл. 7: Штокверци  
1. Рудно тело; 2. Околни карпи



Сл. 8: Елементи на залегнување кај  
хоризонтално рудно тело  
к - кровина; р - подина; d - дебелина

**Штокверци** (Сл. 7) се мрежести рудни тела, односно пукнатинска зона, настаната во магматски и седиментни карпи, испреплетени со тенки жици и импрегнации од рудни минерали.

**Расипните** рудни наоѓалишта настануваат со распаѓање, транспорт и таложење минерали, откорнати од примарните рудни тела. При распаѓањето, минералите се ронат на ситни парчиња, а водата, ветрот и мразот ги транспортираат на различна оддалеченост од примарните наоѓалишта. Со опаѓањето на силата на транспортното средство доаѓа до издвојување на полезните минерали по специфична тежина и јакост. Тие се таложат и со тоа се формираат секундарни минерални наоѓалишта. Расипните минерални наоѓалишта често имаат економско значење, на пример, златоносните наоѓалишта во реките: Нересница, Тимок, во долниот тек на реката Вардар и др.

### 1.3. ЕЛЕМЕНТИ НА ЗАЛЕГНУВАЊЕ НА РУДНИТЕ ТЕЛА

Во услови на залегнување на рудните тела што го дефинираат, спаѓаат следните карактеристики: подина, кровина, дебелина, паден агол, правец на протегање, карактер на контактот, тектонски услови во рудното тело и др.

**Подина** претставува јалов карпест материјал под рудното тело, односно тоа се карпи врз кои лежи рудното тело.

**Тавански карпи** е исклучително рударски поим, а претставува јалов карпест материјал над рудното тело, односно тоа се карпи што лежат врз рудното тело.

**Дебелина** (Сл. 8) кај слоевите претставува вертикалното растојание меѓу подината и таванските карпи. Кај косите рудни тела дебелина претставува нормалното растојание меѓу подината и таванот (Сл. 9).

Јаловиот материјал околу рудното тело, односно подината и таванот, со заедничко име се нарекуваат „**странична јаловина**“.



Сл. 9: Елементи на залегнување кај коси рудни тела  
 к - кровина  
 р – подина  
 d - дебелина  
 1 - рудно тело



Сл.10: Исклинување кај рудно тело  
 1. Рудно тело  
 2. Околни карпи



Сл.11: Наклон на рудно тело  
 d - дебелина  
 α – агол на наклонот

Појавата кај слоевите што им се намалува дебелината до потполно исчезнување на минералната сировина се нарекува „исклинување“. (Сл. 10)

**Изјаловување** е појава кај слоевите кога тие обично ја задржуваат дебелината, а корисната минерална сировина е замената со јаловина. Во таков случај рудното тело ја губи својата економска вредност.

Паден агол или **наклон** на рудното тело претставува агол што го затвора падната линија на рудното тело со хоризонталната рамнина. (Сл. 11).

Според наклонот, рудните тела може да бидат хоризонтални ( $\alpha=0^\circ$ ), благо наведнати ( $\alpha=0 - 20^\circ$ ), среден наклон ( $\alpha=20 - 30^\circ$ ), стрмни рудни тела ( $\alpha=30 - 60^\circ$ ), многу стрмни ( $\alpha=60 - 90^\circ$ ) и вертикални рудни тела ( $\alpha=90^\circ$ ).

**Правецот** на протегање се одредува во однос на страните на светот, а се однесува за слоевити и жични рудни тела и др.

**Карактерот на контактот** меѓу рудата и околните карпи има големо значење при разработка, подготовка и откопување на минералната сировина. Контактот меѓу рудата и околните карпи може да биде: **јасен**, **нејасен** и **сраснат**. Јасен контакт е кога меѓу рудата и подината, или таванот, границата е јасно изразена. Нејасен контакт се јавува кај рудни тела, кај кои се врши постепено поминување од руда во јаловина. Контактот може да биде сраснат или раздвоен во вид на пукнатина, што може да биде исполнета со глинена маса или друг вид јаловина.

**Тектониката** на рудното тело може да биде од примарен или од секундарен карактер. Ако во текот на формирањето на рудното тело се настанати пукнатини во рудата и во околните карпи, тогаш тоа е **примарна тектоника**. Таа, во голема мерка, ја отежнува работата при изработката на подземните рударски простории и при примена на откопните методи. **Секундарната тектоника** уште се нарекува и „**пострудна тектоника**“. Таа создава нарушување во рудните тела по нивното настанување. Тоа се раседи, еруптивни продори и др. Исто така и тие го отежнуваат процесот на истражување, отворање, разработка, подготовка и откопување. Во рударската практика е докажано дека доколку рудното тело има правилен правец на протегање и паѓање и во него не се настанати никакви нарушувања, многу полесно се врши истражување, отворање и откопување.

#### 1.4. ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА РУДАТА И НА ОКОЛНИТЕ КАРПИ

За да се одредат физичко-механичките карактеристики на рудите и карпите, од нив се земаат примероци, а испитувањето се врши во лаборатории. Од физичко-механичките карактеристики за отворањето и откопувањето најголемо значење имаат јакоста и стабилноста на карпите околу рудните тела. Исто така, голема улога играат и природните пукнатини, тектонските рамнини, нивните правци на протегање и паѓање во однос на положбата на јамските простории.

Кај карпести масиви со поголеми и со погусты пукнатини се троши помалку енергија за нивно заурнување. Ако се изработуваат простории со поголеми димензии во ваков карпести масив, тогаш тој ќе почне сам од себе да се заурнува, која особина е искористена при примена на откопните методи со заурнување. Од бројот, правецот и големината на пукнатините зависи степенот на иситнување, како и големината на одделни парчиња од карпестите маси.

Во зависност од стабилноста на карпестите маси и начинот на одржување на подземните рударски простории и откопи (во зависност од површината на нивните димензии), тие се поделени во повеќе групи:

**Јако** стабилни карпи, во кои може да се изработуваат подземни рударски простории со големи димензии, а притоа да не се подградуваат.

**Стабилни** карпести маси, во кои може да се изработуваат подземни рударски простории со големи димензии, за кои само понекаде е потребно подградување.

**Средно** стабилни карпести маси, во кои може да се изработуваат подземни рударски простории со поголеми димензии. Доколку се ползуват во подолг временски период, задолжително да се подградуваат.

**Нестабилни** карпи, во кои не може да се изработуваат подземните рударски простории со поголеми димензии. Во вакви карпи се изработуваат подземни простории со мала широчина и височина, коишто се подградуваат при изработката.

**Многу нестабилни** карпести маси, во кои многу е тешко да се изработуваат подземни рударски простории без примена на продорна (нуркачка) подграда во таванскиот дел и страните на просторијата.

Според степенот на заурнување на рудната маса постојат:

**Масовно-монолитни** руди, што се без пукнатини или пак се на поголемо растојание, тие немаат никакво влијание врз степенот на заурнување. Тие спаѓаат во стабилни и многу стабилни руди, за кои ретко е потребно подградување.

**Недоволно** распукнати руди, кај кои се јавуваат крупни и многу крупни блокови, а се со средна стабилност. Кај ваквите рудни маси некаде е потребно континуирано, а некаде поретко подградување.

**Многу** распукнати рудни маси, се понестабилни со средни и мали блокови, коишто мора задолжително да се подградуваат.

**Слоевити** рудни маси кои, ако се потенки, се понестабилни. За нив се предвидува задолжително подградување, а ако се со поголема дебелина (над 1,5 метар), тие се постабилни. Затоа за нив е предвидено подградување по потреба.

## 1.5. РЕЗЕРВИ СО КОРИСНА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА

Утврдување на резервите со корисни минерални сировини се врши со рударско-геолошките истражни работи и со длабинско дупчење. Врз основа на степенот на истраженоста на минералното наоѓалиште, се проценува и неговата економска вредност, се одредуваат инвестиционите средства што се потребни за отворање нов рудник или за проширување на постојниот, а наедно се планира и годишниот капацитет на производството на рудникот.

Општата поделба на резервите со корисна минерална сировина во минералните наоѓалишта е извршена на: **вкупни** и **индустриски** резерви.

**Вкупните** рудни резерви претставуваат сите резерви со корисна минерална сировина, независно од тоа дали може или не може да се експлоатираат. Овие резерви со корисна минерална сировина уште се нарекуваат и геолошки резерви. Тргнато од техничко-економски аспект, дел од ваквите рудни резерви не може да се експлоатираат. Причина за тоа може да биде: мала процентуална застапеност на полезниот минерал во откопаната руда, нерентабилна преработка на рудата во флотација или сепарација и др. Со текот на времето со усовршувањето на техниката или технологијата за производството и преработката на рудата, ваквите минерални сировини ќе станат економски рентабилни. Ваквите резерви со корисна минерална сировина се нарекуваат **вонбилансни**.

**Условно-билансни** резерви со корисна минерална сировина се оние кои по својот квалитет и подготвеност за експлоатација се меѓу вонбилансните и билансните резерви. Тие, всушност, се на границата на можноста за индустриско искористување и економска рентабилност.

Со усовршувањето на техниката и технологијата за експлоатација и преработка на рудата, како и при промената на цената на чинењето на производот на светскиот пазар, условно-билансните резерви може да станат билансни.

**Билансни резерви** со корисна минерална во суштина се резерви што се максимално истражени и во одреден момент може да се експлоатираат (подземно или површински) и рентабилно да се преработуваат во флотација или сепарација.

**Индустриските** резерви со корисна минерална сировина се дел од билансните резерви коишто може да се експлоатираат, преработуваат и искористуваат.

Резервите со корисна минерална сировина што се потенцијални за експлоатација во рудните тела, според степенот на истраженоста, се поделени во четири категории: **сигурни резерви** или А категорија, **веројатни резерви** или В категорија, **можни резерви** или С<sub>1</sub> категорија и **перспективни резерви** или С<sub>2</sub> категорија. Ваквата поделба е извршена со цел да се изврши проектирање и изградба на нов рудник или да се изврши проширување на постојниот или пак да се преземаат натамошни истражни работи, со кои пониските категории ќе се преведат во повисоки категории на резерви.

Резервите од А категорија се утврдени врз основа на деталните истражни работи и длабинското дупчење или комбинирано. Ако со истражувањето се утврди дека вакви резерви има во толкави количества кои што ќе овозможат повеќегодишна експлоатација, се пристапува кон изработка на проект и инвестициона програма за изградба на нов или за проширување на постојниот рудник.

Резервите од В категорија, според степенот на истраженоста на рудното тело, спаѓаат во втората група. Разликата меѓу А и В категориите на резерви е во тоа што истражувачките работи (дупнатини, подземни рударски простории) кај оваа категорија се поставуваат на поголемо растојание.

Кај оваа категорија резерви при истражувањето се утврдуваат следните основни податоци: вид на оруднување и квалитет на корисната минерална суровина. Овие податоци се добиваат од примероците што се земаат при изработката на подземните рударски истражни работи и длабинското дупчење. Овие резерви, за да се преведат во повисока категорија, треба да се извршат пообемни истражувања и да се направи попрецизно одредување на квалитетот на корисната минерална суровина.

Резервите од  $C_1$ , категорија се дел од корисната минерална суровина во рудното тело, а кои не се опширно истражени. Тие најчесто се истражувани со површински истражни работи и по некоја истражна дупнатина, без примена на подземни истражни работи. Квалитетот на корисната минерална суровина што спаѓа во оваа категорија, не е прецизно одреден. Во оваа категорија резерви спаѓаат и рудните резерви што се поодамна истражувани или делумно експлоатирани, а не постои потребна документација за нивното количество и квалитет. Ваквите резерви може да послужат како основа за изработка на инвестициона програма за градење нов рудник или за зголемување капацитетот на производство на руда кај рудниците што веќе се во експлоатација.

Резервите од  $C_2$  категорија се претпоставени резерви, односно тоа се резерви со руда во рудните тела кои воопшто не се истражувани. За овие резерви нема сигурни податоци за нивниот квалитет и количество. Ако се работи за резерви на корисна минерална суровина од рудни тела коишто веќе се во експлоатација,  $B_2$  категорија резерви претставува дел од рудното тело што е на голема длабочина, а во кое не се применувани никакви рударско-геолошки истражни работи. Нивното количество и квалитет се цени врз основа на искуството на стручњациите кои работеле на резервите од повисоките категории. Тие претставуваат основа за планирање на идните подземни рударски истражни работи или за длабинско дупчење, со цел тие да се преведат според потребите во повисока категорија резерви.

Раководството на рударските претпријатија мора во секое време да е запознаено не само со индустриските експлоатациони резерви, туку и со резервите според степенот на разработка и подготовка за откопување.

На сл.12 е дадена шема на класификација на индустриските резерви, во зависност од степенот на подготвеност за подземна експлоатација.

Според степенот на разработка и подготовка, експлоатационите резерви се поделени на: подготвени, делумно подготвени, разработени и отворени.

**Подготвени** резерви со корисна минерална суровина за експлоатација се делови од откопните полиња, столбови и блокови, во кои се завршени сите подготвителни работи за примена на соодветни методи за откопување. Доколку во еден рудник постојат подготвени резерви, се изработува план за производство за наредниот месец или за наредното тримесечје.

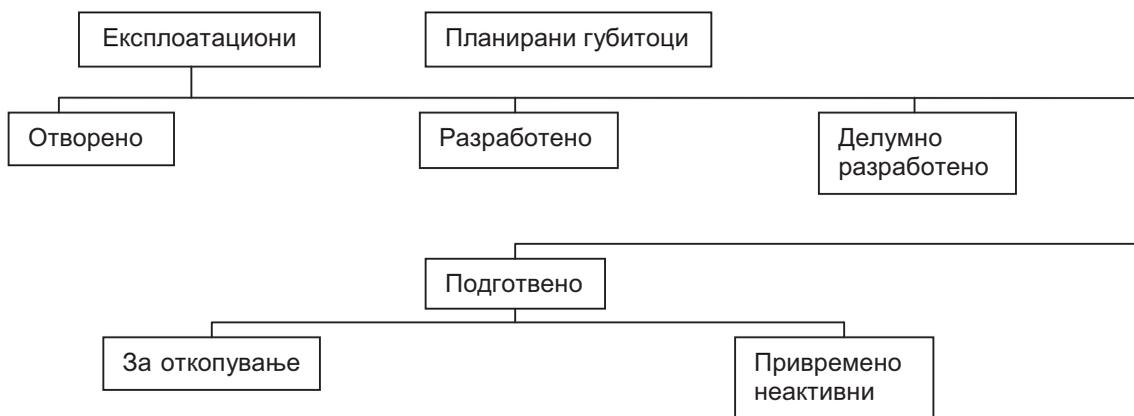
**Делумно** подготвени резерви со корисна минерална суровина се резервите во откопните блокови, во откопните појаси и етажи. Од нив е земено примероци од руда за одредување на квалитетот, одредени се контурите на рудното тело и се завршени дел од подземните рударски истражни работи, со кои се подготвува рудното тело за експлоатација.

**Разработени** рудни резерви претставуваат дел од рудното тело, т.е. од откопните блокови и хоризонти, каде што во целост се завршени подземните рударски истражни работи (простории) низ кои ќе се движат работниците, низ кои ќе се врши транспорт на произведената минерална суровина и јаловина, низ кои ќе се врши проветрување, одводнување и др.

**Отворени** рудни резерви претставуваат резерви со корисна минерална суровина до кои само е дојдено со потребните простории за отворање. Во нив допрва треба да се изработаат сите потребни подземни рударски работи со кои тие ќе бидат разработени и подготвени за подземна експлоатација.

Добро организирано рударско претпријатие (рудник) треба да има обезбедено рудни резерви барем за една до две години. Кај рудници со помало производство или ако рудните тела се во форма на рудни жици, разработени и делумно подготвени рудни резерви, треба да има рудни резерви барем за 6-12 месеци.

Резервите со корисна минерална суровина се изразуваат во тони (руди на олово и цинк, бакар, железо и др.), или во кубни метри (глина, расипни наоѓалишта и др.). Благородните и ретките метали (злато, сребро, платина и др.) се изразуваат во килограми.



Сл.12: Класификација на експлоатациони резерви

## П Р А Ш А Њ А

1. Какви можат да бидат минералните наоѓалишта според физичката состојба?
2. Како се поделени минералните наоѓалишта според составот?
3. Од што зависи индустриското значење на минералните наоѓалишта?
4. Што е тоа руда?
5. Од што се составени металните наоѓалишта?
6. Објасни го поимот „неметални наоѓалишта“.
7. Што знаеш за минералните горива?
8. Како се нарекуваат јаловите карпи што се над и под рудните тела?
9. Кои се едноставни руди?
10. Што знаеш за комплексните руди?
11. Како се поделени рудите според содржината на нивната корисна компонента?
12. Дај пример за едноставни и комплексни руди!
13. Како се поделени рудите според хемиско-минералношкиот состав?
14. Како се поделени минералните наоѓалишта според формата?
15. Што претставуваат слоевите?
16. Како настануваат рудните жици?
17. Која е разликата меѓу простите и сложените рудни жици?
18. Кој рудник во Македонија има рудни тела во форма на рудни жици?
19. Што се гнезда, а што леќи и која е разликата меѓу нив?
20. Наброј ги поважните карактеристики на рудните тела што се во вид на импрегнации и штокверци!
21. Како настануваат расипните минерални наоѓалишта?
22. Што подразбираш под поимите: подина, таван, дебелина, исклинување и изјаловување?
23. Што е наклон кај рудните тела и како тие се поделени според наклонот?
24. Објасни ги поимите „карактер на контактот“ и „тектоника“!
25. Зошто е потребно да се познаваат физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи?
26. Како се поделени карпестите маси според нивната стабилност?
27. Какви руди постојат според степенот на нивното заурнување?
28. Зошто не треба да се откопуваат само богати или само сиромашни делови од едно минерално наоѓалиште?
29. Што треба да се направи за да се постигне поголемо искористување на рудната маса и поекономично да се работи?
30. Кои податоци треба да се познаваат за да се одреди вредноста на корисната минерална суровина?
31. Зошто е потребно да се познаваат резервите со корисна минерална суровина во едно минерално наоѓалиште?
32. Што претставуваат вкупни рудни резерви?
33. Зошто дел од геолошките резерви не може да се експлоатираат?
34. Кои се тие условно билансни резерви?
35. Што е карактеристично за билансните резерви?

36. Како се поделени рудните резерви според степенот на истраженост?
37. Кои се карактеристиките на резервите од „А“ категорија?
38. Кои се карактеристиките на резервите од „В“ категорија?
39. Која е разликата меѓу „С<sub>1</sub>“ и „С<sub>2</sub>“ категорија?
40. Како се поделени и кои се карактеристиките на рудните резерви според степенот на разработка и подготовка?
41. Еден добро организиран рудник за колку години треба да има обезбедено резерви?
42. Во кои единици се изразуваат резервите со корисни минерални сировини?

## ГЛАВА 2

### 2.0. ОТВОРАЊЕ НА МИНЕРАЛНИТЕ НАОЃАЛИШТА

#### 2.1. ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА ПОДЗЕМНАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА РУДНИТЕ НАОЃАЛИШТА

Експлоатација на наоѓалишта со корисни минерални сировини и нивно прочистување (флотација или сепарација) врши рударско претпријатие, кое накусо се нарекува **рудник**. Ако во состав на рударското претпријатие влегува и топилница, тогаш тоа е рударско-металуршко претпријатие.

Рудникот во својот состав може да има повеќе производни погони или јами, отворени секој посебно со поткопи или окна. Во еден рудник откопувањето може да се врши со подземна или со површинска експлоатација или пак да се добива само засип од површинска експлоатација. Ваквите посебни производни погони се нарекуваат „**главни производни погони**“. Во состав на секој рудник влегуваат и **помошни** или таканаречени „**услужни погони**“ (погон за: транспорт, машинска, столарска, електро и други работилници), без кои главните погони неможе да функционираат.

Процесот на подземна експлоатација (метали, неметали и каустобиолити) на слоевити и неслоевити рудни тела се состои од четири фази: **отворање, разработка, подготовка и откопување**.

Преку просториите за отворање се врши поврзување на рудното тело или на дел од него со површината на земјата. Низ овие простории, т.е. со нивното отворање се овозможува: проветрување и одводнување на подземните работилишта, транспорт и извоз на корисната минерална сировина и јаловина, донесување до работилиштата материјали за работа (експлозивни средства, шини, прагови, дрвена граѓа и др.), превоз на работниците до работните места итн.

*Разработка* на рудните тела претставува изработка на подземни рударски простории во рудното тело или во околните карпи. Со овие простории рудното тело се дели на: реони, ревири, откопни полиња (кај хоризонтални или благо наведнати рудни тела), хоризонти или меѓухоризонти - кај стрмни рудни тела.

*Подготовка* претставува изработка на подземни рударски простории (хоризонтални, вертикални и коси) во рудното тело или во околните карпи, со кои дел од рудното тело или целокупното рудно тело се подготвува за откопување.

*Откопување* претставува одреден начин за добивање корисна минерална сировина од рудните тела со примена на современи методи и технички средства. Сите направени трошоци при производството на руда, т.е. при извршување на работните операции (дупчење, минирање, подградување, товарење, транспорт, проветрување и др.) влегуваат во трошоци за откопување.

Производството на руда може да се врши на два начина: масовно и селективно.

**Масовно** производство на руда или на јаглен е процес каде што се врши истовремено откопување на богата и сиромашна руда, руда и јаловина што е во рудното тело или пак при минирање е зафатена од подината или таванот. Притоа се намалува квалитетот кај јаглените, односно се намалува

застапеноста на корисниот минерал во откопаната руда. Кај масовното производство се постигнуваат високи ефекти, се применуваат високопродуктивните методи за откопување и современа механизација, и тоа речиси за сите работни операции. Негативната страна на овој вид производство се гледа во зголемените трошоци за транспорт и преработка на рудата во флотација или сепарација по единица производ.

Ако при откопувањето на јаглени, металични или неметалични корисни минерални суровини се врши делумно или потполно одвојување на јаловината, таквиот работен процес се нарекува **селективно** производство на руда. Пробирањето на рудата од јаловината може да се врши на откопите (подземни или површински) или на други места што се посебно одредени за тоа. Поради ниските ефекти и ограниченото производство овој начин е поскап, така што тој се применува за рудни тела со богата и вредна руда. Со пробирање на јаловината уште на откопите, се намалуваат трошоците за транспорт и преработка на рудата во фабриките за преработка.

**Секоја јама** во која се произведува корисна минерална суровина или јаглен, мора да има најмалку два излеза од јама на површина. Тие излези во секое време треба да се во исправна состојба. Ова правило важи и за секој ревер, откопно поле, откоп и др., при што тие треба да бидат поврзани со главните излези на површина. Два и повеќе излези се потребни за да може работниците од своите работни места да излезат во секое време на површина ако дојде од некаква причина до онеспособување на еден од излезите. Ако, значи, еден од излезите е во неисправна состојба тогаш не смее да се започнува со работа, ниту да се пуштаат поголем број работници во јама, ревер, откопно поле или откоп, се додека не се оспособи и другиот излез.

## 2.2. ОТВОРАЊЕ НА РУДНИТЕ ТЕЛА СО ПОДЗЕМНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ

При истражувањето ако се докаже дека во истражуваното рудно тело има доволно количество од еден или од повеќе корисни минерали, што ќе овозможи да се врши повеќегодишна експлоатација, дури тогаш се пристапува кон отворање. По извршеното истражување, се врши техничко-економска анализа на добиените резултати од истражувањето, со цел да се пронајде најдобриот начин за отворање на рудното тело.

Најдобриот начин за отворање на рудните тела е оној кој, со најмалку потрошени материјални средства, го обезбедува бараното производство со најповолен фактор на искористување на минералната суровина, со најголема можна заштита на здравјето на работниците.

**Отворањето** има цел рудното тело да го направи пристапно, т.е. да се направи пат за транспорт на корисната минерална суровина или јаловина, превоз на работниците, превоз на потребните материјали за работа (шини, прагови, подграда, експлозив и експлозивни сретства и др.), движење на механизацијата за работа, поставување кабли за електрична енергија и цевководи за компримиран воздух и вода итн.

Отворањето може да биде **потполно** - кога се отвора целокупното рудно тело или **делумно** ако со подземните рударски простории се отвора само дел од рудното тело. Исто така отворањето може да се врши од површина или од некоја подземна рударска просторија, ако рудникот напредува во длабочина, а од некаква причина не може да се отвори од површина.

## 2.2.1. ПОТРЕБНИ УСЛОВИ ЗА ОТВОРАЊЕ

Кога се отвора нов рудник, се изработува и проект за изработка на простории за отворање. Притоа, проектантот треба да ги реши следните прашања:

- начин на отворање на рудното тело (поткоп, косо, вертикално окно, нископ, спирална рампа или комбинирано);
- број на простории со кои ќе се отвора рудникот;
- избор на локација на објектите со кои ќе се отвора рудникот; облик и димензии на попречниот пресек на објектите за отворање;
- длабочина на просториите за отворање (за вертикални и коси окна);
- должина на објектите за отворање (за поткопи) и др.

При решавање на овие проблеми треба да се обрне внимание на следните фактори:

- положба на рудното тело во земјината кора (правец на протегање и паѓање, дебелина, број на слоеви, гнезда, рудни жици и др. и нивната меѓусебна положба);
- карактер на контактот меѓу рудното тело и околните карпи;
- местоположбата на рудното тело во однос на површината на земјата;
- резервите со корисна минерална суровина во рудното тело;
- релјефот на површината на земјата;
- геолошки услови во рудното тело (физичко-механички карактеристики на околните карпи, тектонски пореметувања, присуство на подземна вода и др.
- изработка на проект за оптимално годишно производство;
- географска положба на рудното тело;
- комуникациски врски до местото на преработка на рудата во флотацијата (сепарацијата) или до топилницата;
- начин на проветрување и одводнување на подземните рударски простории и работилишта;
- населеност на површината на земјата над рудното тело и вредност на земјиштето;
- снабденост со сите видови потребна енергија за работа;
- трошоци за изработка на подземните и површинските рударски простории, потребни за отворање на рудните тела;
- методата за откопување што се применува за вадење на корисната минерална суровина;

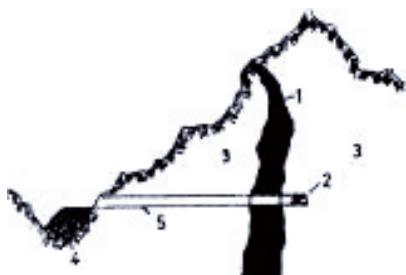
Подземното отворање на рудните тела може да се врши на повеќе начини, и тоа со: поткоп, вертикални и коси окна, нископи, спирални рампи и комбинирано.

### 2.3. ОТВОРАЊЕ СО ПОТКОП

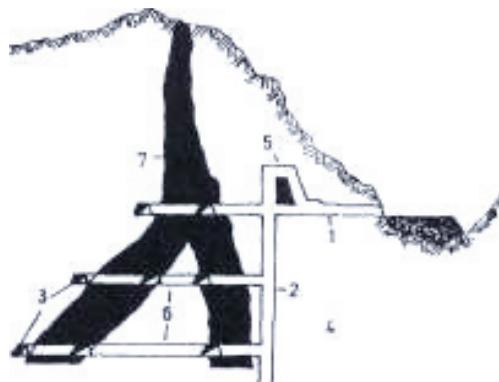
**Поткоп** претставува хоризонтална подземна рударска просторија што има директна врска со површина на земјата, има помал попречен пресек во однос на должината и има наклон од 3 - 5 ‰.

Отворањето на рудните тела со поткопи е условено од конфигурацијата на теренот и од положбата на рудните тела во однос на површината на земјата. Ако со рударско-геолошките истражни работи и со длабинското дупчење е утврдено дека рудното тело или дел од него е на ридест терен, односно е над речните долини или котлини и да во него има доволно количество корисна минерална суровина, која ќе ги оправда трошоците за изработка на поткопот, а наедно ќе овозможи и повеќегодишно производство на руда, дури тогаш се пристапува кон изработка на поткоп. (Сл. 13)

Отворањето со поткоп се применува најчесто во почетниот стадиум на експлоатација, и тоа ако се исполнети сите други услови. Со текот на експлоатацијата минералната суровина, што е над поткопот, ќе се извади, така што мора да се отвораат подлабоките делови од рудното тело. Тие делови се отвораат со слепи вертикални или со коси окна. (Сл. 14)



Сл. 13: Отворање на рудно тело со поткоп  
1. Рудно тело; 2. Насочен ходник;  
3. Околни карпи; 4. Јамски двор; 5. Поткоп



Сл. 14: Отворање на подлабоките делови од рудното тело со слепо вертикално окно  
1. Поткоп; 2. Слепо вертикално окно;  
3. Насочни ходници; 4. Околни карпи;  
5. Навозиште; 6. Пречни ходници; 7. Рудно тело

**Влезот на поткопот** се поставува на брегот на некоја речна долина, поток или котлина и тоа што е можно пониско за да се потфати што поголема висина од рудното тело. Од друга страна, треба да се внимава при поројни дождови да не дојде до поплавување на поткопот, а со тоа и на јамата. Затоа влезот на поткопот треба да се постави над највисокиот познат водостој на потокот или на реката, во чија близина се гради поткопот.

Минираниот јалов карпест материјал, што се добива при изработката на поткопот, се изнесува надвор и се сместува до влезот на поткопот. Тој материјал се натрупува и зарамнува до висината на подот од поткопот. Притоа, тој простор треба да биде доволно долг и широк, а се нарекува “**јамски двор**”. На јамскиот двор се поставува колосек по кој се движат локомотиви и вагони според потребите, а во исто време служи и како отворен магацин за сместување дрвена граѓа, шини, прагови, разни видови цевки и др. Близу до влезот на поткопот, т.е. на јамскиот двор, се градат работилници (машинска, столарска, браварска и др.), станица за полнење на акумулаторските батерии (ремизи), компресорска станица, бањи, кујни, управни згради и др.

Попречниот пресек на поткопот, во зависност од потребите и физичко-механичките карактеристики на карпите низ кои треба да поминува, може да биде: трапез, правоаголен, засводен, потковичест, полукружен и кружен.

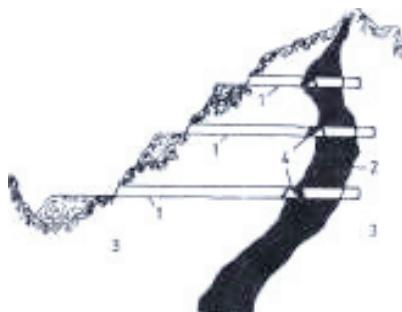
Димензиите на поткопите се во зависност од: физичко-механичките карактеристики на карпите низ кои се изработува, намената на поткопите, големината на транспортните средства што ќе се движат низ него, капацитетот на производство на рудникот и др.

Во зависност од профилот на попречниот пресек, времетраењето, носивоста (стабилноста) на карпите во кои се изработува и големината на попречниот пресек, поткопот може да се подградува со: дрвена подграда, сидана (камени блокови, бетонски блокови, тула и др.), армирано бетонска и комбинирано.

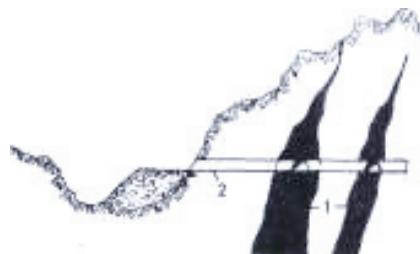
Во подот на поткопите се сместуваат канали за вода, чии димензии се во зависност од количеството на подземна вода. Каналите се поставуваат на една од страните на поткопот, а ако се подградуваат со бетонски плочи, тие можат да се користат и како пат по кој ќе се движат работниците.

Поткопот се изработува под наклон од 3 до 5 промили заради полесно истекување на подземната вода и полесно влечење на полните вагони кон излезот.

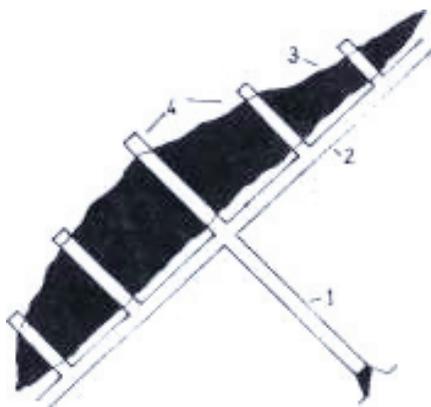
Рудните тела може да се отвораат со повеќе поткопи, поставени еден под друг, на висинско растојание од 40 до 60 метри, со цел рудното тело да се нападне од повеќе нападни точки. Притоа, најнискиот поткоп претставува главен поткоп, бидејќи во него се концентрира целокупното производство на руда од повисоките хоризонти, влегува свежа воздушна струја (вентилациони поткоп), а истекува подземната вода. (Сл. 15)



Сл. 15: Рудно тело отворено со повеќе поткопи  
1. Поткопи; 2. Рудно тело,  
3. Околни карпи; 4. Насочни ходници



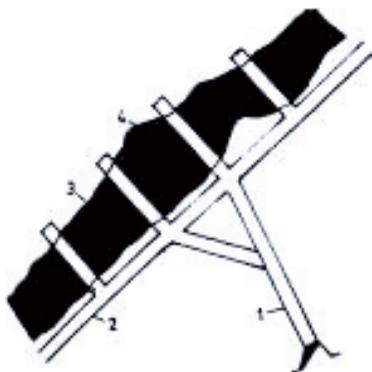
Сл.16: Рудно тело отворено со пречен поткоп  
1. Рудни жици  
2. Пречен поткоп



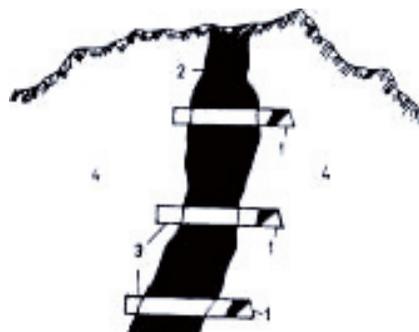
Сл. 17: Пречен поткоп  
1. Пречен поткоп; 2. Насочен ходник; 3. Рудно тело; 4. Пречни ходници

Поткопот во однос на правецот на протегање на рудните тела може да се постави: нормално, дијагонално и насочно.

**Пречниот поткоп** го добил името по тоа што со правецот на протегање на рудното тело затвора агол од  $90^\circ$ . Преку него, по најкус пат, се доаѓа до рудното тело и се врши транспорт на полезниот производ и јаловина до површината на земјата. Неговата предност е во тоа што развитокот на работите (Сл. 17) може да се одвива во два правци.



Сл. 18: Дијагонален поткоп  
1. Дијагонален поткоп;  
2. Насочен ходник 3. Рудно тело;  
3. Пречни ходници



Сл. 19: Насочни поткопи  
1. Насочни поткопи; 2. Рудно тело;  
3. Пречни ходници; 4. Околни карпи

Понекогаш се изработува и **дијагонален поткоп** (Сл. 18) што зафаќа одреден агол со рудното тело (со правецот на протегање). Кај дијагоналниот поткоп работите исто така може да се развиваат во два правци по протегањето на рудното тело.

Ако преку поткопот се врши транспорт на ископаната руда со јамска жичарница или со транспортна лента, правецот не треба да му се менува. Ако се врши транспорт со локомотиви и вагони, тогаш правецот на поткопот може да се менува со благи кривини.

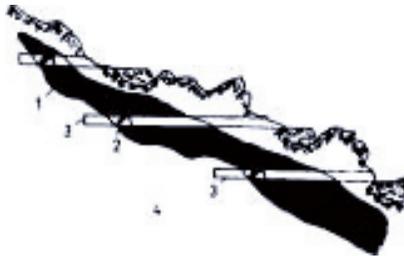
Ако поткопите се изработуваат по правецот на протегање на рудното тело, тогаш работите се одвиваат само во тој правец, а тие се нарекуваат „**насочни поткопи**“ (Сл. 19)

Хоризонтални и благо наведнати рудни тела многу ретко се отвораат со поткопи и тоа само оној дел од рудното тело што е на ридест терен. (Сл. 20).

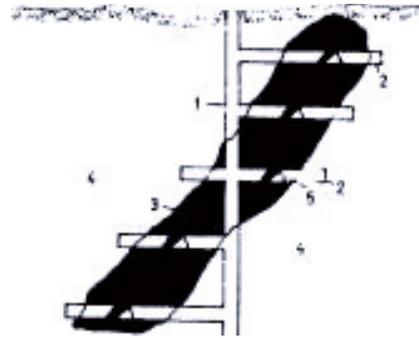
Во споредба со другите начини на отворање, поткопите ги имаат следните предности:

- ископаната јалова карпеста маса што се добива при изработката на поткопите, натоварена во вагони, се изнесува на површина по колосек со благ пад;
- водата што се собира од сите хоризонти над поткопот, истекува надвор по природен пат, без користење пумпи за испумпување.
- работниците влегуваат и излегуваат од јама по хоризонтална просторија, не заморувајќи се при движење и др.

Во Република Македонија со поткопи се отворени рудниците: Злетово, Саса, Торница и др.



Сл. 20: Отворање на благо наведнатото рудно тело со поткопи  
1. Рудно тело; 2. Насочни ходници; 3. Поткопи;  
4. Околни карпи



Сл. 21: Отворање на косо рудно тело со вертикално окно  
1. Вертикално окно; 2. Пречни ходници; 3. Рудно тело; 4. Околни карпи; 5. Насочни ходници

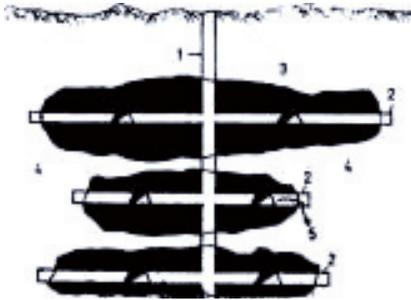
## 2.4. ОТВОРАЊЕ СО ВЕРТИКАЛНИ И СО КОСИ ОКНА

Рудните тела што се длабоко под површината на земјата, а од повеќе причини немаат услови да се отвораат со поткопи, се отвораат со вертикални или со коси окна, независно од нивната форма и големина. Исто така со вертикални и коси окна се отвораат рудните тела кои имаат изданок на површината, а се со паден агол повеќе од  $50^\circ$ . Кој начин на отворање ќе се примени, зависи од повеќе фактори, меѓу кои поважни се:

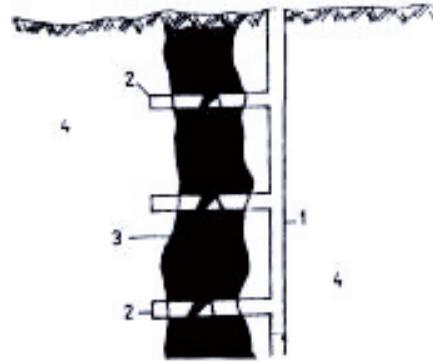
- положба, паден агол и длабочина на рудното тело;
- физичко-механички карактеристики на карпите, во кои треба да се изработуваат окната;
- износот на инвестициите за изградба;
- трошоци за опремување на окната;
- трошоци за одводнување;
- трошоци за транспорт до окната и извоз низ окната;
- трошоци за одржување на окната и др.

### 2.4.1. ПОЛОЖБА, ПАДЕН АГОЛ И ДЛАБОЧИНА НА РУДНОТО ТЕЛО

За рудни тела со пад повеќе од  $50^\circ$ , а излегуваат на површина или се хоризонтални, а се длабоко во земјината внатрешност, најдобро е да се отвораат со вертикални или со коси окна, особено ако површината на земјата е рамна над рудното тело. На Сл. 21 и 22 се прикажани косо и хоризонтални рудни тела, отворени со вертикално окно.



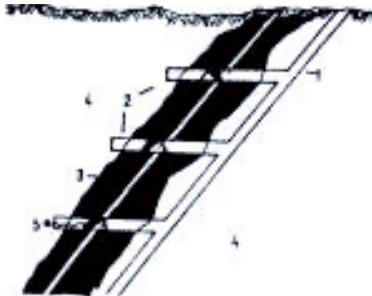
Сл. 22: Отворање на хоризонтални рудни тела со вертикално окно  
1. Вертикално окно; 2. Пречни ходници; 3. Рудно тело; 4. Околни карпи; 5. Насочни ходници



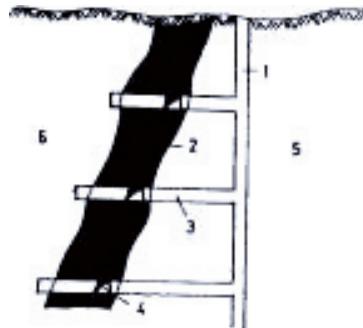
Сл. 23: Отворање на вертикално рудно тело со вертикално окно  
1. Вертикално окно; 2. Пречни ходници; 3. Рудно тело; 4. Околни карпи

Ако рудното тело приближно е вертикално, тогаш се отвора со вертикално окно, што се поставува близу до рудното тело, а врската со рудното тело се воспоставува со пречни ходници. (Сл. 23).

Ако рудното тело излегува на површината и е со наклон од 20-75°, тогаш тоа може да се отвори со косо или вертикално окно. (Сл. 24 и 25).



Сл. 24: Отворање на коси рудни тела со косо окно  
1. Косо окно; 2. Пречни ходници; 3. Рудно тело; 4. Околни карпи; 5. Насочни ходници



Сл. 25: Косо рудно тело отворено со вертикално окно  
1. Вертикално окно; 2. Рудно тело; 3. Пречен ходник; 4. Насочен ходник; 5. Околни карпи

#### 2.4.2. ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРПИТЕ

Вертикалните и косите окна најчесто се изработуваат во подинските карпи на одредена оддалеченост од рудното тело, а поретко во таванските карпи или во рудното тело. Во рудните тела ретко се изработуваат окна поради потребата за оставање дел од руда околу окното, т.е. сигурносен столб. Ако окната се изработуваат во растресити, меки или друг вид нестабилни карпи, тие мора да се подградуваат со појака подграда, со што дополнително се зголемуваат трошоците за изработка на окната.

### 2.4.3. ТРОШОЦИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ОКНАТА

При ист попречен пресек на вертикално и косо окно и при исти карпи во кои се изработуваат, цената на чинење зависи од физичко-механичките карактеристики на карпите и од правецот на окната во однос на слоевитоста и распуканоста на карпите. Така на пример, ако косо окно се изработува паралелно со правецот на протегање на рудното тело, во јалови карпи (слоеве) паралелни со рудното тело, се јавуваат поголеми притисоци и мора да се врши појако (и поскапо) осигурување.

### 2.4.4. ТРОШОЦИ ЗА ОПРЕМУВАЊЕ НА ОКНАТА

Бидејќи на иста длабочина косите окна се подолги, тогаш за нивно опремување се трошат подолги јажиња за извозните постројки, цевки, кабли и друго во однос на вертикалните окна. Од друга страна, опремата за извоз кај вертикалните окна е поскапа (извозни машини, кошови, скипови и др.) за извоз на исто количество руда и други потребни материјали. Затоа за секој поединечен случај треба да се направи детална пресметка и да се усвои она што е поекономично и посигурно.

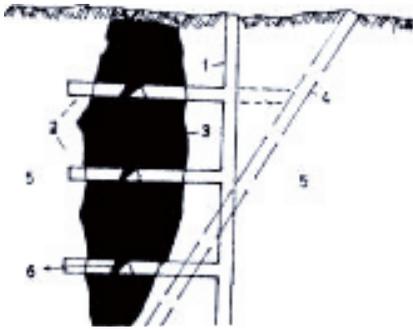
### 2.4.5. ТРОШОЦИ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ И ОДРЖУВАЊЕ НА ОКНАТА

Трошоците за одводнување се помали кај вертикалните окна, бидејќи има помала должина на цевки за одводнување и помали отпори поради покусиот пат од водособирниците до површината на земјата.

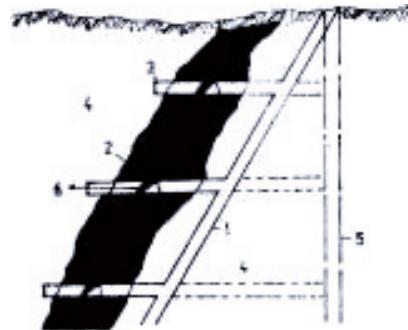
Трошоците за одржување, исто така, се помали кај вертикалните окна поради нивната помала должина и притисоци што се јавуваат при исти рударско-геолошки услови и физичко-механички карактеристики на карпите во кои се изработуваат окната.

### 2.4.6. ТРОШОЦИ ЗА ТРАНСПОРТ ДО ОКНАТА И ИЗВОЗ НИЗ ОКНАТА

Транспортот на ископаната минерална сировина до косите окна кај коси рудни тела (Сл. 26) се врши по покус пат, т.е. по покуси пречни ходници, а извозот е подолг. Ако со косо окно е отворено вертикално рудно тело, тогаш транспортот се врши по подолги пречни ходници. (Сл.27). Ако се работи за исти рудни тела, отворени со вертикални окна, се јавува обратен случај. Поради тоа, во секој поединечен случај, а и во овој случај треба да се изврши детална пресметка на трошоците, а треба да се усвои она што е поевтино и посигурно.



Сл. 26: Должина на транспортните патишта кај косо рудно тело отворено со косо односно вертикално окно  
 1. Косо окно; 2. Рудно тело;  
 3. Пречни ходници; 4. Околни карпи;  
 5. Вертикално окно; 6. Насочни ходници



Сл. 27: Должина на транспортните патишта кај вертикално рудно тело отворено со вертикално односно косо окно  
 1. Вертикално окно; 2. Пречни ходници  
 3. Рудно тело; 4. Косо окно;  
 5. Околни карпи; 6. Насочни ходници

## 2.4.7. БРОЈ НА ПРОСТОРИИ ЗА ОТВОРАЊЕ

Бројот на просториите со кои се отвораат рудните тела зависи од повеќе фактори, меѓу кои поважни се: капацитет на производството на рудникот и длабочината на рударските работи; потоа од начинот на залегнување на рудното тело, од бројот на рудните тела и др.

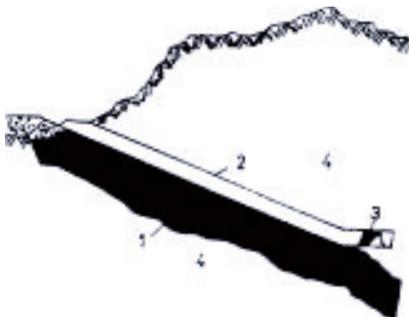
Ако се работи за рудник со мал капацитет на производство и за експлоатација на рудни тела што се близу до површината на земјата, доволно е само едно окно (косо или вертикално). Во такви случаи се губи помалку време за превоз на материјали, опрема и луѓе, односно ќе има секогаш доволно време и за извоз на ископаната корисна минерална суровина. Притоа се поставува прашање: - Што со втор излез од јама? Во таквите случаи како втор излез од јамата може да се користат некои од просториите изработени во фазата на истражување (истражни окна, поткопи или нископи).

Ако рудникот е со поголем капацитет на производство, а работилиштата се на поголема оддалеченост, за да не се губи многу време при превоз на луѓе и материјали за работа, треба да се изработува и второ или трето окно.

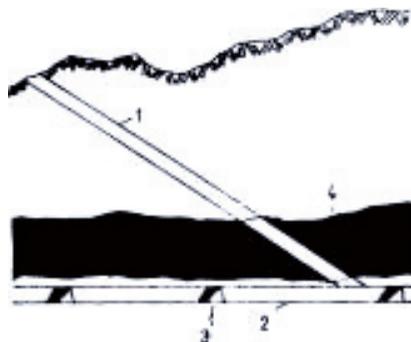
Ако се работи за рудник, во кој минералната суровина се вади од повеќе рудни тела, одвоени едно од друго, или пак рудното тело се протега на поголема должина, тогаш се јавува потреба за изработка на повеќе окна, со што непречено ќе се реализира потребниот капацитет на производство. Ако рудното тело е отворено само со едно окно, за да се дојде до најодалечените делови на рудното тело треба да се изработуваат долги пречни и насочни ходници. Притоа треба да се има предвид дека цената на чинењето при изработката на метар долг ходник е непроменлива независно од тоа на која длабочина се изработуваат. Цената на чинењето при изработка на метар должен вертикално или косо окно се зголемува со зголемувањето на длабочината. Но, заради проветрување и сигурност, треба да постои и втор излез, односно треба да се изработи и второ окно што ќе има помал попречен пресек од главното окно. При отворањето со вертикални или со коси окна тие треба да се поставуваат така што ќе бидат приближно подеднакво оддалечени од сите рудни тела или да се близу до рудното тело што е најголемото по површина. Со тоа ќе се намалат трошоците за изработка на хоризонтални простории од окната до рудните тела, а ќе се скрати патот за превоз на рудата од откопите до окната.

## 2.5. ОТВОРАЊЕ СО НИСКОПИ

За мали рудни тела што имаат изданок на површината на земјата, а се со наклон до  $25^\circ$ , како и за хоризонтални слоевити рудни тела што се на длабочина до 200 метри, отворањето може да се изврши со нископи. (Сл. 28 и 29).



Сл. 28: Отворање на косо рудно тело со нископ  
1. Рудно тело; 2. Нископ;  
3. Насочни ходници; 4-Околни карпи



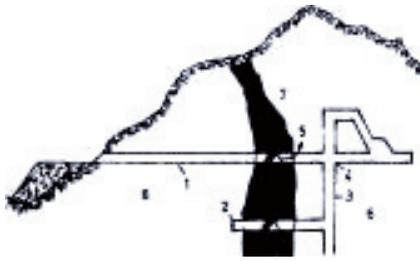
Сл. 29: Отворање на хоризонтално рудно тело со нископ  
1. Нископ; 2. Насочни ходници;  
3. Пречни ходници; 4. Рудно тело

Попречниот пресек на нископите (Сл. 29) може да биде правоаголен или засводен, подграден со дрвена или со бетонска подграда. Во зависност од капацитетот на производството на рудникот, нископите се изработуваат со еден или со два колосека. Извозот на минералната суровина преку нископите може да се врши со транспортни ленти или со специјални вагони. Предностите при отворањето со нископи се следните: опремата за извоз е поевтина; за рудните тела што се близу до површината или се со изданок, најбрзо, најлесно и најекономично е отворањето со нископ; ако рудното тело се дели на хоризонти, тогаш не се изработуваат пречни ходници. Недостатоци се: ограничен капацитет на извоз ако минералната суровина се извезува со вагони; оставање на заштитен столб ако нископот се изработува во рудното тело итн.

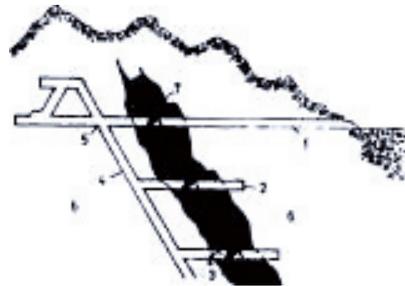
## 2.6. КОМБИНИРАНО ОТВОРАЊЕ

Во зависност од условите при отворањето, правецот на протегање и на паѓање на рудното тело, длабочината на рудното тело, бројот на рудните тела, капацитетот на производство и друго, при отворањето постојат повеќе комбинации и тоа:

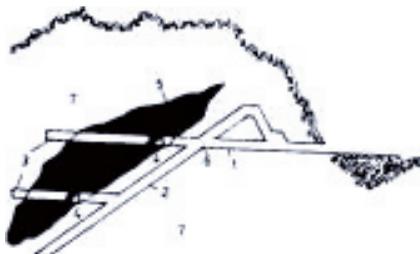
- отворање на горните делови од рудното тело со поткоп, а долните (подлабоките) со вертикално слепо окно; (Сл. 30).
- отворање на горните делови од рудното тело со поткоп, а долните (подлабоките) со слепо косо окно; (Сл. 31).
- отворање на повисоките делови од рудното тело со поткоп, а подлабоките со слепи нископи; (Сл. 32).
- отворање на горните делови од рудното тело со вертикално окно, а подлабоките со слепо косо окно; (Сл. 33).
- отворање на горните делови од рудното тело со косо окно, а подлабоките со вертикално слепо окно. (Сл. 34).



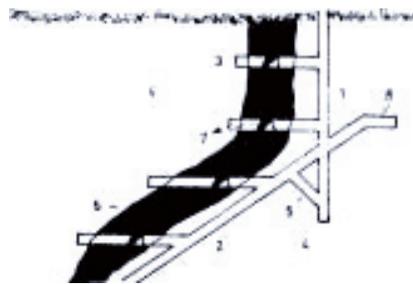
Сл. 30: Комбинирано отворање на рудно тело со поткоп - слепо вертикално окно  
 1. Поткоп; 2. Пречни ходник;  
 3. Слепо вертикално окно;  
 4. Довозиште - комора за сместување на извозна машина;  
 5. Насочни ходник; 6. Околни карпи;  
 7. Рудно тело



Сл. 31: Комбинирано отворање на рудно тело со поткоп - косо слепо окно  
 1. Поткоп; 2. Пречни ходник;  
 3. Насочни ходник; 4. Слепо косо окно;  
 5. Довозиште - комора за сместување на извозна машина; 6. Околни карпи;  
 7. Рудно тело



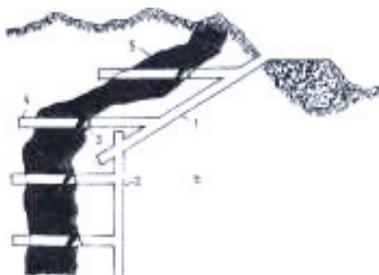
Сл. 32: Комбинирано отворање на рудно тело со поткоп и слеп нископ  
 1. Поткоп; 2. Слеп нископ; 3. Пречни ходници; 4. Насочни ходници;  
 5. Рудно тело; 6. Довозиште со простор за сместување на извозна машина;  
 7. Околни карпи



Сл. 33: Комбинирано отворање на рудно тело со вертикално и слепо косо окно  
 1. Вертикално окно; 2. Слепо косо окно;  
 3. Пречни ходник; 4. Околни карпи;  
 5. Бункер за руда; 6. Рудно тело;  
 7. Насочен ходник; 8. Комора за извозна машина

### 2.6.1. СЛЕПИ ОКНА

Вертикални или коси окна, што немаат директна врска со површината, односно што излегуваат во некоја подземна хоризонтална просторија, се нарекуваат „слепи окна“. Се што е кажано за обичните вертикални и коси окна важи и за овие. Основната разлика меѓу обичните и слепите окна е таа што довозиштата и одвозиштата се под земја. Извозната машина, исто така, е сместена под земја. (Сл. 35).



Сл. 34: Комбинирано отворање на рудно тело со косо и вертикално слепо окно  
 1. Косо окно; 2. Слепо вертикално окно;  
 3. Насочен ходник; 4. Пречен ходник;  
 5. Рудно тело; 6. Околни карпи



Сл. 35: Довозиште за слепо вертикално окно со комора за сместување на извозната машина  
 1. Слепо окно; 2. Ускоп;  
 3. Ходник; 4. Комора за извозна машина; 5. Макара

## 2.6.2. ДОВОЗИШТА И ОДВОЗИШТА

При користењето на обични и слепи вертикални и коси окна, т.е. при извоз на руда (јалов материјал) и спуштањето на потребните материјали за работа во јама, се менува правецот на возење на површина и во јама. Според тоа, од откопите до окната минералната суровина се транспортира по хоризонтални простории (ходници), кај окната се менува правецот, при што минералната суровина се извезува низ коси или вертикални окна, а на површината пак се менува правецот, транспортирајќи ја суровината по хоризонтален пат. При внесување на материјали и друго во јамата, превозот се врши по обратен редослед.

Во рудници, кај кои извозот се врши низ вертикални или низ коси окна, просторот до окното, во кој се собираат полните вагони и се ставаат во кошовите (за вертикални окна) или на платформите (за коси окна), се нарекуваат „**довозишта**“.

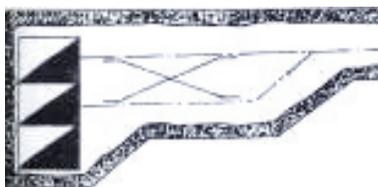
Просторот околу косите и вертикалните окна, на кој се вадат полните вагони од кошовите или од платформите, се нарекуваат „**одвозишта**“.

Ако откопаната минерална суровина од јамата на површина се извезува преку вертикални или преку коси окна со скипови за вертикални и коси окна, тогаш просторот околу окната, во кој се полнат скиповите, се нарекуваат **товарилишта**. Просторот на површината или во јамата до окната, кај што се празнат скиповите, се нарекуваат **истоварилишта**.

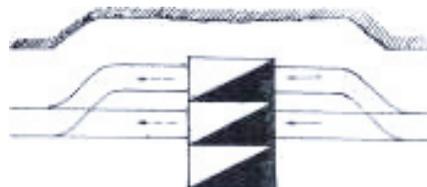
Во рудниците со подземна експлоатација, кај што извозот на корисниот производ се врши низ вертикални окна со кошеви, навозиштата може да бидат едностранни и двострани.

Кај **едностраните довозишта** (Сл. 36) внесувањето на полните вагони и изнесувањето на празните се врши од едната страна на окната. Тие се применуваат за рудници со мал капацитет на производство (извоз) на корисна минерална суровина и внесување во јама потребни материјали за работа.

**Двостраните довозишта** (Сл. 37) се применуваат за рудници со поголем капацитет на производство. Кај овие довозишта внесување и изнесување на полните и празните вагони се врши од двете страни на окното. Бидејќи се работи за поголем број вагони, нивното внесување и изнесување од кошовите се врши механизирано.



Сл. 36: Еднострано довозиште

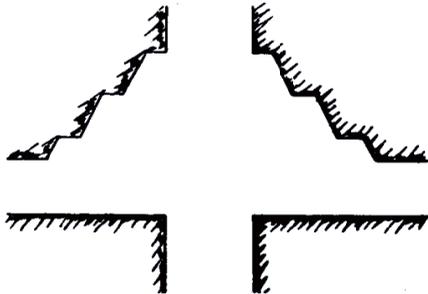


Сл. 37: Двострано довозиште

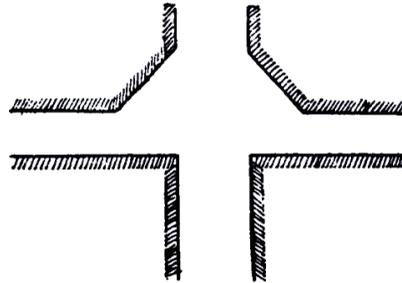
Висината на довозиштето до окното е поголема и е во вид на скапила (Сл. 38) или коса рамнина (Сл. 39). Таа до окното може да изнесува од 5 до 6 метри, со постепено намалување до нормалната височина на ходникот, т.е. од 2,2 до 2,6 м. Со вака направени довозишта не се создаваат проблеми при вадење долги предмети (шини, цевки, дрвена граѓа и др.) од кошовите или од скиповите.

Широчината на довозиштата е во зависност од стабилноста на карпите, во кои се гради и потребниот број колосеци во јама.

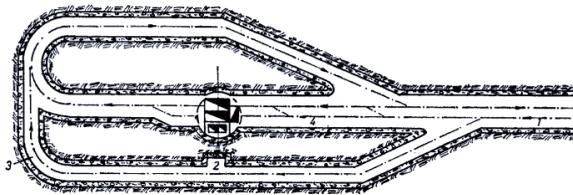
Ако карпите не се доволно цврсти и не може да се градат довозишта со два колосека тогаш се градат кружни довозишта. (Сл. 40 и Сл. 41).



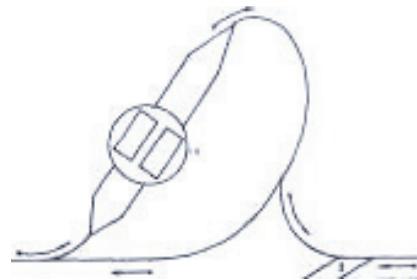
Сл. 38: Довозиште чија висина е во вид на скалила



Сл. 39: Довозиште чија висина е во вид на коса рамнина

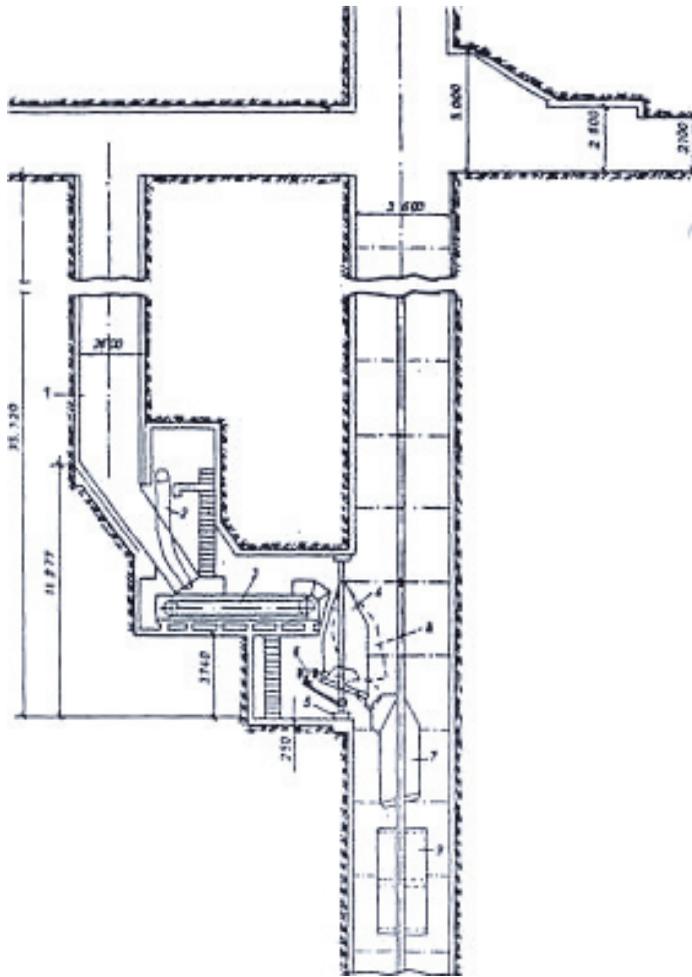


Сл. 40: Двострано довозиште за извоз со кошеви и скипови  
1. Правец од кој доаѓаат полни вагони; 2. Бункер во кој се празнат полните вагони; 3. Заобиколен ходник; 4. Довозиште за кошеви



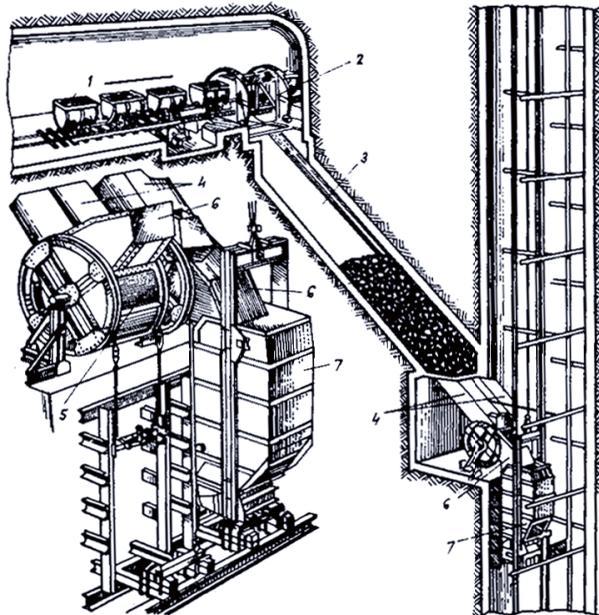
Сл. 41: Кружно довозиште  
1. Вертикално окно за кошеви;  
2. Крстосница

Во зависност од капацитетот на производството и од капацитетот на кзвозните екипови, бункерите може да имаат различна зафатнина. Кај поголемите капацитети при извоз (Сл. 42) бункерите вршат автоматско додавање руда и ги полнат скиповите. (Сл. 43).



Сл. 42: Автоматско товарење на скипови во вертикално окно  
 1. Бункер за руда; 2. Верижен додавач; 3. Челична лента; 4. Дозер; 5. Прессдуктор мерен систем; 6. Пневматски цилиндер; 7. Скип; 8. Поместена положба на дозерот; 9. Извозен кош

1. Вагони полни со јаглен
2. Уред за превртување на вагоните
3. Собирен бункер
4. Усмерувач
5. Секторски затворац
6. Утоварна инка
7. Скип



Сл. 43: Товарење на јаглен во скипови за вертикално окно

Бројот на довозишта (товаралишта) во јама е во зависност од бројот на хоризонтите, т.е. на длабочината до која се протега рудното тело.

Одвозиштата на површина (истоваралишта) треба да се поставени повисоко од бункерите во кои треба да се истресува рудата.

Одвозиштата (истоваралишта) за слепите окна се слични со довозиштата, со таа разлика што тие примаат полни вагони, а во кошовите се ставаат празни. Кај овие окна одвозиштата и довозиштата се во јама и имаат слична диспозиција на колосекот и апаратите за манипулирање со вагоните.

Работниците доаѓаат до своите работни места и се враќаат од работа преку довозиштата и извозиштата, како и преку хоризонталните подземни простории.

Близу до довозиштата, често, се градат повеќе подземни рударски простории од коморен тип, како што се: водособирници и пумпни станици, работилници за одржување на механизацијата за работа, станици за полнење на акумулаторските батерии и др.

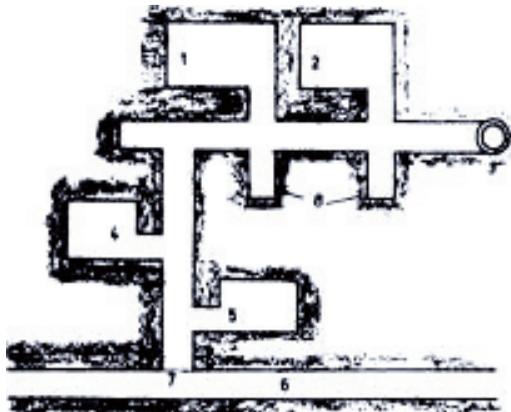
## ГЛАВА 3

### 3.0. РАЗРАБОТКА НА РУДНИТЕ ТЕЛА

Втората фаза во развитокот на рудникот е **разработката**, во која се изработуваат подземни рударски простории што почнуваат од просториите за отворање на минералните наоѓалишта а поминуваат и низ минералните наоѓалишта. Со овие простории се овозможува натамошна работа, т.е. натамошна подготовка на рудното тело за експлоатација.

Во хоризонтални простории, со кои се разработува рудното тело, спаѓаат: **главните насочни и пречни ходници**, како и другите простории со кои, на секој хоризонт, посебно се поврзуваат окната со рудните тела. Овие простории најчесто се изработуваат во јаловина.

Во простории за разработка спаѓаат и просториите од коморен тип: *подземни магацини за експлозив и експлозивни средства (Сл. 44), пумпни комори, станици за полнење акумулаторски батерии, простории за работа на контролно-техничките лица и прозивка на работниците, главните сипки и бункери за руда и др.* Димензиите на овие простории се во зависност од капацитетот на производството на рудникот и димензиите на машините и уредите за работа. Ако не се градат во цврсти и стабилни карпи, тие се подградуваат со бетонска подграда, анкери и др.



1. Комора за експлозив;
2. Комора за експлозивни средства;
3. Слепо окно;
4. Комора за издавање на експлозив;
5. Комора за торбите на минерите;
6. Ходник;
7. Решеткаста врата;
8. Противкомори

Сл. 44: Магазин за експлозив и експлозивни средства

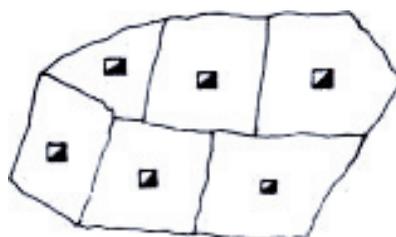
Со просториите за разработка рудните тела се делат на: реони (експлоатациони полиња), **ревири**, **откопни полиња**, **хоризонти** и **меѓухоризонти**.

### 3.1. ЕКСПЛОАТАЦИОНО ПОЛЕ

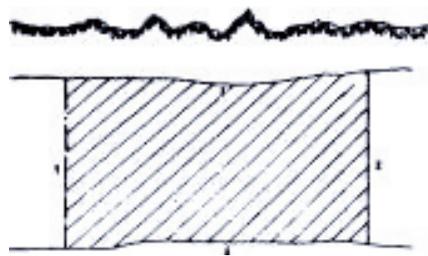
Под „**јамско експлоатационо поле**“ се подразбира дел од рудното тело, а може да биде и целокупното рудно тело (во зависност од неговата големина), што гравитира кон еден објект за транспорт (поткоп) или за извоз (окно).

Во зависност од дебелината, падниот агол и конфигурацијата на рудното тело (слој) јамското експлоатационо поле може да биде во различни форми (Сл. 45) (четириаголник, трапез, триаголник и др.).

Кај неслоевити рудни тела или слоеви со направилна форма, формата на експлоатационото поле одговара на формата на рудното тело, со најмногу две правилни гранични линии (по протегање). Секое јамско експлоатационо поле се карактеризира со свои **граници, должина, ширина и крила**.



Сл. 45: Форми на јамско и негови граници



Сл. 46: Природни и вештачки граници на јамско експлоатационо поле  
1. Вештачка граница по протегање  
2. Природна граница по протегање  
3. Природна граница по падот  
4. Природна или вештачка граница по падот

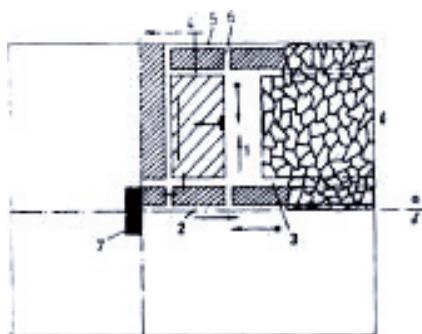
Границата на јамското експлоатационо поле може да биде **природна** (онаму каде што завршува рудното тело или се јавува некој расед) и **вештачка** (се добива со делење на рудното тело). (Сл. 46).

Кај хоризонталните слоеви јамското експлоатационо поле може да има едно или две крила во однос на главните извозни и транспортни објекти, во зависност од видот на методите за откопување. Според тоа, постои еднокрилно и двокрилно откопување.

**Еднокрилното откопување** се применува кај рудни тела со мала површина на јамското експлоатационо поле и со проектиран мал капацитет на производство на рудникот.

**Двокрилното откопување** се применува кај јамски експлоатациони полиња со голема површина и со проектиран голем капацитет на производство. Во овој случај, откопувањето се изведува со две симетрични крила во однос на главните транспортни или извозни објекти.

Во однос на природните или на вештачките граници и главното извозно окно, откопувањето на минералната суровина од јамското експлоатационо поле, може да се врши од границата на рудното тело (**отстапно**) кон главниот транспортен (извозен) објект и обратно - од главниот транспортен (извозен) објект кон границата на рудното тело (**настапно**). (Сл. 47)

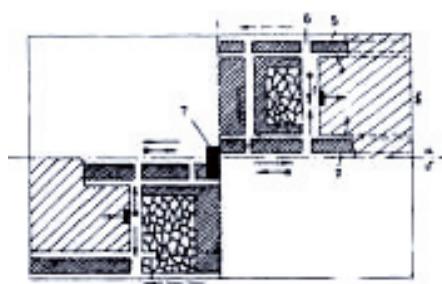


Сл. 47а: Отстапно откопување на јамско поле

1. Откоп; 2. Транспортен ходник; 3. Паралелен ходник;
4. Паралелен ходник; 5. Вентилационен ходник;
6. Пробојни ходник, 7. Локација на главните објекти за отворање

а) Ускопен дел; б) Нископен дел в) Граница на јамското поле

- ➡ Правец на отстапно откопување
- ➡ Правец на транспорт на откопаната маса
- ➡ Правец на движење на свежиот воздух
- ➡➡ Правец на движење на загадениот воздух
- ⊥ Преграда



Сл. 47б: Настапно откопување на јамско поле

1. Откоп; 2. Транспортен ходник; 3. Паралелен ходник;
4. Паралелен ходник; 5. Вентилационен ходник;
6. Пробојни ходник; 7. Локација на главните објекти за отворање

а) Ускопен дел; б) Нископен дел; в) Граница на јамското поле

- ➡ Правец на настапно откопување
- ➡ Правец на транспорт на откопаната маса
- ➡ Правец на движење на свежиот воздух
- ➡➡ Правец на движење на загадениот воздух
- ⊥ Преграда

### 3.2. РЕВИРИ - ГРАВИТАЦИОНИ ПОЛИЊА

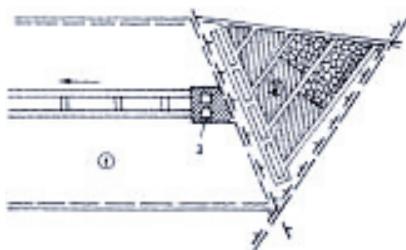
Со разработка на неслоевитите рудни тела јамските експлоатациони полиња се делат на помали експлоатациони единици - **ревир**.

Доколку се експлоатираат големи или мали одвоени рудни тела (леќи - гнезда), тогаш во едно експлоатационо поле може да постојат повеќе ревири. Ревирите најчесто се обележуваат според имињата на местата на површина над рудното тело (пример во рудникот „САСА“ постојат ревирите: Козја Река, Свиња Река и др.) или, според страните на светот (источни, западни и сл.).

Во зависност од големината на јамското експлоатационо поле, тоа може да се подели на помали производни единици - **гравитациони полиња**. Гравитационите полиња може да се формираат во хоризонтални и во коси слоеви.

Во гравитационото поле кај хоризонтални слоеви може да припаѓа целокупната површина на рудното тело ако е ограничено со тектонски пореметувања (раседи и сл.) и тоа и по хоризонтала и по вертикала. (Сл. 48).

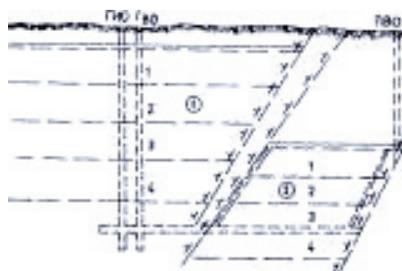
Кај рудни тела кои имаат поголем паден агол, гравитационо поле претставува дел од наоѓалиштето што се отвора посебно со помошни простории. (Сл. 49).



Сл. 48: Просторен однос на јамско и гравитационо поле во хоризонтален слој

1. - Јамско поле;
  2. - Гравитационо поле;
  3. - Помошни објекти за отворање;
- Тектонски линии  
 - Кон главниот објект за отворање

T T T  
 ←



Сл.49: Вертикален пресек низ јамско и гравитационо поле во стрмен слој

1. Јамско поле
  2. Гравитационо поле
- ГИО - Главно извозно окно  
 ГВО - Главно вентилационо окно  
 ПВО - Помошно вентилационо окно
- 1, 2, 3 - Редослед на откопување на јамското поле  
 1', 2', 3' - Редослед на откопување на гравитационите полиња

### 3.3. ОТКОПНО ПОЛЕ

За рудни тела со наклон од  $0^\circ - 30^\circ$  со понатамошното делење на ревири - гравитационите полиња се формираат помали делови од рудните тела таканаречени „откопни полиња“ (Сл. 49а). Всушност, тие се откопни единици што се состојат од еден или од повеќе откопи како основни производни единици. Каква положба, облик и димензии ќе имаат откопите во откопното поле зависи од димензиите и формата на откопното поле, како и од техничкото решение на транспортот, проветрувањето и одводнувањето на ревирот. Должината на откопните полиња изнесува од 100 - 300 метри, а широчина од 50 - 70 метри.

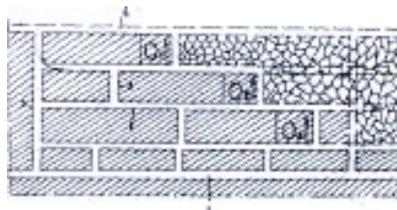
### 3.4. ХОРИЗОНТИ

Кај слоеви со наклон повеќе од  $30^\circ$  или стрмни неслоевити рудни тела, со систем од подземни рударски простории (насочни, пречни и дијагонални) тие се делат на хоризонти (катови) и меѓухоризонти (меѓукатови). (Сл. 50).

**Хоризонт** претставува збир на сите подземни рударски простории (откопи, насочни, пречни и други простории) што се на иста ката од надморската височина. На еден хоризонт му припаѓа минералната суровина од нивото на понискиот до нивото на повисокиот хоризонт, како и сите вертикални и коси простории. Хоризонтите се обележуваат со римски броеви (I, II, III хоризонт итн.) или со котата од надморската височина на која се изградени подземните рударски простории. Според тоа, хоризонтите по височина се ограничени со транспортен (понизок) ходник и вентилационен (повисок) ходник, а по протегање со природната или вештачката граница (ускопи).

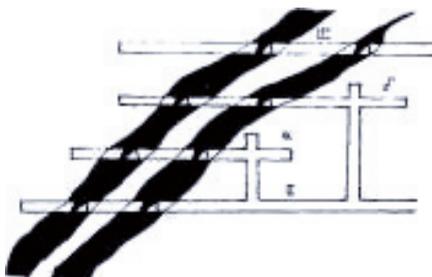
Сл. 49а: Откопно поле

1. Транспортен ходник
2. Подготвителен ходник
3. Пречни ходник
4. Вентилационен ходник
5. Пробој за проветрување



Ако при разработката се појави потреба да се изработаат рударски простории на помало висинско растојание со кои се разработува дел од рудното тело тогаш се формираат **меѓухоризонти**, односно меѓукатови.

Височината на хоризонтите (меѓухоризонтите) зависи од проектираната метода за откопување, височината на рудното тело, оддалеченоста на рудното тело од окното, од должината на пречните и насочните ходници, протегањето на рудното тело и др. Височината меѓу хоризонтите најчесто е во границите од 30 до 90 метри.



Сл. 50: Хоризонти и меѓухоризонти кај коси рудни тела:  
II, III – хоризонти  
а) прв меѓухоризонт  
б) втор меѓухоризонт

## ГЛАВА 4

### 4.0. ПОДГОТОВКА НА РУДНИТЕ ТЕЛА ЗА ОТКОПУВАЊЕ

Со подготвителните рударски простории (ходници, ускопи, нископи) откопните полиња се подготвуваат и се делат на: **откопни столбови, блокови, откопни појаси и етажи.**

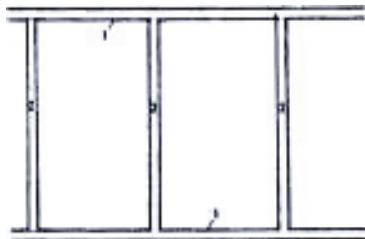
#### 4.1. ОТКОПНИ СТОЛБОВИ

Откопен столб претставува дел од откопното поле кој од сите страни е ограничен со хоризонтални, вертикални и коси рударски простории. Откопните столбови се формираат во хоризонтални и благо наведнати рудни тела. Откопните столбови во откопното поле се формираат **по правецот** на протегање на рудното тело, **по падот** и **по дијагонала**. (Сл. 51).



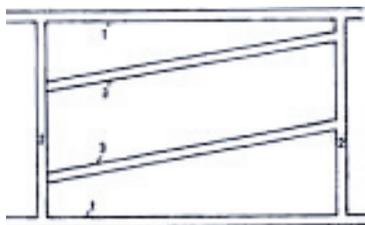
Сл. 51 а: Откопен столб формиран по протегање на рудното тело

1. Насочни ходници
2. Пречни ходници



Сл. 51 б: Откопен столб формиран по пад на рудното тело

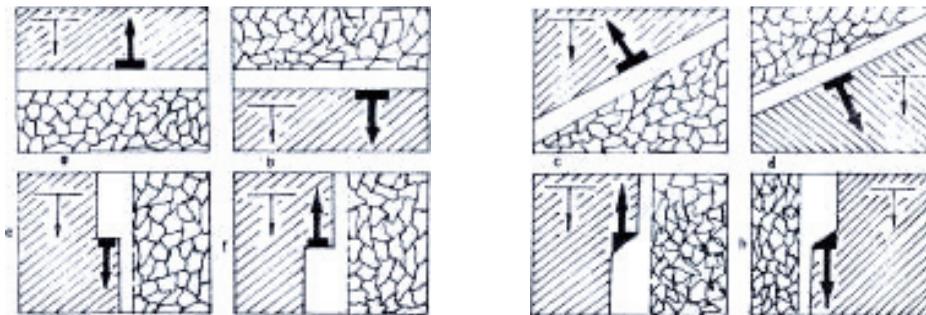
1. Насочни ходници
2. Пречни ходници



Сл. 51 в: Откопен столб формиран по дијагонала на рудното тело

1. Насочни ходници
2. Пречни ходници

Во кој правец ќе се откопуваат откопните столбови зависи од стабилноста на корисната минерална суровина, односно од притисоците што се јавуваат во откопите, слојните површини и начинот на кој е решен просторот од кој се вади минералната суровина. На Сл. 52 а, f и g е прикажано таканаречено „ускопно откопување“, кое во практиката се применува доколку е предвидено заурнување на откопниот простор. На Сл. 52 b, e и h се дадени можни варијанти на нископно откопување кога се предвидува просторот од кој е откопана минералната суровина да се заполнува со засип или пак да се заурнува како во претходниот случај. Во практиката се применува и таканареченото „дијагонално откопување“, во зависност од правецот на евентуалните пукнатини и слоевитоста на наоѓалиштето. Дијагоналното откопување е прикажано на Сл. 52 c и d.

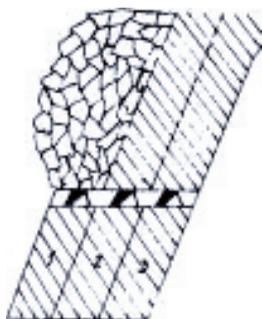


Сл. 52: Откопување на откопни столбови

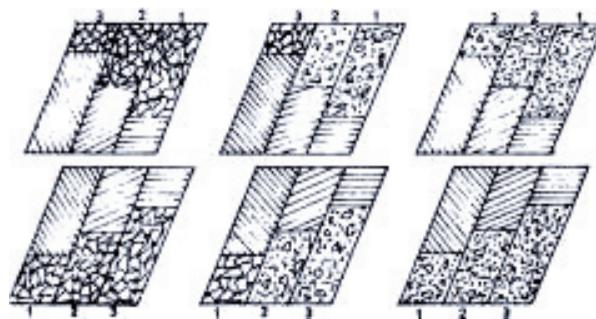
a, f и g - Ускопно откопување на откопни столбови  
 b, e и h - Нископно откопување на откопни столбови  
 c и d - Дијагонално откопување на откопни столбови

#### 4.2. ОТКОПЕН ПОЈАС

**Откопен појас** (Сл. 53) претставува дел од откопното поле за стрмни рудни тела, ограничен најмалку од три страни со подготвителни простории. Во зависност од видот на откопните методи и технологијата за откопување, тие најчесто од две страни се ограничени со хоризонтални простории, а од третата страна се со коса или вертикална рударска просторија, од каде што и се почнува со откопување. Откопните појаси може да се откопуваат **одозгора надолу (нископно)** и **одоздола нагоре (ускопно)**. (Сл. 54).



Сл. 53: Откопен појас



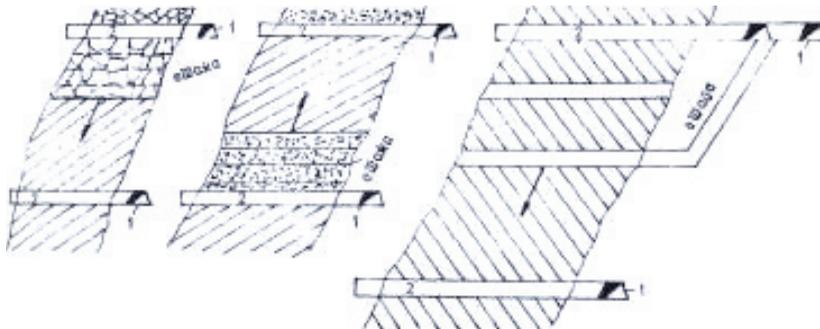
Сл. 54: Откопување на откопни појаси

а) Откопување одозгора надолу  
 б) Откопување одоздола нагоре

#### 4.3. ЕТАЖ, ЕТАПА И ОТКОП

**Етаж** претставува хоризонтален или наведнат дел од рудното тело (за коси и неправилни рудни тела) со височина од 2 до 4 метри, а понекогаш и повеќе, од која рудата се вади со некоја метода за откопување.

Во фазата на подготовка два или три етажи се третираат како етапи. Откопувањето на етажите во етапите се врши од пониската кон повисоката, а откопувањето на етапите во хоризонтот се врши од повисоката кон пониската етапа. (Сл. 55).



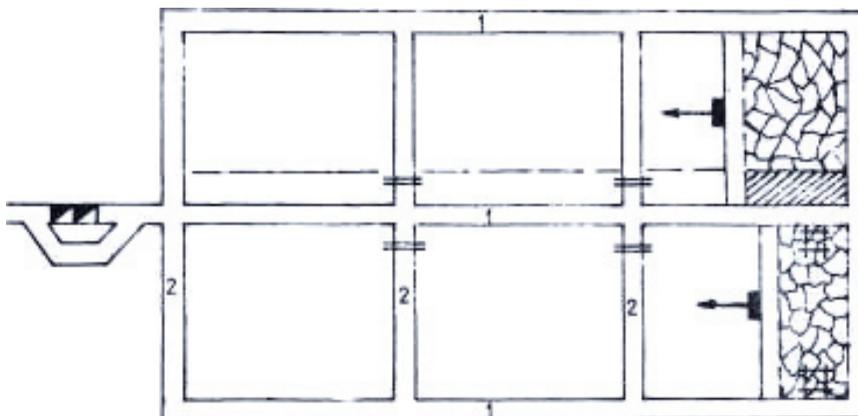
Сл. 55: Формирање на етажи и етапи при откопувањето  
1. Насочни ходник  
2. Пречни ходник

**Откоп** претставува работилиште на кое, со примена на разновидни работни операции (дупчење, минирање, товаране, транспорт и др.), се произведува големо количество на иситнета руда, која преку рудните сипки се спушта до главните транспортни ходници.

Подземните рударски простории кои се користат и се изработуваат со цел да се подготви рудното тело или дел од него за откопување, според положбата се поделени на хоризонтални (ходници), вертикални и коси (ускопи).

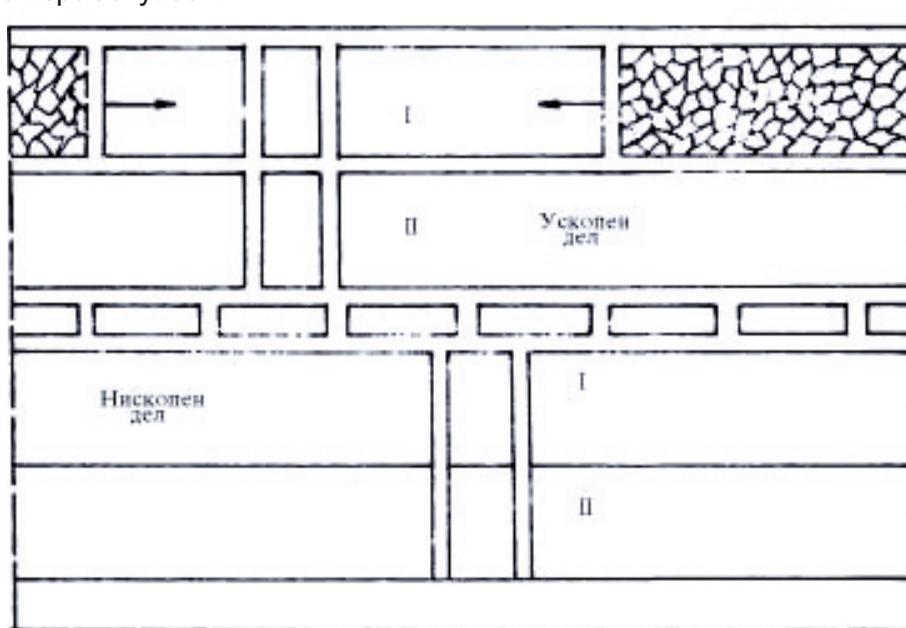
#### 4.4. ХОРИЗОНТАЛНИ ПОДГОТВИТЕЛНИ ПРОСТОРИИ

Во хоризонтални подготвителни простории, за хоризонтални и коси рудни тела, спаѓаат: **пречни** и **насочни** ходници и **откопни** ходници. (Сл. 56 и 57).



Сл. 56: Насочни и пречни ходници кај хоризонтални рудни тела  
1. Насочни ходници  
2. Пречни ходници

**Транспортните пречни и насочни ходници** се изработуваат во руда или во карпите кои го опкружуваат рудното тело. Тие се ползуваат се додека се врши експлоатација на корисната минерална суровина. Нивните димензии се во зависност од капацитетот на производството, од големината на транспортните средства и од физичко-механичките карактеристики на карпите во кои се изработуваат.



Сл. 57: Насочни и пречни ходници кај рудни тела со благ пад  
 I – Откопни појаси  
 II – Откопни појаси

Локацијата на хоризонталните подготвителни простории е во зависност од големината на рудното тело, неговата форма, наклонот, дебелината и методата за откопување. (Сл. 58).



Сл. 58: Локација на насочни и пречни ходници кај коси рудни тела



Сл. 59: Локација на насочни ходници кај хоризонтални рудни тела

Од сликите се гледа дека за тенки коси рудни тела транспортните ходници најчесто се градат во руда по правецот на протегање на рудното тело. Кај хоризонтални или кај благо наведнати рудни тела со поголема дебелина, транспортните ходници се изработуваат во руда или во подинските карпи, приспособени според проектираната метода за откопување. (Сл. 59) Исто така, транспортните ходници може да се изработуваат во руда или во подинските карпи и кај подебели рудни тела и со поголем паден агол.

**Откопните насочни и пречни ходници**, како и другите хоризонтални подземни рударски простории, се изработуваат само во руда. Нивниот облик и димензии се во зависност од формата и дебелината на рудното тело, од видот на механизацијата што се применува за извршување на одделни работни операции, од капацитетот на производство и од методите за откопување.

#### 4.5. ВЕРТИКАЛНИ И КОСИ ПОДГОТВИТЕЛНИ ПРОСТОРИИ

Во вертикални и коси подготвителни простории спаѓаат: **слепи окна, засипни и рудни сипки и проодни одделенија**. Овие подготвителни простории се ползуваат за пропуштање руда од повисок кон понизок хоризонт (рудна сипка), пропуштање засип (сипка за засип), за проветрување (вентилационен ускоп) за движење луѓе (проодно одделение), како и за донесување разновидни материјали и механизација за работа (сервисни ускопи).

Вертикалните и косите подготвителни простории се ползуваат претежно во фазата за откопување на минералната суровина од целото рудно тело или дел од него.

**Рудни сипки** претставуваат коси или вертикални подземни рударски простории, наменети за гравитациско спуштање на рудата од повисок на понизок хоризонт, односно од откопите до транспортните ходници.

Вертикални или коси подземни рударски простории, преку кои се пропушта засип од повисок на понизок хоризонт или на откопите, се нарекуваат **“засипни сипки”**.

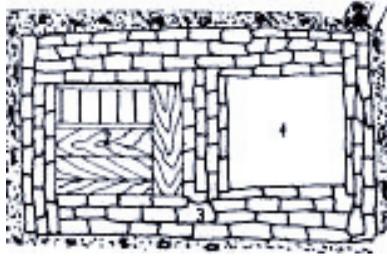
Во рударската практика често се изработуваат вертикални или коси подземни рударски простории со две одделенија. Притоа, едно од одделенијата се користи како проодно одделение, а другото - како рудна или засипна сипка. (Сл. 60 и 61). Ако ваквите простории се ползуваат за пропуштање разновидни материјали и опрема за работа, како за проветрување и за поминување луѓе, се нарекуваат **„проодно - сервисни ускопи“**.

**Рудно проодни сипки** се коси или вертикални рударски простории, изградени со две одделенија, од кои едното служи за движење на работниците, а преку другото се пропушта рудата.

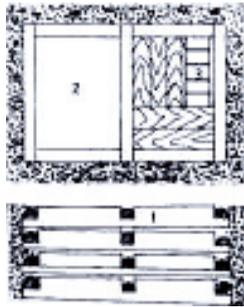
**Рудните и засипните сипки** треба да имаат наклон повеќе од  $60^\circ$ , за да може минираната руда или засипот гравитациски да се спуштаат од повисоко на пониско ниво.

Рудните сипки се изработуваат во подинскиот дел на рудното тело, во јалови карпи или во самото рудно тело. Нивните димензии се во зависност од: физичко-механичките карактеристики на средината низ која се изработуваат; количеството на руда (засип) што се пропушта низ нив; абразивноста на материјалот; гранулометрискиот состав на материјалот што се пропушта; должината на сипките и др.

**Подградата на сипките** може да биде од дрво, сидана или со челичен лим. (Сл. 60, 61, 62 и 63).



Сл. 60: Рудна сипка и проодно одделение во засип подградени со камен  
1. Рудна сипка; 2. Продно одделение



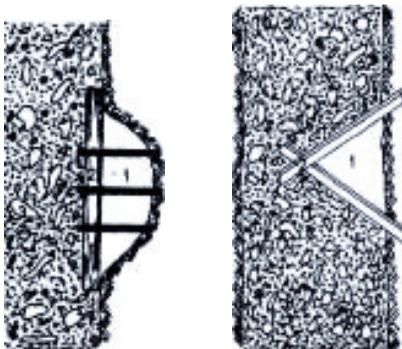
Сл. 61: Рудна сипка и проодно одделение во засип подградени со дрвена подграда



Сл. 62: Рудна сипка ѕидана со камени (бетонски) блокови

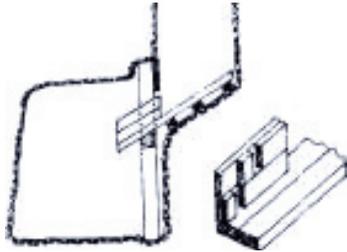


Сл. 63: Рудна сипка подградена со челичен лим

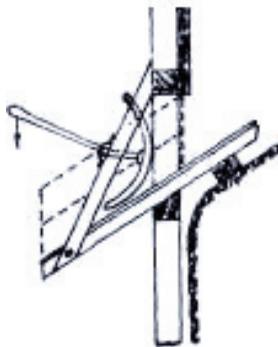


Сл. 64: Влезен отвор на сипки на откоп подградени со шини или дрво

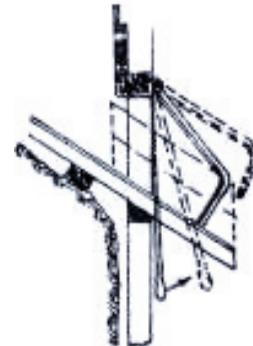
Влезот на рудните сипки се заштитува со **решетки** (Сл. 64) или со решетки од стари шини. Решетките се поставуваат за да се спречи влегувањето на покрупни парчиња од руда или од јалов материјал, како и за сигурност на работниците. На долниот дел од рудните сипки е поставена **врата** низ која се испушта рудата или засипниот материјал во вагони. Вратите може да бидат со различна конструкција - како што се гледа од Сл. 65, 66, 67, 68 и 69.



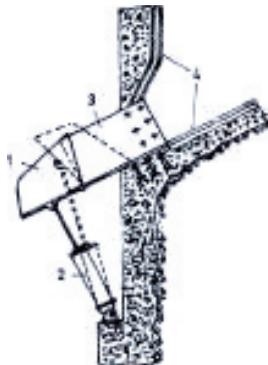
Сл. 65: Дрвена врата на рудна сипка



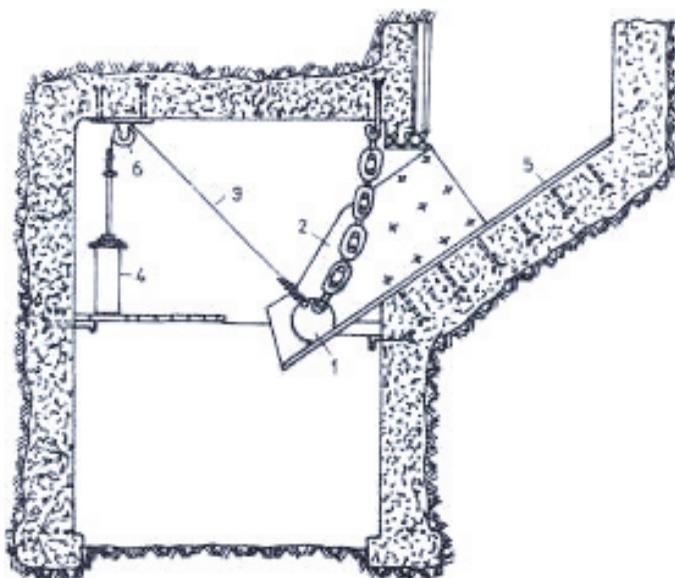
Сл. 66: Врата на рудна сипка од челичен лим



Сл. 67: Врата на рудна сипка од шини



Сл. 68: Врата на рудна сипка со механизирано отворање  
 1. Врата  
 2. Пнеуматски цилиндер  
 3. Страни на вратата  
 4. Забетонирани шини



Сл. 69: Рудна сипка со врата од челични топчи и верига  
 1. Топчести тегови со верига  
 2. Страни на вратата  
 3. Челично јаже  
 4. Пнеуматски цилиндер  
 5. Челичен лим  
 6. Макара

## П Р А Ш А Њ А

1. Што подразбираш под поимот „рудник“?
2. Кои се главни и споредни погони во еден рудник?
3. Зошто се врши отворање на рудните тела?
4. Дали е потребна разработка на рудните тела?
5. Што претставува подготовка на едно рудно тело?
6. Како можеш да го дефинираш откопувањето?
7. Кои трошоци влегуваат во трошоци за откопување?
8. Што подразбираш под поимот „селективно откопување“?
9. Со што се карактеризира масовното откопување?
10. Ако во една јама се произведува корисна минерална суровина, најмалку колку излези треба да има на површина и зошто?
11. Кој е најповолен начин на отворање на едно рудно тело?
12. Која е целта на отворањето на рудните тела со подземни простории?
13. Кое е потполно, а кое делумно отворање?
14. При отворање нов рудник кои прашања треба да ги реши проектантот?
15. Како гласи дефиницијата за поткоп?
16. Кои рудни тела се отвораат со поткоп?
17. На што треба да се внимава кога ќе се почне со изработка на поткоп?
18. Што е јамски двор и зошто е тој битен за рудникот?
19. Од што зависат димензиите на попречниот пресек на поткопот?
20. Какви може да бидат подградувањата и попречниот пресек на поткопите?
21. Која е намената на поткопите?
22. Што е пречен поткоп и во што се гледа неговата предност?
23. Во што се разликуваат дијагоналниот и насочниот поткоп?
24. Кои предности ги имаат поткопите во однос на другите начини на отворање?
25. Дај дефиниција за вертикално окно и кажи кои рудни тела се отвораат со вертикални окна?
26. Од кои фактори зависи дали едно рудно тело ќе се отвори со вертикално или со косо окно?
27. Што е косо окно?
28. Од што зависи со колку простории ќе се отвори едно рудно тело?
29. Дефинирај и наброј го поважните карактеристики на нископите.
30. Во кој случај во практиката може да се изврши комбинирано отворање на едно рудно тело?
31. Кои комбинации постојат при отворањето?
32. Што се слепи вертикални или коси окна?
33. Која е разликата меѓу довозиште и одвозиште?
34. Што е товаралиште, а што истоваралиште?
35. Кога се изработуваат еднострани, а кога двострани довозишта?
36. Од што зависат димензиите на довозиштата - одвозиштата?
37. Со што се опремени довозиштата - одвозиштата?
38. Кои простории од коморен тип се градат близу до довозиштата?
39. Зошто се врши разработка на рудните тела?

40. Кои простории се изработуват при разработката и за која намена тие се ползуваат?
41. Што е јамско експлоатационо поле и каква форма тоа може да има?
42. Со што се карактеризира секое јамско експлоатационо поле?
43. Која е природна, а која вештачка граница на јамското експлоатационо поле?
44. Какво може да биде откопувањето на јамското експлоатационо поле во однос на природните и вештачките граници и главното извозно окно?
45. Што претставуваат ревири?
46. Што се откопни полиња - кај хоризонталните рудни тела?
47. Што се хоризонти и меѓухоризонти?
48. На какви делови се делат рудните тела при нивната подготовка?
49. Што претставуваат откопни столбови и како тие се формираат?
50. Кои се карактеристиките на еден откопен појас?
51. Што претставува етаж?
52. Што претставува откоп?
53. Како се поделени подготвителните простории според положбата?
54. Како се поделени подготвителните простории според намената?
55. Раскажи што знаеш за хоризонталните подготвителни простории.
56. Наброј ги вертикалните и косите подготвителни простории?
57. Зошто служат рудните сипки?
58. Со што се подградуваат рудните сипки?
59. Со што се опремени рудните сипки?
60. Дали знаеш што се засипни сипки, а што рудно-проодни одделенија?

## ГЛАВА 5

### 5.0. ОСНОВНИ РАБОТНИ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОТКОПУВАЊЕ

#### 5.1. ДУПЧЕЊЕ И МИНИРАЊЕ

Откопувањето на минералната суровина од минералните наоѓалишта во практика најчесто се врши со дупчечко-минерски работи. Притоа постојат два начина за добивање минирана руда, и тоа: дупчење и минирање на мински дупки и изработка и минирање на мински комори.

**Минските дупки**, според должината, може да бидат: куси од 1-2 метри; средно долги, од 2-5 метри и долги повеќе од 5 метри.

Изработката на минските дупки се врши со лесни, средно тешки и тешки дупчачки чекани, со користење на потпорни ногалки и столбови за олеснување на работата.

**Лесните дупчачки чекани** се ползуваат за изработка на куси мински дупки со користење на моноблок-длета. Тие се изработуваат со пречник од 30 до 36 милиметри.

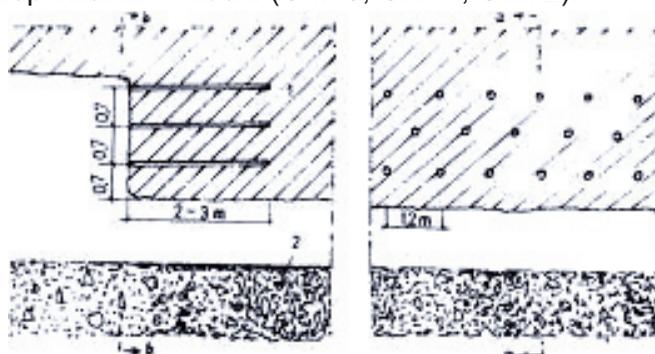
Дупнатините со средна должина се изработуваат со средно тешки дупчачки чекани и моноблок-длета, како и со дупчачки шипки со круни, чиј пречник може да биде од 30 до 46 милиметри.

**Долгите мински дупки** се изработуваат со средно тешки и тешки дупчечки чекани или со дупчечки коли на кои се монтирани повеќе дупчечки чекани. Пречникот на дупнатините изнесува од 46 до 160 милиметри, во зависност од цврстината на рудата, типот на дупчечкиот чекан, должината на дупнатината и саканата гранулација на минираната руда. Долгите мински дупки се ползуваат за минирање кај рудни тела со дебелина повеќе од 10 метри, кај масовните методи за минирање.

**Кусите и средните мински дупки** се применуваат за минирање во рудни тела со мала и средна дебелина. Примена наоѓаат кај повеќе методи за откопување со дупчење и минирање на рудата во две или во три смени. Со примена на овој вид дупнатини се добива поситна руда со рамномерна големина на зрната.

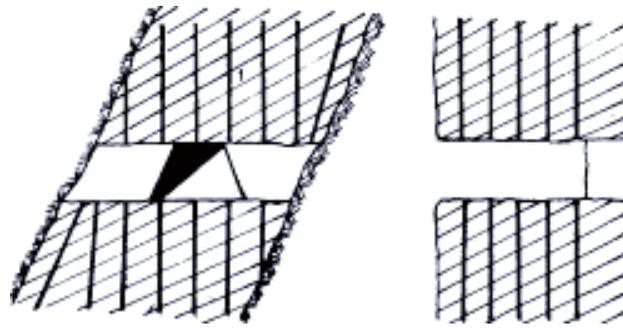
Минските дупки, независно од тоа со каква должина се изработуваат, при откопување на рудата може да се поставуваат во **паралелни** или **лаковидни** редови, и **мински** комори.

Според наклонот, паралелните мински дупки може да бидат: хоризонтални, вертикални и коси. (Сл.70, Сл.71, Сл.72).

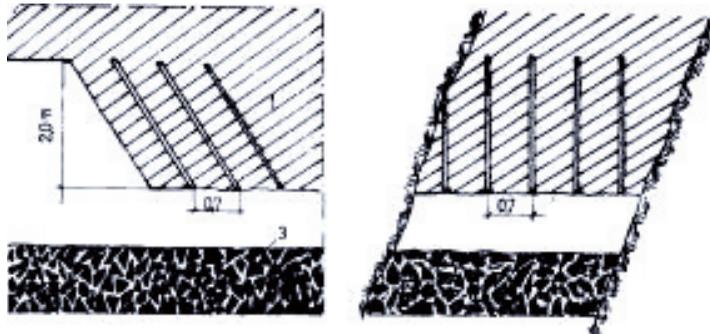


Сл.70: Хоризонтални мински дупки

1. Рудно тело
2. Засип

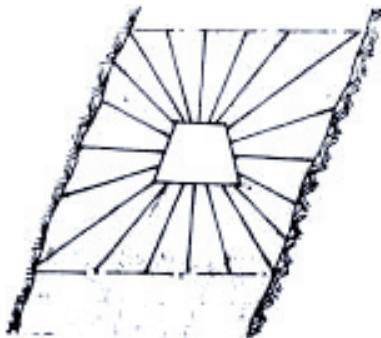


Сл.71: Вертикални мински дупки

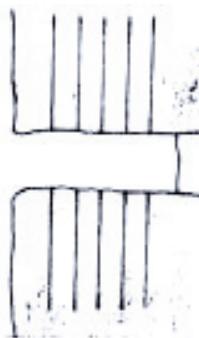


Сл. 72: Коси мински дупки

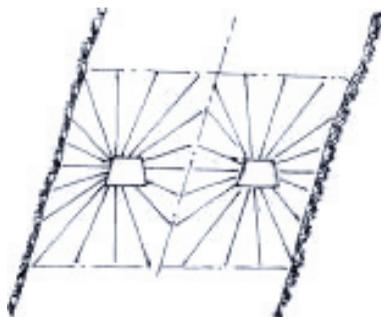
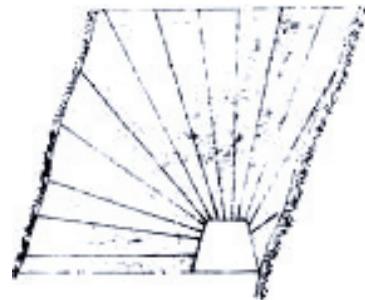
Изгледот на лаковидни мински дупки е прикажан на Сл.73, Сл.74, Сл.75, Сл.76, Сл.77, Сл.78, Сл.79, а мински комори на Сл.80, 81, 82.



Сл. 73: Лаковидни дупнатини изработени од подетажен ходник кој се наоѓа во средината на рудното тело кај наоѓалишта со мала дебелина



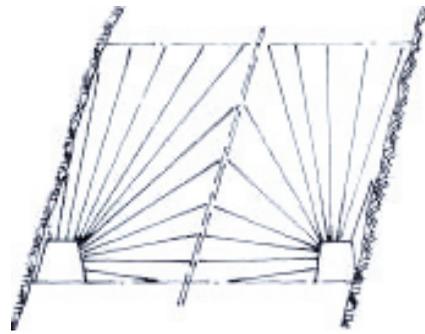
Сл. 74: Лаковидни дупнатини изработени од подетажен ходник поставен во подината на тенко рудно тело



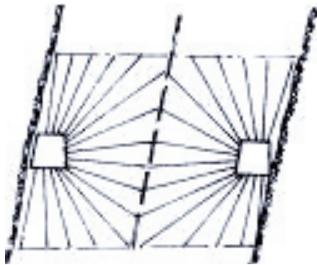
Сл. 75: Лаковидни дупнатини изработени од два паралелни подетажни ходници поставени во средината на дебело рудно тело



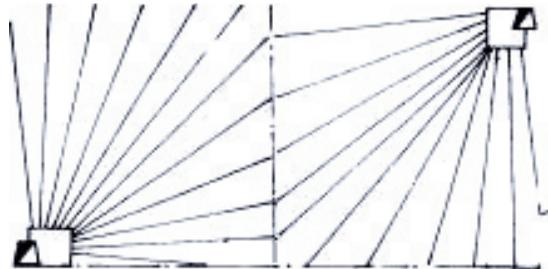
Сл. 76: Лаковидни дупнатини изработени од два паралелни подетажни ходници поставени во средината на дебело рудно тело



Сл. 77: Лаковидни дупнатини изработени од два паралелни подетажни ходници поставени во подинскиот и кровинскиот дел на дебело рудно тело



Сл. 78: Лаковидни дупнатини изработени од два паралелни подетажни ходници поставени во подинскиот и кровинскиот дел на дебело рудно тело

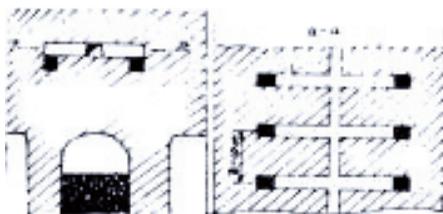


Сл. 79: Дупчење на хоризонтални лаковидни дупнатини од мински комори

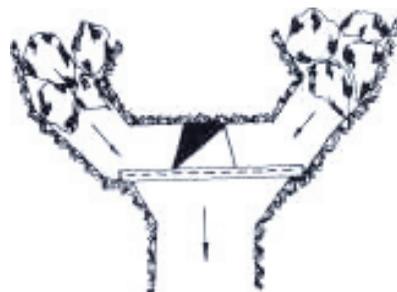
По извршеното дупчење на минските дупки, тие се полнат со експлозив и се затнуваат, т.е. се формираат мини (начинот на минирање е објаснет во Рударство II), по чие активирање се добива ситна руда.

Но, при минирање на откопите, чест е случај, покрај ситната руда, да се добијат и многу крупни парчиња од руда, кои мора отпосле да се минираат. Тие крупни парчиња предизвикуваат тешкотии при товарањето и при пропуштањето низ рудните сипки. Поради тоа, на крајот од секоја смена, кога се врши минирање на минските дупки, треба да се изврши минирање и на крупните парчиња од руда (ако не може да се искршат со чекан). Ваквото минирање се нарекува „дополнително“ или „секундарно минирање“.

Кај повеќе методи на откопување секундарното минирање се врши на откопите. Кај масовните методи секундарното минирање се врши во специјални комори (Сл. 81, Сл. 82). Минирањето може да биде налепно или правење отвор на блокот, во кој се става мало количество експлозив.



Сл. 80: Минска комора



Сл. 81: Двострана комора за ситнење на руда

## 5.2.ТОВАРЕЊЕ И ТРАНСПОРТ НА РУДАТА ОД ОТКОПИТЕ

По извршеното минирање, се пристапува кон проветрување на откопите за да се отстранат правот и отровните гасови што се создаваат при минирањето.

Товарењето и превозот на рудата од откопите може да биде: рачно, гравитациско и механизирано.

**Рачното товарење** и транспорт на минираната руда претставува најскапа работна операција, а наедно и најтешка. Ваквата работа денес се врши само кај малите и тенки рудни тела во кои, поради лошите рударско-геолошки услови, не може да се ползуваат механички средства.



Сл. 82 Еднострана комора за ситнење на руда

Рачното товарење се врши со лопата во количка со едно тркало или во мали вагони. За да се постигне поголем ефект при товарењето, најдобро е пред минирањето на подот од откопот да се постави под од лим или од штици. Во тој случај учинокот се зголемува и до 30%.

Учинокот при рачното товарење и превоз зависи од растојанието меѓу минираната руда, што треба да се товара, и отворот на сипката; од гранулометрискиот состав на рудата, од зафатнината на садовите во кои треба да се товара; дали се товара со под или директно од подот на откопот итн. При рачното товарење и превоз на минирана руда обично работат двајца работници, а учинокот е од 8 до 10 тони по смена.

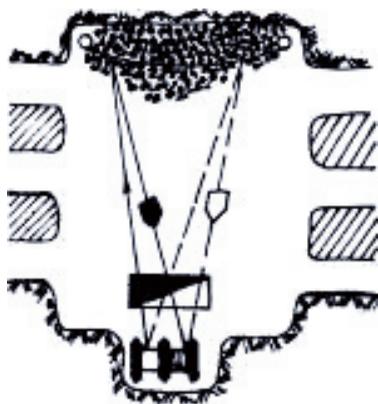
**Гравитациското спуштање** на рудата се ползува кај рудни тела со наклон повеќе од  $60^\circ$ . Притоа, рудата треба да е сува, без поголемо количество ситнеж, глина, како и рамномерен пад на подот од просторијата низ која се спушта рудата. Кај овој начин на превоз не се користи физичка работа, а во употреба е директно или индиректно, кај повеќе откопни методи.

**Индиректното товарење** и транспорт на рудата се врши на откопите, така што рудата прво се товара во утоварно-транспортна машина или рачно во количка и се превезува до рудните сипки, а преку нив гравитациски се спушта до главниот транспортен ходник што е на понискиот хоризонт.

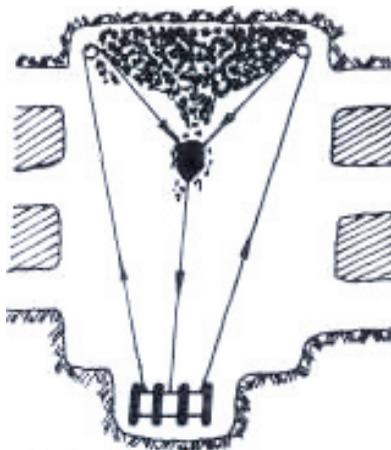
**Директното пропуштање** на рудата се врши кај одделни откопни методи, кај кои минираната руда директно се испушта преку вратите на рудните сипки во вагони.

Ако условите за работа во рудното тело се такви што не може да се користи силата на гравитацијата за товарење и превоз на рудата од откопите, тогаш се ползуваат разновидни механички средства: скрепери, разновидни утоварни и утоварно-транспортни машини, самодвижни вагони и др.

**Скреперите** често наоѓаат примена заради својата едноставна конструкција, едноставното ракување, голем капацитет, а мали трошоци за одржување. На Сл. 83 и Сл. 84 прикажани се две шеми на влечење руда до рудните сипки со дветапанести и третапанести скрепер.

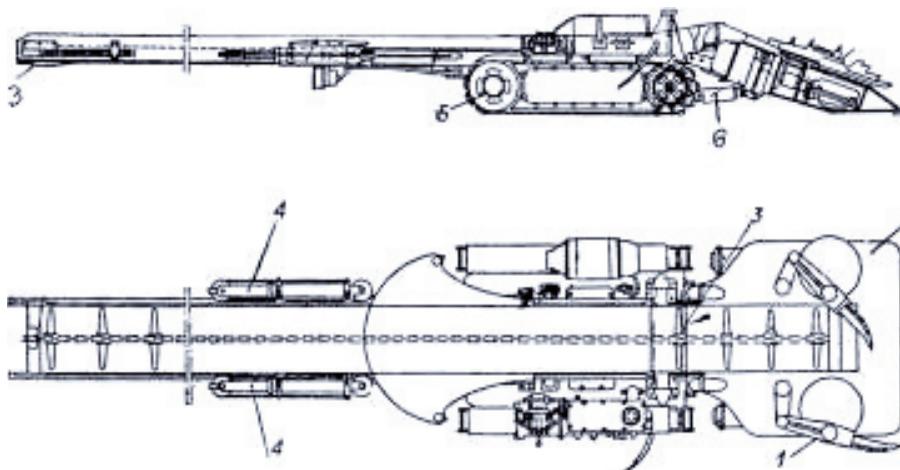


Сл. 83: Товарње на руда на откоп со дветапанест скрепер



Сл. 84: Товарње на руда на откоп со третапанест скрепер

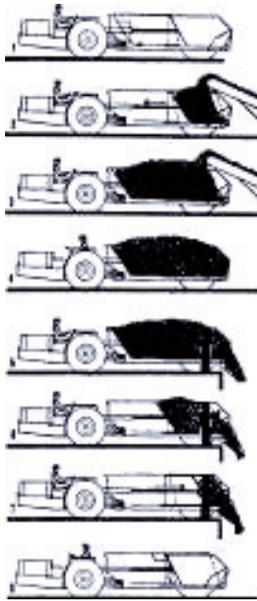
**Утоварните машини** со подвижни рачки (вилици) за зафаќање на рудата се користат во комбинација со самодвижни јамски вагони. (Сл. 85).



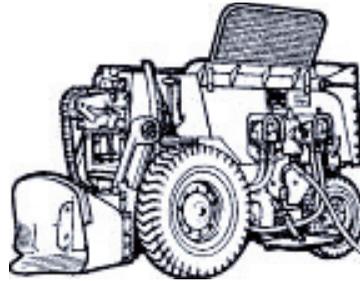
Сл. 85: Утоварни машини со подвижни вилици  
1. вилица, 2. челна коса плоча, 3. грабилен транспортер, 5. цилиндри за бочно поместување

За товарење на рудата во откопите и нејзино истресување во рудните сипки или во јамски вагони, се ползуваат разновидни конструкции на јамски камиони, багери и др. (Сл. 86, 87, 88 и 89).

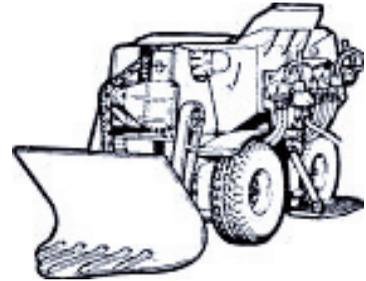
Сиве овие машини за работа користат разновидна погонска енергија, а во досегашната рударска практика најмногу е застапена енергијата на компримиран воздух. Честа е употребата и на електрични машини, а дизел машините се ползуваат само во рудниците во кои добро е решено проветрувањето, со што ефикасно се отстрануваат издувните гасови што се јавуваат при работа на машините.



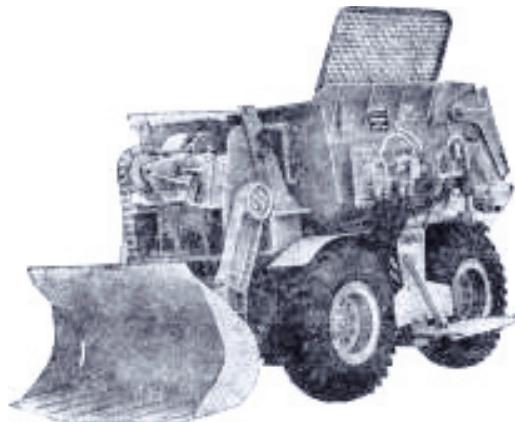
Сл. 86: Полнење и празнење на јамски камион



Сл. 87: Лесна утоварно-транспортна машина со лопата Атлас Копко



Сл. 88: Тешка утоварно-транспортна машина со лопата за странично истоварање Атлас Копко



Сл. 89: Утоварно-транспортна машина Каво 510 Атлас Копко

### 5.3. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ

#### 5.3.1. ЈАМСКИ ПРИТИСОК

**Јамскиот притисок** се јавува како резултат на тежината на карпестите маси што се над подземните рударски простории. Се додека не се изработаат подземните рударски простории, карпите во земјината кора се во природна рамнотежа. Со нарушување на природната рамнотежа, се врши и прераспределба на напонот околу подземните рударски простории, поради што се јавуваат разновидни пореметувања и деформации. Дејството на тие сили се нарекува „**подземен**“ или **јамски притисок**.

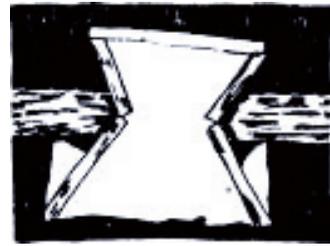
Кај меки карпи или кај умерено еластични карпи што го опкружуваат рудното тело, постои поизразено продирање материјал од неотпорната околина, затоа што не може да се спротивстави на притисоците. На Сл. 90 најнеотпорниот слој е во кровината. На Сл. 91 во подот (глина) која буи (се надига), а на Сл. 92 најнеотпорниот слој е во средината на ходникот, поради што настануваат деформации од страните на ходникот.



Сл. 90: Манифестирање на јамски притисок во кровината на јамските простории



Сл. 91: Манифестирање на јамски притисок во подот на јамската просторија



Сл. 92: Манифестирање на јамски притисок од страните на јамските простории

Заради намалување на притисоците во областа на работилиштата, треба да се преземат следните мерки на претпазливост:

- по извршеното вадење на корисната минерална суровина, празниот простор да се исполни со јалов карпест материјал;
- откопувањето на минералната суровина да се врши со забрзано темпо;
- меѓу откопното чело и засипот да има што помало растојание;
- да се намали висината на откопните појаси и етажи;
- да се избегнува оставање заштитни столбови во старите работилишта и др.

Изненадното манифестирање на притисоците, со појавување удари слични на земјотресите, се нарекуваат **горски** удари. Со појавата на горските удари доаѓа до зарушување на дел од покривинските карпи или се јавува истиснување на подината во празниот простор, а се спуштаат таванските карпи за 20 до 50 сантиметри.

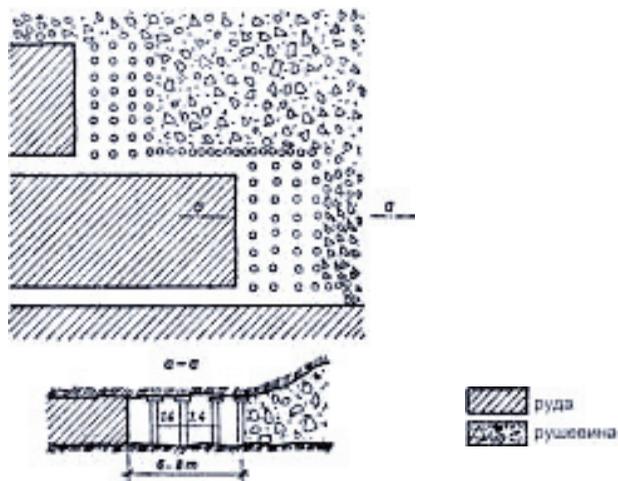
Со појавата на горските удари прскаат карпестите маси, се одронуваат, создавајќи притоа воздушни удари и потреси, слични на земјотресите, при што доаѓа до заурнување на подземните рударски простории.

За да се отстранат горските удари треба да се отстранат причините што доведуваат до нив. Така на пример, треба да се избегнува оставање столбови во старите работилишта; ако се повеќе слоеви (при откопување јаглен) прво треба да се откопува највисокиот слој, а најважна мерка е да се врши редовно подградување на направените празни простори (со дрво, бетон, засип, анкери и др.).

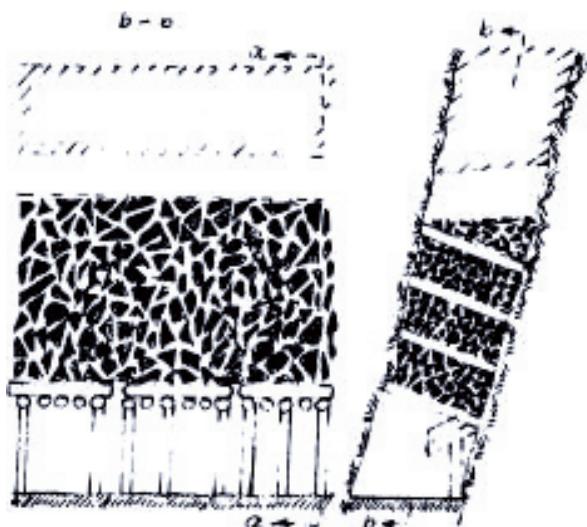
### 5.3.2. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ СО ДРВЕНА ПОДГРАДА

Како средство за осигурување на откопите од заурнување најчесто се ползува дрвото. Каков вид дрвена подграда ќе се примени, зависи од: физичко-механичките карактеристики и структурата на рудата и околните карпи, од проектираната метода за откопување и др.

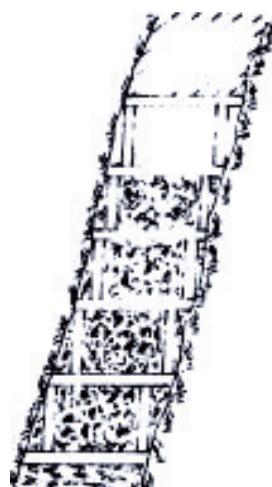
**Дрвената подграда** се применува за хоризонтални и благо наведнати рудни тела со дебелина од 3 метри во вид на столбови (Сл. 93). За вакви рудни тела може да се примени и метална подграда ако се јавуваат високи притисоци. Ако пак се работи за неправилни рудни тела, со дебелина од 2 до 3 метри и стрмен наклон, страните на рудното тело, како и покривот се осигуруваат со дрвени разапнувачи или дрвени рамки што се засипуваат (Сл. 94 и 95).



Сл. 93: Подградување на откопи со дрвени или метални столбови

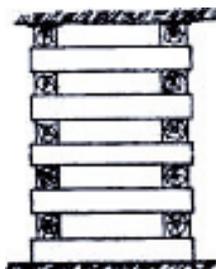


Сл. 94: Подградување на жично рудно тело со мала дебелина со оквирна дрвена подграда

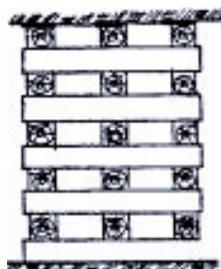


Сл. 95: Оквирна дрвена подграда за рудно тело со поголема дебелина

Ако се јавуваат притисоци во рудни тела со поголема широчина, подградување се врши со дрвени греди вкрстено поставени до покривот. Притоа, ако притисоците се послаби, гредите се сложуваат поретко, а ако притисоците се поголеми, гредите се поставуваат погусто. (Сл. 96, Сл. 97, Сл. 98).



Сл. 96: Вкрстена дрвена подграда за слаби притисоци

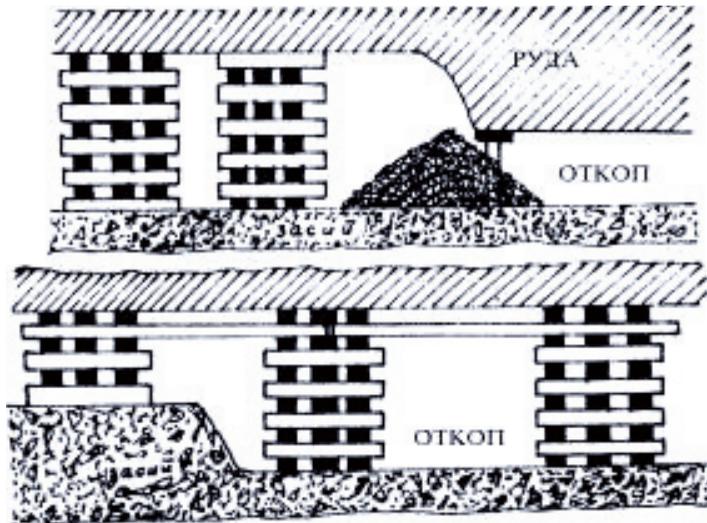


Сл.97:Вкрстена дрвена подграда за средни притисоци



Сл.98: Вкрстена дрвена подграда за големи притисоци

Ако откопите, т.е. рудните тела се со поголема широчина и должина, а таванскиот дел слаб, осигурување може да се врши со вкрстено поставени дрвени столбови на еднакво растојание. Растојанието меѓу дрвените столбови (Сл. 99) треба да овозможи движење на луѓето и механизацијата при работа. За одделни минерални сировини (јаглени) дрвената подграда може да се користи во комбинација со анкери или со челична подграда.



Сл. 99: Осигурување на откопи со вкрстена дрвена подграда и кровни греди

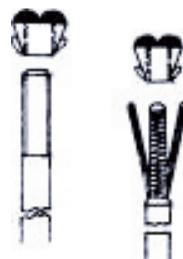
### 5.3.3. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ СО АНКЕРИ

**Анкерите**, како средство за осигурување се повеќе се применуваат поради своите предности, а што се изразуваат во следното: механизирано дупчење на дупнатината во која ќе се става анкерот, механизирано монтирање и затегнување на анкерите, полесно транспортирање на анкерите и приборот; не предизвикуваат пожар; олеснето е ползувањето на механизацијата при товарање и превоз на рудата од откопите, трошоците за осигурување се најмали во споредба со другите видови подграда и др.

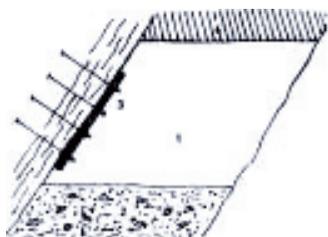
Анкерот е составен од челична шипка, со должина од 1 до 3 метри и пречник од 0,18 до 0,25 метри, глава што е во горниот дел од шипката, затеглива плоча и навои со навртка на долниот дел од шипката. На Сл. 100 и Сл. 101 се прикажани два вида анкери. На Сл. 102 и Сл. 103 се гледа како се врши осигурување на откопи, формирани во коси и хоризонтални рудни тела. Анкерите се поставуваат на таванскиот дел на откопите.,



Сл. 100: Анкер со расцепка и клин

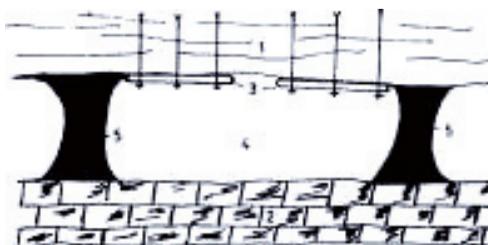


Сл.101: Анкери со навртка и проширена чаура



Сл. 102: Осигурување на откопи со анкери во косо рудно тело

1. Откоп
2. Засип
3. Анкери
4. Неминирана руда



Сл. 103: Осигурување на откопи со анкери во хоризонтално рудно тело

1. Тавански руди
2. Подински карпи
3. Анкери
4. Откоп
5. Сигурносни столбови

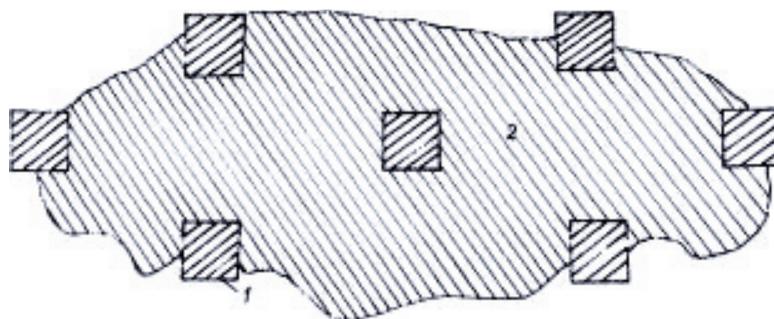
#### 5.3.4. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ СО СИГУРНОСНИ СТОЛБОВИ

При откопување цврсти и стабилни минерални суровини, како средство за осигурување (одржување) на откопите, т.е. страните на покривот на откопите, се ползуваат сигурносни столбови, оставени од рудата.

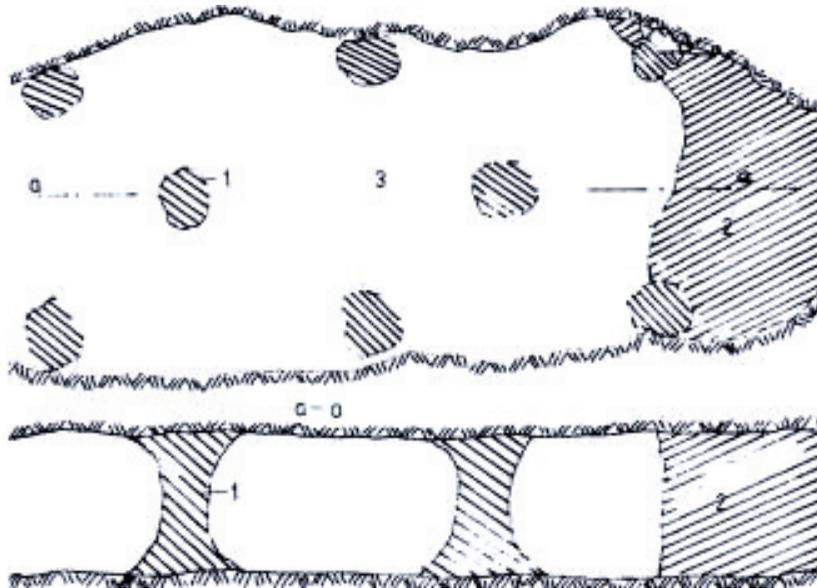
Според намената и местото на поставување, сигурносните столбови може да бидат: заштитни, потпорни, линиски, меѓукоморни и хоризонтски.

**Заштитните** столбови од руда се поставуваат за да се заштитат откопи, окна и други подземни рударски простории од заурнување, како и објектите на површина: патишта, железнички пруги, мостови, станбени згради и др.

**Потпорните** столбови се оставаат од руда или од јалови слоеви кај хоризонтални и благо наведнати рудни тела што се протегаат на поголемо пространство, со цел да се заштитат откопите од таванско заурнување. Начинот на поставување може да биде различен: во правилни редови, во шаховски распоред (Сл. 104) или без некој распоред ако се оставаат само од јаловина или од сиромашна руда (Сл. 105), која не е рамномерно распоредена по целото рудно тело.



Сл. 104: Осигурување на откопи со потпорни столбови поставени во шаховски распоред



Сл. 105: Осигурување на откопи со нерамномерно распоредени потпорни столбови  
 1. Потпорен столб  
 2. Меминирана руда  
 3. Откоп

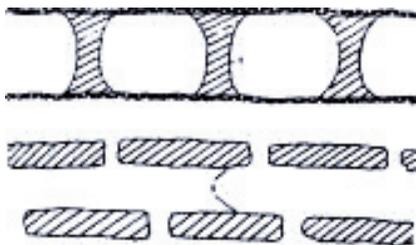
Попречниот пресек на столбовите може да биде: кружен, елипсест или квадратен, а се изработуваат со различни димензии.

**Линиските** заштини столбови исто така, се оставаат кај хоризонтални и благо наведнати рудни тела (Сл. 106), со цел да се заштити таванот на откопот од заурнување. Тие се во вид на непрекината линија, односно сид со своја должина и широчина.

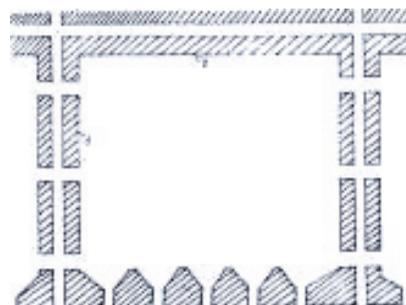
**Меѓукоморни** заштитни столбови (Сл. 107) се оставаат од руда со цел да се заштитат коморите од заурнување, а со тоа и животите на рударите. Тие може да се поставуваат нормално или по правец на протегање на рудното тело, во зависност од типот на методата за откопување и димензиите на рудното тело.

**Хоризонтски** заштитни столбови (Сл. 107) или плочи се оставаат кај откопите под и над транспортните и вентилационите ходници, со што тие се заштитуваат од заурнување.

Осигурувањето на откопите со сигурносни столбови има свои предности и недостатоци.



Сл. 106: Линиски заштитни столбови



Сл. 107: Меѓукоморни и хоризонтски заштитни столбови  
 1. меѓукоморски столбови  
 2. хоризонтски столбови

**Предности** се: во текот на откопувањето не се губи време за осигурување на откопите со вештачка подграда; се обезбедува површината од заурнување; со дополнително откопување на сигурносните столбови може да се добие поголем дел од рудата доколку нема потреба од заштита на површината од заурнување.

**Недостатоци** се: во сигурносните столбови останува заробено поголемо количество руда, што претставува неповратен губиток, особено ако треба да се заштити површината од заурнување над рудното тело. Поради тоа, овој начин на осигурување се применува за помалку вредни руди: маслени шкрилци, нископроцентни металични руди, неметали и др.

### 5.3.5. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ СО ЗАСИП

**Засип** претставува јалов карпест материјал, што се става во просторот од кој е извадена рудата за да се оневозможи заурнување на страните на откопот. Засипот, исто така, служи и како средство за спречување заурнување на површината, како стојалиште на работниците при извршување на работните операции при откопувањето на минералната суровина. За да може засипот да се користи како средство за осигурување треба да бидат исполнети следните услови: да е инертен; да не содржи пирит повеќе од 8% и пиротин повеќе од 4%; да не е абразивен (не може да се ползува за пневматско и хидраулично засипување поради абење на цевководот); да има соодветен гранулометриски состав, тврдина и цврстина, бидејќи од тоа зависи начинот на вградување и збивање на откопите.

Добивањето на засипниот материјал може да биде од површина и од јама.

Подземното добивање засипен материјал може да биде: од добиениот јалов карпест материјал при изработка на истражните и подготвителните ходници во јаловина, од специјални откопи во јаловина, формирани специјално за засип, од џебови, со проширување страните на рудното тело паралелно со откопувањето на рудата и др.

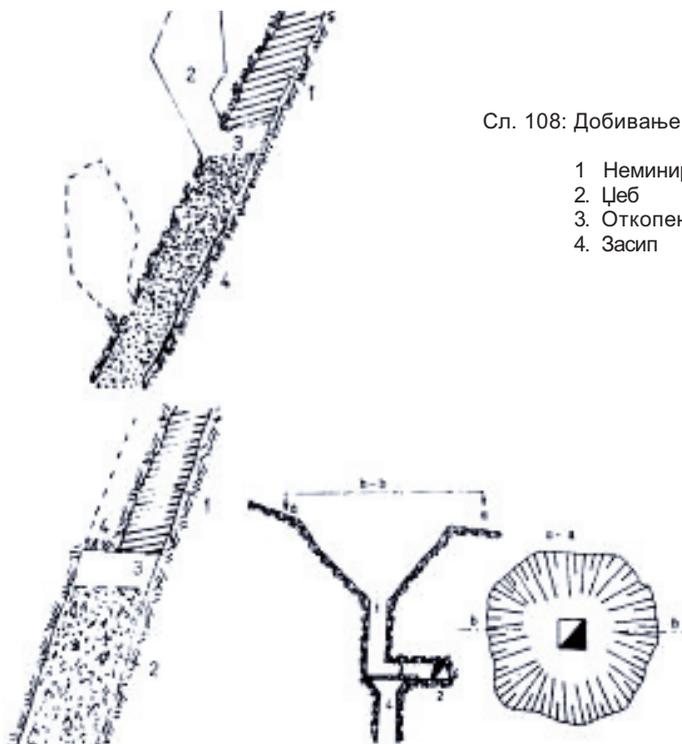
Кај малите и тенки рудни тела засип се добива од јаловите бокови во кои се изработуваат ускопи во јаловина (џебови) (Сл. 108) кои во горниот дел се прошируваат. Ваквите ускопи се изработуваат на одредено растојание за да се заполни со јалов материјал откопната етажа. За наредниот повисок етаж, џебовите се изработуваат меѓу претходните.

За многу тенки рудни тела (Сл. 109) засип се добива со сукцесивно минирање на покровината, а кај некои рудни тела и на подината.

Површинското добивање засип се врши со таканаречен „етажен“ или „инкаст систем“, односно со формирање површински коп близу до рудникот со подземна експлоатација. Ако се формира површински коп со повеќе етажи, минираниот материјал се товари со разновидни утоварно-транспортни машини, а се истовара во засипни ускопи. Од засипните ускопи засипот се товари во вагони, што со локомотиви се довлекуваат до откопите во кои се вградува.

**Инкастиот систем** за површинско добивање на засипен материјал се состои од изработка на ускоп до површина (Сл. 110) околу кој постепено се врши дупчење и минирање. Притоа минираниот материјал паѓа на дното од ускопот, т.е. на решетките на кои се разбиваат покрупните парчиња. На прикажаната слика ускопот (1) треба да се изработи со поголеми димензии да не дојде до заглавување на материјалот по минирањето. Долгите мински

дупки што се дупчат околу ускопот, треба постепено да се минираат, во зависност од пропусната моќ на решетките (2). Работниците до решетките доаѓаат преку ходникот (3) за да извршат ситнење на крупниот материјал или евентуално заменување на решетките. По поминувањето низ решетките, засипот се акумулира во ускопот (4). На долниот дел од ускопот (4) има врата, низ која засипот се пропушта во вагони што се довлекуваат со локомотиви до потребните места во јамата.



Сл. 108: Добивање засип од џебови

- 1 Неминирана руда
- 2 Џеб
- 3 Откопен ходник
- 4 Засип

Сл. 109: Добивање засип со сукцесивно  
минирање на покривината

- 1 .Неминирана руда
2. Засип
3. Откопен ходник
4. Покровина

Сл. 110: Инкасти систем за добивање  
засип од површина

1. Ускоп
2. Ходник
3. Решетки
4. Ускоп (сипка за засип)

Како материјал од површина за засип може да се користи: шкрилци, туфови, песок, троска, јаловина од флотација и др.

Засипот може да се вградува во сува состојба со минимална содржина на влага, т.е. под 10%, како не би дошло до лепење на зрната при транспортот и вградувањето. Засипот во сува состојба на откопите се вградува рачно и со скрепери. Сувиот засип може да се транспортира и вградува пневматски и хидраулично, кога е засипот во вид на пулпа.

### 5.3.6. ОСИГУРУВАЊЕ НА ОТКОПИТЕ СО МАГАЦИНИРАЊЕ НА РУДАТА

Кај некои минерални сировини откопувањето се врши со таканаречени „**магацински методи**“. Името го добила по тоа што по извршеното минирање, рудата се магацинира, а само 30 до 40% се испушта преку рудните сипки. Другата руда останува во откопите и служи како средство за осигурување на

откопите т.е. се спротивставува на притисоците што се јавуваат од подината и кровината. Оваа руда служи како стојалиште на работниците при извршување на секојдневните работни операции (дупчење, минирање, подградување и др.). Кога со откопување ќе се заврши до горниот хоризонт, минираната руда во откопот целосно се празни, а откопите или се оставаат празни или се пополнуваат (заурнуваат) со засип.

#### 5.4. РАБОТЕН ЦИКЛУС

Работниот циклус се состои од повеќе работни операции коишто обични се извршуваат една по друга, а некои паралелно една со друга. Притоа постои одреден ред што е условено од природата на рударските работи. Така на пример, при откопувањето на минералните сировини на откопите работите течат по следниот редослед: дупчење мински дупки, минирање, проветрување, подградување (ако има потреба), товарење и транспорт на минираната руда до рудните сипки итн. Постојат и така наречени „помошни работи на откопите“: отстранување на напукнатите парчиња од руда по извршеното минирање, продолжување на цевководот за вода и воздух, низ кои доаѓа енергија за дупчење, подмачкување на дупчачките машини, приклучување на гумените црева за дупчачката машина, механизацијата за товарење и др. По завршувањето на сите работни операции, тие се повторуваат по ист редослед, а се нарекува **работен циклус**. Доколку работниот циклус се прикажува графички се нарекува **циклограм на работа**.

Како резултат на извршување на работниот циклус, имаме одреден број издупчени мински дупки, одредено количество на минирана руда или засип во кубни метри или со тони итн.

Постојат два вида работни циклуси: слободен или неврзан (нехармоничен) и врзан (хармоничен) работен циклус.

Кај **неврзаниот работен циклус** работните операции се извршуваат без однапред определено време на траење. Кај овој циклус се овозможува максимално исползување на опремата со која се извршуваат одделни работни операции, но не овозможува за наредниот работен циклус да започне во потполно ист временски период, ниту пак во потполност да се искористи работното време на работниците. Поради тоа, ваквата организираност на работите бара редовна контрола на извршувањето на работните операции за да се постигнат потребните задоволителни резултати во работењето.

Кај **врзаниот редовен циклус** времетраењето на сите работни операции е однапред пресметано, со цел тој да се заврши до определено време, а тоа овозможува и наредниот циклус да почне во предвиденото време. Кај овој циклограм на работа не може до максимум да се исползува опремата за работа, меѓутоа се постигнуваат високи ефекти и навремено се извршуваат предвидените задачи.

**Помошните работни операции** најчесто се извршуваат паралелно со главните работни операции, со што подобро се искористува работното време и не влијаат на времетраењето на работниот циклус (Сл. 111).

Колку подобро е организирано извршувањето на работните операции толку пониска е цената на изработка на подготвителните простории за откопување, цената на изработката, квалитетот на работата итн. Опремата што се ползува при извршување на работните операции, иако претставува важен фактор, сепак, таа е на второ место. Од друга страна, ни при најдобра

организација и добра опрема за работа, нема да се постигне потребната ефикасност и успех ако нема секојдневна и систематска контрола на избраната шема на работа, начин на извршување на работните операции и сигурност на работниците.

Работен процес	h	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Доаѓање на работа	0,5	■								
Дупчење	3,0		■	■	■	■				
Минирање	0,5					■				
Проветрување	1,0					■	■			
Товарење	2,5						■	■	■	■
Помошни работи	0,5									■
Заминување	1,5								■	■

Сл. 111: Работен циклус

## П Р А Ш А Њ А   И   З А Д А Ч И

1. Зошто се потребни дупчачко-минерските работи при експлоатација на цврстите корисни минерални сировини?
2. Како се поделени машините за изработка на минските дупки?
3. Како се поделени минските дупки според својата должина и со кои машини се изработуваат тие?
4. Нацртај како се поставуваат паралелните мински дупки?
5. Прикажи ги шематски сите видови лаковидни мински дупки?
6. Објасни го поимот „секундарно минирање“?
7. На колку начини може да се врши товарење на минираната руда на откопите?
8. Што знаеш за рачното товарење и превоз на минираната руда на откопите?
9. Кое е тоа директно, а кое индиректно товарење и транспорт на рудата од откопите?
10. За товарење и транспорт на рудата од откопите често се ползуваат скрепери. Зошто?
11. Наброј ги другите машини што се ползуваат за товарење и транспорт на рудата од откопите?
12. При работа на механизацијата на откопите, таа ползува одреден вид енергија. Која?
13. Објасни го поимот „јамски притисок“!
14. Објасни ги сликите од темата.
15. Кои мерки на претпазливост треба да се преземаат за да се намалат притисоците во областа на работилиштето?
16. Што се горски удари?
17. Како може да се спречат горските удари?
18. Кое средство најчесто се ползува за осигурување на откопите?
19. Како се осигуруваат откопите кај хоризонталните и благо наведнати рудни тела со дебелина до 3 метри?
20. Прикажи го со цртежи начинот на осигурување на откопите со поголема широчина!
21. Кои се предностите при осигурување со анкери?
22. Објасни го начинот на осигурување со анкери!
23. Во кои случаи се ползуваат сигурносни столбови за осигурување на откопите?
24. Како се поделени сигурносните столбови според намената и според начинот на поставување?
25. Зошто се оставаат заштитни столбови од руда?
26. Што знаеш за потпорните столбови?
27. Кај кои рудни тела и со која цел се оставаат линиските заштитни столбови?
28. Објасни од каде доаѓа името на меѓукоморните заштитни столбови?
29. На кои места во рудното тело се оставаат хоризонталните заштитни столбови?
30. Кои се предностите при осигурување на откопите со сигурносни столбови?

31. Во што се гледаат недостатоците при осигурување со сигурносни столбови?
32. Што претставува засип?
33. Кои услови треба да ги исполни засипот?
34. Од каде може да се добива засип во подземните рудници?
35. Како се добива засип кај малите и тенки рудни тела?
36. Објасни го површинскиот начин на добивање засип!
37. Како може да се вградува сувиот засип на откопите?
38. Објасни го начинот на осигурување на откопите со магацинирање на рудата!
39. Од што се состои еден работен циклус? .
40. Што знаеш за неврзаниот работен циклус?
41. Што е карактеристично за врзаниот работен циклус?
42. Прикажи графички еден циклограм на работа!

## ГЛАВА 6

### 6.0. УСЛОВИ ЗА ПРИМЕНА И КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЕТОДИТЕ ЗА ОТКОПУВАЊЕ

#### 6.1. ОПШТИ УСЛОВИ

При експлоатација на корисни минерални сировини што се длабоко во земјината внатрешност, треба на најекономичен и на најсигурен начин да се изврши подготовка на рудното тело за откопување, да се откопа минералната сировина и да се изнесе на површината, т.е. да се изнесе до постојките за преработка, што е и целта на сите методи.

Според тоа, **откопна метода** претставува одреден начин на подготовка и откопување на минералната сировина од рудните тела. За да може секоја метода за откопување успешно да се примени, треба да ги исполни следните услови: да обезбедува сигурност и здрави услови при работа, ниски трошоци при производството на руда, ниски губитоци на руда и обезбедување на потребниот капацитет на производството.

При проектирање на откопните методи за одредени рудни тела и минерална сировина треба да се избере откопна метода што ќе овозможи максимална заштита на здравјето на рударите. Според тоа, не смее да се применуваат откопни методи коишто овозможуваат економично работење, а не обезбедуваат сигурни и здрави услови при работата на работниците и механизацијата што се ползува. При **изборот на методата** за откопување треба да се внимава таа да не предизвика продор на површински и подземни води, пожари, заурнување на површината и други опасности.

За да се обезбедат здрави услови при работата, на откопите во секое време треба да се доведува свежа воздушна струја, а да се одведува загадениот воздух, составен од отровни, задушливи и експлозивни гасови и јамска прашина. Исто така, при работата секое работно место треба да биде добро осветлено, а патиштата по кои се движат работниците да се сигурни и секогаш во исправна состојба, откопите (на кои постои опасност од заурнување) навреме да се подградуваат итн. Ако дозволуваат условите во рудното тело, треба да се применува механизација за извршување на сите работни операции, со што работниците се ослободуваат од тешка физичка работа, а наедно се зголемува капацитетот на производството.

За секоја откопна метода треба да се организира добра и правилна организација на работа, со што се намалуваат губитоците од руда. Со намалување на губитоците од руда се продолжува векот на експлоатација на минералната сировина и се добива поголемо количество руда.

**Најевтина** е онаа метода за откопување кај која при работата се постигнуваат ниски трошоци по единица производ, не нарушувајќи ја сигурноста при работата. Во таков случај, за добивање единица производ треба да се потроши што помалку работна сила и материјали (дрво, експлозив и експлозивни средства и др.), како и време.

При откопувањето на корисните минерални сировини постои таканаречено „**чисто откопување**“ што се постигнува со правилно организирана работа и целосно откопување со таканаречено „**пљачкосувачко откопување**“ (**рауб-систем**), кога се врши откопување на богатите делови од минералната сировина, а се оставаат сиромашните, со што се создаваат големи губитоци на руда.

Со чистото откопување се зголемува искористувањето на минералната суровина, а кај нечистото се постигнуваат високи ефекти и евтино производство.

Лоша страна на пљачкосувачкото откопување, покрај губитоците на минерална суровина, е и тоа што се вложуваат поголеми инвестициони трошоци по единица производ; кај рудниците за јаглен со ваквата работа од неизвадениот јаглен се јавуваат оксидациони процеси и пожари итн. Поради тоа, од правилниот избор и економичноста во работењето со откопните методи, директно зависи и успешната работа на рудникот.

## 6.2. ГУБИТОЦИ И ОСИРОМАШУВАЊЕ НА РУДАТА

**Губитоците од руда** што се јавуваат при откопувањето, претставуваат важен фактор што влијае врз изборот на методите за откопување. Колку се тие поголеми толку се помали рудните резерви и векот на експлоатацијата, а се зголемуваат трошоците за инвестиции и подготовка на рудното тело за експлоатација.

До **осиромашување на рудата** доаѓа поради нејзиното мешање со засипот (кај методите со засипување) при минирање, кога со минските дупки ќе се зафати и дел од подината или таванот и друго, поради што се зголемуваат трошоците по тон руда. До зголемување на трошоците доаѓа поради поголемата потрошувачка на работна сила, материјали и енергија за производство на еден тон руда. Во таков случај, се зголемуваат и трошоците за транспорт на производот, како и непотребната преработка на јаловината во флотација или сепарација.

Губитоците и осиромашувањата се во функционална зависност од методата за откопување, организирање и начин на изведување на работните операции, физичко-механичките карактеристики на подината и таванот од рудното тело, начинот на осигурување на откопите и др.

Најголемо значење имат таканаречените, „**експлоатациони губитоци**“ од руда што се јавуваат во различна големина кај одделни методи за откопување.

Така на пример, кај некои методи за откопување, за да се заштитат откопите од заурнување, мора да се остават заштитни столбови од руда, во кои останува заробена поголем дел од минералната суровина. Кај методите, кај кои се ползува засип како средство за осигурување на откопите, дел од минираната руда пропаѓа во засипот и претставува неповратен губиток.

Покрај овие фактори, на губитоците и осиромашувањето на рудата влијаат транспортот и извозот на минираната руда, дебелината на рудното тело, начинот на откопување (масовно или селективно), начинот на осигурување и др.

Во секој случај, т.е. кај која било откопна метода се јавуваат одредени губитоци и осиромашување на рудата, а практично не постои начин да се дојде до 100% искористување на минералната суровина ниту да се произведе потполно чиста руда. При практичната примена на која било откопна метода треба да се настојува губитоците и осиромашувањето да се што помали.

### 6.3. ИНТЕНЗИТЕТ НА ОТКОПУВАЊЕ

**Интензитет** или продуктивност на методите за откопување претставува фактор од кој зависи економското работење на рудниците, бидејќи со примена на продуктивни методи за откопување се зголемува капацитетот на производството на рудникот. Продуктивноста се одредува со брзината на откопување на одделни откопни блокови или на делови на рудното тело.

**Врз продуктивноста** на откопните методи влијаат следните фактори:

- рударско-технички фактори, во кои спаѓаат: отворање на рудното тело, разработката и подготовката за откопување, методите за откопување, бројот на хоризонтите (откопните полиња) и бројот на откопите од кои истовремено се произведува руда;
- организационо-технички фактори, и тоа: примена на соодветна механизација за извршување на работните операции при отворањето, подготовката и откопувањето, организацијата на работите при откопувањето, бројот на смените во текот на денот, работните денови во годината и др.;
- геолошки фактори, односно природните фактори (услови) во рудното тело: должината, широчината, дебелината, длабочината на залегување, падниот агол, физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи, присуството на подземни води и др.

Според тоа, **интензитетот на експлоатација** е во зависност од следните фактори:

- бројот на работните денови во годината,
- бројот на продуктивните смени во текот на денот;
- механизираноста на работните операции при откопувањето;
- усогласеноста на работите при разработката, подготовката и откопувањето;
- бројот на истовремено активните откопи на еден хоризонт и бројот на хоризонтите во рудното тело;
- дебелината и наклонот на рудното тело; рудните тела со мала дебелина овозможуваат поголем интензитет при откопувањето и обратно;
- рудните тела со поголем наклон за транспорт на рудата од откопите до главните транспортни артерии ја ползуваат силата на гравитацијата.

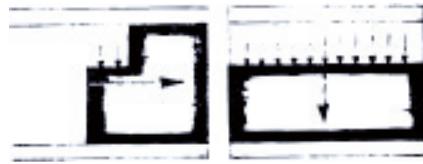
### 6.4. ПРАВЕЦ НА КОПАЊЕ И ДВИЖЕЊЕ НА ОТКОПНИОТ ФРОНТ

Напредување на откопите зависи од правецот во кој работниците ја вадат минералната суровина на челото на работилиштето со примена на соодветна механизација. Притоа, секојдневно доаѓа до поместување на работилиштето кое, со други зборови, се нарекува „**правец на копање**“.

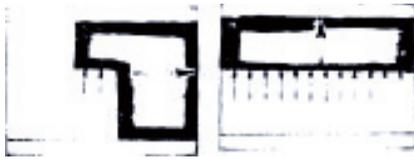
Правецот на копање може да биде: **по правец на протегање** на рудното тело (Сл. 112, Сл. 113, Сл. 114); **по наклонот** (Сл. 115, Сл. 116); **по нагорнината** (Сл. 117, Сл. 118); **по дијагонала** (Сл. 119, Сл. 120) и **нормално на правецот на протегањето** (Сл. 115).



Сл.112, 113 и 114: Откопување по правец на протегање



Сл. 115 и 116: Откопување по наклон на минералното наоѓалиште

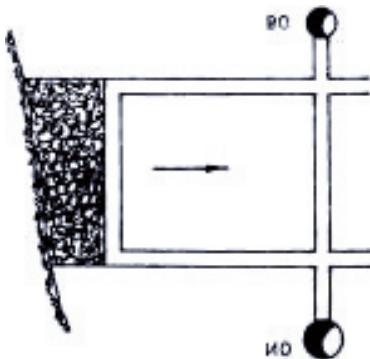


Сл. 117 и 118: Откопување по нагорнина

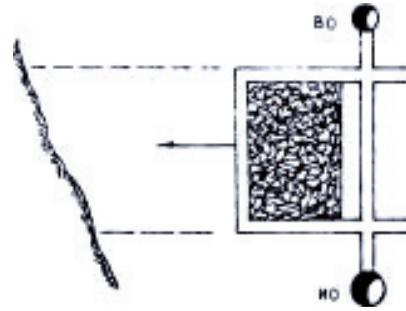


Сл. 119 и 120: Дијагонално откопување

Правецот на движење на откопниот фронт го означува движењето на еден или на повеќе откопи како целина. Движењето на откопниот фронт може да биде **по правец на протегање** на рудното тело (Сл. 112, Сл. 117, Сл. 115, Сл. 120) кај широкочелното и **попречно откопување**; **ускопно** напредување (Сл. 118, Сл. 113), кај челното откопување јаглен и руди, како и **нископно** откопување (Сл. 116, Сл. 114), што се применува при експлоатација на соли.



Сл. 121: Отстапно откопување



Сл. 122: Настапно откопување

Движењето на откопниот фронт во однос на главните транспортни и извозни објекти може да биде: **отстапно** и **настапно**.

**Отстапно** откопување (Сл. 121) всушност, претставува напредување на откопот од природната или од вештачката граница на рудното тело во правец на излезот од јамата.

**Настапно** откопување претставува обратен случај т.е. откопот напредува од правецот на транспортниот или извозниот објект кон природната или кон вештачката граница на рудното тело. (Сл. 122).

## 6.5. ЕФЕКТИ, НОРМАТИВИ И ТРОШОЦИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО

Ефект претставува количество на произведена руда за осумчасовно работно време. Во подземната експлоатација на корисни минерални сировини постојат следните ефекти: откопни, јамски, руднички и ефект при извршување на работните операции.

Во ефект на разновидни работни операции може да биде при изработка на мински дупки, при товарење руда, засипување и др. што, всушност,

претставува продуктивноста во тие работни операции. Ваквата ефективност се изразува различно, во зависност од видот на работните операции. Така на пример, ефектот при дупчење и минирање се изразува во тони соборена руда по надница; кај засипувањето ефектот се изразува во кубни метри засип по надница итн.

**Откопен** ефект претставува продуктивноста на работниците вработени во процесот на откопување, во кој се вклучени сите потрошени надници при: подготовка на рудното тело за откопување, дупчење и минирање на минските дупки на откопите, проветрување, подградување, засипување и други помошни работни операции при откопување. Откопниот ефект се изразува во тони по надница.

**Јамски** ефект претставува продуктивноста на работниците, вработени на подземните работилишта, во кои влегуваат сите потрошени надници, а се изразува во тони по надница.

**Руднички** ефект претставува продуктивноста на сите работници вработени на работилиштата во јама и на површина, во кој се вклучени сите извршени надници. Се изразува во тони по надница.

**Нормативи** претставуваат потребното количество енергија, материјали и надници за производство на еден тон руда.

Нормативите за електрична енергија покажуваат колку KWh електрична енергија е потрошена за производство на компримиран воздух (потребен за работа на механизацијата) и за работа на електричните машини.

Во нормативи на материјали се вклучени главните потрошни материјали, во кои спаѓаат: дрвена граѓа за подградување, експлозив и експлозивни материјали, прибор за дупчење (круни, дупчачки шипки и др.) цемент, нафта и др. Ситниот материјал (шајки, клинови за колосек, жица и др.) се пресметува во вредност од 10% од главниот потрошен материјал.

Нормативите на работна сила претставуваат реципрочна вредност на ефектите. За пресметување на нормативите на работната сила, треба да се предвиди организација на работата за секој работен процес, предвидувајќи за секоја работа соодветна квалификација на работниците.

Со познавање на нормативите на работната сила, материјали и електрична енергија, како и цената на чинење на одделни материјали, енергија и бруто заработувачката на работниците по квалификации, може да се одредат директните трошоци за подготовка и откопување по тон руда. Во вкупни трошоци при откопување, покрај трошоците за работна сила, материјали и електрична енергија, припаѓаат и соодветните трошоци за погонската и управната режија.

Во **јамски трошоци** на производство, покрај трошоците за производство на руда, влегуваат и трошоците за транспорт и извоз, проветрување и одводнување и друго, дел од трошоците на услужните погони (столарска, машинска и други работилници), трошоците за амортизација на другите јамски процеси, режијата на јамата и дел од управната режија.

Во **руднички трошоци** влегуваат трошоците направени од сите погони и одделенија, режијата на сите погони, вкупните трошоци за амортизација на рудникот, трошоците за одржување на откопите и подземните рударски простории, управната режија на јамата, даноци и др.

## 6.6. ФАКТОРИ ШТО ВЛИЈААТ ВРЗ ИЗБОРОТ НА ОТКОПНИТЕ МЕТОДИ

При изборот на методите за откопување влијаат повеќе фактори, меѓу кои поважни се: физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи; дебелината и наклонот на рудното тело; карактерот на распределбата на корисните минерали и вредноста на рудата; формите на рудните тела и контактот со околните карпи; минералошките и хемиските состави на рудата; афинитетот на рудата кон самозапалување; хидролошките услови; појавата на експлозивни и отровни гасови; длабочината на рударските работи; објектите на површината; работната сила; дисциплината при работа; пласманот на производот и др.

1. Од физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи зависи: широчината на откопите, правецот на откопување (насочно или пречно), димензиите на сигурносните столбови, изборот на опремата за дупчење, товарење, транспорт и др.

2. Дебелината на рудното тело има важно влијание врз начинот на откопување. Ако се работи за слоеви со мала дебелина тие се откопуваат во целата височина, а ако се работи за дебели слоеви повеќе од 3 метри, се откопуваат во скалила.

Кај неслоевити рудни тела со мала дебелина, откопите се поставуваат по правецот на протегање на рудното тело, а кај подебелите рудни тела (повеќе од 10 метри) нормално на правецот на протегање на рудното тело.

3. Наклонот на рудните тела е од важно значење за ползување силата на гравитацијата за пропуштање на рудата од откопите до главните транспортни ходници. Така на пример, кај тенките рудни тела за да се ползува гравитационата сила, рудното тело треба да има наклон повеќе од 60°, а за дебелиите, наклонот може да биде и поблаг. Кај благо наведнатите рудни тела за пренесување на рудата се користат скрепери и друга механизација.

4. Нерамномерната распореденост на корисниот минерал во рудното тело, т.е. менување богати со сиромашни делови и јалови слоеви, пречат при нормалното откопување. Во такви рудни тела не може да се применат масовните методи за откопување, а ако се применуваат, тогаш се работи со големо осиромашување. Во вакви случаи, најдобро е да се врши селективно откопување. Ако се работи за скапи руди, тогаш може да се применат методи што овозможуваат помала ефективност во работата, а даваат поголемо искористување на полезниот минерал. Ако пак во рудното тело рудата е со послаб квалитет и поевтина, тогаш при откопувањето предност имаат масовните методи.

5. Афинитетот кон самозапалување е фактор кој што има битно влијание врз брзината на откопување на минералната суровина. Ако минералната суровина подлегнува на самозапалување, тогаш мора да се врши брзо и чисто откопување со засипување на откопаниот простор.

6. Ако рудното тело има неправилна форма и нејасен контакт со околните карпи, не може да се применуваат некои методи (магацинска, подетажна итн.). Во таков случај предност имаат методите со засипување на откопаниот простор или со покровно заурнување на јаловите карпи.

Ако пак рудните тела имаат јасен контакт со околните карпи и донекаде имаат правилна форма, овозможени се услови за примена на повеќе видови

откопни методи, под услов да се исполнети други услови за примена на тие методи.

7. Рудни тела што содржат пирит и пиротин, подлегнуваат на самозапалување и лепливост. Рудата од таквите рудни тела не дозволува подолго време да стои на откопите, т.е. не може да се применат магацински методи или методи со заурнување на рудата. Ваквите минерални суровини ако се подолго време во контакт со воздух, благо оксидираат, создавајќи тешкотии при флотирање, а наедно се намалува и искористувањето на металот:

8. Хидролошките услови, т.е. присуството на акумулирани подземни води или водоносни карпи над рудното тело, оневозможуваат примена на некоја од методите со заурнување. Во таков случај доаѓаат предвид методи со примена на хидраулично-цементно засипување или методи со оставање постојани сигурносни столбови.

9. Ако на површината на земјата над рудното тело има важни објекти (станбени згради, патишта, мостови и др.), не смее да се користат методите со заурнување. Во тој случај предност имаат некои од методите со засипување на откопаниот простор. Понекогаш поекономично е да се изврши преместување на објектите и да се примени високопродуктивна метода, одошто да се применува некоја од методите со засипување што создава многу поголеми трошоци.

10. Појавата на отровни и експлозивни гасови има, исто така, одредено влијание врз начинот на откопување. Примената на откопните методи, во вакви услови, е условено со сигурно и правилно проветрување, односно редовно доведување на свежа воздушна струја, а изнесување надвор пращината, отровите и експлозивните гасови.

11. Ако рудните тела се на длабочина повеќе од 1 000 метри, тогаш треба исто така да се внимава при изборот на откопните методи и начинот на проветрување, бидејќи се јавуваат проблеми со зголемените притисоци и температури.

12. Работната сила и дисциплината при работата, исто така имаат важно влијание, особено ако се применуваат откопните методи со широко чело, каде што се бараат стручно оспособени и искусни работници кои ретко отсутнуваат од работа. Во вакви случаи, работата мора да се одвива без поголеми прекини и без менување на работниците кои работат на одделни работни операции.

13. Пласманот на производот од минералните наоѓалишта има важно влијание, бидејќи ако минералната суровина е продадена за подолг временски период, тогаш доаѓа предвид примена на некои од откопните методи со континуирано производство (широко чело), а во спротивно - дисконтинуирано производство (кусо чело).

## П Р А Ш А Њ А   И   З А Д А Ч И

1. Што претставува откопна метода?
2. На што треба да се внимава при изборот на откопните методи?
3. Што треба да се направи за да се обезбедат здрави услови при работа?
4. Која е најевтина откопна метода?
5. Која е разликата меѓу чистиот и рауб-системот за откопување?
6. На што влијаат губитоците и осиромашувањето на рудата?
7. Од кои причини најчесто доаѓа до осиромашувањето на рудата?
8. Кои фактори влијаат врз губитоците и осиромашувањето на рудата?
9. Што претставува интензитет на методите за откопување?
10. Наброј ги рударско-техничките фактори што влијаат врз продуктивноста на откопните методи!
11. Наброј ги организационо-техничките фактори што влијаат врз продуктивноста на откопните методи!
12. Кои геолошки фактори влијаат врз продуктивноста на откопните методи?
13. Од што зависи интензитетот на експлоатацијата?
14. Објасни го поимот „напредување на откопите“!
15. Покажи го со цртежи: каков може да биде правецот на копање?
16. Како може да биде движењето на откопниот фронт?
17. Што е отстапно, а што настапно откопување?
18. Што претставува ефект?
19. Какви учинци постојат во подземната експлоатација?
20. Што подразбираш под откопен „учинок“?
21. Која е разликата меѓу јамски и руднички учинок?
22. Што се нормативи?
23. Што покажуваат нормативите на електричната енергија?
24. Кои потрошни материјали влегуваат во нормативи на материјали?
25. Како може да се одредат директните трошоци за подготовка и откопување на рудата?
26. Што се влегува во јамски трошоци на производство?
27. Кои трошоци влегуваат во руднички трошоци?
28. Наброј ги факторите што влијаат врз изборот на откопните методи!

## ПОДЕЛБА НА МЕТОДИТЕ ЗА ОТКОПУВАЊЕ

Методите за откопување на неслоевити рудни тела се поделени во осум групи, и тоа:

**1. Методи со отворени откопи** се применуваат за рудни тела со цврста и компактна руда и стабилни околни карпи. Карактеристично за овие методи е тоа што, по завршеното откопување, откопите остануваат отворени. Осигурување на откопите од заурнување се врши со оставање сигурносни столбови од сиромашна руда или од јалови пластови. Ако треба да се заштити површината на земјата над рудното тело од заурнување, тогаш сигурносните столбови се оставаат засекогаш. Во спротивно, по завршеното откопување, дел од заштитните столбови се откопуваат. Кај овие методи ретко се применува подграда (дрвена, анкери и др.) за заштита на покривот и околните карпи од заурнување.

**2. Магацински откопни методи** се применуваат за рудни тела со стрмен пад, цврста руда и стабилни околни карпи. Подината и кровината се осигуруваат со сигурносни столбови, а при откопувањето се осигуруваат и со минираната (магацинираната) руда. Минираната руда во исто време служи и како стојалиште на работниците при извршување на работните операции што се применуваат при откопување на рудата.

**3. Методи со засипување** на откопаниот простор се применуваат за рудни тела со цврста и средно цврста руда, а слаба подина и кровина. Принципот на работа кај овие методи е што, по вадењето на рудата, празниот простор се пополнува со јалов материјал (засип), при што од подот на откопот до таванот треба да се остави слободен работен простор за движење на работниците и извршување на секојдневните работни операции. Засипот служи како средство со кое се спречува заурнување на подината и кровината и како стојалиште на работниците при извршување на работните операции. Ако се јави потреба за дополнително осигурување, тогаш послабите места на откопите може да се осигуруваат и со подграда (дрво, анкери и др.). Ако рудното тело е со поголема должина и широчина, тогаш како средства за осигурување може да се користат и сигурносни столбови од руда.

**4. Методи со засипување и подградување** на откопите се применуваат за рудни тела со слабо цврста руда и околни карпи. Економската оправданост за примена на оваа метода се гледа во откопување на поскапи минерални суровини.

**5. Методи за откопување** со подградување на отворените откопи се применуваат за рудни тела со умерено цврста руда, а со слаби околни карпи. За примена на овие методи рудните тела треба да се во форма на плочи (слоеве) и рудни жици со дебелина до 3 метри. По вадењето на рудата, на откопите се става подграда за да не дојде до заурнување. Бидејќи овие методи се мошне скапи, тие се применуваат за вредни руди.

**6. Методи за откопување** со заурнување на таванските карпи по вадењето на рудата се применуваат за рудни тела со средно цврста руда и со слаби околни карпи.

**7. Методи за откопување** со заурнување на рудата и на околните карпи се применуваат за рудни тела што се протегаат на поголемо пространство, кај кои рудата и околните карпи треба да подлегуваат на самозаурнување.

**8. Комбинирани методи** за откопување се применуваат за рудни тела што зафаќаат поголемо пространство, каде што откопувањето се врши во две фази. Во првата фаза рудата се вади со коморни откопи, а во втората фаза се откопуваат сигурносните столбови што имаат приближно исти димензии како коморите.

Секоја од овие групи се дели на подгрупи или варијанти и модификации, во зависност од условите во рудното тело. Поради големиот број на откопни методи, овде не сме во можност да ги прикажеме сите, туку само оние што се применуваат почесто, а се едноставни, како би можеле да ги сфатат учениците.

## ГЛАВА 7

### 7.0. МЕТОДИ СО ОТВОРЕНИ ОТКОПИ

#### 7.1. ФРОНТАЛНИ ОТКОПНИ МЕТОДИ

Фронталните откопни методи се применуваат за хоризонтални и благо наведнати наоѓалишта, во форма на слоеви или леќи. Дебелината на хоризонталните рудни тела може да изнесува до 30 метри, а кај косите од 1 до 4 метри.

Овие откопни методи своето име го добиле според начинот на откопување, кој се изведува во широк фронт. Ако рудното тело е со мала дебелина, височината на откопот е според дебелината, а ако дебелината е повеќе од 5 метри, откопувањето се врши со една, две или повеќе скали.

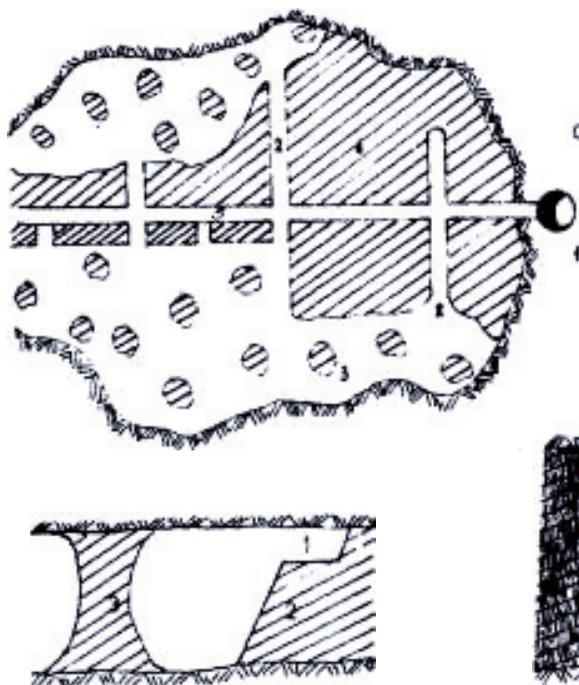
##### 7.1.1. ФРОНТАЛНА МЕТОДА ЗА ОТКОПУВАЊЕ НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДНИ ТЕЛА

Подготовката за откопување на вакви рудни тела почнува веднаш по извршеното отворање. Отворањето најчесто се врши со окна, кои се лоцираат на периферијата на рудното тело (Сл. 123).

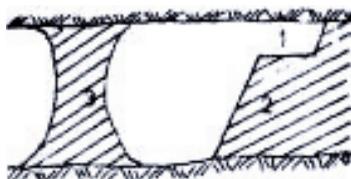
Кај ова метода подготовката се состои во изработка на главниот транспортен ходник, што се протега од окното до другиот крај на рудното тело. Исто така, во подготвителни простории спаѓаат и пречните ходници што се изработуваат од едната и од другата страна на транспортниот ходник, на меѓусебно растојание од 20 до 30 метри. Пречните ходници се долги во зависност од широчината на рудното тело. Откопувањето на минералната суровина почнува од крајот на пречните ходници, т.е. од периферијата на рудното тело со отстапување кон главниот транспортен ходник.

Ако со ова метода се откопуваат мали рудни тела, тогаш се зафаќа целото рудно тело; во спротивно, рудното тело се дели на откопен фронт - со широчина од 10 до 30 метри.

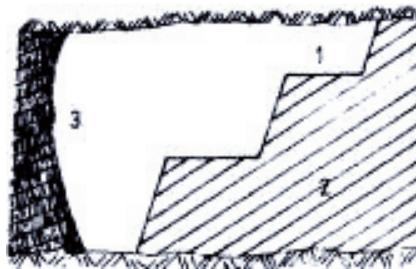
Ако се работи за рудни тела со височина до 4 метри, откопување се врши во цела височина. Доколку дебелината на рудните тела е поголема, тие се откопуваат со една (Сл. 124), две (Сл. 125) или повеќе скалила.



Сл. 123: Фронтално откопување на хоризонтални рудни тела  
 1. Вертикално окно  
 2. Пречен ходник  
 3. Заштитен столб  
 4. Неминирана руда  
 5. Насочен ходник



Сл. 124: Откопување на средно дебели рудни тела со една степеница  
 1. Засек  
 2. Неминирана руда  
 3. Заштитни столб



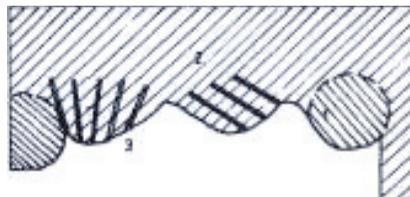
Сл. 125: Откопување на дебели рудни тела со повеќе степеници  
 1. Степеници  
 2. Неминирана руда  
 3. Заштитни столб

Притоа, прво се отвора широк фронт под таванот на откопот, при што минераната руда се турка во подножјето на откопот, од каде што се товара во вагони, јамски камиони и друг вид на транспортни средства со различни типови багери.

Откопниот фронт нема рамна површина, туку е искршен (Сл. 126) во цик-цак форма. Причината за ваквиот начин на откопување е да се овозможи минските дупки да имаат две слободни површини, со што се зголемува ефектот на минирањето. Притоа, особено се води сметка да не дојде до растресување на заштитните столбови. Поради тоа, минските дупки треба да се поставуваат како што е прикажано на Сл. 127.



Сл. 126: Искршен откопен фронт  
 1. Заштитен столб  
 2. Неминирана руда



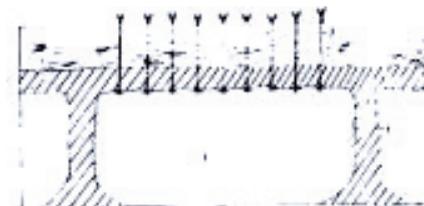
Сл. 127: Начин на поставување на мински дупки кај фронтална метода  
 1. Заштитен столб  
 2. Неминирана руда  
 3. Мински дупки

Димензиите на сигурносните столбови се различни, во зависност од широчината на откопите и височината на рудното тело. Тие се оставаат од посиромашна руда или од јалови пластови и каде што рудното тело не е распукнато или не е тектонски нарушено. Кај рудни тела со недоволно стабилен таван столбовите се оставаат на помало растојание (Сл. 128) или таванот се подградува со анкери (Сл. 129).

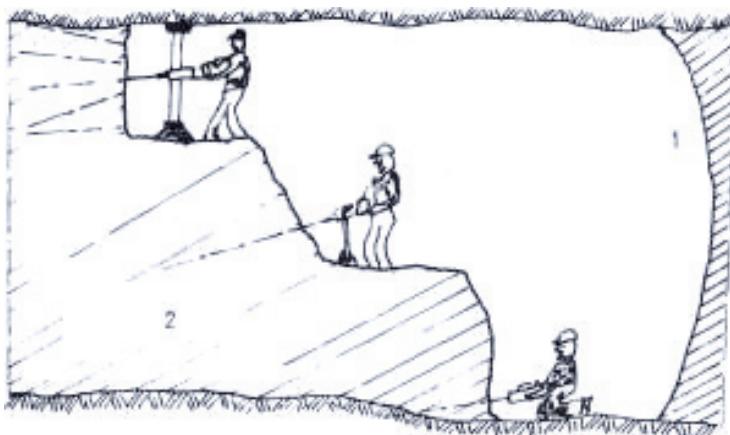
Дупчење на минските дупки се врши со средно тешки и тешки дупчечки машини или дупчечки коли со 2 до 4 дупчечки чекани. По завршеното дупчење (Сл. 130), на минските дупки, тие се полнат, се поврзуват и се палат. По извршеното минирање, откопите се проветруваат од отровните гасови и прашина што се создава при минирањето. Потоа следува работна операција отстранување на напукнатите и лабави парчиња од руда, како и ситнење (со секундарно минирање или со чекан) на покрупните парчиња од руда.



Сл. 128: Осигурување на недоволно стабилен покрив со заштитни столбови



Сл. 129: Осигурување на покривот од откопот со анкери



Сл. 130: Дупчење мински дупки на откоп

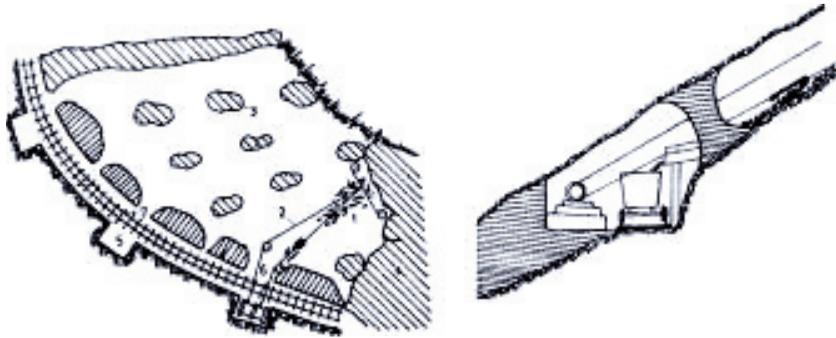
1. Заштитен столб
2. Неминирана руда

### 7.1.2. ФРОНТАЛНА МЕТОДА ЗА ОТКОПУВАЊЕ НА НАВЕДНАТИ РУДНИ ТЕЛА

Овие методи се применуваат за рудни тела со дебелина од 2 до 4 метри и пад од  $20^\circ$  до  $30^\circ$ .

Подготвителни работи се: транспортен ходник, кој се изработува по правецот на протегање на рудното тело во руда (Сл. 131) и ходник за проветрување, на растојание од 30 до 50 метри, мерено по падот на рудното тело.

Рудните сипки се изработуваат на меѓусебно растојание од 5 до 10 метри, со широчина на отворот, низ кој истекува рудата од 1,5 до 2 метри. За полесно товарење на рудата на долниот дел од сипките има врати (мостови), преку кои, со скрепери, рудата се товара во вагони.



Сл. 131: Фронтално откопување на наведнати рудни тела

1. Минирана руда
2. Скрепер
3. Заштитни столбови
4. Неминирана руда
5. Скреперски ниши
6. Рудна сипка
7. Колосек

Дупчење на мински дупки се врши со средно тешки и тешки дупчачки машини. Заради осигурување на откопите се оставаат потпорни столбови на растојание од 10 до 15 метри, така што во нив останува од 20-25% заробена руда. Должината на минските дупки изнесува 4-4,5 метри. Потоа, следуваат работните операции: минирање, проветрување, отстранување на распукнатите и лабави парчиња од рудата од таванот и страните на откопот. Исто така, ако се појави потреба, таванот се подградува со анкери. Товарењето на рудата се врши со скрепери поради што треба да се прават таканаречени „скреперски ниши“, на растојание од 15 до 20 метри.

## 7.2. КОМОРНО ОТКОПУВАЊЕ

Овие методи може да се применуваат за откопување минерални сировини ако рудата и околните карпи се цврсти и стабилни. Во тој случај коморите може да имаат поголема широчина со помалку заштитни столбови, со што ќе се заштеди поголем дел од минералната сировина. Откопите и заштитните столбови се формираат по правецот на протегање на рудното тело или по падот.

Бидејќи во заштитните столбови останува од 20 до 40% руда, овие методи се применуваат за рудни тела со слаба процентуална застапеност на полезниот минерал, како и за неметалични наоѓалишта: маслени шкрилци, соли и др. Ако со овие методи се откопуваат поскапи минерални сировини тогаш, по завршеното откопување, се откопуваат и дел од сигурносните столбови, а откопите се осигуруваат со анкери, бетонски сигурносни столбови или со вкрстени дрвени столбови.

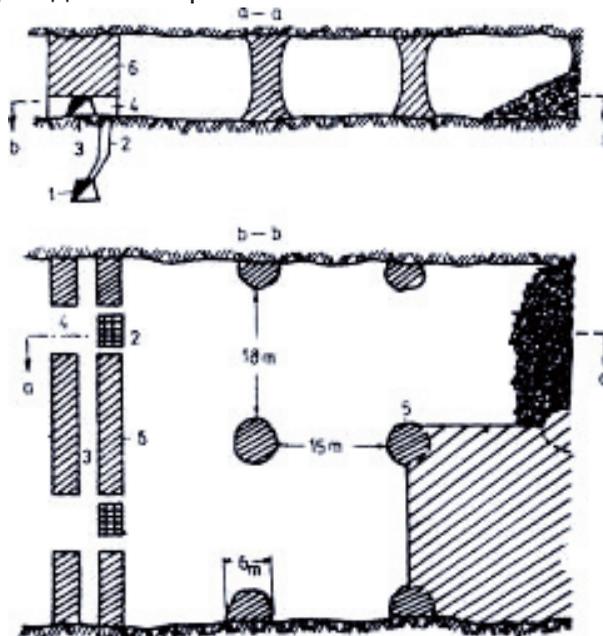
Во зависност од тоа дали се откопуваат хоризонтални или коси рудни тела, постојат:

- а) Коморно откопување на хоризонтални рудни тела;
- б) Коморно откопување на коси рудни тела.

### 7.2.1. КОМОРНО ОТКОПУВАЊЕ НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДНИ ТЕЛА

Во зависност од карактеристиките на рудата во рудното тело и околните карпи, како и од дебелината на самото рудно тело, постојат поголем број варијанти и подваријанти кај овој вид методи.

На Сл. 132 е прикажана варијанта на коморна метода за откопување на хоризонтални рудни тела со дебелина од 3 до 10 метри, а понекогаш и до 20 метри. Притоа, ако рудните тела се со помала дебелина, тие се откопуваат со целата височина, со широчина на коморите од 5 до 6 метри. Ако рудните тела се со поголема дебелина, поголема е и широчината на коморите, односно тие се со широчина од 15 до 30 метри.



Сл. 132: Коморно откопување на хоризонтални рудни тела  
1. Транспортен ходник; 2. Рудни сипки; 3. Пристапни ходници; 4. Куси проби; 5. Заштитни столбови;  
6. Лентести заштитни столбови

Кај потенките и кај подебелите рудни тела осигурување на откопите се врши со сигурносни столбови со неправилна форма, односно приближно може да имаат форма на круг или на квадрат. Растојанието кај сигурносните столбови за помалите комори изнесува од 2 до 5 метри, а кај поголемите комори од 5 до 15 метри.

Од прикажаната слика се гледа дека рудното тело е поделено на откопни блокови, со должина од 100 до 120 метри и широчина од 40 до 100 метри. Должината и широчината на откопните блокови може да биде ограничена и со димензиите на рудното тело, т.е. со неговата широчина и должина. Во подготвителните простории што се изработуваат кај овие методи спаѓаат транспортни ходници (1), што се изработуваат на растојание од 100 до 120 метри, на 5 до 10 метри под рудното тело во подинските карпи. Од транспортните ходници, на растојание од 18 до 20 метри, односно за секоја комора се изработуваат рудни сипки (2), низ кои се пропушта рудата од откопите до транспортните ходници. Со цел да се снабдат коморите со потребните материјали и опрема за работа се изработуваат и ходниците (3), преку кои доаѓаат и работниците до своите работни места. Овие ходници се

изработуваат во руда во подинскиот дел од рудното тело. За да не дојде до заурнување на ходниците (3), тие се заштитени со таканаречени „лентести заштитни столбови“ (6). Од овие ходници, на растојание од 18 до 20 метри, се изработуваат куси пробои од каде што се почнува со откопување, а во нив се сместени и рудните сипки.

Откопувањето почнува со постепено дупчење и минирање на рудата се додека не се добие проектираната широчина на комората.

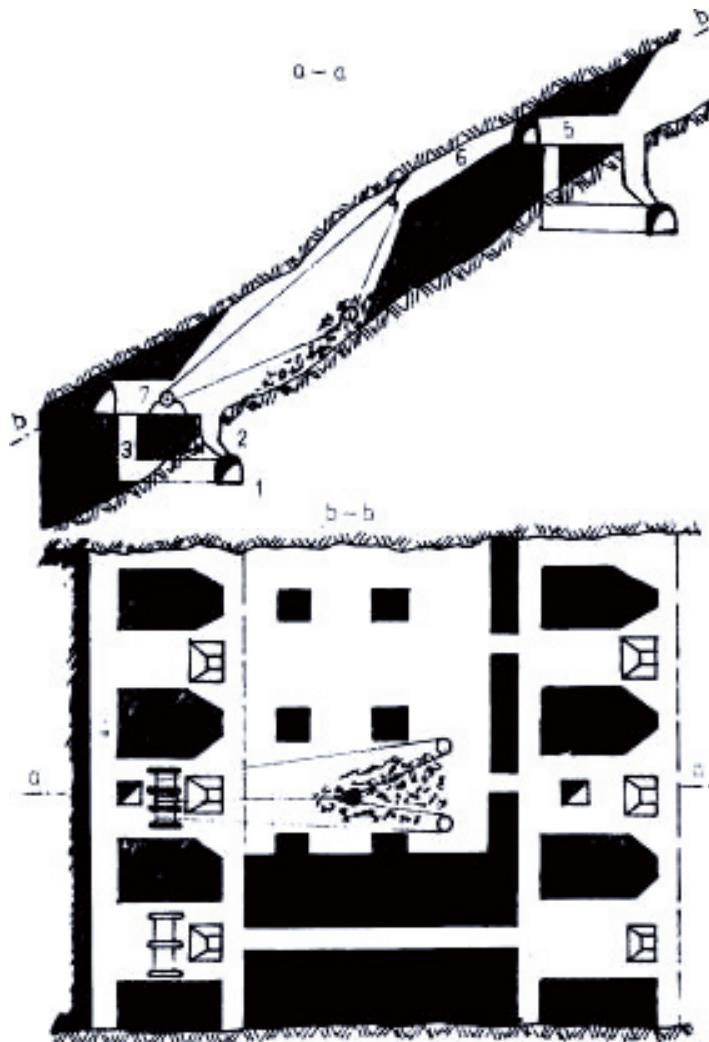
Дупчењето се врши со средно тешки и тешки дупчечки машини или со дупчечки коли, на кои има повеќе дупчечки чекани. По извршеното минирање и проветрување на откопите, се отстрануваат лабавите и напукнатите парчиња од руда (блокови), а ако се јави потреба, покривот може да се осигурува со анкери.

Товарењето на минираната руда се врши со разновидни утоварно-транспортни машини (каво 310 или 510), скрепери, како и со багери, од кои рудата се товари во камиони-кипери.

За да се постигне поголема ефикасност при откопувањето, работата треба така да се усклади што, додека во едната комора се извршуваат работните операции дупчење и минирање, во другата комора треба да се врши товарење и транспорт на минираната руда до рудните сипки.

#### 7.2.2. КОМОРНО ОТКОПУВАЊЕ НА КОСИ РУДНИ ТЕЛА

Овој начин на откопување се применува за рудни тела со дебелина од 5 до 15 метри и наклон 10-40°. Минералната суровина треба да е цврста и стабилна, како би можеле сигурносните столбови да ги примаат оптоварувањата од таванот на откопот. Сигурносните столбови имаат приближно кружен или квадратен попречен пресек со пречник (страна) од 3 до 4 метри. Коморите се со широчина од 12 до 16 метри што, всушност, претставува и растојание меѓу редовите на столбовите. Столбовите се оставаат на меѓусебно растојание од 5 до 10 метри. Ако се појави потреба за дополнително осигурување на таванот од коморите, тогаш како средство за осигурување може да се ползуваат анкери.



Сл. 133: Коморна откопна метода за коси рудни тела  
 1. Транспортен ходник; 2. Рудна сипка; 3. Ускоп; 4. Насочен ходник; 5. Широк пречни ходник;  
 6. Ускоп за проветрување

Подготвителни подземни рударски простории се: транспортен ходник, што се изработува во подината на рудното тело (1). Бидејќи се работи за косо рудно тело (Сл. 133), височинската разлика меѓу хоризонтите, мерено по падот на рудното тело, изнесува од 40 до 60 метри. За побрзо пропуштање на минираната руда, за секоја комора се изработува рудна сипка (2). Ускопот (3) служи како просторија по која работниците доаѓаат на откопите за извршување на секојдневните работни операции и за донесување на потребната механизација, алат и материјал на откопите.

Под таванот на рудното тело во руда се изработува насочен ходник (4), што служи за комуникација меѓу коморите. Од овој ходник, во насока на подината на рудното тело, на растојание од 5 до 6 метри, се изработува широк пречен ходник, во кој се сместени устијата на рудните сипки и скреперите со кои се превлекува минираната руда до рудните сипки. Сипката во своето устие е проширена во вид на инка за полесно прифаќање на рудата. За подобро проветрување на откопите во таванскиот дел на рудното тело се изработува ускоп (6) кој што постепено се проширува. Од ова проширување се дупчат мински дупки надолу во неколку паралелни редови. Тие редови, по извршеното полнење со експлозив, се минираат еден по друг. По извршеното минирање

коморите се проветруваат за да се отстранат отровните гасови и прашина настанати од експлозијата.

Сигурносните столбови околу пречните ходници и во коморите остануваат како перманентно средство за осигурување, односно дополнително не се откопуваат.

### 7.2.3. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ НА КОМОРНИТЕ МЕТОДИ

Овие методи спаѓаат во високопродуктивни методи, а со примена на современа механизација за извршување на работните операции при дупчење, товарење и транспорт, се постигнуваат работни ефекти што можат да достигнат вредност од 80 до 100 тони по надница. Според тоа, со овие методи се постигнуваат големи капацитети на производство, со мал коефициент на подготвителни работи. Многу ретко се ползува дрвена граѓа како средство за осигурување на откопите и трошоците на производството се ниски.

Негативна страна на овие методи е што има големи губитоци на корисна минерална суровина во сигурносните столбови на откопите и околу ходниците и другите подготвителни простории, како и големата опасност за работниците во отворените простори кои настануваат при вадење на рудата, а што може да се намали со редовното осигурување на таванот на откопите со анкери.

### 7.3. ПОДЕТАЖНИ МЕТОДИ ЗА ОТКОПУВАЊЕ

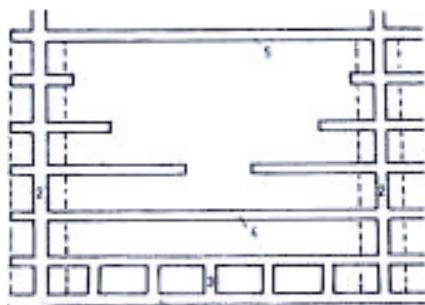
Подетажните методи за откопување се ползуваат за откопување рудни тела со дебелина од 1 до 20 метри (насочни подетажни методи) и од 20 до 30 и повеќе метри (пречни подетажни методи). Да би можела рудата гравитациски да се спушта низ рудните сипки, рудните тела треба да имаат наклон повеќе од 60°. Методите се користат за рудни тела во форма на рудни жици, леќи и плочи. Рудата треба да биде стабилна, како би можеле подетажните ходници да се изработуваат без примена на какво било средство за осигурување. Исто така и подинските и таванските карпи треба да се цврсти и стабилни, да не би дошло до одронување, односно до мешање на корисната минерална суровина и околните карпи, со што би настанало осиромашување на рудата. Откопите имаат форма на комори со должина од 50 до 100 метри и височина од 40 до 60 метри. Во зависност од тоа дали откопите се поставуваат по правецот на протегање на рудното тело или попречно, постојат две методи.

- а) Насочна подетажна метода;
- б) Пречна подетажна метода.

### 7.3.1. НАСОЧНА ПОДЕТАЖНА МЕТОДА

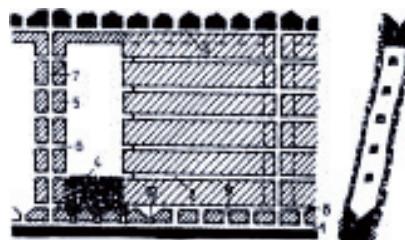
Насочната подетажна метода може да се изработи во повеќе варијанти и подваријанти, во зависност од физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи, дебелината на рудното тело, наклонот и др.

Подготвителни подземни рударски простории кај подетажната метода, (прикажана на Сл. 134), се: транспортен ходник (1) што може да биде изработен во руда или во подинските карпи, вентилационен ходник (5) изработен на височинска разлика од 50 до 60 метри од транспортниот ходник. Како ходник за проветрување може да послужи и транспортниот ходник од поранешниот повисок откоп. Транспортниот и вентилациониот ходник меѓусебно се поврзуваат со ускопи, кои се поставуваат на растојание од 60 до 120 метри, а најчесто од 60 до 80 метри. На Сл. 135 е прикажан откоп од кој се вади рудата со насочна подетажна метода. Со цел да се заштитат ускопите од заурнување, околу нив се оставаат сигурносни столбови (сс). Од ускопите (2) на височинско растојание од 8 до 10 или повеќе метри се изработуваат подетажни ходници (4). Првиот подетажен ходник (уште се нарекува и „ходник за потсекување“) се изработува на 5 до 6 метри над транспортниот ходник.



Сл. 134: Начин на подготовка на дел од рудно тело за откопување со насочна подетажна метода

1. Транспортен ходник
2. Ускопи
3. Кратки ускопи
4. Подетажни ходници
5. Вентилационен ходник



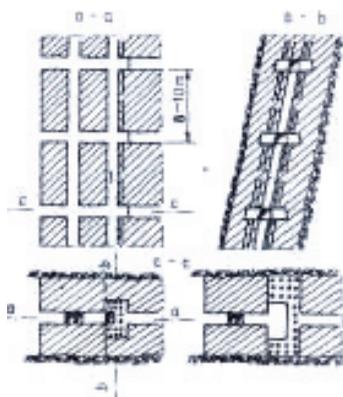
Сл. 135: Откоп од кој се вади рудата со подетажна метода

1. Транспортен ходник
2. Подетажни ходници
3. Вентилациони ходник
4. Минирана руда
5. Заштитни столбови во ускоп
6. Куси пробои
7. Ускопи
8. Ходник за потсекување
9. Куси ускопи

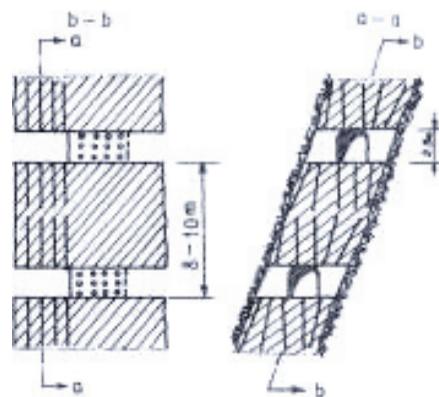
По завршената изработка на првиот подетажен ходник, тој се проширува за целата дебелина на рудното тело. Потоа од транспортниот ходник до ходникот за потсекување се изработуваат куси ускопи кои во горниот дел се прошируваат во форма на инка, со што се формираат рудни сипки. Рудните сипки се изработуваат на растојание од 6 до 8 метри. На долниот дел од рудните сипки се поставуваат врати, преку кои се врши пропуштање на минираната руда.

За да се почне со откопувањето на подготвениот блок треба по височината на блокот да се изврши пресекување во вид на засек. Доколку засекот се изработува во средината на блокот, тогаш се овозможува откопување на минералната суровина во две насоки, со што се зголемува капацитетот на откопот.

За да се формира засек подетажните ходници се поврзуваат со ускоп (1), кој на секоја подетажа се проширува од подинскиот до таванскиот дел на рудното тело (Сл. 136).



Сл. 136: Формирање на засек во почетниот стадиум на откопување

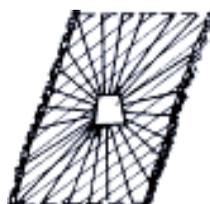


Сл. 137: Дупчење и минирање кај потенки рудни тела

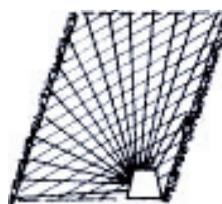
Од направеното проширување се дупчат мински дупки во повеќе редови, кои постепено или одеднаш се минираат. Со тоа е завршена подготовката на блокот за откопување.

Дупчење и минирање на минските дупки се врши од подетажните ходници со повлекување од едниот кон другиот ускоп, со што се овозможува работниците да не влегуваат во отворените простори (комори) кои што настануваат по извршеното минирање и точење на рудата. За да се олесни работата при дупчењето и минирањето подетажните ходници се прошируваат од подината до таванот (кај потенките рудни тела) (Сл. 137). Потоа, во паралелни редови, нагоре и надолу, се дупчат минските дупки. Со дупчењето во паралелни редови и на покусо растојание, се добива поситна руда, поради што не е потребно да се изработуваат комори за ситнење на рудата.

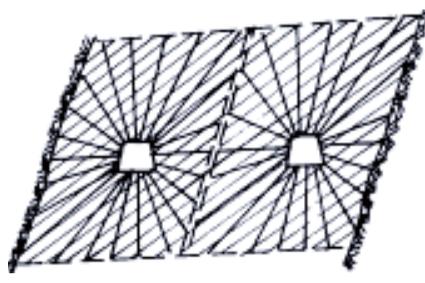
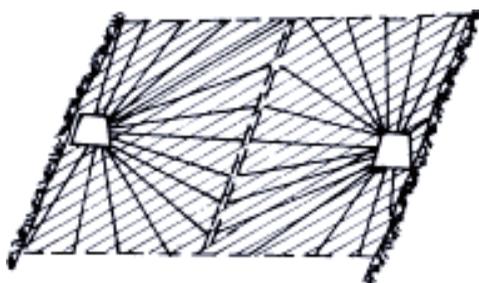
Ако рудното тело е со средна дебелина, подетажните ходници се изработуваат во средината на рудното тело (Сл. 138) или во подинскиот, односно во таванскиот дел (Сл. 139). Притоа, минските дупки се дупчат во вид на лакови во полукруг или во цел круг (Сл. 140).



Сл. 138: Дупчење на мински дупки во средината на рудното тело



Сл. 139: Дупчење мински дупки во подинскиот дел од рудното тело

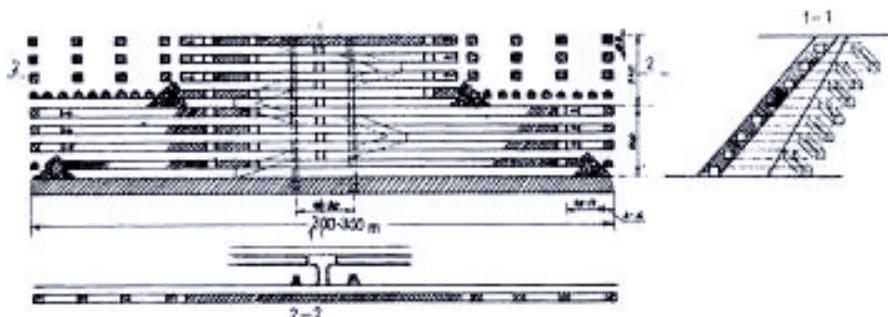


Сл. 140: Дупчење мински дупки од два паралелни ходници во полукруг или во цел круг

Ако рудното тело е со дебелина повеќе од 15 метри, тогаш на секоја подетажа се изработуваат два паралелни подетажни ходници, како што се гледа на Сл. 140. Според тоа, ако треба да се дупчат лаковидни мински дупки, како што е прикажано на претходните слики, височината на подетажите треба да е повеќе од 15 метри. Притоа, се добива покрупна руда и за нејзиното ситнење во подножјето на откопите треба да се изработат комори за секундарно минирање.

### 7.3.2. ПОДЕТАЖНА МЕТОДА СО ОТВОРЕНИ ОТКОПИ

Во рудникот за олово и цинк „Тораница“ се применува варијанта на подетажна метода со отворени откопи, прикажана на Сл. 141.



Сл. 141: Подетажна метода со отворени откопи - "Тораница"

Оваа метода се применува за рудни тела со дебелина од 1,5-5 м. За подготовка на откопните блокови се користат: транспортен ходник (тх) и вентилационен ходник (вх), што се изработуваат на меѓусебно растојание од 24 до 30 метри. Потоа, на растојание од 3 метри се изработуваат подетажни ходници, односно етажи за височина од 3 метри. За доаѓање до подетажните ходници се изработува блоковна откопна рампа (БОР) и пречни ходници. За пропуштање на минираната руда од откопите се изработува (БРС) блоковна рудна сипка.

Должината на откопните блокови е од 200 до 300 метри. Со откопување се почнува од периферијата на откопниот блок со повлекување кон блоковната откопна рампа.

Дупчење на минските дупки се врши со електро-хидраулични дупчалки од типот Мономатик-НА 107L, а нивното полнење со експлозив се врши со полначи на компримиран воздух, т.н. „AN-FO“.

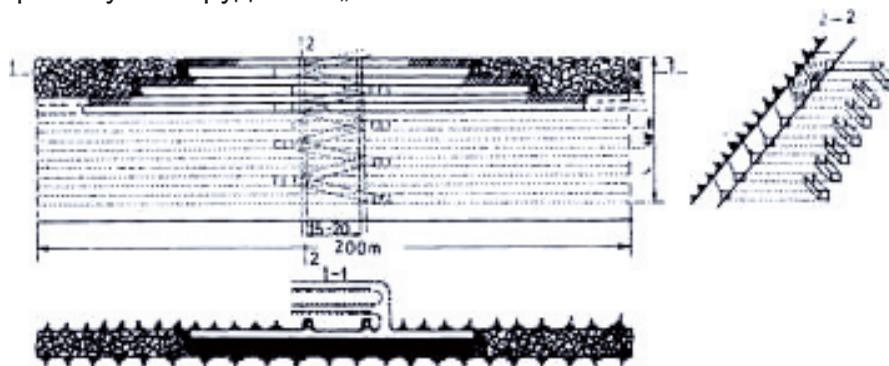
Товарењето и транспортот на минираната руда, што гравитациски се спушта до транспортниот ходник, се врши со утоварно-транспортни дизел-машини LF 4.1, со зафатнина на лопатата од 2 м<sup>3</sup>. Овие утоварно-транспортни машини минираната руда ја ставаат во блоковната рудна сипка, од која на главниот транспортен ходник таа се точи во вагони со зафатнина од 1,6-2,5 м<sup>3</sup>. Преку главниот транспортен ходник со тролни или акумулаторски локомотиви се транспортира до флотација.

Карактеристично за оваа метода е тоа што на секои 15-17 метри се оставаат заштитни столбови во вид на квадрати со димензии од 3-5 метри.

### 7.3.3. ПОДЕТАЖНА МЕТОДА СО ЗАУРНУВАЊЕ

Во рудникот „Тораница“ се применува и методата на подетажно откопување со заурнување на таванските карпи.

Подготовката на откопниот блок (Сл. 142) и неговите димензии се исти како и кај подетажното откопување со оставање заштитни столбови и отворени откопи. Разликата е во техниката на откопувањето. Како се почнува и како тече откопувањето на вакви и слични варијанти, објаснето е во наредната метода, што се применува во рудникот „Злетово“.



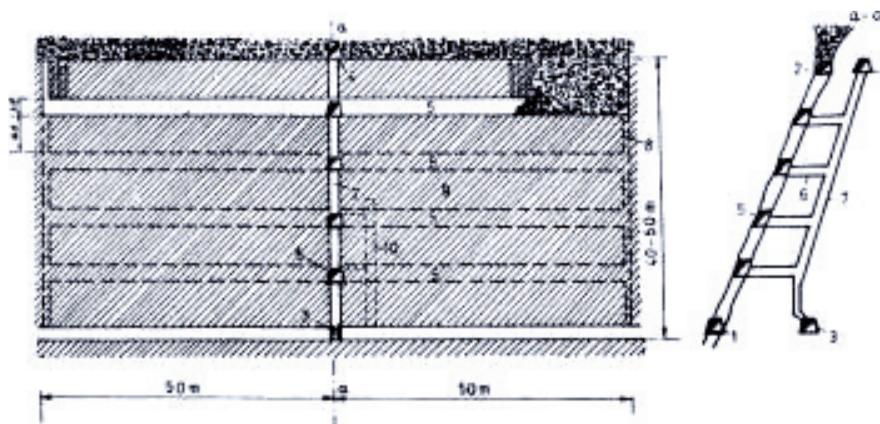
Сл. 142: Подетажна метода со заурнување - "Тораница"

### 7.3.4. ПОДЕТАЖНО ОТКОПУВАЊЕ СО ЗАУРНУВАЊЕ - "ЗЛЕТОВО"

Подетажно откопување со заурнување на околните карпи се применува за откопување рудни тела во форма на рудни жици и леќи, со дебелина од 1 до 5 метри.

Подготовителните простории (Сл. 143) што се изведуваат за оваа откопна метода, се во подината на рудното тело и во рудното тело. Тука спаѓаат:

- подински транспортен ходник (3)
- подински вентилационен ходник (4)
- транспортно-прооден ускоп (7)
- контролен ускоп (10)
- куси пречни ходници (кроски) (6)



Сл. 143: Подетажно откопување со заурнување - „Злетово“

1. Транспортен ходник; 2. Вентилациски ходник; 3. Подински транспортен ходник; 4. Подински вентилациски ходник; 5. Подетажни ходници; 6. Кратки пречни ходници; 7. Транспортно прооден ускоп; 8. Ускоп за засек; 9. Етажа; 10. Контролен ускоп

Подинскиот транспортен ходник се изработува во подинскиот дел (подина) во должина од 80 до 100 метри. Во зависност од цврстината на карпите, тој може да се изработува како ниско или како високо засводен. Овој ходник ќе служи за транспорт на рудата до главните рудни сипки. Подинскиот вентилационен ходник се изработува, исто така, во подинските карпи на рудното тело и е со иста должина како и подинскиот транспортен ходник, а служи за движење на истрошената воздушна струја и донесување на потребните материјали и опрема за работа на откопите.

Димензиите и обликот на напречниот пресек се исти како кај подинскиот транспортен ходник. Височинското растојание меѓу овие два ходника изнесува од 40 до 60 метри, мерено по падот на рудното тело. Транспортно-проодниот ускоп се изработува од транспортниот до вентилациониот ходник во подината на рудното тело. Растојанието меѓу ускопот и рудното тело може да изнесува од 5 до 10 метри. Транспортно-проодниот ускоп се изработува со две одделенија, од кои едното служи како рудна сипка, а другото како проодно одделение. Пречните ходници служат за преку нив да се транспортира рудата од откопот до рудната сипка, како и за доаѓање на работниците на своите работни места. Димензиите на транспортно-проодниот ускоп се 1,2x1,6 метри, а се изработува со дупчачко-минерски работи. Преку ускопот се доведува свежа воздушна струја на работилиштата. Транспортно-проодниот ускоп најчесто се поставува на средината од откопниот блок.

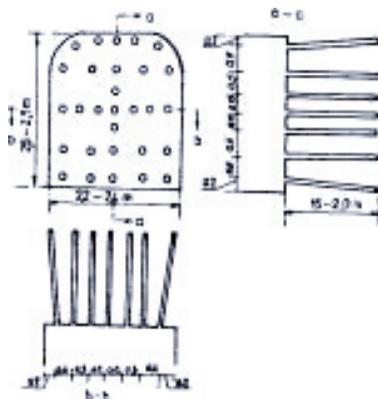
Контролниот ускоп се изработува во подината на рудното тело, паралелно со транспортно-проодниот ускоп, на меѓусебно растојание од 3-5 m. Овој ускоп се ползува за контрола на рудата во транспортно-проодниот ускоп, а за пониските етажи и како проодно одделение, односно преку него работниците доаѓаат на своите работни места. Димензиите и начинот на изработката се исти како кај транспортно-проодниот ускоп. Контролниот ускоп со транспортно-проодниот ускоп е поврзан со куси пречни ходници, преку кои се доаѓа од транспортно-проодниот ускоп до работилиштата. Тие се изработуваат на меѓусебно височинско растојание од 8 до 10 метри.

По изработката на подготвителните простории се пристапува кон откопување, што се изведува во две фази. Првата фаза се состои во изработка на подетажни ходници на меѓусебно височинско растојание од 6 до 8 метри до границата на откопот, лево и десно од кусите пречни ходници, во должина од 40 до 50 метри и на двете страни.

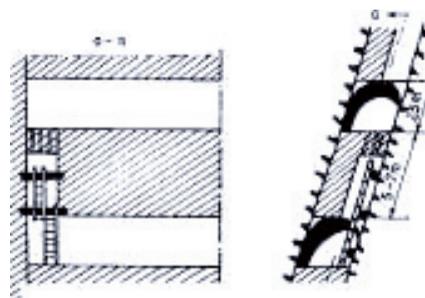
Изработката на подетажните ходници (5) почнува од местото каде што се пресекуваат кусите пречни ходници со рудната жица. Подетажните ходници се изработуваат одозгора надолу, односно од повисокиот кон понискиот хоризонт. Подетажните ходници се со должина од 1,2 до 1,6 метри, а се изработуваат со средно тешки и тешки дупчачки машини, Бројот на минските дупки е во зависност од големината на попречниот пресек на подетажниот ходник, а кој најчесто изнесува 5,5 до 6,5 m<sup>2</sup> (Сл, 144).

Откако ќе се изработат подетажните ходници до границата на откопот, се изработува ускопот за засек (8) во должина колку што е дебела подетажната плоча (Сл. 145). Ускопите се со димензии 1 x 1 m, а служат за создавање на уште една слободна површина во втората фаза на откопување. Растојанието меѓу подетажните ходници, мерено по падот на рудното тело, изнесува од 7,5 до 9,5 метри од под до под на два соседни подетажни ходника.

Во втората фаза на откопување следува минирање на подетажната плоча меѓу два подетажни ходници. Дупчењето на минските дупки се врши со тешки дупчечки чекани или со дупчечки коли, при што минските дупки се вертикални или коси. Распоредот на минските дупки и начинот на минирање е прикажано на Сл. 146.



Сл. 144: Распоред на мински дупки кај подетажен ходник

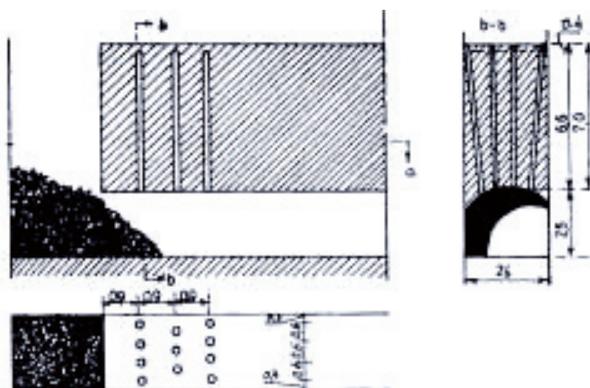


Сл. 145: Изработка на ускоп за засек

Растојанието меѓу редовите на минските дупки е од 0,5 до 0,8 метри, а растојанието меѓу минските дупки во редот е од 0,4 до 0,6 метри. Бројот на минските дупки зависи од дебелината на рудното тело и од должината на појасот предвиден за соборување кој, најчесто, се движи од 3 до 5 метри. Минските дупки се поставуваат во шаховски распоред, што се гледа од Сл 146.

Должината на минските дупки зависи од дебелината на подетажната плоча, а изнесува од 6 до 8 метри, а пречникот на минските дупки изнесува 41 mm. Полнењето на минските дупки се врши рачно, а палењето е електрично со примена на временски полусекундни детонатори.

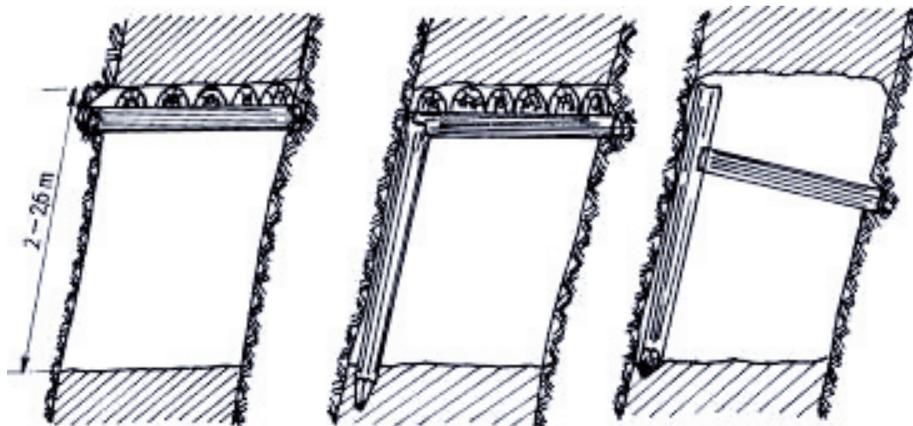
Проветрувањето на откопите се врши вештачки со примена на сепаратно проветрување, како и при изработка на подетажните ходници и при соборување на рудата од подетажната плоча.



Сл. 146: Распоред на мински дупки при минирање на етажите

Товарењето и транспортот на минираната руда при изработката на подетажните ходници и соборување на рудата од подетажните плочи, се врши со утоварно-транспортни машини T<sub>2</sub>GH или CABO, односно со онаа со која располага рудникот.

Според потребите, подетажните ходници се подградуваат со дрвена подграда на начин прикажан на Сл. 147. При откопувањето на подетажната плоча, т.е. во втората фаза на откопување, оваа подграда се отстранува и може повторно да се ползува ако не е оштетена.



Сл. 147: Разновидна подграда на подетажните ходници

### 7.3.5. МЕТОДИ НА ПОДЕТАЖНО ЗАУРНУВАЊЕ „ШВЕДСКА ВАРИЈАНТА“

Методите на подетажно заурнување се развиле од методите на таванското заурнување, добивајќи поголема продуктивност при откопувањето, а намалувајќи одредени трошоци при откопување.

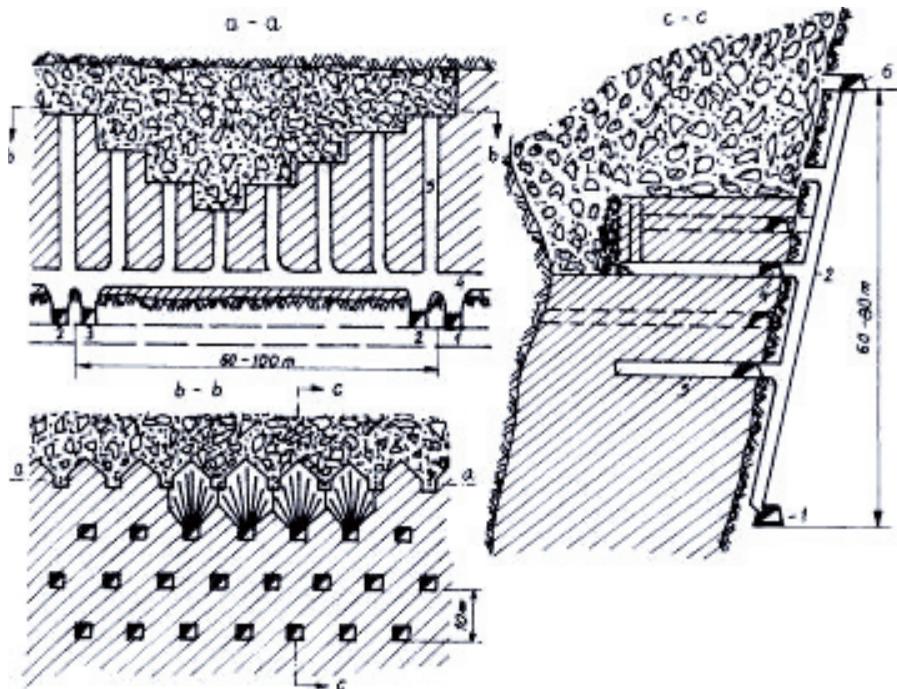
Во практиката се применуваат поголем број методи на подетажно заурнување, односно нивни варијанти, а во светот и во нашава држава во примена е т.н. „Шведска варијанта“.

Методата првпат се појавила во рудниците на магнетит во Шведска, а оттаму се усовршувала и пренесувала и во другите рудници во светот, во кои постојат оптимални услови за нејзина примена.

Шведската варијанта на подетажно откопување може да се применува за рудни тела со дебелина повеќе од 3 m, за секакви типови рудни наоѓалишта. Притоа, ако рудното тело е со помала дебелина, треба да има наклон повеќе од 60°, а кај подебелите наклонот нема битно влијание. Бидејќи не треба да се подградуваат подготвителните простории, рудата за примена на оваа метода треба да е со голема и со средна цврстина.

На Сл. 148 е прикажана Шведска варијанта на подетажно откопување со сите подготвителни простории за подебело рудно тело со стрмен пад.

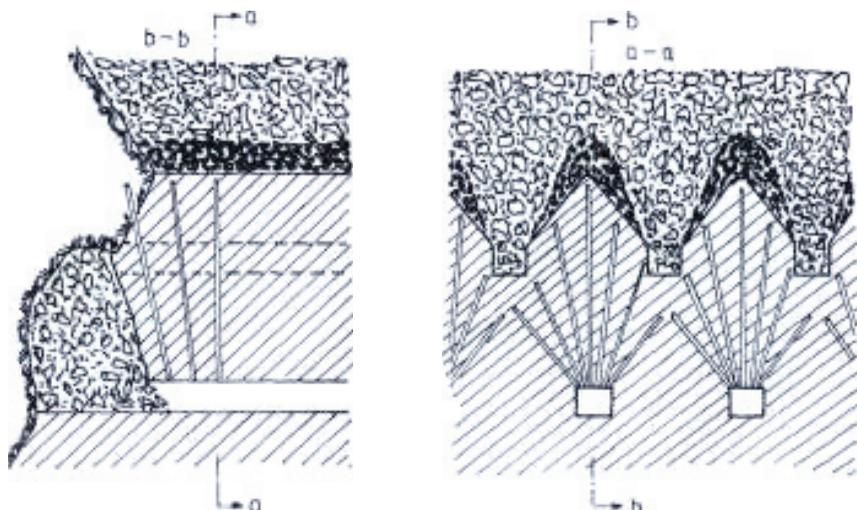
Транспортниот ходник (1) се изработува најчесто во подинските карпи, а поретко во подинскиот дел од рудното тело. На височинско растојание од 60 до 80 метри се изработува вентилационен ходник (6), исто така, во подинскиот дел од рудното тело. Рудните сипки (2) и проодно-сервисните ускопи (3) се изработуваат во подинските карпи, паралелно со падот на рудното тело, на меѓусебно растојание од 60-100 метри. Ова растојание, всушност, претставува должина на откопите. По изработката на проодно-сервисните ускопи и рудните сипки, тие на секој подетаж се поврзуваат со насочните транспортни ходници (4). Со ова поврзување се овозможува подобро проветрување на секој подетаж.



Сл.148: Подетажно откопување со заурнување (Шведска варијанта)

Од насочно-транспортниот ходник се изработуваат подетажни ходници (5) до таванскиот дел од рудното тело, од каде што и се започнува со откопување. Колкаво ќе биде растојанието меѓу подетажните ходници зависи од височината на етажните плочи, а таа пак зависи од дебелината на рудното тело, наклонот и др. Димензиите на подетажните ходници се во зависност од големината на машините за изработка на минските дупки, како и од утоварно-транспортните машини.

Откопувањето почнува од таванскиот дел на рудното тело кај што завршуваат подетажните ходници, и тоа така што прво се изработува еден залом во вид на проширување, како што е прикажано на Сл.149. По извршеното минирање, рудата се товари со утоварно-транспортни машини и се носи до рудните сипки, каде што се истура. За да се дојде до зарушување на таванските карпи, треба со неколку дупнатини да се минираат, со што ќе се наполни изработеното проширување и подетажниот ходник.



Сл.149: Детал на дупчење и минирање во почетната фаза на откопување

Потоа почнува дупчењето на неколку редови мински дупки во подетажната плоча, при што дупнатините се распоредуваат во вид на ладало. Во зависност од височината на етажната плоча, растојанието меѓу редовите кај дупнатините изнесува од 0,6 до 2 метри. Ако се бара поситна руда, растојанието меѓу редовите е помало, и обратно. Битно е да се знае и тоа што ако растојанието меѓу редовите е поголемо, се минира еден по еден ред, а ако е помало, се минираат два реда одеднаш. По извршеното минирање, дел од рудата влегува во подетажниот ходник, а дел е заробен меѓу јаловината и рамнината на косината на рудниот масив. При товарењето на минираната руда со утоварно-транспортните машини, со секое зафаќање на лопатата рудата и јаловината, под дејство на силата на гравитацијата, се спушта кон подетажниот ходник под агол од  $70^\circ$  до  $90^\circ$ . Одреден временски период ќе се товара чиста руда и потоа во подетажниот ходник се појавува мешавина од руда и јаловина, односно почнува разблажување на рудата. Товарењето на разблажена руда се врши до одредена граница, односно до границата на економичноста. Според тоа, целокупната минирана руда не може да се извади од заурнатиот дел, туку дел ќе остане заробен во заурнатата јаловина и претставува неповратен губиток.

Предноста на подетажните методи за откопување се гледа во тоа што се постигнуваат високи ефекти при откопувањето, се остварува голем капацитет на производство, сигурност при работата на работниците, мала потрошувачка на експлозив, граѓа и др.

Недостатоците се гледаат во големиот обем на подготвителни работи, особено ако се работи за мала височина на етажните плочи, големо осиромашување на рудата, проветрувањето е слабо ако не се ползува сепаратно проветрување.

## П Р А Ш А Њ А И З А Д А Ч И

1. На колку групи се поделени методите за откопување и кои се тие?
2. По што се карактеризираат методите за откопување?
3. Кои се основните карактеристики на магацинските методи?
4. За какви услови се применуваат методите со засипување и по што го добиле името?
5. За какви рудни тела се применуваат методите со засипување и подградување?
6. Кои услови треба да се исполнети во рудните тела за успешно применување на методите со подградување на отворените откопи?
7. За какви рудни тела се применуваат методите за откопување со заурнување на таванските карпи?
8. Кои се основните услови за успешна примена на методите за откопување со заурнување на рудата и околните карпи?
9. Кога се применуваат комбинирани методи за експлоатација на минерални сировини?
10. Кои се основни услови за примена на фронталните откопни методи?
11. Во што се состои подготовката кај фронталната откопна метода за хоризонтални рудни тела?
12. Објасни го начинот на откопување на минералната сировина со фронтална метода за хоризонтални рудни тела.
13. Кои се условите за примена на фронтална метода за коси рудни тела?
14. Во што се состои подготовката кај фронталната метода за коси рудни тела? Нацртај слика и објасни.
15. Објасни го технолошкиот процес на откопување коси рудни тела со фронтална метода.
16. Кои се основните карактеристики на коморното откопување?
17. Нацртај слика и кажи кои подготвителни работи се применуваат кај коморните методи за хоризонтални рудни тела?
18. Објасни го технолошкиот процес на откопување кај коморните методи за хоризонтални рудни тела.
19. Кои се условите што треба да бидат исполнети за примена на коморната метода за коси рудни тела?
20. Нацртај слика и наброј ги подготвителните работи кај коморната метода за коси рудни тела.
21. Објасни го технолошкиот процес за добивање руда со коморната метода за коси рудни тела.
22. Наброј ги предностите и недостатоците на коморните методи.
23. Наброј ги потребните услови за примена на подетажните методи.
24. Нацртај слика и наброј ги подготвителните простории кај насочната подетажна откопна метода.
25. Објасни го технолошкиот процес на производството на руда со насочната подетажна откопна метода.
26. Објасни како се почнува со откопување на минералната сировина со насочната подетажна откопна метода.
27. Објасни ја методата за подетажно откопување на рудникот за олово и цинк „Тораница“ со отворени откопи?
28. Што знаеш за методата на подетажно откопување со заурнување на таванските карпи?

29. Во кои услови кај рудните тела може да се примени методата „Шведска варијанта“ на подетажно откопување?
30. Прикажи ги на слика подготвителните простории кај „Шведската варијанта“ на подетажно откопување.
31. Објасни го технолошкиот процес на откопување кај „Шведската варијанта“ на подетажно откопување.
32. Во што се гледаат предностите и недостатоците на подетажните методи?

#### 7.4. МАГАЦИНСКИ МЕТОДИ ЗА ОТКОПУВАЊЕ

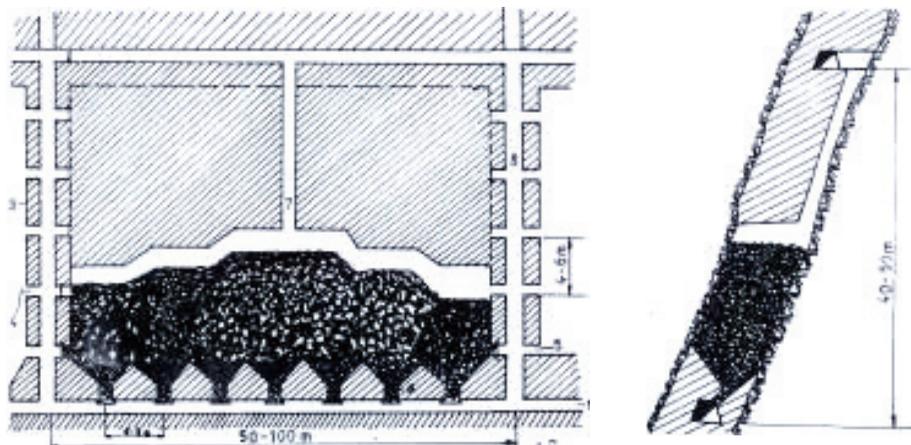
Магацинските методи за откопување се ползуваат за откопување рудни тела во форма на рудни жици и леќи, чиј наклон е повеќе од 60°. Контактот меѓу рудата и околните карпи треба да е јасно изразен, со што рудата лесно би се одвојувала од подината и кровината, што повлекува намалување на осиромашувањето, т.е. мешање на рудата со јаловина што потекнува од околните карпи. Рудата треба да е цврста и да не содржи пирит и пиротин во поголеми количества (пирит повеќе од 8% и пиротин повеќе од 4%), од причина што во текот на откопувањето, кога рудата стои подолго време, во магацинот може да дојде до нејзино самозапалување. Исто така, рудата не смее да содржи поголемо количество глина, бидејќи може да дојде до лепење на минираната руда, особено ако таа содржи и влага. Опасноста од глината се гледа во тоа што се создаваат тешкотии при испуштањето на рудата од рудните сипки, односно се создаваат т.н. „сводови“, а со тоа се создава и опасност за работниците кога тие се отстрануваат.

Во зависност од дебелината на рудното тело, постојат две варијанти на магацинско откопување, и тоа: насочна магацинска метода и пречна магацинска метода.

Кај рудни тела со дебелина од 0,5 до 10 метри може да се откопуваат по правецот на протегање, односно се применува насочната магацинска метода, а кај рудни тела над оваа дебелина се применува пречна магацинска метода за откопување. Бидејќи во нашата држава во практична примена е насочната магацинска метода за откопување, овде за неа и ќе стане збор.

На Сл. 150 е прикажана магацинска откопна метода што се применува за откопување на рудните тела во рудникот „Злетово“, што се во форма на рудни жици. Откопувањето на минералната сировина се врши по правецот на протегање на рудното тело, по што и методата го добила името „насочна магацинска метода“. Оваа метода се применува за рудни тела со дебелина од 1 до 5 метри, при што при откопувањето се оставаат сигурносни столбови меѓу секој нареден откоп, сигурносна плоча и хоризонтски столб.

Подготвителни простории кај оваа метода се: транспортен ходник (1) и вентилационен ходник (2), кои се на меѓусебно височинско растојание од 40 до 60 метри. Должината на откопите изнесува од 50 до 100 метри, што зависи од цврстината и стабилноста на околните карпи и дебелината на рудното тело. На ова растојание се поставуваат проодно-сервисните ускопи (8), кои се со правоаголен или квадратен попречен пресек. Тие се во средината на сигурносните столбови, а се изработуваат со дупчачко - минерски работи. Од овие гранични ускопи на секои 3 до 5 метри се изработуваат куси ходници „кроски“, преку кои работниците доаѓаат на откопите, т.е. на своите работни места.



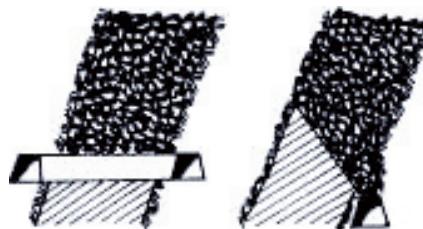
Сл. 150: Насочна магацинска метода за откопување

1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Сигурносни столбови; 4. Куси ходници "кроски";
5. Откопен ходник; 6. Рудни сипки; 7. Централен ускоп; 8. Прооден-сервисен ускоп

Транспортните ходници може да се изработуваат во руда (Сл. 151) и во подинските карпи (Сл. 152). Ако транспортниот ходник се изработува во руда, тогаш над него треба да се остави сигурносна плоча и хоризонтален столб, што не е случај кога тој се изработува во подинските карпи.

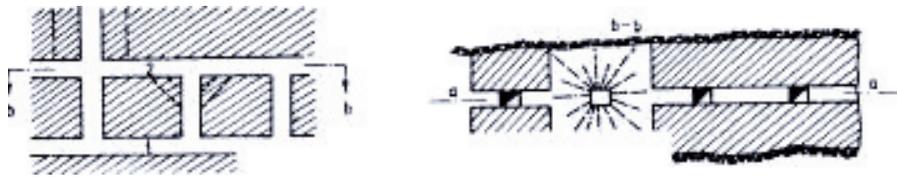


Сл. 151: Транспортни ходници изработени во руда



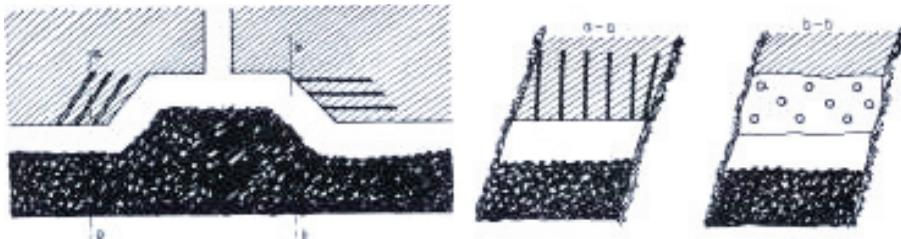
Сл. 152: Транспортни ходници изработени во подински карпи

Во подготвителни простории спаѓа и откопниот ходник, што се изработува на 5 до 6 метри над транспортниот ходник во руда. За да се опфати целокупното рудно тело откопниот ходник (5) се проширува за целокупната дебелина на рудното тело по целата должина на откопниот блок што, всушност, претставува хоризонтално потсекување на откопот. Потоа, се пристапува кон изработка на рудните сипки. На секои 5 до 6 метри, а некогаш растојанието може да биде и 8 метри, од транспортниот ходник се изработуваат ускопи со дупчачко-минерски работи (со димензии: 1,2 x 1,2) до ходникот за потсекување. Овие ускопи, со помош на куси коси мински дупки, се прошируваат во горниот крај во вид на инка (Сл. 153), со што се добиваат рудни сипки. Сипките во долниот дел се опремуваат со врати, преку кои се точи рудата во јамски вагони. Во подготвителни простории спаѓа и изработка на централниот ускоп (7), кој служи за поефикасно проветрување на откопот, а наедно преку него се донесуваат потребните материјали и опрема за работа на откопот.



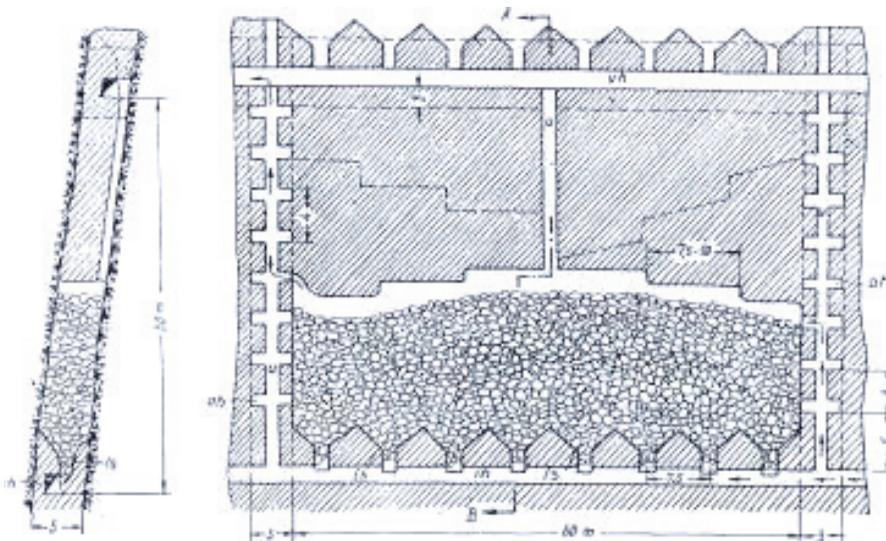
Сл. 153: Начин на изработка на рудни сипки

Откопувањето почнува од централниот ускоп лево и десно, во делници со должина од 10 метри или пак се откопува еден пласт со височина од околу 2 метри од централниот ускоп до граничните ускопи. Дупчење на кусите мински дупки се врши со средно тешки дупчеачки машини, со пречник од 32 до 36 милиметри. Тие може да се поставуваат хоризонтално или косо (Сл. 154), на меѓусебно растојание од 0,6 до 0,8 метри во шаховски распоред. За да се добие поситна руда минските дупки се поставуваат на покусо растојание.



Сл. 154: Начин на дупчење на мински дупки на откоп

Кога на откопот ќе се изработат сите предвидени мински дупки, тогаш тие се полнат со експлозив и се затнуваат, меѓусебно се поврзуваат (најчесто сериски) и се активираат. Бидејќи по извршеното минирање на откопот се појавени отровни гасови и прашина, се пристапува кон проветрување на откопите. Правецот на движење и на свежата и загадената воздушна струја е даден на Сл. 155.



Сл. 155: Правец на движење на свежа и загадена воздушна струја

По извршеното проветрување, се пристапува кон отстранување на распукнатите и лабави парчиња, т.е. блокови од таванскиот дел на откопот, со што се обезбедуваат сигурни услови за работа на наредната смена. Ако по извршеното минирање се појави некој поголем блок, тогаш тој се ситни со секундарно минирање, и тоа истовремено кога ќе се минираат мините во наредната смена.

Бидејќи минираната руда завзема поголема зафатнина од неминираната, по секое минирање преку сипките се испушта 30 до 40% од минираната руда за да се создаде слободен работен простор меѓу минираната и неминираната руда, со височина од околу 2 метри, што е потребно заради непречено извршување на секојдневните работни операции.

Многу ретко се врши осигурување на откопите, освен ако се појави потреба за потпирање на таванските или на подинските карпи. Притоа, ова потпирање, т.е. ваквата подграда може да создаде свод, односно застој во испуштањето на рудата, Поради тоа, одговорното лице на откопот треба да оцени дали треба да се изврши потпирање на таванот или на подината со дрво или пак осигурувањето да се изврши со анкери.

Кога со откопувањето ќе се дојде до вентилациониот ходник, под него се остава сигурносна плоча, со дебелина од 3 до 4 метри, која го заштитува вентилациониот ходник од пропаѓање. Потоа започнува забрзано испуштање на рудата од сите сипки. По испуштањето на целокупната руда, просторот од кој е извадена рудата останува најчесто отворен, а ако треба да се заштитат некои објекти на површината од пропаѓање, празниот простор се пополнува со јалов материјал, односно со засип.

**Предности на магацинските методи се:** мала должина на подготвителните простории: при откопувањето се постигнуваат високи ефекти; рудата гравитациски се спушта до транспортниот ходник, односно на откопите не се употребуваат транспортни средства; бидејќи релативно лесно може да се контролираат таванот, подинските и таванските карпи, се овозможува сигурна работа на откопите; според напред прикажаните подготвителни простории, се овозможува добро проветрување на откопите; овозможено е непрекинато производство на руда и др.

**Недостатоци се:** во магацинската руда се врзани големи финансиски средства; неелестичност на методата, односно ако дојде до затнување на рудните сипки, не може да се примени друг систем на откопување; се зголемува осиромашувањето на рудата и др.

## П Р А Ш А Њ А   И   З А Д А Ч И

1. Кои услови треба да бидат исполнети кај рудните тела за да може да се применат магацинските методи за откопување?
2. Нацртај слика и наброј ги сите подготвителни простории што се применуваат кај насочната магацинска метода.
3. Каде може да бидат поставени транспортните и вентилационите ходници?
4. Објасни како се почнува со откопување кај насочната магацинска метода за откопување.
5. Зошто служи централниот ускоп кај магацинската метода?
6. Со какви мински дупки се минира и од каде се почнува со откопување?
7. Која работна операција следува по извршеното минирање?
8. Зошто по извршеното минирање треба да се провери откопот и да се види дали има напукнати и лабави парчиња од руда во таванскиот дел од откопот?
9. Дали по извршеното минирање се испушта целокупната минирана руда од откопот?
10. Дали по извршеното минирање се врши делумно осигурување на откопите со некој вид подграда?
11. Кога и како се испушта целокупната руда од откопите?
12. Дали по вадењето на целокупната руда откопите остануваат отворени или пак се пополнуваат со засип?
13. Кои се предностите на магацинските методи?
14. Кои се недостатоците на магацинските методи?
15. Зошто оваа откопна метода се нарекува „магацинска“?

## ГЛАВА 8

### 8.0. МЕТОДИ ЗА ТАВАНСКО ОТКОПУВАЊЕ СО ЗАПОЛНУВАЊЕ НА ОТКОПАНИОТ ПРОСТОР

Овие методи своето име го добиле по тоа што дупчењето и минирањето се врши во таванот на откопот во хоризонтални појаси, со височина од 1,5 до 2,5 метри. По извршеното минирање, рудата паѓа на однапред поставен засип, од каде, рачно или со механички средства (скрепери или утоварно-транспортни машини), се превезува и се истура во рудни сипки. Потоа, пак се става засип на подот од откопот до височина на минираниот појас. Притоа, треба да се внимава: меѓу засипот и неминираната руда да остане слободен простор со височина од 1,5 до 2 метри. Работните операции (дупчење, минирање, товарење, засипување, подградување и др.) се повторуваат се додека рудата од подготвениот откопен блок не се откопа до повисокиот хоризонт.

За примена на овие методи потребни се следните услови, односно карактеристики на рудата и околните карпи: умерено тврда и тврда руда, со послаби околни карпи; дебелината на рудното тело од 0,5 до 6 и повеќе метри; стрмен пад на рудното тело (повеќе од 60°) за да може минираната руда гравитациски да се спушта од откопите до транспортните ходници. Се применуваат за правилни и неправилни рудни тела во форма на рудни жици, леќи и други слични рудни тела. Примената на овие методи понекогаш е условена и од потребата да се заштити површината над рудното тело од заурнување, односно да се заштити површината на земјата од пропаѓање, особено ако над рудникот има одредени објекти.

Постојат повеќе варијанти и модификации, во зависност од дебелината и падот на рудното тело, физичко-механичките карактеристики на рудното тело и околните карпи, условите за добивање, превоз и вградување на засипот и др.

#### 8.1. "ЗЛЕТОВСКА МЕТОДА"

Хоризонтално таванско откопување со пополнување на откопаниот простор се применува низа години во рудникот за олово и цинк „Злетово“, поради што е одомашено името „злетовска метода“.

Рудните тела во ова наоѓалиште се во форма на рудни жици, со дебелина од неколку сантиметри до понекаде задебелување до 12 метри. Просечната дебелина на рудните тела е околу 3 метри.

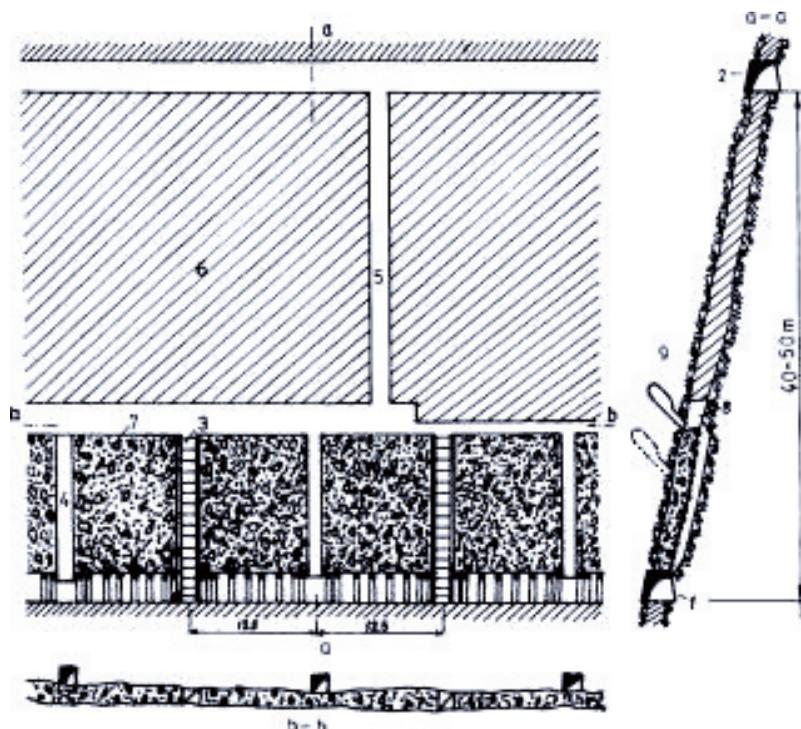
Падот на рудните жици е повеќе од 60°, што овозможува гравитациско спуштање на рудата од откопите до транспортниот ходник преку рудните сипки. Во зависност од условите во рудното тело, рудата во рудните сипки може да се става рачно со помош на количка, со скрепери или со товарно-транспортни машини.

Засипот кој се вградува на откопите може да се добива од: површина, од џебови (филинги) изработени во таванските карпи на рудното тело, од материјалот добиен при изработка на истражни и други простории во јалови карпи, јаловината од флотација и др.

Во зависност од тоа за која дебелина на рудни тела се ползува, постојат две варијанти на оваа метода:

### 8.1.1. ЗЛЕТОВСКА МЕТОДА БЕЗ ЗАШТИТНА ПЛОЧА

Оваа варијанта на хоризонтално таванско откопување со пополнување на откопаниот простор се применува за рудни тела со дебелина од 0,5 до 3 метри. Должината на откопите изнесува од 50 до 100, а некогаш и повеќе метри.



Сл. 156: "Злетовска" метода без заштитна плоча

Злетовската откопна метода прикажана на Сл. 156 ги има следните подготвителни простории: транспортен ходник (1), што може да се изработува во руда или во подинските карпи, вентилационен ходник (2) оддалечен од 40 до 50 метри од транспортниот ходник, мерено по падот на рудното тело. За да се подобри проветрувањето на откопите и евентуално донесување на засип од површината или други места преку повисокиот хоризонт, на растојание од 50 до 60 метри, по средината на рудното тело, се изработуваат ускопи. Во почетокот на откопувањето со овие ускопи се поврзуваат транспортниот и вентилациониот ходник.

Технолошки процес на откопување почнува од нивото на транспортниот ходник и напредува кон вентилациониот ходник, односно од понискиот кон повисокиот хоризонт. Овој процес се состои од следните работни операции: дупчење мински дупки, минирање, проветрување, по потреба подградување, товарење на минираниот руда и нејзино пропуштање низ рудните сипки, поставување засип, подградување на рудните сипки и проодните одделенија и други помошни работи.

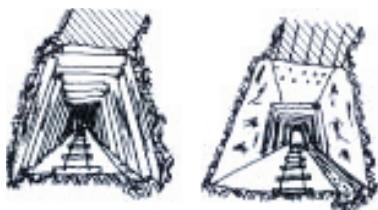
Дупчењето на куси мински дупки почнува од нивото на долниот хоризонт т.е. во покривот на транспортниот ходник во хоризонтални етажи со височина од 1,5 до 2 метри. Минските дупки може да се поставуваат хоризонтално или косо (Сл. 157 а и б).



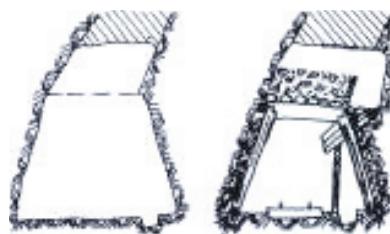
Сл. 157а: Хоризонтални кратки мински дупки

Сл. 157б: Коси куси мински дупки

Бидејќи транспортниот ходник во фазата на изработката се подградува со густа дрвена подграда (растојанието меѓу рамките од 0,8 до 1 метар, понекогаш и поблизу), пред да се почне со дупчењето на минските дупки (Сл. 158), таа треба да се отстрани во должина од 10 до 15 метри. Потоа, се врши дупчење и минирање, при што рудата паѓа на подот од транспортниот ходник, од каде со товарно-транспортни машини, се товара директно во вагони. Отворениот простор со височина од 3,5 до 4 метри се чисти од лабавите и напукнати парчиња од руда или околните карпи по страните и таванот, за да се заштити здравјето на работниците. Потоа, повторно се враќа подградата на ходникот што се поставува редоследно како што е прикажано на Сл. 159.



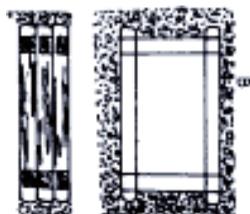
Сл. 158: Транспортен ходник  
а) подграден;  
б) одстранета подграда



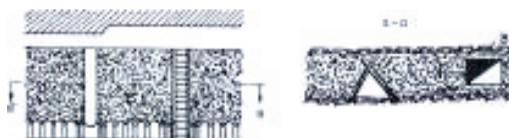
Сл. 159: Транспортен ходник  
а) по извршено минирање  
б) подграден ходник со поставена рудна сипка

По поставувањето на две или три рамки од дрвената подграда, врз неа се ставаат полутки, јаки талпи или краишници од дрво, што претставува еден вид под. Ваква граѓа се поставува и од страните на ходникот, т.е. меѓу подградата и страните на ходникот. Со ваквата работа се заштитува ходникот од евентуални заурнувања од страните или од паѓање засип од таванот на ходникот. Потоа, на таванскиот дел од подот се става засип од 0,5 до 1 метар со што, практично, почнува процесот на откопување.

При подградувањето на ходникот, на растојание од 25 до 35 метри, се оставаат отвори за рудни сипки и проодни одделенија. Овие простории со напредување на откопот, во височина се подградуваат со дрвена подграда (Сл. 160, Сл. 161).

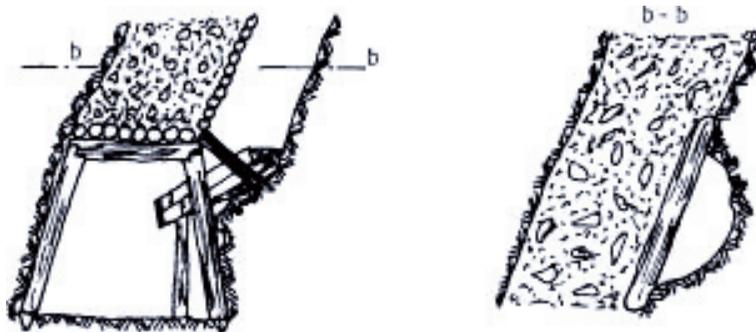


Сл. 160: Подградување на проодно одделение



Сл. 161: Подградување на рудна сипка

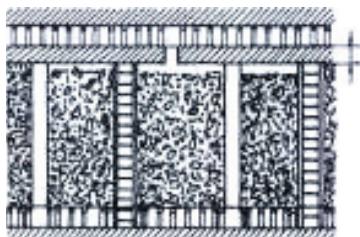
Ако се врши рачно товарење на рудата на откопите, сипките се вкопуват во подинскиот дел на рудното тело, а се подградуваат како што е прикажано на Сл. 162. Во денешно време товарењето речиси насекаде е со скрепери или со товарно-транспортни машини, та сипките се изработуваат во средината на засипот и се подградуваат (според Сл. 161) со дрвена подграда.



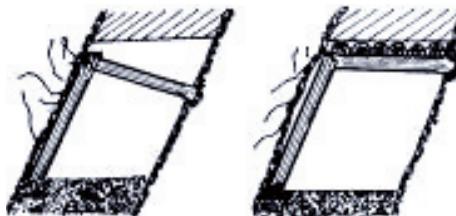
Сл. 162: Начин на подградување на рудна сипка за рачно товарење на минераната руда

Со откопување се напредува до вентилациониот ходник, под кој се остава заштитна плоча, со височина од 2,5 до 3 метри (Сл. 163).

Засипот за пополнување на откопаниот простор се добива од таванските делови на рудното тело во јаловите карпи, во кои се изработуваат таканаречени „џебови“ (филинги). Исто така, како засип може да се ползува и јаловиот материјал, добиен при изработка на ходници и други простории во јаловината. Подградување на откопите се врши по потреба (Сл. 164) со дрвена подграда.



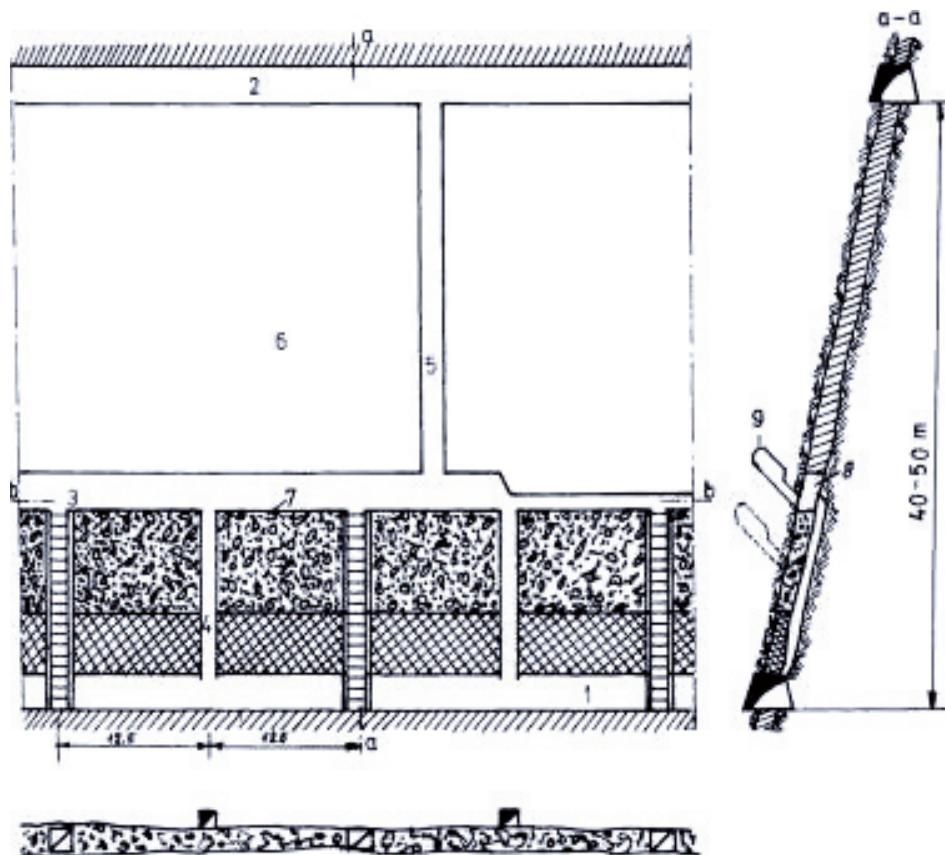
Сл. 163: Заштитна плоча испод ходникот за проветрување по завршеното откопување



Сл. 164: Подградување на откопи со дрвена подграда

### 8.1.2. ЗЛЕТОВСКА МЕТОДА СО ЗАШТИТНА ПЛОЧА

Оваа варијанта на хоризонтално покривно откопување со пополнување на откопаниот простор, се применува за рудни тела со дебелина повеќе од 3 метри (Сл. 165). Подготовката на откопниот блок за откопување се врши речиси на ист начин како и кај претходната варијанта. Разликата се состои во начинот како почнува откопувањето.



Сл. 165: "Злетовска" метода за откопување со заштитна плоча  
 1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Проодно одделение; 4. Рудна сипка;  
 5. Централен ускоп; 6. Неминирана руда; 7. Засип; 8. Откопен рудник; 9. Цеп "Филинга" за засип

По изработката на транспортниот ходник (1) и вентилациониот ходник (2), како и ускопите, тие се опремуваат заради употреба. Опремувањето се состои во подградување на вентилациониот и транспортниот ходник. Особено внимание треба да му се посвети на подградувањето на транспортниот ходник околу рудните сипки и проодните одделенија, кај што постои опасност од заурнување. Освен подградувањето, транспортниот и вентилациониот ходник, се опремуваат и со колосек, цевки за вода и компримиран воздух, канали за одводнување и др.

Во натамошниот тек на работите се изработува откопен ходник на височинска разлика од 4 до 5 метри, односно на онаа височина колку што изнесува дебелината на сигурносната (хоризонтска) плоча.

Откопниот ходник се проширува од подинските до таванските карпи по целата должина на откопниот блок. Потоа, од транспортниот ходник до откопниот ходник се изработуваат ускопи со димензии 1,2 x 1,5 метри во руда. Овие ускопи подоцна се опремуваат за рудни сипки и проодни одделенија.

Рудните сипки се поставуваат на растојание од 25 до 35 метри, на чии долен дел се поставуваат врати, низ кои се испушта минерираната руда.

Проодните одделенија се поставуваат на растојание од 20 до 25 метри, опремени со скашила, по кои работниците се качуваат до откопите и слегуваат на крајот од смената. Скашилата се поставуваат од подот на транспортниот ходник. Проодните одделенија на местото кај што излегуваат на откопот, се заштитени со дрвен капак што се затвора и отвора кога работниците влегуваат

во откопот, односно кога го напуштаат откопот. Со тоа работниците кои се во проодното одделение се заштитуваат од евентуално повредување од парчиња руда што може да паднат низ проодното одделение. Во проодните одделенија кај сите методи, та и овде, се поставува цевковод за компромиран воздух и вода, т.е. преку него се доведува погонска енергија, со која работат машините на откопот (дупчачки чекани, откопен чекан, разни типови багери, скрепер и др.).

Пред да се почне со дупчечко-минските работи, проодните одделенија и рудните сипки се подградуваат за онаа височина колку што се планира да се стави првиот слој од засип. Подградувањето на рудните сипки и проодните одделенија се врши со дрвена подграда, како и кај претходната варијанта. Кога со подградување ќе се завршат проодните одделенија и рудните сипки, на подот од откопниот ходник се поставува засип со височина од 50 до 100 сантиметри со што, всушност, е почнато откопувањето.

Наредниот (повисок) етаж со височина од 1,5 до 2 метри се откопува со дупчечко-минерски работи од ускопите лево и десно или од средината на откопот (види Сл. 157). Кусите мински дупки може да се поставуваат хоризонтално или косо, а се изработуваат со средно тешки и тешки дупчачки машини. Минирањето обично се врши на крајот од смената, а може и во текот на смената, по што се врши проветрување на откопот од отровните гасови и прашина што настанува при минирањето.

Товарењето на минираната руда се врши со товарно-транспортни машини или со скрепери ако рудното тело не го менува својот правец. Кога сета минирана руда ќе се натовари, на подот од откопот се става пак слој од засип, при што треба да се внимава да меѓу засипот и неминираната руда да остане слободен работен простор со височина од околу 1,5 до 2 метри. Овој простор е потребен за да можат работниците непречено да ги извршуваат работните операции за наредниот, (повисок) етаж.

Според тоа, може да се каже дека кај овие методи откопувањето почнува од понискиот и напредува кон повисокиот хоризонт. Под вентилациониот ходник, по потреба, се остава заштитна плоча, а ако тој се изработува во подинските карпи, не се остава заштитна плоча - откопувањето се врши до вентилациониот ходник.

Заполнувањето на откопаниот простор се врши со засип кој, со вагони и локомотиви, се донесува од повеќе места во јамата, а преку ускопите се спушта на откопниот ходник. На откопите засипот се развлекува рачно или со скрепери.

## 8.2. ОТКОПУВАЊЕ СО САМОЗАСИПУВАЊЕ

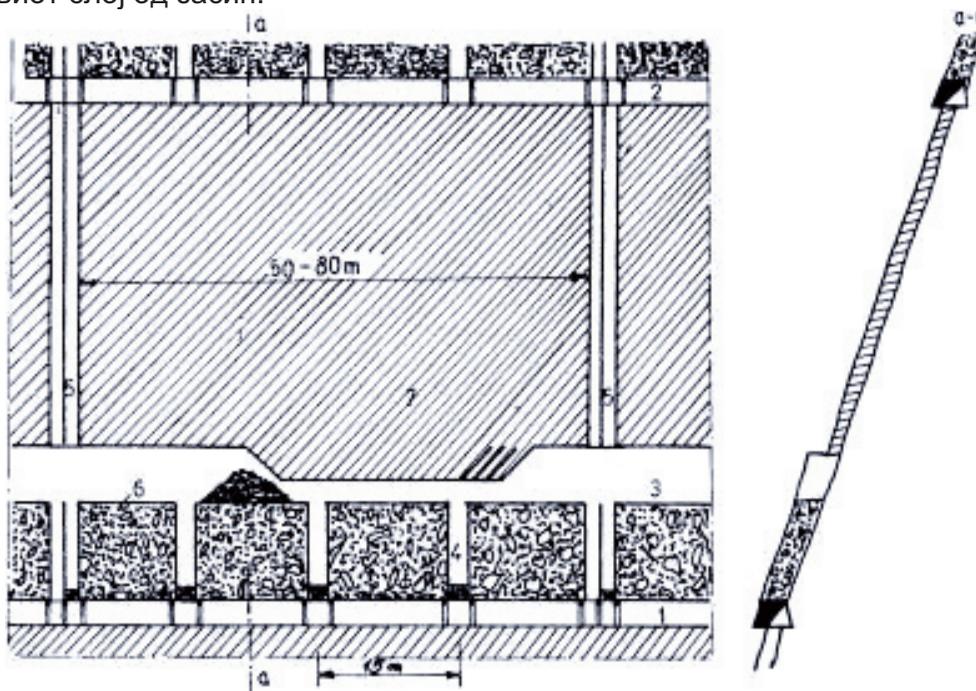
Методата на откопување со самозасипување се применува за рудни тела кои се во форма на рудни жици и леќи со дебелина од 0,1 до 1 метар. За да може рудата гравитациски да се спушта од откопот преку рудните сипки до транспортниот ходник, рудното тело треба да има наклон повеќе од 60°. Бидејќи се ползува засип како средство за осигурување на откопите, се зголемуваат трошоците за откопување, поради што оваа метода се применува за богати и скапи руди, како што се олово и цинк, калај, бакар и др.

Подготвителна просторија кај оваа метода е: транспортен ходник (1) што се изработува по правецот на протегање на рудното тело. Бидејќи се работи за тенки рудни тела, ходникот зафаќа дел и од подинските и

таванските карпи. Вентилациониот ходник се изработува слично како и транспортниот и тие се на меѓусебни височинско растојание од 40 до 50 метри. Овие два ходника меѓусебно се поврзуваат со ускопи кои се изработуваат на секои 60 до 80 метри, колку што изнесува и должината на откопите. Ускопите се опремени со скалила по кои работниците се качуваат и слегуваат од откопите.

На Сл. 166 е прикажан подолжен и попречен пресек на едно рудно тело, т.е. на една тенка рудна жица, како и изглед на дел од рудна сипка на откопот и во ходникот (Сл. 162).

Откопувањето почнува од нивото на хоризонтот, т.е. од транспортниот ходник. Подградата од подградениот транспортен ходник се тргнува, се дупчи и се минира во покривот додека да се добие височина од 4 до 5 метри, мерено од подот на ходникот. Потоа се поставува густа дрвена подграда, која од покривот и страните на ходникот се обложува со краишници или талпи. При поставувањето на подградата, на секои 15 до 20 метри, се оставаат отвори за рудните сипки, на чии долен дел веднаш се изработуваат врати, низ кои се точи минираниот руда. Потоа на така поставената подграда, се издига подградата на рудните сипки за онаа височина колку што изнесува височината на првиот слој од засип.



Сл. 166 Метода за откопување со самозасипување  
 1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Откопен ходник;  
 4. Рудна сипка; 5. Проодно сервисен ускоп; 6. Засип; 7. Неминирана руда

Целиот откоп од едниот до другиот ускоп се пополнува со засип. При поставувањето на засипот треба да се внимава: меѓу засипот, т.е. меѓу подот на откопот и таванот на откопот да остане слободен работен простор со височина од 1,5 до 2 метри.

Во зависност од физичко-механичките карактеристики на рудата и околните карпи, дупчењето и минирањето може да се врши на два начина. Ако рудата е помека или е со иста стабилност со околните карпи, прво се дупчи и минира рудата, а потоа околните карпи, т.е. засипот. Доколку пак рудата е

поцврста и постабилна од околните карпи, прво се дупчи, минира и разместува засипот по откопот, а потоа се дупчи и минира рудата. При ваквата работа треба да се направи работен простор со широчина од 1 до 1,5 метри.

Според тоа, засипот што служи за засипување, т.е. за осигурување на откопот, се добива со дупчење и минирање на едната или на двете страни на околните карпи.

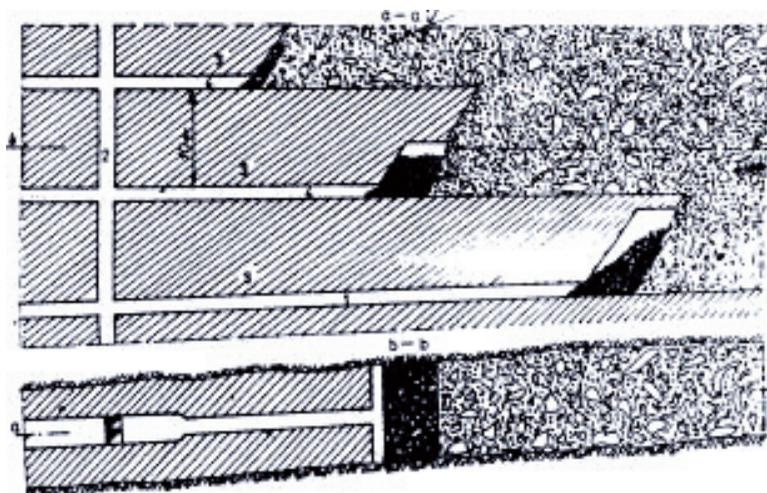
За постигнување поголема ефикасност при товарењето на минираната руда најдобро е ако пред операциите: дупчење и минирање на подот од откопот, се постави под од дебел лим. Овој под, освен што овозможува поголема ефикасност при товарењето на минираната руда, тој не дозволува и мешање на рудата со засипот, со што се намалуваат губитоците од руда. Товарењето на рудата се врши рачно, со лопата во количка, која се турка со раце до рудната сипка, каде што се истура. Во последно време, за да се зголеми ефикасноста при товарењето во примена се и скрепери на пневматски погон.

### 8.3. МЕТОДА ЗА ОТКОПУВАЊЕ ВО КОСИ ЕТАЖИ СО ПОДВИЖЕН ЗАСИП

Оваа и други слични методи се применуваат за откопување рудни тела во форма на леќи и рудни жици, со дебелина од 5 до 10 метри. Рудата и околните карпи треба да се со средна цврстина. За да се користи силата на гравитацијата за спуштање на рудата низ рудните сипки рудните тела треба да имат наклон повеќе од  $60^\circ$ .

Откопувањето почнува на тој начин што во повисоките делови од рудното тело се врши откопување со засипување на откопаниот простор во три до четири етажи или се откопаат неколку откопни блокови со некоја од методите со засипување.

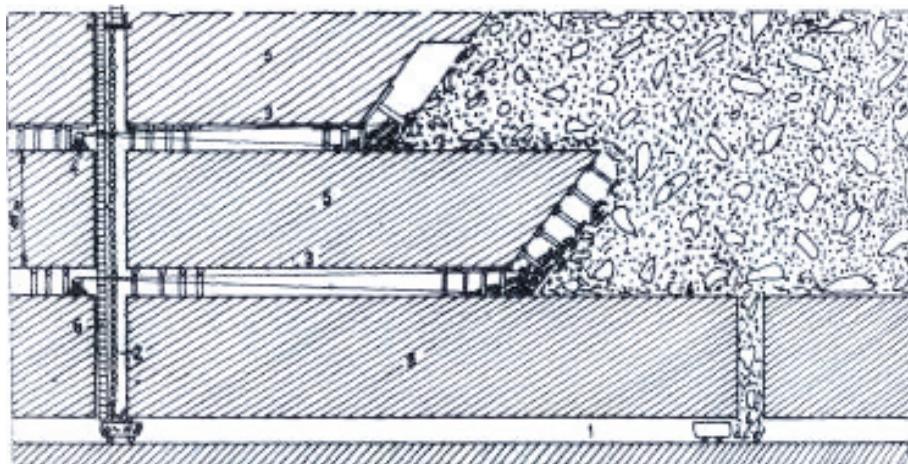
За примена на оваа метода пониските делови од рудното тело, се дели на етажи со височина од 8 до 10 метри. Откопувањето се врши со коси етажи (Сл. 167), при што се ползува стариот засип како средство за осигурување на откопите.



Сл. 167 Метода за откопување во коси етажи со подвижен засип  
1. Транспортен ходник; 2. Ускоп (проодно одделение со рудна сипка); 3. Етажа; 4. Откопен ходник

Подготовката е извршена со изработка на транспортен ходник (тх) и дводелни ускопи (рудна сипка и проодно одделение) на растојание од 80 до 100 метри.

Откопувањето почнува од највисокиот етаж со напредување од едниот кон другиот ускоп. Притоа, првоизработениот подетажен ходник се проширува од подинскиот до таванскиот дел на рудното тело, а потоа, со примена на куси коси мински дупки, се минира рудата во појаси, со дебелина од 2 метри. Минираната руда се товари рачно или со товарно-транспортни машини, директно во вагони што се истураат во рудните сипки. Товарањето на минираната руда може да се врши и со скрепери (Сл.168), директно во рудните сипки. При товарењето минираната руда сама се лизга по косината од засип и доаѓа до подот на ходникот во кој се врши товарењето. Товарење се врши се додека не почне рудата да се меша со засипот, односно се додека не почне нејзиното разблажување.



Сл.168: Метода за откопување во коси етажи со подвижен засип и товарење на руда со скрепер  
1. Транспортен ходник; 2. Рудна сипка; 3. Откопен ходник; 4. Скрепер;  
5. Неоткопана руда; 6. Проодно одделение

По извршеното минирање на неколку појаси од етажите, откопот доаѓа до под стариот засип, така што се остава тенка заштитна плоча, со дебелина од 0,5 до 1 метар. По товарењето на сета минирана руда, се минира и заштитната плоча, со што во празниот простор по косината се спушта стариот засип од повисокиот етаж. Напредувањето на етажите, т.е. на откопите е во правецот на рудната сипка. Притоа, секој понизок откоп доцни по повисокиот за околу 10 до 15 метри. На овој начин може да се направат три до четири откопи меѓу два хоризонти.

Овие методи се мошне слични со методите на подетажно заурнување, со тоа што овде откопувањето се врши по коси етажи.

Во однос на методите на подетажно заурнување, овие методи се во предност бидејќи се добива поголем процент руда и даваат поголемо искористување на рудната маса

Негативна страна на овие методи е во лошото проветрување на етажите, поради што тие мора да се проветруваат сепаратно.

## П Р А Ш А Њ А И З А Д А Ч И

1. Како го добиле името овие методи?
2. Кои услови се потребни за примена на овие методи?
3. Примената на овие методи понекогаш е условена и од .....
4. Што знаеш за рудните тела во рудникот „Злетово“?
5. Од каде може да се добие засип за вградување на откопите?
6. Кои подготвителни простории се изработуваат кај „злетовската“ откопна метода без заштитна плоча?
7. Зошто е потребен ускопот во средината, односно на растојание од 50 до 60 метри, изработен од транспортниот до вентилациониот ходник?
8. Од каде почнува и во кој правец напредува откопувањето?
9. Од кои работни операции се состои технолошкиот процес на откопување?
10. Објасни го сликовито како се отвора откопот од транспортниот до вентилациониот ходник?
11. Пред да се стави првиот слој од засип над транспортниот ходник треба да се оставаат отвори за .....
12. Како се изработуваат рудните сипки за рачно товарење на рудата, а како кај механизираниот?
13. Зошто се остава заштитна плоча под вентилациониот ходник кога ќе се заврши откопниот блок?
14. Дали понекогаш се подградуваат откопите и на кој начин?
15. Во што се разликува подготовката кај методата со заштитна плоча во однос на „злетовската“ метода без заштитна плоча?
16. Како почнува откопувањето од транспортниот кон вентилациониот ходник кај „злетовската“ метода со заштитна плоча?
17. Со што се опремуваат проодните одделенија и рудните сипки и кај двете варијанти на „злетовската“ метода?
18. Нацртај слика и објасни го комплетниот технолошки процес на откопување кај „злетовската“ метода со заштитна плоча.
19. Со што се врши товарење на минераната руда на откопите?
20. Дали ги знаеш разликите меѓу едната и другата "злетовска" откопна метода?
21. Каква улога има засипот кај овие две методи?
22. За какви рудни тела се применува методата за откопување со самозасипување?
23. Кои се подготвителни простории кај методата со самозасипување?
24. Нацртај слика и објасни како започнува откопувањето.
25. Што знаеш за дупчачко-минерските работи кај откопната метода со самозасипување?
26. Како може да се подобри ефикасноста при товарењето на минераната руда со методата со самозасипување?
27. Кои услови треба да бидат исполнети за да може да се примени методата за откопување со коси етажи со подвижен засип?
28. Како се почнува со откопување кај методата со подвижен засип?
29. Од кои простории се состои подготовката кај откопната метода со подвижен засип?
30. Нацртај слика и објасни го технолошкиот процес на откопување кај методата со подвижен засип.

31. На кои методи се слични овие методи?
32. Која е лошата страна на оваа метода?

## ГЛАВА 9

### 9.0. ОТКОПУВАЊЕ НА СЛОЕВИТИ РУДНИ ТЕЛА

Постојат поголем број методи за откопување на слоевити рудни тела (јаглен, глина и др.). Нивната поделба може да биде извршена во зависност од **начинот на санирањето на откопаниот простор** (со заурнување, со засипување или со оставање на отворени откопи), според **степенот на примената на механички средства за извршување** на одделни работни операции во производниот процес (немеханизирано-рачно, полумеханизирано - само дел од работните операции се извршуваат со примена на механички средства, и **механизирано откопување** - целокупниот работен процес е механизирани). Исто така поделбата може да биде извршена и според **дебелината на слоевите** што се откопуваат (слоеве со мала, средна и голема дебелина), како и според **наклонот на слоевите** (хоризонтални и благонаведнати, слоеви со среден наклон и стрмни слоеви).

Бидејќи напред наведените поделби не може доследно да се спроведат во сите случаи на променливи рударско - геолошки услови и тие потребни елементи да се повторуваат во различни групи, овие поделби треба да се сметаат како условни и недефинирани. Тоа е поради секојдневните промени и усовршување на технологијата за работа на откопите, како и усовршувањето на технолошките процеси.

Меѓутоа, постои една друга класификација која и овде ќе биде применета. Според таа класификација, методите за откопување на слоевитите рудни тела се поделени во три групи:

- методи за откопување со **кусо чело**;
- методи за откопување со **широко чело**;
- **комбинирани методи** за откопување.

Сиве овие групи понатаму се делат на подгрупи и варијанти, во зависност од рударско-геолошките услови во рудното тело и околните карпи. Поради сложеноста на методите и возраста на учениците, во овој курс ќе бидат обработени само оние методи кои учениците лесно ќе ги сфатат, а со тоа ќе добијат јасна претстава за технологијата за откопување на слоевитите рудни тела.

## 9.1. МЕТОДИ ЗА ОТКОПУВАЊЕ СО КУСО ЧЕЛО

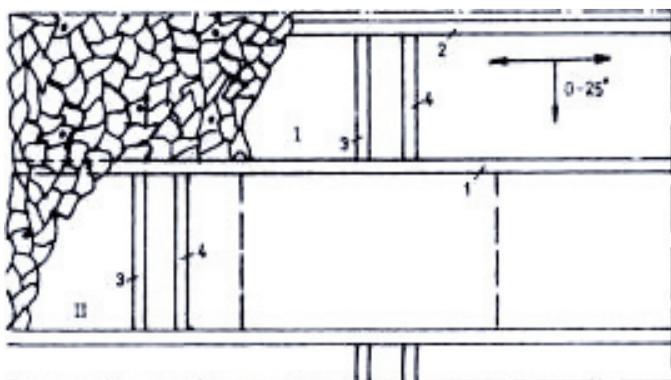
Овие методи името го добиле по малата широчина на просторот на кој се откопува минералната суровина (чело на откопот), која изнесува од 2 до 10 метри, а понекогаш и повеќе. Најчесто се применуваат за откопување слоеви од јаглен, при што работниот процес може да биде: **немеханизиран**, **полумеханизиран** и **механизиран**. Притоа, кај немеханизираниот и полумеханизираниот процес на откопување работните операции се извршуваат со прекини, а кај механизираниот извршување на работните операции тие се во вид на непрекинат произведен циклус.

Санирањето на откопите е во зависност од физичко-механичките карактеристики на околните карпи и општите рударско-геолошки услови во рудното тело. Кај некои откопни методи, по вадењето на минералната суровина, се врши заурнување на непосредната покрovina, кај други, откопаниот простор се пополнува со засип, а кај трети, откопите делумно се подградуваат, а откопаниот простор останува отворен. Постојат методи кај кои растоварувањето од притисоците се врши и со оставање на сигурносни столбови. Постојат поголем број методи од оваа група, но овде ќе стане збор само за методите со заурнување на непосредната кровина бидејќи се поевтини во однос на методите со засипување или подградување.

### 9.1.1. МЕТОДИ НА СТОЛБНО ОТКОПУВАЊЕ СО ЗАУРНУВАЊЕ НА ТАВАНСКИТЕ КАРПИ

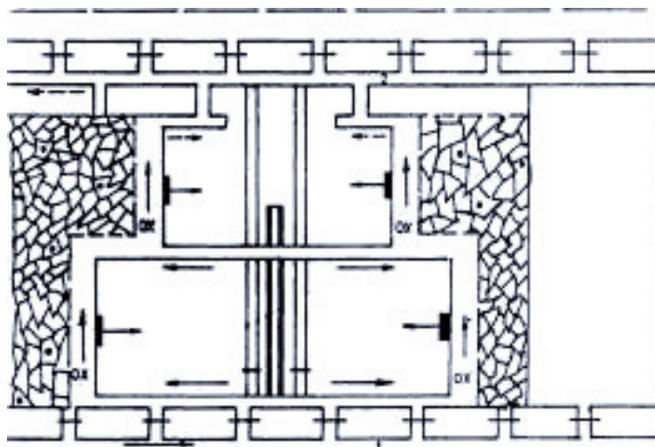
Овие методи се применуваат за рудни тела со паден агол од 0 до 25°, што одговара на поимот хоризонтални и благо наведнати. Дебелината на рудните тела може да изнесува од 2 до 6 метри.

На Сл.170 и 171 е прикажан шематски приказ на јамско-експлоатационо поле, подготвени за еднокрилно и двокрилно откопување.



I - II -> ОТКОПНИ ПОЛИЊА

1. Транспортен ходник
2. Вентилационен ходник
3. Извозни ускоп
4. Вентилационен ускоп



Сл. 171: Јамско експлоатационо поле подготвеено за двокрилно откопување  
1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Откопен ходник

Од сликата се гледа дека јамското поле се дели на откопни појаси со транспортен ходник 1 и вентилационен ходник 2, изработени по правецот на протегање на слојот, на меѓусебно растојание од 50 до 150 метри. Транспортниот и вентилациониот ходник меѓусебно се поврзуваат со пречни ходници или ускопи, кои што се поставуваат на меѓусебно растојание од 50 до 200 метри. Преку овие ускопи се транспортира откопаниот јаглен до главниот транспортен ходник. Ако се врши еднокрилно откопување, доволен е само еден ускоп, а кај двокрилното откопување се изработуваат два или три ускопа. Подготовката со три ускопа ретко се применува, а ако се примени, во тој случај главниот транспортен и вентилационен ходник се состојат од по два паралелни ходници што се изработуваат по правецот на протегање на рудното тело.

Конструкцијата на откопите е во зависност од начинот на подготовката на откопниот блок. Каква ќе биде конструкцијата на откопите во голема зависност се од: дебелината на слојот, правецот на откопување (по протегање, нормално на правецот на протегање или косо), начинот на санирање на откопаниот простор, начинот на заурнување на таванските карпи, големината на притисоците и др.

Ако откопите се поставуваат по правецот на протегањето на минералното наоѓалиште, широчината на откопниот столб може да изнесува од 10 до 20 метри, а ако откопувањето се врши по падот или по нагорнината на рудното тело, тогаш широчината на откопниот столб може да биде 4 до 10 метри.

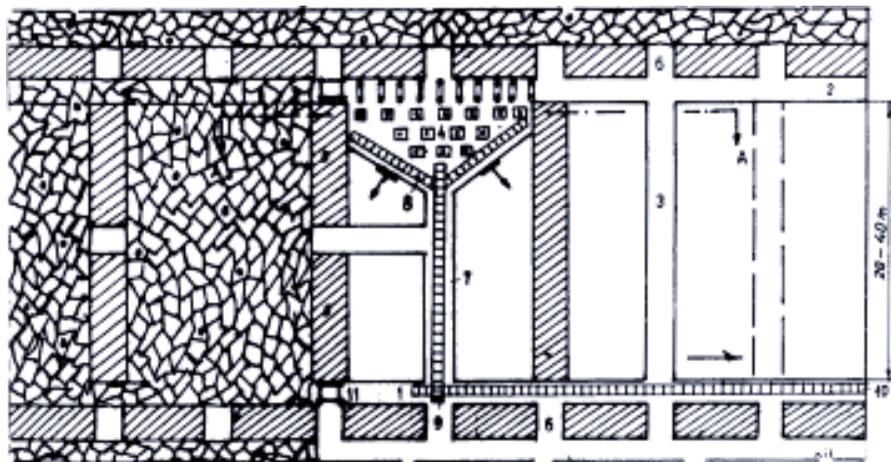
Колкава ќе биде височината на откопите зависи од дебелината на слојот. Ако тој е со нормална дебелина, се откопува целиот слој одеднаш, а ако е со дебелина повеќе од три метри, откопувањето се врши во две фази.

Во групата методи со столбно откопување со заурнување на кровината постојат повеќе варијанти, коишто се разликуваат според конструкцијата на откопите, нивните димензии и правецот на откопување.

#### 9.1.1.1. “V” Метода

Оваа метода се применува за откопување хоризонтални и благо наведнати наоѓалишта (со пад од  $0^{\circ}$  до  $30^{\circ}$ ), со дебелина до 5 метри. Основната подготовка на откопното поле се состои од изработка на систем на

паралелни ходници, од кои едниот е транспортен (1), а другиот е вентилационен (2) (Сл.172). растојанието меѓу транспортниот и вентилациониот ходник се движи од 20 до 40 метри. На ова растојание се формираат и откопните столбови. Транспортниот и вентилациониот ходник се поврзани со пречни ходници (за хоризонтални рудни тела) или ускопи (за благо наведнати рудни тела).



Сл. 172: "V" Метода за откопување

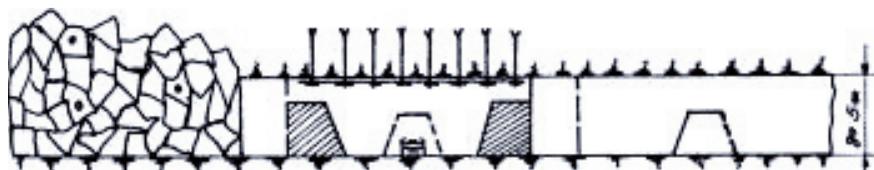
1. транспортен ходник; 2. вентилационен ходник; 3. Ускопи (пречни ходници); 4. Висечка подграда;
5. Сигурносни столбови; 6. Сигурносни столбови; 7. Откопни ходник; 8. Откопни транспортер;
9. Транспортер во откопен ходник; 10. вкрстени столбови

По отворањето на откопот тој, со почетокот на откопниот ходник, зафаќа остар агол, односно и двете крила се во форма на буквата "V", по што и методата го добила името "V" метода. Должината на двете крила од откопот, заедно со ускопот (пречниот ходник), мерено по правецот на протегање на слојот, изнесува од 15 до 20 метри.

Оваа метода спаѓа во групата на полумеханизирани методи. Јагленот се добива со дупчење и минирање (куси мински дупки) на откопите, односно на откопното чело во две фази: во првата фаза се дупчи и се минира горниот дел од јагленот, со што се отвора простор за подградување на таванот од откопот се анкери. Истовремено се добива уште една слободна површина со што во втората фаза на минирање се зголемува ефектот од минирањето. Во втората фаза (Сл.173) се дупчи и се минира долниот дел од откопот, кој секогаш е 3 до 4 метри зад првото скалило.

При откопувањето челата на откопот се поместуваат дијагонално во однос на правецот на протегање на рудното тело.

За да се заштитат откопите од заурнување од страната на заурнатиот дел (старите работи), се оставаат сигурносни столбови. На ист начин се заштитуваат и паралелните ходници. Минералната суровина во заштитните столбови претставува неповратен губиток. Бидејќи тие се оставаат за растоварување на притисоците во откопите, по завршеното откопување, сигурносните столбови покажуваат знаци на пукање, со што се зголемува опасноста од појава на ендегени пожари.



Сл. 173: попречен пресек на откоп кај "V" метода

Со едно минирање во двете фази откопот напредува 1,5 до 2 метри, што значи, се ползуваат куси мински дупки. По извршеното минирање, дел од јагленот паѓа врз откопниот транспортер (бранест со брана) што е на двете чела од откопот. Преостанатиот јаглен рачно се товари на транспортерот. Рачното товарење на јагленот претставува најтешката работна операција, а наедно и најмногу надници се трошат за извршување на оваа операција. Според тоа, грабилниот транспортер треба да биде веднаш до челото на откопот, а оттаму јагленот се предава на бранест транспортер што е во откопниот ходник. Тој транспортер, минираниот јаглен го предава на главниот транспортер што е во транспортниот ходник. За транспортерот што е во откопниот ходник карактеристично е што тој, со напредувањето на откопот кон транспортниот ходник, постепено се скусува.

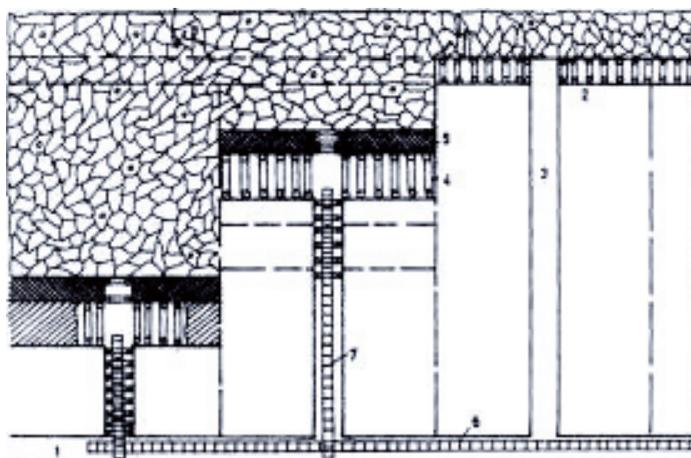
По извршеното дупчење, минирање и товарење на минираниот јаглен, се врши подградување на таванскиот дел од откопот. Пречниот ходник (ускопот) и откопите се подградуваат со анкери и помошни столбови. Од страната на завршениот откоп, за да се заштити тој дел од откопот од заурнување, се поставуваат вкрстени дрвени столбови. За да се заштитат транспортниот и вентилациониот ходник од заурнување, тие се осигуруваат со сигурносни столбови, при што и таа минерална суровина претставува неповратен губиток.

На крајот на работниот циклус се врши природно или принудно заурнување на покровината што, всушност, претставува санирање на откопот.

#### 9.1.1.2. „Т“ - метода

Оваа метода се применува за откопување хоризонтални и благо наведнати рудни тела, со наклон до 30°. Таванските карпи треба да се стабилни, а по вадењето на минералната суровина, потполно да се заурнува.

Подготвителни простории кај оваа варијанта на столбно откопување се: транспортен ходник (1) и вентилационен ходник (2) што се на меѓусебно растојание од 20 до 60 метри. Како и кај претходната метода, и овде транспортниот и вентилационен ходник се заштитени со сигурносни столбови. Транспортниот и вентилациониот ходник меѓусебно се поврзани со пречни ходници (ускопи). Ускопите се поставуваат на меѓусебно растојание од 8 до 12 метри (Сл. 174).



Сл. 174: „Т“ - Метода за откопување

1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Ускоп (пречен ходник); 4. Откопи; 5. Заштитен столб; 6. Транспортер во транспортен ходник; 7. Откопни транспортер

Од претходната варијанта, оваа се разликува по положбата на откопните крила. Кај оваа метода крилата со откопниот ходник (ускопот) затвораат агол од  $90^\circ$ . По отворањето на откопот тој потсетува на буквата „Т“, по што оваа метода и го добила името „Т-метода“.

Широчината на откопот изнесува 10 метри (двете крила по 5 метри, не сметајќи ја широчината на ускопот) и не се менува до транспортниот ходник.

Оваа метода, исто така, спаѓа во групата на полумеханизирано откопување, односно минералната суровина (јагленот) се добива со дупчење и минирање и со помошен пневматски алат. Притоа, ако слоевите се со дебелина до 3 метри, се откопува целата височина одеднаш. Словите, со дебелина од 3 до 6 метри, се откопуваат во две фази. За разлика од претходната метода, кај оваа, прво се откопува долната половина на слојот (2 до 3 метри), а во втората фаза се откопува горната половина од слојот.

Откопот (4) се отвора од пречниот ходник (3), односно од ускопот со зајакнато подградување со дрвени или со челични столбови, а по потреба и со дополнителни столбови. Широчината на откопот е околу 4 метри, а височината 2 до 3 метри и напредува лево и десно од ускопот, по правецот на протегањето на слојот. Дупчење на минските дупки се врши со средно тешки и тешки дупчечки чекани, при што се применуваат куси мински дупки. Тоа значи дека откопот напредува при едно минирање за околу 1,5 до 2 метри.

За да се заштити откопот од заурнување отстрана, на старите работи се оставаат заштитни столбови. Тие се откопуваат на враќање, т.е. кога со откопувањето на минералната суровина ќе се дојде до крајот, односно до старите работи.

Подградувањето на откопите се врши со рамковна дрвена подграда, а ако се јавуваат заголемени притисоци, се ползува и челична хидраулична или друг вид подграда. Подградата се поставува паралелно на челото на откопот, на меѓусебно растојание од 1 до 1,2 метри. Местото кај што се вкрстуваат двете крила од откопот се ускопот, особено е осетливо и има тенденција кон заурнување. Затоа тој дел од откопот треба да се подгради со зајакната подграда.

По извршеното откопување на јагленот од вентилациониот и транспортниот ходник, се врши заурнување на таванскиот дел, со што се врши санација на откопот. Санација на откопите може да се врши и со пополнување на откопаниот простор со засип.

Слична метода се применува во сењско-ресавските рудници за откопување на кафеав јаглен. Дебелината на слојот во овие наоѓалишта изнесува околу 5 метри, а наклонот е околу 30°.

## П Р А Ш А Њ А И    З А Д А Ч И

1. Од каде потекнува името на методите за откопување со кусо чело?
2. Како може да се одвива работниот процес кај методите со кусо чело?
3. Од што зависи начинот на санирање на откопите и какво може да биде?
4. За какви рудни тела се применуваат методите на столбно откопување со заурнување на таванските карпи?
5. Кои подготвителни простории се прават кај методите на столбно откопување со заурнување на таванските карпи?
6. Што значи еднокрилно откопување на јамско експлоатационо поле?
7. Што значи двокрилно откопување (дај слика) на јамско експлоатационо поле?
8. Од што зависи конструкцијата на откопите кај методите на столбно откопување со заурнување на покровинските карпи?
9. Од што зависи широчината на откопниот столб?
10. Од што зависи височината на откопите и во колку фази може да се откопува потенко или подебело рудно тело?
11. Кои основни услови треба да бидат исполнети за примена на „V“-методата“?
12. Нацртај слика и покажи ги подготвителните простории?
13. Колкави се димензиите на еден откоп?
14. Од каде потекнува името „V“-метода“?
15. Како се добива јаглен со помош на оваа метода?
16. Како се заштитуваат откопите отстрана на заурнатиот дел?
17. Колку напредува откопот со едно минирање?
18. Како и на што се товара минираниот јаглен?
19. Објасни какви подгради и на кои места се поставуваат на откопите за да се обезбедат сигурни и здрави услови при работа?
20. Како се врши санирање на откопите?
21. За какви рудни тела се применува „Т-методата“?
22. Кои подготвителни простории се изработуваат кај „Т-методата“?
23. Како го добило името „Т-методата“?
24. Како се откопуваат тенки, а како подебели слоеви од јаглен?
25. Нацртај слика и објасни како се врши откопување.
26. Како се подградуваат откопите и зошто?
27. На кој начин се врши санација на откопите?
28. Кај „V“ и „Т“ - методите какви мински дупки се дупчат?

## 9.2. МЕТОДИ ЗА ОТКОПУВАЊЕ СО ШИРОКО ЧЕЛО

Методите за откопување со широко чело своето име го добиле според многу поголемата должина на челото од откопот во однос на широчината на откопот или во однос на методите за откопување со кусо чело. Просечната должина на челото од откопот кај овие методи е во границите од 50 до 200 метри. Во некои случаи должината на откопите може да биде и многу поголема. Но, со зголемувањето на должините на откопите, а со тоа и нивната површина, се јавува проблемот: како да се заштитат таквите големи површини од заурнување, со што ќе се заштити здравјето на работниците, ќе се овозможи непречена работа на механизацијата, а наедно ќе се заштити и површината од заурнување.

Од друга страна пак, со зголемувањето на должината на челата од откопите се овозможува примена на разновидни технички средства за работа, т.е. се дава можност сите работни операции да се извршуваат механизирани.

Методите за откопување со широко чело имаат една заедничка техничка карактеристика, а тоа е што постои голем избор на технички решенија за примена на технологијата за откопување, подградување и санирање на празниот простор, односно на просторот од кој е извадена минералната суровина.

Втора карактеристика на овие методи претставува големата брзина на напредување на откопот, високите ефекти при производството и др.

Трета карактеристика е во едноставниот систем на откопување, малиот коефициент на подготовка, правилните геометриски форми на откопите и создавањето на сите предуслови за примена на ефикасен и непрекинат систем на транспорт.

Овие методи најчесто се применуваат за откопување хоризонтални и благо наведнати минерални наоѓалишта, а поретко за коси и стрмни наоѓалишта.

Дебелината на минералните наоѓалишта може да биде мала (1 до 3 метри), средна (3 до 6 метри), со голема дебелина (6 до 10 метри) и со многу голема дебелина (преку 10 метри).

Во однос на начинот на осигурување на откопите, исто така, постојат поголем број од овие методи. Ако се таванските карпи лесно и потполно заурнуваат, може да се примени некоја од варијантите со заурнување на покривината. Ако пак се работи за нестабилни тавански карпи или пак од други причини не може да се применат методите со заурнување на таванот, тогаш се применуваат методите со засипување на откопаниот простор. Во примена се и методи со комбиниран систем на санирање на откопите, особено ако минералната суровина се откопува во повеќе етажи.

### 9.2.1. ШИРОКО ЧЕЛНО ОТКОПУВАЊЕ СО ПОТСЕКУВАЊЕ И МИНИРАЊЕ

Оваа метода се применува, а и најдобри ефекти се постигнуваат, при откопување минерални наоѓалишта со дебелина од околу 3 метри. Рудните тела не треба да се со наклон поголем од  $10^\circ$ , со компактни тавански карпи кои што по отстранувањето на подградата, лесно и брзо самите ќе се заурнат. Бидејќи од механизација се применува потсекалка, да не би дошло до кршење на назабениот дел од потсекалката, минералната суровина не смее да содржи јалови пластови.

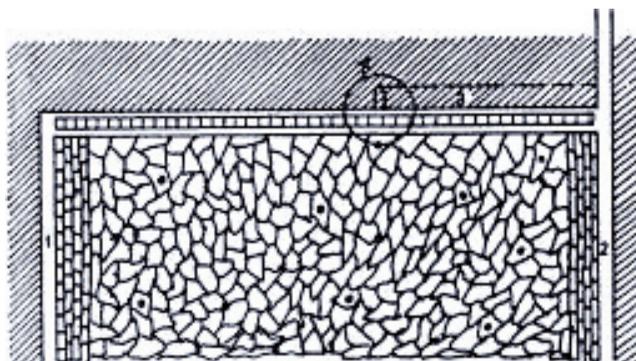
Добивањето (откопувањето) на минералната суровина кај овој тип методи се врши со потсекување на минералната суровина, како и со дупчење и минирање на челото од откопот. Откопаниот простор може да се санира со заурнување на непосредните тавански карпи, со засипување или со подградување и засипување.

Должината на челото од откопот изнесува од 60 до 80 метри.

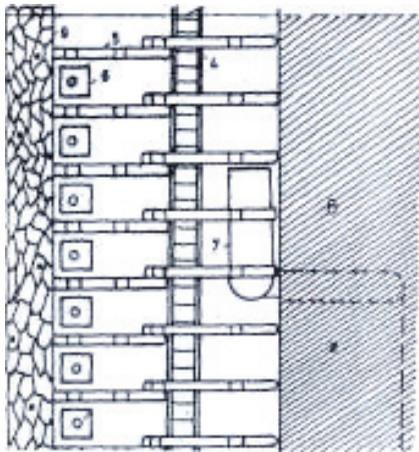
Подготвителни работи кај оваа метода се транспортен ходник (1) и вентилационен ходник (2), чие меѓусебно растојание, всушност, претставува должината на откопот. Транспортниот и вентилационен ходник меѓусебно се поврзани со откопниот ходник (3), со што се остварува добро проветрување на откопот. Транспортниот и вентилационен ходник се осигуруваат со сидана подграда од камен (Сл. 175).

Конструкцијата на откопот е во зависност од типот на машината за потсекување, подградата што се применува за осигурување на откопот и начинот на управување со покровината.

Според Сл. 176 и овде ќе стане збор за конструкција на откоп, во кој машината за потсекување се поместува пред грабилниот транспортер. Оваа варијанта може да се модифицира, така што машината за потсекување може да се движи по откопниот транспортер што е во просторот, веднаш до челото на откопот.

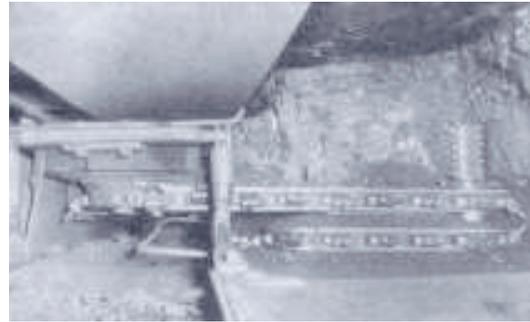


Сл. 175: Подготвителни работи кај методата за откопување со широко чело  
1. Транспортен ходник; 2. Вентилационен ходник; 3. Откопен ходник



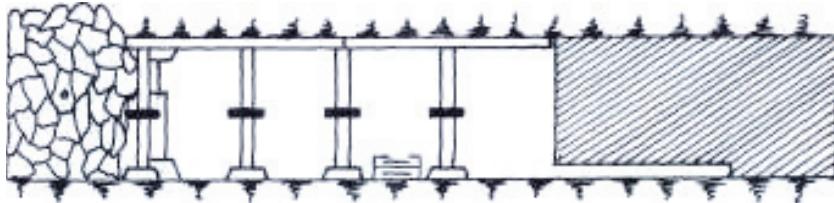
Сл. 176: Детал А

4. Грабилен транспортер
5. Челична подграда
6. Хидраулични столбови
7. Потсекалка
8. Јаглен
9. Зарушен дел од откопот

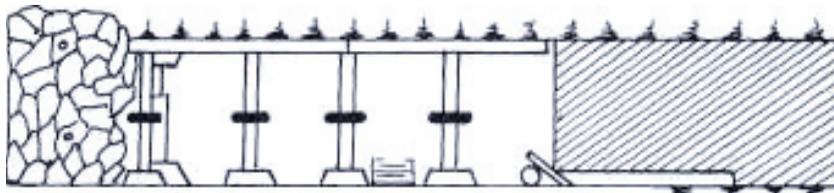


Машина за потсекување со комбиниран механизам за режење во откопот

По извршената подготовка на откопниот блок, се врши потсекување на јагленот по целата должина на челото од откопот (Сл. 177).



Сл. 177: Потсекување на откопниот блок



Сл. 178: Потпирање на откопниот блок

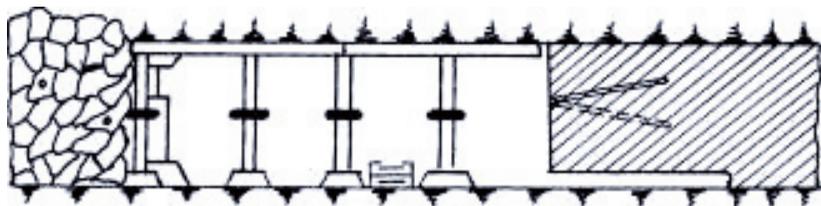
Со потсекувањето се добива уште една слободна површина, со што се зголемува ефектот од минирањето. Истовремено во потсекот може да се пушта вода под притисок, со што ќе се навлажни јагленот, а со тоа ќе се намали и експлозивната прашина при минирањето.

При изработката на потсекот добиениот ситен јаглен, рачно се товари на бранестиот транспортер. Кај современите потсекалки товарањето на иситнетиот јаглен се врши со таканаречени „шепи“ што се составен дел на машината.

Со завршувањето на потсекувањето завршува и механизираниот копање и евентуално товарење на иситнетиот јаглен од потсекот. За да не се оштети потсекалката при минирањето, таа се повлекува во почетната комора.

Дупчењето на минските дупки се врши во една или во повеќе редови. Дупчењето на кусите мински дупки се врши со средно тешки и тешки дупчачки машини. Правецот на дупнатините може да биде хоризонтален или под агол од

10°, поставени во правецот на подината или таванот. Ако таванот е компактен за да може да го издржи ударот од минирањето, односно да не дојде до предвремено заурнување, дупнатините се свртуваат кон него под агол од 10°. Во спротивно, дупнатините се изработуваат под агол од 10°, во правецот на подината (Сл. 179 и 180).

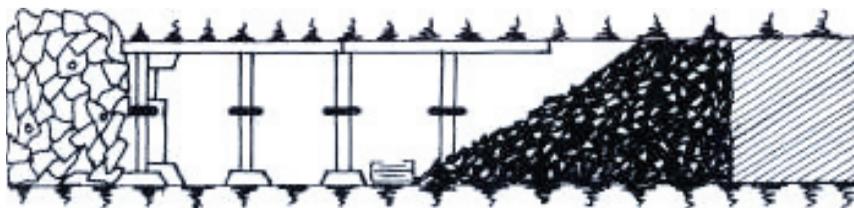


Сл. 179: Дупчење на мински дупки  
Сл. 180: Дупчење на мински дупки

Ако минералното наоѓалиште е со нормална дебелина, доволно се само два реда мински дупнатини со наизменичен распоред, т.е. едни се свртуваат кон подината, а други кон таванот.

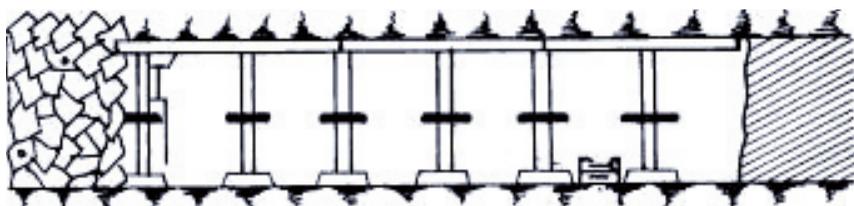
По извршеното полнење на минските дупки со експлозив, се врши затнување, поврзување на електричните проводници и минирање. Минирањето се врши во секции со должина од 15 до 20 метри или по целата должина на откопот.

Минираниот јаглен (Сл. 181) најчесто рачно се товари на бранестиот транспортер што е веднаш до челото на откопот. Откопниот транспортер го пренесува јагленот до транспортерот во главниот транспортен ходник. Од главниот транспортен ходник, исто така, со бранест транспортер или со транспортна лента минералната суровина се транспортира до главните собирни комуникации. Бидејќи товарењето на минираниот јаглен се врши рачно, кај оваа работна операција се ангажираат најголем број работници, се троши најголем дел од работното време, а претставува и една од најтешките работни операции.



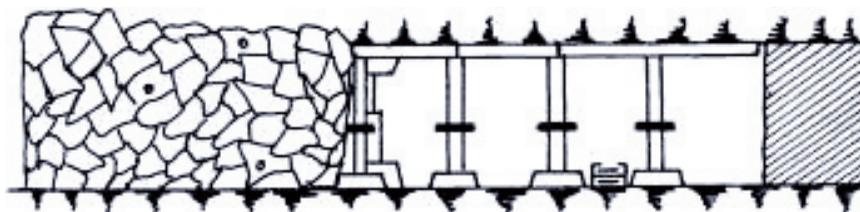
Сл. 181: Минирање на челото од откопот

Кога со товарењето на јагленот ќе се одмине неколку метри, се врши подградување на откопот се поставување на еден или два столба (Сл. 182).



Сл. 182: Поставување на нова подграда до челото на откопот

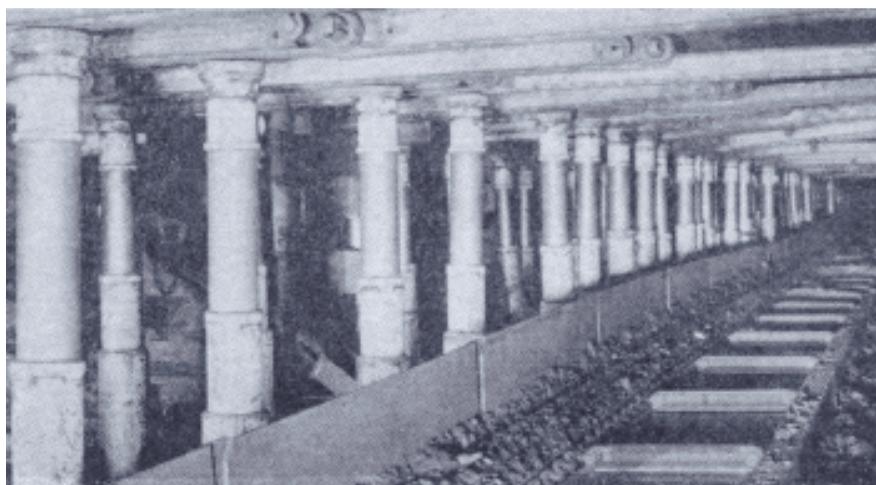
Кога подградувањето ќе се изврши по должината на целиот откоп, се врши поместување на бранестиот транспортер (Сл. 183) поблизу до челото на откопот.



Сл. 183: Тргување на хидрауличните столбови - зарушување

На крајот од овој работен циклус се отстранува фрикционата подграда од страната на заурнатиот дел и хидрауличните столбови, со што доаѓа до заурнување на таванот. Ако не дојде до самозаурнување на таванот, се врши негово присилно заурнување со дупчачко-минерски работи.

На Сл. 184 е прикажан изглед на подграда (хидраулична индивидуална) на откоп со широко чело.

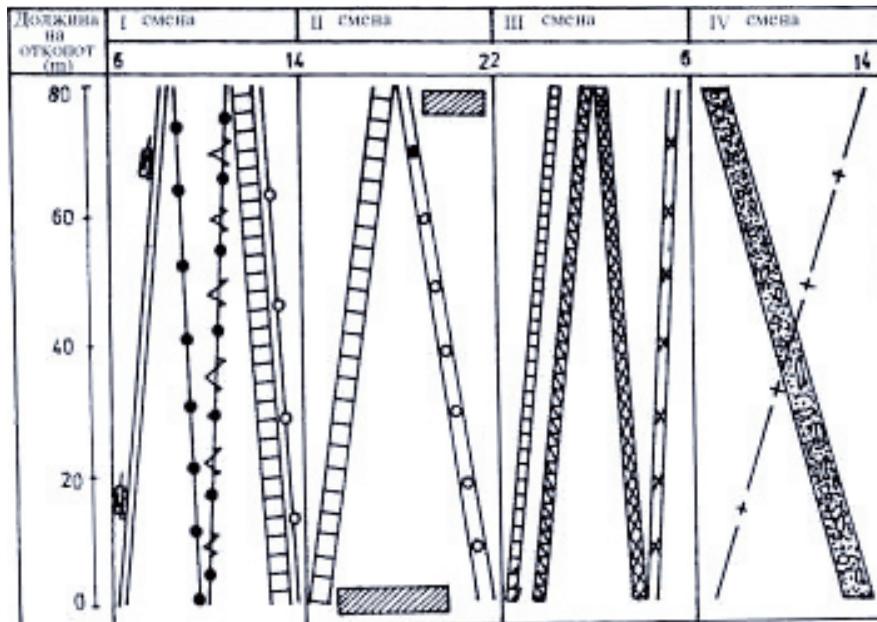


Сл. 184: Изглед на хидраулична индивидуална подграда за подградување на откопи

Карактеристично за овие методи е тоа што откопот се отвора со изработка на пречен откопен ходник, со кој се поврзуваат транспортниот со вентилациониот ходник. Широчината на ходникот изнесува 1,5 до 2 метри, која е доволна за поставување на откопниот транспортер. Потоа, на враќање со дупчење и минирање се отвора уште една таква секција, со која се прави слободен простор за поставување на машината за потсекување.

Од досега изнесеното се гледа дека кај оваа метода постои циклична организација на работата. При откопување се извршуваат следните работни операции: потсекување, товарење на јагленот од потсекот (кај што се троши мал дел од времето), дупчење и минирање, товарење и транспорт на минералната суровина (јагленот), поставување привремена подграда, чистење на откопот и дополнително подградување, поставување постојана подграда, поставување на бранестиот транспортер поблизу до челото од откопот и санирање на откопот со заурнување на таванот или со засипување.

На Сл. 185 е прикажан циклограм на работа за откоп со широко чело, кај што работните операции делумно се изработуваат механизирано, а делумно мануелно, односно полумеханизирано откопување со потсекување и минирање, а празниот простор се осигурува со засип.



Сл. 185: Циклограм на работа за откоп со широко чело

- Потсекување на откопот
- Дупчење на мински дупки
- Минирање
- Товарање и транспорт
- Поставување привремена подграда
- Поставување стална подграда
- Поместување на транспортерот
- Оградување на откопаниот простор
- Поставување на цевовод за засип
- Засипување
- Снабдување со потребни материјали
- Изработка на почетна и завршна комора

### 9.3. МЕХАНИЗИРАНО ОТКОПУВАЊЕ СО ШИРОКО ЧЕЛО

Кај широкочелното откопување се применува комплексна механизација за извршување на сите работни операции во производниот процес. Со помош на таа комплексна механизација, може да се извршуваат операциите: копање (стругање), транспорт на откопаната минерална сировина, подградување и раководење со таванот. Со примената на машините за извршување на работните операции се постигнува висока продуктивност, економично откопување и сигурни услови при работа.

Примената на механизацијата за откопување овозможува и автоматизирање на производниот процес, како и воведување далечинско раководење со работните операции, односно со механизацијата, со која се произведува минерална сировина на откопите со широко чело.

Машините за континуирано откопување на минералната сировина на откопите со широко чело, движење и товарење, може да остварат неколкупати поголемо производство и позитивни ефекти во однос на полумеханизираното или немеханизираното откопување.

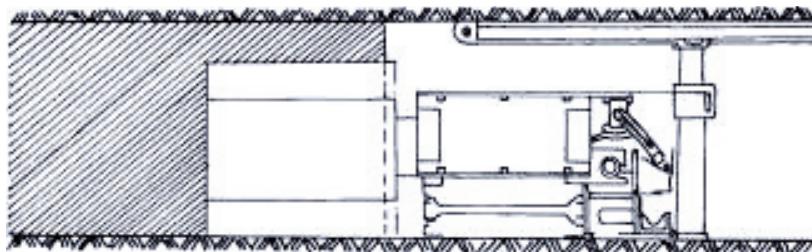
Откопните машини, конструирани во последната деценија, може да се применат речиси во секакви рударско-геолошки услови што владеат во слоевите минерални наоѓалишта (јаглени). Ограничување може да има само кај тектонско-пореметените слоеви и кај слоеви што се со релативно мала должина. Во такви услови не може да се искористи максималниот капацитет на машината, односно би се постигнал негативен економски ефект.

Механизирано откопување може да се применува за слоеви со мала, средна и голема дебелина. Притоа, слоевите со мала и средна дебелина се откопуваат во целата височина, а слоевите со голема дебелина се откопуваат во повеќе етажи или во еден етаж, а преостанатиот јаглен (од таванот) се добива со самозаурнување.

Најдобри резултати и сигурни услови при работа се постигнуваат во слоеви со благ пад или кои се потполно хоризонтални. Не е исклучена можноста за примена на механизано откопување и кај коси слоеви, со тоа што откопувањето се врши во појаси или во хоризонтални етажи.

Според принципот на работа на механизмот за копање на јагленот, постојат повеќе типови машини:

- Откопни машини, кај кои механизмот за копање е во вид на назабен цилиндер (Сл. 186).

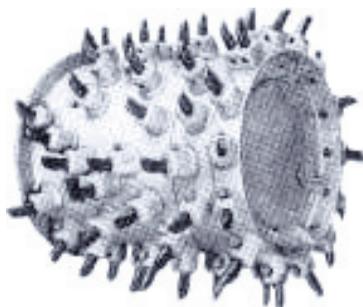


Сл. 186: Откопни машини со механизам за копање назабен цилиндер

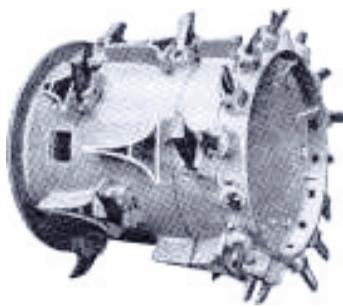
Механизмот за режење, т.е. цилиндричниот дел од машината се разликува во зависност од физичко-механичките карактеристики на јагленот и бараната крупност на струготините од јаглен и тоа:

а) За јаглен со мала цврстина и ситна гранулација се применува цилиндричен валјак, прикажан на Сл. 187. За јаглен со мала цврстина и крупна гранулација се применува цилиндричен валјак, прикажан на Сл. 188;

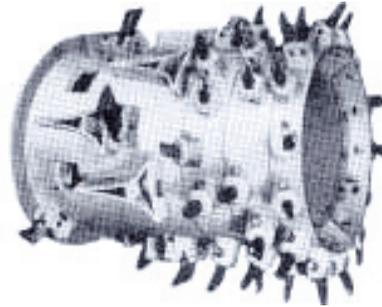
б) За тешки работни услови со комбиниран распоред на запците (Сл. 189).



Сл. 187: Цилиндричен механизам за копање на јаглен со мала цврстина

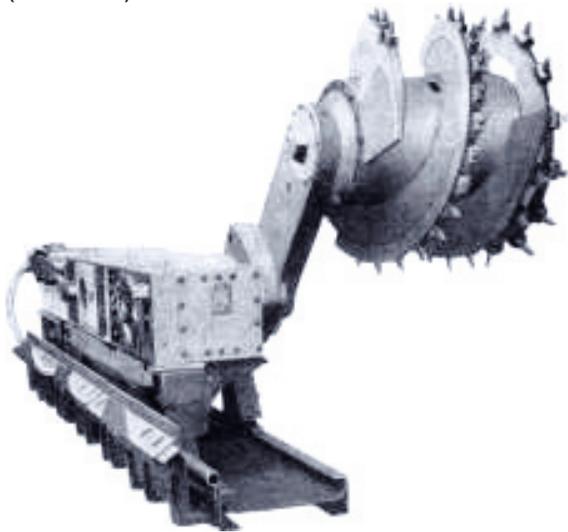


Сл. 188: Цилиндричен механизам за копање јаглен со мала цврстина и крупна гранулација

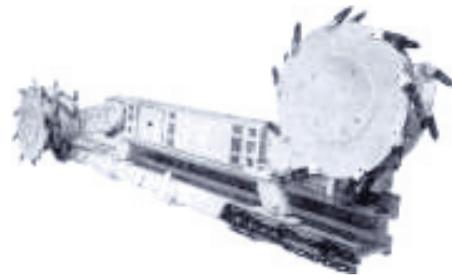


Сл. 189: Цилиндричен валјак со комбиниран распоред на забите

Машина за копање со цилиндричен валјак, која овозможува регулирање на височината за копање (Сл. 190) и машина со два цилиндрични валјаци (Сл. 191).

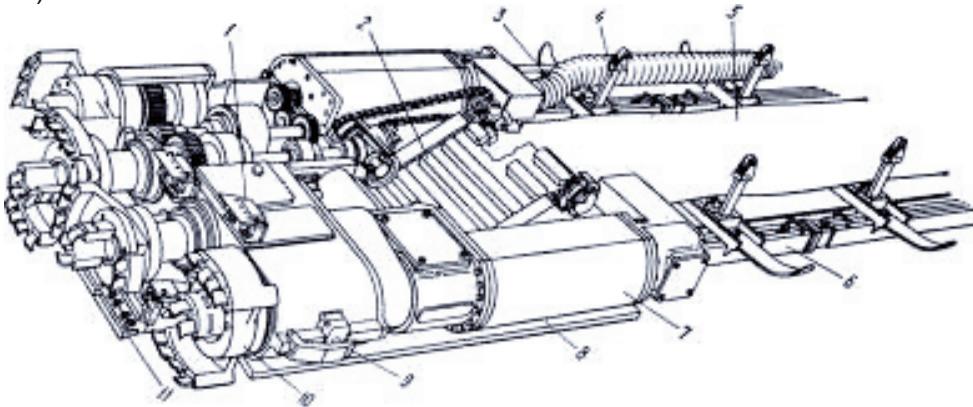


Сл. 191: Машина за копање со два цилиндрични валјаци



Сл. 190: Машина за копање со цилиндричен валјак

Машина за копање со глави за режење со различен пречник и распоред на забите. Оваа машина е конструирана за работа во слоеви со мала дебелина. Работата на машината може да биде со далечинско управување (Сл. 192).

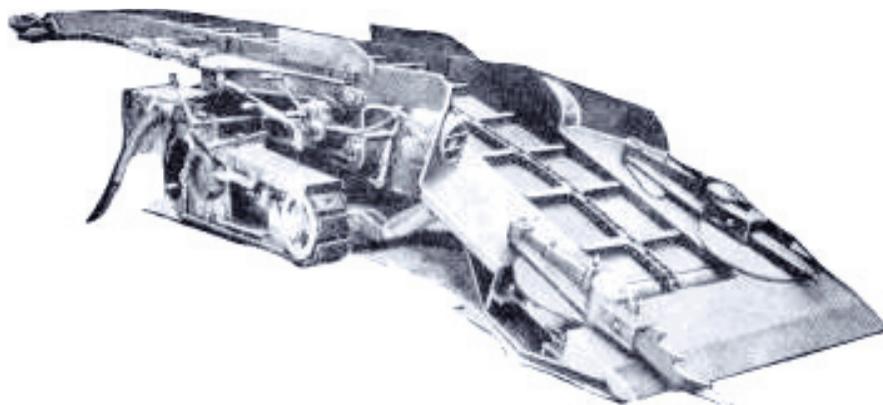


Сл. 192: Машини за копање со различен пречник и распоред на забите кај главата за режење  
 1. предна глава; 2. грабилен транспортер; 3. цевка за проветрување; 4. регулатор на висина;  
 5. гумена лента; 6. шипка за потисок; 7. мотор за режење; 8. лизгач; 9. хоризонтална водилка;  
 10. глава за режење; 11. долна глава за режење

Според начинот на товарење на иситнетиот јаглен на челото од откопот, машините за копање може да вршат:

- а) товарење со плугови со различна конструкција, кај што регулирањето се врши рачно или автоматски;
- б) товарење со челно и странично зафаќање на машината за копање, при што јагленот паѓа на бранестиот транспортер;
- в) товарење со ексцентрично зафаќање, кога јагленот се товари на сопствен бранест транспортер (Сл.193);

г) товарење јаглен со сопствен механизам во вид на полжав, со кој јагленот се довлекува до товарното место во транспортниот ходник.



Сл. 193: Товарење со ексцентрично зафаќање на јагленот

Според начинот на движење на откопните машини при работа тие може да бидат:

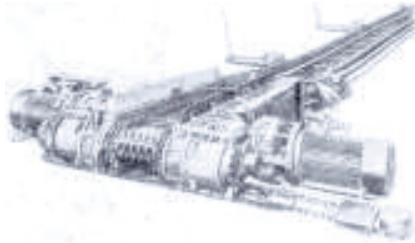
- на сопствен погон, при што се движат по шини или на гасеници (најчесто се применуваат за механизирано копање кај откопите со кусо чело);
- движење со помош на влечење со јаже или синџир, при што како носечка конструкција се ползува откопен транспортер и дополнителна конструкција (примена за работа во откопи со широко чело).
- За механизирано откопување слоеви од јаглен со откопи со широко чело се ползуваат и машините за копање, познати под името „стругови“. Со овие машини, исто така, се постигнуват задоволителни резултати во однос на брзината на напредување, капацитетот и позитивните откопни ефекти. Предност на технологијата за откопување со струговите се гледа во едноставниот механизам за работа, лесно одржување на струговите, создавање помала запрашеност при стругањето, можност за воведување далечинско управување и др.

Технолошкиот процес за добивање јаглен со помош на стругови се состои од следните работни операции: стругање и самотоварење на иситнетиот јаглен, поместување на бранестиот транспортер, подградување, заурнување или засипување на откопаниот простор и помошни работи.

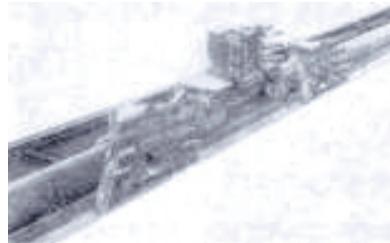
Откопување јаглен со стругови може да се врши кај слоеви со дебелина од 30 до 200 сантиметри. Машините стругови ги има два вида: динамични и статични стругови.

Динамичните стругови јагленот го копаат (стругаат) од челото на откопот со удари или со вибрации од механизмот за стругање. Се користат за откопување цврсти и лепливи јаглени.

Статичките стругови од челото на откопот јагленот го стругаат со силата што се пренесува на забите од стругот преку јаже или синџир. Овие стругови во денешно време имаат најширока примена (Сл. 194 и 195).

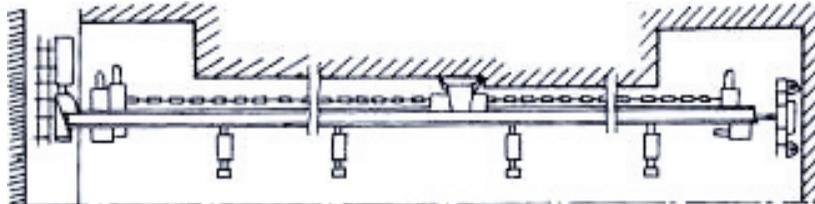


Сл. 194: Статички струг



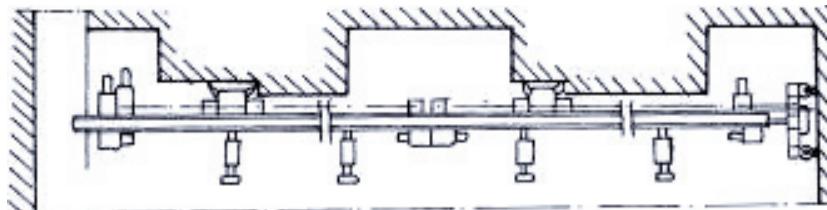
Сл. 195: Статички струг

На Сл. 196 е прикажан шематски изглед на откоп со широко чело со механизирано добивање јаглен со еден струг.



Сл. 196: Изглед на откоп со механизирано добивање јаглен со еден струг

На Сл. 197 е прикажан шематски изглед на откоп со широко чело со механизирано добивање јаглен со два струга.



Сл. 197: Механизирано добивање на јаглен со два струга на откоп со широко чело

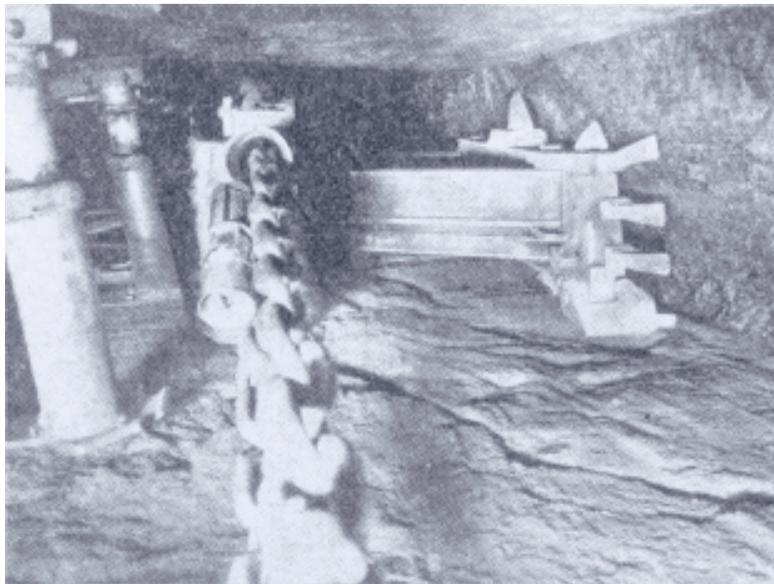


На Сл. 198 е дадена шема за откопување јаглен на откоп со широко чело во стрмен слој.

Сл. 198

На Сл. 199 е прикажан статистички струг при работа на откоп во стрмен слој.

На кој начин ќе се организира работата на машината за откопување јаглен на откопите со широко чело зависи од дебелината на слојот и од начините на ситнење на јагленот. Ако се работи за слоеви со мала и средна дебелина и цврстина тие може ефикасно да се откопуваат со правење потсек со помош на откопната машина, а преостанатиот јаглен сам се заурнува. Кај овој начин на експлоатација се јавуваат тешкотии при товарењето на заурнатиот јаглен.



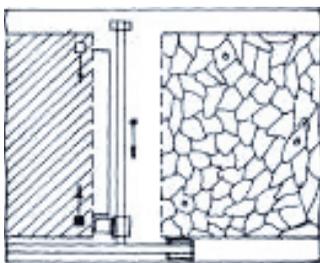
Сл. 199

Ако се врши експлоатација на слоеви со голема дебелина, тие бараат сложен систем на режење или стругање, а товарењето е поедноставно, од причина што при режењето или стругањето (откопувањето) поголем дел од иситнетиот јаглен паѓа врз откопниот (бранестиот) транспортер или пак се навлекува со посебен дел, кој е составен дел на машината, а само мал дел се товара рачно. Рачното трварење се врши кога се чисти откопот од преостанатиот дел од јагленот околу машината за откопување.

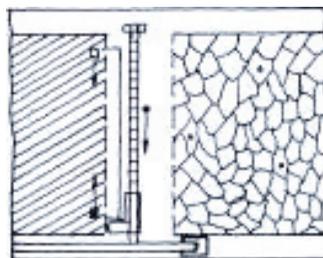
Самиот технолошки процес за добивање јаглен на откопите со широко чело може да се организира на повеќе начини:

а) Машината за копање во еден правец врши откинување делови од јагленот (копање), а на враќање има празен од; (Сл. 200).

б) Машината копа при движење напред и назад со менување на положбата на механизмот за режење; (Сл. 201).



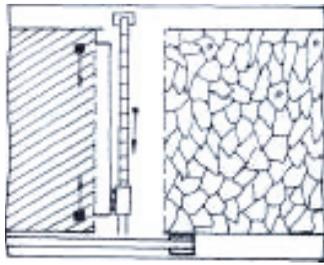
Сл 200: Машина за копање во еден правец



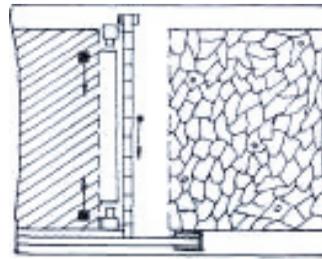
Сл.201: Машина за копање со движење напред и назад со менување на положбата на механизмот

в) Машината за копање има челен зафат, а копа при движењето напред и назад; (Сл. 202).

г) Машината копа напред и назад, завртувајќи се во крајната комора на откопот (Сл. 203).

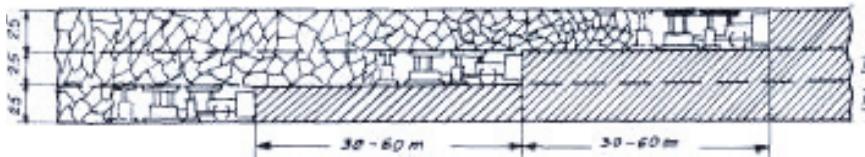


Сл. 202: Машина за копање со челно зафаќање



Сл. 203: Машина за копање напред и назад завртувајќи се во завршната комора на откопот

Доколку се врши експлоатација на слоеви со поголема дебелина, а имаат хоризонтална положба, откопувањето се врши во повеќе етажи (Сл. 204). Од оваа слика се гледа дека откопување се врши во три етажи со дебелина од 2,5 метри секоја посебно. Кај ваквиот начин на откопување максимално може да работат три откопа.

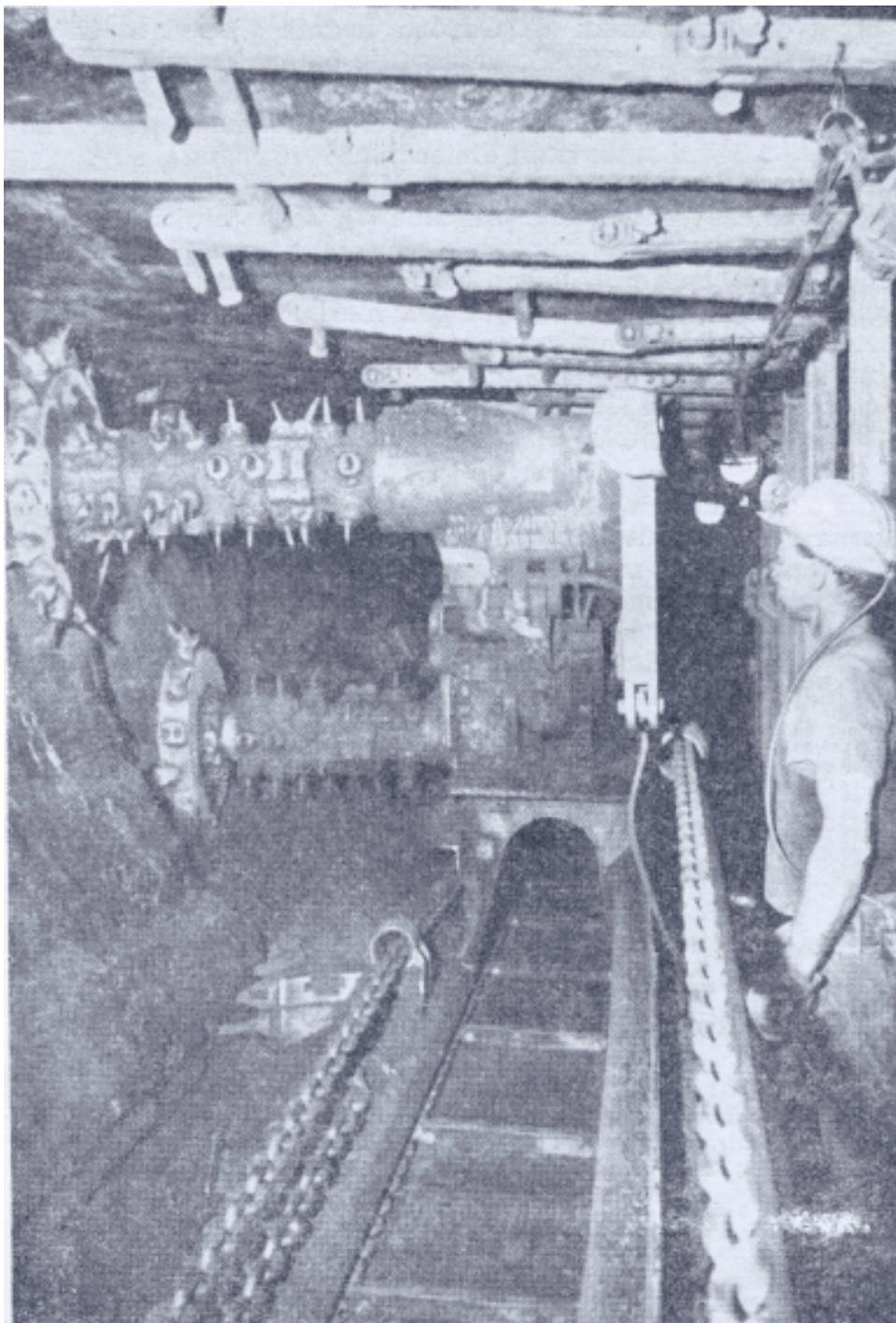


Сл. 204: Откопување на подебели слоеви јаглен во повеќе етажи

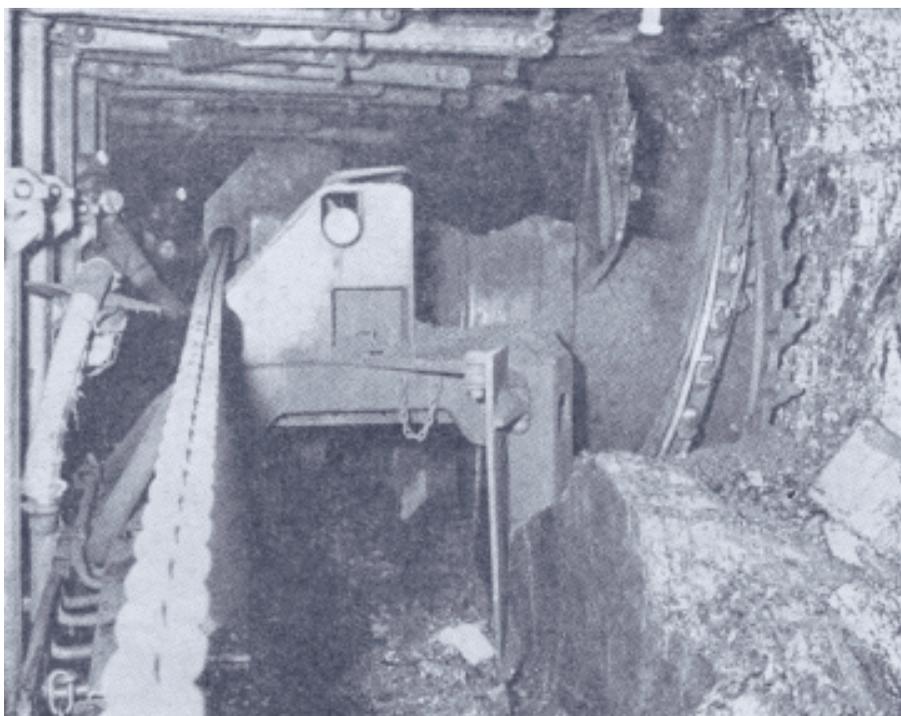
На Сл. 205 е прикажано механизирано режење на јаглен со откопна машина за режење, W - SEIV и струг, како и индивидуална подграда.

На Сл. 206 е прикажано широко челно откопување со откопна машина за режење тип, EW - 170 - L и индивидуална подграда.

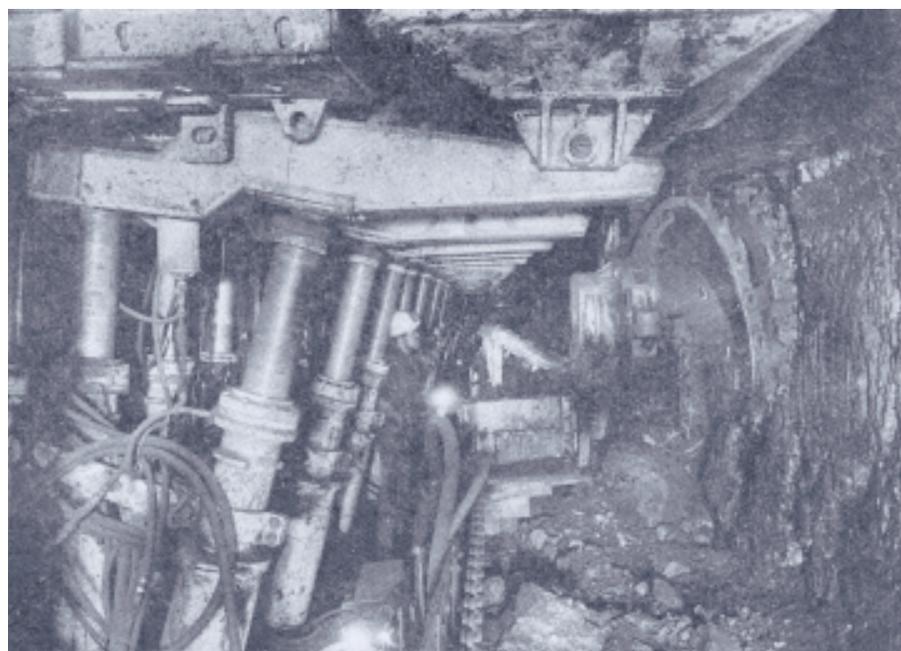
На Сл. 207 е прикажано широкочелно откопување со откопна машина за режење и хидраулична подвижна подграда.



Сл. 205: Широко чело со машина за режење  
W - SEIV



Сл. 206: Широко чело со машина за режење



Сл. 207: Широко чело со машина за режење и хидраулична подвижна подграда

## П Р А Ш А Њ А И З А Д А Ч И

1. Како го добиле своето име методите за откопување со широко чело?
2. Кои се заедничките карактеристики на методите за откопување со широко чело?
3. Какви рудни тела може да се откопуваат со методите за откопување со широко чело?
4. Дали во однос на начинот на санирање на откопите постојат поголем број методи за откопување со широко чело?
5. Кај кои рудни тела се постигнуваат најдобри ефекти со методите за откопување со и широко чело?
6. Како се добива минералната суровина кај методите со широко чело?
7. Кои се подготвителните работи кај методата за откопување со широко чело?
8. Нацртај слика и објасни го технолошкиот процес на откопување јаглен со примена на широкочелна метода со потсекување и минирање?
9. Каква организација на работа постои кај методата за откопување со широко чело со потсекување и минирање?
10. Дали знаеш да ги наброиш по ред работните операции кај широкочелното откопување со потсекување и минирање?
11. Прикажи го графички и објасни го циклограмот на работа за откоп со широко чело.
12. Кои работни операции може да се извршуваат со помош на комплексната механизација?
13. Што се постигнува со примената на комплексната механизација?
14. Дали откопните машини може да се применуваат во секакви рударско геолошки услови?
15. За каква дебелина на слоевите се применува механизираниот откопување?
16. За каков јаглен се применуваат откопни машини со назабен цилиндер?
17. На колку начини може да вршат товарење на иситнетиот јаглен машините за копање?
18. На каков погон може да се движат машините за копање при работа?
19. Наброј ги видовите стругови што се ползуваат за механизираниот откопување.
20. Објасни како копаат динамичките, а како статичките стругови.
21. На колку начини може да се организира технолошкиот процес за добивање јаглен?
22. Дали знаеш кои откопни машини се ползуваат при добивање јаглен на откопи со широко чело?

## ГЛАВА 10

### 10.0 ОДВОДНУВАЊЕ НА РУДНИЦИТЕ

#### 10.1. ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Вкупното количество на вода во природата се проценува на околу 71% од земјината површина. Таа се наоѓа во атмосферата, хидросферата, биосферата и литосферата. Пресметано е дека на земјата се наоѓа околу 1,8 милијарди  $km^3$  вода. Од оваа вода 70% се наоѓа во океаните и морињата, а 1% на копното односно континентите. Водата на континентите се наоѓа во езерата, реките и потоците, а еден дел припаѓа и на подземните води.

##### 10.1.1. ПОВРШИНСКИ ВОДИ

Дел од површинските води можат да навлезат во подземните рударски простории. Количеството на вода што може да навлезе во рудниците зависи од:

- висината на атмосферските врнежи;
- нивната акумулација (снег);
- годишното време (пролет, лето..);
- конфигурацијата на теренот.

##### 10.1.2. ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Подземните води според потеклото можат да бидат:

- јувенилни;
- конатни;
- вадозни.

**Јувенилни** (млади) води настануваат од водената пареа што продира низ пукнатините од потопли кон поладни појаси при што доаѓа до нејзино кондензирање.

**Конатните** (заедно родени) претставуваат остатоци од некогашните мориња или езера, затворени во шуплините на карпите. Јувенилните и конатните ретко се појавуваат во рудниците.

**Вадозните** води претставуваат подземни води што настануваат со понирање на водата низ пукнатините и водопрпусливите карпи. Овие води имаат најголемо значење за рударството.

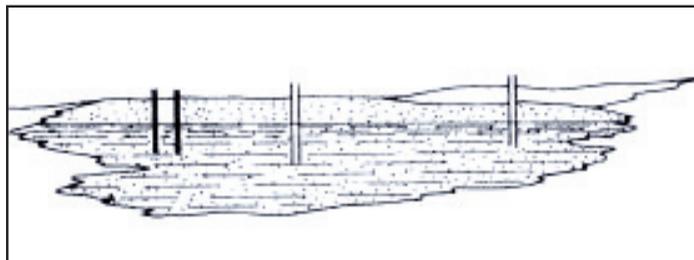
На создавањето на вадозните води најголема улога играат:

- големината на атмосферските врнежи;
- релјефот на теренот;
- климатските услови;
- порозност на карпите.

Подземните води можат да се поделат на скитачки и акумулирани.

Водите што понираат во земјината кора и се движат низ порите и пукнатините на карпите се нарекуваат **скитачки води**. Тие настануваат за време на дождливите периоди и при топење на снегот. Со нивно продирање ги загрозуваат (поплавуваат) подземните рударски простории. Доколку скитничките води се насоберат над водонепропусливи карпи се формираат **издани**. Според тоа може да се каже дека изданите се подземни резервоари со вода.

Според структурата изданите можат да бидат збиени и разбиени.



Сл. 208

*Збиените издани* (сл.208) се формираат во карпи со зрната структура како што се песочници и песок. Во секоја дупнатина која ќе навлезе во ваков издан ќе се појави вода.

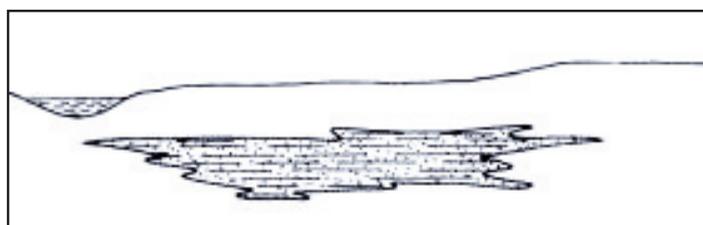


Сл. 209

*Разбиени издани* се формираат во водонепропусни но распукнати карпи (сл.209). Во дупнатината ќе се појави вода само ако истата помине низ пукнатина полна со вода.

Според положбата на водата во изданите тие се поделени на: издани со слободно ниво (*фреатски*) и издани со ниво под притисок (*артески*).

Изданите со слободно ниво на водата можат да бидат: затворени (сл.210) и отворени (сл.211).

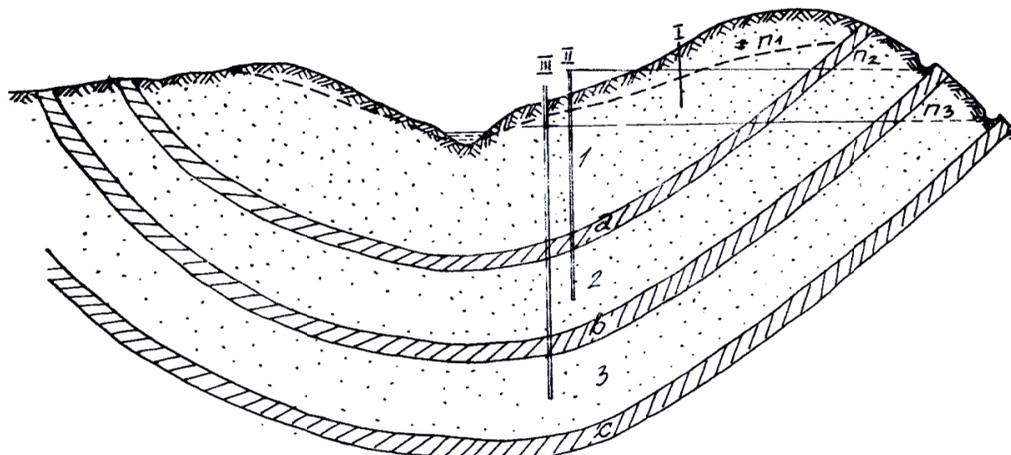


Сл. 210



Сл. 211

Изданите со ниво под притисок (поголем од атмосферскиот) ги сочинуваат водите кои се акумулирани помеѓу два водонепропуслива слоја (сл.212).



Сл. 212

Во карпите (1) кои се водопрпусливи се формира издан со слободно ниво на водата. Во водонепропусливите карпи (2) и (3) изданот е под притисок.

Ако се издупчи дупнатина I во изданот со слободно ниво, висината на водата во дупнатината ќе биде еднаква со висината на слободното ниво на изданот.

Во дупнатината II водата ќе избие на површината под дејство на хидростатичкиот притисок. Со оваа дупнатина се навлегува во артеиска вода со позитивен пиезометарски притисок.

Со дупнатината III ќе се навлезе до т.н. субартеиска вода со негативен пиезометриски притисок т.е. хидростатички притисок кој не е доволен да ја подигне водата до површина.

### 10.1.3. КВАЛИТЕТ НА ЈАМСКИ ВОДИ

Бидејќи подземната вода се движи низ карпи со различен хемиски и минерален состав, физичко-хемиските карактеристики на водата се различни. Температурата на подземната вода е различна. Кај подлабоките рудници водата има приближно константна температура, а кај плитките таа е променлива.

Одредувањето на киселоста на јамските води се врши преку концентрацијата на водородните јони ( $H^+$ ) односно  $pH$  вредноста. Какви се физичките својства на јамските води е прикажано на наредната табела.

Табела 1

Јамска вода	Вредност на pH				
	0 - 3	4 - 6	7	8 - 10	11 - 14
Степен на киселост	јако кисела	слабо кисела	Неутрална	слабо базична	јако базична
Физички својства	матна и со боја на чај	матна со жолта боја	матна	бистра и провидна	

Бидејќи јако киселите води се агресивни, предизвикуваат тешкотии при пумпање, односно ги оштетуваат пумпите и други инсталации.

## 10.2. СПРЕЧУВАЊЕ ПРОДОР НА ВОДА ВО ЈАМА

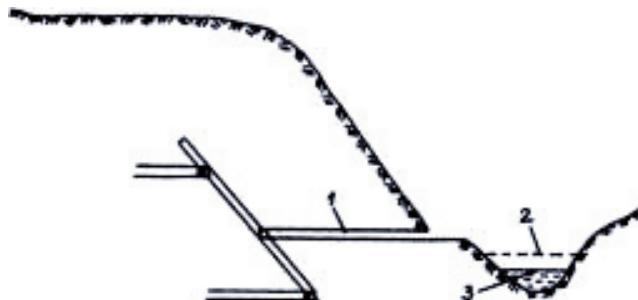
### 10.2.1. СПРЕЧУВАЊЕ ПРОДОР НА ПОВРШИНСКИ ВОДИ

Продор на површинска вода во јамските простории во поголеми количества покрај економските издатоци (уништување на опремата и инсталациите, поплави и сл.) ги загрозува и животите на рударите.

Затоа треба да се настојува, површинските води што помалку да влегуваат во подземните рударски простории. Тоа може да се постигне со: издигнување на просториите за отворање, преместување на коритата на потоците и реките, оставање на заштитини столбови и со собирање на површинските води во специјални канали.

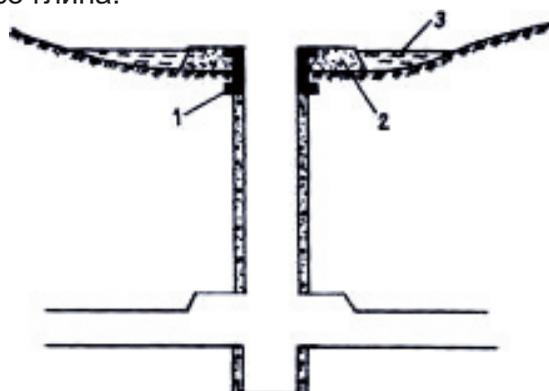
### 10.2.2. ИЗДИГАЊЕ НА ПРОСТОРИИТЕ ЗА ОТВОРАЊЕ

Влезот на просториите за отворање треба да се постави над највисокиот познат водостој на потокот или реката што тече во близина на рудникот. На сл.213 е прикажан влез на поткоп во близина на поток.



Сл. 213: Отворање на наоѓалиштето со поткоп кој е поставен над највисокиот познат водостој:  
1-поткоп, 2-највисок познат водостој, 3-најнизок познат водостој.

Ако рудникот се отвора со вертикално окно, а постои опасност при поројни дождови да дојде до поплавување на јамските простории треба да се направи следното: бетонската подграда на окното (сл.214) се издигнува над највисокиот познат водостој. Просторот околу подградата од надворешната страна се посипува со глина.



Сл. 214: Спречување на продор на вода во јама со издигнување на подградата на окното:  
1-продолжена подграда на окното, 2-насип од глина, 3-највисок познат водостој.

### 10.2.3. ПРЕМЕСТУВАЊЕ НА КОРИТОТО НА РЕКА ИЛИ ПОТОК

Ако над рудникот тече река или поток, а карпите пропуштаат вода во јамските простории ќе продре голем дел од површинската вода. Во такви случаи рудникот може да се заштити со преместување на коритото на реката или потокот.

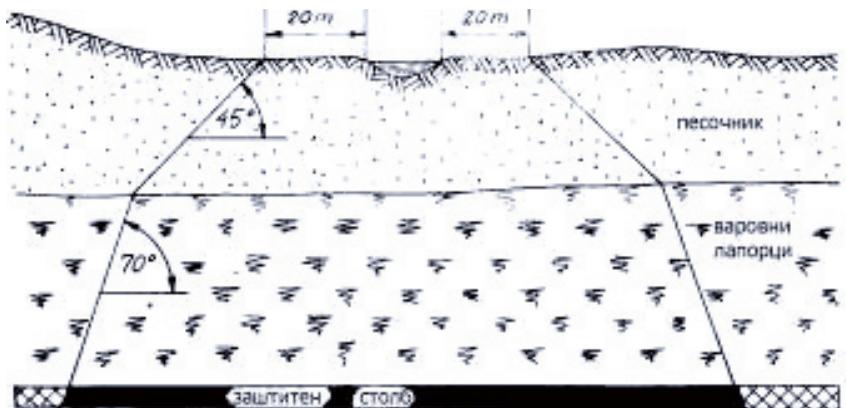


На сл. 215 е прикажано преместено речно корито за стрмно рудно тело. Новото корито е поставено во понискиот дел на рудното тело.

Сл. 215: Спречување на продор на вода во јама со преместување на речното корито  
1-старо речно корито, 2-ново речно корито,  
3-руден слој

### 10.2.4. ОСТАВАЊЕ НА ЗАШТИТЕН СТОЛБ

Ако од било кои причини не сме во можност да извршиме преместување на коритото на реката тогаш со цел да се спречи продор на површинската вода во јамските простории се остава заштитен столб од минералната суровина. (сл.216)



Сл. 216: Оставање на заштитен столб од минерална суровина

### 10.2.5. СОБИРАЊЕ НА ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ ВО СПЕЦИЈАЛНИ КАНАЛИ

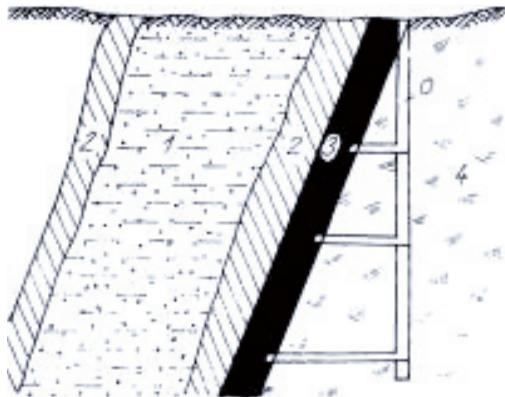
Ако над рудното тело се наоѓаат водопропустливи карпи, а чести се врнежите од дожд или снег, продорот на површинските води може да се спречи со нивно собирање во специјални канали. Каналите треба да се бетонирани или од друг непропустлив материјал. Со помош на овие канали водата што се слива кон јамата се собира и се одведува надвор од експлоатационото подрачје на рудникот.

### 10.3. СПРЕЧУВАЊЕ ПРОДОР НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Со цел да се спречи навлегување на подземни води во подземните рударски простории се преземаат следните заштитни мерки: отворање на низ водонепропустливи карпи, одводнување на водоносни хоризонти, напредување со претходно дупчење, затворање на јамските простории и др.

#### 10.3.1. ОТВОРАЊЕ НИЗ ВОДОНЕПРОПУСТНИ КАРПИ

Пред да се изврши отворање на рудното тело треба да се направи анализа на водонепропустливоста на подинските и кровинските карпи. При тоа просторијата за отворање треба да се постави во водонепропустливи карпи (сл.217)

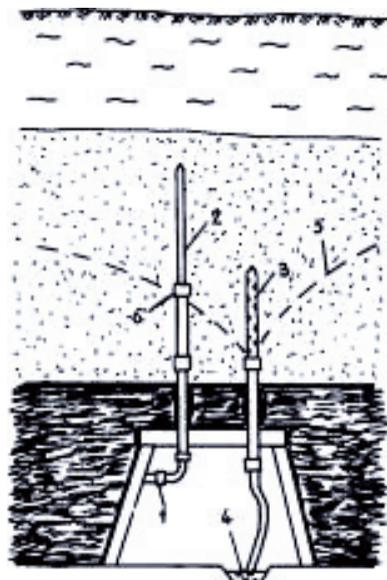


Сл. 217

- 1 - водоносни карпи,
- 2 - водопропустливи карпи,
- 3 - лежишта на корисни минерали,
- 4 - водонепропустливи карпи,
- О - окно.

#### 10.3.2. ОДВОДНУВАЊЕ НА ВОДОНОСНИ ХОРИЗОНТИ

Во пракса се применуваат повеќе методи за одводнување на водоносни хоризонти. Најголема примена имаат методите со втиснати и спроводни филтери.



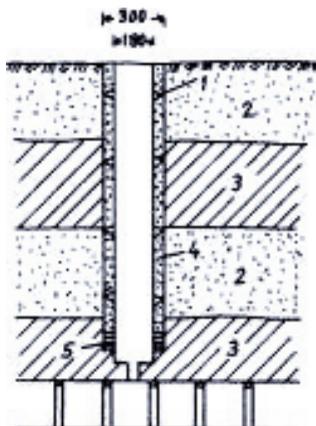
Втиснатите филтери можат да се постават во таванскиот дел од рудното тело (сл.218), подот или во страните на рударската просторија, во зависност од местото на водоносните карпи.

Сл. 218: Втиснат филтер

- 1-цевка за компримиран воздух,
- 2-воздушен филтер,
- 3-втиснат филтер,
- 4-одводен канал,
- 5-снижено ниво на подземната вода,
- 6-спојница.

*Втиснатите филтери* се кратки железни перфорирани цевки на чиј врв се наоѓа сврдел со сечило за полесно втиснување на филтерот. Филтерот се става во претходно направена дупнатина во карпите со пречник од 25 - 63 mm. по втиснување на филтерот, истиот со цевки се поврзува со каналот за одводнување во кој се спроведува водата што истекува од филтерот.

Со цел да се забрза исцедувањето на водоносните карпи во истите се става и воздушен филтер. Во него се пушта воздух под притисок кој се добива по цевковод.



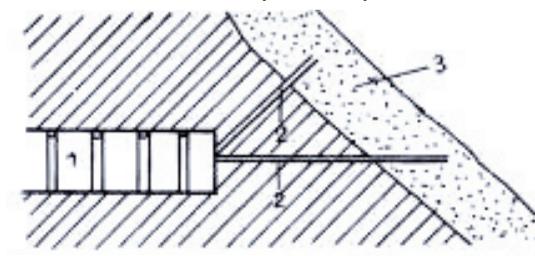
*Спроводните филтери* се поставуваат од површината до минералната суровина. За таа цел од површината до подземната просторија се дупчи дупнатина со пречник 300 mm. во неа се вградува заштитна колона (сл.219).

Сл.219: Спроводен филтер:  
 1-пружина, 2-водоносен слој,  
 3-глина, 4-чакал,  
 5-слама со која се спречува  
 истекувањето на водата помеѓу  
 заштитната колона и филтер-цевката,  
 6-заштитна колона, 7-филтер-цевка

Во заштитната колона се вградува филтер (перфорирана цевка) со пречник од 180 mm. Просторот меѓу заштитната колона и филтерот се пополнува со крупен песок или чакал, а потоа заштитната колона внимателно се извлекува. Втиснатите и спроводните филтери се користат за исцедување на водоносни слоеви од карпи во рудниците за јаглен.

### 10.3.3. НАПРЕДУВАЊЕ СО ПРЕТХОДНО ДУПЧЕЊЕ

Напредувањето со претходно дупчење е една од заштитните мерки со помош на која благовремено се откриваат акумулациите на подземните води, за да може навреме да се спречи нивниот ненадеен продор во јамата. Претходно дупчење се состои во тоа што предвреме се дупчат дупнатини со должина 5-80 метри во правец на напредувањето на работилиштето. (сл. 219').



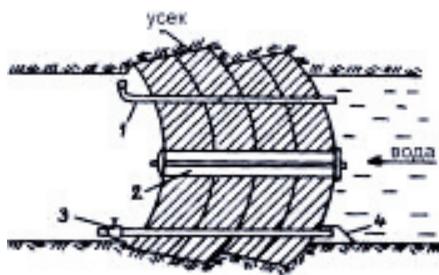
Сл.219': Напредување со претходно дупчење  
 1-ходник; 2-дупнатини; 3-издан

Напредувањето со претходно дупчење има за цел при изработката на подземните простории пред челото на работилиштето да се обезбеди сигурносен столб, кој во случај на постоење на издан би го спречувал продорот на вода во јамските простории.

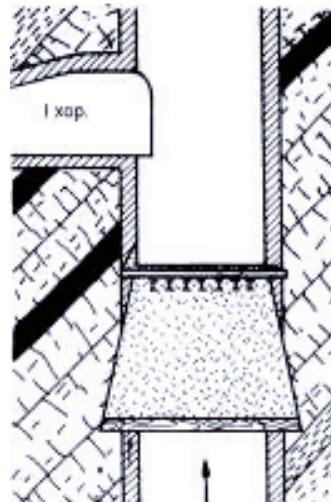
### 10.3.4. ЗАТВОРАЊЕ НА ЈАМСКИТЕ ПРОСТОРИИ

Со цел трајно или делумно (привремено) да се спречи доток на подземна вода во сите видови подземни простории се применуваат специјални рударски објекти наречени баражи (брани). Според намената браните можат да бидат водонепропустливи и филтрирачки.

Водонепропустливите брани се изработуваат за целосна изолација на подземните рударски простории од подземната вода. Се изработуваат во хоризонтални, а поретко во коси и вертикални рударски простории. Карпите во кои се изработуваат треба да се доволно цврсти и водонепропустливи. Материјалот од кој се изработуваат најчесто е бетон, армиран бетон и тула. На (сл.220) е прикажана водонепропустлива брана во ходник. На (сл.221) е прикажана водонепропустлива брана во вертикално окно.

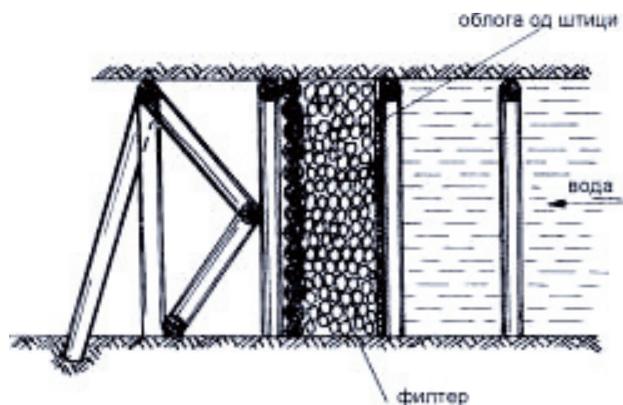


Сл. 220: Бетонска водонепропустлива брана

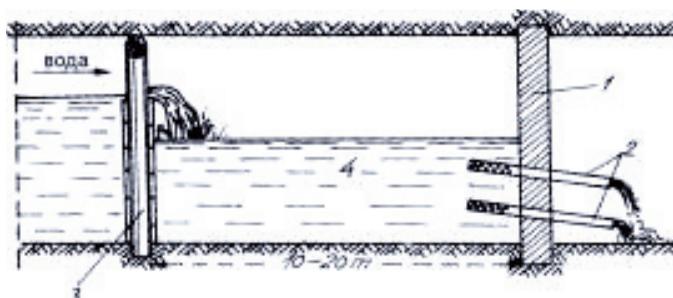


Сл. 221: Бетонска баража во окно

Филтрирачките брани служат за прочистување на јамската вода од нејзините физички примеси за полесно пумпање (сл.222). Ваквите брани се изработуваат од талпи помеѓу кои се става сено, слама, чакал и друг материјал за филтрирање. На (сл.223) е прикажана филтер брана во вид на повеќе комори.



Сл. 222: Обична филтер брана



Сл. 223: Филтер брана со повеќе комори

## 10.4. ОДВОДНУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ РУДНИЦИ

Во сите рудници за подземна експлоатација мора да се преземаат соодветни превентивни мерки со помош на кои ќе се спречи продор на подземни и површински води во поголеми количини. Сепак во рудниците дотокот на вода не може во потполност да се спречи, па затоа секој рудник мора да организира и соодветно одводнување.

**Одводнување** претставува усогласен систем на одводни канали, таложници, водособирници, пумпни комори, пумпи и одводни цевководи со помош на кои водата се вади, прочистува, собира и исфрла надвор од јамата. Одводнувањето на подземните рудници може да биде *природно* и *вештачко*.

### 10.4.1. ПРИРОДНО ОДВОДНУВАЊЕ

Кај *природното одводнување* водата од јамските простории истекува надвор по природен пат. Тоа може да се организира во рудници од ридест тип отворени со еден или повеќе поткопи. Природното одводнување се организира со канали изработени во подот на поткопите по кои водата по природен пат истекува под дејство на Земјината гравитација на површината. За да може водата да истекува каналот треба да се изработи со наклон од 3-5‰.

#### 10.4.1.1. КАНАЛИ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ

Со каналите водата може по природен пат да се изнесува на површина ако рудникот е отворен со поткопи. Со помош на канали изработени во сите хоризонтални рударски простории водата се доведува до водособирниците, од каде што со пумпи се исфрла на површина.

Каналите се изработуваат на различни начини, зависно од следните фактори:

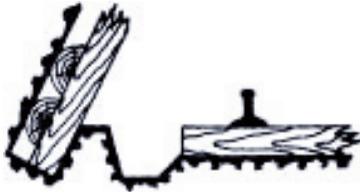
- количеството вода што треба да помине низ каналот;
- карактеристиките на карпите низ кои треба да се изработуваат каналите;
- видот на подградата на јамските простории;
- димензиите на јамските простории;
- бројот на колосеци;
- распоредот на колосеците и др.

Според обликот на напречниот пресек каналите можат да бидат:

- трапезни;
- правоаголни и полукружни.

Каналите според видот на подградата можат да бидат:

- без подграда;
- бетонски и
- сидани.



Сл. 224: Непокриен и неподграден канал

Каналите без подграда (сл.224) се изработуваат за мал проток на вода, во цврсти карпи. Ако не постои опасност од истурање на материјал при транспортот, ваквите канали не се подградуваат.

Ако доаѓа до истурање на материјали, каналот може да се покрие со штици при што може да служи и како пат за движење на работниците.

Ако ходниците се подградени со тули, каналите се изработуваат со ист материјал (сл.225)



Сл. 225: Канали изработени од тула

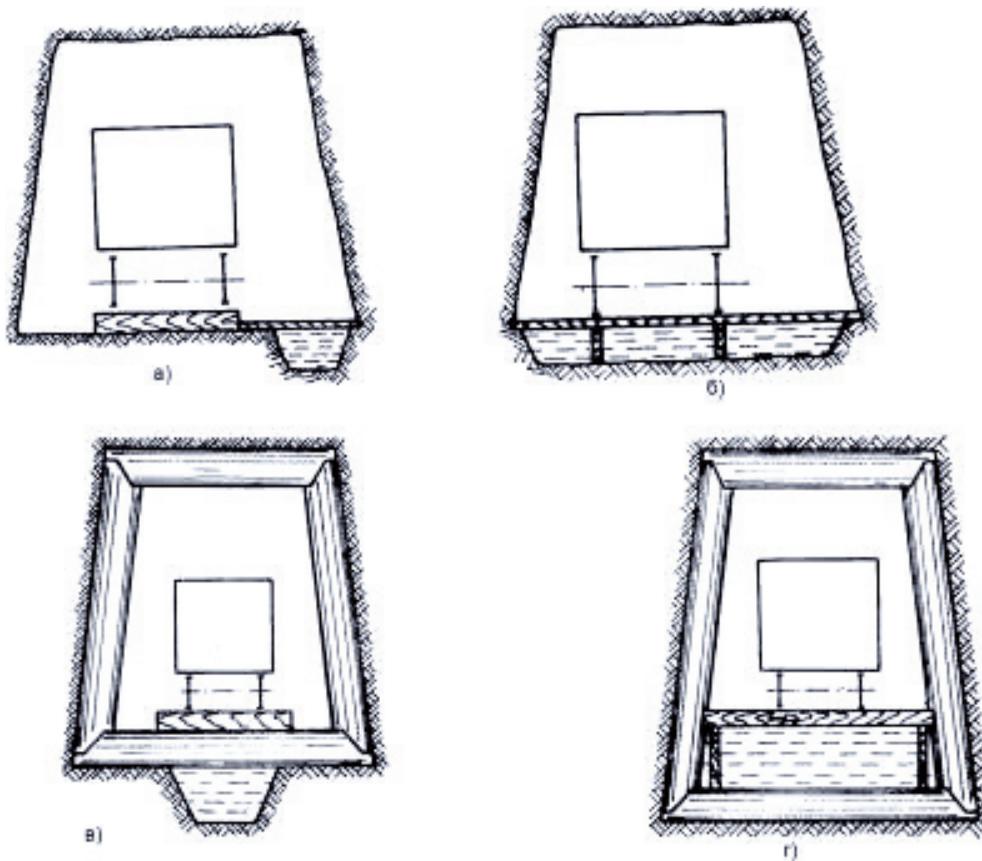
Ако низ ходниците по каналот треба да поминува поголемо количество вода и ќе се користат подолг временски период, каналите се изработуваат со бетонска подграда (сл.226).



Сл. 226: Канал подграден со бетон

Во зависност од карактерот на карпите и количеството на вода каналите можат да се изработуваат:

- за тесни јамски простории и мал доток на вода каде што каналот се изработува на една од страните на ходникот (сл.227а);
- за поголеми количини на вода, во цврсти карпи, каналот може да се изработи по целиот профил на ходникот (сл.227б);
- за мали количини на вода, во меки карпи, каналот може да се изработи во централниот дел од подот на ходникот (сл.227в);
- за меки карпи и поголеми количества на вода, каналите можат да се изработуваат како што е прикажано на сл.227 г.



Сл. 227: Различни начини и места на поставување на канали

Со текот на времето доаѓа до пополнување на каналот со материјал кој паѓа од вагоните, мил и друг материјал. Притоа доаѓа до излевање на водата од каналот и до поплавување на јамската просторија. Создадената вода и кал пречи на нормалното извршување на транспортот, движењето на работниците итн. Затоа каналите секогаш треба да овозможуваат течење на јамската вода, односно одвреме навреме да се чистат.

#### 10.4.2. ТАЛОЖНИЦИ

Бидејќи водата при течење по каналите со себе носи различни нечистотии, пред да дојде до водособирниците треба да се прочисти.

Прочистување се врши со изработка на специјални проширувања на каналите (**таложници**) во кои се задржуваат сите цврсти честици поголеми од 0,1mm. Наталожениот материјал од таложниците повремено треба да се отстранува. На овој начин до водособирниците се доведува чиста вода со што се заштитуваат и пумпите со помош на кои се исфрла водата на површина.

### 10.4.3. ПУМПНИ СТАНИЦИ

Вештачкото одводнување најчесто се врши преку пумпни станици. Пумпните станици можат да бидат главни и помошни.

Помошните пумпни станици служат за доведување на водата од сите делови на јамата до главната пумпна станица од којашто целата вода се исфрла на површина. Во состав на пумпната станица покрај таложниците влегуваат и водособирниците, пумпните комори, пумпите и цевководите за оводнување.

### 10.4.4. ВОДОСОБИРНИЦИ

**Водособирници** се хоризонтални рударски простории (комори) во кои се собира водата од одделни делови на јамата (ревири). Од нив со помош на пумпи се исфрла на површината на земјата. Кај мал доток на вода како водособирник може да послужи и дно на вертикално или косо окно.

Начинот на изработка на водособирниците како и нивната подграда зависи од физичко-механичките карактеристики на карпите. Најчесто се подградуваат со бетонска или армирано бетонска подграда. Доколку се изработуваат во цврсти и стабилни карпи можат да бидат и неподградени.

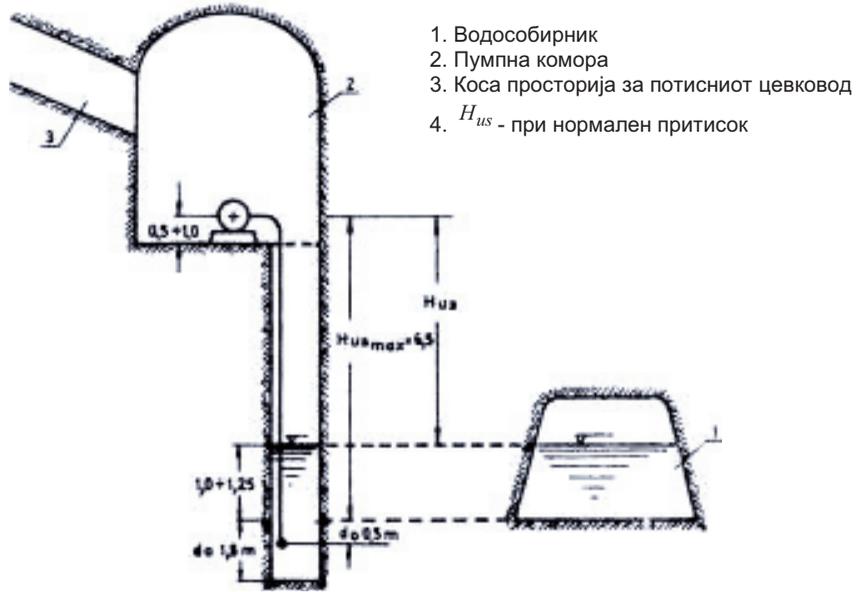
Водособирникот мора да биде поврзан со бунар, во кој се наоѓа вовлекувачката корпа на пумпата. Врската се поставува со ходник.

Бидејќи во пумпата треба да доаѓа чиста вода, вовлекувањето мора да се врши на 1,0–1,5 *m* од дното на водособирникот. Дното на водособирникот мора да биде максимално на 1,5 *m* над дното на бунарот од кој се вовлекува водата со пумпата (Сл.228).

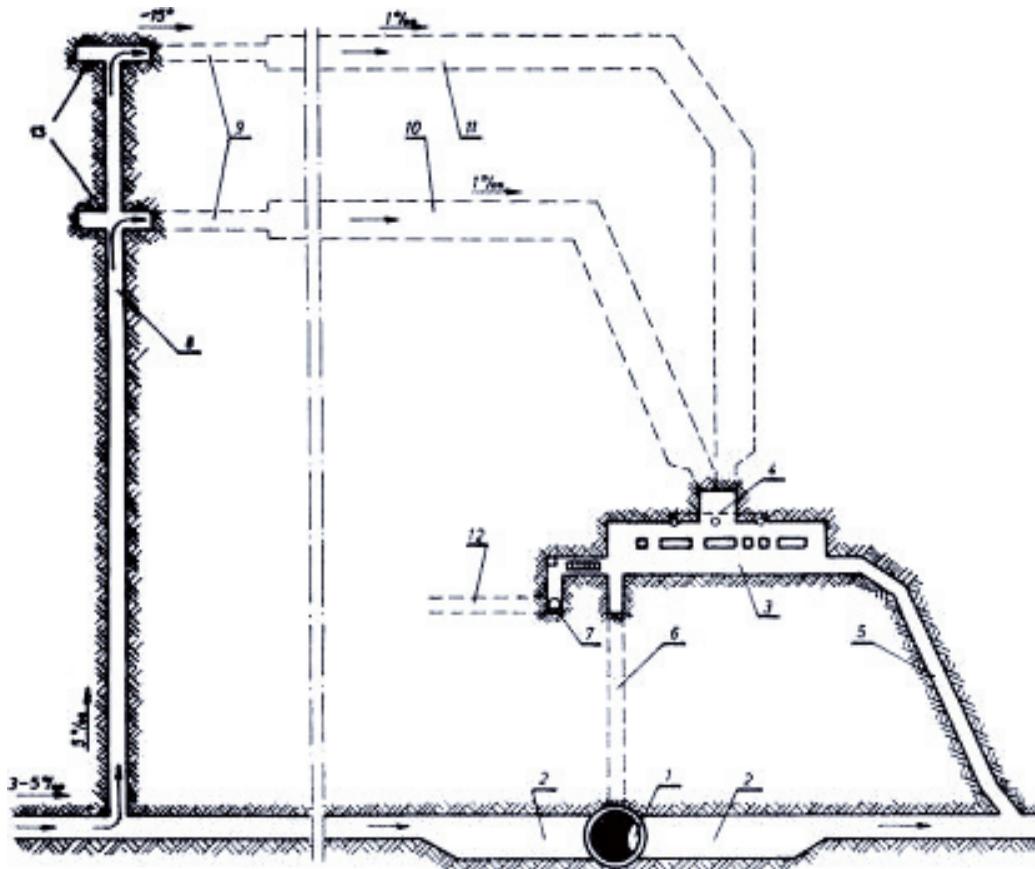
Оската на приклучниот дел од вовлекувачкиот цевковод најчесто е на 0,5–1,0 *m* над подот на пумпната комора.

Секој водособирник одвреме-навреме треба да се чисти од талог и друга нечистотија. За да може за време на чистењето да се врши непречено испумпување на водата, водособирникот треба да биде изграден од два дела. Тие делови се одвоени со армирано бетонска преграда.

Во јами со голем доток на вода, посебно ако се собира матна вода, добро е да се изработат два посебни водособирници. На сл. 229 е даден пример на таков водособирник кој е изграден во вид на два меѓусебно паралелни ходници.



Сл. 228



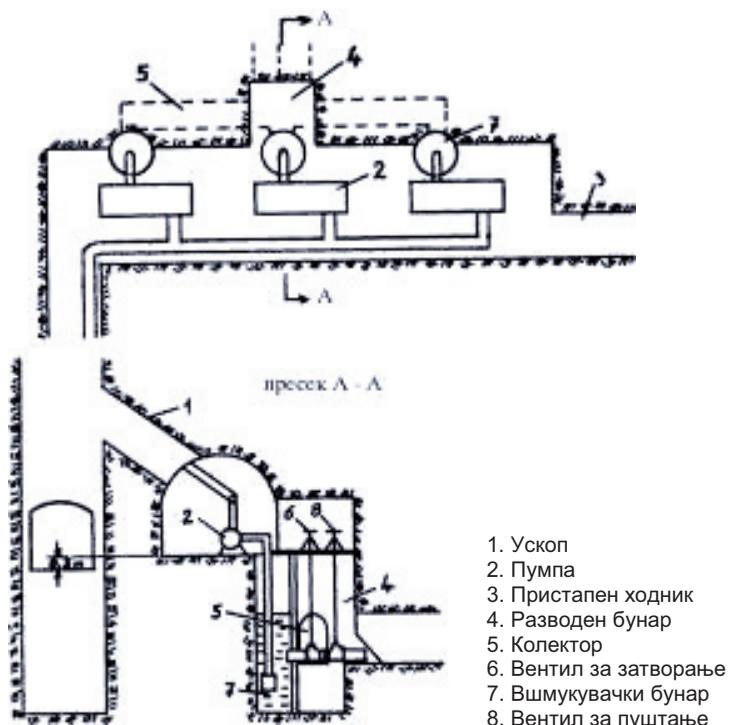
Сл. 229

- 1-окно, 2-навозиште, 3-пумпна комора, 4-вовлекувачки бунар,  
 5-пристапен ходник до пумпна комора, 6-канал за цевки, 7-вентилационо окно,  
 8-ходник низ кој доаѓа вода во водосбирникот, 9-нископи, 10- водосбирник I,  
 11-водосбирник II, 12-вентилационен ходник, 13-комора за вител

#### 10.4.5. ПУМПНИ КОМОРИ

**Пумпни комори** се комори во кои се поставени пумпите и другите уреди кои служат за пумпање на водата. Подот на пумпните комори треба да биде за 0,5m повисок од шините во соседните простории (ходници, навозишта). На овој начин пумпната комора се заштитува од поплавување. Во секоја пумпна комора најчесто се поставуваат по три пумпи.

Една од поставените пумпи е главна и врши пумпање на водата, втората е помошна, а третата резервна. Секоја пумпа во комората се поставува на сопствен бетонски темел кој е за 20 до 40cm повисок од подот на комората. На сл. 230 е прикажана пумпна комора со нејзините составни компоненти.



Сл. 230: Пумпна комора

#### 10.4.6. ЦЕВКОВОДИ ЗА ОДВОДНУВАЊЕ

За одводнување по пат на пумпање најчесто се користат челични цевки кои меѓусебе се поврзуваат со прирабници или со спојници.

Цевководот за одводнување се состои од вовлекувачки и потисен цевковод. Со вовлекувачкиот цевковод се поврзува пумпата со бунарот од кој се вовлекува водата. На долниот дел од вовлекувачкиот цевковод се наоѓа корпа (кошница) со мрежа која не дозволува навлегување нечистотија во пумпата.

Со потисниот цевковод се поврзува пумпата со површината на земјата.

Составни делови на потисниот и вовлекувачкиот цевковод се: прави цевки, колена со кои се изработуваат свиоците на цевководот, противповратен вентил и вентил за затворање.

Во зависност од јачината и бројот на моторите кои работат, во комората се создава топлина која влијае на покачувањето на температурата на јамскиот воздух. Од тие причини комората редовно треба да се проветрува. Проветрувањето се врши со свежа воздушна струја, а загадениот воздух се спроведува до просториите со загадена воздушна струја.

## 10.5. ПУМПИ ВО РУДНИЦИТЕ

**Пумпите** се машини кои добиената енергија од некој надворешен извор (најчесто електромотор) ја пренесуваат на течноста што поминува низ нив со цел да ја подигне на висина до која таа не би можела да дојде по гравитациски пат.

Според својата конструкција пумпите се поделени во четири главни групи и тоа:

1. клипни;
2. вртежни;
3. клипно-вртежни; и
4. специјални пумпи

Секоја од овие групи се делат на подгрупи.

### 10.5.1. КЛИПНИ ПУМПИ

1.1. Според начинот на дејствување се поделени на:

- пумпи со еднострано дејство;
- пумпи со двострано дејство;
- диференцијални пумпи.

1.2. Според положбата на цилиндарот во пумпата, можат да бидат:

- хоризонтални;
- вертикални.

1.3. Според бројот на цилиндрите можат да бидат:

- со еден цилиндар;
- со два цилиндри (дуплекс);
- со три цилиндри (триплекс).

1.4. Според производноста клипните пумпи можат да бидат:

- со мала производност;
- средна производност;
- голема производност.

1.5. Според притисокот што го остваруваат, клипните пумпи се поделени на:

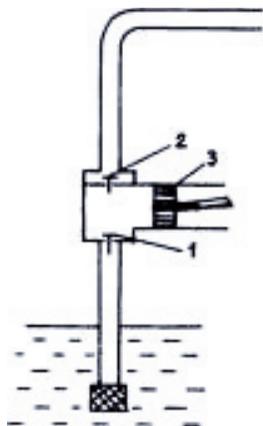
- пумпи со низок притисок;
- пумпи со среден притисок;
- пумпи со висок притисок.

1.6. Според видот на течноста што ја пумпаат, можат да бидат:

- пумпи за ладна вода;
- пумпи за топла вода;
- пумпи за матна (мил) вода;
- пумпи за кисела и агресивни води.

Според формата на работниот елемент со кој се вовлекува и потиснува течноста, поделени се на:

- клипни пумпи; и
- плунжер пумпи.



Сл. 231: Хоризонтална клипна пумпа со еднострано дејство  
1-всмукувачки вентил,  
2-потисен вентил, 3-клип.

Главен елемент на клипните пумпи е клипот (сл.231) кој со својата сила на притисок дејствува на течноста при што и го зголемува притисокот и ја потиснува од куќиштето на пумпата во потисниот цевковод. Механичката енергија од погонскиот мотор на течноста се предава со помош на праволиниското движење на клипот.

Принципот на работа на клипната пумпа се состои во следново: при движење на клипот надесно во работната комора се создава вакуум и течноста од водособирникот преку вовлекувачката цевка влегува во работната комора, откако претходно автоматски ќе се отвори вовлекувачкиот вентил (1). Количеството на течност што влегува во работната комора при движење на клипот надесно, одговара на волуменот кој го ослободува клипот со своето движење. Кога клипот ќе дојде во десната мртва положба, вовлекувачкиот вентил под дејство на сопствената маса како и под дејство на вентилската пружина се затвора со што процесот на вовлекување е завршен.

Процесот на потиснување започнува при повратното движење на клипот во лево. При тоа притисокот на течноста во работната комора на цилиндарот се зголемува и доаѓа до отворање на потисниот вентил (2). Додека клипот (3) да дојде во својата лева мртва положба, тој ја истиснува течноста од цилиндарот и низ потисниот цевковод ја исфрла надвор. Кога клипот ќе дојде во својата лева мртва положба, потисниот вентил се затвора со што процесот на потиснување е завршен. При понатамошната работа целиот процес се повторува. Ваквата пумпа е со еднострано дејство.

Пумпите со двострано дејство вршат вовлекување и потиснување на течноста како при движење на клипот во едниот, така и при движење на клипот во другиот правец. Според тоа, кај овие пумпи нема празен од на клипот.

Клипните пумпи сè помалку се во употреба и се заменети со центрифугални, но мора да се истакне дека овие пумпи имаат висок степен на корисно дејство.

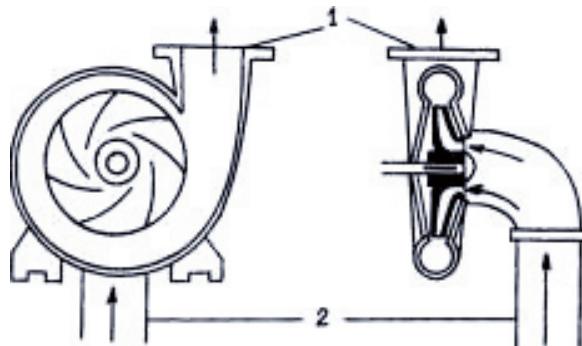
### 10.5.2. ВРТЕЖНИ ПУМПИ

Главен елемент на вртежните пумпи е ротор со лопатки. Роторот се врти во куќиштето на пумпата кое е исполнето со течност, при што добиената енергија од погонскиот мотор ја предава на течноста. Лопатките се така направени што на нивната влезна страна при вртењето на роторот се создава вакуум (подпритисок), а на излезната страна надпритисок со што течноста се истиснува во цевководот.

Вртежните пумпи се поделени на: центрифугални, аксијални и полуаксијални.

### 10.5.3. ЦЕНТРИФУГАЛНИ ПУМПИ

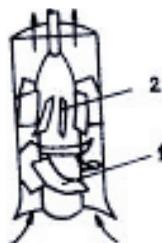
Принципот на работа на центрифугалните пумпи (сл.232) е следен: при вртење на роторот (3) со лопатките во вовлекувачкиот приклучок (2) од пумпата се создава вакуум при што течноста под дејство на атмосферскиот притисок, од водособирникот се влева во роторот. Роторот е составен од надворешен венец помеѓу кои се поставени наназад свиени лопатки. При вртењето, лопатките ја предаваат енергијата од погонскиот мотор на течноста при што доаѓа до зголемување на притисокот на течноста и до зголемување на нејзината брзина. Кинетичката енергија при поминување на течноста низ спиралното куќиште се претвора во енергија на притисок кој ја потиснува течноста низ потисниот приклучок (1) во потисниот цевковод. Овие пумпи можат да исфрлат течност до висина над 1000 m.



Сл. 232: Еднострана центрифугална пумпа  
1-потисен приклучок;  
2-вшмукувачки приклучок

### 10.5.4. ПРОПЕЛЕРНИ ПУМПИ

Името кај овие пумпи доаѓа од лопатките на роторот кои имаат изглед на пропелер како кај бродовите (сл.233). Кај овие пумпи течноста се движи во правец на оската од роторот односно аксијално, по што овие пумпи се познати и како аксијални.



Сл. 233: Пропелерна пумпа  
1. Ротор; 2. Статор

Зафатената течност од водособирникот поминува низ роторот (1) бидејќи тој со лопатките се врти и течноста добива ротационо движење. Кога течноста ќе помине низ неподвижните лопатки на статорот (2), таа од ротационо се насочува во аксијален правец и излегува од пумпата.

При работа на пропелерните пумпи роторот се потопува во течноста. Овие пумпи се користат за: висина на пумпање до 12m, полесни се од центрифугалните, а можат да пумпат вода со тиња.

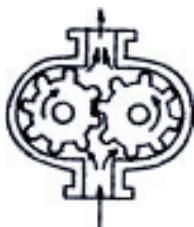
#### 10.5.5. ПОЛУАКСИЈАЛНИ ПУМПИ

Овие пумпи се користат за пумпање на поголеми количества течност на помали висини. По своите конструктивни карактеристики полуаксијалните пумпи се помеѓу пропелерните и центрифугалните.

#### 10.5.6. КЛИПНО-ВРТЕЖНИ ПУМПИ

Овие пумпи се слични на вртежните, но по начинот на работа се поблиску до клипните. Во рударството најзастапени се: запчестите и навојните пумпи.

#### 10.5.7. ЗАПЧЕСТИ ПУМПИ



Сл. 234: Запчеста пумпа

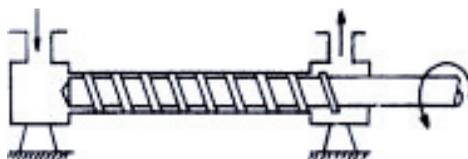
Составни делови на запчестите пумпи се: мотор, куќиште и запченици (сл.234). Запчениците се сместени во куќиштето на пумпата од кои едниот е погонски, а другиот се врти под дејство на запците од погонскиот мотор.

При вртење на запчениците во назначениот правец доаѓа до вовлекување на течноста во просторот којшто го сочинуваат назабувањата на запчениците и куќиштето и до нејзино потиснување кон потисниот цевковод.

Запчестите пумпи се користат за висина на потиснување на течност до 5m.

#### 10.5.8. НАВОЈНИ ПУМПИ

Составни делови на овие пумпи се: вретено на кое се поставени коси запци во вид на навој и куќиште. Запците при вртење на вретеното имаат улога на клип и за потиснување на течноста и како затинка меѓу вовлечувачката и потисната страна на пумпата.



Сл. 235: Цилиндрична навојна пумпа

На сл.235 е прикажана навојна пумпа. Оваа пумпа има многу едноставен принцип на работа. При вртење на навојното вретено во цилиндричното куќиште, течноста се движи по должината на цилиндерот од правец на вовлечувачот во правец на потисниот цевковод. Овие пумпи вршат континуиран транспорт на течности.

### 10.5.9. СПЕЦИЈАЛНИ ПУМПИ

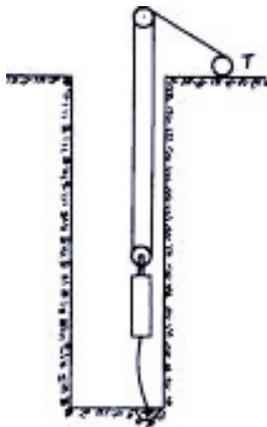
Специјалните пумпи се користат за специјална намена и се со специјални конструкции. Во рударството најчесто се користат: мамут пумпи, висечки пумпи, хидроелеватори, подводни пумпи, Вилфлеј пумпи и др.

### 10.5.10. МАМУТ ПУМПИ

Мамут пумпите имаат примена при продлабочување на окна, при што треба да се снижи нивото на водата на дното од окното. Во вакви случаи претходно на дното од окното треба да се изработи поголема дупнатина во која се потопува мамут пумпата. Овие пумпи имаат едноставна конструкција, лесно се монтираат и погодни се за пумпање на тињести течности. Недостаток им е што имаат мал степен на корисно дејство кој изнесува од 0,2 - до 0,35.

### 10.5.11. ВИСЕЧКИ ПУМПИ

Овие пумпи се користат за одводнување на окна во фазата на изработка. Се нарекуваат висечки затоа што при работа висат во окното на специјално јаже (сл.236).



Сл. 236: Висечка пумпа во окно

Едниот крај на јагето е намотан на барабан, а другиот фиксиран на површината. Со помош на барабанот пумпата се спушта во окното за време на одводнувањето и се подига на сигурна висина пред минирање во окното.

Висечката пумпа спаѓа во групата на центрифугални пумпи, а се користат за пумпање на течности на висина до 400 m.

### 10.5.12. ПОДВОДНИ ПУМПИ

Овие пумпи се нарекуваат подводни затоа што при работа се поставуваат под површината на водата. Се користат за пумпање на вода од дупнатини, бунари, поплавени окна и др.

### 10.5.13. ВИЛФЛЕЈ ПУМПИ

Претставуваат специјален вид центрифугални пумпи кои се користат за испумпување на песокливи и тињести течности. Вилфлеј пумпите не се во состојба да вовлекуваат, туку течноста со талогот се доведува во нив под притисок. Степенот на корисно дејство кај овие пумпи изнесува 0,5%.

### 10.6. ФУНКЦИЈА НА ПУМПИТЕ

Во рудниците пумпите се користат за главно одводнување, помошно и за одводнување во фазата на изработка на рударските простории.

Ако се користат за главно одводнување, тие се поставуваат во близина на главното извозно окно. Со нив се исфрла целокупната вода од јамските простории на површина. Најчесто се употребуваат центрифугалните и пропелерните пумпи (вртежни пумпи).

Пумпите за помошно одводнување се користат за префрлање на водата од одделни делови на јамата до главниот водособирник. Овие пумпи имаат голем капацитет, помала висина на пумпање, лесно се пренесуваат и не бараат специјално фундаирање.

Во фаза на изработка на рударските простории се користат пумпи со специфични конструктивни карактеристики. Најмногу се користат т.н. подводни (висечки) центрифугални пумпи.

Главните пумпи се користат за пумпање на кисели, неутрални и нечисти води. Се користат за висина на пумпање од 80-500m со капацитет од 30-900 m<sup>3</sup>/h.

Помошните пумпи се користат за висина на пумпање од 5-100m, со капацитет од 6-1000m<sup>3</sup>/h.

Во фаза на изработка на подземните рударски простории се користат пумпи со висина на пумпање од 5-180m и капацитет од 5-2000 m<sup>3</sup>/h.

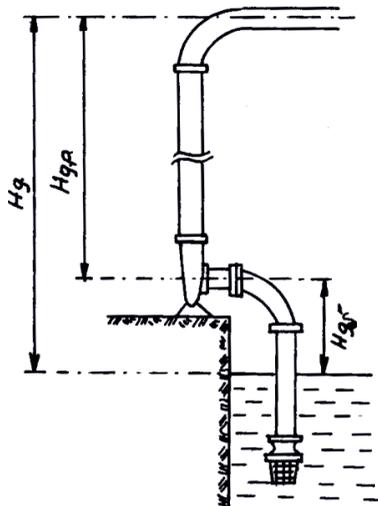
### 10.7. ВИСИНА НА ПУМПАЊЕ НА ТЕЧНОСТА

При пумпање на течноста пумпата со еден цевковод ја вовлекува течноста, а со друг ја потиснува на одредена висина. При тоа се јавуваат отпори на триење што пумпата мора да ги совлада. Исто така треба да се напомене дека секогаш не се пумпа течност со ист квалитет и со исти физички карактеристики.

Под *напор на пумпата* се подразбира прирастот на енергија кој го добил секој килограм течност при поминување низ пумпата.

Под *проток (капацитет) на пумпата* се подразбира количеството на течност која пумпата ја праќа во потисниот цевковод во единица време (m<sup>3</sup>/h - m<sup>3</sup>/min - m<sup>3</sup>/sec).

При работа на пумпите се разликуваат три висини на пумпање на течности: геодетска, статичка и манометарска висина.



Сл. 237: Геодетска висина на пумпање

Геодетска висина на пумпање ( $H_g$ ) претставува вертикално растојание помеѓу нивото на течноста во водособирникот и оската на потисниот цевковод низ кој се исфрла водата на површината. (сл.237). Геодетската висина на пумпање се состои од вовлекувачка и потисна геодетска висина. Вовлекувачка ( $H_{gs}$ ) геодетска висина претставува вертикално растојание помеѓу нивото на водата во водособирникот и оската на пумпата. Потисната ( $H_{gp}$ ) висина на пумпање претставува вертикалното растојание од оската на пумпата до оската на потисниот цевковод низ кој водата истекува на површина. Вкупната геодетска висина е дадена со формулата:

$$H_g = H_{gs} + H_{gp}$$

Статичка висина на пумпање ( $H_{st}$ ) претставува висина на притисок на дното на замислена вертикална цевка, која има висина еднаква на геодетската висина на пумпање и која е наполнета со течност до одредена висина ( $q$ ). Ако се пумпа чиста вода со густина  $q = 1000 \text{ kg/m}^3$ , статичката висина на пумпање е еднаква на геодетската, односно:

$$H_{st} = H_g$$

Ако се пумпа нафта, бензин и сл., односно течност со помала густина од густината на чистата вода, статичката висина на пумпање е помала од геодетската:

$$H_{st} < H_g$$

Доколку се пумпа течност со поголема густина (солена вода, тињеста течност) од густината на чистата вода, тогаш статичката висина е поголема од геодетската висина на пумпање.

$$H_{st} > H_g$$

Манометарска висина на пумпање ( $H_{ман}$ ) претставува напор кој се троши за подигање на течност на одредена геодетска висина, со цел да се совладаат сите отпори во цевководите и на течноста да и се даде одредена брзина на течење.

## 10.8. РАКУВАЊЕ, ОДРЖУВАЊЕ И КОНТРОЛА НА ПУМПИТЕ

Пуштањето на пумпата во работа најчесто треба да се врши со затворен вентил на потисниот цевковод затоа што тогаш е потребна најмала моќност за погон на пумпата. Пуштањето се врши со вклучување на електромоторот. Во моментот кога пумпата ќе го постигне нормалниот број на вртежи, а манометарот го покажува потребниот притисок, постепено се отвора вентилот на потисниот цевковод се додека да се постигне бараниот проток на течноста. Вентилот на потисниот цевковод обично се отвора 2 до 3 минути по пуштањето на пумпата во работа.

Додека е пумпата вклучена треба да се врши контрола на нејзината работа. Се следат инструментите (водомер, манометар, вакууметар, амперметар, волтметар, ватметар), со слушање на звукот при работа на пумпата. При стартот на експлоатација на пумпата може да дојде до попуштање на темелите и до искривување на оската на пумпата, односно нејзино оштетување. Затоа во секое време треба да се контролира состојбата на темелите. Исто така редовно треба да се проверува да не се појавува течност на споевите, односно да се затегнуваат и контролираат сите навртки. Редовно треба да се контролираат лежиштето и затинките. Зголемен притисок на манометарот може да значи дека вентилот на потисниот цевковод недоволно е отворен. Наглото намалување на притисокот во манометарот може да значи дека потисниот цевковод некаде е прекинат. За време на работата на пумпата треба да се следат и функционирањето на електричните инструменти. Секое отстапување од нормалата укажува на некоја неисправност во работата на пумпата. Додека е пумпата во работа треба да се контролира и температурата на маслото во лежиштата. Ако температурата на маслото во лежиштата е над дозволената граница, пумпата треба да се сопре и да се утврди причината за загревањето.

Забелешките при ракување и контрола на пумпата се внесуваат во погонскиот дневник кој претставува основен документ за оценка на квалитетот на работата на пумпата. Врз основа на бројот и видот на забелешки внесени во погонскиот дневник се одредуваат и видовите на поправки и ремоти на пумпата.

Работите за одржување се делат на плански и неплански. Во планска работа влегува тековното одржување и генерален ремонт, а во неплански спаѓаат сите работи што се извршуваат во случај на дефект на пумпата.

При редовното одржување не се демантира пумпата целосно, туку одделни делови. При редовното одржување пумпата се чисти од нечистотии, се заменува маслото, се чистат каналите за подмачкување, се прегледува роторот, состојбата на оската, се притегнуваат навртките на темелите и сл.

Во генералниот ремонт се врши целосно демантирање на пумпата и се вршат потребни контроли и работи како и при редовното одржување. Ако има дотраени делови се заменуваат со нови. Со пумпите мора да ракуваат стручни и искусни работници.

## П Р А Ш А Њ А    И    З А Д А Ч И

1. Која е разликата меѓу подземните и површинските води?
2. Какви можат да бидат подземните води според потеклото?
3. Наброј ги факторите кои имаат најголема улога за создавање на водозните води?
4. Што е разликата меѓу скитачки и акумулирани води?
5. Што преставува издан?
6. Како се поделени изданите?
7. Од што зависи квалитетот на јамските води?
8. На колку начина се спречува продор на површинските води во јама?
9. Во кој случај треба да се премести коритото на некоја река?
10. Како се спречува продор на подземни води во јама?
11. Објасни ги методите со втиснати и спроводни филтери?
12. Како се врши трајно затворање на јамските простории?
13. Какви се тие филтрирачки брани?
14. На колку начини можат да се одводнуваат подземните рудници?
15. Како се поделени каналите за одводнување?
16. Какви можат да бидат каналите според видот на подградата?
17. На кој дел од ходниците се поставуваат каналите?
18. Која е улогата на таложинците?
19. Што се тоа пумпни станици?
20. Зошто служат водособирници?
21. Зошто треба водособирник да се чисти одвреме-навреме?
22. Кои се карактеристиките на пумпните комори?
23. Од кои составни делови е составен еден цевковод?
24. Наведи ги сите видови пумпи што се користат во подземните рудници?
25. Што знаеш за клипна пумпа?
26. Кои се составните делови на вртежните пумпи?
27. Што знаеш за центрифугални пумпи?
28. Наброј ги карактеристиките на пропелерните пумпи?
29. Наброј ги специјалните води?
30. За која намена се користат специјалните пумпи?
31. Која функција ја имаат пумпите?
32. Како треба да се пушта пумпа во работа?
33. Што се контролира кај пумпата?
34. Што е разликата меѓу редовното одржување и генерален ремонт на пумпата?

## ГЛАВА 11

### 11.0. ПРОВЕТРУВАЊЕ ВО РУДНИЦИТЕ

#### 11.1. РУДНИЧКИ ВОЗДУХ

Планското доведување на потребното количество свеж воздух во подземните рударски простории и одведување на искористениот воздух се дефинира како **проветрување**. Притоа мора да се истакне дека свежиот воздух треба да се спроведува само во оние јамски простории по кои работниците се движат и произведуваат руда. Такви простории се: ходници, окна, ускопи, нископи, комори и откопи.

Под *свеж воздух* се подразбира атмосферски воздух во кој нема штетни примеси (прав, гасови и сл.) со застапеност на кислород 20-21%. Нормален атмосферски воздух е составен од постојаните состојки:

азот .....	78.05%,
кислород.....	20.95%,
останати гасови (CO <sub>2</sub> , аргон, Н, Не, и др.).....	1.0%.

*Атмосферски воздух* претставува гасовита обвивка околу земјата со дебелина од повеќе стотици километри. Покрај постојаните состојки, атмосферскиот воздух скоро секогаш содржи и водена пареа во променливи количества.

По влегувањето во јамските простории атмосферскиот воздух го намалува количеството на кислород, а го зголемува присуството на водена пареа, прав, отровни и задушливи гасови. Ваквиот воздух се нарекува јамски. Состојките на јамскиот воздух можат да бидат променливи во зависност од начинот на експлоатацијата на минералната суровина и времето на задржување во јамските простории. Воздухот може да стане задушлив ако во него преовладуваат гасовите: јаглероден двооксид, азот, водород и сл. Отровен воздух е оној кој во себе содржи отровни компоненти, како што се: јаглероден моноксид, азотни оксиди, сулфурводород и др. *Експлозивен воздух* е оној кој во себе содржи: метан повеќе од 1,5%, сулфур водород од 4-4,5%, јаглероден моноксид од 12,5-74,2 %, јаглен прав и др.

Ако јамскиот содржи поголемо количество на прав од кварц, азбест, и сл., а човекот го вдишува, се јавуваат белодробни заболувања познати како *пнеумокониоза*.

За разлика од атмосферскиот воздух, температурата на јамскиот воздух скоро секогаш е повисока, а особено во подлабоките рудници. Температурата на јамскиот воздух има најголемо влијание врз климатските услови во јамите.

Според тоа проветрувањето освен што има за цел да доведува свеж воздух во јамските простории за дишење на работниците, има за цел и да ги разреда и изнесе штетните гасови и прав од јамата. Исто така проветрувањето има за цел да ги олади јамските простории, да ја зголеми односно намали влагата со што работникот би имал соодветни услови за работа.

## 11.2. ГЛАВНО ПРОВЕТРУВАЊЕ НА РУДНИЦИТЕ

### 11.2.1. ВОЗДУШНА СТРУЈА

Проветрувањето на подземните рударски простории се смета за ефикасно доколку низ јамските простории непрекинато се движат доволни количества на свеж воздух. За да се воспостави струење секој подземен рудник (јама) мора да има најмалку два отвори на површината.

Едниот од отворите служи за влегување на свеж воздух, а другиот за излегување на загадениот (истрошениот) воздух од јамата.

Делот од воздушната струја што влегува во јамата (од влезот на јамата до работните места) се нарекува *влезна (свежа) воздушна струја*.

Воздушната струја од работните места до излезот на од јамата се нарекува *излезна (загадена) струја*.

Струењето на воздухот помеѓу воздухот влезниот и излезниот отвор на јамата се нарекува главно проветрување, а количеството на воздух што поминува низ јамата се нарекува *главна воздушна струја*.

Струењето на воздухот низ јамските простории се воспоставува под дејство на разликата во воздушните притисоци кои постојат помеѓу влезниот и излезниот отвор на јамата. Притоа движењето на воздухот секогаш се врши од местото со поголем кон местото со помал воздушен притисок.

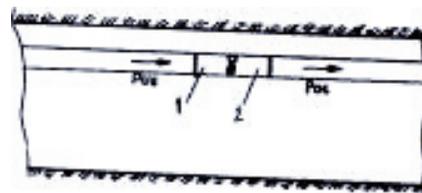
Воздушните притисоци на влезниот и излезниот отвор од јамата се нарекуваат апсолутни притисоци. Разликата помеѓу апсолутните притисоци во проветрувањето се нарекува *депресија*. Депресијата по Меѓународниот систем на мерки единици се изразува во  $N/m^2$  или паскали ( $P_a$ ).

Разликата во воздушните притисоци која постои помеѓу кои и да било две точки во кој и да било дел на јамските простории исто така се нарекува депресија. Пример меѓу точките M и N. (сл.238)

Разликата во воздушните притисоци која постои помеѓу вовлекувачкиот и потисниот отвор на вентилаторот (сл.239) кога е тој во работа, се нарекува депресија на вентилаторот.



Сл. 238: Разлика во воздушниот притисок помеѓу две точки - депресија



Сл. 239: Разлика помеѓу вовлекувачки и потисен отвор на вентилаторот - депресија на вентилаторот  
1-вовлекувачки отвор на вентилаторот, 2-потисен отвор на вентилаторот.

Разликата во воздушните притисоци струење на воздухот помеѓу влезниот и излезниот отвор на јамата, може да биде создадена од природните услови. Таквото проветрување на подземните рударски простории се нарекува природно. Ако струењето на воздухот се воспоставува по вештачки пат со помош на вентилатори, таквото проветрување се нарекува вештачко.

### 11.3. ПРИРОДНО ПРОВЕТРУВАЊЕ НА РУДНИЦИТЕ

Доколку под влијание на природните услови се создаде разлика во воздушните притисоци помеѓу влезниот и излезниот отвор на јамата при што низ неа поминува потребното количество од свеж воздух, тогаш таквото проветрување на рудниците се нарекува *природно проветрување*. Со други зборови струење на воздухот низ јамата се воспоставува под влијание на природната депресија.

Количеството на воздух, што влегува во јамата под влијание природната депресија, може да достигне вредност од неколку стотини до  $6000 \text{ m}^3 / \text{m}$ . Според тоа може да се каже дека природното проветрување на рудниците има големо значење за главното проветрување .

#### 11.3.1. ВЛИЈАТЕЛНИ ФАКТОРИ НА ПРИРОДНОТО ПРОВЕТРУВАЊЕ

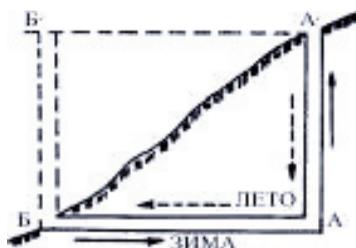
Врз природното проветрување влијаат поголем број на фактори, меѓу кои позначајни се:

- Разликата во густината на воздухот на влезот и излезот од јамата. Оваа разлика во густината може да се јави поради следните причини :  
загревање или ладење на воздухот, заради преземање на гасовите со помала густина и заради преземање на водената пареа од сидовите на јамските простории.
- Разликата во атмосферските притисоци на местата на влезот и излезот на воздушната струја од јама, односно од разликата на надморските висини на тие места.
- Прскање на вода во вертикалните окна
- Компресивно - депресивно дејство на ветровите на влезниот или излезниот отвор на јамата и др.

Влијанието на овие фактори може да се прикаже сликовито со следните примери:

- а) Во рудници кои се отворени со поткоп и окна

Во рудниците лоцирани на ридести терени и отворени со поткоп и вертикално окно, може да се воспостави природно проветрување.



Сл. 240: Природно проветрување на рудник кој е отворен со поткоп.

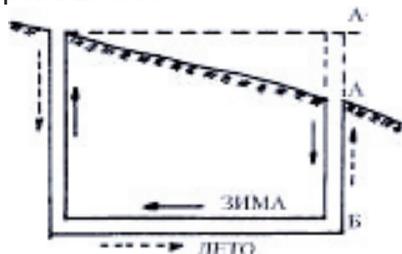
Во овој случај воздухот ќе се движи под дејство на влијанието на разликата во густината на двата воздушни столба (надворешен ББ' и јамскиот АА').

Во зима кога надворешниот воздух е поладен од јамскиот, тој има поголема густина од јамскиот (потоплиот) воздух, надворешниот столб ќе биде потежок од јамскиот и ќе врши притисок на влезот од поткопот. Затоа во

зимскиот период воздухот во јамата ќе влегува од поткопот, а ќе излегува од јамата низ вертикалното окно.

Во лето кога надворешниот воздух е потопол од јамскиот, надворешниот воздушен столб ќе биде полесен од јамскиот. Затоа во лето струењето на воздухот ќе биде во обратен правец односно од вертикалното окно кон поткопот. На сл.240 се дадени насоките на струење на воздухот (со стрелки) во зима и лето.

б) Во рудници отворени со две вертикални окна на различна надморска висина



Сл. 241: Природно проветрување на рудник кој е отворен со две окна на различни надморски висини

Кога рудник е отворен со окна на различна надморска висина, во зима воздухот ќе струи од пониското кон повисокото окно затоа што воздушниот столб БАА' е поладен, погуст и потежок.

Во лето воздухот ќе струи од повисокото кон пониското окно бидејќи воздушниот столб БАА' ќе биде полесен од воздушниот столб на повисокото окно (сл.241).

в) Во рудници отворени со вертикални окна на иста надморска висина



Сл. 242: Природно проветрување на рудник кој е отворен со две окна кои се наоѓаат на иста надморски висини

Во овој случај струење на воздухот ќе постои ако едно од окната е влажно а другото е суво. Ако во окното постои интензивно капење на вода, тогаш воздухот во него заради преземање на водената пара ќе се лади, воздушниот столб ќе биде потежок од воздушниот столб во сувото окно. Струење на воздухот ќе се воспостави од влажното кон сувото окно (сл.242).

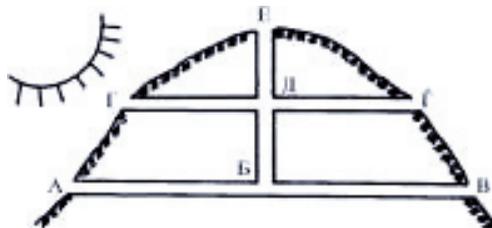
Доколу и двете окна се суви, нема да има струење на воздухот, односно во таквите окна ќе може да воспостави природно проветрување.

г) Во рудници кои се наоѓаат на голема надморска висина и се пресечени со поткопи

Ако некој рудник е отворен со повеќе поткопи на различна надморска висина поставени на спротивни страни од ридот, може да се воспостави природно проветрување.

Природното проветрување се воспоставува под влијание на температурните разлики, кои поради големата надморска висина се големи не само во текот на годината, туку и во текот на денот. Загревање на воздухот под дејство на сончевите зраци предпладне е од едната страна на ридот, а попладне од другата страна на ридот (рудникот) при што во текот на денот се формираат воздушните столбови со различни густини, односно се

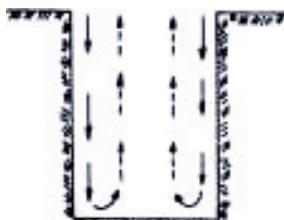
воспоставуваат различни правци на струење на воздухот во текот на денот (сл.243).



Сл. 243: Природно проветрување на рудници кои се наоѓаат на голема Надморска висина и кои се испресечени со поткопи

Кај рудниците на ридести терени чести се и силни ветрови, кои вршат притисок на влезните отвори на поткопите, при што и во вакви случаи доаѓа до природно проветрување на рудникот.

#### д) Природно проветрување на окно во фаза на изработка



Во фазата на изработка на вертикалното окно, воздухот при контакт со неговите ѕидови се лади и се спушта надолу, а потоплиот воздух низ средината на окното излегува на површина.

Природно проветрување при изработка на окно

Од наведените примери може да се заклучи следново: кога под дејство на природните услови ќе се воспостави природно струење на воздухот во одредена насока, истото ќе продолжи се додека не се променат природните услови. Со промена на природните услови се менува и насоката на движење на воздухот.

Во текот на годината во одреден момент можат да се изедначат притисоците на влезот и излезот од јамата (пролет, лето, есен). Во тој случај настанува мирување на воздухот односно нема природно проветрување на рудникот.

### 11.3.2. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ НА ПРИРОДНОТО ПРОВЕТРУВАЊЕ

Од економска гледна точка природното проветрување на рудниците е поевтино од вештачкото (проветрување со вентилатори), бидејќи за движење на воздухот се троши природна енергија. Меѓутоа, ако се гледа од аспект на сигурноста на работниците, природното проветрување има големи недостатоци. Така на пример, количеството на воздух што влегува во јама под влијание само на природната депресија не е постојано, бидејќи промените доаѓаат со промената на природните услови.

Во рудниците во кои постои опасност од експлозија на гасови и прав (рудници на јаглен) јамски пожари, појава на отровни и задушливи гасови, сигурноста на работниците не смее да зависи од природните услови. Во вакви и слични услови може да дојде до промена на насоката на струење на воздухот, што во никој случај не смее да се случи. Во рудниците со вакви

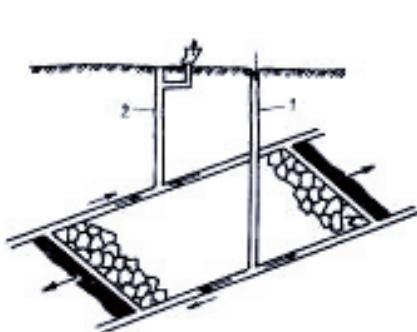
потенцијални опасности проветрувањето треба да се врши исклучиво по вештачки пат, односно со вентилатори.

Како предност на природното проветрување може да се наведе и тоа што тоа го потпомогнува вештачкото проветрување, доколку правците на струење на воздухот од природната депресија и вентилаторите се исти. Ако овие правци на струење се спротивни тогаш природната депресија го отежнува вештачкото проветрување, што се смета за нејзин недостаток.

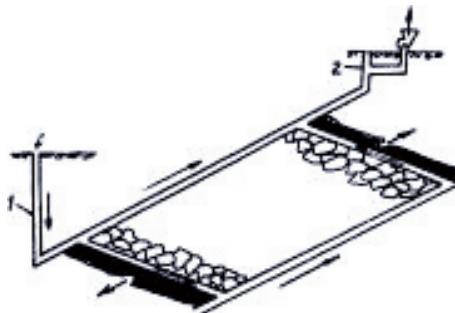
#### 11.4. ВЕНТИЛАЦИОНИ СИСТЕМИ

Под **вентилационен систем** на еден рудник се подразбира аеродинамичката целина која се состои од мрежа на простории-проводници на воздушната струја (свежа и загадена) и сите извори на депресија под чие дејство се остварува струење на воздухот. Постојат централни, дијагонални и комбинирани системи за проветрување.

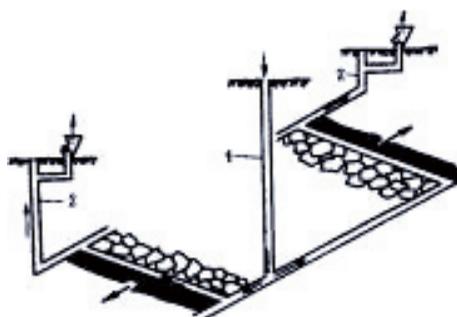
Кај *централниот начин* на проветрување отворите за влезна - излезна воздушна струја се наоѓаат во средината на наоѓалиштето (сл.244) близу еден до друг. Оддалеченоста на отворите еден од друг треба да изнесува најмалку 30m.



Сл. 244: Централен начин на проветрување:  
1-извозно окно,  
2-вентилационо окно.



Сл. 245: Дијагонален начин на проветрување со едно вентилационо окно:  
1-извозно окно,  
2-вентилационо окно.



Сл. 246: Дијагонален начин на проветрување со две окна:  
1-извозно окно,  
2-вентилационо окно.

Централниот систем за проветрување ги има следните предности:

- брзо воспоставување струење на воздушната струја,
- помали инвестициони работи.

Недостатоци на централниот систем за проветрување се:

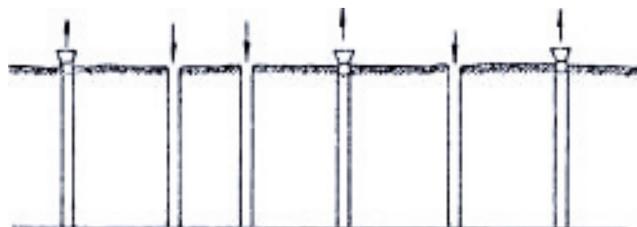
- голема должина на просториите за проветрување;
- голема разлика во депресиите поготово кога откопувањето се врши од границата на рудното тело;
- поголема е можноста за создавање на губитоци;
- поголеми се експлоатационите трошоци за проветрување.

Кај *дијагоналниот систем* за проветрување, отворот за влезната воздушна струја се наоѓа на едниот, а за излезната воздушна струја на другиот крај на наоѓалиштето (сл.245). Притоа можни се и варијанти со повеќе окна за проветрување (сл.246).

Предности на дијагоналниот систем се:

- константна депресија со многу мали осцилации;
  - поголеми апсолутни вредности на депресијата;
  - многу мала можност за губитоци од воздух;
  - поекономично проветрување;
  - помала депресија на вентилаторите;
  - потребен е помал светол профил на рударската просторија;
  - полесно се регулира количеството на воздух;
  - можно изолирање (затворање) на загроени делови од јамата.
- Недостатоци на дијагоналниот систем се:
- сложена е пресметката на вентилационите мрежи;
  - потешко се контролираат одделенијата за проветрување;
  - тешко се контролира меѓусебното дејство на главните вентилатори.

*Комбинираниот начин* на проветрување претставува комбинација од централниот и дијагоналниот начин (сл.247).

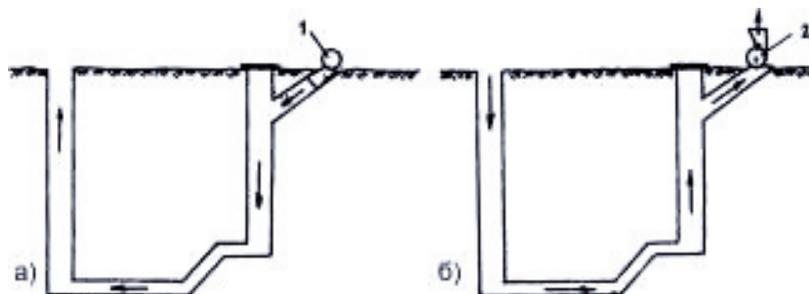


Сл. 247: Дијагонален систем за проветрување со повеќе окна

## 11.5. КОМПРЕСИВНО И ДЕПРЕСИВНО ПРОВЕТРУВАЊЕ

Вентилаторите можат да создадат разлика во притисоците помеѓу влезниот и излезниот отвор на јамата на три начина. Тоа се: создавање на компресија, односно надпритисок, создавање на депресија, односно подпритисок (притисок помал од атмосферскиот) и комбинирано.

Кај компресивниот начин на проветрување, вентилаторот е поставен на влезниот отвор од јамата. Со него се уфрла свеж воздух во јамските простории, а загадениот воздух излегува низ другите отвори (окна, поткопи и др.). На излезниот отвор нема вентилатор.



Сл. 248: Компресивен и депресивен начин на проветрување:  
 а) компресивен вентилатор;  
 б) депресивен вентилатор.

Кај компресивниот начин на проветрување вентилаторот создава притисок поголем од атмосферскиот поради тоа што и притисокот во јамските простории е поголем од атмосферскиот (сл.248а).

Доколку вентилаторот врши изведување на загадениот воздух од јама се работи за депресивен начин на проветрување. Вентилаторот е поставен на излезниот отвор од јамата, а чистиот воздух влегува низ другите отвори на јамата. Кај депресивниот начин на проветрување вентилаторот во јамата создава подпритисок (притисок помал од атмосферскиот), додека свежиот воздух во јамата влегува под дејство на атмосферскиот притисок. (сл. 248б)



Сл. 249: Комбиниран начин на главно проветрување  
 1-компресивен вентилатор  
 2-депресивен вентилатор

Комбинираниот начин на проветрување (сл.249) се остварува кога истовремено работат два или повеќе вентилатори од кои едни уфрлуваат свеж воздух во јама, а други го извлекуваат загадениот јамски воздух.

Надпритисокот, односно подпритисокот што го создава вентилаторот, најголем е до вентилаторот, а со оддалечување од него постепено се намалува. Причина за тоа е што надпритисокот, односно подпритисокот се троши на совладување на отпорите во јамските простории, кои се спротивставуваат на воздушната струја, како и за движење на воздухот со одредена брзина.

Дел од надпритисокот (подпритисокот) на вентилаторот што се троши за совладување на отпорите на јамските простории се нарекува статички надпритисок (подпритисок). Статички притисок претставува притисокот со кој воздухот при мирување притиска на ѕидовите на јамските простории, а при движење ги совладува отпорите на јамските притисоци. Статичкиот притисок на атмосферскиот воздух врз земјината површина се нарекува атмосферски притисок.

Оној дел од притисокот што го создава вентилаторот, а се троши за движење на воздухот со одредена брзина се нарекува динамички притисок. Динамичкиот притисок всушност е притисокот што го чувствува човекот кога се движи по ветровито време.

Во рудниците за јаглен подобро е да се користи депресивниот начин на проветрување од причина што метанот кој е полесен од воздухот полесно излегува од јамата. Исто така и одведувањето на топлиот воздух со депресивниот начин е подобро бидејќи таквиот воздух како полесен се движи нагоре.

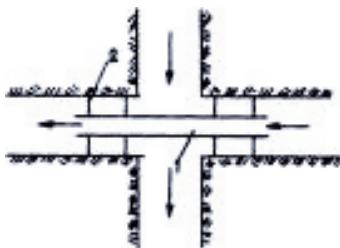
Ако се врши проветрување со компресивен начин, метанот и другите гасови се притиснати во шуплините и старите работилишта, а во случај на дефект на вентилаторот тие ќе продираат до работните места со што ја загрозуваат сигурноста на работниците.

## 11.6. ВЕТРЕНИ ЈАМСКИ ОБЈЕКТИ

Во објекти кои се користат при проветрување на јамските простории спаѓаат: ветрени мостови, ветрени прегради, ветрени врати и др.

### 11.6.1. ВЕТРЕНИ МОСТОВИ

Во подземните рудници понекогаш може да дојде до вкрстување на свежата со загадената воздушна струја на една иста кота. Во тој случај може да дојде до мешање на двете воздушни струи. За да не се случува тоа се изработуваат ветрени мостови преку кои се води едната воздушна струја.



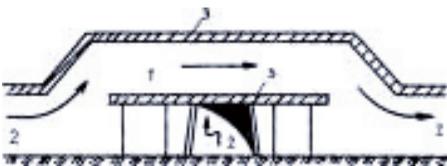
Сл. 250: Провевен мост во облик на провевна цевка  
1-провевна цевка  
2-провевна врата

Во зависност од намената мостовите се изработуваат на различни начини. Ако низ мостот треба да поминува помало количество воздушна струја, тогаш тој се изработува во вид на цевка (сл.250).



Сл. 251: Провевен мост во облик на ускоп;  
1-ускоп, 2-ходник, 3-провевна врата.

Ако пак преку мостот треба да поминува поголемо количество на воздух и ако треба да се користи подолг временски период, се изработува во вид на ускоп, преку кој се води една од воздушните струи кои се вкрстуваат (сл.251).

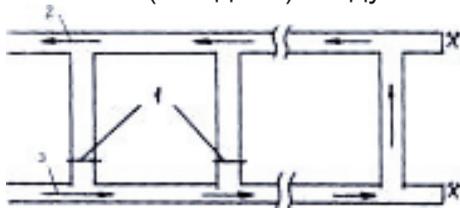


Сл. 252: Бетонски провевен мост  
1-мост, 2-ходник,  
3-бетонска подграда

Вакви ветрени мостови најчесто се изработуваат во рудници на јаглен при што треба да бидат бетонирани. Со бетонирањето се оневозможува циркулација на воздухот помеѓу ходникот и ускопот (сл.252). На тој начин навреме се спречува оксидација и samozапалување на јагленот.

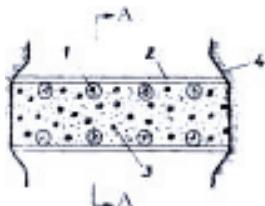
## 11.6.2. ВЕТРЕНИ ПРЕГРАДИ

Ветрените прегради служат за затворање на оние јамски простории во кои не треба да оди воздушна струја. Тие исто така се користат и за одделување на просториите за влезна (свежа) воздушна струја од просториите со излезна (загадена) воздушна струја.

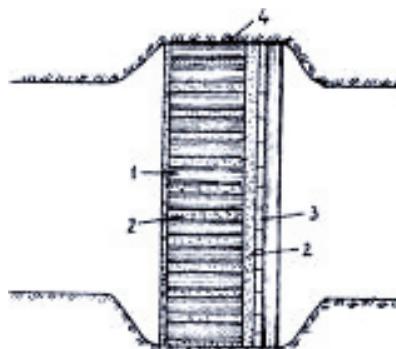
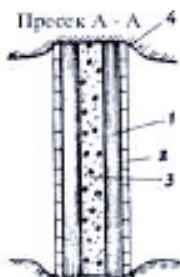


Сл. 253: Провевни прегради:  
1-преграда, 2-влезна  
воздушна струја,  
3-излезна воздушна струја.

Тие најчесто се изработуваат во простории по кои не се движат работниците и не служат за транспорт на рудата (сл.253). Се изработуваат од дрвени талпи (сл.254), а ако во просторијата се јавуваат големи притисоци од дрвени трупци (сл.255). Пред поставувањето на дрвените ветрени прегради во подот, таванот и страните на просторијата треба да се изработат темели до цврсти и нераспукнати карпи. Со тоа се спречува проток на воздух низ пукнатините во страните на просторијата.



Сл. 254: Преграда од дрвени штици:  
1-столбови на кои се коваат штиците  
2-штици, 3-глина, 4-засек.

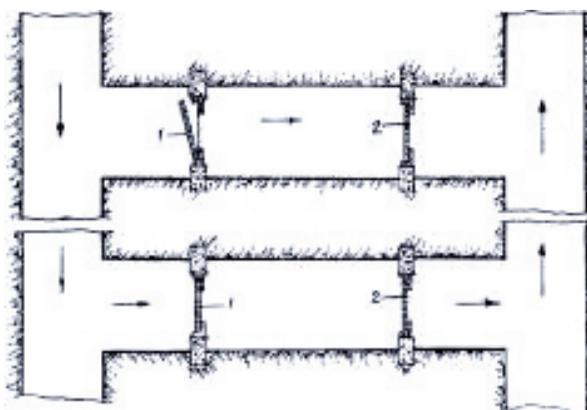


Сл. 255: Преграден ѕид од дрво:  
1-дрвени трупчиња,  
2-глина, 3-штици, 4-засек.

Просторот помеѓу штиците и трупците треба да се пополни со глина или друг незапаллив материјал. Во поново време овие објекти се изработуваат од бетонски блокови и тули.

## 11.6.3. ВЕТЕРНИ ВРАТИ

Ветерните врати се поставуваат во транспортните ходници во кои треба да са намали протокот на воздух или да се одделат свежата од загадената воздушна струја. Во таквите ходници најчесто се поставуваат две врати на оддалеченост поголема од должината на возот што поминува низ ходникот. Тоа се прави така за да биде едната врата секогаш затворена (сл.256).



Сл. 256: Проветна врата  
1-проветна врата бр. 1,  
2-проветна врата бр. 2

Ветерните врати најчесто се изработуваат од дрвени штици, а се затвараат спротивно од правецот во кој се движи воздушната струја. На овој начин отворената врата по поминувањето на возот сама ќе се затвори (сл.257).



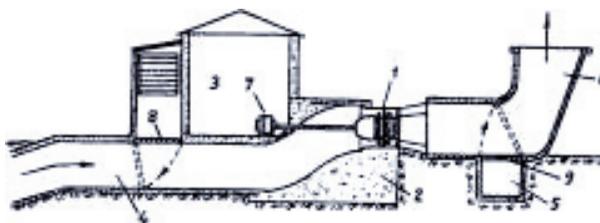
Сл. 257: Дрвена проветна врата

Во простории во кои транспортот на рудата се врши со лента, отворот во ветрената врата, кој се остава за поминување на транспортерот (празен или полн) се покрива со гумени завеси.

#### 11.6.4. ВЕНТИЛАТОРСКИ СТАНИЦИ

Вентилаторските станици се состојат од вентилатор, канал на вентилаторот, вентилациона зграда, уреди и канали за менување на правецот на воздушната струја.

На сл.258 се гледа дека вентилаторот преку вентилационен канал е поврзан со окното.



Сл. 258: Вентилаторска станица:  
1-вентилатор, 2-темел, 3-вентилаторска зграда,  
4-вентилационен канал, 5-повратен вентилационен канал,  
6-дифузор, 7-електромотор, 8 и 9-прегради за промена на правецот на воздушната струја.

Другата страна на вентилаторот со помош на дифузорот е поврзан со атмосферата во која се исфрла загадениот воздух.

Вентилаторските станици се поставуваат на површината на земјата над окното за проветрување. Обично на главните вентилаторски станици се поставуваат по два вентилатори од кои едниот работи, а другиот е резерва. Вентилаторските станици мора да имаат уреди за менување на правецот на воздушната струја.

## 11.7. ВЕНТИЛАТОРИ

**Вентилаторите** се машини кои со помош на работно коло со лопатки предизвикуваат струење на воздухот низ јамските простори. Со струењето на воздухот се создава разлика на воздушните притисоци помеѓу влезниот и излезниот отвор на јамата.

Вентилаторите можат да бидат стационарани и преносни.

*Стационарните* (неподвижни) вентилатори се со поголем капацитет, а се користат за главно проветрување на рудниците.

*Преносните* (подвижни) вентилатори се со помал капацитет, а се користат за сепаратно проветрување.

Сите видови вентилатори се карактеризираат со: капацитет, депресија, моќност и коефициент на искористување.

Капацитет на вентилаторот ( $Q$ ) претставува количество воздух што поминува низ вентилаторот во единица време ( $m^3 / min$ )

Депресија на вентилаторот се нарекува разликата на притисоците помеѓу потискиот и вовлекувачкиот отвор на вентилаторот ( $P_a$ ).

Корисната моќ на вентилаторот ( $N_k$ ) се пресметува по равенката:

$$N_k = \frac{Q \cdot h}{1000} (kw)$$

$h$ -депресија на вентилаторот.

Корисната моќност на погонскиот мотор на вентилаторот секогаш е помала од вистинската потребна моќност, затоа што еден дел од моќноста на вентилаторот се губи во вид на волуменски, хидраулички и механички загуби.

Вистинската моќност на погонскиот мотор од вентилаторот изнесува:

$$N = \frac{Q \cdot h}{1000 \xi} (kw)$$

$\xi$ -степен (коефициент) на искористување на вентилаторот.

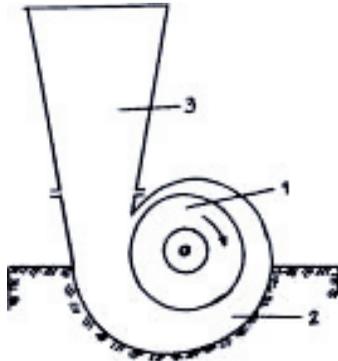
Коефициентот на искористување на вентилаторот претставува однос помеѓу корисната моќ на вентилаторот ( $N_k$ ) и вистинската потрошена моќност  $N$ , односно  $\xi = \frac{N_k}{N}$ .

### 11.7.1. ВЕНТИЛАТОРИ ЗА ГЛАВНО ПРОВЕТРУВАЊЕ

За главно проветрување на рудниците со подземна експлоатација во употреба се два вида вентилатори: центрифугални и аксијални.

Центрифугалните вентилатори создаваат поголема депресија од аксијалните. Во поново време се повеќе се применуваат аксијалните поради поголемиот број предности над центрифугалните.

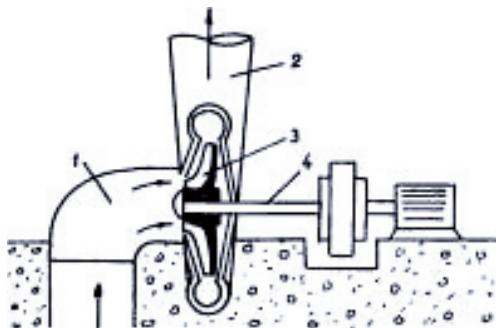
### 11.7.2. ЦЕНТРИФУГАЛНИ ВЕНТИЛАТОРИ



Сл. 259: Центрифугален вентилатор  
1-работно коло со лопатки,  
2-спирално куќиште,  
3-дифузор

Главни делови на центрифугалниот вентилатор се: спирално куќиште и работно коло со лопатки(сл.259). Кога брзината на воздухот на излезот од вентилаторот е многу голема тогаш на спиралното куќиште се прикачува еден уред во форма на инка-дифузор. Дифузорот има за задача да ја намали брзината на воздухот на излезот и да го зголеми статичкиот притисок.

Центрифугалните вентилатори работат на следниот начин: со вклучување на електромоторот започнува вртење на работното коло. Притоа во вовлекувачкиот отвор на вентилаторот се создава подпритисок (вакуум) и воздухот под дејство на атмосферскиот притисок влегува во работното коло на вентилаторот.



Сл. 260: Движење на воздухот во центрифугалните вентилатори  
1-всмукувачки отвор, 2-потисен отвор, 3-работно коло со лопатки  
4-погонска оска

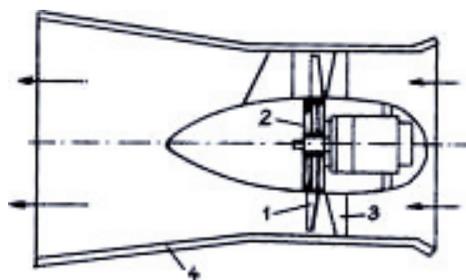
Додека влегува воздухот во вентилаторот т.е. работното коло се движи во правец на погонската оска односно влегува аксијално. По зафаќање на воздухот од лопатките од работното коло му се дава енергија и брзина под агол од  $90^\circ$  во однос на оската на вентилаторот потоа излегува низ спиралното куќиште и дифузорот (сл.260).

Центрифугалните вентилатори можат да бидат со еднострано и двострано вовлекувачко дејство.

Вентилаторите со двострано вовлекувачко дејство имаат вовлекувачки отвори од двете страни на работното коло.

### 11.7.3. АКСИЈАЛНИ ВЕНТИЛАТОРИ

Воздухот кај аксијалните вентилатори се движи во правец на погонската оска и при влезот и при излезот на воздухот од вентилаторот.



Сл. 261: Аксијален вентилатор  
1-лопатки, 2-главина,  
3-доводни лопатки, 4-куќиште

Работното коло кај аксијалните вентилатори се состои од лопатки кои се прицврстени на главината. Тоа е поставено во цилиндрично куќиште. Воздухот во вентилаторот влегува од едната страна на куќиштето каде што го зафаќаат лопатките, а излегува од другата страна на куќиштето. Влезот и излезот на воздухот од куќиштето на сл.261 е прикажано со стрелки.

Кај аксијалните вентилатори пред роторот се вградени лопатки кои ја насочуваат воздушната струја. Со овие лопатки штетните удари на воздухот се сведуваат до најмала можна мера. Кај помалите вентилатори лопатките за насочување на воздухот воедно служат и за прицврстување на главината и погонскиот мотор за куќиштето од вентилаторот.

Кај поголемите вентилатори погонскиот мотор се поставува надвор од куќиштето на вентилаторот.

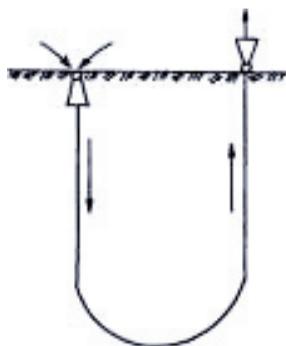
## 11.8. ЗАЕДНИЧКА РАБОТА НА ВЕНТИЛАТОРИТЕ

Во пракса често пати се јавува потреба од зголемување на количеството на воздух и депресијата на вентилаторите. Ако тоа не може да се постигне со зголемување на бројот на вртежите се поставува уште еден или повеќе вентилатори.

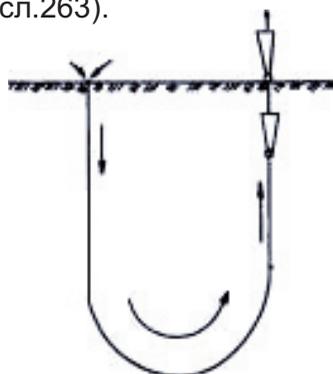
Заедничката работа на вентилаторите може да биде: сериска, паралелна и комбинирана.

Ако дифузорот од еден вентилатор е приклучен на вовлекувачкиот отвор на друг вентилатор се создава редна или сериска работа на два или повеќе вентилатори. Во пракса можат да се сретнат повеќе модели на сериска работа на два или повеќе вентилатори:

- ако два вентилатори работат истовремено, а се поставени на различни окна (сл.262), притоа едниот вентилатор уфрла воздух во јама (работи компресивно) а другиот го извлекува воздухот од јама (работи депресивно);
- ако два вентилатори работат истовремено на едно окно, едниот вентилатор е поставен во окното и го вовлекува јамскиот воздух па го дава на другиот кој е поставен на површината. Тој го прифаќа воздухот од јама и го исфрла во атмосферата. (сл.263).

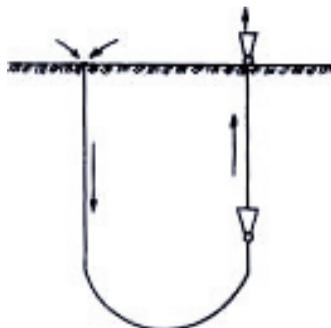


Сл. 262: Сериска работа на вентилатори на различни окна



Сл. 263: Сериска работа на два вентилатори

- слична комбинација со претходната, само што сега едниот вентилатор е поставен во јамата, а другиот се наоѓа на површината (сл.264).
- работа на две или повеќе цевни вентилатори за сепаратно проветрување кои се приклучени на ист цевовод (сл.265), кај оваа комбинација дифузорот од претходниот е приклучен на вовлекувачкиот отвор на наредниот вентилатор.



Сл. 264: Сериска работа на вентилатори

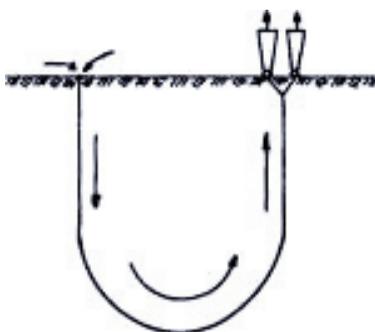


Сл. 265: Сериска работа на вентилатори за сепаратно проветрување

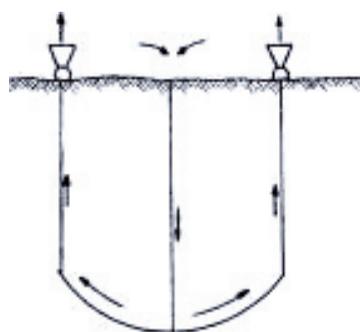
Сериската работа на два или повеќе вентилатори се применува во случаи кога треба да се зголеми депресијата на вентилаторите, односно кога отпорите на јамските простори се многу големи.

Паралелна работа на два или повеќе вентилатори се применува кога треба да се зголеми количество на воздух што влегува во јамата при иста депресија. Во пракса се користат следните комбинации:

- истовремена работа на два вентилатори чишто вовлекувачки отвори се поврзани на исто место (сл.266);
- истовремена работа на два депресивни (компресивни) вентилатори при што и двата вршат влечење на загадениот воздух, односно уфрлаат свеж воздух во јамата (сл.267). Во овој случај мора да постои и трет отвор на јамата преку кој ќе влегува свежиот, односно ќе излегува загадениот воздух од јамата.



Сл. 266: Паралелна работа на вентилатори на исто окно



Сл. 267: Паралелна работа на вентилатори на две окна

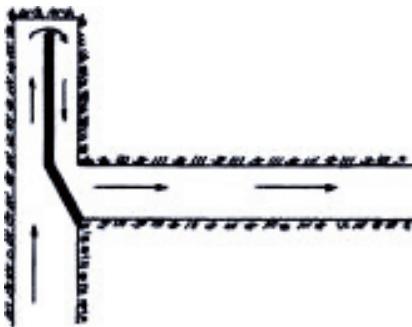


Во пракса се случува да работат комбинирано три или повеќе вентилатори, притоа некои од нив се поврзани паралелно а некои сериски. На сл. 268 е прикажана сериска работа на три вентилатори од кои два работа депресивно, а еден компресивно.

Сл. 268: Комбинирана работа на три вентилатори

## 11.9. СЕПАРАТНО ПРОВЕТРУВАЊЕ

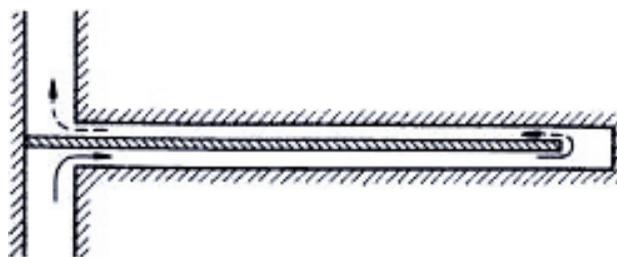
Сепаратното проветрување се применува во фазата на изработка на рударските простории, каде дејството на главниот вентилатор не може да оствари струење на воздухот до работните места. Струење на воздух не може да се оствари кај слепите работилишта (простори кои немаат влез и излез) или пак просторијата е со големи димензии при што струењето на воздухот во нив воопшто не се забележува. Сепаратното проветрување може да се организира на повеќе начини и тоа:



Сл. 269: Сепаратно проветрување со проевна преграда

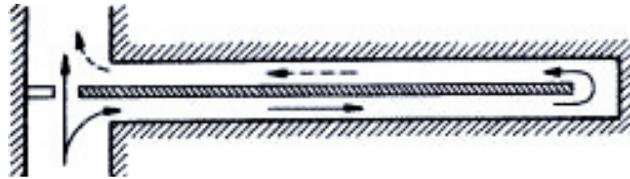
1. Поставување на прегради вдоль слепата рударска просторија (сл.269) при што струењето на воздухот се остварува под дејство на депресијата од главниот вентилатор. На овој начин може да се проветруваат простории со должина од 50м.

На сл.270 е прикажано сепаратно проветрување кога треба целокупната воздушна струја да се пренасочи кон слепото работилиште.



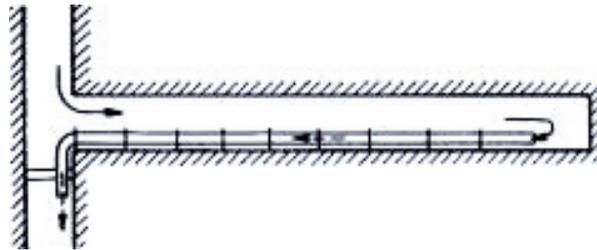
Сл. 270: Сепаратно проветрување со прегради

Сличен начин на проветрување е прикажан на сл.271 во случај кога на работилиштето треба да се внесува само дел од главната воздушна струја.



Сл. 271: Сепаратно проветрување со дел од воздушната струја со преграда

Многу поедноставен начин е кога се поставува попречна преграда во комбинација со ветерни цевки без користење на вентилатори.(сл.272).



Сл. 272: Сепаратно проветрување со цевки и преграда

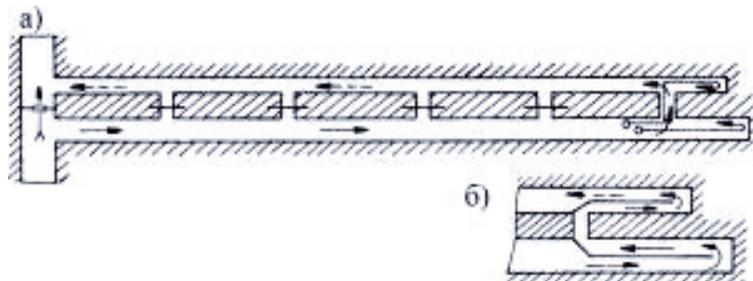
Проветрување со помош на преграда може да се примени и при изработка на поткоп кој се уште не е вклучен на системот за проветрување на јамата.(сл.273)



Сл. 273: Сепаратно проветрување при изработка на поткоп

Успехот при проветрување со прегради во голема мера зависи од нејзината пропустливост на воздухот. Овој начин често се применува и при изработка на окна со прегради од лим.

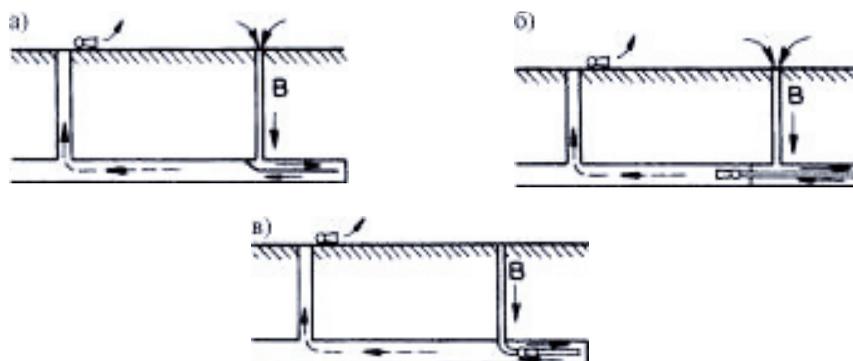
2. Проветрувањето со помош на паралелни простории се применува кај: централниот начин за отварање, истовремена изработка на две окна и при подготовка на откопно поле за отстапно откупување. На сл.274 е прикажано сепаратно проветрување со помош на паралелни ходници со примена на цевни вентилатори, кои се поставени на челото од ходниците. Проветрувањето на челото од ходниците наместо со цевни вентилатори може да се организира и со помош на прегради.



Сл. 274: Сепаратно проветрување со паралелни ходници

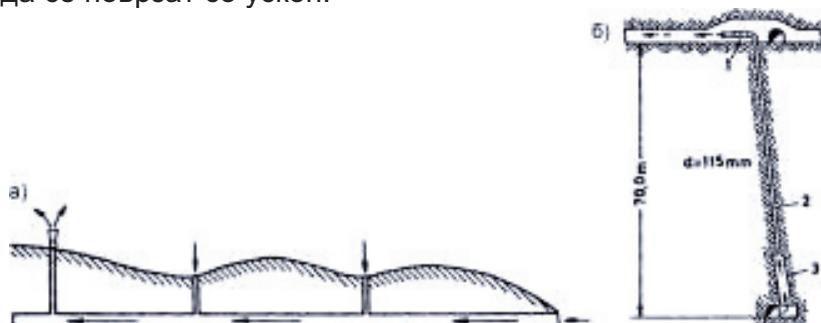
Бидејќи ваквите простории на одредено растојание се поврзани со кратки пречни хондици со цел да се намалат губитоците од воздушната струја, истите по оддалечувањето од нив треба да се затворат со прегради.

3. Проветрување со помош на дупнатини исто така наоѓа своја примена при изработка на поткоп или слепи рударки простории, кои не се наоѓаат длабоко под површината на земјата. На сл.275а е прикажано проветрување на слеп ходник со дупнатини и прегради. На сл.275б е прикажано проветрување со дупнатини и цевни вентилатори, а на сл.275в се наоѓа цевковод со вентилатор. Последниот начин поради низа недостатоци поретко се применува.



Сл. 275: Сепаратно проветрување со помош на дупнатини

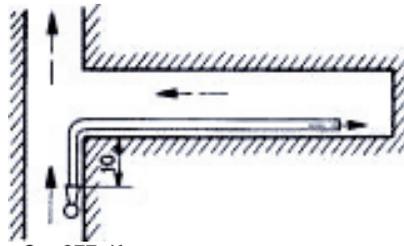
На сл.276а е прикажано проветрување на поткоп во фаза на изработка со помош на дупнатини, а на сл.276б проветрување меѓу два хоризонта кои што треба да се поврзат со ускоп.



Сл. 276

4. Проветрување со цевни и сепаратни вентилатори. Проветрувањето на слепи рударски простории со помош на цевни и сепаратни вентилатори се состои во тоа што се зема еден дел од воздухот од главната воздушна струја и со помош на цевковод се доведува до челото на работилиштето. Ваквото проветрување може да биде: компресивно, депресивно и комбинирано.

*Компресивниот* начин на проветрување најчесто се применува од причина што овозможува мешање на воздухот на челото од работилиштето. Свежиот воздух со вентилатор се зема од главната воздушна струја и преку цевковод се доведува до челото на работилиштето. Загадениот воздух под дејство на притисокот излегува низ јамската просторија (сл.277).

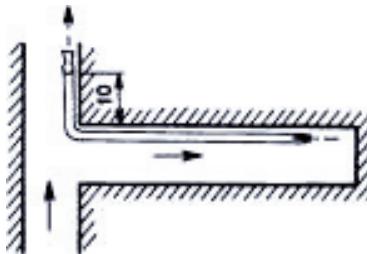


Сл. 277: Компресивно проветрување

Предноста на компресивниот начин на ефикасно проветрување е во тоа што крајот на вентилационите цевки може да биде на поголема оддалеченост од челото на ходникот во однос на депресивното проветрување. На овој начин се обезбедува непречено манипулирање со опремата во работниот простор. Оддалеченоста на цевките кај компресивниот начин изнесува 8-10m. од челото на работилиштето, а кај депресивниот 1-2m .

Недостатокот на компресивниот начин на проветрување е тоа што гасовите излегуваат низ просторијата (бавно) по која се движат рабониците.

Со депресивниот начин на проветрувањето нечистиот воздух од работилиштето се извлекува низ цевки со помош на сепаратен вентилатор. Свежиот воздух на работилиштето доаѓа низ јамската просторија што се изработува. Оваа карактеристика претставува предност бидејќи работниците се движат низ просторија низ која нема гасови и прав. Загадениот воздух од работилиштето се изнесува низ цевковод (сл.278). Депресивниот начин може да се примени за подолги работилишта што претставува предност.



Сл. 278: Депресивно проветрување

Недостаток на депресивниот начин е во тоа што оддалеченоста на крајот на вентилационите цевки од челото на работилиштето е многу мала и изнесува 1-2m. На овој начин цевките за проветрување се изложени на оштетување од минирањето и потешко се манипулира со опремата за извршување на работните операции на челото од ходникот.

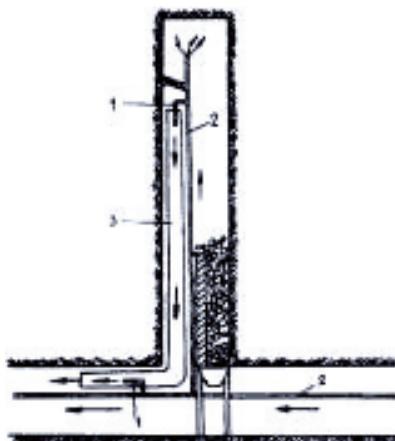
За депресивниот начин се потребни крути цевки или цевки најчесто со спирали-флексибилни цевки.

Кај комбинираниот начин на сепаратно проветрување постојат два посебни цевководи: едниот од вентилаторите работи компресивно, а другиот депресивно. Депресивниот вентилатор треба да биде со поголем капацитет, а компресивниот со помал и се поставува поблизу до работилиштето (сл.279).



Сл. 279: Комбиниран начин на сепаратно проветрување

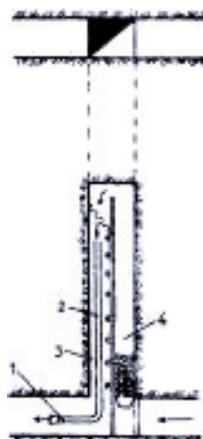
Со компресивниот вентилатор се врши мешање и разредување на правот и гасовите од работилиштето, додека депресивниот начин преку ветрените цевки го извлекува тој воздух и го исфрла во излезната воздушна струја. За да се спречи ширење на гасовите по целата просторија на 30-50m од челото на работилиштето се поставува преносна провевна преграда со врата. Вратата служи за поминување на работниците.



Сл. 280: Проветрување на ускоп со помош на ејектор  
1-ејектор, 2-цевковод за компримиран воздух, 3-провевна цевка

Освен напред наведените начини, слепи рударски простории можат да се проветруваат со: ејектор (млазница) (сл.280). Овој начин на проветрување се применува при изработка на ускопи. На сликата се прикажани два ејектора и цевковод. Едниот од ејекторите се поставува близу до челото на работилиштето, а другиот на влезот од просторијата што се изработува (1). Под дејство на компримиран воздух, кој излегува од ејекторот со голема брзина (под голем притисок), во провевната цевка се создава вакуум. На тој начин загадениот воздух од работилиштето влегува во вентилационата цевка и низ неа се движи до излезната воздушна струја. Свежиот воздух на работилиштето доаѓа низ преостанатиот слободен простор на одделението за поминување и не го загадува патот по кој се движат работниците.

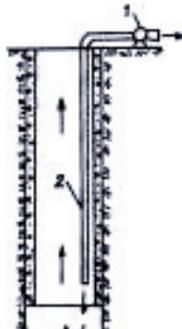
На сл.281 е прикажана коса рударска просторија (ускоп) во фаза на изработка која се проветрува со вентилатор и ветрени цевки. На овој начин вентилаторот со помош на цевковод го извлекува нечистиот воздух од работилиштето, а свежиот воздух доаѓа преку одделението за поминување.



Сл. 281: Проветрување на ускоп со помош на вентилатор и вентилационен цевковод:  
1-вентилатор, 2-цевковод, 3-одделение за поминување, 4-одделение за материјал.

## 11.10. СЕПАРАТНО ПРОВЕТРУВАЊЕ НА ОКНА

Окната во фазата на изработка се проветруваат со вентилатор и ветерни цевки. Вентилаторот го внесува свежиот воздух на дното од окното преку цевковод, а нечистиот воздух излегува низ окното.



Сл. 282: Проветрување на окно со помош на компресивен вентилатор  
1-вентилатор,  
2-вентилационен цевковод

Цевките за проветрување на окното се обесени со челични јажиња кои се навиткуваат на макара поставена на површината на земјата (сл.282). Надодавањето на цевководот се врши од површината.

За мали длабочини на окна (до 250 метри) се користи еден вентилатор за проветрување, а за поголеми длабочини се потребни два или повеќе вентилатори. Ако се повеќе вентилатори тие работат комбинирано односно едниот вентилатор е компресивен, а другиот депресивен.

## 11.11. СЕПАРАТНО ПРОВЕТРУВАЊЕ НА КОМОРИ

Комори се простории кои имаат големи димензии, но нивната должина не е така голема во однос на висината и ширината. Доколку комората има два отвора тогаш нејзиното проветрување може да се изврши со главната воздушна струја (сл.283). Ако се изработуваат слепи комори тогаш мора да се примени сепаратно проветрување.

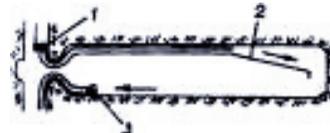
Коморите најчесто се проветруваат компресивно (сл.284). Ако за проветрување на коморите не е доволен само еден вентилатор се применува комбиниран начин на проветрување (сл.285).



Сл. 283: Проветрување на комора под дејство на главниот вентилатор  
1-ходник низ кој доаѓа свежата воздушна струја, 2-комора, 3-ходник низ кој излегува потрошената воздушна струја



Сл. 284: Проветрување на комора со помош на компресивен вентилатор:  
1-вентилатор, 2-цевковод, 3-граница меѓу свеж и нечист воздух,  
4-ходник, 5-комора.



Сл. 285: Комбинирано проветрување на комора:  
1-компресивен вентилатор,  
2-граница меѓу свеж и нечист воздух,  
3-депресивен вентилатор.

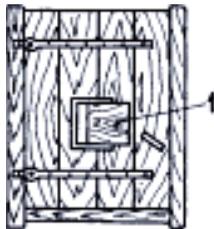
## 11.12. РЕГУЛИРАЊЕ НА КОЛИЧЕСТВОТО НА ВОЗДУХ ВО ЈАМА

Ако се регулира воздухот по природен пат во најголем број на случаи не се задоволуваат потребите од чист воздух во одделни јамски простории или пак се внесува поголемо количество од потребното. За таа цел се јавува потреба од регулирање од воздушната струја според потребите.

Регулирање на распределбата на количеството воздух во одделни јамски простории (хоризонти, ревири и сл.) може да се врши на три начини и тоа со помош на :

- придушувачи;
- помошни вентилатори во јама;и
- комбинирано

Поставувањето на придушувачи во јамските простории ги зголемува отпорите на јамските простории. Со помош на придушувачите се врши насочување на дел од воздушната струја во другите јамски простории во кои е потребно поголемо количество воздух од оној што доаѓа со природната распределба. Придушувачите се поставуваат во просториите во кои отпорот на воздушната струја е помал.



Сл. 286: Провевна врата со придушувачи  
1-поклопец на придушувачот

Придушувачи се дрвени или метални врати кои во средината имаат отвор низ кој поминува мало количество воздух. Отворот на придушувачот се отвора и затвора според потребите за воздух (сл.286).

Распределбата на потребното количество на воздух може да се врши со помошни вентилатори. Тие се поставуваат во просториите со најголем отпор, а имаат за задача да ги совладат само зголемените отпори.

Регулирањето на воздушната струја без помошни вентилатори се нарекува негативен, а со помошни вентилатори позитивен начин на регулирање.

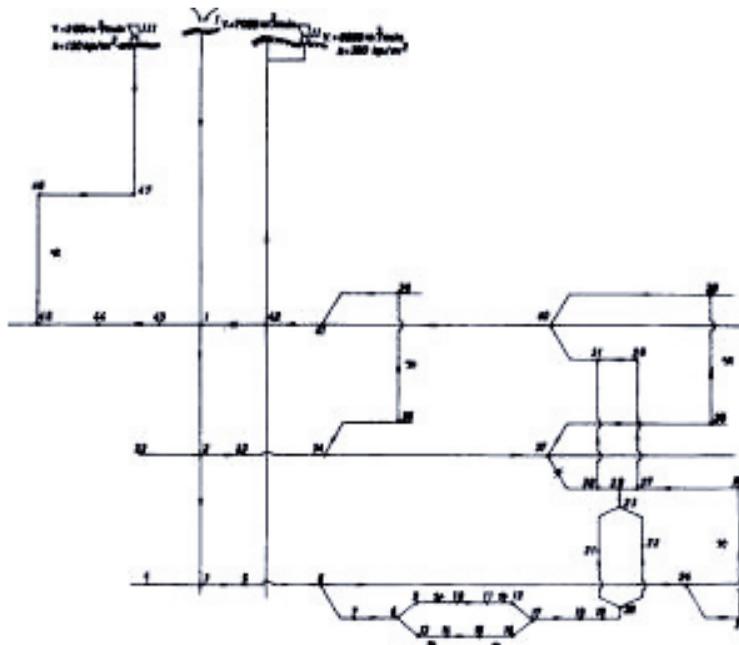
Комбинираниот начин на регулирање се врши на тој начин што во просториите со помал отпор се поставуваат придушувачи, а во просториите со поголем отпор помошни вентилатори.

## 11.13. ЈАМСКА ВЕНТИЛАЦИОНА МРЕЖА

Под дејство на работата на главниот вентилатор или природната депресија или пак под дејство на нивната заедничка работа јамскиот воздух се движи низ сите рударски простории кои имаат отвори за влезна и излезна воздушна струја. На тој начин се формира проточен систем кој ја сочинува јамската вентилациона мрежа. Во јамската вентилациона мрежа не влегуваат слепите работилишта, подготвителните работи, ходниците и ревириите кои се одвоени со ветрени врати и прегради. Според тоа јамската вентилациона мрежа не се поклопува со јамската карта од подземни рударски простории.

Јамската вентилациона мрежа заради подобра прегледност при пресметките и анализите најчесто се прикажува во вид на линеарни, просторни и канонски шеми.

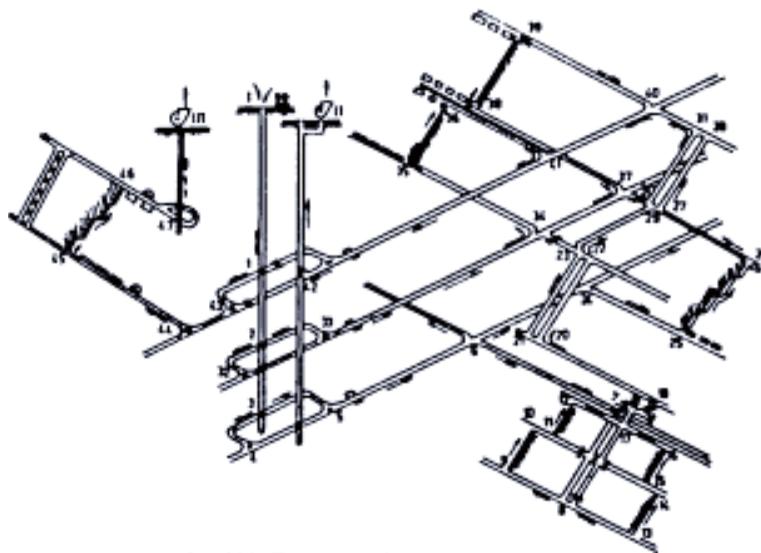
Линеарна шема преставува упростена јамска карта која ги содржи просториите кои се најзначајни за проветрување. Овие шеми се изработуваат во соодветен размер (сл.287).



Сл. 287: Линеарна јамска шема

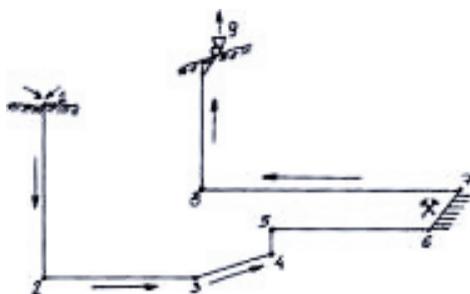
На линеарните шеми се назначени правците на движење на воздушната струја. Со полни (црвени) стрелки се означува свежата воздушна струја, а со испрекинати (сини) стрелки се означува истрошената воздушна струја.

За големи и разгранети јами, како по хоризонтала така и по вертикала, наместо линеарни се изработуваат просторни шеми. Кај овие шеми прегледноста е поголема и подобра (сл.288).



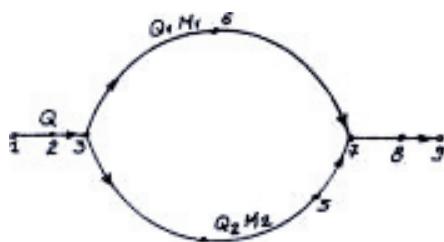
Сл. 288: Просторна јамска вентилациона шема

На (сл.289) е прикажана проста линеарна шема.

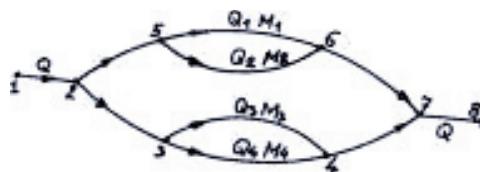


Сл. 289: Проста линеарна шема

Канонските шеми се конструираат врз основа на линеарните шеми со акцент на меѓусебните односи на одделни гранки. Во канонските шеми се внесуваат точките во кои воздушната струја се раздвојува, односно местата на кои раздвоените гранки се соединуваат. Во канонските шеми се прикажуваат и податоците за отпорите на одделни гранки, положбата на помошните вентилатори, придушувачи и др. Сите јазолни точки во канонските и линеарните шеми се означуваат со броеви со што полесно се следи воздушната струја од влезот до излезот на струјата. На сл.290 е прикажана канонска шема на прост паралелен систем, а на сл.291 на сложен паралелен систем.



Сл. 290: Канонска шема на прост паралелен систем



Сл. 291: Канонска шема на сложен паралелен систем на разведување на воздухот

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Што претставува проветрување?
2. Дефинирај го поимот свеж воздух.
3. Во што се гледа разликата помеѓу атмосферскиот и јамскиот воздух?
4. Дефинирај ги поимите задушлив, отровен и експлозивен воздух.
5. Како се воспоставува струење на воздухот низ јамските простории?
6. Што е депресија?
7. Која е разликата меѓу природното и вештачкото проветрување?
8. Наброј ги факторите што влијаат на природното проветрување.
9. Објасни го проветрувањето по природен пат кај рудник отворен со поткоп и окно.
10. Како се проветруваат рудници отворени со поткопи на голема надморска висина по природен пат?
11. Што е вентилационен систем на рудник?
12. Кои се предностите на централниот начин на проветрување?
13. Кои се предностите на дијагоналниот систем на проветрување?
14. Објасни што е тоа компресивен начин на проветрување.
15. Што е депресивен начин на проветрување?
16. Што претставува статички, а што атмосферски притисок?
17. Што е динамички притисок?
18. Наброј ги ветрените објекти во јама.
19. Зошто служат ветрените мостови?
20. За која намена се изработуваат ветрените прегради?
21. На кои места се поставуваат ветрените врати?
22. Од што се состојат вентилационите станици?
23. Какви машини се вентилаторите?
24. Како се поделени вентилаторите?
25. Со што се карактеризираат вентилаторите?
26. Што претставува депресија, а што моќ на вентилатор?
27. Кои вентилатори се користат за главно, а кои за сепаратно проветрување?
28. Што знаеш за аксиални вентилатори?
29. Објасни ја сериската работа на два вентилатора.
30. Кога велиме дека вентилаторите работат паралелно?
31. Што претставува сепаратно проветрување?
32. Објасни го проветрувањето со помош на паралелни простории.
33. Објасни го проветрувањето со дупнатини.
34. Објасни компресивен начин на проветрување на ходник.
35. Објасни депресивен начин на проветрување на ходник.
36. Објасни комбиниран начин на проветрување на ходник.
37. Објасни го проветрувањето со ејектор.
38. Објасни го сепаратното проветрување на окна.
39. Како се проветруваат коморите?
40. Како може да се регулира количеството на воздух?
41. Што се тоа придушувачи?
42. Кој е позитивен, а кој негативен начин на регулирање на воздухот?
43. Што е јамска вентилациона мрежа?

44. Што знаеш за линеарни шеми?
45. Кои се карактеристиките на просторните шеми?
46. Кои податоци се внесуваат на канонските шеми?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Gluščević, B.: Otvaranje i metode podzemnog otkopavanja rudnih ležišta. – Beograd, 1974.
2. Genčić, B.: Tehnološki procesi podzemne eksploatacije sloevitih ležišta. – Beograd, 1972.
3. Petrović, M.: Otvaranje, razrade i metode otkopavanja. – Beograd, 1963.
4. Grupa Autora.: Tehnika Rudarstva. – Beograd, 1952.
5. Jovičić, V.: Ventilacija rudnika. – Beograd, 1989.
6. Jovičić, V., Čović, A.: Odvodnjavanje rudnika. Beograd, 1975.
7. Нацев, М.: Проветрување и одводнување на рудниците. – Скопје, 1989.
8. Novožilov, M.G. id r.: Tehnologija otkrtoj razrabotki mestoroždenii poleznych iskopaemyh. (I i II del). Moskva, 1971.
9. Трајчевски, Т: Методи за откопување на минералните наоѓалишта. – Скопје, 1995.

# СОДРЖИНА

## РУДАРСТВО СО ОТКОПНИ МЕТОДИ

	стр.
Глава I	
1.0. Основни карактеристики на минералните наоѓалишта.....	1
1.1. Општи поими.....	1
1.2. Поделба на минералните наоѓалишта според формата.....	3
1.3. Елементи на залегнување на рудните тела.....	6
1.4. Физичко-механички карактеристики на рудата и на околните карпи.....	8
1.5. Резерви со корисна минерална суровина.....	9
Глава II	
2.0. Отварање на минералните наоѓалишта.....	14
2.1. Основни поими за подземната експлоатација на рудните наоѓалишта.....	14
2.2. Отворање на рудните тела со подземни рударски простории.....	15
2.2.1. Потребни услови за отварање.....	16
2.3. Отворање со поткоп.....	17
2.4. Отворање со вертикални и со коси окна.....	20
2.4.1. Положба, паден агол и длабочина на рудното тело.....	20
2.4.2. Физичко-механички карактеристики на карпите.....	21
2.4.3. Трошоци за изработка на окната.....	22
2.4.4. Трошоци за опремување на окната.....	22
2.4.5. Трошоци за одводнување и одржување на окната.....	22
2.4.6. Трошоци за транспорт до окната и извоз низ окната.....	22
2.4.7. Број на простории за отворање.....	23
2.5. Отворање со нископи.....	24
2.6. Комбинирано отворање.....	24
2.6.1. Слепи окна.....	25
2.6.2. Довозишта и одвозишта.....	26
Глава III	
3.0. Разработка на рудните тела.....	30
3.1. Експлоатационо поле.....	31
3.2. Ревири - гравитациони полиња.....	32
3.3. Откопно поле.....	33
3.4. Хоризонти.....	33
Глава IV	
4.0. Подготовка на рудните тела за откопување.....	35
4.1. Откопни столбови.....	35
4.2. Откопен појас.....	36
4.3. Етаж, етапа и откоп.....	37
4.4. Хоризонтални подготвителни простории.....	37
4.5. Вертикални и коси подготвителни простории.....	39
Глава V	
5.0. Основни работни операции при откопување.....	44
5.1. Дупчење и минирање.....	44

5.2.	Товарење и транспорт на рудата од откопите.....	47
5.3.	Осигурување на откопите.....	49
5.3.1.	Јамски притисок.....	49
5.3.2.	Осигурување на откопите со дрвена подграда.....	50
5.3.3.	Осигурување на откопите со анкери.....	52
5.3.4.	Осигурување на откопите со сигурносни столбови.....	53
5.3.5.	Осигурување на откопите со засип.....	55
5.3.6.	Осигурување на откопите со магацинирање на рудата.....	56
5.4.	Работен циклус.....	57
Глава VI		
6.0.	Услови за примена и карактеристики на методите за откопување.....	61
6.1.	Општи услови.....	61
6.2.	Губитоци и осиромашување на рудата.....	62
6.3.	Интензитет на откопување.....	63
6.4.	Правец на копање и движење на откопниот фронт.....	63
6.5.	Ефекти, нормативи и трошоци за производство.....	64
6.6.	Фактори што влијаат врз изборот на откопните методи.....	66
	Поделба на методите за откопување.....	69
Глава VII		
7.0.	Методи со отворени откопи.....	71
7.1.	Фронтални откопни методи.....	71
7.1.1.	Фронтална метода за откопување на хоризонтални рудни тела.....	71
7.1.2.	Фронтална метода за откопување на наведнати рудни тела.....	73
7.2.	Коморно откопување.....	74
7.2.1.	Коморно откопување на хоризонтални рудни тела.....	75
7.2.2.	Коморно откопување на коси рудни тела.....	76
7.2.3.	Предности и недостатоци на коморните методи.....	78
7.3.	Подетажни методи за откопување.....	78
7.3.1.	Насочна подетажна метода.....	79
7.3.2.	Подетажна метода со отворени откопи.....	81
7.3.3.	Подетажна метода со заурнување.....	82
7.3.4.	Подетажно откопување со заурнување - „Злетово“.....	82
7.3.5.	Методи на подетажно заурнување „Шведска варијанта“.....	85
7.4.	Магацински методи за откопување.....	89
Глава VIII		
8.0.	Методи за покривно откопување со пополнување на откопаниот простор.....	94
8.1.	„Злетовска метода“.....	94
8.1.1.	Злетовска метода без заштитна плоча.....	95
8.1.2.	Злетовска метода со заштитна плоча.....	97
8.2.	Откопување со замозасипување.....	99
8.3.	Метода за откопување во коси етажи со подвижен засип.....	101
Глава IX		
9.0.	Откопување на слоевити рудни тела.....	105
9.1.	Методи за откопување со кусо чело.....	106
9.1.1.	Методи на столбно откопување со заурнување на покровинските карпи.....	106

9.1.1.1.	„V“ метода.....	107
9.1.1.2.	„T“ метода.....	109
9.2.	Методи за откопување со широко чело.....	113
9.2.1.	Широко челно откопување со потсекување и минирање.....	114
9.3.	Механизирано откопување со широко чело.....	118
Глава X		
10.0	Одводнување на рудниците.....	128
10.1.	Површински и подземни води.....	128
10.1.1.	Површински води.....	128
10.1.2.	Подземни води.....	128
10.1.3.	Квалитет на јамски води.....	130
10.2.	Спречување продор на вода во јама.....	131
10.2.1.	Спречување продор на површински води.....	131
10.2.2.	Издигање на просториите за отворање.....	131
10.2.3.	Преместување на коритото на река или поток.....	132
10.2.4.	Оставање на заштитен столб.....	132
10.2.5.	Собирање на површинските води во специјални канали.....	132
10.3.	Спречување продор на подземни води.....	133
10.3.1.	Отворање низ водонепропустни карпи.....	133
10.3.2.	Одводнување на водоносни карпи.....	133
10.3.3.	Напредување со претходно дупчење.....	134
10.3.4.	Затворање на јамските простории.....	134
10.4.	Одводнување на подземните рудници.....	136
10.4.1.	Природно одводнување.....	136
10.4.1.1.	Канали за одводнување.....	136
10.4.2.	Таложници.....	138
10.4.3.	Пумпни станици.....	139
10.4.4.	Водособирници.....	139
10.4.5.	Пумпни комори.....	141
10.4.6.	Цевководи за одводнување.....	141
10.5.	Пумпи во рудниците.....	142
10.5.1.	Клипни пумпи.....	142
10.5.2.	Вртежни пумпи.....	144
10.5.3.	Центрифугални пумпи.....	144
10.5.4.	Пропелерни пумпи.....	144
10.5.5.	Полуаксијални пумпи.....	145
10.5.6.	Клипно-вртежни пумпи.....	145
10.5.7.	Запчести пумпи.....	145
10.5.8.	Навојни пумпи.....	145
10.5.9.	Специјални пумпи.....	146
10.5.10.	Мамут пумпи.....	146
10.5.11.	Висечки пумпи.....	146
10.5.12.	Подводни пумпи.....	147
10.5.13.	Вилфлеј пумпи.....	147
10.6.	Функција на пумпите.....	147
10.7.	Висина на пумпање на течноста.....	147
10.8.	Ракување, одржување и контрола на пумпите.....	149

Глава XI	
11.0.	Проветрување во рудниците..... 151
11.1.	Руднички воздух..... 151
11.2.	Главно проветрување на рудниците..... 152
11.2.1.	Воздушна струја..... 152
11.3.	Природно проветрување на рудниците..... 153
11.3.1.	Влијателни фактори на природното проветрување..... 153
11.3.2.	Предности и недостатоци на природното проветрување..... 155
11.4.	Вентилациони системи..... 156
11.5.	Компресивно и депресивно проветрување..... 157
11.6.	Ветрени јамски објекти..... 159
11.6.1.	Ветрени мостови..... 159
11.6.2.	Ветрени прегради..... 160
11.6.3.	Ветерни врати..... 160
11.6.4.	Вентилациони станици..... 161
11.7.	Вентилатори..... 162
11.7.1.	Вентилатори за главно проветрување..... 162
11.7.2.	Центрифугални вентилатори..... 163
11.7.3.	Аксијални вентилатори..... 163
11.8.	Заедничка работа на вентилаторите..... 164
11.9.	Сепаратно проветрување..... 166
11.10.	Сепаратно проветрување на окна..... 171
11.11.	Сепаратно проветрување на комори..... 171
11.12.	Регулирање на количеството на воздух во јама..... 172
11.13.	Јамска вентилациона мрежа..... 172
	ЛИТЕРАТУРА..... 177
	СОДРЖИНА..... 178