



Сојуз на рударски и геолошки инженери
на Република Македонија

трето стручно советување
со меѓународно учество
ПОДЕКС '09

04 - 05.12.2009 година
Македонска Каменица

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

ТЕХНОЛОГИЈА
НА ПОДЗЕМНА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ
СУРОВИНИ





трето стручно советување
со меѓународно учество

ПОДЕКС '09

04 - 05.12.2009 година
Македонска Каменица

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Зборник на трудови



Сојуз на рударските и геолошките инженери
на Република Македонија

Коорганизатори и спонзори

Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица
INDO MINERALS AND METALS, Рудник ЗЛЕТОВО - Пробиштип
Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип
Министерство за образование и наука
Министерство за економија
FHL Мермерен Комбинат - Прилеп
LARIN MRAMOR - Скопје

Организационен одбор

претседател:

Филип Петровски
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица

потпретседатели

Мише Кацарски
ИММ Рудник ЗЛЕТОВО, Пробиштип

проф. д-р Зоран Десподов
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

проф. д-р Ристо Дамбов
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

извршен секретар

Љупчо Трајковски
државен рударски инспектор,
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје

членови

доц. д-р Дејан Мираковски
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

асс. м-р Стојанче Мијалковски
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

Драган Насевски
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје

Борче Гоцевски
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица

Митко Костовски
ИММ Рудник ТОРАНИЦА, Крива Паланка

Зоран Костовски
МАРМО БЈАНКО, Прилеп

ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

Зборник на трудови

Издавач

Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија

За издавачот

Љупчо Трајковски, дипл. руд. инж.

Главен и одговорен уредник

проф. д-р Зоран Десподов

Техничка подготовка

асс. м-р Стојанче Мијалковски

асс. м-р Николинка Донева

асс. м-р Марија Хаџи-Николова

асс. Радмила Каранакова - Стефановска

Никола Механџиски, дипл. руд. инж.

Драги Пелтечки, дипл. руд. инж.

Горан Поп-Андонов, дипл. руд. инж.

Дизајн и подготовка на корица:

Дејан Д. Николовски

Печатница:

РИ-Графика, Скопје

Тираж:

100 примероци



СРГИМ

Сојуз на рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

III^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини

ПОДЕКС '09

Македонска Каменица
04 – 05. 12. 2009 год.

РАЗГЛЕДУВАЊЕ НА МОЖНОСТИТЕ ЗА ПРИМЕНА НА ТЕХНОЛОГИЈАТА ЗА ОТКОПУВАЊЕ СО ЗАПОЛНУВАЊЕ НА ОТКОПАНИТЕ ПРОСТОРИ СО ЗАСИП ОД СЛАБИ БЕТОНИ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК

REVIEW OF THE POSSIBILITIES FOR APPLICATION OF THE UNDERCUT AND FILL MINING TECHNOLOGY WITH WEAK CONCRETE FILL IN LEAD AND ZINC MINES

Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски, Институт за рударство, ФПТН, УГД – Штип,
Никола Механџиски, Нов Дојран,
Борче Гоцевски, РОЦ САСА ДООЕЛ - М. Каменица

Апстракт

Технологиите за откопување со пополнување на откопаните простори со слаби бетони, каде што се формира вештачки кров и откопувањето напредува одозгора-надолу (Undercut and fill mining) наоѓаат се поголема примена во рудниците за експлоатација на метални руди. Оваа технологија на откопување особено се применува во неповолни работни средини и средно вредни руди каде што неможе успешно да се примени методата за кровно откопување во хоризонтални појаси со пополнување на откопаните простори-одоздола нагоре (Cut and fill mining). Во овој труд се презентирани можностите за нејзина примена во нашите рудници за олово и цинк.

Клучни зборови: откопување, пополнување, откопани простори, засип, слаби бетони.

1. Вовед

Откопувањето со подсекување и пополнување на откопаните простори представува метода на откопување каде всушност се врши извлекување на сегмент од руда со последователни подсеци (појаси), со нивна височина од 1.8 до 4.6м, а создадените празни простори потоа се пополнуваат со засип формиран од агрегат зацврснат со цемент. Со ваквиот зацврснат засип се формира заштитен кров под кој може безбедно да се откопува понискиот појас од руда.

Оваа метода за првпат е воведена при крајот на 50-тите од минатиот век од Inco, Ltd, во наоѓалиштето Садбери, Онтарио, Канада, со цел да се изврши безбедно откопување на рудата во заштитните столбови. Денес, многу рудници

Овој светот методата со подсекување и пополнување со зацврснат засип ја применуваат како примарна откопна метода.

Технологијата за откопување со подсекување и пополнување на празните простори со слаби бетони се применува во рударско-геолошки услови каде соседните карпи се нестабилни и неконсолидирани, и склони кон рушење.

Рудните тела за чие откопување се применува оваа метода имаат променлива дебелина, а нивниот паден агол може да се менува од вертикален до наклонет или хоризонтален.

Предностите на оваа технологија се состојат во следново:

- откопување на рудни тела со сложени рударско-геолошки услови,
- висок степен на искористување на рудата при откопувањето,
- мало осиромашување на рудата,
- се елиминираат заштитните столбови,
- се намалуваат проблемите со горските удари при подземното откопување.
- можности за откопување на повеќе нивоа и др.
- можности за враќање на јаловината во местото од каде што е откопана и др.

Недостатоци на откопната метода најчесто ги вбројуваме:

- зголемените производни трошоци за добивање на 1 тон руда,
- намалениот произведен капацитет поради дополнителната фаза на пополнување,
- дополнителни проблеми со одводнувањето на јамата поради исцедувањето на засипот и сл.

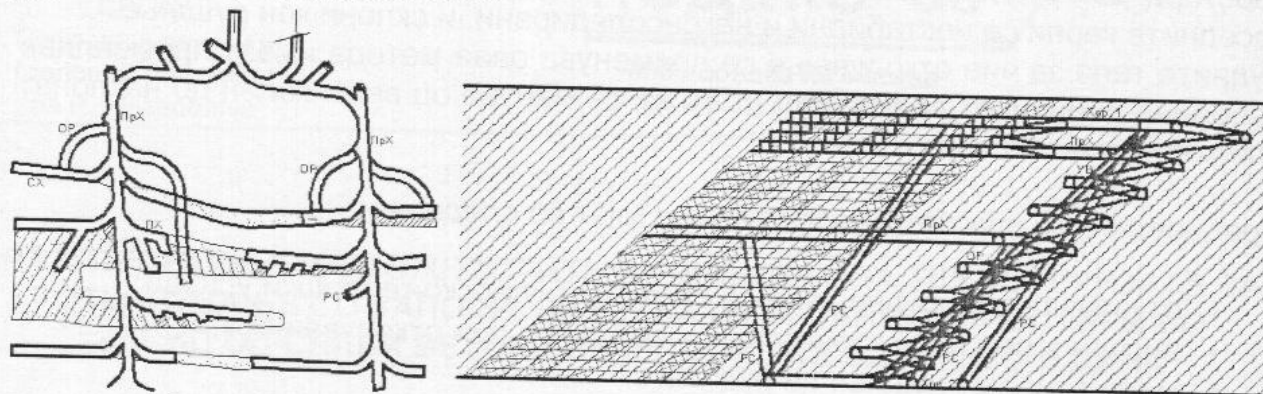
Постојат повеќе варијанти на оваа технологија за откопување од аспект на начинот на вградување на засипниот материјал, како што се:

- технологија на пополнување со слаби бетони при вградување на засипот со пумпање,
- технологија на пополнување со слаби бетони и пневматско вградување на засипот, и
- технологија на пополнување со слаби бетони и вградување на засипот со возила за зафрлување, сл.1.

Поради ограничениот простор во понатамошниот текст од овој труд ќе биде разработена само варијантата на технологијата за откопување и пополнување со слаби бетони, со возила за зафрлување.

2. Принципи на откопната метода

Шематски приказ на подготвителните објекти и нивна диспозиција за одреден руден блок е прикажан на сл.1.



Слика 1. Шематски приказ на методата за откопување со заполнување на откопаните простори со слаб бетон

Откопниот блок представува дел од наоѓалиштето со димензии: $L \times H = 275 \times 96$ m и просечна дебелина на оруднетата зона: $d=49$ m. По височина откопниот блок се дели на два дела, и секој од нив се откопува независно. Откопувањето се врши во хоризонтални слоеви (појаси) со изработка на ходници по протегање на оруднувањето кај дебелина на рудните тела до 5м, и пречни ходници при дебелина поголема од 5м, со правец на откопување одозгора - надолу. Височината на хоризонталните појаси од руда изнесува 3.2 м. Откопните смерни односно пречни ходници имаат димензии 3.2×3.2 м. Отворањето на слоевите се врши од откопна рампа на секои 9.6м по висина, со подински пристапен ходник и два пречника кои ги пресекуваат сите рудни тела до кровинскиот контакт. Со таквиот начин на отворање, откопниот блок и по должина се дели на два независни дела еден од друг, а со цел да се овозможи несметано истовремено одвивање на активностите при откопувањето и засипувањето, односно додека во едниот дел се врши откопување во другиот истовремено се врши заполнување и спротивно. Од пречните ходници за отворање во секое оруднување се изработуваат смерни откопни ходници до границите на рудниот блок. Кај рудните тела со дебелина поголема од 5м од смерниот подински ходник се изработуваат пречни ходници, со исти димензии како и подинскиот ходник, под агол од 60° , а на осовинско растојание од 6.4м. Принципот на изработка на пречниците е таков што помеѓу два изработени пречника се остава столб од руда, со исти димензии како и пречниците (3.2×3.2). Тие ќе се изработуваат паралелно со изработката на подинскиот смерен ходник. Откопаниот празен простор во пречниците се заполнува со бетонски засип со посредство на возило за зафрлување на засипниот материјал, сл.2. Засипниот материјал може да биде подготвен во јама или на површина, а со возилото се донесува до самиот откоп. Откако се заполнат пречниците со бетонски засип и истиот ја добие потребната цврстина, следната фаза е откопување на рудата во столбовите односно изработка на пречници во руда помеѓу два бетонирани пречника. По завршување со откопувањето и засипувањето на пречниците се пристапува кон засипување на смерните ходници.

Со конечното откопување на првиот слој на хор. I и ниво хор. II+48m и нивното пополнување, се формира заштитен кров од бетон, а процесот на откопување се продолжува според истиот принцип на следниот слој испод бетонот.

Отворањето на следниот слој испод бетонскиот засип се врши со коса рампа изработена од пристапниот ходник од откопната рампа и пречен ходник од подина до кровина на оруднувањето. Ваквото отворање се врши независно во двата дела на откопниот блок.

Преминување од еден слој на друг е овозможено со систем од по две рудни сипки, во двата дела од блокот така што додека во следниот – понискиот слој се врши отворање-изработка на пречниот ходник до едната рудна сипка, во горниот слој сеуште постои врска со другата сипка, во која се кипа рудата од изработката на пречникот. По спојување на пречникот со рудната сипка во понискиот слој, се пристапува кон пополнување на пристапот до рудната сипка во повисокиот слој до откопната рампа.

Положбата на пречниците на долниот слој во однос на пречниците во горниот слој е во шаховски распоред.

Според оваа откопна метода сите работни операции се механизирани.

2.1. Подготвителни објекти

Обемот на подготвителните и откопно-подготвителните објекти потребни за подготовка и откопување со методата за пополнување со слаби бетони е прикажан во табела 1, а нивната локација на сл.1.

Табела 1.

Подготвителни работи:	Должина (м)	
	руда	јаловина
Пристапни ходници до руда:	2940	5414
Пристапни ходници до РС, ЈС и УВ:		690
Рампи:		1928
Ускопи (РС, ЈС, УЗ, УВ):		1900
Рекапитулација:	Вкупно	
Ходници:	8354	
Рампи:	1928	
Ускопи:	1900	

2.2. Опис на фазата на пополнување на откопаните простори

Засипната мешавина се состои од крупнозрнеста јаловина (<60 мм), со додаток на врзивно средство (цемент) со 5.8% тежински дел или 130 kg/m^3 засип, и додаток на вода кој изнесува околу 150 kg/m^3 засип. *(58 kg/t засип)*

Како крупнозрнест јаловински материјал можат да се користат следните карпести материјали: гранит, сиенит, диорит, габроандезит, варовник, доломит, андезит и др., а тие можат да се добијат при изработката на подготвителните рударските објекти или пак со површински коп, во непосредна близина на самиот рудник. Во однос на гранулометрискиот состав агрегатот треба да биде близу оптималната линија на гранулација, која ја лимитира содржината на зрната под 0.25 и преку 50 мм. Ова својство е важно за добивање на потребна густина на засипот, од која пак зависи цврстината на бетонскиот засип и додатокот на цемент како врзивно средство. Составните компоненти на

засипната мешавина треба да обезбедат цврстина на засипот од 2 МРа, за ширина на откопните фронтови (ходници) од 3.2м.

Водата која се користи за подготовка на засипната мешавина треба да биде испитана во лабораторија и не треба да содржи непожелни примеси кои можат да му наштетат на зацврснатиот засип односно да ја намалат неговата носивост. Најчесто се користи: рудничка вода или технолошка вода наменета за процесот во флотација.

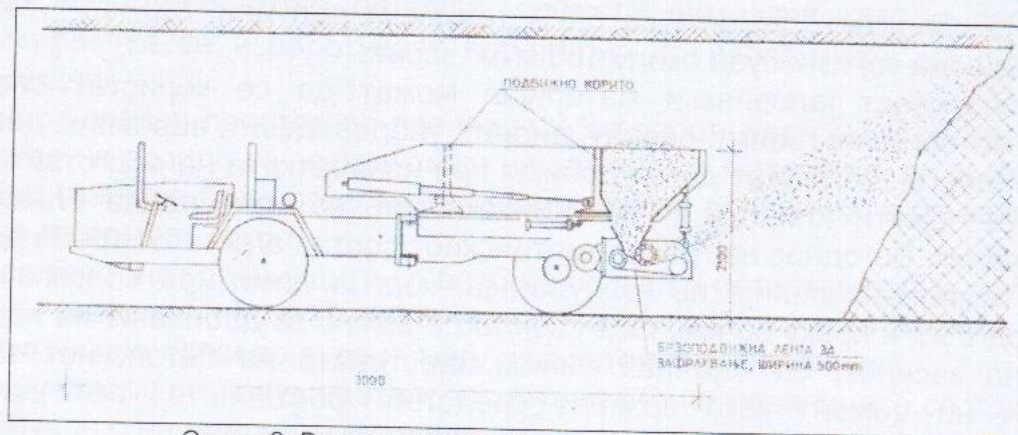
Таб.2 Потребен состав на бетонскиот засип

Составни компоненти	kg/m ³	% тежински	m ³ /m ³	% волуменски
1. крупен агрегат	1950	87.5	722.2	72.2
2. цемент	130	5.8	43.3	4.3
3. вода (w/c = 1.15×130)	150	6.7	150	15
воздушни пори	-	-	84.5	8.5
Вкупно:	2230	100	1000	100

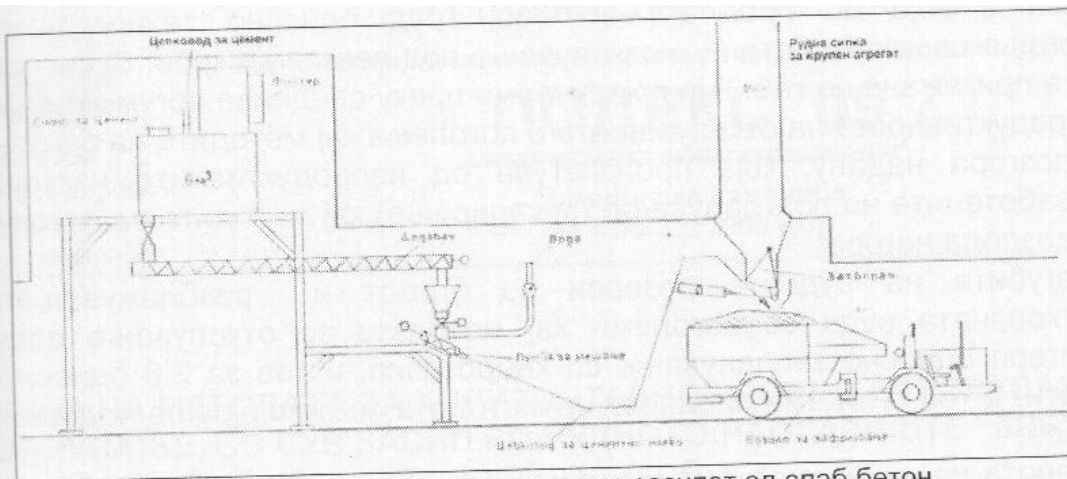
Подготовка и вградувањето на засипот во откопите се врши на следниот начин: Од блоковските јаловински сипки (сл.3), материјалот директно се точи во возилата за транспорт и зафрлување, и се транспортира до откопните подетажни ходници (пречници) во кои се зафрлува односно пополнува. Додавањето на врзивното средство-цементот на засипот се врши од прирачните силоси, сл.2 ($V=10m^3$), механизирано, преку уреди за мерење и регулација. Додавањето на цементот може да биде во сува состојба или пак растворен со вода како цементно млеко.

Карактеристично за оваа технологија е тоа што возилата за зафрлување на засипот, се полнат со мешавина од јаловина (агрегат) и врзивно средство, и тој материјал се обработува односно меша во самото возило, при транспортот.

Од графичкиот приказ на сл.2 може да се види начинот на работа на споменатото возило за транспорт и зафрлување на засипот. Според конструктивната изведба на возилото, сандукот е опремен со поттисни страни, со чија помош материјалот за засипување се додава на зафрлувачот-гумена лента, монтирана под сандукот на задниот дел. Погонот на гумената лента е преку електромотор на наизменична струја. При засипувањето се постигнува височина на фрлање до 8м, и далечина до 14м, а засипот се вградува на тој начин што го исполнува просторот до самата кровина. Капацитетот на возилото за зафрлување на засипот, тип SFW 10 изнесува 20 m³/h. За рудниот блок со претходно наведените димензии потребно е да се пополнат 450m³/ден односно 225 m³/смена, потребни се 3 возила во смена, со 5 часа ефективна работа во смена.



Слика 2. Возило за зафрлување на бетонски засип



Слика 3. Станица за подготовка на засипот од слаб бетон

3. Техничко-економски параметри на откопната метода

Некои прелиминарни анализи и студии покажаа дека со примена на оваа метода на откопување се остваруваат поповолни техничко-економски параметри во споредба со досега применуваните откопни методи во нашите рудници за олово и цинк, меѓу кои се методата со подетажно зарушување и методата со хоризонтално кровно откопување со хидрозасип- одоздола нагоре. Техничко-економските показатели кои се очекуваат при примената на методата со пополнување на откопаните простори со слаби бетони, со правец на напредување одозгора-надолу се прикажани во табела 3.

Табела 3

Параметар	Метода со пополнување со бетонски засип (undercut and fill)	Метода со пополнување со хидрозасип (cut and fill)
Годишно производство (t/god.)	500.000	500.000
Работни денови во годината (den)	300	300
Дневно производство (t/den)	1660	1660
Вработени на ден	58	67
Продуктивност (t/nadn.)	28.62	24.77
Загуби на руда (%)	5	14
Осиромашување(%)	9	13
Коеф.на подготовка (mm/t):		
- за рампи	0.40	0.47
- за ходници	1.11	1.06
- за ускопи	0.37	0.19
Трошоци (како процент.учество во вкупните тр-ци за 1т руда),(%) :		
- за откопување	31.4	37.3
- за пополнување	23.8	10.1
-за транспорт	7.7	9.1
-за преработка	37	43.5

2 ÷ 26 %

4. Споредба на технологиите на откопување со пополнување

Ако се има во предвид дека во нашите рудници за олово и цинк се применуваат методите за откопување со кровно откопување со хидрозаполнување со сув засип (Злетово) и хидрозасип (Саца) се наметнува потребата од споредба помеѓу досегашната технологија на пополнување, и технологијата на

заполнување која се предлага во овој труд односно технологијата на заполнување со слаби бетони и откопување под вештачки кров. Спредбата на методите прикажана во таб.3, ја појаснуваме преку следниве аргументи:

- Продуктивноста на откопувањето е поголема кај методите на откопување одозгора надолу, која произлегува од непродуктивните надници од вработените на подградување (анкерирање) кај методите на откопување одоздола нагоре;
- Загубите на рудните резерви во блокот и разблажувањето на откопаната руда се поголеми кај методата за откопување одоздола нагоре односно заполнување со хидрозасип, и тоа за 2.8 односно 1.44 пати, а тоа е голема предност на методата за откопување под вештачки кров;
- Цената на чинење по 1m^3 засип или 1т руда е поголема кај методата со заполнување со слаби бетони, пред се поради присуството на цемент во бетонскиот засип.

5. Заклучок

Технологијата за откопување со заполнување со слаби бетони има низа предности (мали загуби и разблажување, повисока продуктивност и др.) во однос на досега применуваните откопни технологии во нашиве рудници за олово и цинк, а од овие предности произлегуваат зголемени економски ефекти при работењето. Поголемите вредности на загубите и разблажувањето кај досегашните откопни технологии придонесуваат за:

- зголемени трошоци по 1т откопана руда од извршените истражни работи за неоткопани резерви,
- зголемени трошоци од изработка на простории за разработка и откопна подготовка во блокот,
- намален приход, од изгубена (неоткопана) руда,
- вредноста на откопаната руда е помала поради зголеменото разблажување, а со тоа и приходите од работењето се мали,
- поради зголеменото разблажување намалено е флотациското искористување на рудата и др.

Овие недостатоци на досегашните откопни технологии треба да бидат доволен аргумент за размислување и превземање на конкретни чекори за примена на технологијата на откопување со заполнување со слаби бетони во нашите рудници за олово и цинк.

Литература

- 1.Десподов З.Донева Н.:Избор на најекономски најефективна метода за откопување според критериумот на оптималност, со обзир на рударско-геолошките услови на наоѓалиштето, ПОДЕКС'07, СРГИМ, Пробиштип,2007.
- 2.Potvin Y,Thomas E, Fourie A.: *Handbook on Mine Fill*, ACG, UWA,2005.
- 3.РИ-Скопје,1992; *Техничко економска анализа за избор на технологија за откопување со заполнување во ревиот Свиња Река во рудниците "Саса" – М.Каменица*, студија (непублицирана).