

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА УСКОПИ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

Николинка Донева¹, Марија Хаџи Николова¹, Стојанче Мијалковски¹, Горан Сирачевски²

Апстракт

Во современото рударство најчесто применувани технологии за изработка на ускопи се технологијата со примена на машини за ускопно пробивање и технологијата со примена на алимак платформа. Следејќи ги позитивните светски искуства и во нашите рудници за подземна експлоатација полека, но успешно започна примената на технологијата за изработка на ускопи со машини за ускопно пробивање.

На база на податоците од примената на овие две технологии во нашите рудници, во овој труд е презентирана компаративна анализа на постигнатите резултати од нивната примена.

Клучни зборови: машини за ускопно пробивање, алимак платформа, ускопно пробивање.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION RAISE IN UNDERGROUND MINES

Nikolinka Doneva¹, Marija Hadzi Nikolova¹, Stojanče Mijalkovski¹, Goran Siračevski²

Abstract

Technologies using raise boring machines and alimak raise climber represent commonly applied technologies for construction shaft in modern mining. Following positive world experience, in our underground mines slowly but successfully began the application of technology for construction shaft using raise boring machines.

This paper presents a comparative analysis of results of application on these technologies, based on data from their application.

Key words: raise boring machines, alimak raise climber, raise boring

1. Вовед

Во доцните шеесетти години од дваесетиот век, следејќи ја успешната примена на машините за изработка на тунели - ТВМ, посебно внимание било посветено на употребата на нова техника за ископување во подземните рудници со акцент на целосно механизирани пробивања на окна и ускопи.

Ускопното пробивање започнало во Јужна Африка (1968 год.), со машини кои имаат можност да пробиваат дупчотини нагоре, со дијаметар од 1,2 m и должина од 90 m [1].

Машините за ускопно пробивање се познати уште како RBM – raise boring machines, или SBM – shaft boring machines. Со овие машини се изработуваат окна и ускопи со кружен попречен пресек [4].

Додека алимак платформата прв пат била применета во 1957 година и се применува до ден денес, во случаи кога имаме изработка на слепи ускопни простории со поголеми должини.

Алимак платформата е дизајнирана да врши безбедно подигнување на вработените и опремата на висини поголеми и од 100 m. Постојат неколку видови платформи: пневматски, електрични и дизел платформи. Овие платформи можат да работат (покренуваат) вертикално или под наклон, а ускопите кои се изработуваат со користење на истите најчесто имаат правоаголна форма на попречен пресек [3]. Со помош на платформата на работното чело се донесува компримиран воздух и вода. На овој начин се намалува потребното време за вентилација и се елиминираат ризиците од штетните гасови од минирањето.

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип
Faculty of Natural and Technical Sciences, University "Goce Delcev" Stip

² РОЦ „Саза“, Македонска Каменица
ROC „Sasa“, Makedonska Kamenica

2. Технологии за изработка на ускопи

Во овој труд кратко ќе бидат претставени технологијата за изработка на ускопи со примена на машини за ускопно пробивање и технологијата со примена на алимачка платформа, како најчесто применувани технологии.

2.1. Технологија за изработка на ускопи со примена на машини за ускопно пробивање (RBM – raise boring machines)

Во светски рамки постојат поголем број типови машини за изработка на ускопи, сепак во продолжение ќе дадеме краток осврт само на еден тип, тоа се машините кои изработуваат пилот - дупкотини од горе надолу, потоа се монтира главата за проширување и се изработува ускоп со конечен попречен пресек, со правец на пробивање од долу нагоре. За да биде применета оваа технологија неопходно е да се обезбеди пристап од двете нивоа, горното ниво, односно влезот во ускопот и долното ниво. Од минатата година започна примената на оваа технологија и во рудникот за олово и цинк „Саса“, М. Каменица.

Изработката на ускопите со примена на оваа технологија можеме да се поделиме во неколку фази (фазите на изработка се дадени на слика 1):

➤ *Подготвителни работи*

Во оваа фаза се врши изработка на комора во која ќе биде сместена машината. Димензиите на комората зависат од димензиите на машината. На слика 2 е дадена машинска комора, со означени димензии, за тип на машина HG 160-2, производство на Aker Whirth, оваа машина е применета во рудник „Саса“;

➤ *Изработка на пилот - дупкотина*

Откако машината ќе се постави во машинската комора најнапред се изработува пилот – дупкотината, за што вообичаено се користи троконусна пилот-круна од 200 mm до 381 mm. Круната со дијаметар од 381 mm се користи за долги дупки;

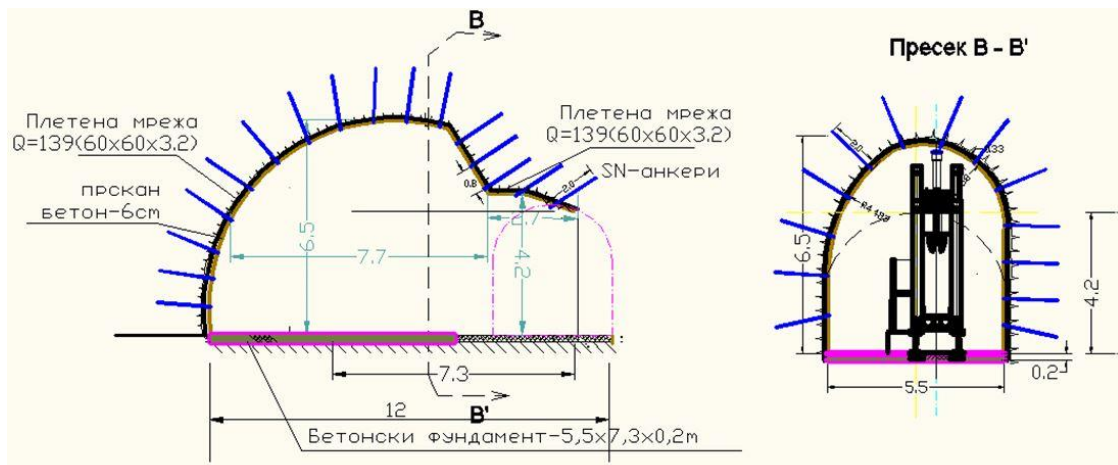
➤ *Проширување на пилот – дупкотината*

По завршувањето на пилот-дупчењето, кога пилот-дупкотината ќе се пробие во долното ниво, се монтира глава за проширување на крајот на приборот за дупчење (на слика 3 е прикажан изгледот на шипките за дупчење). Големината на главите за проширување изнесува од 1,2 m до 7,1 m во дијаметар. Во рудник Саса е применета глава за проширување со дијаметар од 1,8 m (слика 4).

Овој начин претставува безбедна, ефикасна и рентабилна метода за правење вертикални и коси објекти низ различни геолошки формации, со користење на моќни машини, прибор за дупчење со голема сила и доверливи глави за проширување.



Слика 1. Фази за изработка на ускопи со примена на машини за ускопно пробивање



Слика 2. Машинска работилница



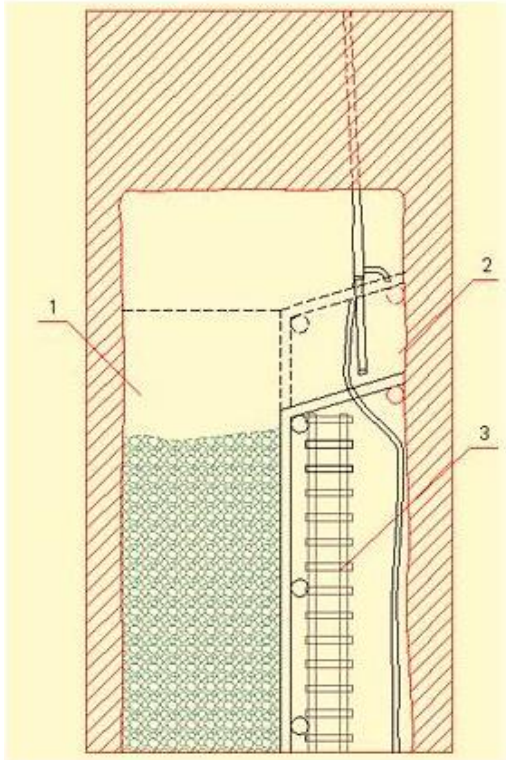
Слика 3. Изглед на шипките за дупчење



Слика 4. Глава за проширување на машината за ускопно пробивање од тип HG 160 - 2

2.2. Технологија за изработка на ускопи со примена алимак платформа

Оваа технологија на пробивање на ускопи е иста како и класичната, со примена на дупчечко – минерски работи. Разликата се состои во начинот на кој доаѓаат и заминуваат работниците од работното чело. Кај класичниот начин се губи драгоцено време за преградување на ускопот на две одделенија, одделение за одминирани материјал и одделение за скалила (слика 5). После секое дупчење и минирање, како и проветрување на работното чело, неопходно е ускопот да се прегради, да се постават скалила до 2 - 3 m од челото и да се постави заштитниот капак на одделението со скалила. Овој капак служи како стојалиште за работниците при дупчење и поврзување на мините. Додека при примена на Алимак платформата, работниците доаѓаат и си заминуваат од работното чело со корпата за превоз на луѓе, која што се наоѓа под работната платформата. На платформата работниците стојат додека работат на работното чело (слика 6).



Слика 5. Рачна изработка на ускопи со две одделенија, 1 - одделение за одминирани материјал, 2 - заштитен капак на одделението со скалила, 3 - скалила



Слика 6. Алимак платформа

Технологијата за изработка на ускопи со примена на Алимак платформа се состои од следниве фази:

➤ *Подготвителни работи*

Подготвителните работи опфаќаат:

- Изработка на дел од стеблото на ускопот, најмалку 5 – 6 m, што е доволна должина за монтирање на алимак платформата,
- Изработка на алимак комората, со должина од 10 m,
- Монтирање на алимак платформата;

➤ *Изработката на стеблото на ускопот*

Изработката на стеблото на ускопот се состои од:

- Дупчење и минирање,
- Проветрување,
- Товарње и транспорт на материјалот,

- Привремено и постојано подградување, доколку тоа е потребно.
После завршување на еден циклус, се врши продолжување на водилките на Алимек платформата, а по целосна изработка на ускопот потребно е да се демонтира комплетната опрема.

3. Ефекти од применетите технологии за изработка на ускопи

Во продолжение ќе бидат изложени ефектите од изработката на ускопи со технологијата со примена на машини за ускопно пробивање и технологијата со примена на алимек платформа. Прикажаните резултати се однесуваат за два изработени ускопи со технологијата со примена на машини за ускопно пробивање и еден ускоп со примена на алимек платформа.

3.1. Ефекти од изработка на ускопи со технологијата со примена на машини за ускопно пробивање

Како што веќе беше спомнато погоре во рудник „Саса“, е применета машина од тип HG 160-2, производство на Aker Whirth (на слика 7 е прикажан општ изглед на машината), со следниве технички карактеристики:

- дијаметар на пилот - дупчотина \varnothing 200 mm,
- дијаметар на глава за проширување \varnothing 1800 mm,
- агол на наклон под кој машината може да работи min 45° - max 90°,
- максимална должина на изработен објект 300 m,
- инсталирана моќност 160 kW.

Во продолжение се прикажани резултати од изработка на два ускопи со машина за ускопно пробивање од тип HG 160-2.



Слика 7. Општ изглед на машината за ускопно пробивање од тип HG 160 - 2



Слика 8. Финален изглед на ускоп изработен со машина за ускопно пробивање

Табела 1. Ускоп од ниво 910 до 830, на профил 1055 со должина од 69,5 m [2]

Дата	Постигнат дневен ефект
Подготвителни работи	
11 - 20.06.2014	Изработка на машинска комора
21.06.2014	Монтажа и подготовка на машината
22.06.2014	Монтажа и подготовка на машината
23.06.2014	Монтажа и подготовка на машината
24.06.2014	/
Изработка на пилот - дупчотина	
25.06.2014	03,00 m од пилот - дупчотината
26.06.2014	11,00 m од пилот - дупчотината
27.06.2014	30,70 m од пилот - дупчотината
28.06.2014	24,80 m од пилот - дупчотината
Вкупно	69,50 m - комплетно изработена пилот - дупчотината
Проширување на пилот – дупчотината	
29.06.2014	Подготовка за проширување на дупчотината
30.06.2014	Подготовка за проширување на дупчотината
01.07.2014	Монтажа на главата за проширување
02.07.2014	Монтажа на главата за проширување
03.07.2014	12,00 m изработен ускоп
04.07.2014	12,30 m изработен ускоп
05.07.2014	12,10 m изработен ускоп
06.07.2014	12,70 m изработен ускоп
07.07.2014	08,40 m изработен ускоп
08.07.2014	12,00 m изработен ускоп
Вкупно	69,50 m - комплетно изработен ускоп

Од табела 1 може да се забележи дека потребното време за изработка на овој ускоп изнесува 27 работни дена.

Табела 2. Ускоп од ниво 910 до 830, на профил 1045 со должина од 69 m [2]

Дата	Постигнат дневен ефект
Подготвителни работи	
16 - 25.06.2014	Изработка на машинска комора
26.07.2014	Монтажа и подготовка на машината
27.07.2014	Монтажа и подготовка на машината
Изработка на пилот - дупчотина	
28.07.2014	04,00 m од пилот - дупчотината
29.07.2014	12,70 m од пилот - дупчотината
30.07.2014	33,60 m од пилот - дупчотината
31.07.2014	18,70 m од пилот - дупчотината
Вкупно	69,00 m - комплетно изработена пилот - дупчотината
Проширување на пилот – дупчотината	
04.08.2014	Монтажа на главата за проширување
05.08.2014	Монтажа на главата за проширување
06.08.2014	12,00 m изработен ускоп
07.08.2014	12,00 m изработен ускоп
08.08.2014	12,00 m изработен ускоп
09.08.2014	12,00 m изработен ускоп
10.08.2014	12,00 m изработен ускоп
11.08.2014	09,00 m изработен ускоп
Вкупно	69,00 m - комплетно изработен ускоп

Од табела 2 може да се забележи дека потребното време за изработка на овој ускоп изнесува 26 работни дена.

3.1. Ефекти од изработка на ускопи со технологијата со примена на алимак платформа

Рудник „Саса“ располага со алимак платформа од тип ALIMAK STH-5. Оваа платформа работи на пневматски погон, со два пневматски мотори со моќност на секој од нив од 6,64 kW и притисок на компримиран воздух од 6 bar_g, додека потрошувачката на компримираниот воздух е 2 x 7 m³/min. Корпата за превоз на луѓе е димензионирана така да собира од 2 до 3 работника. Работната платформа е со правоаголна форма со димензии 1200 x 1300 mm. Изработена е од челичен профилирана рамка и лим. За секоја страна има по два приклучоци за приклучување на челни и странични крила (ограда). На неа се поставени носачи со заштитен кров. Работната платформа има на средината отвор со капак кој служи за излез на работниците од корпата за превоз на работниците.

Во продолжение се прикажани резултати од изработка на ускоп со примена на алимак платформа од тип STH-5. Ускопот е изработен од ниво 990 до ниво XIVb - 7, на профил 1220.

Табела 3. Ускоп од ниво 990 до XIVb - 7, на профил 1220, со должина од 70 m [2]

Број на работни денови	Вид на извршена работа
Подготвителни работи	
3 дена	Изработка на дел од стеблото на ускопот (6 m), без примена на алимак платформата
5 дена	Изработка на алимак комората, со должина од 10 m
2 дена	Монтирање на алимак платформата
Изработката на стеблото на ускопот	
35 дена	Изработката на стеблото на ускопот*
Завршни работи	
4 дена	Демонтажа на водилките
2 дена	Демонтажа на алимак платформата
Вкупно	51 ден

* овде е опфатено само пробивањето на ускопот, што значи работните операции дупчење, минирање, проветрување, привремено подградување, доколку е потребно, товарење и транспорт на одминираниот материјал.

Од табела 3 може да се забележи дека потребното време за изработка на овој ускоп изнесува 51 работен ден.

4. Компаративна анализа на технологиите за изработка на ускоп

Изборот на локацијата за изработка на ускопите, како коси рударски простории кои се користат за гравитациски транспорт на руда и јаловина или за вентилација, се врши на база потребите на технолошкиот процес, но и квалитетот на карпестниот материјал низ кој ќе минува ускопот. Ова се прави пред се поради фактот што трошоците за изработка рапидно се зголемуваат ако се работи во послаба средина, заради потребата од подградување на истите. Во рудник „Саса“ посебно внимание се посветува на овој проблем, така што се настојува сите ускопи да се изработуваат исклучиво во карпест материјал од I или II класа [2].

За оваа компаративна анализа не се земени предвид подградувањето на ускопите и изработката на точиштата, доколку истите се користат како сипки, поради фактот што овој дел идентично се изведува и кај двете технологии.

Компаративната анализа е направена по неколку основи:

1. Потреба од подградување

Треба да се нагласи дека потребите од подградување кај технологијата со примената на машини за ускопно пробивање се сведуваат на минимум, за разлика од другата технологија, каде што приближно 30% од ускопот се подградува. Ова е резултат на фактот што минирањето како работна операција создава поголеми нарушувања во стабилноста на околниот карпест материјал отколку механичкото пробивање со машините. Сидовите на изработениот објект се мазни, без вообичаениот релјеф кој се добива при минирање, што е прикажано на слика 8.

2. *Брзина на изработка*

Рударската пракса многу често се соочува со потребата од што побрзо отворање на нови делови од наоѓалиштето, заради одржување на производниот капацитет на рудникот. За да се постигне ова од пресудно значење е брзината на изработка на сите потребни објекти. Како што можеше да се види од погоре дадените резултати од изработка на ускопи со двете претставени технологии, брзината на изработка на ускопи со машини за ускопно пробивање е приближно 47 % поголема отколку брзината на изработка со примена на алимак платформа.

3. *Безбедност при работа*

Кај технологијата со примена на машини со ускопно пробивање подобрена е личната безбедност на работниците, поради елиминацијата на минирањето и отровните гасови создадени со него. Работниците се присутни само во машинската комора, значи имаме потполно механизирани изработка, со што се хуманизира работата на работниците во подземната експлоатација на минерални суровини.

5. **Заклучок**

Имајќи го предвид погоре изложеното може да се заклучи дека современата технологија за изработка на ускопи има низа предности во однос на технологијата со примена на алимак платформа. Предностите се состојат не само во брзината на изработка, што е од исклучителна важност за рударството, туку и во квалитетот на изработката, зачувувањето на стабилноста на околниот карпест материјал, а со тоа и помали потреби од подградување.

Како предност потребно е посебно да се нагласи и хуманизирањето на работата на човекот, што е од големо значење за безбедно и сигурно извршување на работата.

6. **Литература**

1. Донева Н., Хаџи-Николова М.(2009). *Примена на техниките на ускопно пробивање во подземните рудници како алтернатива на конвенционалните методи за изработка на окна и ускопи*, III стручно советување на тема: Технологија на подземна експлоатација на минерални суровини - ПОДЕКС '09, СРГИМ, М. Каменица,(13-20);
2. *Документација од реализирани проекти*, РОЦ „Саса“, М.Каменица, 2014;
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Shaft_construction
4. Oosthuizen M. (2004). Large Diameter Vertical Raise Drilling and Shaft Boring Techniques as an alternative to Conventional Shaft Sinking Techniques: SANIRE, The Miner's Guide through the Earth's Crust, South African National Institute of Rock Engineering.