

**INFORMACIJE B
BROJ 19**



Dipl. ing. RADOŠAV VEŠELINOVIC

**STUDIJA IZBORA OTKOPNE METODE ZA RUDNE ŽICE MOĆNOSTI
ISPOD 1,2 m U RUDNIKU MAGNEZITA „ŠUMADIJA“, BRĐANI**

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1963.

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Glavni urednik
Ing. MOCO SUMBULOVIC

R e d a k c i o n i o d b o r

Ing. A. Blažek, v. savetnik, ing. M. Čepercović, ing.
S. Dular, savet. ing. K. Đordjević, ing. B. Filipovski,
prof. ing. B. Gluščević, dipl. hem. N. Jovanović, ing.
V. Kovačević, prof. dr ing. Đ. Lešić, prof. dr ing.
D. Malić, ing. J. Mihajlović, ing. Z. Milčić, ing. R.
Misita, v. savetnik, ing. Lj. Novaković, v. str. sarad-
nik, ing. M. Perišić, prof. ing. M. Petrović, prof. dr
ing. K. Slokan, ing. B. Popović, nauč. savetnik, ing.
B. Spasojević, savetnik, ing. J. Vinković savetnik.

BROJ 19

Dipl. ing. RADOSAV VESELINOVIC

**STUDIJA IZBORA OTKOPNE METODE ZA RUDNE ŽICE MOĆNOSTI
ISPOD 1,2 m U RUDNIKU MAGNEZITA „ŠUMADIJA“, BRĐANI**

BEOGRAD, 1963.

S A D R Z A J

<i>Uvod</i>	— — — — — — — — —	5
<i>Izbor otkopnih metoda</i>	— — — — —	4
<i>Otkopne metode</i>	— — — — —	4
<i>Dobre i loše strane predloženih otkopnih metoda</i>	— — — — —	9
<i>Zaključak</i>	— — — — — — — —	10
<i>Literatura</i>	— — — — — — — —	10

U V O D

U rudniku magnezita „Sumadija” — Brdjani ima više rudnih ležišta od kojih su najznačajnija: Koviljača, Brezak i Milićevci.

Sva ova rudna ležišta nalaze se u blizini Čačka. Severno od Čačka nalaze se Milićevci, a severo-istočno su Koviljača i Brezak.

Matična stena čitavog ovog rudonosnog područja predstavljena je serpentinom, koji je sastavni deo serpentinskog masiva Povlen—Maljen—Čačak — Gornji Milanovac.

Serpentinske stene u ovom području predstavljene su (po D. Manojloviću) harzburgitim. U gornjim partijama serpentin je više raspadnut i ima dosta prslina i pukotina. Ove pukotine imaju dva pravca pružanja: jedne se pružaju u pravcu SI-JZ, a druge su upravne na njih.

Ovaj serpentin je različite čvrstoće: mek, srednje čvrst ili jako čvrst. Mek serpentin najčešće je raspadnut pod uticajem podzemnih voda, a redže zbog post-rudne tektonike. Ovakav serpentin često je izmešan sa magnezitom. Srednje čvrst serpentin ima dosta prslina i pukotina, ali se najčešće dobro drži. Najviše je zastupljen čvrst serpentin.

U rudnom ležištu Koviljača, a i u ostalim rudnim ležištima, orudnjenje se javlja u vidu rudnih žica.

MONTAN — GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE RUDNIH ŽICA

Ove rudne žice, u većini slučajeva, imaju generalni pravac pružanja SI-JZ, sa padom prema SZ.

Padni ugao varira im u granicama od 50° — 85° .

Moćnost ovih rudnih žica je promenljiva i po padu i po pružanju i ista se kreće u granicama od 0,2—1,4 m. Poneki put, na kraćim rastojanjima, rudna žica odebla ili se suzi pa i isklini, pri čemu ostane samo sterilni kontakt. Ove rudne žice imaju dužinu 30—200 m. Otkopna visina im je različita i iznosi i preko 140 m.

Kontakt ovih rudnih žica sa matičnom stenom — serpentinom u većini slučajeva jasno je izražen tj. rudna žica ograničena je salbandama. Često, u samoj rudnoj žici nalaze se manji ili veći uklopci serpentina. Izmedju salbandi magnezita i serpentina obično se javlja jedna zona sasvim raspadnutog serpentina, koji je pomešan sa magnezitom. Ova zona ima moćnost od 0,2—2 m i najčešće se javlja u krovini rudne žice. Moćnost se, po pravilu, povećava sa smanjenjem pada rudne žice.

Post-rudna tektonika najčešće zahvata rudne žice pa su ove mestimično jako polomljene i združgane.

Magnезити u ovom rudnom ležištu spadaju u red visokokvalitetnih magnezita, jer imaju vrlo mali sadržaj štetnih supstanci.

Zapreminska težina rudne mase zavisi od jalo-vih umetaka i kreće se u granicama od $2,7$ — 3 t/m^3 ili prosečno $2,8 \text{ t/m}^3$. U rudnoj masi prosečno se nalazi oko 20% jalovine (serpentina).

U rudnom ležištu Koviljača otvorena su dva potkopa. Potkop broj 1 nalazi se na koti 488,7 m, a potkop broj 2 je na koti 434,5 m, pa je otkopna visina 54,2 m. Otkopna visina iznad potkopa broj 1 kreće se u granicama od 30—50 m.

IZBOR OTKOPNIH METODA

Opšte uzev na izbor otkopne metode utiče niz faktora. Pri otkopavanju rudnih žica u jami „Koviljača“ sa moćnošću do 1,2 m presudni uticaj na izbor otkopne metode imaju jalovi umeci u rudnoj žici, a i nerešeno pitanje separiranja rude, zbog čega treba da se vrši selektivno otkopavanje.

Pojava raspadnutog i mekog umetka serpentina u krovini ili redje u podini rudne žice, takođe, ima veliki uticaj kod izbora otkopne metode. Ova zona raspadnutog serpentina negativno utiče na sigurnost otkopne metode, a i na osiromašenje rude. Zbog pomene zone, vrlo često se isključuje mogućnost korišćenja gravitacije za utovar rude (radi lepljivosti i osiromašenja oborenje rude).

Na osnovu toga može se zaključiti da izabrana otkopna metoda za otkopavanje magnezitskih žica u jami „Koviljača“, moćnosti do 1,2 m, treba po red opštih uslova (sigurnost, ekonomičnost i laka izvodljivost) da omogućuje i selektivno otkopavanje.

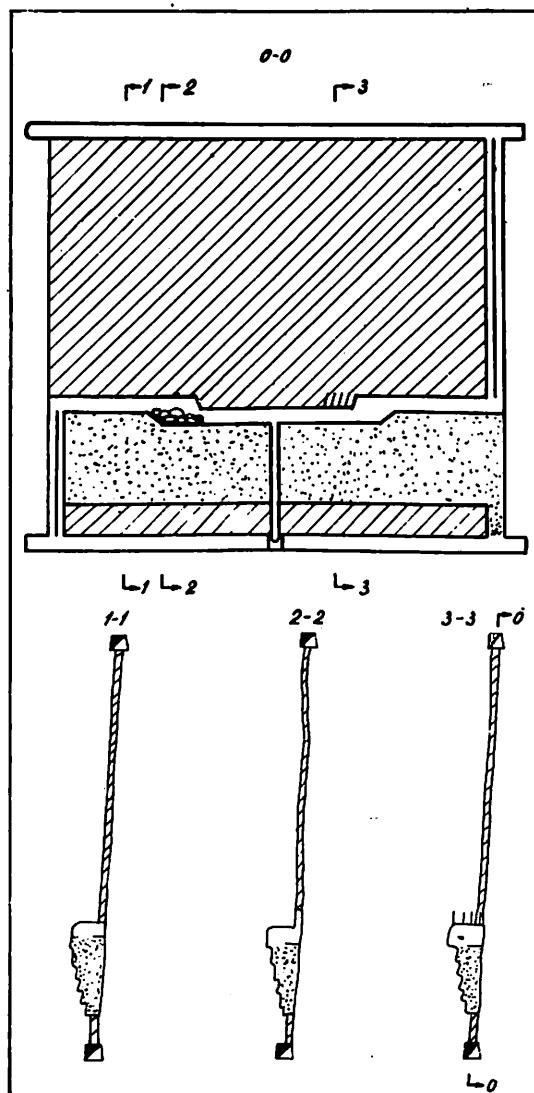
Ove uslove najviše ispunjavaju sledeće otkopne metode:

- otkopna metoda u horizontalnim odsecima-etažama sa zasipavanjem iz bokova otkopa (otkopna metoda sa samozasipavanjem);
- magacinska otkopna metoda sa selektivnim otkopavanjem;
- otkopna metoda otvorenih otkopa sa horizontalnim podsecanjem.

OTKOPNE METODE

Otkopna metoda u horizontalnim odsecima-etažama sa zasipavanjem iz bokova otkopa (otkopna metoda sa samozasipavanjem). — Ova otkopna metoda prvenstveno se primenjuje kod otkopavanja onih rudnih žica, koje u podini ili krovini imaju zonu raspadnutog serpentina, moćnosti veće od 0,3 m.

Pripremni radovi praktično su završeni već pri istraživanju. Naime, bivši smerni istražni hodnik na nižem horizontu služi za transport, prolaz i ventilaciju. Ako je istraživanje izvršeno i na višem horizontu, taj smerni istražni hodnik služi za prolaz i ventilaciju. Bivši istražni uskopi, koji se, po pravilu, izraduju po padu rudne žice i na medjusobnom rastojanju od 80 m, služe za prolaz i dopremu materijala sa višeg horizonta. Pre nego što počne otkopavanje po smeru rudne žice tj. uzduž otkopa



Sl. 1 — Sema otkopavanja otkopnom metodom sa samozasipavanjem. Razmer: 1:1000.

više sigurnosnog plafona, izradjuje se etažni-otkopni hodnik, a na drugom kraju otkopa kroz sigurnosni plafon izradjuje se prolazno-transportna sippka. Obzirom da rudna žica ima malu moćnost, sigurnosni plafon ima visinu svega 4 m.

Otkopavanje počinje sa oba kraja otkopa ka sredini tj. ka rudnoj sippki. Dužina otkopa kreće se u granicama od 40 do 60 m. Radna visina otkopa iznosi 2 m, pri čemu je visina jednog odseka-etaži 1,5 m. Minimalna radna širina otkopa je 0,8 m.

Otkop se formira po smeru rudne žice. Naporeda sa otkopavanjem pojedinih odseka-etaža bivši istražni uskop u donjem delu se zasipava, a prolazno-transportna sipka podiže, te na taj način svaki otkop ima dva prolaza.

Obaranje rude vrši se ručnim bušaćim čekićima sa pneumatskom potporom. Raspored minskih bušotina u rudi i u jalovini je u šahovskom poretku. Minske bušotine su kose na gore i paralelne sa padom rudne žice. Dubina minskih bušotina kreće se u granicama od 1,5—1,8 m što zavisi od pada rudne žice. Gustina minskih bušotina zavisi od lokalne moćnosti rudne žice i redosleda miniranja rude i jalovine i ista u rudi u proseku iznosi 3 m/min. bušotina/1 m² površine bušenja. Prosečni koeficijent obaranja čiste rude iznosi 0,75 t/1 m min. bušotine. Redosled miniranja zavisi od čvrstoće rude i prateće stene. Naime, ako je čvršća ruda prvo se minira jalovina, i obrnuto, kada je čvršća jalovina, prvo se minira ruda.*). Prosečni koeficijent obaranja bočne jalovine-zasipa iznosi 0,75 m³/1 metar minskе bušotine.

Utovar se vrši ručno, jer zbog jalovih umetaka otkopavanje je selektivno.

Fizičko-mehanička svojstva rude i prateće stene, uz stalno i savesno okucavanje krova i bokova otkopa, omogućuju siguran rad, a u slučaju potrebe vršiće se podgradjivanje. Na mestima gde preti opasnost od padanja većih blokova, podgradjivanje se vrši stojkama sa donjim i gornjim podmetačima. Drveni ukrnsni stubovi postavljaju se u slučaju da je otkop proširen.

Odvoz rude na otkopu vrši se ručnim kolicima. Na sredini svakog otkopa nalazi se sipka za rudu koja se izradjuje u zaseku u podinskom boku rudne žice. Ovde se podgradjuje samo krovinski deo sipke i to raspornicima, koji su zatesani sa dve strane. Raspornici se postavljaju u udubljenja oba boka sipke, a zatim se sa spoljne strane medjusobno spajaju sa dve do tri klanfe.

Rudna sipka, po pravilu, ostaje prazna, sem 2—3 m na dnu, gde uvek ima rude koja štiti dno od direktnih udara. Ovakvim režimom rada onemoćuje se zaglavljivanje sipke.

U slučaju da se okviri sipke pre vremena izabiju, sipka treba da se obloži pravovremeno sa unutrašnje strane daskama debljine 2". Radni vek ovih sipki može da se produži (u slučaju potrebe) i postavljanjem tibinga od čeličnih limova.

*) U slučaju da kod ovakvog redosleda miniranja dođe do preteranog usitnjavanja rude, po pravilu, prvo će se minirati minskе bušotine u jalovini.

Zasipni materijal dobija se većim delom obaranjem krovinske ili podinske prateće stene tj. iz onog boka u kome se nalazi zaglinjena zona, i manjim delom, prebiranjem rudne mase. Zasipavanje otkopa, uglavnom, vrši se na taj način, što se oborena jalovina samo planira. Tamo gde je rudna žica manje moćnosti, obara se više jalovine i ista se utovaruje u ručna kolica i izvozi u deo otkopa gde se nalazi rudna žica veće moćnosti. Na ovaj se način u uskim delovima rudne žice dobija se normalna širina otkopa, a u širim delovima izbegava se velika širina otkopa.

Količina potrebnog zasipnog materijala koji treba obarati za određeni odsek-etažu u prvom redu zavisi od:

- lokalne moćnosti rudne žice;
- količine odabrane jalovine iz oborene rudne mase;
- koeficijenta rastresitosti zasipnog materijala, i
- koeficijenta sleganja zasipnog materijala.

Potrebne količine zasipnog materijala obračunavaju se pomoću obrazaca:

$$— \text{Otkopana zapremina rudne žice} = V_1$$

$$V_1 = a \times h \times l \quad (1)$$

$$— \text{Zapremina prebrane jalovine u rastresitom stanju} V_2$$

$$V_2 = a \times h \times l \times f \times k = V_1 \times 0,2 \times 1,3 \\ = 0,26 V_1 \quad (2)$$

$$— \text{Zapremina bočne jalovine u rastresitom stanju potrebne za zasipavanje} = V_3$$

$$V_3 \times f = (V_1 - V_2) + V_3 \quad (3)$$

Odakle je:

$$V_3 \times f - V_3 = V_1 - V_2$$

$$V_3 \times f - V_3 = V_1 - 0,26 V_1$$

$$V_3 \times (1,3 - 1) = V_1 \times (1 - 0,26)$$

$$V_3 = \frac{V_1 \times (1 - 0,26)}{1,3 - 1} = \frac{0,74 V_1}{0,3} = 2,466 V_1$$

$$— \text{Širina oborene bočne jalovine} = b$$

$$V_3 = b \times h \times l \quad (4)$$

$$V_3 = 2,466 V_1$$

$$b \times h \times l = 2,466 \times a \times h \times l, b = 2,466 - a$$

$$— \text{Ukupna radna širina otkopa} = D$$

$$\begin{aligned}
 D &= a + b \\
 D &= a + 2,466 \quad a = 3,466 \quad \text{a ili zaokruženo} \\
 D &= 3,5 \quad a \quad (5) \\
 \text{Faktor zasipa} &= f_z
 \end{aligned}$$

Vrednosti pojedinih oznaka u obrascima:

- V_1 — otkopna zapremina rudne žice, m^3
- V_2 — zapremina prebrane jalovine u rastresitom stanju, m^3
- V_3 — zapremina bočne jalovine u rastresitom stanju koja je potrebna da se zaspne prostor $V_1 - V_2$ i sâm prostor V_3 , m^3
- f — koeficijent rastresitosti zasipnog materijala — 1,3
- f_z — faktor zasipa, m^3/t
- Sp — zapreminska težina čiste rude = 2,24 t/m^3
- k — procenat jalovine u čvrstom stanju u rudnoj žici = 0,2 V_2 , m^3
- a — širina rudne žice, m
- h — visina odseka-etaže = 1,5 m
- b — širina oborene bočne jalovine, m
- D — ukupna radna širina otkopa, m
- l — jedinica dužine otkopavanja = 1 m

Da bi se otkopala 1 t čiste rude, treba da se otkopa

$$V_1 = \frac{1}{2,24} = 0,466 \text{ m}^3 \text{ rudne žice}$$

gde je

$$f_z = 2,466 \quad V_1 = 2,466 \times 0,466 = 1,1 \text{ m}^3/\text{z}. \quad (6)$$

Vremenom zasip se sleže, te se na višim odsečima-etažama faktor zasipa f_z povećava za 10—20%.

Rad na otkopu obavlja se u dve produktivne smene. U jednoj smeni na svakom otkopu rade dve radne grupe tj. na svakom krilu otkopa po jedna. U svakoj radnoj grupi rade rudar i pomoćnik rudara.

Prva radna grupa okucava i eventualno podgradije radilište, planira zasip, buši minske bušotine u rudi i jalovini, postavlja patos-limove i na kraju smene vrši miniranje rude.

Druga radna grupa na produktivnom krilu otkopa utovaruje i odvozi rudu do rudne sipke, u slučaju potrebe podgradije radilište, skida patos i podgradi i na kraju smene minira bočnu jalovinu za zasip.

Ovakva organizacija rada treba da omogući kontinuiranu proizvodnju na otkopu. Pored toga, da bi proizvodnja bila konstantna i da bi se izbe-

glo remećenje planograma rada, treba da se vodi računa o dužini jednog miniranja rude.

Obznom da rudna žica nema stalnu moćnost, a uz to da se menja sadržaj jalovine u rudnoj masi pomoću obrasca (7), sačinjena je tablica 1 u kojoj je prikazano koliko se dobija čiste rude po 1 m otkopa.

Proizvodnja po 1 m otkopa, u slučaju da je visina otkopa $h = 15 \text{ m}$, obračunava se po obrascu:

$$\begin{aligned}
 Pr &= (V_1 - V_2) \times Sp = (V_1 - K \times V_1) \\
 &= (a \times h \times l - k \times a \times h \times l) \times Sp \quad (7)
 \end{aligned}$$

gde je

Pr — proizvodnja čiste rude po 1 m otkopa, t/m^3

V_1 — zapremina rudne mase u čvrstom stanju, m^3

V_2 — zapremina jalovine u rudnoj masi u čvrstom stanju, m^3

K — % jalovine u rudnoj masi u čvrstom stanju

Sp — specifična težina rudne mase = 2,8 t/m^3

a — moćnost rudne žice, m

h — visina odseka-etaže = 15 m

$L = 1 \text{ m}$

Tablica 1

Širina rudne žice a	P r o i z v o d n j a Pr t/m			
	Sadržaj jalovine			
	$K = 5\% \times V_1 \quad K = 10\% \times V_1 \quad K = 15\% \times V_1 \quad K = 20\% \times V_1$			
0,3	1,2	1,14	1,08	1,02
0,4	1,6	1,52	1,44	1,36
0,5	2,0	1,9	1,8	1,7
0,6	2,4	2,28	2,16	2,04
0,7	2,8	2,66	2,52	2,38
0,8	3,2	3,04	2,88	2,72
0,9	3,6	3,42	3,24	3,06
1,0	4,0	3,8	3,6	3,4
1,1	4,4	4,18	3,96	3,74
1,2	4,8	4,56	4,32	4,1

Da bi se planogram rada normalno odvijao, te da bi se izbeglo miniranje u toku smene, prosečna smenska proizvodnja na jednom otkopu treba da bude 8 tona.

Obzrom da rudna žica često menja moćnost, dužina jednog miniranja za planiranu proizvodnju od 8 tona praktično se određuje na osnovu tablice 1 i obrasca (8) i to na taj način, što se prvo na licu mesta utvrdi prosečna moćnost rudne žice i prosečni sadržaj jalovine u rudnoj masi:

$$L = \frac{Ps}{Pr} \quad (8)$$

gde je

L — dužina miniranja za 8 t čiste rude

Ps — smenska proizvodnja = 8 t/smena

Pr — proizvodnja čiste rude po 1 m otkopa.

Da bi se postigla planirana (prosečna) proizvodnja od 8 t čiste rude u smeri, potrebno je da se obave glavne radne operacije:

— da se izbuši i minira 8 t : 0,75 t/m = 11 m minskih bušotina u rudi;

— da se izbuši i minira $8 \text{ t} \times 1,1 \text{ m}^3/\text{t}$: 0,75 m^3/m = 12 m minskih bušotina u jalovini,

— da se utovari i odveze do rudne sipke 8 t rude.

Ove radne operacije kao i ostale pomoćne radne operacije obavljaju dve radne grupe (četiri radnika), te je otkopni učinak $8 \text{ t} : 4 \text{ n} = 2 \text{ t/n}$.

Kao što se vidi, otkopni učinak pri primeni ove otkopne metode relativno je mali i to iz sledećih razloga:

- otkopavanje je selektivno pa to isključuje mehanizaciju utovara a i usporava rad;
- zapreminska težina čiste rude magnezita mala je ($Sp = 2,24 \text{ t/m}^3$) zbog velikog процента jalovine u rudnoj masi, pa je i koeficijent oborene rude prilično mali;
- ovde se ne troše naknadne nadnice za dobijanje i prevoz zasipa do otkopa.

Kod ovakve organizacije rada kapacitet jednog otkopa biće:

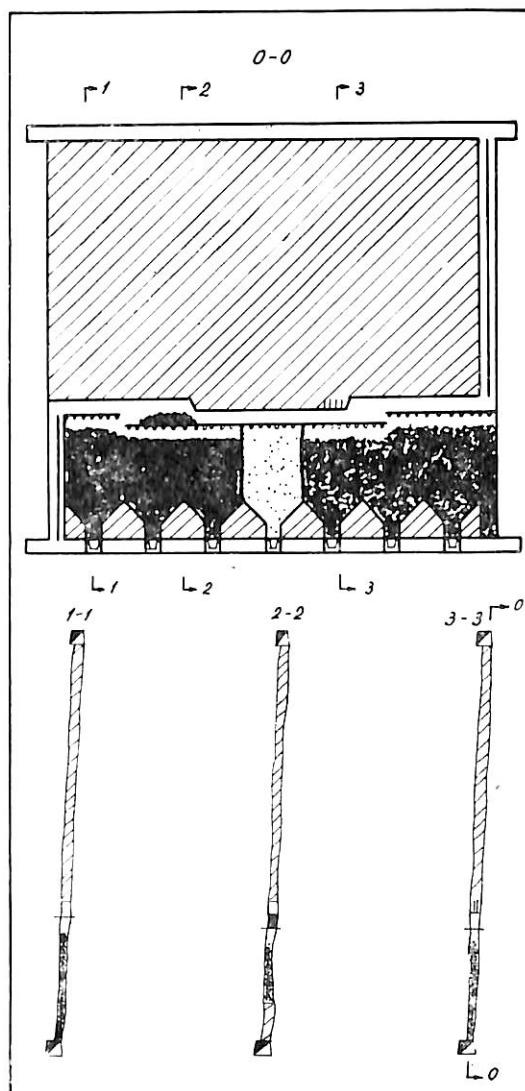
— smenski	8 tona
— dnevni	16 tona
— mesečni	400 tona
— godišnji	4.800 tona

Za otkopavanje jedne tone rude, uključujući i dobijanje zasipnog materijala, trošiće se sledeći materijal direktnе izrade:

— eksploziv	0,7 kg/t
— kapsle	1,25 kom/t
— štapin	2,5 m/t
— gradja obla	0,012 m^3/t
— gradja rezana	0,002 m^3/t
— karbid	0,2 kg/t
— električna energija	12 kWh/t

Ventalacija otkopa je prirodna kao i u čitavoj jami. Vetreni putevi za pojedine otkope su prolazno-transportne sipke od nižeg horizonta do otkopa, na jednom krilu otkopa, i pripremni uskop do višeg horizonta. Ovakva lokacija vetrenih puteva omogućuje da svež vazduh prolazi čitavom dužinom otkopa.

M a g a c i n s k a o t k o p n a m e t o d a s a s e l e k t i v n i m o t k o p a v a n j e m . — Ova otkopna metoda može se primeniti samo kod otkopavanja onih rudnih žica koje imaju pad iznad 65° , a zona raspadnutog serpentina bilo u podini ili krovini, treba da bude male moćnosti ili, još bolje, da je uopšte nema. Pored toga, rudna žica treba da ima moćnost pretežno iznad 0,7 m i uz to treba da bude što pravilnija.



Sl. 2 — Šema otkopavanja otkopnom metodom sa magacioniranjem rude i jalovine. Razmer: 1:1000

I kod ove otkopne metode veći deo pripremnih radova završen je još pri istraživanju. Da bi se izvršila potpuna priprema za otkopavanje, potrebno je da se izradi etažni-otkopni hodnik, deo prolazno-transportne sipke u sigurnosnom plafonu i rudne sipke. Medjusobno rastojanje rudnih sipki je 3 — 5 m tj. radius jedne sipke je 4,5 — 6,5 m. Otvor sipke $1,5 \times 1,5$ m. Ove rudne sipke izradjuju se kroz sigurnosni plafon, te im je visina svega 4 m.

Vrh rudne sipke završava se sa dve kosine, pod uglom od 50° ili se potrebna kosina dobija umrtvljivanjem oborene rude izmedju susednih rudnih sipki.

Cim se završe pripremni radovi, počinje otkopavanje. Ono se vrši iz etažnog-otkopnog hodnika i to dvokrilno od oba kraja otkopa ka sredini.

Da bi se omogućilo selektivno otkopavanje, na sredini otkopa, uporedno sa otkopavanjem formira se magacin za prebranu jalovinu, a u preostalom delu magacina, drži se prebrana ruda. Dimenzije tj. dužina magacina za jalovinu zavisi od procenta jalovih umetaka u rudnoj masi i obično iznosi 20% dužine otkopa. Magacin za jalovinu izradjuje se od hrastovih raspornika zatesanih sa dve strane.

Ovi raspornici stavljuju se u zareze u podinskom i krovinskom delu otkopa, a zatim se sa jedne strane zategnu klinovima. Rudna masa minira se na patos, a zatim se vrši prebiranje rudne mase. Prebrana ruda u zoni magacina za rudu bacu se u magacin, a prebrana jalovina utovaruje se u ručna kolica i zatim odvozi u magacin za jalovinu, i obrnutu, u zoni magacina za jalovinu vrši se utovar i odvoz rude u magacin za rudu. Da bi se izbeglo mešanje prebrane rude sa raspadnutim serpentinom (ako postoji zona raspadnutog serpentina), isti se u rejonu magacina za rudu obara i odvozi u magacin za jalovinu. U slučaju da se magacin za jalovinu dobro ne dimenzionira, višak jalovine odvozi se napolje, te zbog toga i magacin za jalovinu ima sipke.

U slučaju da se poruši pregrada izmedju magacina za rudu i magacina za jalovinu, popravka se vrši na taj način, što se istovremeno sa pražnjenjem magacina popravlja i pregrada, a ispraznjeni magacin naknadno puni. Ako ovo nije izvodljivo, pregrada se ne popravlja, a režim točenja rude iz onih rudnih sipki, koje su uz magacin za jalovinu je takav, da se ruda mora naknadno prebirati. Zbog toga, što se točenje iz magacina vrši u obliku elipsoida, ruda u zoni rudnih sipki, koje su uz magacin za jalovinu, biće izložena mešanju.

Pojedine radne operacije izvode se na isti način kao kod prethodne otkopne metode.

I kod ove otkopne metode u svakoj smeni rade dve radne grupe sastavljene od rudara i pom. rudara. U svakoj smeni jedno krilo otkopa je produktivno, a drugo se nalazi u fazi obaranja rude.

Ovom otkopnom metodom postizće se veći učinak, jer se ne vrši zasipavanje, a olakšan je utovar i odvoz rude.

Pri istom koeficijentu obaranja rude ($0,75 \text{ t/m}$) i smenskom učinku na bušenje od 20 m minskih bušotina (bušaći čekić u jednoj smeni oboriće 15 t čiste rude), oborenu rudu iz prethodne smene utovariće radna grupa od dva radnika. Ostale pojedine radne operacije obaviće obe radne grupe, pa je otkopni učinak $15 \text{ t} : 4 \text{ n} = 3,75 \text{ t/n}$.

Zahvaljujući većem otkopnom učinku, kapacitet jednog otkopa biće veći odnosno:

— smenski	15 t
— dnevni	30 t
— mesečni	750 t
— godišnji	9.000 t

Potrošnja eksplozivnog materijala i električne energije biće manja, jer se obara zasip. Rezana gradja trošiće se više zbog patosa. Ostali materijal direktne izrade trošiće se isto kao kod prethodne otkopne metode.

Po 1 toni rude normativi potrošnog materijala biće:

— eksploziv	0,4 kg/t
— kapsle	0,9 kom/t
— štapin	1,8 m/t
— gradja rezana	0,004 m ³ /t
— el. energija	8 kWh/t

Otkopna metoda otvorenih otkopa sa horizontalnim podsecanjem. — Da bi se ova otkopna metoda mogla primeniti, rудne žice treba da imaju iste montan-geološke karakteristike, kao i one rudne žice koje se otkopavaju magacinskom otkopnom metodom sa selektivnim otkopovanjem.

Priprema za otkopavanje završena je većim delom još pri istraživanju. Naknadno se izrađuje etažni-otkopni hodnik i donji delovi rudne sipke i prolazno-transportne sipke.

U principu, otkopavanje se vrši kao kod prethodne otkopne metode. Razlika je samo u tome, što se prebrana jalovina sa patosa bacu u već otkopani deo otkopa, a čista ruda preko patosa od-

vozi se kolicima do rudne sipke, koja se nalazi na sredini otkopa. Kako se napreduje sa obaranjem odnosno sa utovarom rude, pomenuti patos podiže se na 2 m ispod krova otkopa.

Većina radnih operacija izvodi se na isti način kao kod prethodne otkopne metode.

Ovde se podgradjivanje, u slučaju potrebe, vrši raspornicima, preko kojih se postavlja patos (ako je pritisak samo iz krova-otkopa), ili punim okvirima (ako je lokalni pritisak sa svih strana).

Pudna sipka locirana je na sredini otkopa i podgradiju se punim drvenim okvirima. Da se sipka ne bi porušila dobro se zateže raspornicima. Potrebno je da se u sipku ubace tibinzi da bi se izbegli kvarovi, jer svaka popravka je vrlo teška.

Kod ove otkopne metode treba naročita pažnja da se obrati na postavljanje patosa, jer štiti upoštene radnike od pada u otkopani prostor, koji je većim delom prazan.

Iz prolazne sipke treba vršiti stalna osmatranja već otkopanog prostora, pa ako se isti u većoj meri obrušava, dalje otkopavanje nastaviće se otkopnom metodom sa zasipavanjem. Prelazak na otkopnu metodu sa zasipavanjem je jednostavan, jer zasip može da se dobije sa višeg horizonta preko prolaznog uskopa. Po završenom zasipavanju, otkopavanje se nastavlja već opisanom otkopnom metodom sa samozasipavanjem.

Organizacija rada ista je kao kod prethodne otkopne metode. Međutim, otkopni učinak je manji tj. svega 3 t/n, jer se više vremena troši za utovar i odvoz rude, a i za postavljanje patosa.

Kapacitet jednog otkopa biće:

— smenski	12 t
— dnevni	24 t
— mesečni	600 t
— godišnji	7.200 t

Potrošnja materijala direktnе izrade približno je ista kao kod prethodne otkopne metode.

DOBRE I LOŠE STRANE PREDLOŽENIH OTKOPNIH METODA

Otkopna metoda sa samozasipavanjem ima sledeće dobre strane:

— može ekonomično da se primeni za otkopavanje svih rudnih žica moćnosti 0,3 — 1,2 m, bez obzira na montan-geološke karakteristike istih;

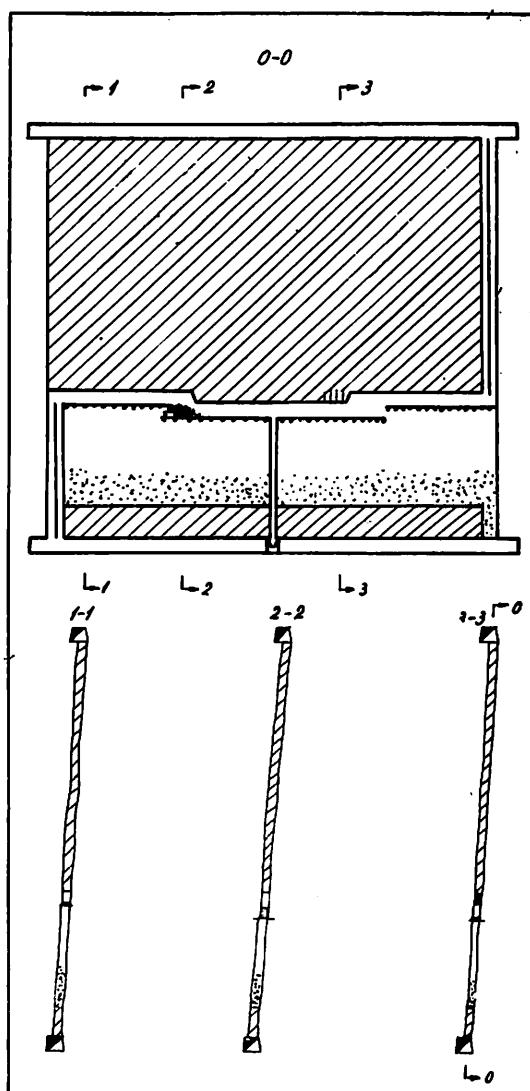
— faktor pripreme je najmanji;

— vrlo je sigurna;

— omogućuje visoko iskorišćenje rudne supstance, jer je vrlo fleksibilna te se lako otkopavaju i rudne apofize.

Najveći nedostaci ove otkopne metode su:

- najmanji otkopni učinak;
- najveći troškovi otkopavanja;
- intenzitet otkopavanja a samim tim i kapacitet otkopa je najmanji.



Sl. 3 — Šema otkopne metode horizontalnog podsecanja sa otvorenim otkopima. Razmer: 1:1000.

M a g a c i n s k a o t k o p n a m e t o d a s a s e l e k t i v n i m o t k o p a v a n j e m . — Dobre strane ove otkopne metode su:

- postiže se veći otkopni učinak;
- intenzitet otkopavanja kao i kapacitet otkopa je veći;
- ekonomičnija jer se troši manje materijala direktnе izrade, a i normativ radne snage je manji.

Nedostaci ove otkopne metode su:

— ograničena joj je primena, jer može da se primeni samo za otkopavanje onih rudnih žica, koje imaju veći i stalni pad i pretežno veću moćnost od 0,7 m. Isto tako, rudnu žicu ne sme da prati zona raspadnutog serpentina ili ista ne sme da ima moćnost veću od 0,3 m;

- faktor pripreme je najveći;
- iskorišćenje rudne supstance je manje.

O t k o p n a m e t o d a o t v o r e n i h o t k o p a s a h o r i z o n t a l n i m p o d s e c a n j e m . — Dobre strane ove metode su:

- u poređenju sa prethodnim otkopnim metodama, postiže se srednji intenzitet otkopavanja i srednji kapacitet otkopa;
- metoda postiže srednji otkopni učinak, a potrošnja materijala manja je nego kod prve otkopne metode;
- faktor pripreme je manji nego kod magacinske otkopne metode.

Slabe strane ove metode su:

- ograničena primena zbog istih razloga kao kod magacinske otkopne metode;
- manje iskorišćenje rudne supstance nego kod otkopne metode sa samozasipavanjem, a nešto veće nego kod magacinske otkopne metode;

— najnesigurnija je od svih predloženih otkopnih metoda, mada, ipak, ako se patos solidno izrađuje, u potpunosti obezbeđuje potrebnu sigurnost.

ZAKLJUČAK

Razmatrajući dobre i slabe strane opisanih otkopnih metoda, proizilaze sledeći zaključci:

— Pre nego što se za određenu rudnu žicu definativno izabere i razradi otkopna metoda, treba da se izvrši detaljno istraživanje u cilju istraživanja svih montan-geoloških karakteristika rudne žice, da bi se na taj način u zavisnosti od uslova primenila najprikladnija odnosno najekonomičnija otkopna metoda.

— Na mestima gde montan-geološke karakteristike rudne žice i prateće stene dozvoljavaju, treba da se primenjuje magacinska otkopna metoda sa selektivnim otkopavanjem, jer je ona najekonomičnija i vrlo sigurna.

Zbog prednosti otkopne metode sa otvorenim otkopima i ovu otkopnu metodu treba primenjivati svuda gde za to postoje uslovi. Ova otkopna metoda može da konkuriše magacinskoj otkopnoj metodi na mestima gde rudna žica ima manju moćnost, jer bi se u tom slučaju potrebna radna širina dobijala miniranjem bočne jalovine posle utovara rude (kao kod otkopne metode sa samozasipavanjem). Naravno, ovde zona raspadnutog serpentina ne treba da ima veliku moćnost.

Da bi se omogućilo uvođenje savremenih mehanizovanih tj. ekonomičnijih otkopnih metoda, a i da bi se povećalo iskorišćenje rudne supstance, treba da se reši pitanje separiranja magnezita.

L i t e r a t u r a

A g o š k o v , M. I., M u h i n , M. E., N a z a r Č e k , A. F., M a m u r o v , L. A., R o f i e n k o , D. I., 1960: Sistemnye razrabotki žilnyh mestoroždenij. — Moskva.

G l u š ē v i č , B., 1962: Studija izbora otkopnih metoda Pb—Zn ležišta Blagodat — Bare i Podvirovi. — „Rudarski glasnik“ br. 3, Beograd.

K a p l u n o v , R. P., P r o k o p j e v , E. P., S t a r i k o v N. A., B r i č k i n , A. V., 1955: Podzemnaja razrabotka rudnyh i rasipnyh mestoroždenij. — Moskva.

M a n o j l o v i č D., 1963: Geološki elaborat ležišta magnezita Brezak. — Beograd.

Studija otkopne metode rudnih žica moćnosti ispod 1,2 m u rudniku magnezita „Šumadija“, Brdjani. — Rudarski institut, Beograd, 1962.

