

Stručni rad
UDC: 622.33.13.364

OPTIMIZACIJA TEHNIČKIH PARAMETARA KOMORNE METODE OTKOPAVANJA U PODZEMNIM RUDNICIMA UGLJA

Mirko Ivković¹

¹JP PEU – Resavica, e-mail: ugaljprojekt@ptt.rs

REZIME

Problematika obrađivanja u ovom radu posvećena je definisanju optimizacije osnovnih tehnoloških parametara komorne metode otkopavanja slojeva mrkog i kamenog uglja velike debljine u složenim uslovima eksploatacije. Na osnovu razmatranog metodološkog pristupa izvršeno je matematičko modeliranje racionalnih parametara komornog otkopa odnosno otkopne baterije.

Ključne reči: *ugalj, rudnik, metoda otkopavanja, podzemna eksploatacija*

OPTIMIZING TECHNICAL PARAMETERS CHAMBER METHODS MINING IN UNDERGROUND COAL MINES

ABSTRACT

Handling problems in this paper is dedicated to defining the basic optimization of technological parameters chamber layers of lignite mining methods and large coal thickness in the complex conditions of exploitation. On observed methodological approach is performed mathematical modeling of rational parameters chamber spoil or spoil battery.

Key words: *coal, mine, method mining, underground mining*

UVOD

Složenost uslova eksploatacije u ležištima uglja zahteva sistematski i neprekidan rad u cilju unapređenja metoda i tehnologija otkopavanja, odnosno eksploatacije i sigurnog rada u podzemnim uslovima. Postupak istraživanja racionalnih sistema otkopavanja, optimizacije i tehničkih rešenja ima višestapni karakter.

U prvoj fazi ocenjuju se prirodno-geološki uslovi eksploatacije u ležištu, tehničko-tehnološke i organizacione karakteristike rudničkog-jamskog objekta. Na osnovu toga ocenjuju se očekivani tehničko-ekonomski parametri i utvrđuje potreba dopunskih istraživanja. U drugoj fazi koriguju se predhodna rešenja na osnovu ukupnog fonda podataka o opštim i specifičnim uslovima eksploatacije.

Treća etapa počinje sa uvođenjem rešenja u praksu i traje za čitav period eksploatacije. Cilj ove etape je poboljšanje tehničko-ekonomskih parametara i sigurnosti putem usklađivanja tehničkih i organizacionih rešenja sa tekućim varijantama uslova eksploatacije.

Osnovni pravac razvoja sistema otkopavanja ležišta uglja podzemnim načinom usmeren je ka uvođenju i unapređenju metoda širokih čela sa kompleksnom mehanizacijom. Međutim, u pojedinim ležištima prirodno-geološki uslovi su takvi da onemogućavaju primenu navedene metode, te se iznalaze druga specifična rešenja otkopavanja. Jedna od fleksibilnih i prilagodivih složenim ležišnim uslovima eksploatacije je komorna metoda otkopavanja sa tehnologijom miniranja.

PRIMENA KOMORNE METODE OTKOPAVANJA SLOJEVA UGLJA VEĆE DEBLJINE

Uspešno odabran skup tehnoloških operacija u procesu otkopavanja za određenu radnu sredinu i određene ležišne prirodno-geološke uslove, koja se definiše kao metoda otkopavanja, obezbeđenjem visokog stepena koncentracije tehnike i tehnologije proizvodnog rada treba da postigne: što veći smenski, odnosno dnevni kapacitet otkopne jedinice, što veću produktivnost po zaposlenom radniku na otkopu, što manje gubitke u ugljenoj supstanci, što veću sigurnost rada u svim tehnološkim operacijama na dobijanju i zadovoljavajuću ekonomičnost.

Komorne metode otkopavanja primenjuju se kod otkopavanja slojeva sa kompaktnim ugljem i krovinom koja može podneti veća specifična opterećenja na pritisak. Ova metoda pruža široke mogućnosti u pogledu izbora tehnoloških rešenja i načina rada na otkopu, kombinaciju raznih tipova mašina za otkopavanje, utovar i transport, kao i različite varijante organizacije rada. Velika prednost ove metode je jednostavan i efikasan način podgrađivanja komora visećom podgradom čime se stvaraju povoljni uslovi za povećanje brzine napredovanja otkopnog fronta komore i visokih otkopnih učinaka. Najznačajniji nedostatak komorne metode predstavlja niži koeficijent iskorišćenja rezervi uglja u ležištu zbog gubitaka u sigurnosnim stubovima koji se naizmenično ostavljaju između otkopnih komora. Međutim, gubici se mogu značajno smanjiti sekundarnim otkopavanjem ostavljenih sigurnosnih stubova. U primarnom otkopavanju komora iskorišćenje se postiže sa oko 50-60%, dok se sekundarnim otkopavanjem sigurnosnih stubova ukupno iskorišćenje može povećati do 80%. Šematski prikaz karakterističnog komornog otkopa dat je na slici 1.

Komorni otkopi imaju oblik pravilnih međusobno paralelnih komora između kojih se ostavljaju sistematski (međukomorni) stubovi. Priprema za primenu komornog otkopavanja razvrstava se na užu i širu pripremu. Širu pripremu predstavlja izrada prostorija razrade otkopnog polja, odnosno transportnog i ventilacionog hodnika koji se izrađuju po pružanju sloja. Uža pripremu predstavljaju prostorije krovinskog i podinskog uskopa koji se izrađuju iz transportnog hodnika jedan ispod drugog. Krovinski i podinski uskop komore spajaju se u nivou ventilacionog hodnika a nakon toga spoj se proširuje levo i desno do dostizanja raspona komore čime se formira radni front koji se stepenasto pomera po padu sloja.

Dužina komorni otkopa zavisi od dimenzija otkopnog polja a dimenzije stubova i raspona komora izračunavaju se za konkretne uslove.

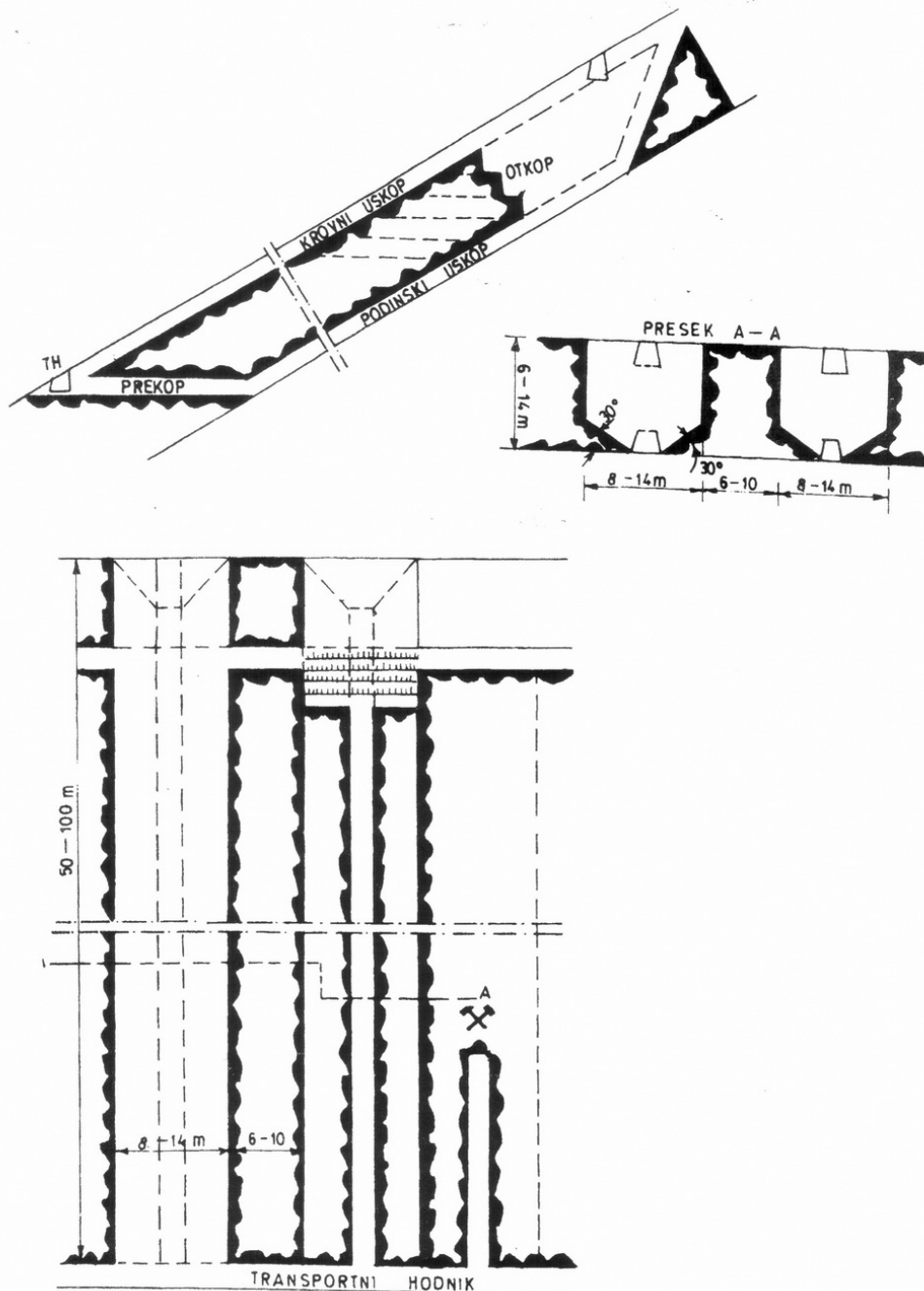
Dobijanje uglja na komornom otkopu vrši se tehnologijom miniranja izradom stepenica od krovine do podine. Odmirani ugalj pada niz stepenice u grabuljasti transporter u podinskom uskopu koji ga dalje transportuje do glavnog transportera u transportnom hodniku otkopnog polja.

KAPACITET KOMORNOG OTKOPA

Osnovni parametri komornog otkopa: kapacitet, učinci i cena koštanja proizvodnje, u osnovi zavise od konstruktivnih elemenata otkopa, na koje u najvećem obimu utiče debljina ugljenog sloja. Visina

proizvodnje u otkopnom polju zavisi od broja otkopnih komora u istovremenom radu. Pri izračunavanju kapaciteta komornog otkopa prvu fazu čini određivanje dimenzija međukomornih stubova, zašto je danas razrađeno niz metodologija.

Polazi se od pretpostavke da se u otkopnom polju formira jedan komorni otkop i dve pripreme, (uža priprema za narednu komoru). Ovako formirana radilišta čine komornu otkopnu bateriju.



Slika 1. Šematski prikaz komornih otkopa
Figure 1. Sheme display chamber spoil

Kapacitet komorne otkopne baterije sastoji se od zbirnog kapaciteta komornog otkopa i kapaciteta radilišta uže pripreme:

$$Q_k = q_k + q_{up}$$

$$q_k = (F_k \cdot n_2 \cdot \xi_1) - 2(F_p \cdot \gamma \cdot n_1) \quad (\text{t / smenu})$$

q_k – kapacitet komornog otkopa

q_{up} – kapacitet radilišta uže pripreme

F_k – poprečni profil komore

$F_k = S \cdot d$

S – širina komore

d - visina komore (debljina sloja)

γ - zapreminska masa uglja

ξ_1 - koeficijent iskorišćenja uglja u otkopu

F_p – poprečni profil prostorija uže pripreme

n_1 – napredovanje radilišta uže pripreme

n_2 – napredovanje komornog otkopa

Polazi se od sledećih osnovnih postavki:

- racionalna debljina ugljenog sloja za otkopavanje komornim otkopima kreće se u granicama 6-14m
- zapreminska masa uglja uzima se kao konstantna vrednost ($\gamma = 1,3$)
- poprečni presek prostorija uže pripreme obično iznosi $F_p = 8,52$
- koeficijent ikorištenja uglja u otkopu računa se sa vrednošću 0,88 s obzirom da su praktična iskustva pokazala da se od ograničenih rezervi uglja komornog otkopa izgubi 12%.

Na osnovu navedenog, izraz za kapacitet komore dobiva oblik:

$$q_k = 1,144 S \cdot d \cdot n_2 - q_{up}$$

$$q_{up} = 22,15 n_1$$

Veličine n_1 i n_2 zavise od organizacije rada i primene mehanizacije i obično iznose 1,2 (m / smenu).

Radne operacije na dobijanju uglja kod komornih otkopa obavljaju radne grupe čije se brojno stanje menja sa promenom debljine sloja (visinom komore) i širine komore (S) u odnosu :

$$n_{ks} = 0,02 \cdot S^2 + 0,36 \cdot d + 1,56, \quad (\text{radnika /smenu})$$

Ulazni podaci programa za proračun parametara komornog otkopa

$$d = 6 \dots \dots \dots 14 \text{m}$$

$$S = 6 \dots \dots \dots 14 \text{m}$$

$$n_1 = n_2 = 1,20 \text{ (m/smenu)}$$

$$q_{up} = 2 \cdot F_p \cdot \gamma \cdot n_1$$

$$q_k = (F_k \cdot n_2 \cdot \gamma \cdot \xi_1) - 2(F_p \cdot \gamma \cdot n_1) \text{ (t / smenu)}$$

$$Q_k = q_k + q_{up}$$

$$Q_{up} = n \cdot N_{RD} \cdot q_{up} = 3 \cdot 264 \cdot 26,52 = 21003,84$$

$$Q_k = n \cdot N_{RD} \cdot q_k = 3 \cdot 264 \cdot q_k = 1097,078(S_{xd}) - 21003,84(t / god)$$

$$Q_{kob} = Q_k + Q_{up}$$

$$N_{up} = n_{rp} \cdot n \cdot N_{RD} = 6 \cdot 3 \cdot 264 = 4752(rad. / god)$$

$$N_k = n_{rk} \cdot n \cdot N_{RD} = 792(0,002S^2 + 0,35d + 1,56)(rad. / god)$$

$$N_{kob} = 792(0,002S^2 + 0,35d + 1,56) + 4725(rad. / god)$$

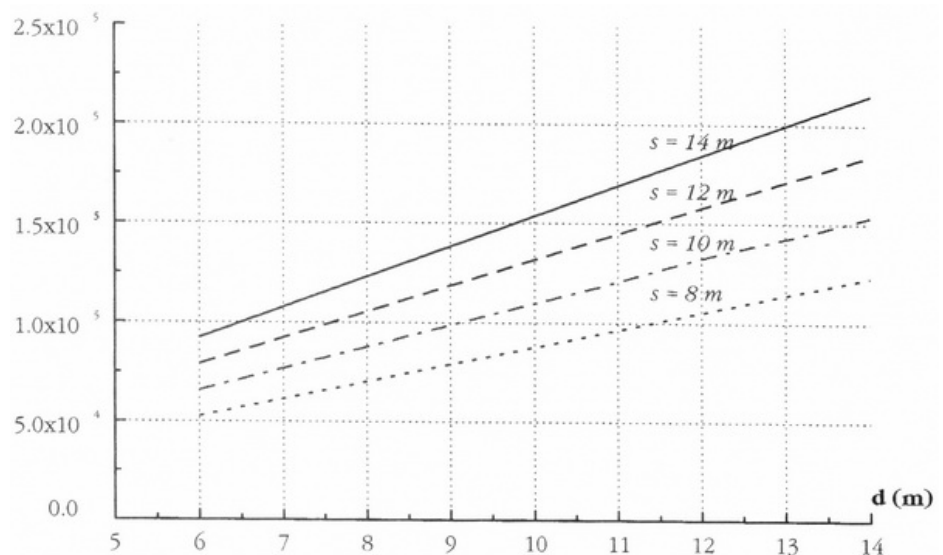
$$U_{up} = \frac{Q_{up}}{N_{up}} = 4,42(t / nad)$$

$$U_{up} = \frac{Q_{up}}{N_{up}} = \frac{1097,078(S_{xd}) - 21003,84}{792(0,002S^2 + 0,35d + 1,56)}(t / nad)$$

$$U_{kob} = \frac{Q_{kob}}{N_{kob}} = (t / nad)$$

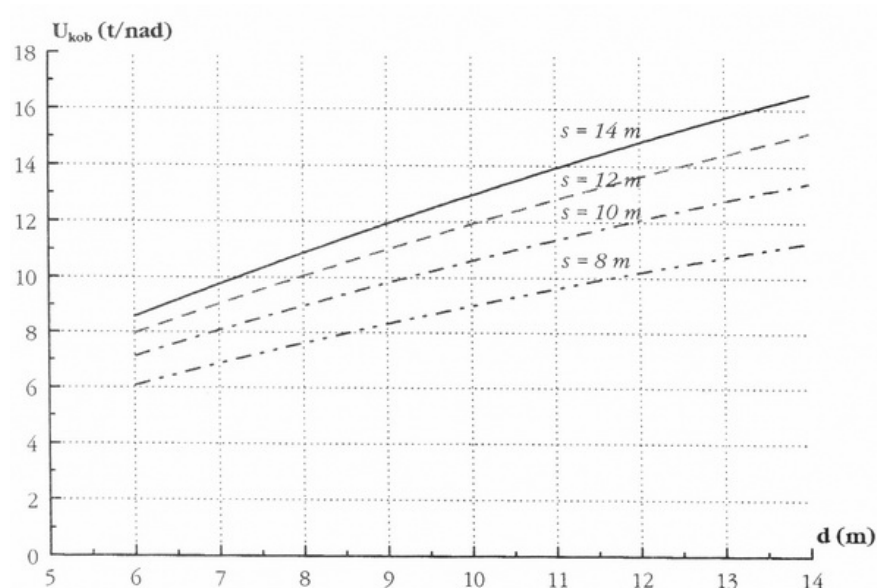
$$N_2 = 1,20 \cdot 3 \cdot 264 = 950,4(m / god.)$$

$$N_2 = 2N_1 = 1900,8(m / god.)$$



Slika 2. Zavisnost godišnje proizvodnje komorne otkopne baterije od debljine sloja (d) i širine komore (S)

Figure 2. Dependence of annual production of the battery chamber spoil thickness (d) and width of Commerce (S)



Slika 3. Zavisnost učinaka komorne otkopne baterije od debljine sloja (d) i širine komore (S)
Figure 3. Dependence of the effects of chamber spoil battery thickness (d) and width of Commerce (S)

Izračunavanje vrednosti parametara otkopa vršeno je računom po izrađenom matematičkom modelu a međusobne zavisnosti ispitivanih veličina prikazane su dijagramski. (slika 2. i slika 3.).

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih vrednosti parametara, vidljivo je da kapacitet proizvodnje komornog otkopa zavisi od debljine ugljenog sloja koji se otkopava i širine otkopa pri čemu se sa povećanjem debljine sloja, odnosno i širine otkopa povećava kapacitet.

Komorna metoda otkopavanja odlikuje se zadovoljavajućom kapacitativnošću i visokim učincima uz angažovanje relativno manjeg broja radnika. Treba istaći da se mehanizovanjem pojedinih tehnoloških faza mogu dobiti značajno povoljniji parametri. Također, primenom postupka zapunjavanja otkopanih komora omogućava se sekundarno otkopavanje međukomornih stubova čime se sa jedne strane povećava stepen iskorišćenja uglja a sa druge strane postižu određeni ekološki efekti.

U ovom radu računati su tehnički parametri komorne metode otkopavanja a njegov logičan nastavak je izračunavanje ekonomskih parametara po istom modelu uvrštavanjem vrednost pojedinačnih troškova čime se dobija jedinična cena proizvodnje.

LITERATURA

- [1] Ignjatović M.: Restruktuiranje podzemne eksploatacije uglja u Srbiji, Časopis Rudarski radovi br. 2/2002, Bor 2002.
- [2] Ivković M.: Racionalni sistemi podzemnog otkopavanja slojeva mrkog uglja velike debljine u složenim uslovima eksploatacije, Doktorska disertacija, RGF-Beograd, 1997. [
- 3] Ivković M., Mladenović A.: Osavremenjavanje podzemne eksploatacije uglja u cilju povećanja proizvodnje i zaštite zaposlenih, Časopis Rudarski radovi br. 1/2001, Bor 2001.
- [4] Miličević Ž., Milić V., Vušović N.: Mogućnosti izmene metoda otkopavanja u rudnicima uglja sa podzemnom eksploatacijom u Srbiji, Časopis Rudarski radovi br. 2/2002, Bor 2002.

- [5] Milić V., Miličević Ž.: Istraživanje novih metoda otkopavanja velikih rudnih ležišta, Časopis Rudarski radovi br. 2/2001, Bor 2001.
- [6] Miličević Ž.: O dozvoljenoj veličini osiromašenja rude i njegovom ekonomskom uticaju, Časopis Rudarski radovi br. 1/2005, Bor 2005.
- [7] Miličević Ž., Milić V., Svrkota I.: Zarušavanje krovinskih stena pri otkopavanju slojeva uglja vrlo velike moćnosti, Časopis Rudarski radovi br. 1/2007, Bor 2007.
- [8] Majstorović S.: Izbor optimalnih parametara otkopa pri podzemnoj eksploataciji boksitnih rudnih tela, Časopis Rudarski radovi br. 2/2003, Bor 2003.
- [9] Ljubojev M., Ivković M, Mladenović A.: Metoda otkopavanja u ležištu borne rude Pobrđe, Časopis Rudarski radovi br. 2/2001, Bor 2001.
- [10] Popović R, Ljubojev M, Bugarin M.: Osnovne postavke mehaničkih modela sadejstva podgrade sa stenskim masivom, Časopis Rudarski radovi br. 2/2006, Bor 2006.
- [11] Stjepanović M.: Novi izazovi i vizije rudarstva u svetu sa osvrtom na rudarstvo u Srbiji, Časopis Rudarski radovi br. 2/2007, Bor 2007.
- [12] Stjepanović M., Đukanović D., Mirski J.: Mogućnosti primene viseće podgrade sa kontinualnim učvršćenjem u uslovima rudnika uglja Jugoslavije, Časopis Rudarski radovi br. 2/2004, Bor 2004.