

INFORMACIJE B

BROJ 2



ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ

SAVREMENI POSTUPCI I SMERNICE ZA MEHANIZOVANO
OTKOPAVANJE SLOJEVA MRKOG I KAMENOGLJUGLJA

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1961.

Izdavač

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Redakcioni odbor

Ing. M. Perišić, prof. dr D. Malić, prof. ing. M. Petrović, prof.
dr ing. Đ. Lešić, ing. M. Čepeirković, ing. A. Blažek, ing. B. Gluš-
čević, ing. M. Spasić, ing. S. Dular, ing. J. Vinokić, ing. M. Šum-
bušović, ing. K. Đorđević, ing. R. Misita, ing. B. Popović, ing. Lj.
Novaković, ing. J. Mihajlović, dipl. hem. N. Jovanović.

ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ

**SAVREMENI POSTUPCI I SMERNICE ZA MEHANIZOVANO
OTKOPAVANJE SLOJEVA MRKOG I KAMENOGLJEGA UGLJA**

Referat održan na Savetovanju rudarskih stručnjaka od 11. —
12. III 1961. god., koje je organizovao Institut za rudarstvo —
Sarajevo.

Sadržaj

Uvod	3
I. Savremeni postupci dobijanja uglja primenom kompleksne mehanizacije i faktori koji utiču na mogućnost primene i izbor mašina	5
II. Pregled mašina za mehanizovano dobijanje uglja sistemom širokočelnog otkopavanja	13
III. Ekonomска opravdanost uvođenja mehanizovanih postupaka za dobijanje uglja	24
IV. Zaključak	30
Literatura	31

U V O D

Povećanje proizvodnosti jame (revira ili otkopnog polja), zatim povećanje produktivnosti rada zaposlenih rudara u jami i sniženje cene koštanja proizvedene tone rovnog uglja, zasnovano je osim na elementima: organizaciji rada, obučenosti radnika, izboru odgovarajuće metode dobijanja, organizaciji transporta proizvedenog uglja, opštim klimatskim uslovima u jami i racionalnom iskorištenju ugljene supstance kod procesa obogaćivanja uglja, i na stepenu mehanizacije postupka dobijanja, utovara i otpreme uglja.

U rudarsko-industrijski visoko razvijenim zemljama (Engleska, SSSR, Zap. Nemačka, Francuska, Poljska, SAD, Belgija, Čehoslovačka i dr.), ovaj problem je zahvaćen skoro dve decenije ranije, da

bi konačno, u najskorije vreme, uz primenu široko-čelnih otkopnih metoda, postao vrlo bitan faktor u tekućoj proizvodnji, a skoro jedini kod svih novih programa, projektovanja i realizacija.

Naročito intenzivno uvođenje mehanizovanog postupka dobijanja uglja u Evropi je u SSSR-u. To je karakteristično za period od 1948. godine i vidi se iz tabele 1 i dijagrama na sl. 1, koji se odnose na broj kombajna uvedenih za dobijanje uglja i ekvivalentni procentualni porast proizvodnje u podzemnom radu. Ovaj nagli porast uvođenja mehanizovanih postupaka dobijanja prati u poslednje dve godine i intenzivno uvođenje automatizacije u raznim osnovnim i pomoćnim radnim operacijama u jami.

Tabela 1¹⁾

	G	O	D	I	N	A					
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Broj kombajna u podzemnoj proizvodnji	142	231	337	439	607	806	1084	1412	1515	1712	1954
% proizvodnje u odnosu na ukupnu podzemnu proizvodnju (sve vrste ugljeva)	1,7	7,2	15,7	19,4	23,1	25,8	29,5	33,0	36,1	37,1	40,1

Sličan tempo se zapaža i u proizvodnji uglja u Zapadnoj Nemačkoj. Prema „Handbuch der Mechanisierung der Kohlengewinnung“, — izdanje 1959. godine, str. 16, ovaj tempo se vidi u tabeli 2 (odnosi se samo na podzemnu proizvodnju kamennih

ugljeva i obuhvata procentualne odnose dobijanja potpuno mehanizovanim postupkom, delimično mehanizovanim i pomoću otkopnih čekića — bez proizvodnje koja se dobija miniranjem).

¹⁾ Prema „Gornoe delo“, tom 7, str. 10 i 38.

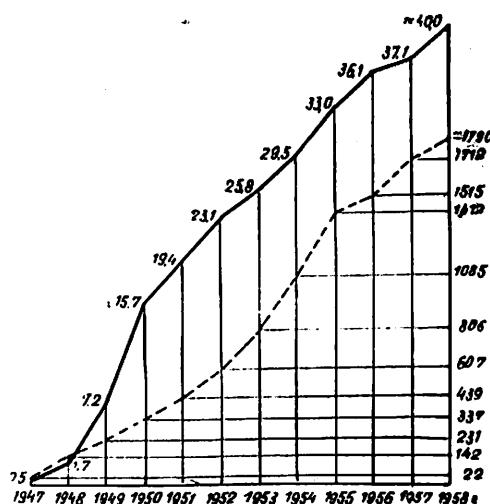
U tabeli je naročito karakteristično sagledati ostan porast proizvodnje uglja potpuno mehanizovanim postupkom dobijanja i nasuprot tome intenzivan pad dobijanja uglja nemehanizovanim postupkom. Izvesno stagniranje proizvodnje delimič-

Tabela 2

Postupak dobijanja	1950	1956	1957	1958
Potpuno mehanizovano dobijanje	13,8	30,8	39,6	47,5
Delimično mehanizovano dobijanje	24,2	26,7	23,2	21,0
Dobijanje pomoću otkopnih čekića	63,0	42,5	37,2	31,5

no mehanizovanim postupkom se objašnjava već izvršenim investicijama u klasične podsekačice, pre postizanja pozitivnih iskustava u dobijanju uglja primenom pune mehanizacije.

U francuskoj proizvodnji uglja, za koju se može reći da je među industrijski razvijenim zemljama imala najkonzervativniji odnos prema izgradnji rudarske mašinske industrije i uvođenju mehanizovanih postupaka dobijanja uglja, takođe se zapa-



Sl. 1 — Uporedni pregled porasta ukupnog broja kombajna u sovjetskoj proizvodnji uglja i ekvivalentnosti procentualnog porasta proizvodnje.

— kolitina uglja dobijena kombajnima;
- - - - broj kombajna u radu

žaju u novije vreme vrlo veliki skokovi u ovom pravcu. Tako je u 1957. godini od ukupne proizvodnje dobivene podzemnim putem 42,8% dobiveno polumehanizovanim i mehanizovanim postupcima čiji je procenat u 1959. godini naglo porastao na 50,8% (Revue de l'Industrie Minérale, IX/1958. i X/1959. g.) od čega na dobijanje pomoću stručnoga otpada 10,5%.

Nasuprot ovim pokazateljima, u nacionalnoj podzemnoj proizvodnji uglja praktično nemamo ni jednog rudnika u kome je masovno dobijanje uglja u podzemnom radu organizованo uz primenu pune mehanizacije (izuzev rudnika lignita Kosmaj, koji u opitnoj fazi primenjuje Continuous Miner i Rudnika mrkog uglja Zenica u kome su vršeni opiti sa primenom kombajna „Donbas-1“).

Istina, kod rešavanja ovog problema ne možemo izbeći činjenicu, da naši ugljevi (naročito mrki) svojom tvrdoćom i nepovoljnim slojnim prilikama ograničavaju primenu direktnih mehanizovanih postupaka dobijanja. Uvođenju mehanizacije stoga treba prići studiozno, a naročito obzirom na mogućnost primene mehanizovanih postupaka dobijanja indirektnim putem (prethodno olabavljenje sloja miniranjem, olabavljenje tiskanjem vode pod visokim pritiskom, olabavljenje sloja ARMSTRONG-ovim postupkom i sl.). Ove studije treba da budu zasnovane i na činjenicama da u rudarskoj praksi postoji isprobana oprema za mehanizovanu eksploraciju kako mekih tako i srednje tvrdih ugljeva¹), kao i mašine i otkopne metode za dobijanje u vrlo složenim montan-geološkim uslovima (strmi slojevi, slojevi moćnosti preko 2,0 m, slojevi izlomljeni manjim tektonskim poremećajima, slojevi sa nereguliranim ponašanjem jalovih proslojaka itd.).

Napori naših rudarskih stručnjaka u smislu intenzivnijeg uvođenja mehanizovanih postupaka dobijanja uglja, naročito se oštro ističu u najnovije vreme kada se u nacionalnom planu daljeg razvitka privrede, proizvodnji uglja daje vrlo visoko mesto. Izvršenje ovog zadatka i povećanje proizvodnje uglja za narednih 5 godina za oko 12,5 mil. tona moguće je ostvariti i jedino ekonomski opravdati samo povećanjem proizvodnje, a što praktično u sadašnjim uslovima znači: uvoditi mehanizovanim postupcima odgovarajuće metode otkopavanja i maksimalno koristiti postojeće otvorene i razvijene kapacitete.

¹) Pod mekim ugljem podrazumeva se ugalj sa $f \leq 1$, pod srednje tvrdim ugalj sa $1 \leq f \leq 2$, a pod tvrdim ugalj sa $f \geq 2$ (f — koeficijent tvrdoće po Protodakonovu).

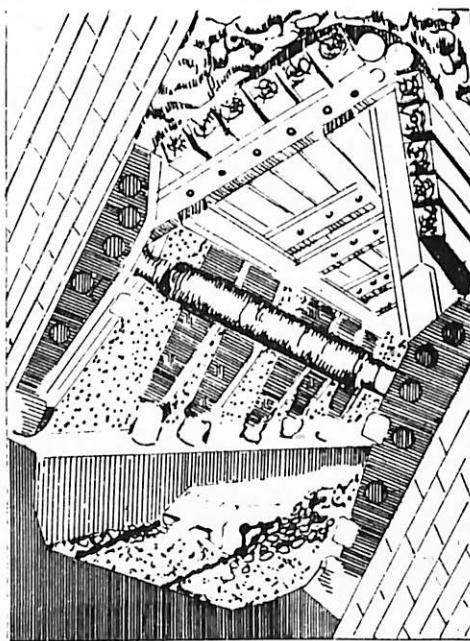
I. Savremeni postupci dobijanja uglja primenom kompleksne mehanizacije i faktori koji utiču na mogućnost primene i izbor mašina

Kod mehanizovanog dobijanja uglja razlikujemo delimično mehanizovane i potpuno mehanizovane postupke.

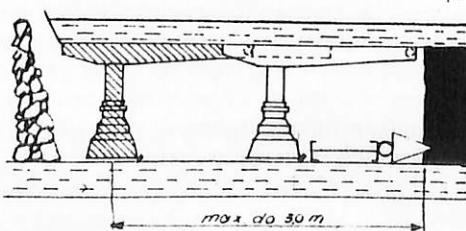
Pod delimično mehanizovanim postupcima podrazumevamo one, kod kojih se ugalj manjim ili većim delom dobija prethodnim pripremnim postupkom pomoću otkopnih čekića i miniranjem. Utovar uglja i izvršavanje pomoćnih radnih operacija se u potpunosti (pomicanje transportera, zatezanje i

dr.) ili delimično (npr. utovar uglja pomoću lanca podsekačice pri njenom povratnom hodu) obavlja ručno.

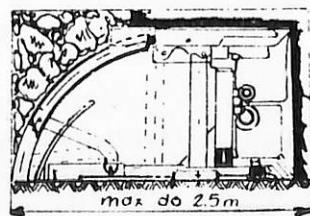
Pod potpuno mehanizovanim postupcima treba podrazumevati one, kod kojih se dobijanje uglja, utovar, otprema i izvršenje pomoćnih operacija obavlja mašinski, pri čemu radovi na podgrađivanju i upravljanju krovinom ne utiču na ovu klasifikaciju, mada se u poslednje vreme u rudarskoj tehnici ulazu veliki napor za mehanizovanje i ovih radova (upotreba pomičnih štitova, samohodne hidraulične podgrade, pokretnih mreža i dr., vidi slike 2, 3, 4 i 15).



Sl. 2 — Postupak otkopavanja strmog sloja skreperom za rov-
ljenje uz primenu štitne samohodne podgrade.



Sl. 3 — Hidraulična samohodna podgrada za horizontalne i blago
nagnute slojeve (max. 15°).



Sl. 4 — Primena štitne samohodne podgrade kod otkopavanja
horizontalnih i blago nagnutih slojeva (max. 10°).

Obzirom da delimično mehanizovano dobijanje već ima svoju i u našim uslovima odmerenu tradiciju i da se ovaj postupak ne uzima u obzir konačnim perspektivnim rešenjima u opštim smernicama, to u daljem nije ni obrađen, a istaknuti su samo savremeni postupci dobijanja uglja sa primenom pune mehanizacije i to osvrtom na postignuta iskustva u eksploataciji kamenih i mrkih ugljeva¹).

Oprema za dobijanje uglja potpuno mehanizovanim postupkom razvijena je uglavnom na osnovu dva principa: za dobijanje rovljenjem uglja i dobijanje rezanjem uglja.

Dobijanje rovljenjem obuhvata sve mašine sa statičkim radnim elementom koji pritiskom na front čela rovi ugalj iz sloja, a tu spadaju strugovi, skreperi i ramovi različitih konstrukcija.

Pod postupkom dobijanja uglja rezanjem podrazumevaju se postupci kod kojih se ugalj, rotiraјućim ili na ma koji drugi način pokretljivim režućim elementom mašine podseca, struže ili odvaljuje. Za ovaj postupak je izrađen veliki broj mašina, a kao najtipičniji i u rudarskoj praksi najviše rasprostranjeni predstavnici ističu se: mašine i kombajni za horizontalne i blago nagnute slojeve i uski zahvat²) (sporohodna podsekačica sa bubenjem, brzohodna podsekačica sa bubenjem Trepaner, kombajn DU-1 i kombajn K-52), kombajni za strme slojeve (GKD-3, K-55, KKP-1, Alacchi i dr.), kombajni za horizontalne i blago nagnute slojeve i široki zahvat (UKT-2, Gornjak-1, kombajni tipa Donbas 1—7, LGD-1, Dosco Miner, Continuous Miner, Breitschrämlader, Bohrschrämlader i dr.).

Uslov za primenu potpuno mehanizovanih postupaka dobijanja uglja, a isključivo za mašine koje rade na principu rovljenja i sa uskim zahvatom, je sistem širokočelnog otkopavanja sa slobodnim otkopnim frontom, čime je mašini (strug, Trepaner, podsekačica sa bubenjem, kombajn K-52 i dr.) i otpremnom sredstvu otvoren put za kontinuirano kretanje i sinhrono pomeranje sa napredovanjem širokog čela.

Ima slučajeva, kada karakter pojedinih vrsta krovine ne dopušta slobodan front po dužini čela ili ne podnosi često postavljanje ili premeštanje

stupaca, u kom slučaju se mašina vodi uzduž širokog čela sa slobodnim frontom, poprečnim na pravac kretanja čela u širini, koja odgovara širini radnog elementa mašine sa širokim zahvatom, a podgrađivanje se obavlja neposredno iza mašine i sa glasno njenom napredovanju¹). Ovaj postupak se razvio iz okolnosti da se u određenim montan-geološkim uslovima (nekompaktnost krovinskih stena, velika stišljivost sloja i sl.) na liniji čela stvara veliki otkopni pritisak ili što često premeštanje stupaca „izaziva“ krovinu i prevremena naprezanja u njoj, a ova imaju za posledicu stvaranje pukotina u krovini, čime se prerano olabavljuje odnosno uništava unutrašnja veza u steni i krovinom se ne uspeva dirigovati tamo gde želimo tj. na liniji zarušavanja. Drugim rečima, ovo često „izazivanje“, preuranjeno remeti postojeću ravnotežu u steni, čiji se poremećaj praktično najviše odražava na liniji najmanjeg otpora, što je zapravo linija širokog čela. Usled ovoga, krovina relativno brzo puca, na čelu nastaju gibanja i kao posledica prenošenje celokupne težine poremećenih stena na podgradu, koja ovako velika opterećenja ne može da izdrži. Zapravo, prve konstrukcije mašina za mehanizovano dobijanje (kombajni Dosco Miner, DU-1, Donbas-1 i dr.) sa zahvatom od oko 1,2 m i bile su razvijene za ovakav način rada, da bi se kasnije razvile, radi povećanja proizvodne izdašnosti širokog čela, u konstrukcije sa zahvatom širokim do 4,5 m (kombajn Breitschrämlader, UKT-2, Bohrschrämlader, Donbas-7 i dr.).

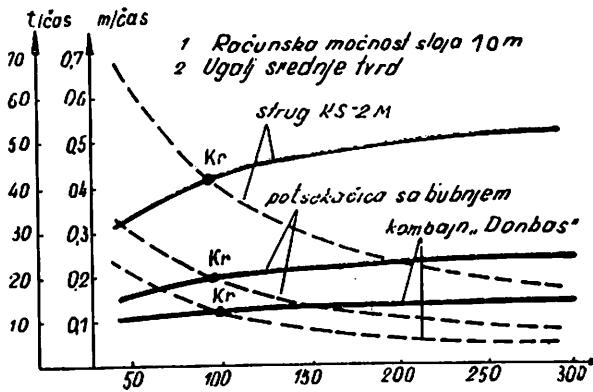
Proizvodna izdašnost mehanizovanih postupaka dobijanja na širokom čelu sa slobodnim frontom i sa mašinama sa uskim zahvatom, pod istim uslovima, je znatno veća od proizvodne izdašnosti mašina sa širokim zahvatom. U dijagramu na slici 5 prikazan je ovaj odnos za slučaj primene struga KS-2M (dubina zahvata 100 mm, brzina rovljenja 21 m/min.), bubnjaste podsekačice „Anderton“ (dubina zahvata 0,5 m, radna brzina 2 m/min.) i kombajna Donbas-1 (dubina zahvata 1,5 m, radna brzina 0,5 m/min.) u sloju srednje tvrdoće i za razne dužine širokih čela. Izrazito velika časovna proizvodna izdašnost struga objašnjava se i njegovim dvostrukim dejstvom tj. proizvodnom karakteristikom pri svakom hodu, nasuprot drugim dve mašinama analiziranim mašinama kod kojih je hod produktivan samo u jednom smeru.

¹) Izuzev hidro-mehaničkog dobijanja.

²) Autor podrazumeva pod uskim, zahvat $\leq 1,0$ m, a pod širokim zahvat $\geq 1,0$ m.

¹) Autor članka smatra, da ovu širokočelnu metodu treba nazvati: „Mehanizovano širokočelno otkopavanje u dugim brazdama“.

Navedeni sistemi otkopavanja u evropskoj praksi su usvojeni kao najracionalniji i oni nasuprot stanju u našoj proizvodnji predstavljaju osnovne otkopne metode. Tako je prema statističkim podacima Charbonage de France objavljenim u časopisu: „Revue de l'Industrie Minérale“ No 10/60, u podzemnoj proizvodnji u 1959. godini širokočelnom metodom proizvedeno 77,2% uglja, a svega 22,8% ostalim otkopnim metodama. Od navedenih 77,2%, 9,7% proizvodnje dobiveno je podelom srednje moćnih i moćnih slojeva u etaže pogodne visine oko 2,2 m. Prosečna dužina širokih čela iznosila je 81 m, a prosečno dnevno napredovanje širokog čela 1,21 m.



Sl. 5 — Uporedni pregled proizvodne izdašnosti i brzine napredovanja čela kod dobijanja strugom, podsekačicom sa bubenjem i kombajnom Donbas.
— proizvodnja; - - - brzina napredovanja čela.

Praktično najbolji rezultati kod primene ovih otkopnih metoda se postižu ako je moćnost sloja ili visina etaže 0,8—1,60 m. Ova visina odgovara konstruktivnim gabaritima najvećeg broja savremenih mašina što omogućuje veliki izbor savremene mehanizacije na dobivanju, utovaru i otpremi uglja sa širokog čela. Osim toga ona obezbeđuje i najlakšu manipulaciju sa применjenom podgradom, što sa svoje strane vrši veliki uticaj ne samo na visoki učinak na podgrađivanju, koje predstavlja najuže grlo u sprovođenju širokočelnog otkopavanja, već omogućuje i regularno savlađivanje otkopnog pritiska i pravilno rukovanje krovinom, kao bitnih uslova za postizanje velikih dnevних napredovanja. Analiza prikazana u tabeli 3, izvršena u francuskom rudarskom basenu Nord-Pas de Calais na 46 širokih čela, dokazuje ovu postavku.

Tabela 3

Broj čela	Visina čela	Srednje dnevno napredovanje: (rad u dve smene)
10	0,80	1,7
31	0,80 — 1,60	1,87
5	1,60 — 2,5	1,34

Uopšte može se uzeti kao pravilo, da sloj, ukoliko njegova moćnost prelazi 2,6 m, treba, pri dobijanju kod otkopavanja obrušavanjem, podeliti u etaže uz pogodan izbor veštačkog patosa i optimalnog razmaka između etaža. Ovo se naročito ističe obzirom da naši ugljeni slojevi pripadaju onim, kod kojih se širokočelno otkopavanje može organizovati samo podelom sloja u etaže. Problem se lakša rešava otkopavanjem sloja sa veštačkim zapunjavanjem otkopanog prostora, ali se pri tome mora uzeti u obzir činjenica, da veštačko zapunjavanje poskupljuje troškove za 25—40%, i smanjuje otkopni učinak za 25—35%, zavisno od vrste zapunjavanja i lokalnih prilika.

Za navedenu visinu širokog čela usvaja se kao najpovoljnija dužina čela od 70—200 m, zavisno od montan-geoloških uslova (karakter krovine i podline, tektonski poremećaji, iskljinjenja i sl.) i primenjene mašine za dobijanje (za slučaj prime-ne struga povoljnije su gornje vrednosti). Ovaj raspon dužine čela najbolje odgovara kako boljem korišćenju navedenih mašina, tako i lakoj pokretljivosti širokog čela obzirom na primenjena otpremna sredstva, podgrađivanje i racionalne radne cikluse. Instalirane snage pogonskih uređaja za opsluživanje širokog čela su u granicama normalnih (80—150 KW po jedinici), a postojeća otpremna sredstva kapacitativno sposobna da i kod najboljih dnevnih napredovanja širokog čela otprema ugalj bez blokirana u proizvodnim udarcima.

Manje dužine širokih čela nisu ekonomski opravdane obzirom na visoka investiciona ulaganja, osim u slučaju, ako se radi o vrlo tankim slojevima (ispod 0,5 m moćnosti) kada iz sigurnosnih razloga (kretanje zaposlenog osoblja, preglednost i kontrola čela) nije moguće usvojiti veće dužine. Gornja granična vrednost se predlaže iz razloga što sa većim dužinama intenzivno opada napred-

vanje širokog čela (mada proizvodna izdašnost čela i dalje raste), što opet može pod određenim uslovima da ima loših posledica u pogledu ispravnog upravljanja krovinom i ciklusom podgrađivanja (vidi kritične tačke u dijagramu na slici 5.). Ponašanje krivih na dijagramu ukazuje, da povećanjem dužine čela njegova brzina napredovanja znatno brže opada, nego što raste proizvodna izdašnost.

Uopšteno, optimalna dužina širokog čela zavisi od niza činilaca kao: montan-geoloških uslova, organizaciono tehničkih uslova, tempa izvršenja sporednih operacija (podgrađivanje, upravljanje krovinom, otpremanje dobijenog uglja), opštih klimatskih uslova, zahteva za proizvodnom izdašnosti čela i dr., te ju je naročito kod primene mašine sa uskim zahvatom i velikim brojem cikličnih hodova teško računski definisati. Za mašine sa širokim zahvatom i jednim radnim ciklусом na dan, dužina širokog čela može se približno odrediti sledećom formulom:

$$L = (T - t_{1,g}) \cdot n \cdot v + 1 \text{ m}$$

gde je:

L = dužina širokog čela, m

T = trajanje smene, h

$t_{1,g}$ = trajanje pripremnih i završnih operacija (oko 60 min) i rezervno vreme (zameni istrošenih delova, otklanjanje uzročnika zastoja u radu, podmazivanje i sl., 90–120 min.), h

n = broj proizvodnih smena na dan

v = srednja radna brzina mašine, m/h

l = dužina potrebnih komora za smeštaj mašine, m

Izabranoj dužini širokog čela treba, naročito u jama sa opasnim pojavama metana, proveriti i na normalno provetranje što se može ustanoviti po formuli prof. S. G. Averšina i dr.¹⁾

$$L = \frac{2600 \cdot V_1 \cdot b \cdot \varphi \cdot x}{n \cdot z \cdot \gamma \cdot G \text{ CH}_4}$$

gde je:

L = dužina širokog čela, m

V_1 = dopuštena brzina vazduha na čelu po si-gurnosnim propisima, m/sek.

b = minimalna širina radnog prostora, m

φ = koeficijent stešnjenosti radnog prostora
= 0,9

¹⁾ Prema Gornoe delo, tom 7, str. 15.

x = odnos ukupnog izdvajanja CH_4 u otkopnom polju prema izdvajaju na širokom čelu

n = broj ciklusa na dan

z = dubina zahvata radnim elementom mašine, m

γ = zapreminska težina uglja, t/m³

$G \text{ CH}_4$ = sadržaj CH_4 u izlaznoj vazdušnoj struji revira, m³/min.

Osim pravilnog izbora dubine zahvata ugljenog sloja radnim elementom mašine, izbora načelnog sistema upravljanja krovinom, izbora povoljne dužine čela i pogodne visine za donošenje odluke o mogućnosti primene mehanizovanog dobijanja i odgovarajuće mašine, utiču i sledeći faktori:

1) Pad sloja

Uvođenje potpuno mehanizovanog postupka dobijanja uglja nije više ograničeno padom sloja. U rudarskoj praksi isprobani su i provereni veliki broj rudarskih mašina koje se mogu primeniti (uz dodatne uslove) pri vrlo različitim uslovima zaledanja sloja. Međutim, u ovome smislu se ipak može povući jedna oštara granica kod ugla zaledanja 35°, do koje vrednosti su razrađene ne samo različite konstrukcije mašina nego i različiti pomoći postupci (organizacija otpreme dobijenog uglja, sistem zatezanja, položaj pogona, podgrađivanje i dr.) u odnosu na mašine i postupke primenljive za dobijanje uglja u slojevima sa uglom zaledanja većim od 35°. Najpogodniji predstavnici prvog tipa mašina su: strug, sporohodna podsekačica sa bubenjem, brzohodna podsekačica sa bubenjem, kombajn Dosco Miner, kombajn Breitschrämlader, Trepanner, kombajn Bohrschrämlader, kombajn UKT-2, Gornjak-1, kombajni tipa Donbas, kombajn LGD-1, K-52, strug-kombajn KS-2M, Continuous Miner i dr.

Zapaženi predstavnici drugog tipa mašina su: kombajn GKD-3, kombajn K-55, kombajn KKP-1, kombajn Alacchi, strug za strme slojeve, skreper za strme slojeve, sporohodna podsekačica sa bubenjem.

2) Moćnost sloja

Gornja vrednost moćnosti sloja je praktično ograničena samo kapacitetom utovarnog elementa mašine i upotrebljenog otpremnog sredstva. Ipak, nju treba pažljivo obraditi, obzirom da predimen-

zionirana visina može da prouzrokuje neravnometerno obrušavanje uglja, koji ostaje iznad radnog elementa mašine, što dovodi do blokiranja iste i prekida u kontinuitetu proizvodnje. Najpovoljnije gornje vrednosti sloja su između 1,4—2,2 m, mada su pojedini tipovi mašina našli već praktičnu primenu i kod većih visina kao: strug, sporohodna podsekačica sa bubnjem, Trepanner, kombajn Donbas-7, koji su primenljivi i do 3,0 m moćnosti sloja. Slojeve deblje od 3,0 m treba deliti u odgovarajući broj pojaseva sa visinama od 1,6 do 2,2 m, pri čemu je kod otkopavanja sa obrušavanjem krovine nužno utvrditi najpogodniji razmak između čela u pojedinim pojasevima i način izgradnje dovoljno sigurne veštačke granice između pojaseva.

Donja vrednost moćnosti sloja je ograničena gabaritima mašine, dimenzijom primenjenih greda za podgrađivanje, uslovom da li se mašina kreće po tlu ili po otpremnom sredstvu kao i ponašanjem otvorenog dela krovine (intenzitet srušavanja) odnosno podine (intenzitet podizanja).

Iz tabele 10 se vidi, da najmanja donja vrednost moćnosti sloja za mehanizovano otkopavanje horizontalnih i blago nagnutih slojeva iznosi 25 cm (ram sa vučnim lancem), dok mašine za otkopavanje strmih slojeva zahtevaju najnižu donju vrednost moćnosti sloja od 35 cm (kombajn K-55).

3) Način izgradenosti sloja i tvrdoća uglja

a) Cepljivost u sloju i tektonski poremećaji. — Cepljivost u ugljenom sloju je prirodna olakšavajuća okolnost koju treba pravilno iskoristiti naročito kod mehanizovanih postupaka dobijanja uglja kod kojih mašine rade na principu rovljenja. Pravac linija cepljivosti u sloju u mnogo slučajeva određuje opšti položaj širokog čela u odnosu na pružanje i pad sloja i garantovani kapacitet primenjene mašine.

b) Tektonski poremećaji. — Tektonski poremećaji čine teškoće za sve mehanizovane postupke dobijanja, a osobito za primenu struga.

Upotrebu struga naročito otežava slučaj, kada je tektonski poremećaj normalan ili skoro normalan na liniju čela. Kod manjih skokova do 0,6 m, vođenje struga ili druge mašine preko njih nije otežano, time što se u zoni skoka potreban profil otvara eksplozivom, ali problem se znatno pooštira

va ako je skok veći od 0,6 m. Ovo naročito otežava primenu strugova kod kojih je pogon zajednički za strug i transporter npr. sistem Löbbe, dok se za neke konstrukcije strugova (Samson, Beien, Westfalia-Anbauhobel) pojednostavljuje paralelnim radom dva ili više strugova sa sopstvenim pogonima, a na zajedničkom otpremnom dvorančanom transporteru. Na slici 6 prikazan je jedan od mogućih načina ovog rešenja, pri čemu kod donošenja slične odluke treba obratiti naročitu pažnju na način podgrađivanja u zoni tektonskog poremećaja koji se otežava zahtevom za postojanje komora za smeštaj pogona u zoni poremećaja.

Prelazi preko poremećaja koji su paralelni sa linijom širokog čela su manje teški i jednostavno se izvršavaju otvaranjem profila bilo u podini bilo u krovini sloja zavisno od toga da li se radi o zadizanju ili srušavanju sloja, te se kod normalnog rada za ovakve slučajeve u zoni poremećaja mora računati sa gubitkom ugljene supstance (vidi sliku 7). Kod prvog slučaja ugao zadizanja čela ne treba da prelazi vrednost od $12-15^{\circ}$, a u drugom ugao srušavanja ne sme biti veći od $8-10^{\circ}$. Utovar otpucanog materijala se obično vrši utovarnim elementom mašine, a ako se kod zadizanja čela radi o mekanoj podini i ukoliko ometa mehanizovan utovar, onda lopatom.

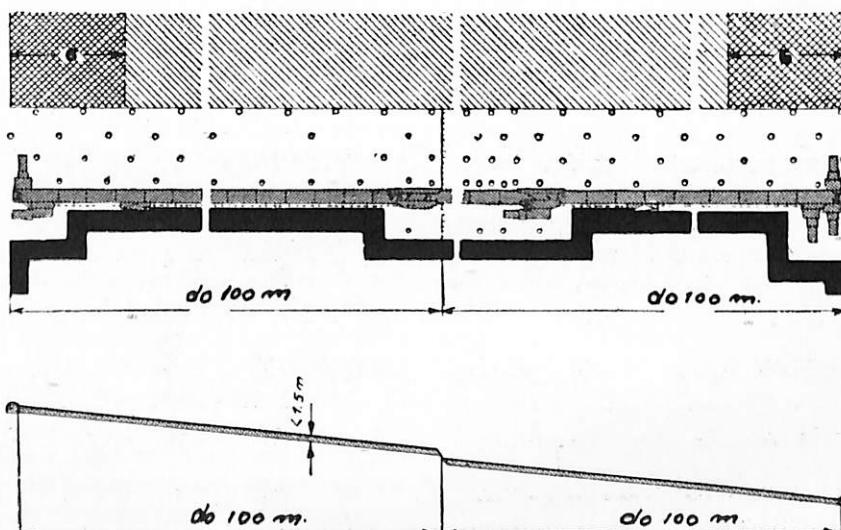
c) Iskljinjenje sloja. — Ova neugodnost u ponašanju sloja isključuje mogućnost primene mašina, čiji radni elemenat ima veliku visinu zahvata odnosno onih mašina kod kojih se visina zahvata radnim elementom ne može regulisati (podsekačice sa bubnjem, Trepanner, kombajni tipa Donbas, kombajni DU-1, K-52, KKP-1 i skreperi). Naročitu povoljnost u ovome smislu pružaju strugovi, kod kojih se visina zahvata može jednostavno prema potrebi regulisati, kao i mašine čije su konstrukcije podešene ovim uslovima (Bohrschrämlader, kombajni GKD-3, K-55, UKT-2). Kod manje izraženih slučajeva i mekših pratećih stena nekim mašinama pogodnim za rad u tvrdom materijalu (vidi sledeći stav), ova neugodnost se savlađuje radnim elementom mašine (zahvatanje i stena), inače se mora upotrebiti eksploziv.

d) Tvrdoća uglja. — Praktična primena pojedinih mehanizovanih postupaka pokazuje, da u slojevima sa ugljem tvrdoće $f \leq 1$ i $1 \leq f \leq 2$ i pod ostalim povoljnim montan-geološkim i fizičko-mehaničkim uslovima treba primenjivati postupke zasnovane sa mašinama koje rade na principu rovljenja. Zbog maksimalne iskoristivosti mašinskog vremena (svaki hod mašine je produktivan) u ovo-

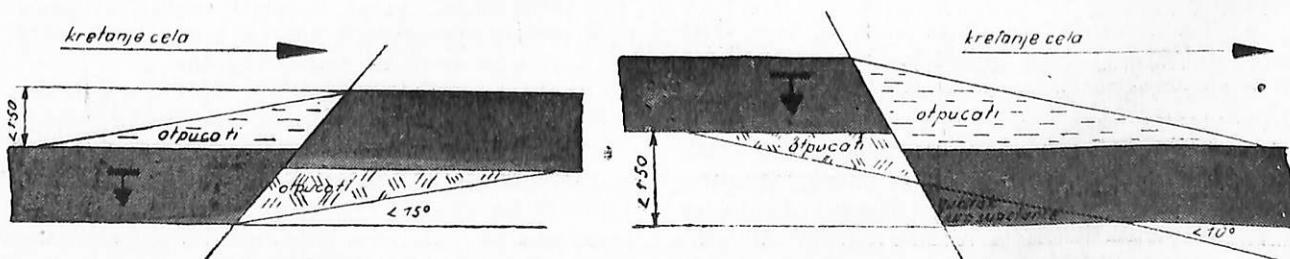
me smislu najveći ekonomsko-tehnički efekat pružaju strugovi, a kod vrlo mekih ugljeva ($f \leq 0,8$) skreperi za rovlenje. Za tvrde ugljeve i ugljeve čiji je sloj prošaran jalovim umecima treba primenjivati postupke sa mašinama koje rade na principu rezanja, pri čemu svakako treba ustanoviti ekonomski efekat uvođenja mašine u rad obzirom na intenzivno habanje režućih noževa u ovakvim uslovima. Uz to, za slojeve u kojima jalovi umeci menjaju visinu zaledanja u sloju i kada su ovi ulošci vrlo tvrdi, treba uvoditi mašine kod kojih se brzina rezanja reguliše hidrauličnim putem, na koji način se jedino pravovremeno može podesiti potreban režim dobijanja, izazvan promenom uslova rezanja.

Naši ugljevi, naročito mrki, izraženom tvrdićom, postojanjem jalovih umetaka u sloju i njihovim neregularnim ponašanjem, ograničavaju uvođenje mehanizovanih postupaka dobijanja direk-

nim putem, a u najviše slučajeva otkopni pritisak na liniji čela nije dovoljan da stvori uslove za efikasno delovanje radnog elementa mašine u sloju. Ova teškoća se može prethodnim postupcima, zasnovanim na principu prethodnog olabavljenja sloja, znatno ublažiti i to: prethodnim olabavljenjem sloja pomoću eksploziva (klasičan i nedovoljno siguran postupak zbog neravnomernosti delovanja eksplozija), prethodnim olabavljenjem sloja pomoću lagumanja sa vodnom infuzijom što je naročito razvijeno u Engleskoj upotrebom specijalnog eksploziva „Hidrobel“ i štapina Cordtex, zatim prethodnim olabavljenjem sloja pomoću vodne infuzije pod visokim pritiskom do 300 atm (postupak naročito razvijen u Zap. Njemačkoj i SSSR-u) i prethodnim olabavljenjem sloja infuzijom komprimiranog vazduha pod velikim pritiskom do 800 atm, (postupak Armstrong, naročito primenjen u Francuskoj i SAD). Osim oticanja opasnosti koje



Sl. 6 — Način mehanizovanog otkopavanja sloja pomoću dva struga, ako je tektonski poremećaj normalan na liniju čela.



Sl. 7 — Način prelaza širokim čelom poremećaja koji je paralelan sa linijom čela.

olabavljenje sloja eksplozivom pruža u opasnim jama, infuzioni postupci na olabavljenju sloja su naročito pogodni zbog toga, što je intenzitet delovanja infuzije približno jednak u svim tačkama infuzijom napadnutog područja, čim se mašini obezbeđuju približno jednaki i mirni uslovi rada.

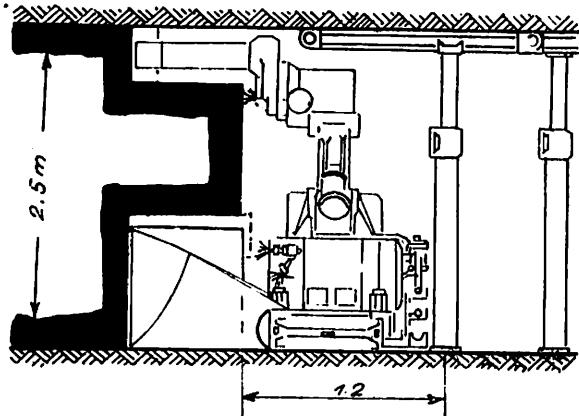
Ovaj problem se u Sovjetskom Savezu u najnovije vreme rešava i na taj način što se u odgovarajućim montan-geološkim uslovima paralelno sa linijom čela u ugljenom sloju, sinhrono napredovanju čela, buše rupe velikog promera ($1/3$ do $1/2$ moćnosti sloja), te na taj način izaziva otkopni pritisak koji svojim delovanjem potpomaže efekat mašina, naročito onih koje rade na principu rovљenja (strugovi i skreperi). Navedenim pomoćnim postupcima postignuti su zadovoljavajući rezultati kod ograničenog broja mašina za tvrde ugljeve, koje se ovim indirektnim putem i u vrlo tvrdim ugljevima mogu uspešno primeniti (brzohodna bubičasta podsekačica, strug za tvrdi ugalj i aktivirani strug sa malom dubinom zahvata do 6 cm, kombajn K-55, UKT-2, Gornjak-1, kombajn K-52, kombajn „Bohrschrämlader“, ramovi i Trepanner).

e) Sraslost uglja sa krovinom ; podinom i karakter podine

Ova slojna neugodnost može kod neispravnog izbora mašina da izaziva vrlo mali učinak mašina i širokog čela uopšte. Tako, ako se npr. ugalj vrlo teško odvaja od krovine, potrebno ga je otpucavanjem ili pomoću otkopnih čekića razdvojiti i iskoristiti, u slučaju primene svih mašina koje konstruktivno ne dozvoljavaju ugrađivanje nikakvih posebnih radnih elemenata za ovu svrhu (sve mašine koje rade na principu rovљenja i kombajni kada se primene u sloju moćnjem od konstruktivne visine zahvata sloja radnim elementom). Sa tehničko-ekonomskog stanovišta za ovakve slučajevе treba izabrati mašine kojima je omogućeno zahvanje radnim elementom čitave visine sloja ili etaže (npr. podsekačica sa bubenjem sa ugrađenim gornjim lancem, ili bubenjem, kombajn čija konstruktivna zahvatna visina odgovara moćnosti sloja ili etaže i dr. — vidi sliku 8.)

Sa podinom srastao ugalj ne pričinjava velike teškoće za primenu mašina koje rade na principu rezanja; međutim, kod onih, koje rade na principu rovљenja, mogu nastupiti razne pogonske neugodnosti (delovanje radnog elementa na sloj sa minimalnom površinom, ispadanje elementa ili mašine iz težišne ose, i sl.). Takvi slučajevi kod primene

ovih mašina nastaju iako između uglja u sloju i stene u podini postoji osetna razlika (ugalj tvrd — podina jako meka, ugalj mek — podina jako tvrda — vidi sliku 10, za slučaj struga). Meka podina, jako izlomljena ili valovita, izaziva velike teškoće za sve mašine, čije je vođenje pored otpremnog transporteru ili koje sopstvenom težinom vrše veliki specifični pritisak na tle, kada, bilo mašina ili njen radni element zadiru u podinu, što izaziva: velika opterećenja na vučnom užetu ili lancu i pogonu mašine, brzo habanje noževa za rovљenje i rezanje, ispadanje mašine iz težišne ose i onečišćenje ugljene supstance. Mašinama, čije je vođenje duž širokog čela konstruktivno rešeno po otpremnom transporteru (sporohodna i brzohodna podsekačica, Trepanner, kombajn K-52) se lako svedaju ove teškoće, jer je njihova dubina zahvata u pravcu podine iznad nivoa kontaktne ravni transporteru i podine (vdi sliku 14). Ovoj korisnoj osobini ovakvih tipova mašina, međutim, suprostavljaju se kod eksploatacije tankih slojeva i slojeva koji prate iskljinjenja, zahtevi za vrlo opreznim uvođenjem istih u rad, zbog povećanja slobodnog prostora koji se mašini mora obezbediti, jer inače može doći do njenog blokiranja i zastoja u pogonskom režimu čela.



Sl. 8 — Mechanizovano otkopavanje uglja u slučajevima kada je ugalj srastao sa krovinom — slučaj primene podsekačice sa bubenjem.

f) Uticaj mehanizovanog dobijanja na krupnoću uglja

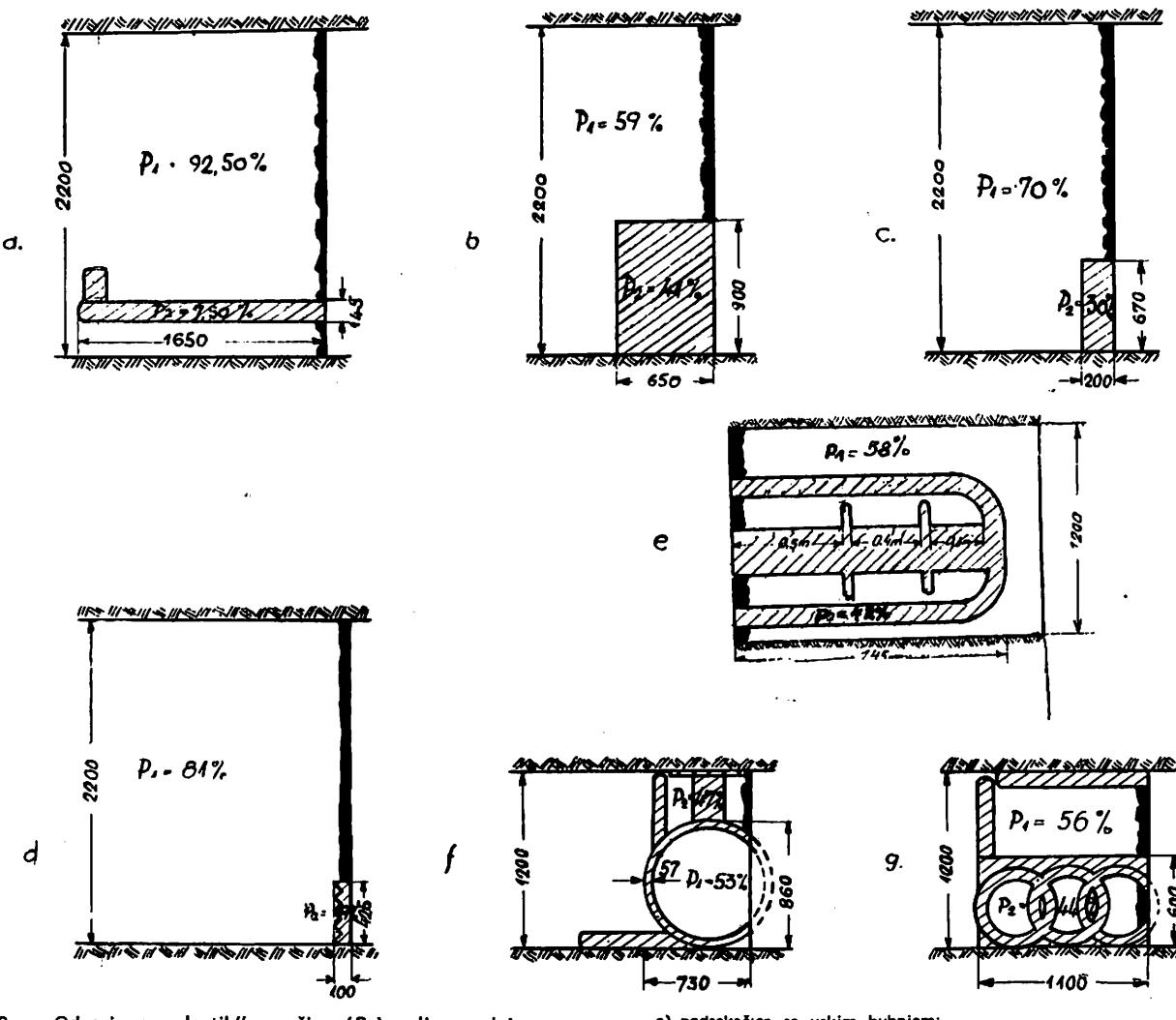
Mehanizovani postupci dobijanja svakako imaju za posledicu povećanje procenta sitnog uglja. Zbog razlike u prodajnim cenama pojedinih asorti-

mana uglja koje rastu sa krupnoćom prodajnog uglja, kao i tehnoloških gubitaka koji nastaju kod utovara, transporta, prečišćavanja i lagerovanja uglja (kvantitativni gubici), kao i velikih toplotnih gubitaka koji nastaju kod tehnološke upotrebe uglja (kvalitativni gubici), potrebno je uticaj mašine na međusobne odnose klase krupnoće, dovoljno studiozno objasniti, pri čemu osim uticaja radnih

elemenata mašine na ugljeni sloj, treba dobro upoznati i fizičko-mehaničke osobine uglja.

Kod studiranja ovog problema naročitu pažnju treba obratiti na izbor mašina koje rade na principu rezanja, kao i na principu skrepera za rovlenje.

Na priloženoj slici 9. prikazane su za pojedine mašine tzv. „teške površine sloja“ koje su ugro-



Sl. 9 — Odnosi „napadnutih“ površina (P_2) ugljenog sloja prema „nenapadnutim“ površinama (P_1), kod nekih mehanizovanih postupaka dobijanja uglja.

- a) klasična podsekačica sa lancem i pečurkom;
- b) podsekačica sa bubenjem;

- c) podsekačica sa uskim bubenjem;
- d) strug;
- e) kombajn Donbas-1;
- f) trepaner;
- g) kombajn Fa Korfmann.

žene radnim elementima mašine od intenzivnog usitnjavanja uglja. Procentualni odnosi neugrožene i ugrožene površine dati su za mašine: klasična podsekačica, podsekačica sa bubenjem, podsekačica sa uskim bubenjem i strug za sloj moćan 2,20 m (visina projektovanih etaža za glavni sloj u Brezi) i za Trepanner, Korfmann-ov kombajn i kombajn Donbas-1 za sloj moćnosti 1,2 metra.

Ove površine su teoretski obračunate prema površini radnog elementa koji „napada“ odgovarajuću površinu sloja, s tim što se napominje da je za strug ovo relativna vrednost, jer njegov radni

element praktično ne reže odnosno podseca ugalj, već rovi i procentualno učešće napadnute površine strugom, a prema tome i sitnog uglja, može biti odnosno uticaju radnog elementa samo manje od obračunatog (podrazumeva se da se vučni lanac struga vodi kroz zaštitnu cev, a ne da je slobodan na čelu).

Na tabeli 4 se navode ispitivanja izvršena na rudnicima Fürst-Leopold i Prosper u Zapadnoj Nemačkoj sa nekim od dosada navedenih mašina u slojevima moćnim 1,25 i 1,30—1,40 m sa plamenim ugljem (Flammkohle).

Tabela 4¹⁾

Krupnoća mm	Sloj moćnosti 1,25 m		Sloj moćnosti 1,3 — 1,4 m					
	klasična podsekačica %	Trepanner %	klasična podsekačica i minifranje %	obična podsekačica sa bubenjem %	podsekačica sa spec. bubenjem i port. pl. %	kombajn firme „Korfmann“ %	strug bez povratne cevi za lanac	strug sa povratnom cevijom za lanac
+ 80	16,1	18,6	19,7	13,5	16,7	13,8	13,9	17,3
80 — 10	42,4	48,5	53,0	44,9	54,3	52,1	52,2	52,2
10 — 1	32,3	25,9	21,7	81,9	22,1	25,5	24,3	21,9
1 — 0	9,2	7,0	5,6	9,7	6,9	8,6	9,6	8,6
Ukupno	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Sa većom moćnosti sloja razumljivo je očekivati manji uticaj radnih elemenata mašine na usitnjavanju uglja, te prema tome očekuje se i manje procentualne relativne vrednosti za klase uglja ispod 10 mm. Autor nije mogao doći do podataka koji pokazuju, kakav uticaj na assortiman vrše ostale u referatu navedene mašine, a naročito što se tiče mašina sovjetske proizvodnje. Ipak na osnovu podatka, koji se u tomu 7 enciklopedije „Gornoe delo“ — izdanje 1959. godine, strana 97. navodi, i u sovjetskoj praksi praktični rezultati odnosno assortimana ukazuju na prednost koju pružaju mašine zasnovane na principu rovljenja. Tako je u rudniku S. M. Kirov, kombinata Lenjinugalj u Kuzbazenu u sloju moćnom 1,35 — 1,55 m i u uglju tvrdoće $f = 0,8 — 1,1$ umesto 33% uglja klase 13—150 mm ostvarenih sa kombajnom „Donbas“, ostvareno primenom struga KS-2 m 61% iste klase.

II. Pregled mašina za mehanizovano dobijanje uglja sistemom širokočelnog otkopavanja.

Postojeće mašine za mehanizovano otkopavanje mogu se razvrstati u sledeće grupe:

1) Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na p.incipu rovljenja uglja i sa uskim zahvatom:

a) mašine za otkopavanje horizontalnih i blago nagnutih slojeva,

b) mašine za otkopavanje strmih slojeva.

2) Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na principu rezanja uglja i sa uskim zahvatom:

a) mašine za otkopavanje horizontalnih i blago nagnutih slojeva,

b) mašine za otkopavanje strmih slojeva.

¹⁾ Prema „Schägel und Eisen“ br. 4/1960. str. 234.

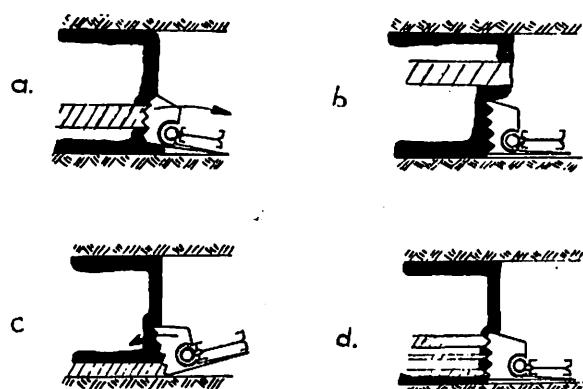
3) Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na principu rezanja i sa širokim zahvatom za horizontalne i blago nagnute slojeve.

Tabelarni pregled mašina koje će ovde biti opisane sa osnovnim karakteristikama istih priložen je u tabeli 10.

Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na principu rovljenja uglja i sa uskim zahvatom

a) Mašine za otkopavanje horizontalnih i blago nagnutih slojeva. — Glavni predstavnici ovog tipa mašina su: strug i skreper za rovljenje. Postupak dobijanja uglja sa skreperom je prikazan na slići 12.

S t r u g. — U evropskoj praksi ova mašina zauzima najvažnije mesto u primeni mehanizovanog otkopavanja uglja, a naročito u francuskim, nemачkim, belgijskim, ruskim i holandskim ugljenokopima. Tako npr. od ukupne proizvodnje u rurskom basenu oko 21% se dobije primenom struga.



Sl. 10 — Najčešće nezgode kod rada strugom:

a) strug zadire u meki ugaj ili mekšu podinu. Zadiže transporter; b) proslojek jalovine se ne obrušava. Potrebna dopunska intervencija; c) strug zadire u meki ugaj i zadiže transporter; d) utrošak noževa je veliki, a dubina zahvata mala. Moguće klizanje bez učinka.

Apsolutno nužan uslov za primenu ove mašine je slobodan otkopni front. Sa rudarskog stanovišta tvrdoča uglja pogodna za primenu struga treba da je mala do srednje, mada su u novijoj praksi razvijene konstrukcije (Beien, Westfalia, ruski kombajn — strug KS-2M) sa specijalno izobličenim i raspoređenim noževima, koje se mogu primeniti i u vrlo tvrdom uglju. Iste firme rade u poslednje

vreme na isprobavanju tzv. aktiviranog struga za primenu u tvrdom uglju.

Što se tiče moćnosti sloja, primena struga je ograničena minimalnom vrednosti visine radnog elementa struga koji određuje najmanju moćnost sloja na 35 cm, dok je maksimalna vrednost moćnosti praktično neograničena.

Počinjanje proslojaka u ugljenom sloju kao i kvalitet podine takođe imaju veliki uticaj na efikasnu primenu struga. Ove nezgode prikazane su na priloženoj slici 10.

Uopšteno može se reći, da primena struga pruža najpovoljnije uslove za podgrađivanje na širokom čelu zbog osobine struga da mu je zahvat mali i podgrađivanje apsolutno sinhrono može da sledi dobijanju. Ipak je nužno poznavanje krovine da bi se donela odluka o primeni struga, bar što se tiče mogućnosti održavanja slobodnog razmaka između prvog reda stupaca i linije čela, koji za strug iznosi min. 1,20 m. Primena hidraulične samohodne podgrade svakako da samo olakšava rešavanje ovog problema (prirodno smanjuje razmak između otkopnog fronta i starog rada, te se tim postiže manji uticaj otkopnog pritiska na liniju čela), ali se smatra da je za njenu primenu zbog visokih troškova nabavke i investicionog održavanja, nužno ostvariti dnevno napredovanje čela 1 min. = 1,8 m, već prema moćnosti sloja i dužini širokog čela.

Mali tektonski poremećaji — do 1,5 m visoki, ne čine danas smetnju za primenu struga, jer su pojedine firme (Westfalia, Beien, Samson, Huston i dr.) usavršile svoje konstrukcije do tog stepena da se ove smetnje lako savlađuju. U određenim uslovima moguća je organizacija rada sistemom multi-strugova.

Posebno zatezanje pripadajućeg transportera, a time i struga, izvršava se mehanički — ručnom manipulacijom. Zapadno nemacka firma Beien je, međutim, za svoju konstrukciju struga mehanizovala i ovu radnu operaciju primenom mehaničkog zatezana posredstvom hidrauličke komande.

Radni element struga ne prate električni kablovi, što je naročito važno sa stanovišta opšte i pogonske sigurnosti na širokom čelu, a to je zajednička karakteristika svih mašina koje rade na principu rovljenja.

Pomicanje pripadajućeg transportera, a time i struga je mehanizovano primenom hidrauličnih ili gurača na komprimirani vazduh, kojima se istovremeno obezbeđuje i potreban pritisak noževa struga na ugljeni sloj, čime je omogućeno maksimalno korišćenje sile rovljenja, rezultirajuće na radnom ele-

mentu struga iz ove potisne sile gurača, sile vučnog lanca i otpora uglja rovljenju.

Kapacitativnu sposobnost struga znatno povećavaju pomenuti postupci za prethodno olabavljenje sloja, naročito ako se radi o uglju srednje tvrdom i pod normalnim okolnostima dostiže vrednost od 2,2 m²/min.

Što se tiče optimalne dužine čela sa primenom struga važi u rudarskoj praksi pravilo, da je ekonomска dužina hoda struga opravdana do 240 m, mada su u praksi poznati i slučajevi primene do 400 m.

Strug sam za sebe ne ograničava radni ciklus na širokom čelu i on je zavisan od drugih rudarsko-tehničkih organizacionih rešenja, te je u tom smislu strug najpogodnija danas poznata mašina. Ovo omogućuje postizanje vrlo visokih pokazatelja odnosno dnevног napredovanja širokog čela, koja su u holandskoj rudarskoj praksi u tankom sloju iznosila i do 6 m/dan u dve smene. Velika brzina kretanja radnog elementa (0,38 m/sek) omogućuje dobijanje uglja i otvaranje krova u vrlo uskom zahvatu, koji kod struga zavisno od tvrdoće uglja iznosi 5—15 cm.

Mogući granulometrijski odnosi u sastavu rovnog uglja prikazani su u tabeli 4.

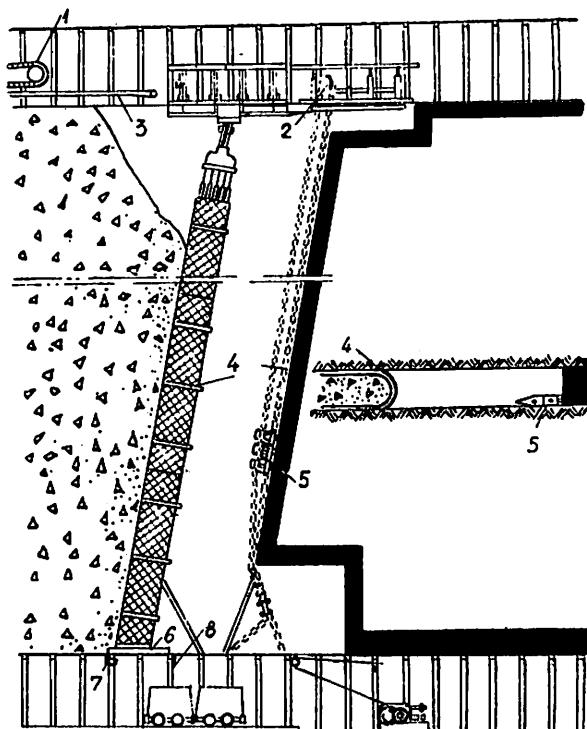
Skreper za rovljenje i otpremu uglja. — Za meki i srednje tvrdi ugalji, a naročito ako je sloj sa jako izraženom cepljivosti i male moćnosti (0,40—1,0 m), skreper za rovljenje i otpremu uglja sa širokog čela predstavlja vrlo jednostavnu rudarsku napravu (vidi sliku 12). Kako se na slici vidi, potreban pritisak na čelo se ostvaruje pomoću povratnog lanca i kod ove konstrukcije naprama starim, nisu potrebni cilindri za potiskivanje. Dužina širokog čela je ograničena kapacitetom sanduka skrepera (0,3 do 1,0 m³) i maksimalno dostignuta iznosi 200 m.¹⁾ Pogodnom kombinacijom dva postrojenja prema slici 16 može se dostići i dužina čela do 240 m. Njegova primena zahteva u slučaju pomenute nove konstrukcije, slobodan front širok 1,4 m. U pogledu jalovih proslojaka u sloju kao i kvaliteta podine vrede iste primedbe rečene za strug.

Učinak na širokom čelu, koji se postiže skreperom, varira od 3—13 tona. Međutim, pored svih pogodnosti, kod analize rada sa ovim postrojenjem može se izvući zaključak da se pri radu skrepera u krtom i trošnom uglju, ugalj u priličnoj meri usitnjava.

¹⁾ Prema „Gornoe delo“, tom 7, str. 98.

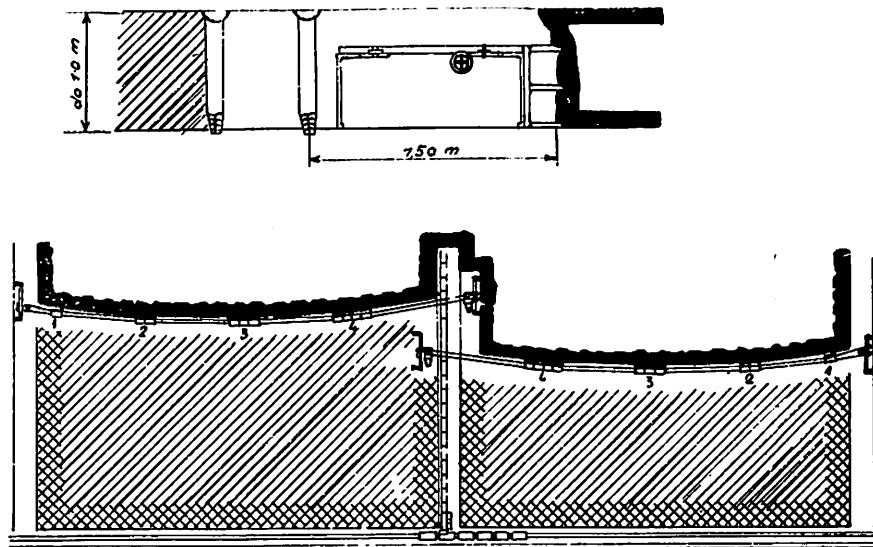
b) Mašine za otkopavanje strmih slojeva. — Za dobijanje uglja na principu rovljenja u slojevima sa uglom zaledanja 30—90° i moćnim 0,3—2,0 m, industrijsku primenu takođe imaju strug, nazvan „strug za strme slojeve“ i skreperi. Postupak dobijanja strugom je prikazan na slici 11. Prema podacima stručnog časopisa „Schlägel und Eisen“ No 4/1960, str. 233, uključivo 1959 g., oko 30 strugova za strme slojeve se nalazilo u pogonu u zemljama Zapadne Evrope. Dostignuta dužina širokog čela iznosi 200 m, a dnevna proizvodnja 500 t/dan, sa učinkom na dobijanju 12—15 t/n.

U oknu „Nikitovka“ — Donbas, vršeni su još 1949. god. opiti za primenu struga (strug Njekra-



Sli. 11 — Mechanizovano dobijanje uglja u strmom sloju.
1 — doprema zasipa; 2 — pogon struga; 3 — pretovarač; 4 — pokretna mreža; 5 — strug; 6, 7, 8 — elementi za zatezanje.

sovskog) u sloju sa uglom zaledanja 60—62° (organizacija rada prema slici 11 i prema A. D. Panovu — „Uzkozahvatanja viemka uglja“, str. 100. iz danje Ugljetehizdat 1958 g.) — postignuti su u poređenju sa dotadašnjim načinom dobijanja pomoću otkopnih čekića kod dužine čela 110 m i moćnosti sloja 0,85 m, rezultati prikazani u tabeli 5.



SI. 12 — Dobijanje uglja skreperom za rovlenje (kombinovani sistem).

Tabela 5

Način dobijanja	Mesečno napredovanje čela		Učinak svih zaposlenih na čelu	Troškovi proizvodnje 1 tone uglja
	m	%		
Otkopnim čekićem	33,6	100	100,0	100,0
Strugom	44,0	131	159,0	76,0

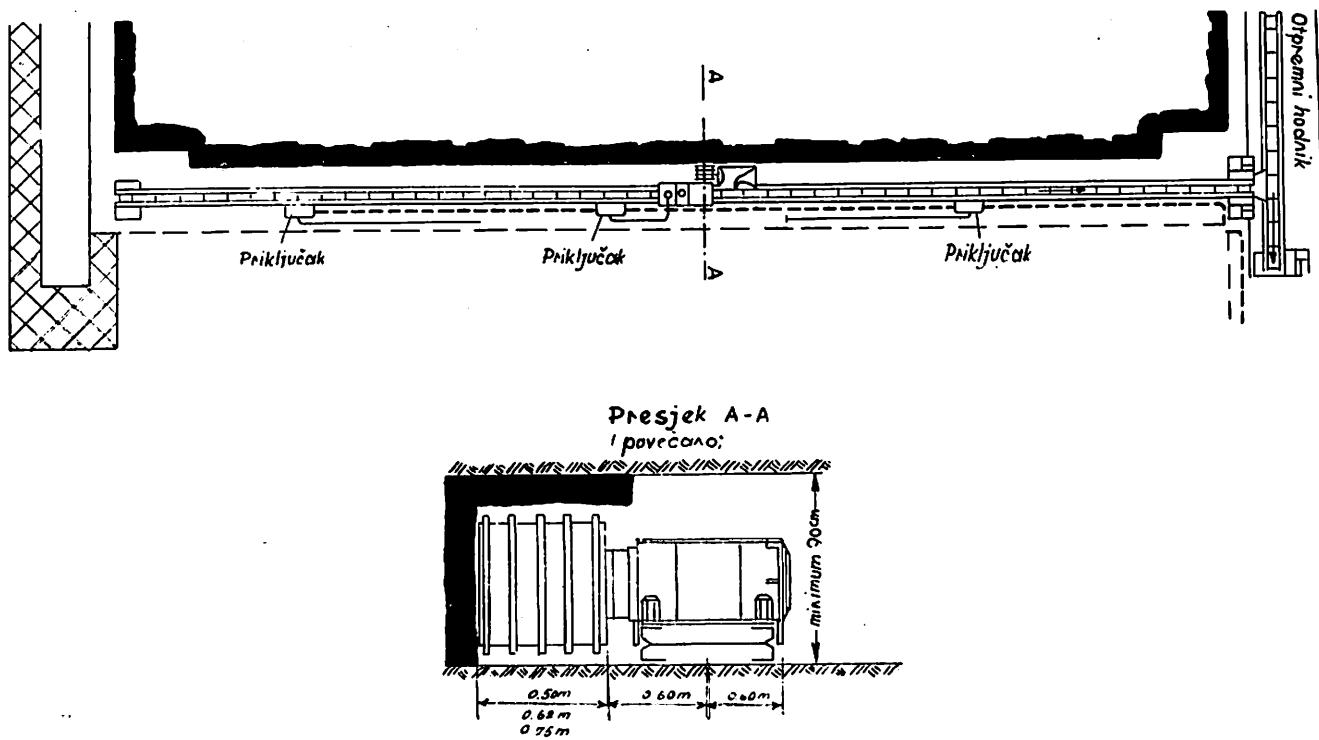
Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na principu rezanja i uskim zahvatom

a) Mašine za otkopavanje horizontalnih i blago nagnutih slojeva. — Najvažniji predstavnici ovog tipa mašina su: sporohodna podsekačica sa bubenjem, brzohodna podsekačica sa bubenjem Trepanner, kombajn DU-1, i kombajn K-52, a postupak dobijanja uglja sa nekim od njih je prikazan na slikama 13, 14, 15 i 16.

Sporohodna podsekačica sa bubenjem. — Razvijeno je više tipova ovih sa utovarnim plugom kombinovanih podsekačica (Britisch Jeffrey Diamon — „Anderton“, Sagem - S 16, Eickhoff-WSE IV, kombajn K-52).

Mašina je vrlo pogodna za mehanizovano dobijanje uglja u vrlo tvrdim slojevima i slojevima sa proslojcima jalovine, što se postiglo pogodnim razmeštanjem noževa na rotirajućem bubenju. U odno-

su na strug ova mašina ipak ima nedostatak, da u procesu dobijanja ne radi kontinuirano, već iziskuje posebne faze dobijanja i utovara. Prirodno je očekivati da je zbog toga i učinak podsekačice sa bubenjem u poređenju npr., sa strugom manji, koji kod brzine kretanja pri dobijanju od 2 do 2,5 m/min, brzine kretanja pri utovaru od 5 m/min, i dubine zahvata 0,75 m, iznosi 1,3 do 1,5 m²/min. Podsekačica se primenjuje za slojeve koji su deblji od 1,0 m, obzirom da je minimalni prečnik bubnja 750 mm. Gornja granica moćnosti je praktično neograničena, ali su najpovoljnije moćnosti od 1,3—1,6 m, mada se primenjuje i do gornje vrednosti 2,5 m, u kom slučaju se za obrušavanje krovnog uglja (ukoliko sam ne ruši) ugrađuju dodatni elementi za obrušavanje (horizontalan lanac, valjak i sl.). U ovom slučaju treba biti obazriv, jer nagla i prerana obrušavanja mogu prouzrokovati blokiranje mašine.



Sl. 13 —Dobijanje uglja podsekačicom sa bubenjem.

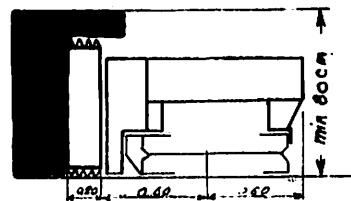
Optimalna dužina širokog čela za primenu ove mašine je između 160 i 200 m. Međutim, kao vrlo bitan elemenat, koji treba uzeti u obzir kod uvođenja ove mašine, je njen uticaj na odnos assortmana u dobijenom uglju, koji je utoliko nepovoljniji što je moćnost sloja manja. U tabeli 4 se vide međusobni odnosi assortmana kod primene pojedinih mašina, prema kojim su klasične podsekačice i podsekačice sa bubenjem dale najnepovoljnije rezultate. Istina, nemacka firma Gebr. Eickhoff je uspela da usavrši konstrukciju rotacionog valjka i utovarnog pluga do tog stepena da su u pogledu assortmana, uvođenjem specijalnog bubnja (Grobwalzer) i portalnog pluća, postignuti vrlo dobri rezultati (vidi tabelu).

Slojne neugodnosti (nepravilan tok jalovih proslojaka, meka podina, jalovi proslojci uopšte, skokovi) nisu međutim ograničenje za uvođenje mašine, jer se one njome savlađuju.

Mašina je konstruisana za hod po pripadajućem transporteru, a pomicanje transporteru i mašine se vrši mehanizovano pomoću gurača. Vođenje novih konstrukcija mašina vrši se pomoću vučnog lan-

ca, umesto užetom te su time otklonjene opasnosti koje može da prouzrokuje kidanje užeta (ozlede osoblja, survavanje mašine kod nagnutih čela i sl.). Takođe, kod novijih konstrukcija se brzina kretanja reguliše hidrauličnim putem zavisno od tvrdće uglja, što je naročito doprinelo intenzivnjem uvođenju ove mašine u proizvodnji uglja.

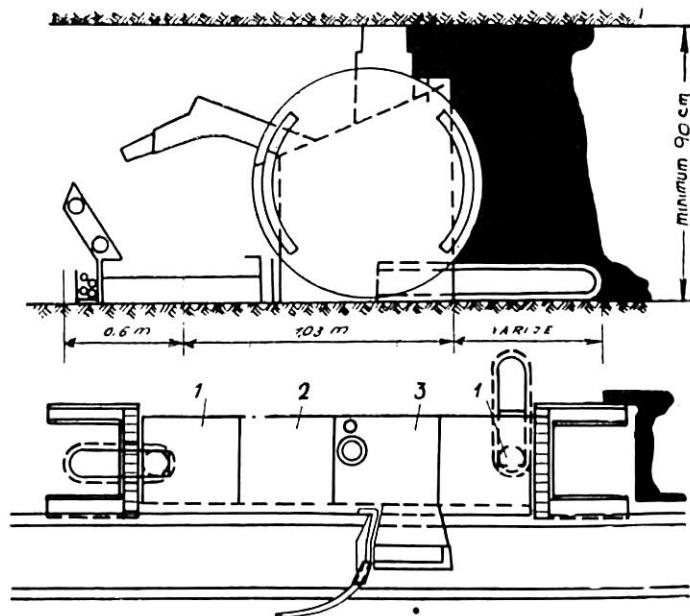
Električni kablovi, nažalost, prate ovu mašinu kao i sve druge mašine koje rade na principu rezanja uzduž širokog čela, ali se sa slike 13 vidi kako se ovaj problem ublažava (sa stanovišta sigurnosti i veće izdržljivosti kabla).



Sl. 14 — Šematski prikaz djelovanja podsekačice sa uskim bubnjem.

Brzohodna podsekačica sa bubnjem (podsekačica sa uskim bubenjem). — Zapadno nemačka firma Gebr. Eickhoff razvila je ovu podsekačicu za otkopavanje vrlo tvrdih ugljeva i za krovinu koja zahteva otvaranje u uskom zahvatu. Od sporohodne podsekačice sa bubenjem se razlikuje u tome, što su joj oba hoda radna tj. produktivna i što se manjom dubinom zahvata i manjim prečnikom bubenja brže reže ugljeni sloj, tako da je kao i kod primene struga moguće sprovesti uspešno poduhvatanje krovine u željenom momentu. Zbog radnih uslova (ugalj vrlo tvrd), sa radnom brzinom od oko 3,5 m/min, njome se postiže relativno nizak učinak od oko $0,75 \text{ m}^2/\text{min}$, tako da

menu u engleskoj industriji uglja, a proizvodi je engleska firma Anderson Boys. Mašina je sa dvostranim dejstvom, a dobivanje se vrši kombinovanim rotacionim i režućim podsecanjem i odvaljivanjem. Vođenje mašine je stranačno po dvolančanom transporteru, te se pomicanje mašine i transportera vrši istovremeno pomoću mehaničkih potiskivača. Dubina zahvata iznosi približno 70 cm, a radna brzina do 2,4 m/min. Donja granična vrednost moćnosti sloja u kojem se može primeniti je 1,0 m. Učinak mašine iznosi 1,2 do $1,8 \text{ m}^2/\text{min}$. Za rezanje uglja koji je srastao sa krovinom i koji se teško oslobađa od krovine, mašina je snabdevena jednim horizontalnim valjkom čija se visina reguliše



Sl. 15 — Trepanner — šematski prikaz
1 — radni element; 2 — pogon; 3 — utovarni element.

je, za postizanje optimalnog učinka približno jednakom učinku drugih mašina, potrebno na čelu dužom 200 m instalirati najmanje 3 ovakve mašine. Pošto je mašina lage konstrukcije, a i cena joj je u poređenju sa drugim mašinama znatno niža, to ugradnja dve ili više jedinica na čelu ne poskupljuje troškove proizvodnje u poređenju npr. sa sporohodnom podsekačicom. Minimalna visina sloja u kojem se mašina može primeniti je 0,80 m.

Kombinovana mašina „Trepanner“. — Ova mašina, pogodna za otkopavanje tvrdih i vrlo tvrdih ugljeva, našla je naročitu pri-

hidrauličkim putem. Ispitivanja izvršena u rudniku Walsum — Zapadna Nemačka u pogledu odnosa assortimana, su pokazala relativno povoljnju krupniju uglja. Procenat uglja ispod 10 mm je iznosio 32,9%.

Kombinovana mašina „K-52“. — Primjenjuje se kod otkopavanja ugljeva različite tvrdoće i radi u kompleksu sa dvolančanim transporterom (vidi sliku 16). Sličan je sporohodnoj podsekačici sa bubenjem, samo što osim donjeg ima i gornji radni valjak, kojim se obrušava ugalj iznad nivoa rezanja donjim valjkom. Imala radnu brzinu kretanja do 3,9 m/min., te

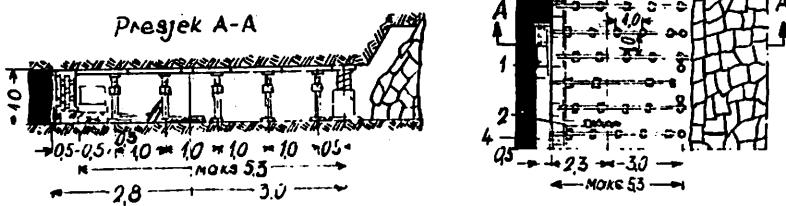
se time postiže za oko 20% veći učinak u poređenju sa podsekačicom sa bubenjem.

Primenjuje se u slojevima moćnosti 0,9—1,6 m i sa padom do 25°. Dubina zahvata je standardna za ovaj tip mašina: 0,50, 0,62 i 0,75 m. Nedostaci istaknuti za sporohodnu podsekačicu sa bubenjem odnose se i na ovu mašinu.

b) Mašine za otkopavanje strmih slojeva. — Mechanizovanje otkopavanja strmih slojeva mašinama koje rade na principu rezanja, a čiji zahvati su praktično u granicama od 0,5 do 1,0 m mora da bude zasnovano na nekoliko prethodnih uslova i to:

- krovina sloja mora da bude takvog kvaliteta, da nije nužno njen poduhvaćanje sve dok mašina ne obavi njen ciklus, jer se za vreme nabijanja na čelu ne smeju i iz si-

učešćem jalovih pröslojaka u ugljenom sloju i u sloju čija krovina dozvoljava nepodgrađenu površinu od 10—12 m². Ne može se primeniti u slojevima uglja koji su srasli sa krovinom odnosno podnom. Radni element struga čini rotirajuća glava sa noževima, koji zadiranjem u sloj na dubinu zahvata od 50—200 mm režu i obrušavaju ugalj iz sloja. Duž širokog čela kombajn se kreće po saonama koje su ukrućene na podgradu usled čega kombajn ne može da „pobegne“ u stari rad. Kod otkopavanja mekog uglja kombajn radi u oba smera, a kod otkopavanja srednje tvrdog uglja samo pri hodu na gore. U gornjem delu kombajna se nalazi odeljenje za pratioca kombajna koji odavde daljinski upravlja funkcionisanjem vitla, a ovaj deo istovremeno služi i kao bina za radnike zaposlene na podgradivanju. Kombajn se primenjuje u slojevima



Sl. 16 — Dobijanje uglja kombajnom K-52.

1 — kombajn; 2 — cilindri za pomicanje transporter; 3 — kombajn UKT za izradu komore.

gurnosnih razloga izvoditi nikakvi radovi sa ljudskom posadom.

- ugalj se mora lako da oslobađa od krovine i podine za vreme rada mašine, a pri tom, ona treba da ga zahvati u celosti.
- mašine moraju da budu osigurane osim vučnim užetom i vučnim lancem i sigurnosnim užetom sa najmanje trostrukom sigurnošću, da ne bi u slučaju prekida vučnog lanca ili užeta došlo do obrušavanja mašine.

Najpouzdaniji opiti i praktični rezultati u otkopavanju strmih slojeva potpuno mehanizovanim stupcima ostvareni su u sovjetskoj rudarskoj industriji, u kojoj je razvijen niz kombinovanih mašina, a kao praktično najprovereniji predstavnici ističu se kombajni KKP-1, K-55 i GKD-3.

Kombajn KKP-1. — Postupak dobijanja kombajnom KKP-1 kao i izgled kombajna su prikazani na slici 17. Kombajn se primenjuje za otkopavanje mekih i srednje tvrdih ugljeva, sa malim

moćnim 0,8—1,3 m. Kombajnom se u povoljnim uslovima postižu vrlo dobri rezultati. Tako npr. u oknu Rumjancev — Donjecki basen, na širokom čelu dugom 90 m primenom ovog kombajna postiže se smensko napredovanje od 2,0—2,2 m¹).

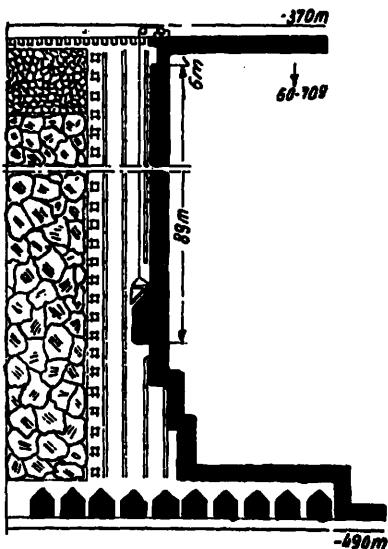
Kombajn K-55. — Poseduje kao radne elemente dva ozubljena valjka (donji i gornji), a primenjuje se za dobijanje uglja različite tvrdoće, u slojevima sa zaleganjem od 35—80° i moćnosti 0,7 do 1,3 m. Dubina zahvata kombajnom iznosi 1,0 m. Gornji valjak je pokretan i visina njegovog delovanja se može regulisati spuštanjem posredstvom hidrauličkog cilindra do 1,3 m. Dobijanje uglja se vrši pri hodu kombajna odozgo na dole. Kombajn je obešen na uže vitla smeštenog u gornjem hodniku širokog čela. Osim za ovu svrhu vitao sa užetom služi i za podizanje kombajna posle završenog radnog ciklusa i kao osiguranje kombajna kod njegovog radnog hoda. Kombajn se kreće duž širokog čela po saonama učvršćenim o podgradu.

¹⁾ Glückauf, 5/60, str. 295.

Kombajn GKD-3 (slika 18) — se primjenjuje kod otkopavanja mekih i srednje tvrdih ugljeva, u slojevima sa padom $45-80^\circ$ i moćnim $0,5-0,9$ m. Kao radne elemente ima horizontalan ozubljeni lanac i vertikalni ozubljeni valjak konstruktivno smešten na kraju horizontalnog lanca. Dobijanje uglja se vrši pri hodu kombajna odozdo na gore poredstvom vitla smeštenog u gornjem hodniku širokog čela. Isti vitao služi i za spuštanje kombajna. Podgrađivanje se obavlja nakon spuštanja kombajna u donji položaj i za to se primjenjuje u slojevima koji imaju relativno dobru krovinu i podinu. Kombajn se smatra vrlo produktivnom mašinom. Tako npr. primenom ovog kombajna u oknu Rumjancev — sloju Mazurka, moćnom $0,8$ m, sa padom 60° , pod nepovoljnim eksploatacionim uslovima i na čelu dugom 150 m, postignuto je njime prosečno dnevno napredovanje od $1,8$ m kod dvo-smenskog rada (šestočasovni rad¹).

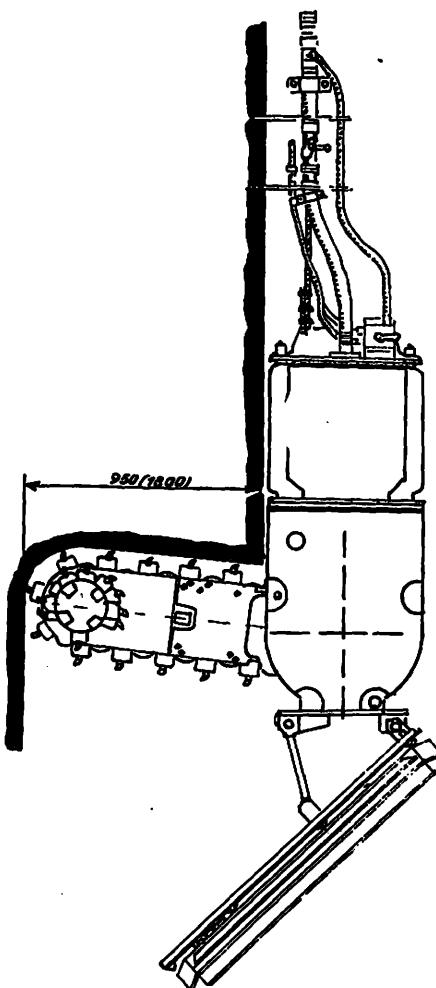
Učinak na otkopavanju iznosio je $10,4$ t/nadn. Međutim zbog izrade kaskadnih sipki i dobijanja zaštitnih stubova u donjoj zoni čela (rad otkopnim čekićima) učinak otkopnog polja je iznosio svega $4,1$ t/nadn., što ukazuje da metoda otkopavanja verovatno nije prilagođena primjenom kombajna.

U zemljama Zapadne Evrope zbog manje tvrdoće i povoljnijih opštih slojnih prilika mehanizovano otkopavanje strmih slojeva je uspešno izvršavano upotrebom mašina koje rade na principu rovljenja



Sl. 17 — Postupak dobijanja kombajnom KKP-1 i izgled kombajna.

¹) Revue de l'Industrie Minérale, No 9/1959, str. 711.



Sl. 18 — Izgled kombajna GKD-3.

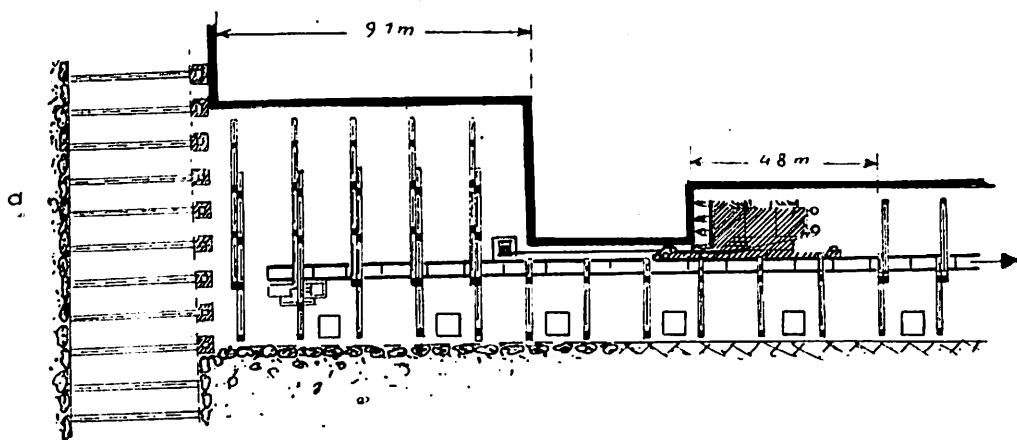
uglja (strug i skreper), te nisu razvijeni niti praktično dokazani mehanizovani postupci dobijanja mašinama koje rade na principu rezanja, izuzev klasičnih podsekačica i francuskog kombajna Alacchi. U Zapadnoj Nemačkoj se u novije vreme čine napor u iznalaženju rešenja i postupka mehanizovanog dobijanja tvrdih ugljeva i na ovom principu, u kom cilju su i konstruisani prototipovi bubrežastih podsekačica koji su u opitnoj fazi i za sada bez sigurnih praktičnih rezultata. Bitna karakteristika ovih konstrukcija je, da je pogonski mehanizam odvojen od mašine i smešten u gornjem hodniku čela. Vučni lanac mašine se proteže duž celog čela, a vraća se nazad, preko koloture učvršćene na drugom kraju čela. Ovim su gabariti ma-

šine i njena težina znatno smanjeni, te je pridržavanje mašine jednostavnije, a vođenje duž čela lakše. Podizanjem i spuštanjem ozubljenog bubenja i njegovog pogonskog dela, posredstvom hidrauličkog potisnog cilindra, može se visina rezanja regulisati prema moćnosti sloja do 1,8 m, s tim što se mašinom moraju, ako je sloj deblji od prečnika bubenja i ako ne obrušava sam, napraviti dva radna hoda za isti zahvat mašine koji iznosi 0,65—0,75 m.

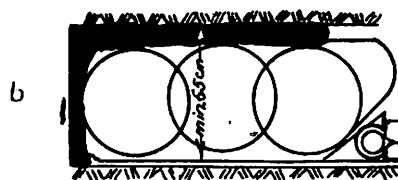
Mašine za mehanizovano otkopavanje koje rade na principu rezanja i sa širokim zahvatom za horizontalne i blago nagnute slojeve

Sve mašine koje služe za dobijanje uglja na širokom čelu u širokom zahvatu razvijene su na principu rezanja. Razlozi koji su doveli do formiranja postupka mehanizovanog dobijanja široko-čelnom otkopnom metodom u širokom zahvatu već su objašnjeni, a u daljem su samo opisani najkarakterističniji predstavnici mašina za ovaj postupak dobijanja.

sloja i dužinu čela primena kombajna je moguća sve do primene dvolančanog transporterja, jer se transporter vodi po stranama. Radna brzina kombajna je 1,5 do 2,0 m/min (zadnja vrednost je za 100 KW motor sa vodenim hlađenjem), što kod dubine zahvata od 1,10 m omogućuje postizanje učinka od 1,65 do maksimalno 2,2 m²/min. Praktična primena ovih kombajna omogućuje izrazito veliku produktivnost na širokom čelu i prema „COAL AGE“ — juni 1960, str. 89 postignuta je produktivnost zaposlenog osoblja od 16,4 t/nadn, na čelu dugom 209 m i u sloju moćnom 0,85 m. Upotreboom dvolančanog transporterja sa horizontalnim izgibom omogućeno je puno poduhvatanje krvine stalnom podgradom na 10—12 m iza kombajna (vidi sliku 19), tako da se ciklus podgradivanja praktično završava kada i ciklus dobijanja, a transporter se ne mora demontirati, već se mehanizovano pomiče saglasno napredovanju čela. Mogući granulometrijski odnosi u sastavu rovnog uglja dobiveni na rudnicima Fürst Leopold i Prosper (Zap. Nemačka) prikazani su u tabeli 4.

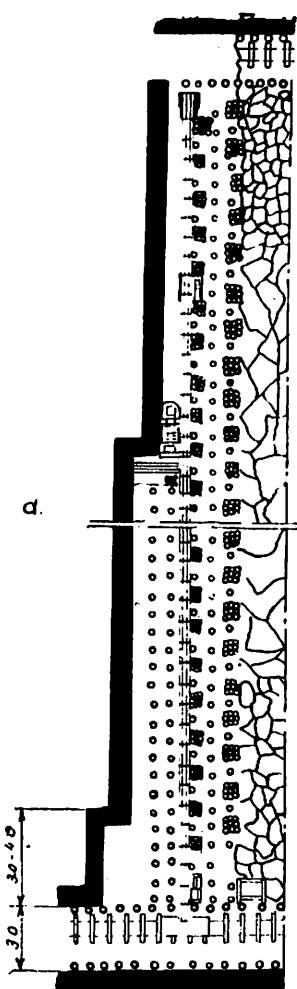


Kombajni UKT i Bohrschrämlader.
— Primenuju se za tankе slojeve sa donjom graničnom moćnosti 0,65 m i sa vrlo tvrdim ugljem. Ova dva kombajna nalaze u novije vreme sve veću primenu. Prednosti kombajna su u tome što na oba kraja imaju ugrađene radne elemente, što znači da su im oba hoda produktivna i što se dobijanje i utovar izvršavaju istovremeno. Primenuju se za dubine zahvata od 1,0—1,60 m, te se tim tretiraju kao mašine sa širokim zahvatom. Obzirom na pad

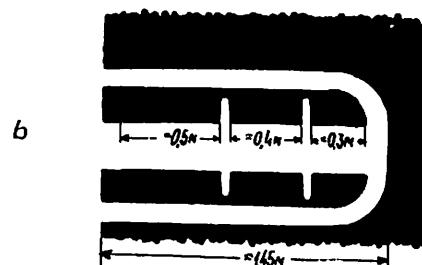


Sl. 19 — Postupak dobijanja kombajnom UKT
a) kombajn UKT u radu; b) šematski prikaz djelovanja kombajna

Kombajni tipa „Donbas“ (vidi sliku 20). — Kombajni ovog tipa primenjuju se kod otkopavanja srednje tvrdih i tvrdih ugljeva. Postoji više konstrukcija ovih kombajna i to sa indeksom od 1—7, a veći indeks označava veću usavršenost i veću moćnost sloja u kome se odnosni kombajn može primeniti. Svi tipovi ovih kombajna su razvijeni iz osnovne konstrukcije kombajna „Donbas-1“ i međusobno se razlikuju samo gabaritima, detaljima režućih elemenata i snazi pogonskih mehanizama. Osnovni radni elementi kombajna su beskrajni ozubljeni lanac koji se kreće u vertikalnoj ravni i ozubljeni diskovi na horizontalnoj osovini i



0,83 i 1,0 m, što odgovara primeni kombajna u slojevima moćnim 0,8—1,0 m, 1—1,2 i 1,2—1,5 m. Deo sloja iznad navedenih visina rezanja se u najviše slučajeva obara dopunskim vertikalnim ozubljenim valjkom konstruktivno smeštenom na telu beskrajnog lanca, a za slojeve moćnije od 1,6 m, kombajnom „Donbas-4“ koji ima dva beskrajna lanca jedan iznad drugog ili nekim drugim tipom ove serije kombajna npr. „Donbas-7“ kod koga je gornji radni elemenat u obliku horizontalnog ozubljenog valjka. Gornja vrednost moćnosti sloja za ovu vrstu kombajna je 2,8—3,0 m, a donja 0,8 m (kombajn „Donbas-1“). Broj i prečnik diskova za razrušavanje uglja je zavisao od svojstva ugljenog sloja (tvrdoća uglja, cepljivost, ponašanje proslojaka i sl.). Što je manji broj diskova i sa manjim prečnikom dobije se manji procenat sitnog uglja i obrnuto. Kod rada u žilavom uglju i nezacepljivosti potrebna su u slučaju primene kombajna Donbas-1 i u sloju od 1,0 m moćnosti, najmanje 4 diska sa prečnikom 700 mm. Osnovni nedostaci ovih tipova kombajna su: način vođenja beskonačnog ozubljenog lanca, koji pri prelazu iz horizontalne putanje rezanja u kućište mašine trpi velika naprezanja (jako habanje), i mehaničko regulisanje radne brzine (izuzev kod kombajna LGD-1 kod koga je regulisanje radne brzine kretanja hidrauličkim putem), zatim vuča užetom, velika težina i s tim u vezi veliko specifično opterećenje na tlo. Izvršenom izmenom sistema regulisanja brzine kod kombajna LGD-1, umanjena je neravnomernost radne brzine kretanja, odnosno poboljšan režim rada zubaca (naročito ako se radi o neravnomernoj tvrdoći sloja), a time i

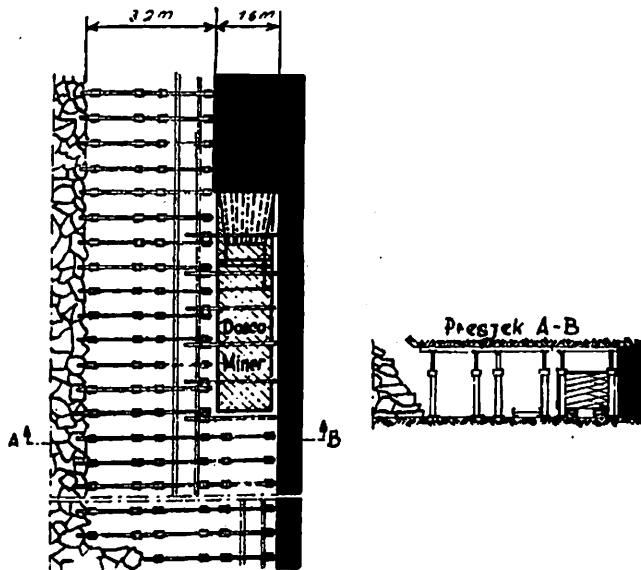


Sl. 20 — Postupak dobijanja kombajnom tipa „Donbas“
a) organizacija čela; b) šema djelovanja radnog elementa kombajna,
zahvat 145 cm.

smešteni unutar putanje beskrajnog ozubljenog lanca, a služe za oborušavanje lancem podrezanog bloka uglja. Visina gornje putanje beskrajnog lanca kombajna „Donbas-1“ je standardizovana i to 0,71 m,

izravnato opterećenje na glavnom pogonu kombajna. Prema praktičnim podacima ova izmena na kombajnu „Donbas-1“ iz koga se razvio kombajn LGD-1, dozvolila je povećanje proizvodnosti kom-

bajna LGD-1 za 50—60% tj. od 0,83—1,66 t/min, na 1,2—3,0 t/min. Dubina zahvata kod svih tipova ovih kombajna je u granicama od 1,2 do 2,0 m i zavisna je od kvaliteta krovine, odnosno tvrdoće uglja. Dobijanje uglja se vrši samo u jednom smjeru, a utovar na otpremni transporter istovremeno kad i dobijanje posredstvom lančastog utovarnog elementa.



SI. 21 — Postupak dobijanja sa Dosco Miner.

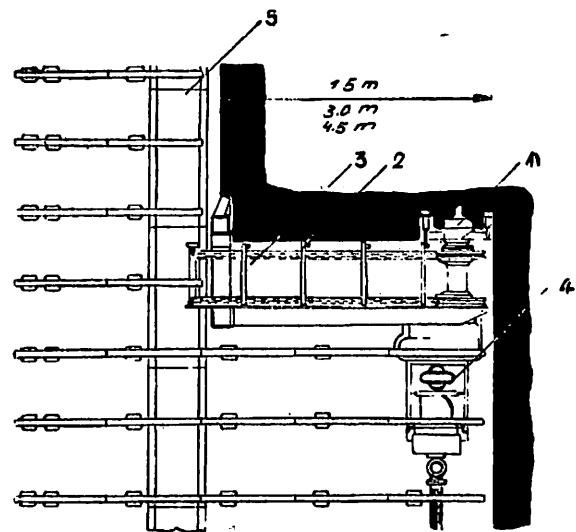
Da bi se mašina vratila u polazni položaj za radni hod, potrebno ju je rastaviti na osnovne sastavne delove, pogon, radnu glavu i utovarni deo. Radna operacija vraćanja mašine zahteva za slučaj npr. kombajna „Donbas-1“ i širokog čela dugog 150 m, vreme od 3—4 sata.

K o m b a j n D o s c o - M i n e r, proizvod firme Dominion Steel and Coal comp. iz Kanade — ima dubinu zahvata 1,60 m. Postupak dobijanja sa ovom mašinom se vidi iz slike 21. Mašina je primenljiva za visine čela 1,2—2,0 m. Može se primeniti i u ugljevima koji imaju veliku tvrdoću ($f > 2$). Pogodna je kao i sve mašine ovog tipa za krovinu koja lako podleže, pre dirigovanog obrušavanja, olabavljenju odnosno cepanju. Prema „Schlägel und Eisen“ — No 4/60 str. 237, u rudniku Rheinpreussen-GmbH u sloju Hermann Gustav, moćnosti 2,0 m, nije bilo moguće kod široko-čelnog otkopavanja sa obrušavanjem krovine i sa slobodnim dugačkim frontom primeniti nijednu od svih mašina primenjenih u Zap. Nemačkoj, za rad

na čelima, do kombajna Dosco Miner. Podgrađivanje se vrši gredama dugačkim 1,60 m (koliki je i zahvat sloja mašinom) i hidrauličnim premestivim stupcima. Nakon $1\frac{1}{2}$ godine rada sa ovom mašinom postignut je na čelu učinak od 13 t/nadn. i dnevna proizvodnja čela kod rada u dve smene od 800 tona čistog uglja. Kombajn radi samo u jednom smjeru. Za vraćanje u ponovni radni hod mora se rastaviti u osnovne sastavne delove.

Firma Houchinco konstruisala je za primenu pod ovim uslovima tzv. široki kombajn „Breitschrämlader“ sa dubinom zahvata od 1,5, 3,0 i 4,5 m. Kod dubine zahvata od 3,0 m, mašina se kreće brzinom od 0,5 m/min, pri čemu postiže učinak od 1,5 m²/min. Mašina je primenljiva i za vrlo tvrd ugaj i visine čela od 0,80 do 2,0 m. Način rada sa mašinom vidi se u slici 22. Kombajn radi samo u jednom smjeru, i da bi se vratio u novi radni položaj, mora se rastaviti u sastavne delove. Zahteva izradu velikih komora za smeštaj mašine (15—20 m²).

Ovom tipu mašine pripada i Joy-Continuous Miner, ali je njegova primena ograničena na horizontalne i vrlo blago nagnute slojeve do max 4° . Njegova primena na širokim čelima se razvila na osnovu iskustava stečenih kod tipično američke metode otkopavanja (room and pillar-system). Dubina zahvata iznosi 4,20—4,5 m. Primenljiv je za visine



SI. 22 — Dobijanje uglja kombajnom „Breitschrämlader“ firme Houchinco.

1 — glava za prethodno zasecanje; 2 — radni element; 3 — pomoći transporter; 4 — pogon; 5 — otpremni transporter.

širokih čela od 1,20 do oko 2,65 m. Vrlo je pogodan za mehanizovano dobijanje u tvrdim ugljevima. Zahteva tvrdu podinu zbog velikog specifičnog pritiska na tlo, a takođe i krovinu koja dozvoljava održavanje $2 \times 4,20 - 4,5$ m široko otvorenog prostora čela.

III. Ekonomскаopravdanost uvođenja mehanizovanih postupaka za dobijanje uglja

Način otkopnog dobijanja uglja i stepen mehanizovanosti pojedinih radnih operacija u postupku otkopnog dobijanja, mora osim sa tehničkog da bude opravdan i sa ekonomskog stanovišta. U savremenoj organizaciji proizvodnje uglja, svakako, da jednim od najznačajnijih elemenata rentabilnosti treba smatrati element radne snage. Kod sadašnjeg stepena proizvodnje, u našim uslovima, ovaj element, kako će se kasnije videti, ne vrši znatan uticaj, šta više on deluje destimulativno u odnosu zamene čoveka mašinom (niska dinarska vrednost nadnica, nasuprot čemu stoji vrlo visoka nabavna vrednost maština), ali se, obzirom na jasno izraženu tendenciju intenziviranja proizvodnje uglja, i mali priliv radne snage u rudarstvu, vrlo oštro odražava u najskorijoj budućnosti. Zapravo, može se reći da je kod nekih rudnika, uglavnom nosilaca jugoslovenske proizvodnje uglja (Zenica, Breza, Banovići, Trbovlje, Raša, Zagorje, Senjsko-resavski rudnici i dr.) već nastupila faza koja navodi na vrlo

ozbiljna razmišljanja. Ovakav zahtev proistiće iz pozitivnih činilaca platnog sistema, izraženog u građivanju po kompleksnom učinku, te se u rudarstvu može očekivati tendencija za bržim povećanjem realnih zarada zaposlenog osoblja, što obzirom na sistem plaćanja može da obezbedi lično zaloganje (ovo je ograničeno fizičkom sposobnošću čoveka uopšte) i zamenom čoveka mašinom (što je jedino opravданo).

Pelzer¹⁾ je na osnovu ekonomsko-tehničkih analiza rada 30 otkopnih radilišta ustanovio za razne moćnosti sloja u uslovima eksploracije uglja u Rurskom basenu i za razne stepene mehanizovanosti dobijanja, troškove proizvodnje prikazane u tabeli 6. Iz tabele se vidi apsolutna prednost kôju u ovom smislu obezbeđuje mehanizovani postupak dobijanja uglja.

Uslovi nabavke opreme za mehanizovano otkopavanje uglja za domaće proizvođače (visoka dinarska nabavna vrednost iz inostranstva i neažvanost domaće mašinogradnje za vlastite konstrukcije) ne omogućuju realno sagledavanje grane ekonomске opravdanosti uvođenja mehanizovanog dobijanja uglja. Isto tako, raznolikost uslova zaledanja i mogućnosti eksploracije naših slojeva ne dozvoljavaju, u okviru ovog izlaganja, davahje generalne ocene o apsolutnoj ekonomskoj prednosti mehanizovanih postupaka dobijanja nad

¹⁾ Pelzer: Die Wirtschaftlichkeit mechanischer Kohlengewinnung, Glückauf, 92/56, str. 169.

Tabela 6

Postupak dobijanja	Moćnost sloja			Prosek	Troškovi radne snage u % od proseka	Troškovi otpisa maština i održav. u % od proseka	Troškovi materijala u % od proseka
	do 100 cm	100—160 cm	preko 160 cm				
Širokočelno dobijanje sa punom mehanizacijom i mašinama koje rade na principu rovjenja	6,12	4,92	4,90	5,19	56	20	24
Širokočelno dobijanje sa delimič. mehanizacijom i mašinama koje rade na principu rezanja	7,49	6,41	5,86	6,58	60	15	25
Dobijanje na širokom čelu otkopnim čekićima i pomoću eksploziva	9,58	6,53	5,78	6,21	68	12	20
Dobijanje klasičnim otkopnim metodama	8,97	6,88	7,02	7,10	71	9	10

Tabela 7

Pregled troškova dobijanja ugla sa instalisanom kompletom mehanizacijom na širokom čelu (za slučaj primene struge)

Redni broj	Naziv	Kom. ili m'	Nabavna cena din.	Vek tra- janja god.	Otpis kamat. na osnovu sredstva din./dan	Investicijono održavanje			Troškovi energije			Σ troškova din./dan			
						Rad u 1 smeni		Rad u 2 smeni	Radno vreme h/šm		po jedi- nici	Rad u 1. smeni	Rad u 2. smeni	Rad u 1. smeni	Rad u 2. smeni
						god. od nabav. vred- nosti %	din./dan	god. od nabav. vred- nosti %	din./dan	11	12	13	14	15	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Pogon struga 500/55 H-1	2	6,000.000	6	4.120	20	4.280	25	5.360						
2	Turbo spojnica TV 1a-422	2	480.000	6	329	20	343	25	428						
3	Radni element struga SH-2 sa svim pripadajućim noževima	1	1,620.000	5	1.292	30	1.736	40	2.318						
4	Vodilice za glavu struga	85	1,920.000	5	1.535	25	1.725	30	2.058						
5	Vučni lanac za strug, kompl.	280	1,740.000	3	2.062	10	622	15	933						
6	Krajini isključivači i stranačni lim	2	490.000	3	582	20	352	25	438						
7	Kompletan dvolančani transporter „Rekord“ (bez el. motora)	1	13,157.000	8	12.220	vidi tablu 8	7.470	vidi tablu 8	9.340						
8	Uredaj za zatezanje struga i transportera	1	900.000	6	573	5	160	7	225						
9	Cilindri za poliskivanje	22	2,850.000	5	2.280	10	1.018	15	1.524						
10	Elekt. motori 33 KW	3	1,560.000	8	843	15	836	20	1.114	5	27	5.260	10.520		
11	Kompletna elektr. razvodna instalacija uključivo i trafo za rasvetu	1	3,110.000	8	1.682	20	2.228	25	2.778						
12	Rasvetna mesta	22	1,100.000	4	1.071	15	589	20	786	8	0,2	458	916		
13	Elektr. kablovi (450 ml 3×16, 200 ml 3×6 i 250 ml 3×2,5)	1	1.820.000	2	3.342	10	650	15	976						
14	Kompresor za kompr. vazduh (Q = 3 m ³ /min.) komplet sa el. motorom	1	4,100.000	8	2.210	15	2.200	20	2.814	3	27	1.052	2.104		
15	Razvod komprimiranog vazduha	140	750.000	3	889	10	268	15	402						
16	Uredaj za vodnu infuziju sloja	1	1,360.000	6	934	15	728	20	974	3	9,6	374	748		
17	Otkopni čekić, 9 kg	2	150.000	3	178	25	134	35	194						
U kupno :			43,312.000		36.142		25.337		32.450		7.144	14.288	68.623	82.880	

Napomena : 1) Obračun vršen na 280 radnih dana godišnje, zbog dužeg trajanja montaže i demontaže postrojenja, 2) troškovi komprimiranog vazduha su sadžani u troškovima kompresora, 3) potrošnja elektr. energije je računata sa 80% od nominalne snage motora.

Tabela 8

Pregled troškova u vezi sa instaliranim mašinama kod dobijanja ugla mehanizovanim postupkom na širokom čelu

Red. br.	Naziv kom. ili m'	Nabavna cena din.	Vek tra- janja god.	Otpis kamat.	Investiciono održavanje			Troškovi energije			Σ Troškovi din./dan		
					Rad u 1. smeni		Rad u 2. smeni	Radno vreme n/s/m		kW h/h	Rad po jedi- nici	Rad u 1. smen	Rad u 2. smen
					god od nabav. vred. %	din./dan	god. od nabav. vred. %	din./dan	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Pogon stanica dvolan. transpor. "Record"	1	2.250.000	6	1.440	20	1.500	25	1.875				
2	Povr. stanica dvolan. transpor. "Record"	1	900.000	6	574	20	600	25	750				
3	Turbo spojnica TV 1a-422	1	240.000	6	154	25	200	30	240				
4	Pretazni i. pasujući žljebovi	5	765.000	4	723	20	510	25	637				
5	Osnovni žljebovi	82	4.940.000	4	4.500	20	3.300	25	4.120				
6	Stračni žljebovi	86	572.000	3	634	20	381	25	476				
7	Vučni lanac kompletan	270	2.310.000	3	2.560	15	1.155	20	1.580				
8	Žljebovi za vodenje pog. i razv. kablova	83	1.180.000	6	752	10	394	15	590				
9	Rasvetna mesta	22	1.100.000	4	1.006	15	550	20	734	8	0,2	458	916
10	Elektromotor, 33 KW	1	520.000	8	257	15	260	20	347	5	27	1.755	3.510
11	Kompletna električna razvodna instalacija, uključivo i trafo za rasvetu	1	2.440.000	8	1.226	20	1.626	25	2.032				
12	Elektročni kablovi 200 ml 3×16, 200 ml 4×6 i 200 ml 3×2,5)		680.000	2	1.186	10	226	15	340				
13	Mehan. uređaj za zatezanje transport.	1	900.000	6	573	5	150	7	210				
14	Električna bušilica sa transformatorima	4 + 2	2.400.000	4	2.180	25	2.000	35	2.800	5	0,8	208	416
15	Mašine za otpucavanje laguma	4	600.000	5	447	10	200	15	300				
16	Kablovi za bušalice (5×6)	270	570.000	2	980	15	285	20	380				
Ukupno :						19.192	13.337		17.411		2.421	4.842	34.950
													41.445

Napomena : 1) Obračun je vršen na 300 radnih dana godište
2) Potrošnja el. energije je računata sa 80% opterećenja od nominalne snage motora.

Tabela 9

Pregled troškova potrošnog materijala kod nemehanizovanog i mehanizovanog dobijanja

Izraženo u din. na svakih 100 t/sm.

V r s t a m a t e r i j a l a		100 t	200 t	300 t	400 t	500 t	600 t
nemehanizovano dobijanje	1) Eksploziv (za obračun kao normativ uzeto 0,220 gr/t metankamniklita) à 220 din/kg = 48,5 din/t	5.100	9.700	14.550	19.450	24.250	29.150
	2) Električni upaljači (za obračun kao normativ uzeto 0,73 kom/t à 70 din/kom = 51 din/t)	5.100	10.200	15.300	20.400	20.500	30.600
	3) Pribor za bušenje (za normativ uzeto 1 kruna = 800 ml nabušenih bušotina, 1 bušača šipka = 1000 ml nabušenih bušotina. Na 1 m ² otkopnog fronta potrebno je 0,8 bušotina), 5 din/t	500	1.000	1.500	200	2.500	3.000
	4) Ostali materijal za dobijanje i otpremu uglja (lopate, kilavice, motilke za nagrijanje i sl.), 6,2 din/t	620	1.240	1.860	2.480	3.100	3.720
Ukupno na smenu		11.070	22.140	33.210	44.280	55.350	66.920
mehaniz-vano dobijanja	Izračunati su skupni troškovi potrošnog materijala za ovaj postupak dobijanja (eksploziv i pribor za izradu komora, krune, bušače šipke, lopate, kilavice, i sl.) i iznose 14 din/t	1.400	2.800	4.200	5.600	7.000	8.400

nemehanizovanim. Ovaj slučaj treba da bude analiziran za svaki sloj, pa čak i jamu odnosno revir, jer ekonomičnost proizvodnje, osim na troškovima radne snage, materijala i opreme treba da bude dokazana još i za sledeće činioce: organizaciju radišta, onečišćenost sloja jalovim umecima, vrstu uglja, granulometrijski sastav na otkopu proizvedenog uglja, plinovitost sloja, visinu dnevne proizvodnje, transportni sistem, iskorisćenje uglja postupkom prerade i stepen obučenosti zaposlenog osoblja.

Dalje izlaganje tretira izabrani slučaj kao primer za utvrđivanje granice ekonomske opravdanosti dobijanja uglja mehanizovanim postupkom u odnosu na nemehanizovani i to u etaži sloja mrkog uglja, moćnoj 2,2 m, sa padom sloja od 15°, bez izrazitih jalovih umetaka i tvrdoćom uglja $1 \leq f \leq 1.6$ (gornja etaža glavnog sloja u oknu „Sretno“ rudnika Breza). Analiza je bazirana na elemen-tima troškova radne snage (načelan kriterijum), te

stvarnim troškovima materijala, opreme i energije tj. do stepena, koji se može smatrati zajedničkim za oba postupka otkopavanja. Za metodu otkopavanja je odabранa metoda širokog čela, dugog 135 m, sa napredovanjem čela po pružanju sloja i sa obrušavanjem krovine. Učinak na operaciji podgrađivanja željeznom premetivom podgradom je izjednačen za oba slučaja te je u proračunu izostavljen.

U tabeli 7 izračunati su troškovi dobijanja uglja u vezi sa instalisanom kompleksnom mehanizacijom na širokom čelu, a u tabeli 8 troškovi u vezi sa instalisanom opremom kod dobijanja uglja na istom širokem čelu, nemehanizovanim postupkom. Ovi troškovi i njima pridodati troškovi potrošnog materijala kod odnosnog postupka dobijanja (vidi tabelu 9), grafički su, za razne vrednosti smenske proizvodnje, izraženi na slici 23 u vidu krivih 1 i 2.

Za krivu (1) važi jednačina

$$y = T_{on} + T_{mn},$$

a za krivu (2)

$$y = \frac{T_{om} + T_{mn}}{x}$$

gde je:

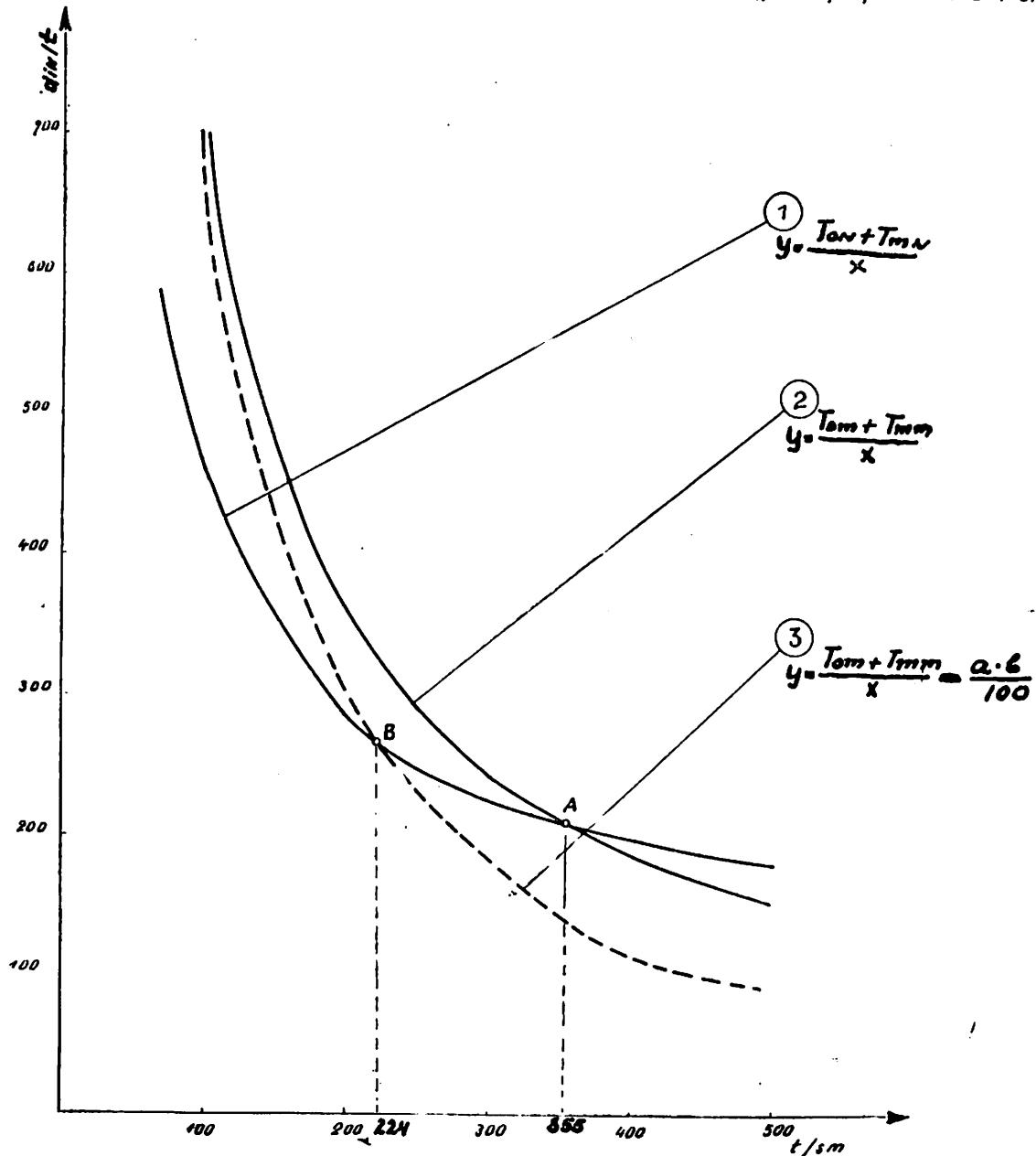
x = veličina proizvodnje, t/sm.

T_{on} = dnevni troškovi, opreme kod nemehanizovanog postupka dobijanja i rada u 1 smeni,

T_{mn} = troškovi potrošnog materijala kod nemehanizovanog dobijanja i rada u 1 smeni,

T_{om} = dnevni troškovi opreme kod mehanizovanog dobijanja i rada u 1 smeni

T_{mm} = troškovi potrošnog materijala kod mehanizovanog dobijanja i rada u 1 smeni.



Sl. 23 — Grafička analiza troškova proizvodnje za nemehanizovani i mehanizovani postupak dobijanja uglja.

Presečna tačka A krivih 1 i 2 pokazuje od koje vrednosti x su troškovi proizvodnje mehanizovanim postupkom manji od troškova proizvodnje nemehanizovanim postupkom pod uslovom, da je za svakih proizvedenih 100 tona uglja na smenu potreban isti broj nadnica kod oba postupka. Ova granična vrednost x iznosi, kako se iz dijagrama vidi, 335 t/smenu. Uvođenjem mehanizovanog postupka dobijanja svakako je potreban manji broj nadnica za proizvodnju svakih 100 tona uglja, jer se istim učinak radnika zamenjuje učinkom mašine. Pretpostavimo da se primenom pune mehanizacije uštede 2 nadnice na svakih 100 tona proizvedenog uglja. Troškovi proizvodnje (bez učešća plata izrade) u tom slučaju biće manji za veličinu

$$\frac{a \cdot b}{100}$$

i iznose:

$$y = \frac{T_{om} + T_{mn}}{x} - \frac{\frac{x}{100} \cdot a \cdot b}{x} =$$

gde je:

$$= \frac{T_{om} + T_{mn}}{x} - \frac{a \cdot b}{100}$$

- x = promenljiva veličina proizvodnje u t/sm.,
- a = broj uštedjenih nadnica na 100 tona proizvodnje, usvojeno = 2,
- b = vrednost prosečno bruto zarade kvalifikovanog radnika po 1 nadnici = 2.000 din. (zarada kvalifikovanog radnika na otkopavanju u rudniku Brezi).

Za različite vrednosti x po gornjoj jednačini određene su ordinate krive 3, koja presecanjem krive 1 daje tačku B ispod koje tretirani troškovi dobijanja postaju, za slučaj mehanizovanog otkopavanja, manji od troškova otkopavanja nemehanizovanim postupkom. Apscisa tačke B, za konkretan slučaj otkopavanja strugom, ima vrednost od 224 tone, što znači da je postupak dobijanja strugom u navedenim uslovima ekonomski opravдан za sve smenske proizvodnje iznad 224 tone i ako se nještim uvođenjem uštede 2 nadnice na svakih 100 tona. Jasno je, da će za druge vrednosti a , odnosno b , i položaj tačke B u koordinatnom sistemu biti drugi.

Da bi se postigla granična vrednost proizvodnje od 355 tona (uzet je najteži slučaj tj. da se uvođenjem mehanizacije ne štedi ni jedna nadnica na 100 tona uglja), na širokom čelu dugom 135 m, proračun pokazuje da je potrebno postići sledeće smensko napredovanje (s):

$$Q = K \times L \times h \times s \times \gamma$$

to jest

$$s = \frac{Q}{K \times L \times h \times \gamma},$$

gde je:

$$\begin{aligned} s &= \text{napredovanje širokog čela na smenu, m} \\ Q &= \text{proizvodnja širokog čela u smenu, t(Q =} \\ &= 355) \end{aligned}$$

K = stepen onečišćenosti ugljenog sloja jalogim umecima (za konkretan slučaj uze to $K = 0,85$)

L = dužina širokog čela, m ($L = 135$)

h = moćnost sloja, m ($h = 2,2$)

γ = zapreminska težina uglja, t/m³ ($\gamma = 1,35$)

Postavljanjem poznatih vrednosti u gornji obrazac imamo:

$$s = \frac{355}{0,85 \times 1,35 \times 2,2 \times 1,35} = 1,05 \text{ m, sm.}$$

Učinak struga u ovom slučaju, obzirom na usvojeno radno vreme T od 300 minuta na smenu je:

$$\text{„} = \frac{L \times s}{300} = \frac{1,35 \times 1,05}{300} = 0,48 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Ovom učinku odgovara zahvat ugljenog sloja strugom od svega 0,025 m, što je daleko ispod praktičnog minimalnog zahvata strugom $Z_{\min} = 0,05$ m i znači da se u usvojenim uslovima bez nápora strugom može postići nađena donja granična vrednost optimalno rentabilne proizvodnje. Nasuprot dokazu za strug, dobijeno smensko napredovanje čela od 1,05 m je gornja granična vrednost koja se može dostići za slučaj nemehanizovanog otkopavanja. Dvosmenski proizvodni rad na širokom čelu vrši još veći uticaj u korist potpuno mehanizovanog otkopavanja.

Tabela 10

Osnovni kapaciteti i konstruktivne karakteristike mašina za mehanizovano dobijanje uglja

Red. broj	NAZIV MAŠINE	Mašina je primorana u sloju		Veličina zahvata radnim elementom		Manevrarska (utovarna) brzina n/min	Učinak mašine t/min	Radni smjer mašine	Sistem vuče	Imetalisana snaga kn	Težina maštine kg
		pod 0	minim. visina cm	max. visina cm	radni brzina m/min						
1	Strug "Anbauhobel" sa statičkim dejstvom	do 35°	35	neogra-ničena	5—15	23,0	—	—	do 2,2	u oba smjera	lancem
2	Strug kombajn KS - 2 M sa statičkim dejstvom	do 20°	130	neogra-ničena	7—13,5	4,8	—	—	do 1,8	u jednom smjeru	lancem
3	Skreper za rovljene ugle	do 18°	40	100	10—15	—	—	—	do 1,5	u jednom smjeru	užetom
4	Strug za strme stope	20°—90°	30	200	5—10	11,0	—	—	do 1,2	u oba smjera	lancem
5	Sporohodna podsekačica sa bubnjem W-SE-IV	do 35°	90	neogra-ničena	50—75	do 3,7	—	—	1,3—1,5	u jednom smjeru	užetom ili lancem
6	Kombajn firme Korfmann (Bohrschrämlader)	do 25°	65	120	110	0,5—3,0	0,5—3,0	—	do 2,2	u oba smjera	80
7	Brzohodna podsekačica sa uskim bubnjem	do 25°	80	120 neogra-ničena	20	do 40	do 5	—	0,75	u jednom smjeru	20
8	Kombajn „Trepanner“	do 25°	90	70	1,6	do 16	—	—	1,2	u oba smjera	lancem
9	Široki kombajn firme Houchincou -(Breitschämlader)	do 20°	80	neogra-ničena	150—450	do 0,5	0,5	—	1,5	u jednom smjeru	lancem
10	Kombajn „UKT-2“	do 25°	50	75	150—160	do 0,86	8,6	0,8—1,5	—	u oba smjera	60
11	Kombajn „GKD-3“	45—80	50	90	95—180	do 1,65	0,5—1,2	—	u jednom smjeru	užetom	47
12	Kombajn „Donbas-1“	do 25°	80	160	120—200	do 1,08	14,5	0,80—1,7	—	u jednom smjeru	24
13	Kombajn „LGD-1“	do 25°	80	160	120—200	do 2,1	9,0	1,2—2,0	—	u jednom smjeru	30
14	Kombajn „Donbas-7“	do 15°	200	280	160	do 1,5	9,3	2,0—2,7	—	u jednom smjeru	6.100—7.000
15	Kombajn „KKP-1“	45—80	80	130	200—220	do 12,6	—	0,85—1,6	—	u oba smjera	62
16	Kombajn „K-55“	35°—80°	70	130	100	do 1,4	—	0,6—1,2	—	u jednom smjeru	22
17	Kombajn „K-52“	do 25°	90	150	50—75	do 3,9	10—11	2,9	—	u jednom smjeru	6.000—6.450
										užetom	5.000—6.400

Uključivo transporti i zavisanje od dužine čela, do 270 m
Uključivo transporti i zavisanje od dužine čela, do 250 m
Sa dovolj. transp. za 120 m dugoj čelo 100.000
Sa dovolj. transp. za 120 m dugoj čelo 105.000

Ekonomske dimenzije otkopnog polja za uvođenje kompleksne mehanizacije na dobivanju uglja.

U rudarskoj praksi se često postavlja pitanje da li je opravdano u određeno otkopno polje, obzirom na njegovu veličinu, uvesti kompleksnu mehanizaciju na dobivanju, utovaru i otpremi uglja, a zbog velikog broja nadnica potrebnih za dostavu, montažu i demontažu ove opreme u otkopnom polju. Ovo praktično znači da pre donošenja odluke treba ustanoviti minimalnu veličinu otkopnog polja (kod poznate dužine po padu sloja, određuje se minimalna dužina po pružanju), kojom se može opravdati uvođenje pune mehanizacije u njega. Proračun ove minimalne dužine može se utvrditi na sledeći način:

Označimo sa:

N_v = višak nadnica potrebnih za dopremu, montažu i demontažu mehanizacije na širokom čelu,

N_u = broj nadnica koji se uštodi na svakih 100 tona proizvodnje,

Q_{min} = minimalna proizvodnja kojom se zbog uštede nadnica N_u izravnava N_v , t,

l_{min} = minimalna dužina otkopnog polja za izravnavanje N_v sa N_u , m

L = dužina otkopnog polja po padu sloja zahvaćena mehanizacijom = dužini širokog čela, m

h = močnost sloja, m

γ = zapreminska težina 1 m³ uglja u zbijenom stanju, t/m³

K = faktor onečišćenosti sloja jalovim ulošcima.

Uzimajući u obzir nadnice imamo:

$$Q_{min} = \frac{N_v}{N_u} \cdot 100.$$

S druge strane je $Q_{min} = K \times L \times h \times l_{min} \times \gamma$
Izravnavanjem ovih dveju jednačina dobijamo:

$$l_{min} = \frac{N_v \cdot 100}{N_u \cdot K \times L \times h \times \gamma}, \text{ m}$$

Uzmimo npr. da je:

$N_v = 650$ nadnica, $N_u = 2$ nad/100 t i slučaj sloja i širokog čela razmatranog u predhodnom odeljku. Uz ove uslove dobijamo:

$$l_{min} = \frac{650 \times 100}{2 \times 0,85 \times 1,35 \times 2,2 \times 1,35} = 105 \text{ m}$$

Navedena izlaganja o graničnim vrednostima tehničke i ekonomske opravdanosti uvođenja mehanizovanih postupaka dobijanja uglja metodama širokog čela ukazuju na njihovo apsolutno preimstvo kako sa tehničkog, tako i sa ekonomskog stanovašta. Istina, ovde je problem zahvaćen do stepena koji izazivaju troškovi opreme, materijala, radne snage i energije, a koji se odnose na operacije dobijanja, utovara i otpreme uglja. Međutim po istom postupku on se može u svakom konkretnom slučaju kompleksnije obraditi i na taj način izvesti odgovarajući dokazi.

IV. Zaključak

1. I pored složenih montan-geoloških i slojnih uslova naših ležišta mrkog i kamenog uglja metoda otkopavanja širokim čelom u prigodnim varijantama treba da postane krajnji cilj kod otkopavanja ovih slojeva. Pri sadašnjem stepenu razvitka rudarske tehnike jedino ona omogućuje visoku koncentraciju proizvodnje, radne snage, mehanizacije i visoke konačne pokazatelje proizvodnje. Debeli slojevi se uspešno otkopavanju podeлом u pojaseve.

2. Širokočelno otkopavanje zbog svoje visoke proizvodne koncentracije zahteva i visoku koncentraciju otpreme i transporta dobijenog uglja, pa se time nužno rešavaju i problemi transporta dobijenih masa i imperativno zahteva pravilno dimenzionisanje transportnog sistema koji manje više u sadašnjim uslovima proizvodnje uglja predstavlja njenou najuže grlo.

3. Širokočelno otkopavanje, sa primenom kompleksne mehanizacije na dobijanju, utovaru, otpremi i transportu uglja, ima apsolutnu tehničku i ekonomsku prednost nad nemehanizovanim i polumehanizovanim postupcima dobijanja, te time samo upotpunjuje zaključke pod 1 i 2. Tvrde ugljeve treba odgovarajućim prethodnim pripremnim postupcima sposobiti za mehanizovano dobijanje. Ovo rudnicima i naučnim institutima nameće prethodni zadatak za naučno sistematsko utvrđivanje stepena tvrdoće uglja svakog sloja pogodnog i korisnog za eksploataciju. Primena širokočelnog otkopavanja i kompleksne mehanizacije stvara navedenim institucijama i zadatke za rešavanje i postizanje povoljnih rezultata na otkopnom podgrađivanju, čiji bi efekat trebalo približiti efektu mehanizacije.

4. Uvođenju mehanizacije za dobijanje i utovar uglja kao i postupaka za eventualne predrađnje treba prići studiozno. Korisno bi bilo, ako bi se za grupe rudnika sa sličnim slojnim prilikama stvorili opitni institutski punktovi u kojima bi se u tom smislu vršile prethodna istraživanja. U ovom pravcu treba angažovati i domaću mašinogradnju, jer su sazreli uslovi, da i ona bude intenzivno angažovana u proizvodnji rudarskih mašina za podzemno dobijanje i utovar uglja. Treba ispitati mogućnost da domaća mašinogradnja pristupi proizvodnji vlastitih konstrukcija, pogodnih za naše uslove, a svakako sprečiti tendencije, da ona ko-

operira sa inostranstvom na proizvodnji opreme, koja je samu sebe preživela.

LITERATURA

1. Coal age, juni 1960
2. Gornoe delo enciklopedija — tom 7, 1960, Moskva
3. Handbuch der Mechanisierung der Kohlengewinnung, 1959, „Glückauf“ — Essen
4. Jovanović G., 1960: Projekat otkopavanja sredine moćnih slojeva mrkog uglja za uslove sarajevsko-zeničkog basena, primenom kompleksne mehanizacije, Breza
5. Panov A. D., 1958: Uzkoza hvatanja viemka uglja, Moskva
6. Revue de l'Industrie Minérale, IX/1958, X/1959, XI/1960
7. Schlägel und Eisen, 4/1960.



Rudar

PREDUZEĆE ZA PROMET
RUDARSKIM MATERIJALOM
IMPORT-EXPORT

B E O G R A D

TELEFONI: 39-455
39-456

U svojim magacinima raspolaže bogatim assortimanom uvozne i domaće robe:

Gumenim i olovnim kablovima svih preseka;

Elektromotorima, transformatorima i sklopkama;

Agregatima i kompresorima;

izolovanim provodnicima;

dinamo i lak žicom, bakarnom i alu-čeličnom žicom;

elektrobušilicama za rudnike;

pneumatskim bušilicama i čekićima;

uređajima za dubinska bušenja;

vidia krunicama;

mašinama alatljkama;

centrifugalnim pumpama;

čeličnim užadima crnim i pocinčanim;

šrafovskom robom u svim dimenzijama;

akumulatorskim i karbidskim rudarskim lampama

kao i ostalim tehničkim materijalom

B E O G R A D
KOLARČEVA 1/IV
POŠT. FAH 568

SVU ROBU IZ UVOZA PRODAJEMO ZA DINARSKA SREDSTVA. ZA PONUDE OBRATITI SE NA GORNJU ADRESU

