

1 BROJ
64 COD

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIE
ŠTAMPARIJA: „BRANKO ĐONVIĆ“, GUNDULIČEV VENAC 25, BEOGRAD



1 BROJ
64 COD

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI PUT BROJ 2 - JUGOSLAVIJA

GLAVNI UREDNIK

Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIĆ, sekretar Saveta industrije i rudnika nemetala Savezne privredne komore, Beograd.

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA:

Dipl. ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, viši savetnik, saradnik Rudarskog instituta u Beogradu

Dipl. ing. MIOBRAG ČEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća „Rudnici i železare Smederevo“, Beograd

Dipl. ing. KIRILO ĐORĐEVIĆ, direktor Projektantskog zavoda metalurgije „Projmetal“, Beograd

Dipl. ing. BLAGOJE FILIPOVSKI, načelnik Odeljenja za rudarstvo Sekretarijata za industriju, SR Makedonije, Skopje

Dipl. ing. BRANKO GLUŠČEVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu

Dipl. hem. NIČIFOR JOVANOVIĆ, naučni saradnik, upravnik Biroa za analitičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd

Dipl. ing. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ, savetnik, poslovno udruženje „Rudarstvo“, Sarajevo

Dr ing. ĐURA LEŠIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dr ing. DRAGOSLAV MALIĆ, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dipl. ing. JOVAN MIHAJLOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu u Beogradu

Dipl. ing. ZLATA MILČIĆ, savetnik, „Udruženi rudnici“, Zagreb

Dipl. ing. RISTO MISITA, viši savetnik Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju, Beograd

Dipl. ing. LJUBOMIR NOVAKOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Biroa za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd

Dipl. ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd

Dipl. ing. MILORAD PETROVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dipl. ing. BOŽIDAR POPOVIĆ, naučni savetnik, Beograd

Dr ing. KAREL SLOKAN, redovni profesor Fakulteta za rudarstvo, metalurgiju i hemijsko tehnologiju, Ljubljana

Dipl. ing. BORISLAV SPASOJEVIĆ, predsednik Saveta za energetiku Privredne komore SR Srbije, Beograd

Dipl. ing. JOVAN VINOKIĆ, savetnik Projektantskog zavoda metalurgije „Projmetal“, Beograd.

S A D R Ź A J

INDEX

PROF. DR ING. ĐURA LEŠIĆ

<i>Savremeni pogledi na pripremu mineralnih sirovina u rudarstvu</i> — —	5
<i>Modern Aims and Views on Mineral Dressing and Mining Industry</i> —	9

DIPL. ING. MURIS OSMANAGIĆ

<i>Iskustva u primjeni dvolančanih grabuljara</i> — — — — —	11
<i>Experiences in applying Double chain Scraper Conveyor</i> — — — —	27

PROF. ING. IVAN ARAR — DIPL. ING. BOŽO NIKOLIĆ

<i>Verifikacija užetnih koturova</i> — — — — —	29
<i>Rechnerische Prüfung der Förderseilscheiben</i> — — — — —	33

DIPL. ING. JOVAN MIHAJLOVIĆ

<i>Proračun razgranatih sistema ventilacije</i> — — — — —	39
<i>Расчет разветвленных систем вентиляции</i> — — — — —	50

DR OLEG PODGAJNI

<i>Retki ostaci mikroorganizama u jugoslovenskim ugljevima</i> — — —	51
<i>Seltene Reste der Mikrofauna in jugoslawischen Kohlen</i> — — —	52

DIPL. HEM. KATARINA INĐIN — DIPL. ING. PERSIDA POPOVIĆ-DIMITRIJEVIĆ

<i>Racionalna analiza manganovih ruda</i> — — — — —	53
<i>Rationale Analysis of Manganese Ores</i> — — — — —	54

Iz rudarske prakse

PROF. DR ING. ĐURA LEŠIĆ — DIPL. ING. STJEPAN TOMAŠIĆ —
DIPL. ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ

<i>Aglomeracija sitnog mrkog uglja postupkom Carboram</i> — — — —	55
<i>Fine Coal Agglomeration, applying Carboram Process</i> — — — —	62

DIPL. ING. MILOLJUB GRBOVIĆ

<i>Značaj planskog održavanja postrojenja za pripremu mineralnih sirovina</i>	63
<i>Importance of the Preventive Maintenance in Mineral Dressing Plants</i> —	69

DIPL. ING. IVAN OGORELEC

<i>Iskustva u povećanju produktivnosti rada u nekim rudnicima</i> — —	71
<i>Erfahrungen in der Leistungssteigerung der Arbeit einigen Gruben</i> —	80

DIPL. ING. MIHAILO LASICA

<i>Nova kombinovana otkopna metoda u rudniku magnezita „Šumadija“</i> —	81
<i>A new Combined Stopping Method in the Šumadija Magnesite Mine</i> —	86

INDEX

Iz istorije rudarstva

DR VASILJE SIMIĆ

Rudari u rudarstvu obnovljene Srbije — — — — — 87

Ekonomika

DIPL. EKONOM. BRANISLAV SLAVKOVIĆ

Rudarstvo Austrije i karakteristike njegovog razvoja — — — — — 98

Kongresi i stručna putovanja

DIPL. ING. S. TREČAKOVIĆ

IV Međunarodna konferencija po pitanjima mehanizacije zemljanih radova velikog obima, Prag, 1963. — — — — — 100

DR O. PODGAJNI

XVI savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Pariz, 1963. — — — — — 101

DR O. PODGAJNI

V Međunarodni kongres za geologiju i stratigrafiju karbona, Pariz, 1963. 101

PROF. ING. M. ANTUNOVIĆ-KOBLIŠKA

V Međunarodni sastanak Internacionalnog biroa za mehaniku stena u Lajpcigu, 1963. — — — — — 102

DIPL. ING. O. HIBNER

Šimpozijum o integraciji u rudarstvu i metalurgiji, Zagreb, 1963. — — 103

Prikazi iz literature — — — — — 104

Iz stranih i domaćih časopisa — — — — — 106

Savremeni pogledi na pripremu mineralnih sirovina u rudarstvu

Prof. dr ing. Đura Lešić

Priprema mineralnih sirovina postala je poslednjih godina vrlo značajno i vrlo dinamično područje rada u oblasti rudarstva i metalurgije. Stalno usavršavanje postojećih i uvođenje novih postupaka koncentracije, usavršavanje i uvođenje novih mašina i uređaja u osnovnim i pomoćnim procesima, neprekidan rad na poboljšanju kvaliteta koncentrata i iskorišćenja korisnih komponenta, kao i stalna briga o smanjenju proizvodnih troškova u toj prvoj preradi mineralnih sirovina koje se dobijaju rudarskim putem je osnovni pokretač dinamike na unapređenju pripreme mineralnih sirovina. Druga važna tačka u sagledavanju savremenog razvoja pripreme mineralnih sirovina leži u činjenici, da se od nje danas u svetu zahteva da tretira vrlo siromašne i kompleksne sirovine, da iz takvih sirovina izdvaja u zasebne proizvode retke minerale, ukoliko ih ona sadrži, i da se boljim kvalitetima koncentrata i boljim iskorišćenjima, kao i boljim korišćenjem fonda vremena postiže povećanje kapaciteta proizvodnje finalnih i polufinalnih proizvoda, što se uvek odražava u boljoj ekonomici.

Priprema mineralnih sirovina predstavlja, već iz samih navedenih činjenica, zasebnu granu koja iziskuje usko specijalizovane stručnjake širokih pogleda u odnosu na eksploataciju ležišta mineralnih sirovina. Prošlo je vreme, kada je rudarski inženjer za eksploataciju ležišta mineralnih sirovina bio u stanju da projektuje, rukovodi i usavršava postrojenje za pripremu mineralnih sirovina. Njemu danas nedostaje potrebna uža tehnička specijalnost. Pa ipak, postoje slučajevi gde pojedini inženjeri specijalnosti eksploatacije ležišta smatraju da mogu za neko određeno ležište sami rešavati problem pripreme rude, jer su za vreme kratkih poseta upoznali takvu vrstu pripreme u značajnijim pogonima te vrste u inostranstvu. Ovde želimo naglasiti pogrešnost takvih pretenzija. Samo široko i vrlo produbljeno poznavanje svih danas u svetu primenjivanih metoda i postupaka pripreme za najraznovrsnije mineralne sirovine (ušalj, rude obojenih i retkih metala i nemetali) mogu dati inženjeru kvalifikacije da realno rešava probleme pripreme neke određene mineralne sirovine. Poricanje ovakvog gledišta je istovetno sa poricanjem korisnosti spe-

cijalizacije, davanja prava nedovoljno stručnim ljudima da rešavaju ozbiljne probleme. Isto tako želimo ovde naglasiti i pogrešnost shvatanja da i vrlo renomirane inostrane firme mogu bez pune saradnje naših stručnjaka rešavati naše probleme pripreme mineralnih sirovina. I pored najboljih namera i želje da stvore napredne rudarske objekte u našoj zemlji, ipak te inostrane firme ne mogu poznavati u dovoljnoj meri karakteristike naših ležišta mineralnih sirovina, naše mogućnosti i tendencije u eksploataciji ležišta i sl. Iako je u našoj zemlji izgrađen niz postrojenja za pripremu mineralnih sirovina kako pre rata, tako naročito posle rata od strane inostranih firmi, sva ta postrojenja, iako savremenog tipa i sa savremenom opremom, imaju niz manjih ili većih nedostataka. Ovi nedostaci su nastali usled činjenice što sama mineralna sirovina nije bila sa njihove strane dovoljno svestrano proučena pre donošenja odluke o prihvatanju tehnološkog procesa i glavnog projekta u vezi izgradnje industrijskog postrojenja.

Da bismo potvrdili ispravnost ovakvog mišljenja i kritike uzmimo samo slučaj izgradnje jednog od novih postrojenja za čišćenje uglja i slučaj izgradnje jednog postrojenja za koncentraciju siromašne rude bakra.

U postrojenjima za čišćenje uglja savremenog tipa tj. primenom procesa gravitacijske koncentracije u teškoj sredini koriste se razni tipovi koncentratora za krupne i sitne klase uglja. Ni u jednom od novih pogona nije izgradnjom postrojenja rešen problem otpadnih voda, već je rešavan tek posle nekoliko godina industrijskog pogona. Puna adaptacija proizvedenih sortimana uglja tržištu odnosno potrošačima nije izvršena. Proizvodni troškovi čišćenja uglja nisu svedeni na pravu meru i sl.

U koncentraciji siromašnih ruda bakra, iako samo postrojenje predstavlja zadnju reč tehnike u pripremi mineralnih sirovina, postoji niz nedostataka.

U okviru postojećeg postrojenja pripreme nije rešeno pitanje korišćenja onih ruda bakra gde su oksidni minerali nosioci metala bakra.

S obzirom na naše podneblje uskladištenje finalnog produkta — koncentrata nije dobro rešeno, te dolazi često do nepotrebnog gubitka.

U sistemu mlevenja sa dopunskom klasifikacijom mogu se bolje koristiti postojeći kapaciteti i postići bolja iskorišćenja.

Postoji još jedna loša strana kod potpunog oslanjanja na inostrane firme. Ove firme su istovremeno i proizvođači određene vrste opreme te su često sklone da predlažu tehnološke procese koji uslovljavaju korišćenje baš one opreme koju one proizvode. To se u radu sa domaćim zavodima za PMS ne može da dogodi.

Činjenica je da su pri donošenju rešenja o prihvatanju odluka o izgradnji novih postrojenja za pripremu mineralnih sirovina u većini slučajeva prisustvovali naši stručnjaci, ali je krug tih stručnjaka bio sveden na najmanju meru, a prilikom donošenja izmena u osnovnoj koncepciji projekta i tehnološkog procesa konsultacije su se svodile na svega jednog ili dva stručnjaka. Naše je mišljenje da vrlo širok krug užih stručnjaka treba da dejstvuje kao savetodavni organ investitora od donošenja rešenja o izgradnji novog objekta pa sve do završetka probnog pogona u novoizgrađenom postrojenju.

Naglasili smo ranije da izvesni nedostaci u novoizgrađenim postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina potiču od nedovoljno proučene sposobnosti mineralne sirovine za pripremu.

Važno je naglasiti da kod naših investitora još ne postoje raščišćeni pojmovi o obimu istraživačkih radova u vezi sa studijom pripreme mineralne sirovine koju treba eksploatirati. Studija pripreme zahteva danas relativno dug period istraživačkih radova, a upravo to vreme investitor želi svesti na svega nekoliko meseci. U Sovjetskom Savezu vreme trajanja studije sposobnosti neke mineralne sirovine za koncentraciju nikad nije kraće od bar godinu dana, a nekad i dve godine. Studija koncentracije ruda takonita u SAD trajala je punih 10 godina. Samo dajući širok dijapazon vremena za studiju moguće je problem koncentracije neke sirovine svestrano proučiti i dati najbolju moguću šemu tehnološkog procesa sa odgovarajućim bilansom prerade sirovine. Nadalje, pri izradi idejnog projekta neobično je važno obraditi u najmanju ruku dve varijante i odbraniti najpovoljniju kako sa tehnološke tako i sa ekonomske tačke gledišta. Ovo, takođe, zahteva duži vremenski period od uobičajenog koji postavljaju investitori.

Zadržaćemo se još malo na tipu studije sposobnosti pripreme mineralne sirovine, na izboru kapaciteta postrojenja i na izboru opreme i uređaja kao i na eventualnom uvođenju automehanicizacije u pogonu.

Na kraju stručnog predavanja, koje je 19. juna 1963. godine održao priznati stručnjak u oblasti pripreme mineralnih sirovina profesor A. M. Gaudin u Beogradu u vezi automatizacije u pogonima za pripremu mineralnih sirovina, bio je predavaču postavljen niz pitanja iz ove oblasti pa između ostalog i pitanje o značaju razvoja primene rudne mikroskopije u ovoj oblasti. Odgovor je glasio približno ovako:

„Prošla su vremena kad smo izgrađivali postrojenja za prvu preradu ruda bez da smo bliže poznavali osnovne osobine sirovine. Danas je tendenca što šireg upoznavanja svih mogućih osobina mineralne sirovine pre donošenja odluke o izboru procesa za industrijski pogon”.

Nekada smo se zadovoljavali istraživačkim radovima sa kompletnom hemijskom analizom, sa grubim ispitivanjima sirovine pod rudnim mikroskopom, sa grubim granulometrijskim sastavom otvorene sirovine. i nekoliko serija opita jednom određenom metodom koncentracije, završavajući istražne radove sa preporukom neke šeme tehnološkog procesa i bilansom metala.

Danas, u cilju svestranog ispitivanja mineralne sirovine, u cilju iznalaženja najboljeg mogućeg postupka koncentracije, potrebno je da ova ispitivanja obuhvataju niz ispitivačkih radova kao što su dati u daljem tekstu:

— grubi proračun ekonomičnosti pripreme mineralne sirovine na bazi pretpostavki u vezi metoda pripreme i prodajne vrednosti finalnih proizvoda, a na bazi opštih karakteristika o sirovini,

— hemijska kompletna analiza, racionalna analiza, spektroskopska analiza; rentgenska analiza, analiza paramagnetičnih minerala,

— mineraloška, rudna i petrografska analiza, luminiscentna, radiometarska (ovo za otvorenu rudu po klasama krupnoće i za finalne proizvode koji se dobijaju koncentracijom),

— analiza frakcija rastuće specifične težine i hemijska i mikroskopska analiza pojedinih frakcija,

— analiza granulometrijskog sastava relativno otvorene rude sve do mikronskih dimenzija dopunjena hemijskim i mineraloškim sastavom,

— analiza drobljivosti rude suvim i mokrim postupcima; danas je tendenca usmerena ka autogenom suvom mlevenju,

— ispitivanje mogućnosti koncentracije svim danas poznatim metodama koncentracije i izbor jedne ili više metoda za rešenje problema. Proces pretkoncentracije treba takođe proveriti,

— ispitivanje mogućnosti tretiranja sirovine mikroorganizmima,

— ispitivanje daljeg tretiranja finalnih proizvoda i jalovine (odvodnjavanje, sušenje, smeštaj jalovine),

— provera metoda koje daju laboratorijskim opitima najbolje rešenje u poluindustrijskom obimu,

— predlog šeme tehnološkog procesa za ispitivanu sirovinu,

— predlog izbora kapaciteta postrojenja za preradu mineralne sirovine,

— predlog izbora opreme za industrijsko postrojenje,

— grubi prikaz ekonomičnosti pripreme mineralne sirovine za dati tehnološki proces i dati kapacitet prerade.

Samo potpuna dokumentacija može da posluži za izradu programa investicione izgradnje i idejnog projekta.

Iako studiju sposobnosti pripreme mineralnih sirovina vrše instituti odnosno zavodi za PMS u kojima svaka studija prolazi kroz recenziju u kojoj učestvuju svi naučni i stručni saradnici, smatramo da je korisno da investitor oformi zasebnu komisiju stručnjaka sa zadatkom da i ona izvrši recenziju ovakve studije sa naročitom poentom na izbor metode koncentracije i opreme za industrijsko postrojenje. Ta ista komisija treba i da izvrši reviziju programa investicione izgradnje i idejnog programa. Razumljivo je da u sastav komisije treba da uđu najiskusniji rudarski inženjeri, stručnjaci iz oblasti pripreme mineralnih sirovina sa dužom industrijskom praksom, jedan ili više rudarskih

inženjera stručnjaka za eksploataciju ležišta, jedan ili više inženjera metalurga ili stručnjaka za dalju preradu koncentrata i ekonomisti.

Ovakvim postupkom može se dobiti puna garancija da će novoizgrađeno postrojenje odgovarati savremenim smernicama u svetu u pogledu najboljeg mogućeg tretiranja sirovine.

Sve ovo govori da studija neke sirovine za izbor metode njene pripreme iziskuje izvesno duže vreme i veća novčana sredstva. Do sada je bila praksa da se geološkim i rudarskim istražnim radovima daju i dovoljno vreme i dovoljna novčana sredstva, dok se smatralo da istražni radovi u odnosu na pripremu mineralne sirovine mogu biti završeni u vrlo kratkom vremenu. Ovo je pogrešno, jer treba poznavati aksiom „svaka sirovina je zaseban problem”. Dva ležišta npr. rude olova i cinka, ili rude gvožđa ne mogu se rešavati na isti način! Šema tehnološkog procesa prve prerade može biti principijelno ista ili slična, dok su detalji vrlo često različiti. Predložena šema tehnološkog procesa treba da bazira na vrlo širokom ispitivanju same sirovine. Danas se ne možemo zadovoljiti da nam, na primer, predloženi bilans metala u preradi neke rude bakra ili olova i cinka indicira da će jalovine sadržati npr. 0,20% Cu, ili 0,60% Pb i 0,85% Zn. Potrebna je tačna dokumentacija zašto takvi visoki sadržaji korisnih komponenata ostaju u jalovini odnosno dokaz da se sniženje sadržaja korisnih komponenata u jalovini ne može postići iz razloga koji moraju biti u potpunosti dokumentovani.

Kao osnovu potrebe i razloga za ovakav način dokumentacije gubitaka korisnih komponenata u jalovini ilustrovaćemo samo sa dva primera.

Primer 1. — Postrojenje za koncentraciju rude bakra tretira 5.000 tona rude dnevno i postiže prosečan sadržaj bakra u jalovini 0,20% Cu. Ako postavimo zadatak nekom istraživačkom centru da pruži mogućnost smanjenja sadržaja od 0,20 na 0,10% Cu i ako poduhvat uspe, tada proizlaze sledeće prednosti finansijske prirode:

— 1.500.000 t rude godišnje neka daju 1.200.000 t jalovine sa 0,20% Cu;

— smanjenjem sadržaja bakra u jalovini od 0,20% na 0,10% Cu dobio bi se godišnje

u koncentratu višak od 1.200 tona bakra metala, što po ceni od 500.— din/kg predstavlja novčanu bruto vrednost od 600.000.000.— dinara godišnje ili bruto oko 400.— dinara po toni tretirane rude.

Iz ovog proizlazi da u okvirima ovog finansijskog pokazatelja treba vršiti dalja dalekosežna ispitivanja u cilju poboljšanja iskorišćenja bakra primenjujući pri tome sva moguća naučno-istraživačka sredstva za rešenje ovog problema koji može biti često vrlo dug (2—3 godine i više). Ali on može i treba da urodi plodom.

Primer 2. — Postrojenje za koncentraciju rude olova i cinka tretira dnevno 2.000 tona rude i postiže prosečan sadržaj olova u otoku olovne mašine od oko 0,50% a cinka u otoku cinkove mašine od oko 0,70%. Ako postavimo zadatak istraživačkom centru da prouči mogućnost smanjenja gubitaka olova za 0,20%, a gubitaka cinka za 0,25% i ako poduhvat uspe, tada se mogu sagledati sledeće finansijske prednosti.

— neka 600.000 t tretirane rude godišnje daju 550.000 t otoka iz ciklusa olova sa 0,30% Pb umesto sa 0,50% Pb i 360.000 t jalovine sa 0,45% Zn umesto sa 0,70% Pb, tada će se procesom flotiranja dobiti godišnje više 1.100 t Pb i 900 t Zn u vidu koncentrata;

— uzimajući berzansku cenu za olovo 165 din/kg a za cink 198 din/kg, višak bruto vrednosti iznosiće godišnje 359.700.000.— dinara;

— kao i u prvom primeru tako i u ovom jasno se dolazi do zaključka da je dalji istraživački rad na poboljšanju iskorišćenja veoma značajan ne samo za privredno preduzeće već i za celu nacionalnu privredu.

Dinamični razvoj pripreme mineralnih sirovina takav kakav se odvija u razvijenim zemljama zahteva da revidiramo i naše tehnološke procese i da tamo, gde se zato pokazuju kako tehnološke tako i ekonomske prednosti pristupimo rekonstrukciji — modernizaciji postojećeg postrojenja.

Ovo se odnosi, na primer, na uvođenje pretkoncentracije u teškoj sredini za različite rude pored procesa flotiranja gde to fizičke i druge osobine rude dozvoljavaju. Kombinovanim procesom postižu se znatna smanjenja proizvodnih troškova. Neke naše preduzeća uvela su već takvu modernizaciju,

druga su u toku, a neka stagniraju u pogledu svog usavršavanja procesa koncentracije.

Sledeći primer modernizacije je u zameni klasičnih mehaničkih klasifikatora hidrociklonima koji daju oštriju klasifikaciju, a njihova nabavna cena je približno 1:10.000. Pa ipak neka naša preduzeća još uvek nisu izvršila takve rekonstrukcije iako su obe neobično jednostavne.

Danas je u kritičnoj fazi primena suvog mlevenja umesto mokrog. Umesto 2—3 stupnja drobljenja, 2—3 stupnja prosejavanja i 1—2 stupnja mokrog mlevenja sa 1—2 stupnja klasifikacije razmatra se uvođenje autogenog mlevenja koje bi obuhvatilo jedan agregat tj. mlin i nekoliko pneumatskih klasifikatora koji rade u zatvorenom krugu sa mlinom. Poznat je tip mlina „Aerofall Mill” koji je našao svoju primenu u tretiranju ruda azbesta i pokazao se vrlo pogodnim i za metalne rude, koje zahtevaju postupak koncentracije metodom flotiranja. Kao glavni prigovor upotrebi ovog mlina koji usitnjava rudu od g.g.k. 600—800 mm na finoću od $x\%$ minus 200 meša (74 mikrona) napominje se, da vlagu rude treba svesti na oko 20%. Detaljna ekonomska analiza pokazuje, međutim, u izvesnim slučajevima niz prednosti suvog postupka mlevenja. Pri tome ne treba zaboraviti da proces suvog mlevenja ima npr. u flotiranju rude niz svojih prednosti.

Danas se proučava primena dubokih flotacionih mašina zapremine 20—30 m³. Ugrad-

nja ovakvih ćelija smanjuje u znatnoj meri građevinski prostor a i broj osoblja za nadzor u radu flotacionih mašina.

Konačno, samo nekoliko reči o automatizaciji. Potpuna automatizacija postrojenja za pripremu mineralnih sirovina nalazi svoje opravdanje samo za postrojenja kapaciteta iznad 10.000 tona prerade rude. Ipak, delimična automatizacija ili bolje rečeno delimična automatska kontrola je danas imperativ i za postrojenja manjeg kapaciteta. U našim preduzećima potrebno je sagledati što pre uvođenje takve kontrole, jer ona garantuje niz tehnoloških prednosti.

Mogli bismo navesti još dugi niz savremenih dostignuća u oblasti pripreme mineralnih sirovina ulazeći u manje iako važne detalje. Ostavljamo to za sada po strani u uverenju, da će već ovih nekoliko momenata, datih u ovom prikazu o savremenim pogledima na pripremu mineralnih sirovina u rudarstvu, dovesti do tehnički korisnih diskusija u krugu stručnjaka kojima je naša nacionalna privreda poverila brigu o našem rudnom blagu.

U opštim naporima za modernizaciju i unapređenje našeg rudarstva treba se obavezno orijentisati na primenu naučnih i tehničkih dostignuća i na području pripreme mineralnih sirovina i to uz punu saradnju i oslonac na odgovarajuće kvalifikovane naučno-istraživačke organizacije sa područja pripreme mineralnih sirovina.

SUMMARY

Modern Aims and Views on Mineral Dressing and Mining Industry

Prof. dr ing. Đ. Lešić *)

The Author gives data concerning very important dynamism in ore dressing field. At the same time he points out the fact that Mineral Dressing field needs the experts of this branch, i.e. that a mining engineer for exploitation is not more capable to carry out the study and projecting of new mineral dressing plants. The Author declares that, in the case the study and project of mineral dressing plant is made abroad, general revision of project has to be agreed by a commission, consisting of mineral dressing experts.

*) Prof. dr ing. Đura Lešić, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

He compares the study of the problem treated many years ago and today, giving a complete list of different facts that have to be considered on a new ore. In the article, the Author also explains, giving two examples, the necessity of improving the modern processes of mineral dressing, putting an accent at economics.

Finally, he indicates the necessity of revision and modernisation of our ore dressing plants, expecting that this article may be the object of the further discussion based on given proposals, which would in any case, improve our national economy.



Iskustva u primjeni dvolančanih grabuljara*

(sa 29 slika)

Dipl. ing. Muris Osmanagić

Uvod

Osnovni vid transporta uglja u jamskim revirima naših rudnika uglja čine danas grabuljari. U početnom periodu, do prije pet godina, isključivo su se upotrebljavali jednolančani grabuljari, dok su dvolančani grabuljari bili izuzetak. U sadašnjem periodu dvolančani grabuljari su ozbiljno ugrozili prevlast jednolančanih grabuljara na širokim čelima, dok na ostalim otkopima i hodnicima jednolančani grabuljari još uvijek imaju apsolutnu dominaciju (vidi tablicu 1 i 2).

U industrijski razvijenim evropskim zemljama, poslije II svjetskog rata, dvolančani grabuljari su u cjelini zamjenili dotadašnje mjesto stresaljki i gumenih traka na širokim čelima. U hodnicima još uvijek prevladuju gumene trake, izuzev člankastih čeličnih

*) Na savjetovanju o mehanizaciji rudnika uglja, održanom 16—19. novembra 1961. godine u Kreki podniet je od istog autora referat: „Upotreba dvolančanih grabuljara u rudnicima uglja FNRJ, njihova problematika i perspektiva”, koji je poslužio kao osnova ovog članka.

nih transportera u Zapadnoj Njemačkoj. Dvolančani grabuljar upotrebljava se obično i kao prvi transporter do širokog čela, radi njegovog jednostavnog produžavanja i skraćivanja. Ubrzo će i kod nas dvolančani grabuljari potpuno potisnuti jednolančane grabuljare iz upotrebe na širokim čelima.

Nije više važno izabrati bilo kakav dvolančani grabuljar, pošto je bilo koji postojeći tip dvolančanog grabuljara bolji za široko čelo od najboljeg tipa jednolančanog grabuljara, već je potrebno izabrati najracionalniji tip za date uslove, u tehničkom i ekonomskom pogledu.

Svaka firma hvale svoje proizvode. Dvolančani grabuljari postali su vrlo konjunkturna roba i raznolikost inostranih konstrukcija je velika. Već postoji šarenilo dvolančanih grabuljara i u našoj praksi. Prema podacima ankete Savjeta za ugalj Industrijske komore FNRJ na dan 31. VIII 1961. godine kod anketiranih rudnika uglja nalazili su se slijedeći dvolančani grabuljari:

iz Zapadne Njemačke		
— Westfalia	9 kom.	760 m
— Eickhoff	41 kom.	3.560 m
— Demag	3 kom.	180 m
Ukupno:	53 kom.	4.500 m
iz Poljske		
— PZP 45	40 kom.	3.600 m
— Skat 57	1 kom.	60 m
— Šlask 59	3 kom.	360 m
Ukupno:	44 kom.	4.020 m
iz Austrije		
— Vöest	25 kom.	2.500 m
— Alpine	1 kom.	100 m
Ukupno:	26 kom.	2.600 m
iz Mađarske		
— Nikex	15 kom.	1.475 m
domaći proizvodi		
— STT	35 kom.	4.020 m
— Kreka	6 kom.	530 m
— Rudnički	3 kom.	300 m
Ukupno:	44 kom.	4.850 m

Rekapitulacija

Zemlja proizvođača	kom.	%	m	%
Jugoslavija	44	24	4.850	28
Poljska	44	24	4.020	23
Mađarska	15	8	1.475	8
Zapadna Njemačka	53	30	4.500	26
Austrija	26	14	2.600	15
Ukupno	182	100	17.445	100

U rudnicima uglja nalaze se dvolančani grabuljari 12 različitih proizvođača, kod ukupnog broja dvolančanih grabuljara od 182 kom. Znači, u prosjeku, 15 grabuljara dolazi na jednog proizvođača. Ovom šarenilu doprinose i rudarski stručnjaci, koji nisu jedinstveni u svojim zahtjevima, za određene slojne prilike, prema dvolančanim grabuljarima.

Korita dvolančanih grabuljara

To je najjednostavniji element, ali element po kome se dvolančani grabuljari međusobno razlikuju. Svi ostali elementi manje više su standardni.



Sl. 1 — Jednolančani grabuljar u rudniku.

Fig. 1 — Single chain scraper conveyor.

Od svih elemenata dvolančanog grabuljara korita se, zajedno sa lancima, najviše troše. Korita i lanci čine 40% vrijednosti standardnog dvolančanog grabuljara od 100 m dužine. U poređenju sa vijekom trajanja ostalih elemenata, korita i lanci koštaju više nego svi ostali dijelovi skupa. Slab kvalitet korita i lanaca, pored povećanja nabavnih troškova, najčešći je uzrok zastoja i smetnji u jamskom pogonu.

Ima dosta lutanja kod pojedinih proizvođača dvolančanih grabuljara u pogledu konstrukcije korita, naročito onih koji prvi put pristupaju proizvodnji.

Na slikama 3 do 25 dat je pregled inostranih i domaćih korita. Njihova klasifikacija može da se izvrši na više načina:

Prema vrsti čelika bočnih strana

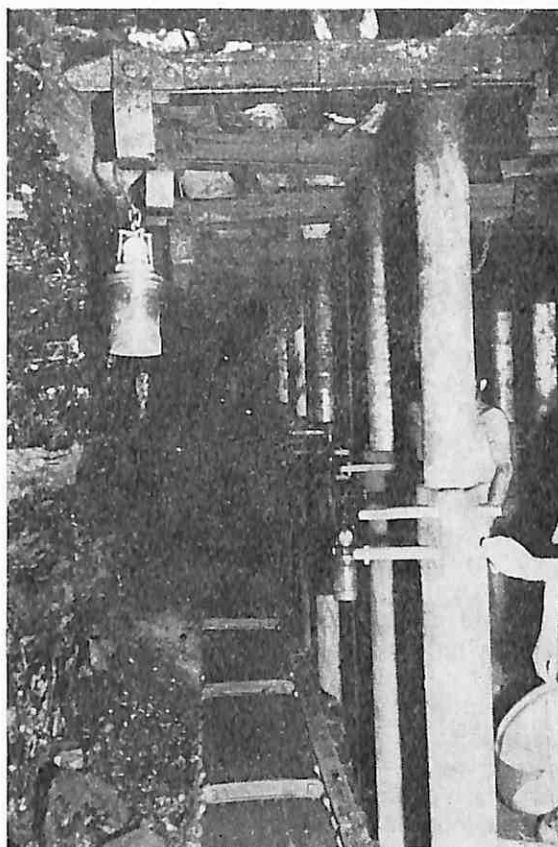
- korita iz valjanog profila (sl. 3—11 i 20—22),
- korita iz lima (sl. 12—19 i 23—25).

Prema konstrukciji dna korita

- korita sa jednostavnim dnom (sl. 3—3, 12—13, 16—25),
- korita sa duplim dnom na sredini (sl. 14, 15, 20, 24),
- korita sa dnom po sredini i pri podini (sl. 9—11).

Prema zahtjevu simetrije:

- simetrična korita (sl. 7, 14—16, 19—21) i
- nesimetrična korita (sl. 3—6, 9—13, 17—18, 22—25).



Sl. 2 — Široko čelo sa slobodnim otkopnim frontom s dvolančanim grabuljarom u glavnom sloju Stare jame rudnika Zenica. Izgled na početku radnog ciklusa.

Fig. 2 — The free longwall face with a double chain scraper conveyor in the front layer of the Old Pit (Stara jama) of Zenica mine. The view at the start of working operations.

Tablica 1

Stanje dvolančanih grabuljara u rudnicima uglja SFRJ prema nameni na dan 31. VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Ugrađeno na šir. čelu		Ugrađeno na ostalim otkop.		Ugrađeno u trans. hodn.		U rezervi i remontu		Ukupno	
	kom.	m	k m.	m	kom.	m	kom.	m	kom.	m
Kameni	12	735	—	—	12	1 440	9	1 085	33	3 260
Mrki	36	2 354	5	380	21	1 875	19	2 040	81	6 649
Lignit	24	1 248	—	—	24	2 593	5	645	53	4 486
Ukupno	72	4 337	5	380	57	5 908	33	3 770	167	14 395

Prema mogućnosti rastavljanja:

- rasklopna korita (sl. 11, 18, 19) i
- potpuno zavarena korita (sl. 3—10, 12—17, 20—25).

Prema vrsti zaštite od abanja:

- korita sa termičkom obradom (sl. 3, 4, 6, 7, 14, 15, 20, 21),
- korita sa specijalnim umecima (sl. 12, 19) i
- korita iz specijalnog kvaliteta čelika (sl. 16).

Najveća stabilnost, otpornost, mala visina i mala težina korita postižu se valjanim profilom, izuzev konstrukcija datih na sl. 9, 10 i 11, koje nemaju dvije posljednje karakteristike. Ova korita su najotpornija na udare izazvane miniranjem, na horizontalna i vertikalna opterećenja mašina za kopanje uglja i druge uzroke.

Pionir u konstrukciji dvolančanih grabuljara bila je njemačka firma Westfalia Lünen, koja je i danas nosilac razvoja u toj oblasti. Ona je u svom prvom periodu primjenjivala normalni NP profil (sl. 5). Kasnije je razvila specijalni (sigma) profil (sl. 4), kao statički otporniji i sa boljim rasporedom debljine zidova korita u zavisnosti od obima njihovog abanja. Najnovijom izmjenom u njihovoj konstrukciji (sl. 3) pojačava se središnje ispupčenje sigma profila na koje se navaruje središnji lim i čvrsto korito postaje još otpornije na vertikalne udare. To je do sada bilo najosjetljivije mjesto korita, podložno abanju.

Danas specijalni sigma profil (sl. 4) masovno proizvode još u Engleskoj i Sovjetskom Savezu. Uprava engleskih rudnika po ugledu na sigma profil, dala je, kao standard, i svoj specijalni profil (sl. 6), koji se karakteriše vrlo malom visinom. Korito je svega 130 mm visoko. Raspored debljine zidova korita unekoliko je nepovoljniji od najnovijeg sigma profila firme Westfalia (sl. 3).

Za malu proizvodnju dvolančanih grabuljara valjanje specijalnog profila se ne isplati. I sa koritom od normalnog profila može se napraviti konstrukcija približno iste vrijednosti kao i od specijalnog profila (sl. 21).

Drugu osnovnu grupu čine korita sa bokovima iz presovanog lima. Postoji shvatanje da su korita od lima jeftinija, jer se izbjegava specijalni profil. To je tačno za tanji lim. Međutim, rudarska praksa odbacuje korita iz tanjeg lima kao neotporna, podložna brzim deformacijama. Sa debljim limom, kao neophodnim, konstrukcija postaje teža i skuplja. Nikakve prednosti nema korito od lima u odnosu na korito od valjanog materijala. Naprotiv, korita iz specijalnog profila su bolja od korita iz lima. To zavisi i od konstrukcije. Korito od lima firme Eickhoff EB 620 bolje je od korita firme Centrozap PZP 45. Ali isti oblik korita kod tipa Šlask 59 (samo što je iz specijalnog profila) bolji je od korita firme Eickhoff.

Prilikom savijanja lima nastupa pojava hladnog kaljenja. Na tim mjestima materijal se brzo „umori” u pogonu i lim puca. To se dešava na ugaonom limu bočnih strana korita kao što prikazuje sl. 27. Prva cijepanja lima korita dvolančanog grabuljara EB 620 u Staroj jami rudnika Zenica nastupila su

Tablica 2

Stanje jednolančanih grabuljara u rudnicima uglja SFRJ prema nameni na dan 31. VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Ugrađeno na šir. čelu		Ugrađeno na ostalim otkop.		Ugrađeno u trans. hodn.		U rezervi i remontu		U k u p n o	
	kom.	m	kcm.	m	kom.	m	kom.	m	kom.	m
Kameni	11	510	31	800	40	1 640	15	600	97	3 550
Mrki	73	3 330	122	5 055	338	19 845	89	5 555	622	33 785
Lignit	39	1 265	144	5 197	177	11 946	54	3 005	414	21 413
Ukupno	123	5 105	297	11 052	555	33 431	158	9 160	1 133	58 748

već poslije rada od 16 mjeseci, kada se debljina lima uslijed abanja smanjila za 25%. Kod valjanog profila kao što prikazuje sl. 28 i poslije abanja ne dolazi do sličnog cijepanja profila.

Mnogo se populariše primjena dvostrukog dna. Ta primjena vezana je sa simetričnim oblikom korita, tj. mogućnosti da se korito preokreće. Kada se gornje dno od abanja stanji, korito se preokrene tako da na vrh dođe donje, neistrošeno dno. To je pogrešna orijentacija. Bočne strane korita uvijek će se prije deformisati, nego što će se središnji lim u opasnoj mjeri stanjiti. Ugljena prašina po središnjem limu služi kao mazivo.

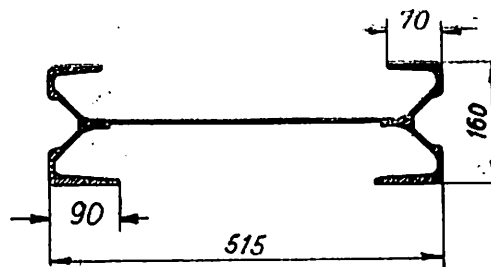
Ležišta lanca u koritu pri podini treba da budu dovoljno široka da lanci ne ispadaju iz korita. Nesimetrična korita mogu imati dovoljnu širinu, dok simetrična korita smanjuju tu širinu da ne bi suviše suzila korisni otvor za utovar uglja.

Dovoljna širina ležišta lanaca bitan je zahtjev za besprekoran rad dvolančanog grabuljara. Kašike lanca u pogonu često se krive, smanjujući razmak među lancima, koji tada kod velikog otvora korita pri podini lako ispadaju. A najgora stvar na dvolančanom grabuljaru širokog čela za rudare je kada sa donje strane korita ispadne lanac. Sovjetski tipovi dvolančanih grabuljara KS₁, STR30 i KSTI20 imaju zato potpuno zatvoreno korito pri podini. To, međutim, dovodi do česte zaglave lanca u donjem dijelu korita od navučene ugljene prašine i sitneži, koja se onda teško može očistiti.

Drugi način, da se produži vijek trajanja korita, ogleda se u konstrukciji rasklopnih korita sl. 18 i 19, firme Demag i Halbach Braun. Istrošeni dijelovi mogu se zamijeniti novim. Ova prednost u praksi se potpuno gubi. Česti dinamički udari i vibracije rasklimaju korita, čiji su pojedini elementi vezani šrafovim. Potpuno zavarena konstrukcija korita najbolje odgovara rudarskoj praksi.

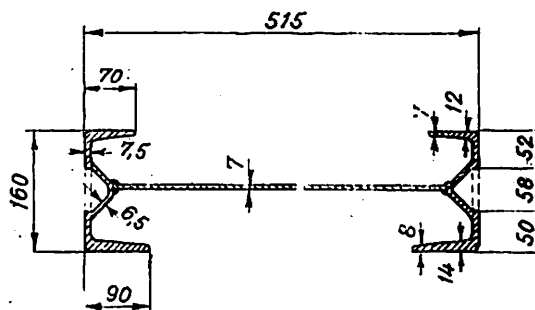
Smanjivanje abanja postiže se ubacivanjem specijalnih umetaka od tvrdog čelika po kliznim površinama lanca (Firma Beien sl. 12). Pitanje je koliko će produženje vijeka trajanja odgovarati poskupljenju nabavne cijene korita.

Austrijska firma Voest protežira korita (sl. 16) od visokokvalitetnog čelika otpornog



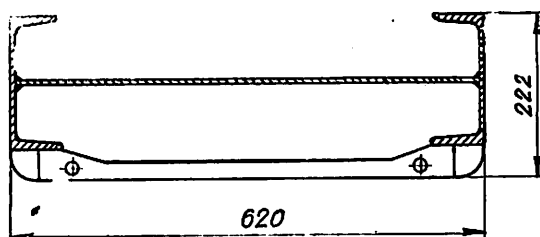
Sl. 3 — Westfalia-Lünen, najnoviji tip PFO. Zapadna Njemačka.

Fig. 3 — Westfalia-Lünen, the newest type PFO, Federal German Republic.



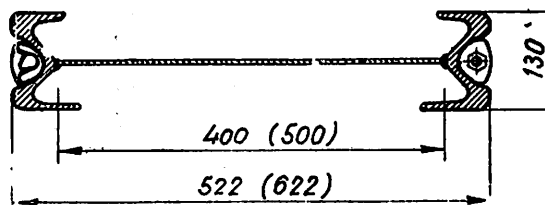
Sl. 4 — Westfalia-Lünen, raniji tip PFO-Hoowod, Type P-80, engl. BJD, Type C 20, Engleska Type KS 9 1-2, SSSR.

Fig. 4 — Westfalia-Lünen, outmoded type PFO-Hoowod, Type P-80, Engl. BJD, Type C 20, England Type KS 9 1-2, Soviet Union.



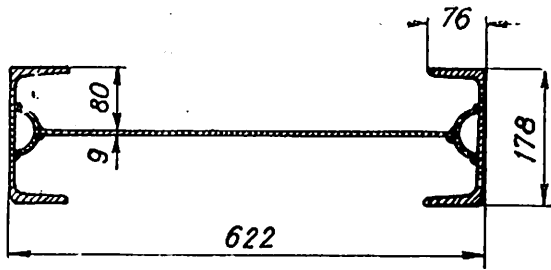
Sl. 5 — Westfalia-Lünen, stari tip — Type PZP 45, Poljska.

Fig. 5 — Westfalia-Lünen, old type — Type PZP 45, Poland.

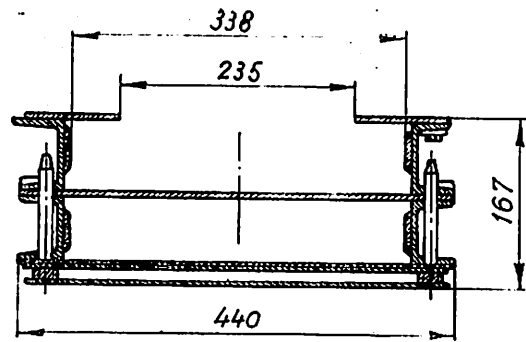


Sl. 6 — NCB, Engleska — MECO, Engleska

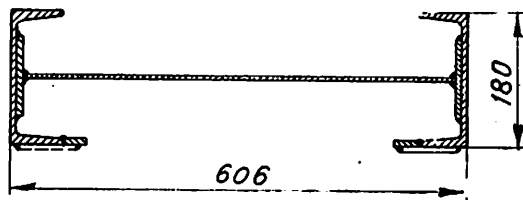
Fig. 6 — NCB, England — MECO, England.



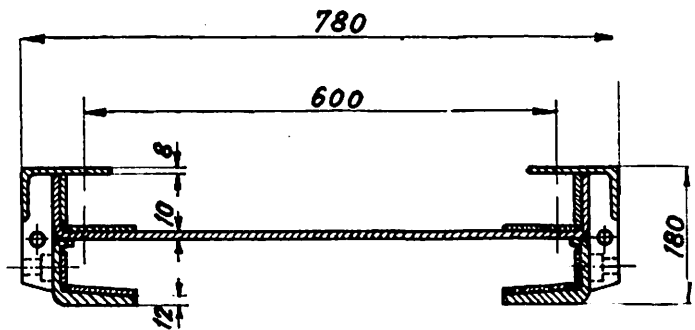
Sl. 7 — Mavor & Colson, Engleska.
Fig. 7 — Mavor & Colson, England.



Sl. 11 — KSTI 20, SSSR
Fig. 11 — KSTI 20, Soviet Union.

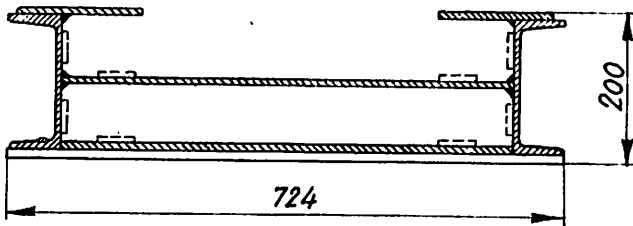


Sl. 8 — Thiele, Zapadna Njemačka.
Fig. 8 — Thiele, Federal German Republic.

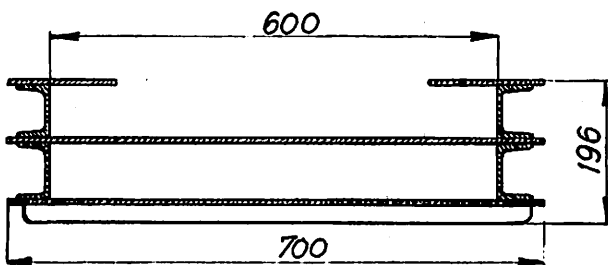


Sl. 12 — Beien, Type Rekord,
Zapadna Njemačka

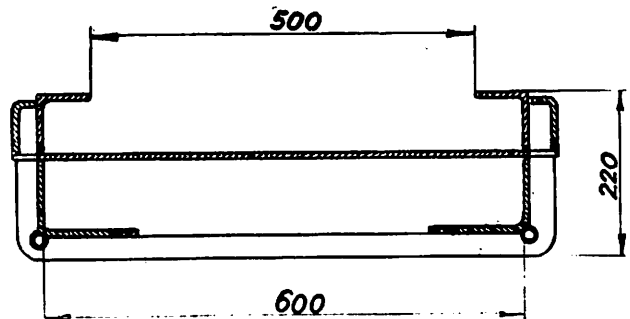
Fig. 12 — Beien, Type Rekord,
Federal German Republic.



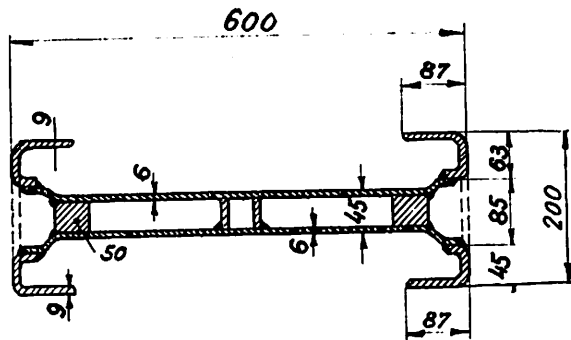
Sl. 9 — KS₁, SSSR — SKM2m SSSR.
Fig. 9 — KS₁, Soviet Union — SKM2m Soviet Union.



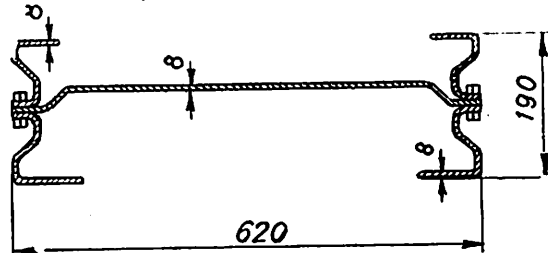
Sl. 10 — STR 30, SSSR.
Fig. 10 — STR 30, Soviet Union.



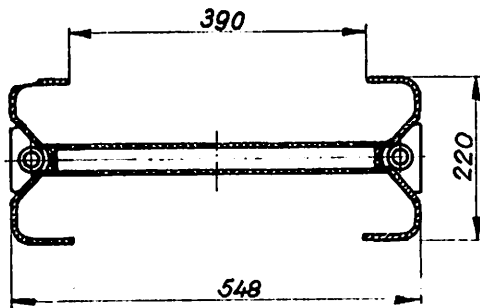
Sl. 13 — Čehoslovačka.
Fig. 13 — Czechoslovakia.



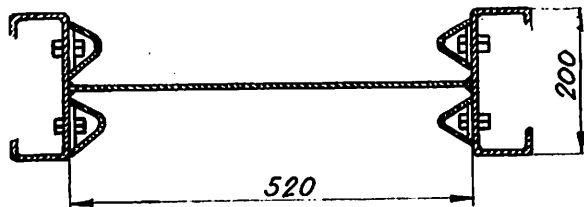
Sl. 14 — Eickhoff, Type EB 620, Zapadna Njemačka.
Fig. 14 — Eickhoff, Type EB 620, Federal German Republic.



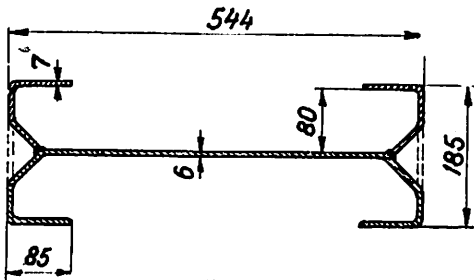
Sl. 18 — DEMAG, Type Z 500, Zapadna Njemačka.
Fig. 18 — DEMAG, Type Z 500, Federal German Republic.



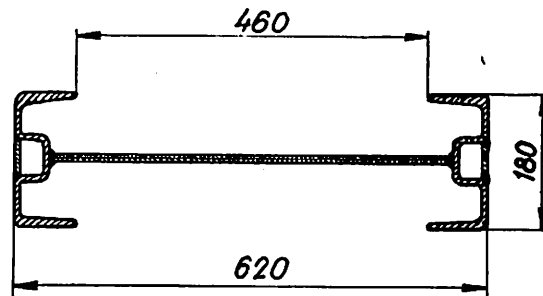
Sl. 15 — KSP₁ — SSSR.
Fig. 15 — KSP₁ — Soviet Union.



Sl. 19 — Halbach Braun, Type DFK 2, Zapadna Njemačka.
Fig. 19 — Halbach Braun, Type DFK 2, Federal German Republic.



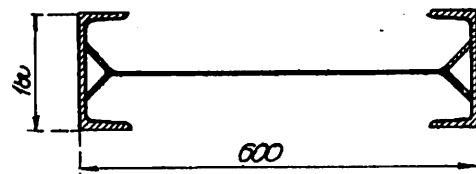
Sl. 16 — Vöest, Type Gigant 530, Austrija.
Fig. 16 — Vöest, Type Gigant 530, Austria.



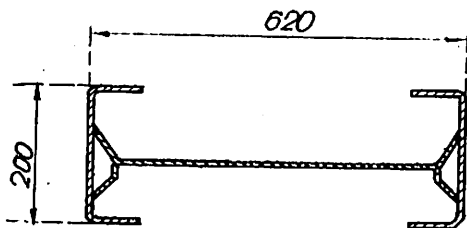
Sl. 20 — ŚLASK 59, Poljska.
Fig. 20 — Slask 59, Poland.



Sl. 17 — ASEM, Francuska.
Fig. 17 — ASEM, France.

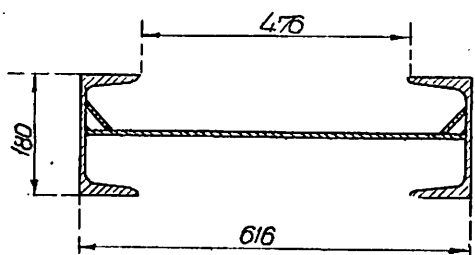


Sl. 21 — Konstrukcija Osmanagić.
Fig. 21 — Osmanagić construction.



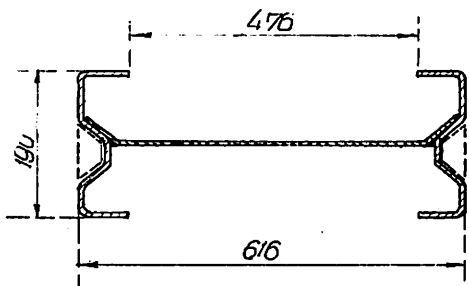
Sl. 22 — Industrija mašina i livnica IML — Kreka, tip 616/62.

Fig. 22 — Machine industry and foundry IML — Kreka, type 616/62.



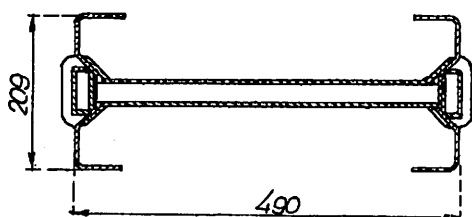
Sl. 23 — Industrija mašina i livnica IML — Kreka, tip: 616/63.

Fig. 23 — Machine industry and foundry IML — Kreka, type 616/63.



Sl. 24 — Strojna tovarna Trbovlje (STT), tip: DVT — 490 L.

Fig. 24 — Machine factory Trbovlje (STT), type DVT — 490 L.



Sl. 25 — Strojna tovarna Trbovlje (STT), tip: DVT — 620.

Fig. 25 — Machine factory Trbovlje (STT), type DVT — 620.

na abanje, čvrstoće 110 kg/mm² za ležišta gornjeg lanca, a donji dio korita je od kvalitetnog čelika čvrstoće 60 kg/mm². Korita su iz presovanog lima. Smanjenje debljine zida bočnih strana korita na račun uvođenja visokokvalitetnog čelika može da ide samo do određene granice diktirane potrebnim minimalnim otpornim momentom korita. Taj uslov nije dovoljno uzet u obzir u njihovoj konstrukciji i veliko je pitanje, da li ta korita mogu podnijeti opterećenja otkopnih mašina na širokim čelima. Inače za hodnike mogu dobro da posluže.

Najsigurniji i najjeftiniji put u povećanju čvrstoće korita na abanje, ukoliko je čitava konstrukcija povoljno riješena, sastoji se u površinskom kaljenju najosjetljivijih i najviše abanih kliznih površina.

Dužina korita kod svih tipova dvolančanih grabuljara po pravilu je 1,5 m i nju treba zadržati.

Širina korita, po pravilu, je različita kod raznih tipova dvolančanih grabuljara. A to je neopravdano. Treba i nju standardizovati.

Prema tablici 3 u anketiranim rudnicima uglja od ukupnog broja dvolančanih grabuljara nalazilo se:

- 1,3% sa širinom korita cca 400 mm
- 34 % sa širinom korita cca 500 mm
- 62 % sa širinom korita cca 600 mm
- 2,7% sa širinom korita cca 800 mm

Ovdje je računata spoljna širina korita.

Prema tome, za naše uslove, sasvim su dovoljne dvije širine korita: cca 500 mm i cca 600 mm. U rudnicima lignita u isključivoj su upotrebi korita širine cca 600 mm. Ovo je uslovljeno krupnim komadima odvaljenog lignita i velikom otkopnom visinom širokih čela. I za primjenu teških otkopnih mašina (kombajna), koje klize po oklopnim dvolančanim grabuljarima, bolje odgovaraju širine cca 600 mm, nego korita manje širine.

Visina korita je, takođe, različita kod raznih tipova dvolančanih grabuljara i kreće se od 130 mm do 220 mm. Za rudarsku praksu na širokim čelima bolje odgovara što manja visina korita. Standardno korito uprave engleskih rudnika N. C. B. (sl. 6) u tom pogledu je najpovoljnije. Nisko korito omogućuje lakši ručni i mehanički utovar uglja, a takođe, stabilniju konstrukciju kombajna za ugalj na širokim čelima.

Međusobni spojevi korita omogućuju obično zaokretanje za 3° u horizontalnoj i vertikalnoj ravni. Preveliki ugao zaokretanja, preko 5° , suviše jako napreže lanac, pojačava abanje i deformaciju korita. U slučaju horizontalnog zaokretanja napreže se samo lanac na jednoj strani, dok je drugi lanac rasterećen i labav. Ovo dovodi do neravnomjernog i preranog izduženja lanaca, pa i njihovog kidanja, zatim do krivljenja kašika na lancima, do ispadanja lanaca iz korita i njihovog zaglavljivanja u koritu.

I sama konstrukcija spoja korita treba da bude tako izvedena, da ne dozvoli prekomjerno zaokretanje korita. Tome uslovu odgovaraju spojevi korita sa šrafovimama firme Westfalia i spojevi sa čivijama firme Eickhoff. Tom uslovu ne odgovaraju spojevi korita sa jednostavnim naticanjem na klin kao firme Centrozap tip Šlask 59 ili firme Vöest tip Gigant 530. Ovi poslednji vrlo lako se montiraju, ali se teško izdvajaju iz cjeeline u slučaju njihove izmjene. Korita EB 620 firme Eickhoff lakše se montiraju i demontiraju od korita firme Westfalia.

Međutim, prilikom svake demontaže, ako se ne pazi, mnoštvo čivija se pogubi, jer se izbijaju u prazan prostor duplog dna korita, za razliku od korita firme Westfalia gdje se svaki šraf može sačuvati.

Jedan od najvažnijih rudarskih zahtjeva prema koritima oklopnih dvolančanih grabuljara traži da elementi spoja korita ne štrče van zida bočne strane korita. Saone, mašine za kopanje uglja koje klize po dvolančanom grabuljaru, moraju imati ravnu površinu klizanja. I u slučaju, kada nema mašina za kopanje, ispuščenja i razni navareni elementi na bočnim stranama korita smetaju, makar i u maloj mjeri, pravilnom postavljanju čelične podgrade.

Oklopni dvolančani grabuljar može u jamskom pošonu svašta podnijeti. Ali on najbolje radi kada se nalazi u pravoj liniji. Zato se svake nedelje vrši kontrola pravca dvolančanog grabuljara i linije širokog čela. U slučaju dugačkih širokih čela, u inostranstvu, ovu kontrolu vrše jamski mjerači, označavajući kredom na krovini širokog čela pravu liniju za grabuljar.

Nekada potrebe zahtijevaju da široko čelo radi proizvodno u sve tri smjene. Na jednoj se polovini otkopava ugallj, a na drugoj polovini širokog čela pomiče se jedan dio

dvolančanog grabuljara i vrše ostali pomoćni poslovi. Šta više, danas oklopni dvolančani grabuljari firme Westfalia rade i na širokim čelima u jednom rudniku gvozdene rude.

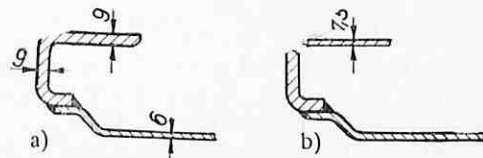
Sve to pokazuje od kakvog su visokog kvaliteta i otpornosti došli pojedini tipovi dvolančanih grabuljara.

Proizvodni rad širokog čela u sve tri smjene zahtijeva uvođenje čelične podgrade sa



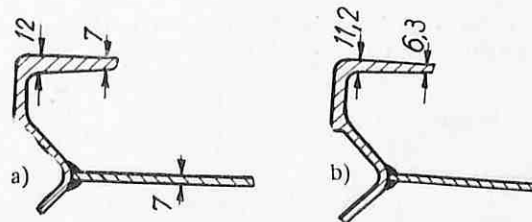
Sl. 26 — Korito firme Westfalia u teškim uslovima rada transporta kamena.

Fig. 26 — Westfalia trough under severe working conditions at the transport of stones.



Sl. 27 — a — Prvobitno stanje; b — Stanje poslije 16 mjeseci.

Fig. 27 — a — Original state; b — conditions after 16 months.



Sl. 28 — a — Prvobitno stanje; b — Stanje poslije 12 mjeseci.

Fig. 28 — a — Original state; b — conditions after 12 months.

slobodnim otkopnim frontom i premještanje dvolančanog grabuljara u novo radno polje bez rastavljanja. Ovakav sistem je najpoгодniji za primjenu najrazličitijih mašina za kopanje uglja na širokim čelima, koje klize po dvolančanom grabuljaru. To je sistem, po kojem se može najracionalnije i najlakše uvesti potpuno mehanizovano kopanje uglja.

Prema tablici 4 u III kvartalu 1961. godine na širokim čelima u rudnicima uglja 47% svih dvolančanih grabuljara premješta se bez rastavljanja, ili 55% njihove ukupne dužine. Najbolje stanje u ovom pogledu je kod rudnika mrvkog uglja, gdje se 83% dvolančanih grabuljara premješta bez rastavljanja. Najslabije stanje je kod rudnika kamenog uglja, gdje se svega 8% dvolančanih grabuljara premješta bez rastavljanja. Kod rudnika lignita taj procenat iznosi 12%.

Vrlo mali broj širokih čela sa slobodnim otkopnim frontom kod rudnika kamenog uglja i lignita ukazuje na još neriješene krupne probleme u okviru metoda otkopavanja, posebno po pitanju podgrađivanja. Malo je vjerovatno da će se na širokim čelima postići visoka produktivnost bez slobodnog otkopnog fronta.

To treba imati u vidu i kod izbora konstrukcije dvolančanog grabuljara za široko čelo. Obični dvolančani grabuljari, osjetljivi su na premještanje bez rastavljanja. Oklopni dvolančani grabuljari daleko su izdržljiviji i mogu se bez teškoća pomicati zajedno sa transportom uglja. Njihove pojedine konstrukcije po težini su lakše, a po cijeni jeftinije od pojedinih konstrukcija običnih dvolančanih grabuljara od lima. U tom slučaju nema razloga da proizvodimo „obične” i „oklopne” dvolančane grabuljare. Dovoljno je proizvoditi samo oklopne dvolančane grabuljare, primjenjujući ih kao nove na širokim čelima, a kao iznošene za transport u hodni-

cima do širokih čela. Na osnovu svih navedenih rudarskih zahtjeva postavljenih koritima dvolančanih grabuljara, predlažemo za rudnike uglja konstrukciju korita standardnog valjanog profila, prikazanu na sl. 21.

Lanci dvolančanog grabuljara

Pored korita kao još jednostavniji ali isto toliko važan element dvolančanog grabuljara su njegovi lanci. To je visoko opterećen, specifičan konstruktivni element i normalni lanci za ovu ulogu nisu dorasli. Naročito se traži velika čvrstoća i žilavost materijala, uglavnom prema njemačkim normama DIN 22.252. Za dvolančane grabuljare uzima se obično kvalitetna grupa 3 ili 4. Za veći kapacitet i dužine dolazi u obzir samo kvalitetna grupa 4. Lanac kvalitetne grupe 4 kod dimenzija članka 18 × 80, prema DIN 22.252 treba da podnese najmanje opterećenje kod kidanja 33 tone, a najmanje opterećenje kod ispitivanja 23 tone.

Još uvijek ima pokušaja da se za dvolančane grabuljare upotrijebe člankasti lanci (Mađarska, SSSR). Dato poređenje rasklopnih i zavarenih korita još u većoj mjeri važi za člankaste i kalibrirane lance. Velike dužine, visoka opterećenja i promjenljivu liniju kretanja na širokim čelima mogu da podnesu samo kalibrirani lanci.

Tablica 3

Podaci o koritima dvolančanih grabuljara u anketiranim rudnicima uglja SFRJ, na dan 31. VIII 1961. godine

Širina korita	Kameni ugalj, m	Mrki ugalj	Ligniti m	Ukupno m	%
cca 400 m/m	—	180	—	180	1,3
cca 500 m/m	1 010	3 630	—	4 640	34
cca 600 m/m	240	5 114	2 949	8 303	62
cca 800 m/m	360	—	—	360	2,7
Ukupno	1 610	8 924	2 949	13 483	100

Tablica 4

Način premještanja dvolančanih grabuljara na širokim čelima u rudnicima uglja SFRJ, podaci za VII i VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Sa rastavljanjem				Bez rastavljanja				Ukupno			
	kom.	%	m	%	kom.	%	m	%	kom.	%	m	%
Kameni ugalj	11	92	665	11	1	8	70	9	12	100	785	100
Mrki ugalj	6	17	270	12	30	83	2 084	88	36	100	2 354	100
Lignit	21	88	1 018	82	3	12	230	18	24	100	1 248	100
Ukupno	38	53	1 953	45	34	47	2 384	55	72	100	4 337	100

Tablica 5
Podaci o lancima dvolančanih grabulja u anketiranim rudnicima uglja SFRJ na dan 31. VIII 1961. godine

Vrsta lanca	Kameni ugalj, m	Mrki ugalj, m	Ligniti m	Ukupno, m	%
Lanac Ø 14 m/m	1 920	750	—	2 670	10
Lanac Ø 16 m/m	302	7 420	580	8 302	31,6
Lanac Ø 18 m/m	1 540	7 730	6 096	15 366	58
Lanac Ø 20 m/m	—	—	60	60	0,4
Ukupno	3 762	15 900	6 736	26 398	100

Prema tablici 5 u rudnicima uglja danas se nalaze razne vrste lanaca dvolančanih grabuljara u slijedećem omjeru:

lanac Ø 14 mm	10 %
lanac Ø 16 mm	31,6%
lanac Ø 18 mm	58 %
lanac Ø 20 mm	0,4%

Znači, da lanci od Ø 16 i Ø 18 mm čine 89,6% cjelokupne količine lanaca u rudnicima uglja.

Kalibrirani lanci daleko odskaču po svojoj izdržljivosti, trajnosti, nosivosti i jednostavnosti, od bilo kakvih člankastih lanaca. Korita i člankasti lanci jednolančanih grabuljara predstavljaju za rudare najveći izvor teškoća. Sasvim obratno važi za korita i lance oklopnih dvolančanih grabuljara.

I naša praksa potpuno potvrđuje američko iskustvo po kome korisna dužina transporta kod jednolančanih grabuljara već poslije 8—10 mjeseci iznosi još samo 50—70% od prvobitne dužine, radi bržeg trošenja lanaca i osjetljivih pogona. Voda i agresivni jamski zrak izazivaju brzo rđanje članaka i rascjepki u lancima jednolančanih grabuljara, što dovodi do čestih pucanja lanca i zastoja u proizvodnji. Slobodno vođeni lanac jednolančanog grabuljara stvara, takode, velike smetnje zbog izdizanja nad koritom i prosipanja uglja. Drobljenje uglja prilikom transporta znatno je intenzivnije kod jednolančanih nego u dvolančanih grabuljara. Sve to ukazuje na nedovoljnu sigurnost jednolančanih grabuljara u dužem jamskom pogonu, posebno na širokim čelima.

Vijek trajanja kalibriranih lanaca za dvolančane grabuljare je duplo veći u odnosu na lance jednolančanih grabuljara. U Zapad-

noj Njemačkoj novi lanci dvolančanog grabuljara služe obično 2 godine na širokim čelima, a zatim ih prebacuju za transport u hodnicima, gdje mogu da služe još 1—2 godine. U rudniku Zenica lanci Ø 16 i Ø 18 mm dvolančanih grabuljara Eickhoff i Westfalia kvalitetne grupe 4 izdržali su, u stalnom pogonu, sa manjim prekidima i radom u tri proizvodne smjene, pune 4 godine. Poslije tog vremena bili su već toliko izduženi i dotrajali da su se na širokim čelima, uslijed njih, svakodnevno dešavali zastoji. Njihov vijek trajanja od 3 godine može se uzeti kao odgovarajući.

Vijek trajanja lanaca za dvolančane grabuljare zavisi od specifičnih prilika svake jame, i to ne montangeoloških, već načina primjene dvolančanog grabuljara i uslova



Sl. 29 — Izgled širokog čela poslije miniranja uglja u Staroj jami rudnika Zenica. Vidi se otičepljeni lim u koritu EB 620.

Fig. 29 — A view of the longwall face after coal shooting in the Old Pit (Stara jama) of Zenica mine. Note the cutout piece of a tin plate in the EB 620 — trough.

koji vladaju u njegovim koritima. Upotrebljivost kalibriranog lanca u pogonu mjeri se stepenom izduženja njegovih članaka u odnosu na prvobitnu dužinu. Kod visokog stepena izduženja lanci preskaču tako često preko zubaca pogonskog valjka, da imamo više štete nego koristi od takvog transporta.

Besprekoran rad dvolančanog grabuljara može se jedino održati njegovim pravilnim i sistematskim održavanjem. Kao dnevna kontrola treba da bude, uglavnom, kontrola njegovih lanaca, kašika i korita. Potrebno je na kraju svake smjene izvršiti pregled lanaca i kašika, olabavljene šrafove zategnuti, ispale šrafove ponovo staviti, a iskrivljene kašike i oštećena korita zamijeniti.

Za naročito velike dužine i kapacitet transporta uglja na širokim čelima konstruisani su i trolančani grabuljari. Kod prekida jednog lanca ostaju u pogonu još dva. Dosadašnja praksa njihove upotrebe ne daje im toliko prednosti koliko se zamišljalo. U svakom slučaju, do sada postignute kapacitete proizvodnje uglja i naših najdužih širokih čela, mogu sa punim uspjehom da savladaju oklopni dvolančani grabuljari. Još je važnije, da se u istoj liniji transporta uglja, poslije trolančanih i dvolančanih grabuljara, ne nađu i jednolančani grabuljari.

Brzina lanca dvolančanih grabuljara kreće se od 0,52 m/sec do 0,8 m/sec. Na primjer:

	brzina m/sec	
Westfalia PFO i PFI	0,52	0,65
Eickhoff EB 620	0,72	
Vöest Gigant 530	0,80	
Centrozap PZP 45	0,70	

Rudarska praksa traži da brzina lanca dvolančanog grabuljara na širokom čelu bude što manja. U transportnim hodnicima ta brzina može biti veća.

Rad na širokom čelu protiče u stalnom pokretu mehanizacije, premještanju čelične podgrade, kretanjima krovine i kopanju uglja. I najjače jamsko osvjetljenje još je uvijek nedovoljno s gledišta pune bezbjednosti rada. Kod većih otkopnih visina, kao što je u 80% slučaj naših širokih čela, pad krupnih komada uglja iz boka je česta pojava. Radnik na širokom čelu mora da je stalno na oprezu, da ga nešto ne zakači, ili da ga dvolančani grabuljar ne uhvati. Smanjenje

brzine lanca u velikom stepenu smanjuje mogućnost nesretnih slučajeva.

Smanjenjem brzine lanca opada kapacitet grabuljara. Povećanjem širine korita možemo da nadoknadimo taj gubitak. Za veću otkopnu visinu povoljnije je šire korito.

Za korito širine cca 600 mm odgovarala bi za naše uslove i brzina lanca od 0,6 m/sec.

V. Blagojević je obradio razne mogućnosti smanjenja opterećenja na lancu dvolančanog grabuljara, posebno uvođenjem duplog pogona i njegovim pravilnim razmještajem. Međutim, za rudarsku praksu je neobično važno kako regulisati napetosti u lancu, kada je već izvršen pravilan raspored pogona.

Različito opterećenje lanca izaziva i različito izduženje lanca. To izduženje treba da ostane u granicama elastičnih deformacija. U slučaju horizontalnog transporta sa istovarom uglja na pogonskoj stanici ukupno izduženje lanca (ΔL) može se izračunati formulom:

$$\Delta L = \frac{2f_1 \cdot q^0 \cdot L}{E \cdot P} \cdot L + \frac{W \cdot q \cdot L}{2 \cdot E \cdot P} \cdot L$$

gdje je:

- ΔL = ukupno izduženje lanca
- f_1 = koeficijent trenja lanca i korita — 0,35
- q^0 = težina lanca sa kašikom po dužnom metru; za ϕ 18 mm = 18,5 kg/m
- W = koeficijent trenja utovarenog uglja i korita — 0,35
- q = težina utovarenog uglja po metru — 56 kg/m
- L = dužina grabuljara — 200 m
- E = modul elastičnosti lanca — 400.000 kg/cm²
- P = površina presjeka lanca — 10 cm²*

Pri datim podacima ukupno izduženje lanca prilikom transporta uglja iznosiće 0,228 m. Kad bi se istovar uglja vršio na povratnoj stanici, onda bi izduženje lanca bilo 0,424 m. Kad bi grabuljar imao dva pogona, a istovar uglja bio na glavnom pogonu, onda bi izduženje lanca iznosilo svega 0,163 m.

*) Oznake su uzete kao u formuli Spivakovskog, a navedena formula je iz sveske firme Westfalia.

Tablica 6

Podaci o elektromotorima dvolančanih grabuljara u anketiranim rudnicima uglja SFRJ na dan 31. VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Broj grabuljar kom.	Broj el. mot. kom.	Ukupna snaga el. mot. kw	El. mot. kom. grab.	kw/el. mot.	kw/grab.
Kameni	33	59	1 800	1,78	30,6	54,8
Mrki	95	133	3 814	1,41	28,6	40,2
Lignit	54	69	2 754	1,27	40,1	51,0
Ukupno	182	261	8 368	1,44	31,8	45,9

Ova izduženja lanca mogu da prave znatne neprilike u jamskom pogonu. Ako postoji jedan pogon, onda se na njegovom dnu stvara veliki viseći lanac, koji se može zapetljati na pogonskom valjku. I obuhvatni ugao se smanjuje pa lanci preskaču zupce.

Ako postoje dva pogona, na vrhu pomoćnog pogona stvara se labav lanac, koji zapada među zupce i pravi zaglavu. U oba primjera, kod slabijeg kvaliteta zubaca, ili nepodesne konstrukcije odvajачa lanaca, može doći i do kidanja zubaca.

Stvaranjem prethodne određene napetosti u lancu, može se izbjeći pojava visećeg ili labavog lanca. Potrebna sila (P) za tu napetost, za već analizirani slučaj horizontalnog transporta, izračunava se po formuli:

$$P = f_1 \cdot q \cdot L = \frac{1}{4} \cdot W \cdot q \cdot L$$

Ako postoji jedan pogon a istovar uglja je na pogonskoj stanici, sila kojom će se stvoriti tolika prethodna napetost u lancu, da bi se likvidiralo izduženje od 0,228 m, iznosi 2.280 kg. U slučaju, kad je isti pogon samo sa istovarom na povratnoj stanici, potrebna sila iznosi 4.250 kg. Ako postoje i glavni i pomoćni pogon, onda je izduženje lanca svega 0,163 m a potrebna sila prethodne napetosti 1.360 kg.

Prema tome, sa dobro nategnutim lancem grabuljar će imati puno mirniji hod.

Najpovoljniji odnos snage glavnog i pomoćnog pogona (λ) dobija se po formuli:

$$\lambda = \frac{\text{Snaga glavnog pogona}}{\text{Snaga pomoćnog pogona}} = 1 + \frac{Q}{3,6 \cdot q_0 \cdot V} \cdot \frac{\mu - \text{tg} \alpha}{\mu + \text{tg} \alpha}$$

gdje je:

- Q = časovni kapacitet transporta uglja t/h
- α = pad (+ α), odnosno uspon (– α) u stepenima
- μ = $W' = f_1$ = koeficijent trenja lanca, uglja i korita
- q_0 = težina lanca sa kašikom po m' u kg/m
- V = brzina lanca u m/s.

Pogonska snaga i opterećenje lanca stoje jedno prema drugom u određenom odnosu. Potrebno je težiti da taj odnos u praksi bude takav, kako bi se postiglo najmanje moguće opterećenje lanca. U tom slučaju postiže se najmanje izduženje lanca i najmanji dinamički udari odnosno oscilacije u napetosti lanca, pa se i materijal manje troši. To sa svoje strane utiče na njegov vijek trajanja.

Sa povećanjem pada, ukoliko se transportuje ugalj niskopno, smanjuje se potrebna vučna snaga grabuljara.

Kritična granica nastupa kada ugalj i lanac počnu sami da klize niz korito grabuljara. Taj se ugao dobija formulom:

$$\text{tg} \alpha_1 = \frac{f_1 \cdot q_0 + W' \cdot q}{q_0 + q}$$

Kod koeficijenta trenja $f_1 = W' = 0,35$ kritični ugao iznosi:

$$\text{tg} \alpha \text{ krit.} = 0,35 \text{ i } \alpha_1 = 19,4^\circ$$

To se u stvarnosti postiže kada vučna snaga sile zemljine teže u radnom dijelu korita dostigne snagu kočenja u povratnom dijelu korita.

Oblast primjene dvolančanog grabuljara je od 17° uspona do 30° pada.

Potrebne formule bazirane su na normalnim uslovima rada dvolančanog grabuljara i nisu obuhvatile izuzetne slučajeve kao zaglave, krivine, prekomjeran utovar uglja kod zastoja transporterata i sl.

Instalisana snaga

Obezbeđenje dovoljne radne energije dvolančanom grabuljaru je preduslov za njegov besprekoran rad. Mjerenja pokazuju da je u jamama, uopšte uzev, instalirano više snage nego što zahtijeva normalan rad dvolančanih grabuljara.

Prosječna instalirana snaga ugrađenih elektromotora na dvolančanim grabuljarima prema tablici 6 iznosi u rudnicima uglja 31,8 kW/kom. Najmanja snaga je kod mrkog uglja i to 28,6 kW/kom, a najveća kod lignita i to 40,1 kW/kom.

Prosječna instalirana snaga po jednom dvolančanom grabuljaru, prema tablici 7 je 45,9 kW/grabuljar, najmanja je kod mrkog uglja i to 4,2 kW/grabuljar, a najveća kod kamenog uglja i to 54,8 kW/grabuljar.

U odnosu na jednolančane grabuljare, sa uvođenjem dvolančanih nastupa korjenita promjena stanja u električnoj mreži jamskog revira. Jednolančani grabuljari u prosjeku imaju 11 kW/grabuljar instalirane snage, dok je ona kod dvolančanih grabuljara 4 puta veća. Novi presjeci električnih vodova, složenija razvodna mjesta, prenošenje visokog napona u blizinu otkopnih revira, sve to traži i bolji stručni kadar i veća finansijska ulaganja. Koliko je važno otkloniti uska grla u transportu uglja, toliko je važno i otkloniti pad napona u električnoj mreži jamskog revira.

Velike razlike u instaliranoj snazi po vrstama uglja kod nas ne potiču uslijed razlike u kapacitetu proizvodnje i dužinama dvolančanih grabuljara, već od razlike u stručnim shvatanjima, nekad nedovoljno proračunatoj primjeni, a nekad i nuždi zbog nemanja drugog izbora. Proračun ukupne snage dvolančanog grabuljara (N_s) vrše se po formuli:

$$N_s = N_p \cdot \cos \alpha \left[1 + \frac{Q}{7,2 \cdot \mu \cdot q_0 \cdot V} \cdot (\mu - \operatorname{tg} \alpha) \right]$$

gdje je:

- N_p = snaga praznog hoda grabuljara u kW
- α = pad (+ α) odnosno uspon (- α) u stepenima
- Q = časovni kapacitet transporta uglja u t/h
- μ = koeficijent trenja lanca i uglja
- q_0 = težina lanca sa kašikama po dužnom metru u kg/m
- V = brzina lanca u m/sec.

Snaga praznog hoda grabuljara utvrđuje se opitno a samo orijentaciono se može izračunati formulom. Proizvođači dvolančanih grabuljara imaju, obično, izrađene dijagra-

Tablica 7

Instalirana snaga grabuljastih transporterata u rudnicima uglja SFRJ na dan 31. VIII 1961. g.

Vrsta uglja	Dvolančani grabuljari			Jednolančani grabuljari		
	Ukupno kom.	Instalis. snaga/kw	kw/kom.	Ukupno kom.	Instalis. snaga/kw	kw/kom.
Kameni ugalj	33	1.800	54,8	106	775	7,3
Mrki ugalj	95	3.814	40,2	701	6.246	8,9
Lignit	54	2.754	51	398	6.246	15,7
Ukupno	182	8.368	45,9	1.205	13.267	11

me za izbor dvolančanih grabuljara u zavisnosti od jamskih prilika. Izračunavanje ukupne vučne snage vrši se u zavisnosti od 4 promjenljive veličine i to:

- α = pad ili uspon u stepenima
- Q = časovni kapacitet u t/h
- V = brzina lanca u m/sec.
- L = dužina grabuljara u m.

Na osnovu tablica 8 i 9 kao i drugih podataka, dobijamo slijedeće prosječne elemente za proračun prosječnog dvolančanog grabuljara u rudnicima uglja za III kvartal 1961. godine.

- $\alpha = 0^\circ$
- $Q = 237$ t/dan, odnosno 40 t/h pri 6 časovnom mašinskom radu.
- $V = 0,7$ m/sec.
- $L = 60$ m.

Po tim podacima, prema dijagramu firme Westfalia Lünen, za oklopni dvolančani grabuljar tipa PFO trebalo bi da ukupna snaga bude:

$$N_s = 12 \text{ kW.}$$

Tablica 8

Dužine grabuljastih transporterata na širokim čelima u rudnicima uglja SFRJ na dan 31. VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Dvolančani grabuljari			Jednolančani grabuljar		
	Uk. kom.	Uk. met	m/kom.	Uk. kom.	Uk. met.	m/kom.
Kameni	12	735	61	11	510	46
Mrki	36	2.354	66	73	3.330	45
Lignit	24	1.248	52	39	1.265	32
Ukupno	72	4.337	60	123	5.105	41

Tablica 9

Prosječno ostvarena proizvodnja po jednom grabuljaru dnevno u rudnicima uglja SFRJ za VII i VIII 1961. god.

Vrsta uglja	Broj rad. dana	Dvolančani grabuljari			Jednolančani grabuljari		
		Proizvod. za VII i VIII mj.	Broj grab.	t/dan	Proizvod. za VII i VIII mj.	Broj grab.	t/dan
Kameni	51	41 000	12	67	24 197	11	43
Mrki	51	363 303	36	198	310 850	73	85
Lignit	51	467 250	24	382	197 826	39	99
Ukupno	51	871 553	72	237	532 873	123	85

Prema dijagramu iste firme za njen tip PFI trebalo bi da ukupna vučna snaga bude:

$$N_s = 14 \text{ kW}$$

Prema dijagramu učinka dvolančanog grabuljara DGS — 620 IML „Kreka“, za iste uslove rada, bila bi potrebna ukupna snaga:

$$N_s = 15 \text{ kW}$$

Instalisana snaga elektromotora, radi prenosna, je za 13% veća. Može se sa dovoljnom sigurnošću reći da za navedene uslove dvolančanog grabuljara, širine cca 600 mm, zadovoljava instalisana snaga od 16 kW. U praksi imamo, međutim, stvarni prosjek od 45,9 kW/grabuljar ili skoro 3 puta više.

Na osnovu iskustva u rudniku Zenica sa oklopnim grabuljarom PFO možemo utvrditi da za blagi transport uglja na širokom čelu do 10° niskopno u dužini 80 m jedan elektromotor od 22 kW nije mogao da savladuje uspješno špiceve u opterećenju poslije miniranja uglja, kod otkopne visine 2,5 m, a dva pogona od po 22 kW svaki, obezbjeđivali su besprekoran rad dvolančanog grabuljara pod bilo kakvim uslovima.

Navedeni podaci ukazuju da je prosječno u našim rudnicima uglja suviše nisko časovno opterećenje dvolančanih grabuljara, a da su suviše visoki pojedini špicevi opterećenja proizvodnje. To rezultira iz još nedovoljne usklađenosti svih elemenata otkopne metode.

Prema tablici 8 od 9.442 m dužine širokih čela sa transportom pomoću grabuljara, otpada na dvolančane grabuljare, 4.337 m ili 45% na kojima, može se reći, nema više pro-

blema neposrednog odvoza ugljene supstance. Njihov je stvarni kapacitet daleko veći od korišćenog i samo treba otkloniti druga uska grla u tehnološkom procesu, pa da se iskoriste ove velike potencijalne mogućnosti u proizvodnji uglja.

Spojnice reduktora i motora

Velika neujednačenost transporta uglja dvolančanim grabuljarima mogla bi da izazove visoke i česte udare u elektro mreži. To isto izazivaju razne zaglave lanca, krivine i sl. Obični mehanički način spoja elektromotora sa reduktorom, ne može odstraniti ove nepovoljne uticaje rada grabuljara na elektrouređaje. Jedini izlaz su hidraulične turbospojnice.

Prema podacima datim na tablici 10, u rudnicima uglja bilo je 31. VIII 1961. godine ugrađeno na pogonima dvolančanih grabuljara 72% turbo spojnice i 28% mehaničkih spojnice. Ovako visok procenat mehaničkih spojnice, uglavnom, proizvodnje istočnoevropskih zemalja, ukazuje na još neraščišćena shvatanja po ovom pitanju.

Tablica 10

Podaci o spojnicama reduktora i elektromotora dvolančanih grabuljara u rudnicima uglja SFRJ sa stanjem 31. VIII 1961. godine

Vrsta uglja	Turbo-kuplung		Mehanički kuplung		Ukupno	
	kom.	%	kom.	%	kom.	%
Kameni ugalj	32		1		33	
Mrki ugalj	68		45		113	
Lignit	51		12		63	
Ukupno	151	72	58	28	209	100

Tablica 11

Podaci o broju pogona dvolančanih grabuljara u rudnicima uglja SFRJ na dan 31. VIII 1961. g.

Vrsta uglja	1 pogon		2 pogona		3 pogona		Ukupno	
	kom.	%	kom.	%	kom.	%	kom.	%
Kameni ugalj	3		29		1		33	
Mrki ugalj	56		37				93	
Lignit	41		11		2		54	
Ukupno	100	55,8	77	42,6	3	1,6	180	100

Potrebno je potpuno isključiti iz pogona dvolančanih grabuljara mehaničke spojnice. Ta vrsta spojnica ne može da riješi kako treba:

— sigurnu zaštitu motora i mašina od udara, kolebanja, opterećenja, preopterećenja i slično;

— postepeno ubrzanje teških masa na jeftin i siguran način, kako bi se otklonili udari u mreži i trzaji lanaca. Ovo poslednje je važno i za sigurnost rudara;

— izravnjanje opterećenja kod rada više motora. Prema tablici 11 mi već imamo u rudnicima uglja 44% dvolančanih grabuljara sa dva i više pogona.

Hidraulična turbospojnica sve to rješava. I još više. Omogućava se jednostavno podešavanje najvećeg obrtnog momenta, kroz promjenu količine ulja u spojnici. Time se mijenja po želji i učinak grabuljara. Sa više ulja postiže se veća vučna snaga grabuljara, ali i veći momenat kočenja i obrnuto.

Postoji sigurna zaštita protiv nedozvoljenog zagrijavanja pogona. Kod temperature + 140° C sigurnosni čep od lako topljivog metala rastopi se i ulje iscuri. To je zaštita i u slučaju zaglave lanca, ako se ne isključi elektromotor iz pogona.

Hidraulična turbospojnica omogućava prenos snage bez abanja pojedinih konstruktivnih elemenata. Nije potrebno predimenzionirati snagu elektromotora. Optimalno se iskorišćuju svi električni i mehanički elementi.

U pogonu turbospojnice najodgovorniji posao je pravilan izbor vrste i količine ulja. Upotrebljava se hidraulično ulje viskoziteta 8° E/50° C. Firma Voith preporučuje u tu svrhu ulje slijedećih firmi:

- Vacuum Gargoile Mobilöl Hidraulik L
- Valvoline BB
- Shell BC 8
- Shell Turbo — Oel 29.

U nedostatku ovog ulja zanatlije u jami sipaju i reduktorsko ulje pa čak i vodu. Dvolančani grabuljar i tada može da radi ali uz gubitak učinka i sa kraćim vijekom trajanja.

Zaključci

Grabuljari su postali osnovni vid transporta uglja na širokim čelima u rudnicima

uglja. U početku osvajanja metoda otkopavanja širokim čelima upotrebljavani su jednolančani grabuljari. Ali kod standardnih širokih čela i većeg kapaciteta otkopavanja uglja transport na širokim čelima danas se ne može zamisliti bez dvolančanih grabuljara.

Pionir u razvoju dvolančanih grabuljara bila je njemačka firma „Westfalia — Lünen”. Kao konjunktorna roba dvolančani grabuljari se danas proizvode od niza firmi u inostranstvu i kod nas. Postoji čitavo šarenilo oblika u kojima je teško izabrati najbolje za određene prilike širokih čela ukoliko ne znamo kakvi su rudarski zahtevi prema njima. A ti zahtevi naučno i praktično još nisu nigde celovito formulisani.

Korita dvolančanih grabuljara su njihov najjednostavniji element, ali istovremeno i najkarakterističniji element po kojem se oni međusobno razlikuju.

Korita i lanci čine 40% vrednosti standardnog dvolančanog grabuljara od 100 m dužine. U poređenju sa vekom trajanja ostalih elemenata izdaci za korita i lance veći su nego za sve ostale delove zajedno.

Klasifikacija raznih vrsta korita može da se izvrši na različite načine prema vrsti čelika bočnih strana, prema konstrukciji dna korita, prema zahtevu simetrije, prema mogućnosti rastavljanja i prema vrsti zaštite od abanja.

U rudarskoj praksi nije potrebno imati „obične” i „oklopne” dvolančane grabuljare. Jedna vrsta grabuljara može da zadovolji zahteve i „običnih” i „oklopnih” dvolančanih grabuljara.

Na bazi utvrđivanja rudarskih zahteva u pogledu visine, širine, otpornosti prema dejstvu raznih sila i ekonomičnosti, autor prima određenu konstrukciju korita.

Kao najpodesniji za dvolančane grabuljare javljaju se specijalni kalibrirani lanci visoke čvrstoće na kidanje i elastičnosti. Sve druge vrste lanaca kao člankasti, rasklopni i dr. ne mogu odgovoriti ostrim zahtevima rudarske prakse.

Regulisanje napetosti u lancu čini izvanredno važan faktor za funkcionisanje bez zastaja i trajnost pogona dvolančanog grabuljara. To se postiže pravilnim razmeštajem pogona, dovoljnim prethodnim natezanjem lanca i ublažavanjem iskrivljene putanje na širokom čelu.

Uloga turbospojnice je nezamenjiva drugim vrstama prenosa između motora i ređuktora dvolančanog grabuljara. Ona daje sigurnu zaštitu motora i mašine od udara, kolebanja opterećenja, preopterećenja i sl. Zatim omogućava postepeno ubrzanje teških masa na jeftin i siguran način, kako bi se otklonili udari u mreži i trzaji lanaca. Izravnavana opterećenja kod rada više motora.

Iskorišćenje kapaciteta dvolančanih grabuljara i pojeftinjenje te vrste transporta zavisi od otkopne visine širokog čela, njegove dužine, brzine napredovanja i otklanjanja uskih grla u tehnološkom procesu. Ako se svi ti elementi podese u pogonu, zajedno sa pravilnim izborom tipa i održavanjem dvolančanog grabuljara onda će se postići optimalni rezultati u odvozu uglja.

SUMMARY

Experiences in applying Double chain Scraper Conveyor

M. Osmanagić, Min. eng.*)

Scraper conveyors have become a standard method of coal transport in long wall mining in collieries. In the early attempts of winning coal along long wall faces single chain scraper conveyors were used. However, with normal long wall faces and for a higher output of mined coal the transport of coal in applying long wall mining cannot be conceived today without the double chain scraper conveyors.

The pioneering work in the development of double chain scraper conveyors has been out by the German firm „Westfalia — Lünen“. As in item of equipment in great demand the double chain scraper conveyors are manufactured to-day by a number of firms both foreign and domestic. There is a great variety of designs from which it is difficult to choose the most suitable one for some definite conditions of long wall faces if it is not known what is expected from them from the mining point of view. The exact performances to be required have not been, so far, sufficiently accurately formulated by anyone both practical and scientific aspects.

Double chain scraper conveyor troughs are the simplest element of this equipment, but it is also the most characteristic element through which different design differ from one another.

The troughs and chains make up 40% of the value of a standard double chain scraper conveyor of 100 m length. Comparing their life with the life of all other elements, the expenses for troughs and chains are higher than for all other elements taken together.

Classification of different types of troughs may be carried out in different ways according to the type of steel of sides, according to the design of the bottom part of the trough, according to demand for symmetry, possibility of taking apart and the type of protection against wear.

In mining practice it is necessary to have „ordinary“ and „armoured“ double chain scraper conveyors. One type of scraper conveyor can carry out the duty of either „ordinary“ or „armoured“ double chain scraper conveyors.

On the ground of demands as to the height, width, resistance to the action of different forces and rentability, the author accepts a definite trough design.

As the most suitable for double chain scraper conveyors are special calibrated chains of high tensile strength and elasticity. All other types of chains as block link, link and pin etc. cannot satisfy to rigorous demands of the mining practice.

The control of strains in chains is an important factor for eliminating break-downs and secure the long use of double chain scraper conveyor drives. This can be done

*) Dipl. ing. Muris Osmanagić, tehnički direktor Srednjobosanskih rudnika uglja, Zenica.

by the right disposition of drives, sufficient previous tensioning of chains and attenuating the curved path along the long wall face.

The role played by the turbine connection cannot be replaced by other types of transmissions between the motor and speed reducer for double chain scraper conveyors. It provides a secure protection of the motor and of the machine from impact, dwindling of load, overload and so on. It also makes possible a gradual acceleration of heavy masses in a cheap and safe manner in order to avoid sudden loads in the leads and jerking of chains. It compensates loads when several motors are operating.

The efficient use of the capacity of double chain scraper conveyors and the lowering of cost of this mode of transportation depends upon the height of the long wall face, its length, speed of face driving and elimination of bottlenecks in the process. If all these elements are taken into consideration and the right type of double chain scraper conveyor is chosen and the right maintenance applied, then the optimum results of coal evacuation may be expected.

Literatura

- Blagojević, V., 1961: Neki problemi zapazeni u korištenju grabuljastih transportera, uzroci i mogućnosti otklanjanja. — Referat na Savetovanju rudnika uglja o mehanizaciji rudnika, Kreka.
- Hinteregger, A., 1958: Der Einsatz von Panzer-Förderern Doppelketten Kratzförderern der Westfalia Lünen, in den Streben des Lavantaler Kohlenbergbau G. M. B. H. — Montan-Rundschau, Heft 10.
- Kovačević, Lj., 1958: Grabuljasti, člankasti i gumeni transporteri za rudnike uglja. — Referat sa Savetovanja rudnika uglja, Beograd.
- Spivakovskij, A. O., 1958: Rudničnyj transport. — Moskva.
- Osmanagić, M., 1958: Iskustva primjene oklopnih dvolančanih grabuljara firme Eickhoff E B 620 i firme Westfalia PFO u Staroj jami rudnika Zenica. — Referat sa Savetovanja rudnika uglja, Beograd.
- Osmanagić, M., 1961: Dosadašnja primjena čelične podgrade za široka čela i hodnike u rudnicima uglja FNRJ, njena problematika i perspektiva. — „Informacije B” br. 4, Rudarski institut, Beograd.
- Wild, H. W., 1958: Erfahrungen mit Panzerförderer und stempelfreier Abbaufont auf der Eisenerzgrube Karl in Geislingen (Steige). — Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen, Band XI, Heft 9.
- Westfalia Berichte — Lünen 1952/53. god.



Verifikacija užetnih koturova

(sa 10 slika)

Prof. ing. Ivan Arar — dipl. ing. Božo Nikolić

Uvod

Užetni koturovi su posebni koturovi sa žlijebom, koji se redovno montiraju u izvoznom tornju i služe za držanje i vođenje čeličnih užeta od bubnjeva ili kotača trenja do izvoznih posuda u odjeljenjima okna. Glavni dijelovi užetnog kotura (sl. 1) su: vijenac (obod), paoci (ruke), glavina, osovina i ležajevi. Kotur se zaklinjava na osovini, koja slobodno rotira u valjnim ili kliznim ležajevima. U zadnje vrijeme sve se više upotrebljavaju valjni ležajevi radi svojih prednosti. Obod kotura mora biti tako užljebljen da mu uže što bolje prilježe.

Kod izvoznih postrojenja sa dva bubnja obično se užetni koturovi montiraju jedan do drugog na istoj visini, dok se kod Koepe-sistema kao i izvoznica s jednim bubnjem koturovi postavljaju jedan iznad drugoga u vertikalnoj ravnini.

Postoji nekoliko konstrukcija užetnih koturova. Koturovi manjih promjera (do 1,5 m) obično su odljeveni u jednom komadu iz posebnog ljevenog željeza ili čelika. Koturovi promjera oko 3 m imaju vijenac i glavinu od čeličnog liva, koji su međusobno spojeni čeličnim šipkama — paocima — okruglog poprečnog presjeka. Užetni koturovi promjera većeg od 4 m redovno imaju vijenac sastavljen iz segmenata, posebno valjanih (preša-

nih) čeličnih užljebljenih profila, koji se rukama iz čeličnih profila \square ili \neg spajaju s glavinom od čeličnog liva vijcima, zakovicama, a u novije vrijeme najčešće električnim zavarivanjem. Prednost zavarenih koturova je u tome, što imaju manju težinu i prema tome manji moment inercije nego ljeveni koturovi.

Radi lakšeg transporta i zgodnije montaže koturovi većih promjera izrađuju se kao dvodjelni, a njihove polovice se međusobno spajaju vijcima i steznim prstenovima.

Zavareni koturovi danas se izrađuju kao standardni promjera 1 do 7,5 m za užeta promjera 19 do 80 mm i za terete na užetu do 80 tona. Svaki promjer kotura je predviđen za 3 do 4 bliska promjera užeta.

Radi manjeg trošenja žlijeb vijenca može biti obložen drvetom, komadima stare gume trake ili plastičnom masom, a može biti i bez obloge. Upotreba obloge poželjna je kod koturova od ljevenog željeza, jer se žlijeb brzo troši, dok se vijenci iz čelika redovno ne oblažu. Kako praksa pokazuje, koturovi bez obloge rade dobro, pouzdani su u eksploataciji i ne skraćuju trajnost užeta, ako su dobro centrirani i izbalansirani te nemaju oštih rubova.

Tehnički propisi o užetnim koturovima

Od tehničkih propisa o prevozu ljudi i materijala u oknima rudnika („Službeni list FNRJ” broj 13/61) za verifikaciju užetnih koturova važan je član 24 koji glasi:

„Po statičkom proračunu užetni koturovi, njihove osovine i ležajevi moraju uvijek imati najmanje 1,8 puta veću sigurnost u odnosu na opterećenje jednako prekidnom opterećenju izvoznog užeta.

Prečnik užetnog kotura mora biti najmanje 1.000 puta veći od prečnika najdeblje žice užeta i najmanje 80 puta veći od srednjeg prečnika užeta. Od ovako izračunatih dviju vrijednosti, za prečnik užetnog kotura treba primjeniti veću vrijednost.

Žlijeb užetnog kotura mora uvijek imati 1 do 2 mm veći poluprečnik od nazivnog poluprečnika užeta. Žlijeb ne smije imati oštre rubove. Uže mora prilijegati na žlijeb tako da ga bar 1/3 njegovog obima dodiruje. Radi veće sigurnosti pri sprovođenju užeta preko užetnog kotura, obuhvatni ugao užeta na užetnom koturu, po pravilu, treba da iznosi 120°. Rubovi žlijeba užetnog kotura moraju se nalaziti najmanje za 1,5 prečnika užeta iznad užeta u žlijebu”.

Podaci za proračunski primjer

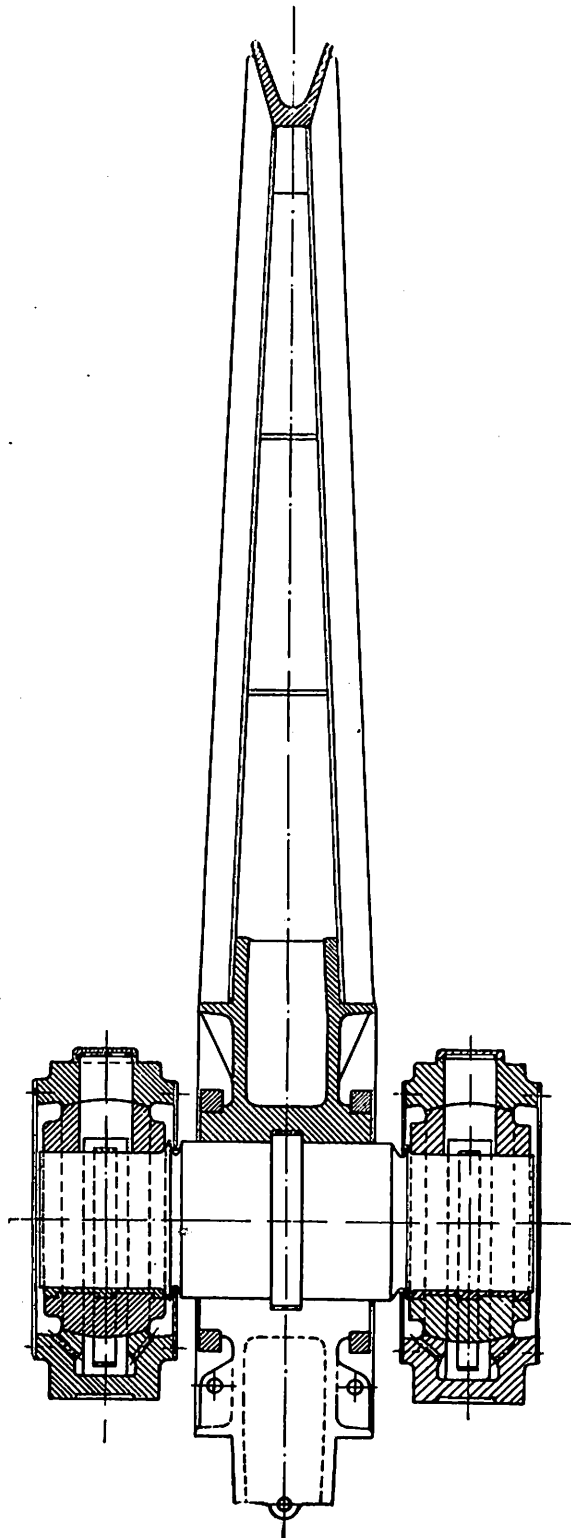
Za prikaz verifikacije uzet je jedan primjer iz prakse sa slijedećim podacima:

Užetni kotur ima promjer $D = 2R = 5 \text{ m}$.

Vijenac mu je od valjanog čelika SM Če 42 posebnog profila, čiji je presjek u dnu žlijeba ojačan. Sam vijenac sastoji se iz 6 segmenata, koji su međusobno tupo spojeni, a na spoju izvana su ojačani privarenim čeličnim obujmicama odgovarajućeg većeg poprečnog presjeka nego što je vijenac.

Sa glavinom od čeličnog ljeva vijenac je spojen sa 14 zavarenih ruku, koje se sastoje od po dva čelična profila NP U 14. Čelični profili ruku su približno na 1/3 dužine među sobom stegnuti još sa po dva zavarena čelična lima. Na svakom spoju ruke s vijencem zavarena su sa strane još po dva ojačavajuća čelična lima radi boljeg oslanjanja vijenca. Čelična glavina je dvodjelna i obe polovice se zajedno drže pomoću 4 vijka i 2 stezna čelična prstena.

Osovina kotura je iz čelika Če 50, a u sredini ima izbočeni prsten, koji sprečava uzdužno pomicanje kotura po osovini. Ona leži u dva klizna ležaja, čija su kućišta koso podijeljena zbog kosog djelovanja rezultante sile u užetima. Ležajevi su s prstenom za mazanje. Promjer osovine na mjestu glavine



Sl. 1 — Glavni dijelovi užetnog kotura.
Abb. 1 — Die wichtigsten Teile der Förderseilscheibe.

iznosi $d_1 = 350$ mm, a u ležajevima $d_2 = 300$ mm. Dužina kliznih ležajeva iznosi $l_2 = 200$ mm. Težina kotura s osovinom iznosi $G = 3700$ kg.

Izvozno čelično uže koje se upotrebljava ima promjer $d = 48$ mm, a zbirna sila kidanja svih žica užeta prema zadnjem ispitivanju iznosila je $K = 180.000$ kg.

Užetni koturovi su se tokom dugogodišnjeg rada istrošili u dnu žlijeba, te je trebalo ponovno provjeriti sigurnost vijenca u pogonu kao i ostalih dijelova prema novim tehničkim propisima.

Provjeravanje vijenca

Kod određivanja maksimalnog momenta savijanja dijela vijenca između dviju susjednih ruku pretpostavljamo taj dio kao ravni nosač s uklještenim krajevima. Zapravo, vijenac je zakrivljen, ali budući da je odnos radijusa zakrivljenosti vijenca R prema visini vijenca h veći od 10 tj.

$$\frac{R}{h} = \frac{250}{20} = 12,5 > 10$$

može se smatrati kao ravni nosač, jer se u tom slučaju naprezanje izračunato kao za ravni nosač razlikuje za oko 3% od naprezanja, dobivenog računom za zakrivljeni nosač.

Da bismo odredili silu koja djeluje na vijenac treba da zamislimo izrezan beskonačno mali luk vijenca sa centralnim kutom $d\alpha$ na koji djeluje uže silom K (sl. 2). Prenošenjem sila K u pravcu djelovanja do njihovog presjecišta i sastavljanjem paralelograma sila dobijemo elementarnu rezultantu dN , koja je usmjerena radijalno i pritiskuje vijenac kotura. Njena veličina određuje se izrazom:

$$dN = 2K \sin \frac{d\alpha}{2}$$

Budući da je kut $d\alpha$ vrlo malen, možemo uzeti da je:

$$\sin \frac{d\alpha}{2} \approx \frac{d\alpha}{2}$$

i tada će biti:

$$dN = K d\alpha$$

Pritisak užeta na element vijenca dužine $R d\alpha$ u kg/cm:

$$p = \frac{dN}{R d\alpha} = \frac{K d\alpha}{R d\alpha} = \frac{K}{R}$$

gdje je:

K — prekidna sila užeta u kg;

R — radijus kotura u cm.

U našem slučaju to će iznositi:

$$p = \frac{K}{R} = \frac{180.000}{250} = 720 \text{ kg/cm}$$

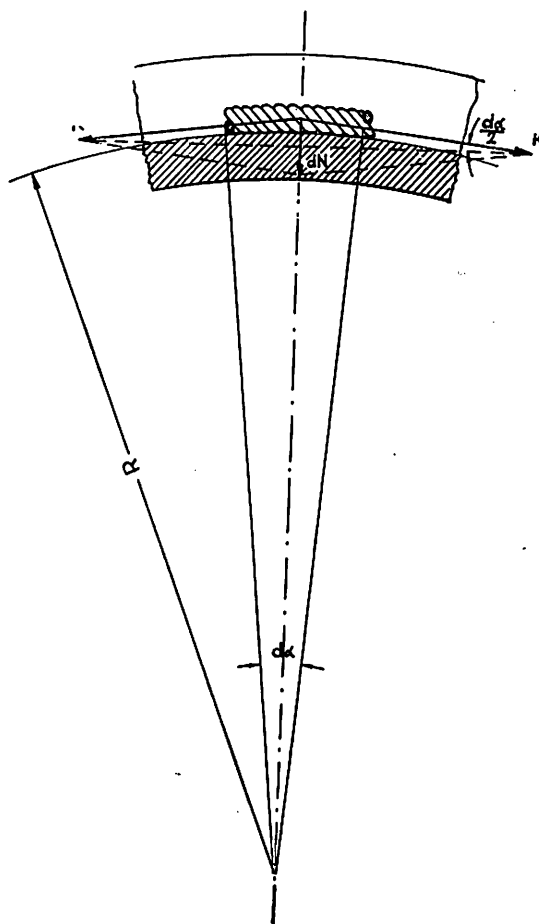
U daljem postupku određivanja momenta savijanja vijenca treba izračunati dužinu luka vijenca između dvije ruke.

Opseg vijenca iznosi:

$$O = 2R\pi = 500 \times 3,14 = 1570 \text{ cm.}$$

Budući da vijenac drži $n = 14$ ruku, onda će dužina luka između 2 ruke iznositi:

$$l = \frac{O}{n} = \frac{1570}{14} \approx 112 \text{ cm}$$



Sl. 2 — Elementarni luk vijenca kotura sa užetom u žljebu.

Abb 2 — Elementarbogen des Scheibenkranzes mit dem Seil in der Rille.

Maksimalni moment savijanja prema ranijoj pretpostavci iznositi će:

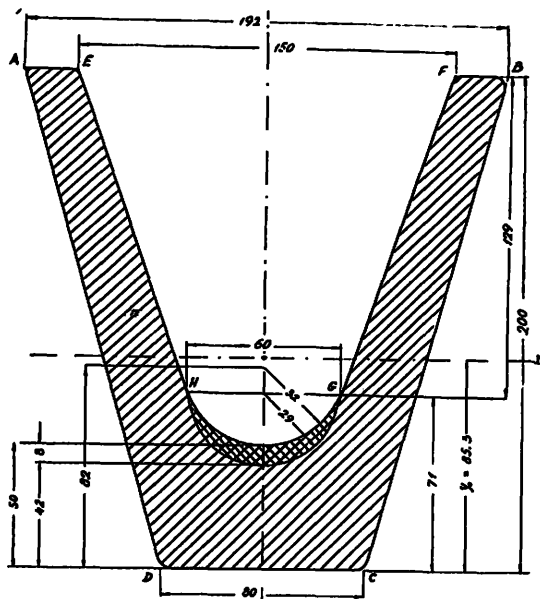
$$M_{max} = -\frac{pl^2}{12} = -\frac{720 \cdot 112^2}{12} = -752640 \text{ kgcm}$$

Maksimalno naprezanje u vijencu kotura izračunava se po formuli:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{min}}$$

U formuli nam je nepoznata veličina minimalnog momenta otpora vijenca, koji se mora prvo odrediti. Dimenzije poprečnog presjeka vijenca kotura snimljene su i date su na sl. 3, gdje je istrošenost dna žlijeba prikazana križnim šrafitiranjem. Ta se istrošenost može odrediti pomoću limenih šablona, koje se izrežu prema novom, još neistrošenom žlijebu, ili pomoću skupine tankih kalibriranih limova. Ti se limovi na jednom kraju drže zajedno malim svornjakom, a na drugom kraju su zaokruženi raznim radijusima, veličina polumjera čeličnih užeta.

Zbog bržeg i jednostavnijeg računanja poprečni presjek vijenca rastavljen je na tri lika: veliki trapez ABCD, mali trapez EFGH i polukrug s osnovicom na dužini GH radijusa $r = 29$ mm. Kod izračunavanja momenta tromosti složenog presjeka vijenca proračun se vršio slijedećim redom.



Sl. 3 — Poprečni presjek vijenca kotura.
Abb. 3 — Querschnitt des Scheibenkranzes.

Najprije su se odredile površine pojedinih likova.

Površina velikog trapeza iznosi:

$$F_1 = \frac{AB + CD}{2} h = \frac{19,2 + 8}{2} 20 = 272 \text{ cm}^2$$

Površina malog trapeza iznosi:

$$F_2 = \frac{EF + GH}{2} h_1 = \frac{15 + 6}{2} 12,9 = 135,5 \text{ cm}^2$$

Površina polukruga iznosi:

$$F_3 = \frac{r^2 \pi}{2} = \frac{2,9^2 \cdot 3,14}{2} = 13 \text{ cm}^2$$

Metalni presjek vijenca iznosio je:

$$F = F_1 - F_2 - F_3 = 272 - 135,5 - 13 = 123,5 \text{ cm}^2$$

Izračunata površina može se i planimetričnim kontroliranjem kontrolirati.

Poslije toga izračunale su se težišnice pojedinih likova. Težišnica trapeza ABCD (sl. 4) izračunava se po formulama:

$$e_1 = \frac{h}{3} \frac{B+2b}{B+b} = \frac{20}{3} \frac{19,2+2 \cdot 8}{19,2+8} = 8,63 \text{ cm}$$

$$e_2 = \frac{h}{3} \frac{2B+b}{B+b} = \frac{20}{3} \frac{2 \cdot 19,2+8}{19,2+8} = 11,37 \text{ cm}$$

Težišnica malog trapeza EFGH (sl. 5) izračunava se po formulama:

$$e'_1 = \frac{h_1}{3} \frac{B_1+2b_1}{B_1+b_1} = \frac{12,9}{3} \frac{15+2 \cdot 6}{15+6} = 5,53 \text{ cm}$$

$$e'_2 = \frac{h_1}{3} \frac{2B_1+b_1}{B_1+b_1} = \frac{12,9}{3} \frac{2 \cdot 15+6}{15+6} = 7,37 \text{ cm}$$

Težišnica polukruga radijusa $r = 2,9$ cm (sl. 6) izračunava se po formuli:

$$e''_1 = \frac{4r}{3\pi} = 0,4244 r = 1,23 \text{ cm}$$

$$e''_2 = r - e''_1 = 2,9 - 1,23 = 1,67 \text{ cm}$$

Daljnji postupak sastojao se u određivanju udaljenosti težišnica pojedinih likova od osi $x-x$.

Za veliki trapez ABCD ta udaljenost je iznosila:

$$Y_1 = e_2 = 11,37 \text{ cm}$$

za trapez EFGH ta udaljenost je iznosila:

$$Y_2 = e'_2 + 7,1 = 7,37 + 7,1 = 14,48 \text{ cm}$$

za polukrug ta udaljenost je iznosila:

$$Y_3 = 7,1 - e''_1 = 7,1 - 1,23 = 5,87 \text{ cm}$$

Zatim se prešlo na određivanje težišta složenog presjeka. Traženo težište leži na vertikalnoj simetrali presjeka, jer je žlijeb simetrično istrošen s obzirom na vertikalnu os. Udaljenost y_0 na simetrali od donje ose x — x izračunavamo pomoću momentnog pravila:

$$Y_0 = \frac{\sum_1^n (F_i Y_i)}{F} = \frac{F_1 Y_1 - F_2 Y_2 - F_3 Y_3}{F_1 - F_2 - F_3} = \frac{272 \cdot 11,37 - 135,5 \cdot 14,48 - 13 \cdot 5,87}{272 - 135,5 - 13}$$

$$Y_0 = 8,53 \text{ cm.}$$

Težište složenog presjeka može se i grafički odrediti.

Potom se prešlo na računanje momenata tromosti pojedinih likova obzirom na os, koja prolazi kroz težište pojedinog lika. Moment tromosti trapeza ABCD:

$$I_1 = \frac{h^3 (B^2 + 4Bb + b^2)}{36(B+b)} = \frac{20^3 (19,2^2 + 4 \cdot 19,2 \cdot 8 + 8^2)}{36(19,2+8)} = 8554 \text{ cm}^4$$

Moment tromosti trapeza EFGH:

$$I_2 = \frac{h_1^3 (B_1^2 + 4B_1 b_1 + b_1^2)}{36(B_1 + b_1)} = \frac{12,9^3 (15^2 + 4 \cdot 15 \cdot 6 + 6^2)}{36(15+6)} = 1763 \text{ cm}^4$$

Moment tromosti polukruga:

$$I_3 = 0,11 r^4 = 0,11 \cdot 2,9^4 = 7,8 \text{ cm}^4$$

Slijedeći postupak sastojao se u određivanju udaljenosti težišta pojedinih likova od težišta složenog presjeka.

Trapez ABCD

$$a_1 = Y_1 - Y_0 = 11,37 - 8,53 = 2,84 \text{ cm}$$

trapez EFGH

$$a_2 = Y_2 - Y_0 = 14,48 - 8,53 = 5,95 \text{ cm}$$

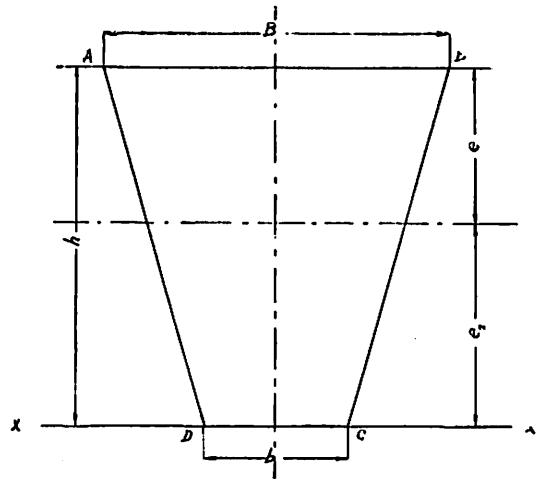
polukrug $r = 2,9 \text{ cm}$

$$a_3 = Y_0 - Y_3 = 8,53 - 5,87 = 2,66 \text{ cm}$$

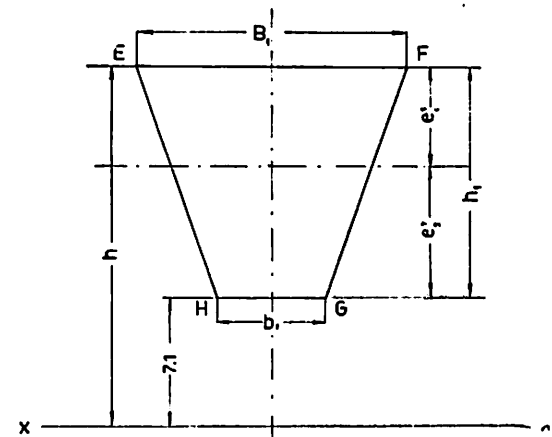
Konačno, da izračunamo moment tromosti složenog presjeka vijenca po Steinerovom pravilu:

$$I_{x_0} = \sum_1^n (I_i + a_i^2 F_i)$$

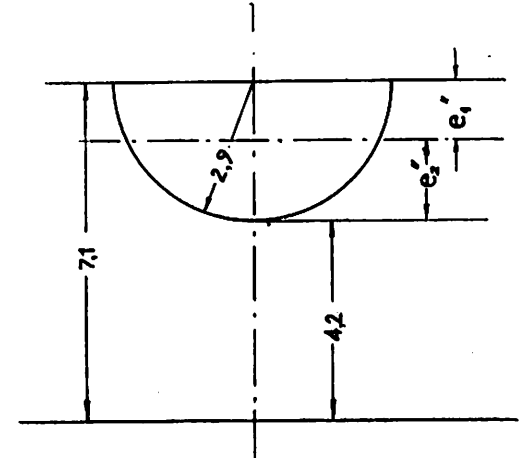
i račun prikazemo u tablici 1.



Sl. 4 — Određivanje težišnica trapeza ABCD.
Abb. 4 — Bestimmung der Schwerlinien des Trapez ABCD.



Sl. 5 — Određivanje težišnica trapeza EFGH.
Abb. 5 — Bestimmung der Schwerlinien des Trapez EFGH



Sl. 6 — Određivanje težišnica polukruga.
Abb. 6 — Bestimmung der Schwerlinien des Halbkreises.

Tablica 1

L i k	I	a	a ²	F	a ² F	I+a ² F
Trapez ABCD	8 554	2,84	8,06	272	2 192	+ 10 746 cm ⁴
Trapez EFGH	1 763	5,95	35,40	135,5	4 797	— 6 560 cm ⁴
Polukrug	7,8	2,66	7,07	13	92	— 100 cm ⁴
						I _{x0} = + 4 086 cm ⁴

Prema tome, izračunati moment tromosti složenog presjeka iznosi:

$$I_{x_0} = 4086 \text{ cm}^4$$

Budući da je poprečni presjek vijenca na svojim rubovima zaobljen, što nije uzeto u obzir kod gornjeg računanja likova, potrebno je korigirati izračunatu vrijednost. Ako se korekcija zajedno s eventualnim greškama prigodom mjerenja dimenzija presjeka i zbog jednostavnijeg računanja ocijeni sa 6%, onda će moment tromosti iznositi:

$$I'_{x_0} = I_{x_0} - 0,15I_{x_0} = 4086 - 0,15 \cdot 4086 = 3841 \text{ cm}^4$$

Minimalni moment otpora presjeka vijenca s obzirom na os x₀ — x₀ iznositi će za udaljenija vlakna:

$$Y'_0 = h - Y_0 = 20 - 8,53 = 11,47 \text{ cm}$$

$$W_{min} = I'_{x_0} / Y'_0 = \frac{3841}{11,47} = 334 \text{ cm}^3$$

Sada možemo izračunati maksimalno naprezanje u vijencu kotura:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{min}} = \frac{752640}{334} = 2253 \text{ kg/cm}^2$$

Koeficijent sigurnosti:

$$v = \frac{\sigma_B}{\sigma_{max}} = \frac{4200}{2253} = 1,87 > 1,8$$

tj. koeficijent sigurnosti zadovoljava!

Kontrolni proračuni ruku kotura

Kod proračunskog opterećenja ruku treba da se odredi sila, kojom uže vrši pritisak na jednu ruku. Budući da je dužina vijenca, koja otpada na jednu ruku l = 112 cm, iznositi će rezultatna sila:

$$N = pl = 720 \times 112 = 80 640 \text{ kg.}$$

Do iste vrijednosti se može doći ako se rezultatna sila računa po formuli:

$$N = 2K \sin \frac{\alpha}{2}$$

gdje je:

K — sila kidanja užeta;

α — kut između dvije susjedne ruke.

Prilikom daljnjeg računanja pretpostavit ćemo da sila N podjednako opterećuje svaki pojedini normalni profil U 14, a rasterećenje po vijencu kotura će se zanemariti. Budući da su profili ruku naklonjeni pod malim kutom (β = 2°) prema vertikalnoj osi kotura, (sl. 7) iznositi će proračunska sila duž svakog čeličnog profila ruke:

$$N_1 = \frac{N}{2 \cos \beta} = \frac{80640}{2 \cos 2^\circ} \approx 40320 \text{ kg}$$

Svaki profil ruke naprezan je silom N₁ na tlak odnosno zbog znatne dužine na izvijanje. Račun je napravljen po drugom Euler-ovom slučaju. Kontrola će se najprije načiniti za os x — x, a zatim za os y — y.

Prema tome, prvo će se načiniti kontrola jednog normalnog profila U 14 na njegovoj čitavoj dužini obzirom na os x — x:

$$l_1 = \frac{L}{\cos \beta} = \frac{176}{\cos 2^\circ} \approx 176 \text{ cm}$$

Potrebni podaci za taj profil, uzeti iz priručnika H. Dubbel-a*) iznose:

$$F = 20,4 \text{ cm}^2; I_x = 605 \text{ cm}^4; i_x = 5,45 \text{ cm};$$

$$I_y = 62,4 \text{ cm}^4; i_y = 1,75 \text{ cm.}$$

Vitkost profila će iznositi:

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{i_x} = \frac{L}{\cos \beta i_x} \approx \frac{176}{5,45} = 32,3$$

Toj vitkosti za Če 37 odgovara koeficijent izvijanja: ω₁ = 1,07. Za vitkost λ = 0 do 60 uzima se da je za Če 37 naprezanje σ_k = 2 400 kg/cm² (granica razvlačenja).

*) H. Dubbel „Taschenbuch für den Maschinenbau“ I. d. VIII. izdanje.

Prema tome će sila izvijanja iznositi:

$$P_k = \frac{\sigma_k F}{\omega_1} = \frac{2400 \cdot 20,4}{1,07} = 45760 \text{ kg}$$

Koeficijent sigurnosti:

$$v_1 = \frac{P_k}{N_1} = \frac{45760}{40320} = 1,13 < 1,8$$

tj. ne zadovoljava.

S obzirom na os $y - y$ načinit ćemo kontrolu jednog normalnog profila U 14 na dužini, koja odgovara razdaljini između dva uzdužna spojna lima tj.

$$l'_2 = \frac{l}{\cos \beta} = \frac{52,5}{\cos 2^\circ} \approx 52,5 \text{ cm}$$

Vitkost će iznositi:

$$\lambda_2 = \frac{l'_2}{i_y} = \frac{52,5}{1,75} = 30$$

Toj vitkosti za Če 37 odgovara koeficijent izvijanja $\omega_2 = 1,06$ te uz $\sigma_k = 2400 \text{ kg/cm}^2$ iznositi će sila izvijanja:

$$P_k = \frac{\sigma_k F}{\omega_2} = \frac{2400 \cdot 20,4}{1,06} = 46188 \text{ kg}$$

Koeficijent sigurnosti:

$$v_2 = \frac{P'_k}{N_1} = \frac{46188}{40320} = 1,14 < 1,8$$

tj. također ne zadovoljava.

Kontrola osovine i ležajeva

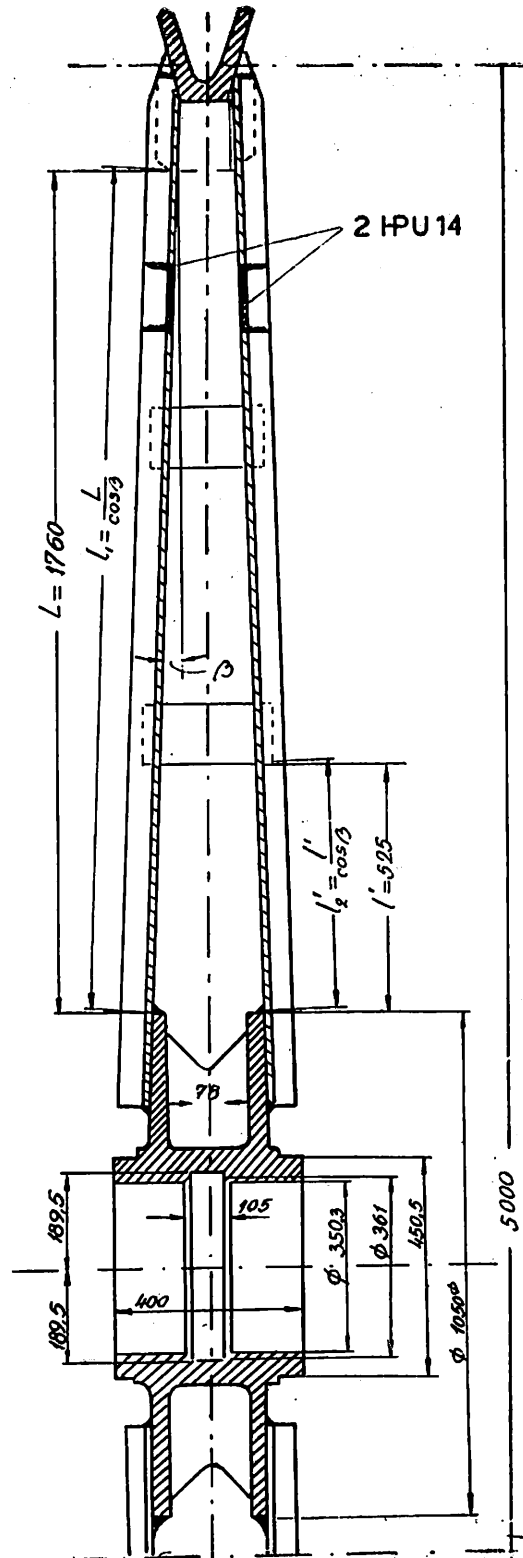
Osovina užetnog kotura računa se kao nosač na dva oslonca s jednolično raspoređenim teretom na dužini oslonca glavine. Kao računaska sila uzima se rezultanta sile kidanja užeta R_u (sl. 8), koja je jednaka:

$$R_u = 2K \cos \gamma = 2 \cdot 180000 \cdot \cos 26^\circ 45' \approx 321480 \text{ kg}$$

gdje je

$2\gamma = 53^\circ 30'$ — kut između vertikalne strune užeta i strune, koja ide s donje strane bubnja.

Vertikalna komponenta rezultante R_u iznosi: $R_u \cos \gamma$, a horizontalna $R_u \sin \gamma$.



Sl. 7 — Proračunska shema ruku kotura.
Abb. 7 — Berechnungsschema der Scheibenarme.

Da bi se odredile sve sile, koje djeluju na osovinu kotura, treba da se uzme u obzir još težina kotura s osovinom $G = 3700$ kg. Tada će ukupna sila, koja djeluje na osovinu, iznositi:

$$P = \sqrt{(R_u \cos \gamma + G)^2 + (R_u \sin \gamma)^2} =$$

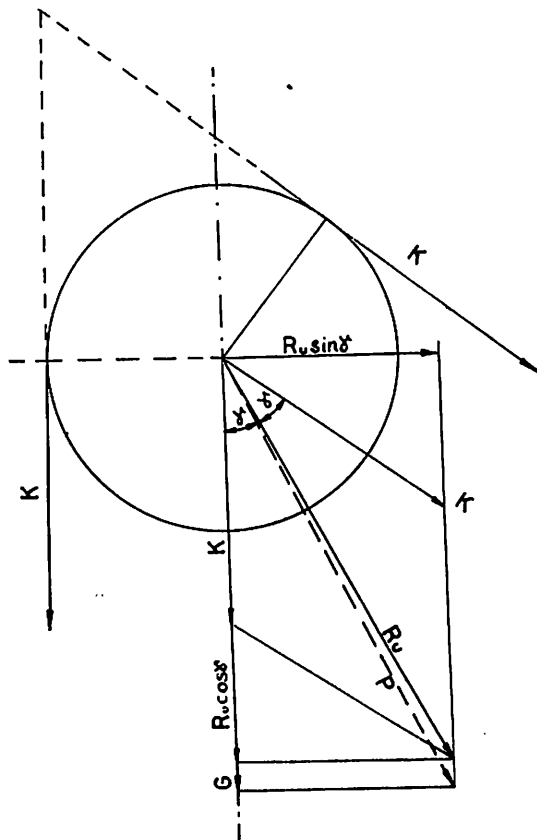
$$= \sqrt{(321480 \cdot 0,893 + 3700)^2 + (321480 \cdot 0,45)^2}$$

$$P = 324800 \text{ kg}$$

Budući da kotur sjedi simetrično prema ležajevima osovine maksimalni moment savijanja (sl. 9) izračunat ćemo po formuli:

$$M_s = \frac{P}{2} x - qb \frac{b}{2} = 162400 \cdot 35 - 10862 \frac{15^2}{2} =$$

$$= 4467075 \text{ kgcm}$$



Sl. 8 — Djelovanje sile na osovinu užetnog kotura.

Abb. 8 — Kräfteeinwirkung auf die Achse der Förderseilscheibe.

gdje je

$b = 15$ cm — dužina oslonca jedne polovice glavine;

$x = 35$ cm — udaljenost opasnog presjeka od lijevog oslonca;

$$q = \frac{P/2}{b} = \frac{162400}{15} = 10827 \text{ kg/cm}$$

— opterećenje zbog pritiska glavine po 1 cm dužine osovine.

Promjer dijela osovine na kome sjedi glavina iznosi $d_1 = 35$ cm i tome promjeru odgovara moment tromosti $W_1 = 4209$ cm³. Naprezanje na savijanje u opasnom presjeku iznositi će:

$$\sigma_s = \frac{M_s}{W_1} = \frac{4467075}{4209} = 1061 \text{ kg/cm}^2$$

Koeficijent sigurnosti:

$$v_1 = \frac{\sigma_B}{\sigma_s} = \frac{5000}{1061} = 4,81 > 1,8$$

U ležajevima osovina ima promjer $d_2 = 30$ cm odnosno moment otpora $W_2 = 2651$ cm³ i kontrolira se na savijanje, a klizni ležajevi s blazinicom iz bronce na specifični pritisak (sl. 10).

Maksimalni moment savijanja iznosi:

$$M_b = \frac{P}{2} \frac{l_2}{2} = 162400 \frac{20}{2} = 1624000 \text{ kgcm}$$

Naprezanje na savijanje iznositi će:

$$\sigma_B = \frac{M_b}{W_2} = \frac{1624000}{2651} = 612 \text{ kg/cm}^2$$

Koeficijent sigurnosti:

$$v_2 = \frac{\sigma_B}{\sigma_b} = \frac{5000}{612} = 8,17 > 1,8$$

Kontrola ležajeva na specifični pritisak vrši se po formuli:

$$p = \frac{P/2}{l_2 d_2} = \frac{162400}{20 \cdot 30} = 270 \text{ kg/cm}^2 < 350 \text{ kg/cm}^2$$

Ležajevi se kontroliraju još i sa stvarnim (radnim) statičkim opterećenjem pored ranijeg ekstremnog opterećenja u slučaju kida-

nja užeta. Kako je poznato, klizni ležajevi se kontroliraju, osim na specifični pritisak, još i na zagrijavanje. Obično, ova zadnja kontrola nije potrebna za ležajeve užetnih koturova, jer se oni mogu dobro hladiti, budući da se redovno nalaze na otvorenom prostoru i na znatnoj visini iznad zemlje sa stalnom, intenzivnom cirkulacijom zraka.

Kod datog postrojenja maksimalni statički teret na užetima iznosi: $Q = 24\,000$ kg. Rezultanta od djelovanja tereta na užetu iznosi:

$$Q_r = 2Q \cos \gamma = 2 \times 24\,000 \cos 26^\circ 45' = 42\,860 \text{ kg.}$$

Vertikalna komponenta te rezultante imat će veličinu: $Q_r \cos \gamma$, a horizontalna $Q_r \sin \gamma$. Maksimalno radno opterećenje osovine, kad se uzme u račun i težina kotura s osovinom $G = 3\,700$ kg, biće:

$$P_s = \sqrt{(Q_r \cos \gamma + G)^2 + (Q_r \sin \gamma)^2} = \\ = \sqrt{(42860 \cdot 0,893 + 3700)^2 + (42860 \cdot 0,45)^2} \\ P_s \approx 45200 \text{ kg.}$$

Specifični pritisak na ležaj iz bronce iznositi će:

$$P_s = \frac{P_s/2}{d_2 l_2} = \frac{22600}{30 \cdot 20} = 37,67 \text{ kg/cm}^2 < 60 \text{ kg/cm}^2$$

Maksimalna izvozna brzina postrojenja iznosila je $v = 13$ m/s. Toj brzini odgovara maksimalna obodna brzina rukavca osovine u ležaju:

$$v_o = \frac{v d_2}{D} = \frac{13 \cdot 0,3}{5} = 0,78 \text{ m/s}$$

Produkt:

$$p_s v_o = 37,67 \cdot 0,78 = 29,38 \text{ kgm/cm}^2 \text{ s} < 35 \text{ kgm/cm}^2 \text{ s.}$$

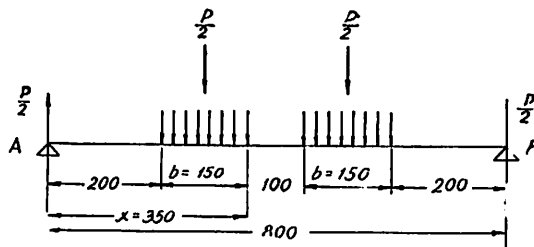
Znači da i kontrola s radnim opterećenjem po karakteristici $p_s v_o$ zadovoljava.

Što se tiče drugog stava čl. 24 tehničkih propisa kotur potpuno zadovoljava, jer je odnos:

$$\frac{D}{d} = \frac{5000}{48} = 104 > 80$$

Nakon provedene verifikacije užetnih koturova ustanovilo se, da ruke koje drže vijenac nemaju potrebne koeficijente sigurnosti, dok osovina i ležajevi zadovoljavaju Tehničkim propisima. Za osovinu može se reći da je čak predimenzionirana, kako to i sami koeficijenti sigurnosti pokazuju.

Po mišljenju autora razlog za to predimenzioniranje može biti taj, što klizni ležajevi osovine nisu s kuglastim ležajnim zdjelicama,



Sl. 9 — Određivanje momenta savijanja osovine kotura.

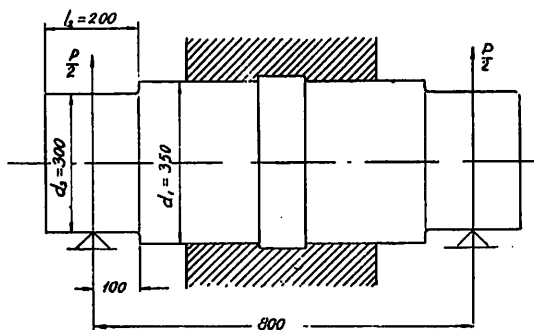
Abb. 9 — Bestimmung des Biegemomentes der Scheibenachse.

licama, tj. da se mogu automatski postaviti u ispravni položaj pri savijanju osovine prigodom jačeg opterećenja. Zbog toga je izabrana osovina većeg promjera no što bi odgovarala opterećenju, s ciljem da bude što manji progib osovine. Novije konstrukcije užetnih koturova imaju valjne samoudesive ležajeve s dva reda valjčića ili klizne ležajeve s kuglastim ležajnim zdjelicama (sl. 1)

Budući da ruke ne zadovoljavaju Tehničkim propisima morao bi Rudarski inspektorat da naredi izmjenu užetnih koturova odnosno zabrani korišćenje izvoznog postrojenja.

S druge strane, treba razmotriti i sam član 24 Tehničkih propisa da nije prestrog odnosno da li je dovoljno preciziran.

Prvo, kod prekidnog opterećenja užeta razlikujemo dva pojma: jedan se odnosi na zbirnu silu kidanja svih žica, koje su udovoljile propisanim ispitivanjima na vlak i savijanje, čl. 66 Tehničkih propisa — nosivost



Sl. 10 — Proračunska shema za ležajeve osovine.
Abb. 10 — Berechnungsschema für die Lager der Achse.

užeta — a drugi se tiče kidanja užeta kao cjeline (neraspletenog) u stroju za kidanje. Prekidno opterećenje užeta kao cjeline uvijek je manje od zbirne sile kidanja svih žica, s kojima su i vršeni kontrolni proračuni.

Kako član 24 nije precizan u pojmovima o prekidnom opterećenju užeta, kontrolni proračuni vršeni su sa zbirnom silom kidanja svih žica tj. s većom silom.

Drugo, u članu 24 nema preciznosti s obzirom na koeficijente sigurnosti s kojima biraamo prekidnu silu užeta. Ti koeficijenti pri prevozu materijala variraju od 6 do 7,2 (za Koepe-kotač) odnosno do 8-strukog statičkog opterećenja kod dubljenja okna (čl. 150 stav 3). Npr. u razmatranom slučaju zbirna sila kidanja svih žica užeta iznosila je: $K = 180\,000$ kg, dok je radno statičko opterećenje bilo: $Q = 24\,000$ kg. Prema tome, koeficijent sigurnosti iznosi:

$$v = \frac{K}{Q} = \frac{180000}{24000} = 7,5$$

Kad bi se radilo o plitkom oknu mogao bi se tako visoki koeficijent sigurnosti tolerirati, iako nije uvijek opravdan. Naprotiv, u našem slučaju radi se o dubljem oknu i u tom slučaju trebalo bi da koeficijent sigurnosti bude oko donje granice. Ako bi npr. bio $v = 6,5$, onda bi prekidno opterećenje gornjeg užeta bilo za 24 000 kg manje. Ovo razmatranje također ukazuje da je za računsku kontrolu strojnih dijelova izvoznih postrojenja potrebno dati dopunsko uputstvo (tumačenje) s kojim bi se koeficijentom trebala računati prekidna sila užeta.

Obrađeni primjer iz prakse pokazuje da je potrebno da se neki članovi Tehničkih propisa bolje preciziraju i objasne, da ne bi dolazilo do nesuglasica između Rudarskog inspektorata i rudarskih poduzeća.

ZUSAMMENFASSUNG

Rechnerische Prüfung der Förderseilscheiben

Dipl. ing. I. Arar — Dipl. ing. B. Nikolić*

Der Zweck des vorliegenden Artikels ist, eine rechnerische Prüfung der Förderseilscheiben im Licht neuer technischen Verordnungen für die Seilfahrt zu geben.

Das Beispiel wurde aus der Praxis genommen, mit allen zugehörigen Daten. Die Förderseilscheiben sind in vollständig elektrisch geschweisster Ausführung mit Kränzen aus gewalztem Sonderprofil mit verstärktem Seillauf, Naben aus Stahlguss, Armen aus Walzprofilen und Achsen aus St. 50. Die Lagerung der Achsen ist in Ringschmierlager.

Nach langjährigem Gebrauch sind die Förderseilscheiben in ihren Rillengründen verschlissen und zuerst musste man ein neues Trägheitsmoment des Kranzes bestimmen. Nachher folgten die rechnerische Prüfungen auf Festigkeit des Kranzes, des Armes, der Achse und des Lagers. Die Arme zeigten niedrigere Sicherheitzahlen als § 24 der technischen Verordnung vorschreibt. Die Autoren weisen auf einige Unklarheiten des § 24 der Verordnung hin.

In der Verordnung besteht nämlich eine gewisse Unklarheit in Bezug auf die Bruchbelastung des Seiles — sei es ob die ermittelte Bruchbelastung oder die Bruchbelastung des Seiles im Ganzen gemeint ist.

Die Bruchbelastung des Seiles hängt ferner auch von den Sicherheitzahlen ab, mit welchen das Seil gewählt wurde. Die Sicherheitzahlen zur statischen Höchstbelastung bei der Güterförderung schwanken von 6 bis 8.

Literatura

Belocerkovski A. M. 1954: „Mehaničesko-je oborudovanije naklonogo skipovogo podjema“. — Ugletehizdat, Moskva.

Dubbel H.: „Taschenbuch für den Maschinenbau“ I dio, 8. izdanje.

„Zbirka propisa iz oblasti rudarstva“, izdanje Službenog lista SFRJ, Beograd 1963.

*) Prof. ing. Ivan Arar, Tehnološki fakultet, Zagreb,
Dipl. ing. Božo Nikolić, direktor Zavoda za zaštitu pri radu, Zagreb.

Proračun razgranatih sistema ventilacije

(sa 8 slika)

Dipl. ing. Jovan Mihajlović

Uvod

Postoji više različitih sistema provetravanja rudničkih jama: serijski, paralelni, prost dijagonalni, složeni dijagonalni i kombinacije ovih sistema. Za rešenje tih sistema, naročito složenih dijagonalnih, primenjuje se više metoda a među njima i metoda cepanja vazdušne struje i metoda konvergentnog približavanja; za proračun prostih dijagonalnih sistema, takođe, postoji jedna posebna metoda.

Ovo je pokušaj da se na osnovu poznatih zakona ventilacije dobije metoda, koja na isti ili sličan način rešava sve razgranate sisteme. Paralelni sistem bi se rešavao metodom koeficijenta proporcionalnosti, a prosti i složeni dijagonalni sistemi bi se, slično njima, rešavali aproksimativnim jednačinama, koje se dobijaju na taj način, što se u jednačinama od kojih polazi metoda konvergentnog približavanja izvrše supstitucije (zamene) članova koji imaju zbirne razmere podele vazduha. Metoda konvergentnog približavanja se zasniva na tome, da je algebarski zbir depresija u zatvorenom ventilacionom poligonu ravan nuli, a supstitucije — kojima smo zamenjivali članove jednačina metode konvergentnog približavanja, koji se sastoje iz zbirnih razmera podele vazduha (u koje utiču dva

ili više krakova) — nisu ništa drugo nego drugi oblici relacija koje dobijamo metodom cepanja vazdušne struje.

Tako se iz svakog ventilacionog poligona od kvadratne jednačine sa više članova i više nepoznatih dobija dvočlana kvadratna jednačina sa dve nepoznate. Obzirom na to, da kod ovih jednačina uzimamo za realna samo njihova rešenja sa pozitivnim predznakom, one se svode na linearne. Za njihovo rešenje nije potrebna viša matematika kao kod metode konvergentnog približavanja, rešavaju se ili pomoću koeficijenta proporcionalnosti, pogodnog za računanje logaritmarom, ili načinom navedenim kao „drugi put za rešenje zadatka”. Osim toga, u svim jednačinama za razmere podele vazduha, mogu umesto razmere da figurišu odnosne količine vazduha, što ubrzava i direktnije vodi rešenju zadatka, jer se ne računaju razmere podele vazduha.

Napominje se, da su složeni dijagonalni sistemi prikazani na sl. 2 i sl. 4 rešeni i ostalim dvema metodama. Njihovi rezultati su, radi upoređenja sa rezultatima aproksimativnih jednačina, navedeni u tablicama 1 i 2.

Metoda koeficijenta proporcionalnosti

Uzmimo da je potrebno rešiti paralelni sistem ventilacije sa 3 račve (sl. 1).

Poznate veličine:

Q — 20 m³/s — ukupna količina vazduha koji ulazi u sistem

m_1 — 100 mijurga — otpor leve račve

m_2 — 56 mijurga — otpor srednje račve

m_3 — 144 mijurga — otpor desne račve

Treba naći:

Q_1, Q_2 i Q_3 — količine vazduha u svakoj račvi, odnosno odgovarajuće razmere podele vazduha:

$$x_1 = Q_1/Q, \quad x_2 = Q_2/Q, \quad x_3 = Q_3/Q$$

M — ukupni otpor sistema.

Depresija između tačaka A i B je ista ma kojom računom je merili ili računali:

$$h_{ab} = \frac{MQ^2}{1000} = \frac{m_1 Q_1^2}{1000} = \frac{m_2 Q_2^2}{1000} = \frac{m_3 Q_3^2}{1000} \quad (1)$$

Ako jednačinu (1) podelimo sa Q^2 , dobijamo:

$$M = m_1 \frac{Q_1^2}{Q^2} = \frac{m_2 Q_2^2}{Q^2} = m_3 \frac{Q_3^2}{Q^2} \quad (1a)$$

Pošto je:

$$x_1 = Q_1/Q, \quad x_2 = Q_2/Q \quad \text{i} \quad x_3 = Q_3/Q$$

jednačina (1a) dobija oblik:

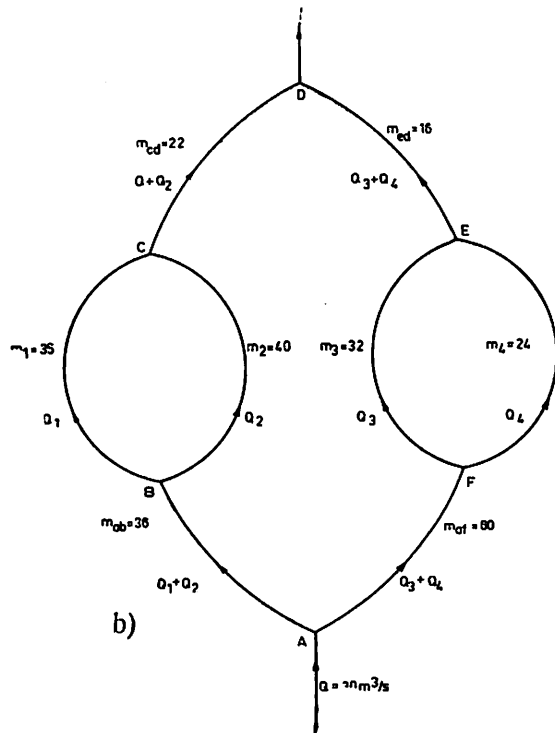
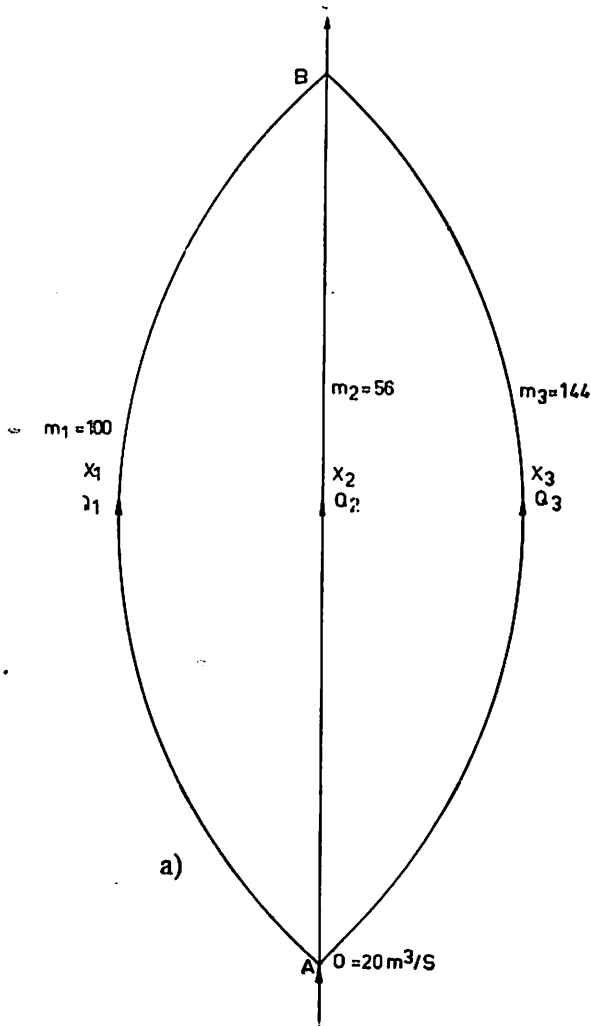
$$M = m_1 x_1^2 = m_2 x_2^2 = m_3 x_3^2 \quad (1b)$$

Jednačina (1b) daje 3 obrasca za ukupni otpor sistema. Jednačina (1) može da se napiše kao:

$$m_1 Q_1^2 = m_2 Q_2^2 \quad (2)$$

$$m_2 Q_2^2 = m_3 Q_3^2 \quad (3)$$

Ako sada proizvoljno pretpostavimo da je brojna vrednost količine vazduha $Q_1 - Q_{01}$ neki pozitivan broj, onda iz jednačina (2) i



Sl. 1 a i b — Paralelni sistem ventilacije sa 3 račve

Рис. 1а и б — Паралельная система вентиляции с тремя ответвлениями.

(3) možemo da dobijemo i brojne vrednosti za Q_{o2} i Q_{o3} . Brojne vrednosti Q_{o1} , Q_{o2} i Q_{o3} dobijene u odnosu na pretpostavljenu brojnu vrednost Q_{o1} zvaćemo relativne količine vazduha¹⁾.

One nisu tačne vrednosti količina vazduha (kao Q_1 , Q_2 i Q_3) ali su, zbog toga što su dobijene obrascima (2) i (3) koje zadovoljavaju i tačne količine vazduha — srazmerne sa tačnim vrednostima količina vazduha:

$$\frac{Q_{o1}}{Q_1} = \frac{Q_{o2}}{Q_2} = \frac{Q_{o3}}{Q_3} = k \quad (3a)$$

gdje je:

Q_1, Q_2 i Q_3 — tačne količine vazduha
 k — koeficijent proporcionalnosti.

Izračunavanjem koeficijenta k mogli bismo da dobijemo tačne vrednosti količina vazduha po obrascima:

$$Q_1 = \frac{Q_{o1}}{k} \quad Q_2 = \frac{Q_{o2}}{k} \quad Q_3 = \frac{Q_{o3}}{k}$$

Koeficijent proporcionalnosti k može da se napiše i u obliku:

$$\frac{Q_{o1} + Q_{o2} + Q_{o3}}{Q_1 + Q_2 + Q_3} = k \quad (3a_1)$$

Relativne količine vazduha Q_{o1} , Q_{o2} i Q_{o3} već su poznate iz obrazaca (2) i (3), a i zbir tačnih količina vazduha je poznat — on iznosi Q , jer su količine vazduha u računama jednake ulaznoj količini vazduha Q :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q \quad (4)$$

Mogli smo da uzmemo i drugi put za rešenje zadatka, da iz jednačina (2) i (3) izrazimo Q_1 i Q_3 preko Q_2 i da to zamenimo u jednačini (4) kako bismo dobili tačnu vrednost za Q_2 :

$$Q_2 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} + \sqrt{\frac{m_2}{m_3}}}, \text{ itd.}$$

Sva dosadašnja razmatranja svode se na ovo:

— Uzeti proizvoljnu brojnu vrednost za jednu od količina vazduha i po obrascima (2) i (3) izračunati ostale dve relativne količine vazduha.

¹⁾ „relativne”, zbog odnosa (3a) prema tačnim količinama vazduha.

— Sabiranjem relativnih količina i deobom ulazne količine vazduha sa njihovim zbirom dobiti recipročnu vrednost koeficijenta k . Množenjem relativnih količina vazduha sa $1/k$ dobićemo tačne količine vazduha.

U našem zadatku uzećemo proizvoljno da je

$$Q_{o1} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ostale dve relativne količine vazduha dobijamo iz obrazaca (2) i (3):

$$Q_{o2} = Q_{o1} \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = 1,0 \sqrt{\frac{100}{56}} = 1,336$$

$$Q_{o3} = Q_{o2} \sqrt{\frac{m_2}{m_3}} = 1,336 \sqrt{\frac{56}{144}} = 0,832$$

Zbir relativnih količina vazduha:

$$Q_{o1} + Q_{o2} + Q_{o3} = 1,000 + 1,336 + 0,832 = 3,168$$

Recipročna vrednost koeficijenta k :

$$1/k = \frac{Q}{Q_{o1} + Q_{o2} + Q_{o3}} = \frac{20}{3,168} = 6,32$$

Množenjem relativnih količina vazduha sa $1/k = 6,32$ dobijamo tačne količine vazduha do na 2 decimale:

$$Q_1 = 6,32 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 8,42 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_3 = 5,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ukupni otpor sistema po obrascu (1b) iznosi:

$$M = m_1 \left(\frac{Q_1}{Q} \right)^2 = 100 \cdot 0,316^2 = 10 \text{ mijurga}$$

Radi provere, može ukupni otpor da se izračuna i pomoću ostala dva izraza iz (1b)).

Navešćemo i rešenje složenijeg paralelnog sistema prikazanog na sl. 1a. Istim rezonovanjem kao u prethodnom primeru (pomoću jednakosti depresija računatih raznim ventilacionim putevima između dve tačke sistema) dobijamo za paralelne sisteme viših redova (BC i FE) jednačine:

$$35 Q_1^2 = 40 Q_2^2 \text{ za sistem BC} \quad (4a)$$

$$32 Q_3^2 = 24 Q_4^2 \text{ za sistem FE} \quad (4b)$$

Na sličan način, na osnovu istog gubitka depresije u ventilacionim putevima ABCD i AFED, dobijamo jednačinu:

$$36 (Q_1 + Q_2)^2 + 40 Q_2^2 + 22 (Q_1 + Q_2)^2 = 60 (Q_3 + Q_4)^2 + 32 Q_3^2 + 16 (Q_3 + Q_4)^2 \quad (4c)$$

Ako sada levu stranu jednačine (4c) zamenimo (supstituišemo) jednačinom.

$$Q_1 = Q_2 \frac{40}{35} = 1,07 Q_2 \quad (4a),$$

a desnu stranu jednačinom

$$Q_4 = Q_3 \frac{32}{24} = 1,155 Q_3 \quad (4b),$$

dobijamo jednačinu (4c) kao relaciju između Q_2 i Q_3 :

$$\begin{aligned} 36 (1,07 Q_2 + Q_2)^2 + 40 Q_2^2 + 22 (1,07 Q_2 + Q_2)^2 = \\ = 60 (Q_3 + 1,155 Q_3)^2 + 32 Q_3^2 + 16 (Q_3 + \\ + 1,155 Q_3)^2 \end{aligned} \quad (4c)$$

ili, kad se jednačina sredi:

$$288 Q_2^2 = 385 Q_3^2 \quad (4c)$$

Pomoću koeficijenta proporcionalnosti treba rešiti 3 jednačine:

$$Q_1 = 1,07 Q_2 \quad (4a)$$

$$288 Q_2^2 = 385 Q_3^2 \quad (4c)$$

$$Q_4 = 1,155 Q_3 \quad (4b)$$

Uzmimo proizvoljno da je relativna količina vazduha $Q_{0,2} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Iz ovih jednačina dobijamo ostale relativne količine vazduha:

$$Q_{0,1} = 1,07 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{0,3} = 0,865 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{0,4} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{k} &= \frac{Q}{Q_{0,1} + Q_{0,2} + Q_{0,3} + Q_{0,4}} = \\ &= \frac{30}{1,07 + 1,00 + 0,865 + 1,00} = 7,63 \end{aligned}$$

Množenjem relativnih količina vazduha sa $1/k$ dobijamo tačne količine vazduha:

$$Q_1 = 8,15 \quad Q_2 = 7,63 \quad Q_3 = 6,60 \quad Q_4 = 7,63$$

Ukupni otpor sistema preko ABCD iznosi (na osnovu jednakosti depresija):

$$\begin{aligned} M &= \frac{m_{ab} (Q_1 + Q_2)^2 + m_2 Q_2^2 + m_{cd} (Q_1 + Q_2)^2}{Q^2} = \\ &= \frac{36 \cdot 15,78^2 + 40 \cdot 7,63^2 + 22 \cdot 15,78^2}{30^2} = \\ M &= \frac{16 \cdot 765}{900} = 18,65 \text{ mijurga.} \end{aligned}$$

Ukupni otpor sistema može da se izračuna i preko ventilacionog puta AFED. Ukoliko smo količine vazduha tačno izračunali, dobiće se za ukupni otpor ista brojna vrednost.

Proračun dijagonalnih sistema ventilacije

Metoda aproksimativnih jednačina. — Poznate su brojne vrednosti otpora složenog dijagonalnog sistema (sl. 2) i ulazna količina vazduha Q . Treba naći razmere podele vazduha (količine vazduha) svakog revira (svake račve) i ukupne otpore sistema.

Razmere podele vazduha obeležimo, kao na sl. 2, sa x_1, x_2, x_3 i x_4 , a otpore, ukoliko ih zamenjujemo opštim brojevima, obeležavamo slovom m i indeksima račve, npr. m_{ab} je otpor račve AB. Tako isto i m_{d-ab} — otpor desnog fiktivnog kraka račve AB, m_{d-ab} — otpor levog fiktivnog kraka račve AB, itd.

Pokušaj da se iz svakog ventilacionog poligona dobiju približne jednačine zanemarivanjem članova jednačine reda veličine manjeg od ostalih članova, može da da neke rezultate: dobile bi se dvočlane jednačine, za svaki ventilacioni poligon po jedna jednačina. Npr. za jednačinu:

$$280 x_1^2 - 5 (x_2 + x_3)^2 - 140 x_2^2 = 0 \quad (5)$$

koja se dobija na osnovu metode konvergentnog približavanja: da je algebarska suma depresija u zatvorenom ventilacionom poligonu ravna nuli; za ventilacioni poligon BCED (slika 2) dobijamo:

$$h_{bc} - h_{ce} - h_{eb} = \frac{280 Q_1^2}{1000} - \frac{5 (Q_2 + Q_3)^2}{1000} - \frac{140 Q_2^2}{1000} = 0,$$

ili

$$280 \frac{Q_1}{Q^2} - 5 \frac{(Q_2 + Q_3)^2}{Q^2} - 140 \frac{Q_2^2}{Q^2} = 0,$$

to jest

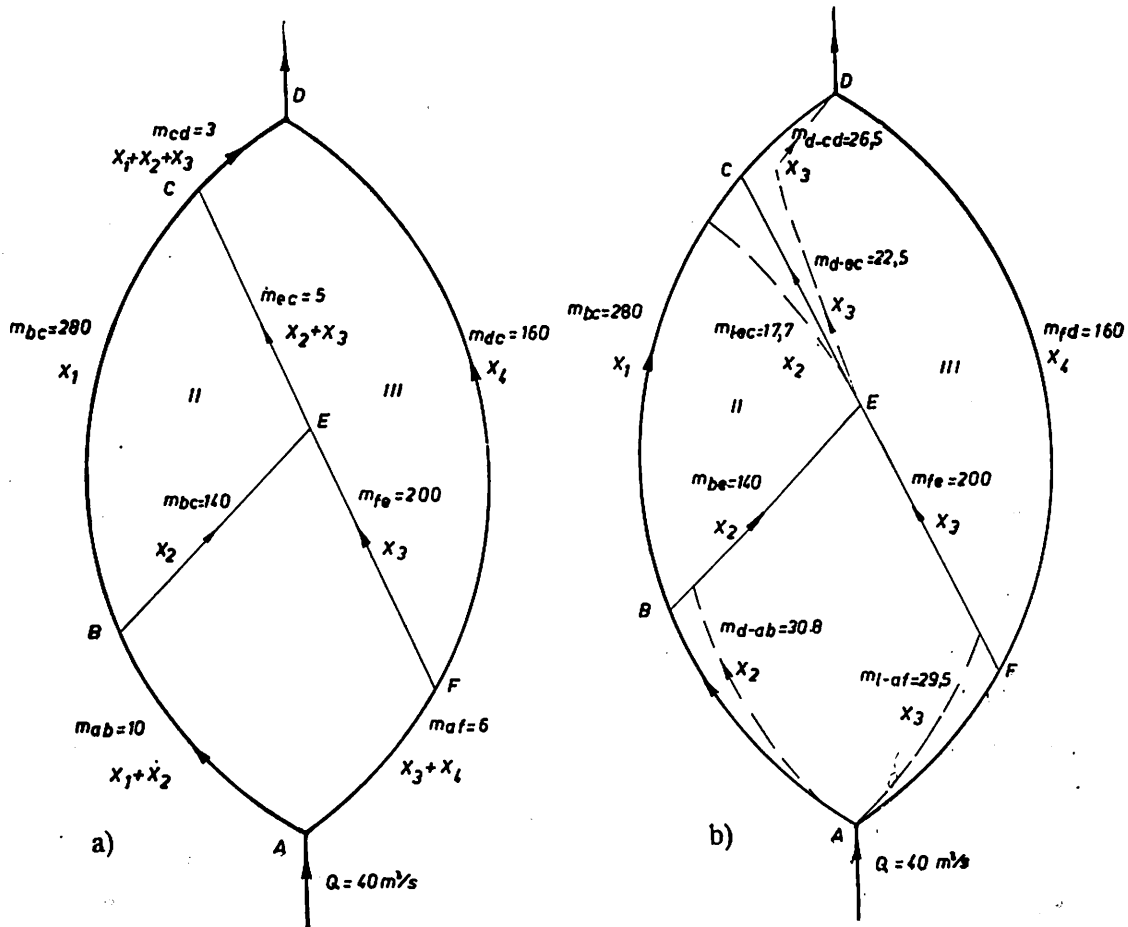
$$280 x_1^2 - 5 (x_2 + x_3)^2 - 140 x_2^2 = 0 \quad (5)$$

Zanemarivanjem drugog člana dobijamo:

$$280 x_1^2 = 140 x_2^2 \quad (5a)$$

Na sličan način dobili bismo još 2 jednačine iz ostala 2 ventilaciona poligona. Ali to nije uvek moguće. Moguće je, samo u slučaju, ako su članovi jednačina koji se zanemaruju mali u odnosu na ostale, pa i tada se čini greška. Postavlja se pitanje kako npr. iz jednačine (5) obrazovati dvočlanu jednačinu kao (5a), ali tako da se ne zanemari drugi član.

- Q — količinu vazduha koja protiče kroz račvu AB
- m — otpor račve AB, poznata brojna vrednost
- x_1 — Q_1/Q — razmeru podele vazduha u levom fiktivnom kraku račve AB



Sl. 2 a i b — Otpori supstitucija u drugom približavanju.

Рис. 2 а и б — Спротивления во втором приближении.

To je moguće, ako drugi član jednačine, koji kao i treći sadrži nepoznatu razmeru podele vazduha x_2 , zamenimo novim članom u kome figuriše kao nepoznata samo x_2 i koji zadovoljava jednačinu (5). Razmotrimo zato šta se dobija fiktivnim cepanjem nekog vretenog puta — račve AB (sl. 3). Ako obeležimo sa:

- m_1 — otpor levog fiktivnog kraka račve AB
- x_2 — Q_2/Q — razmeru podele vazduha u desnom fiktivnom kraku račve AB
- m_2 — otpor desnog fiktivnog kraka račve AB.

Onda je:

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q} = \frac{Q}{Q}$$

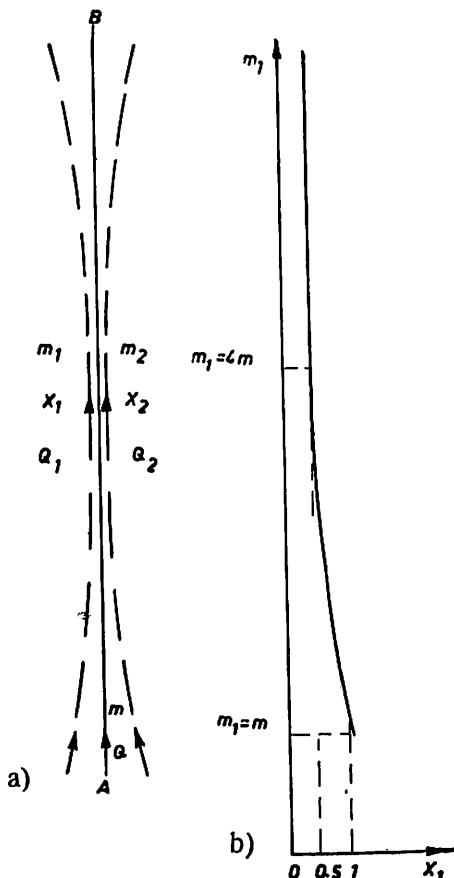
$$x_1 + x_2 = 1 \quad (6a)$$

Fiktivno cepanje račve AB izvodimo tako, da depresija između tačke A i B ostane ista izračunavali je preko fiktivnih krakova ili preko cele račve.

$$h_{ab} = \frac{m Q^2}{1000} - \frac{m_1 Q_1^2}{1000} \quad (7)$$

Rešimo li jednačinu (7) po vrednosti m_1 , dobijamo:

$$m_2 = \frac{m Q^2}{Q_1^2} = m \frac{1}{Q_1^2/Q^2} = m \frac{1}{x_1^2}$$



Sl. 3a i b — Fiktivno cepanje vrenog puta — račve AB.
Рис. 3 а и б — Фиктивный разрыв вентиляционного пути отвлечения AB.

$$m_1 = m \frac{1}{x_1^2} \quad (7a)$$

jer je $x_1 = Q_1/Q$. Kako je u jednačini (7a) m poznata brojna vrednost, znači da m_1 zavisi od moguće vrednosti x_1 . Zavisnost verovatne vrednosti m_1 od verovatne vrednosti x_1 prikazana je na grafikonu sl. 3b. Vidimo da je m_1 definisano u intervalu

$$0 < x_1 < 1$$

i da mu je moguća brojna vrednost

$$m < m_1 < \infty$$

jer količina vazduha Q_1 u levoj fiktivnoj račvi može da bude od 0 do Q .

Ako pretpostavimo da je $x_1 = x_2 = 0,5$ tj. da kroz obe fiktivne račve protiče jednaka količina vazduha, onda otpor jedne fiktivne račve iznosi:

$$m_1 = m \frac{1}{x_1^2} = m \frac{1}{0,5^2} = 4m \quad (7a)$$

Dakle, ako kroz fiktivno dobijenu račvu cepanjem vazdušne struje cele račve protiče polovina ukupne količine vazduha, njen otpor će biti 4 puta veći od otpora cele račve m .

Isto tako, ako račvu EC (sl. 2b) fiktivno pocepamo na dva kraka tako da kroz oba protiču iste količine vazduha ($x_2 = x_3$), onda je otpor fiktivne račve 4 puta veći od otpora EC:

$$m_{1-ec} = 5 \frac{(x_2 + x_3)^2}{x_2^2} = 5 \frac{(x_2 + x_2)^2}{x_2^2} = 20 \text{ mijurga} \quad (8)$$

drušim rečima, pošto je

$$m_{1-ec} x_2^2 = 5(x_2 + x_3)^2$$

možemo da izvršimo zamenu (supstituciju):

$$20 x_2^2 = 5(x_2 + x_3)^2$$

Umesto $5(x_2 + x_3)^2$ izvršićemo u jednačini (5) supstituciju sa $20x_2^2$. Tada jednačina (5) ima oblik:

$$280 x_1^2 - 20 x_2^2 - 140 x_2^2 = 0$$

ili

$$280 x_1^2 = 160 x_2^2 \quad (9)$$

I svuda, gde u početku izračunavanja zamenjujemo član jednačine zbirnim razmerama podele vazduha uzimamo da supstitucija ima 4 puta veći otpor ako je broj razmera u zamenjenom članu 2.

Na način sličan jednačini (9) dobijamo jednačine iz ventilacionih poligona ABEFA i FECDF

$$40 x_2^2 + 140 x_2^2 - 200 x_3^2 - 24 x_3^2 = 0$$

ili

$$180 x_2^2 = 224 x_3^2 \quad (10)$$

$$200 x_2^2 + 20 x_3^2 + 12 x_3^2 - 160 x_4^2 = 0$$

ili

$$232 x_3^2 = 160 x_4^2 \quad (11)$$

Uzmemo li proizvoljno da je relativna razmera $x_{o2} = 0,250$ onda iz jednačina (9), (10) i (11) dobijamo:

$$x_{o1} = x_{o2} \sqrt{\frac{160}{280}} = 0,250 \sqrt{\frac{160}{280}} = 0,189$$

$$x_{o3} = x_{o2} \sqrt{\frac{180}{224}} = 0,250 \sqrt{\frac{180}{224}} = 0,224$$

$$x_{o4} = x_{o3} \sqrt{\frac{247}{160}} = 0,224 \sqrt{\frac{232}{160}} = 0,269$$

Ovako dobijene relativne razmere podele vazduha približno su srazmerne sa tačnim vrednostima, jer su jednačine kojima su dobijene približne.

$$\frac{x_{o1}}{x_1} = \frac{x_{o2}}{x_2} = \frac{x_{o3}}{x_3} = \frac{x_{o4}}{x_4} = k$$

gde je

k — srednji koeficijent proporcionalnosti.

On može da se dobije deobom zbira relativnih vrednosti razmera podele vazduha sa zbirom tačnih vrednosti, slično jednačini (3a₁). Kako vidimo iz sl. 2, zbir tačnih vrednosti x_1, x_2, x_3 i x_4 je 1.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \quad (4a)$$

jer je

$$\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{Q} = \frac{Q}{Q}$$

gde je obeleženo, kao i ranije, sa:

$$x_1 = Q_1/Q, \quad x_2 = Q_2/Q, \quad x_3 = Q_3/Q, \quad x_4 = Q_4/Q$$

Prema tome, srednji koeficijent proporcionalnosti k iznosi:

$$k = \frac{x_{o1} + x_{o2} + x_{o3} + x_{o4}}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4} = \frac{0,189 + 0,250 + 0,224 + 0,269}{1} = 0,932$$

$$1/k = 1/0,932 = 1,072$$

Množenjem relativnih razmera sa 1/k dobijamo:

$$x_1 = 0,202 \quad x_2 = 0,268 \quad x_3 = 0,239 \quad x_4 = 0,290$$

Zamenom vrednosti iz jednačina (9), (10) i (11) u jednačinu (4a) — može da se dobije i:

$$x_2 = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{160}{280}} + \sqrt{\frac{180}{224}} + \sqrt{\frac{180}{224}} \cdot \sqrt{\frac{232}{160}}}$$

odnosno

$$Q_2 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{160}{280}} + \sqrt{\frac{180}{224}} + \sqrt{\frac{180}{224}} \cdot \sqrt{\frac{232}{160}}}$$

što bi bio drugi način rešenja zadatka.

Pomoću jednačina (9), (10) i (11) i koeficijenta proporcionalnosti k dobili smo razmere podele vazduha u prvom približavanju, koje nisu tačne već približne vrednosti. Zadovoljavajuća tačnost postiže se ovom metodom tek posle 2 do 3 približavanja.

Prvo i drugo približavanje. — Ova približavanja izračunavaju se na isti način s tom razlikom, što se kod drugog približavanja otpor supstitucije (zamene) zbirne razmere računa sa razmerama podele vazduha dobijene prvim približavanjem. Drugim rečima, približne jednačine su kod drugog približavanja još tačnije. Kod trećeg približavanja otpor supstitucija se dobija zamenom vrednosti razmera podele vazduha dobijenih drugim približavanjem, itd.

Otpori supstitucija kod drugog približavanja. — Otpor supstitucije za račvu AF dobija se iz jednačine:

$$m_{1-af} \cdot x_3^2 = 6(x_3 + x_4)^2$$

u kojoj zamenjujemo vrednosti za x_3 i x_4 dobijene prvim približavanjem.

$$m_{1-af} = 6 \frac{(x_3 + x_4)^2}{x_3^2} = 6 \frac{(0,240 + 0,289)^2}{0,240} = 29,5 \text{ mij.}$$

$$m_{1-af} = 29,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-ab} = 10 \frac{(x_1+x_2)^2}{x_2^2} = 10 \frac{0,471^2}{0,268^2} = 30,8 \text{ mij.}$$

$$m_{d-ab} = 30,8 \text{ mijurga}$$

$$m_{1-ce} = 5 \frac{(x_2+x_3)^2}{x_2^2} = 5 \frac{0,508^2}{0,268^2} = 17,9 \text{ mijurga}$$

$$m_{1-ce} = 17,9 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-ce} = 5 \frac{(x_2+x_3)^2}{x_3^2} = 5 \frac{0,508^2}{0,240^2} = 22,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-ce} = 22,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-cd} = 3 \frac{(x_1+x_2+x_3)^2}{x_3^2} = 3 \frac{0,711^2}{0,240^2} = 26,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-cd} = 26,5 \text{ mijurga}$$

Prvi indeksi d i l označavaju otpore desnog odnosno levog fiktivnog kraka (supstitucije).

Na osnovu otpora supstitucija obrazuju se jednačine umesto članova jednačina sa zbirnim razmerama podele vazduha, stavljaju se njihove supstitucije:

$$280 x_1^2 - 17,9 x_2^2 - 140 x_2^2 = 0$$

$$280 x_1^2 = 157,9 x_2^2 \quad (9)$$

$$160 x_4^2 - 200 x_3^2 - 22,5 x_3^2 - 26,5 x_3^2 = 0$$

$$160 x_4^2 = 249 x_3^2 \quad (10)$$

$$29,5 x_3^2 + 200 x_3^2 - 140 x_2^2 - 30,8 x_2^2 = 0$$

$$229,5 x_3^2 = 170,8 x_2^2 \quad (11)$$

Uzmemo li za relativnu vrednost razmere podele vazduha x_2 vrednost ove razmere dobijene prethodnim približavanjem (tablica 1) $x_{02} = 0,268$, onda ćemo iz jednačina (9), (10) i (11) dobiti ostale relativne razmere podele vazduha.

$$x_{01} = 0,201, \quad x_{03} = 0,231, \quad x_{04} = 0,288.$$

Srednji koeficijent proporcionalnosti k iznosi:

$$k = \frac{x_{01} + x_{02} + x_{03} + x_{04}}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4} = \frac{0,201 + 0,268 + 0,231 + 0,288}{1} = 0,988$$

Njegova recipročna vrednost $1/k = 1/0,988 = 1,011$.

Množenjem relativnih brojnih vrednosti razmera sa $1/k = 1,011$ dobijamo tačne do na 3 decimale razmere podele vazduha.

$$x_1 = 0,203 \quad x_2 = 0,271 \quad x_3 = 0,233 \quad x_4 = 0,293$$

U sistem ulazi ukupna količina vazduha $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$. Množenjem ulazne količine vazduha sa razmerama dobijamo:

$$Q_1 = x_1 Q = 0,203 \cdot 40 = 8,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = x_2 Q = 0,271 \cdot 40 = 10,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = x_3 Q = 0,233 \cdot 40 = 9,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = x_4 Q = 0,293 \cdot 40 = 11,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obrazac za ukupni otpor sistema možemo da izvedemo slično kao (1b). Na primer, preko ventilacionog puta AFD.

Iz obrasca

$$h_{ad} = \frac{M Q^2}{1000} = \frac{10 (x_3 + x_4)^2 Q^2}{1000} + \frac{160 x_4^2 Q^2}{1000}$$

dobijamo:

$$M = 6 (x_3 + x_4)^2 + 160 x_4^2$$

$$M = 6 (0,233 + 0,293)^2 + 160 \cdot 0,293^2 = 15,37$$

$$\text{Množenjem jedn. (9) sa } Q^2: 280 x_1^2 Q^2 =$$

$$= 157,9 x_2^2 Q^2, \text{ dobijamo } 280 Q_1^2 = 157,9 Q_2^2.$$

Sličan postupak je i kod jednačina (10) i (11):

$$\frac{1}{K} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{Q_{01} + Q_{02} + Q_{03} + Q_{04}} = \frac{Q}{Q_{01} + Q_{02} + Q_{03} + Q_{04}}, \text{ itd.}$$

gde je

$$x_1 Q = Q_1 \quad x_2 Q = Q_2 \quad x_3 Q = Q_3 \quad x_4 Q = Q_4$$

Tablica 1

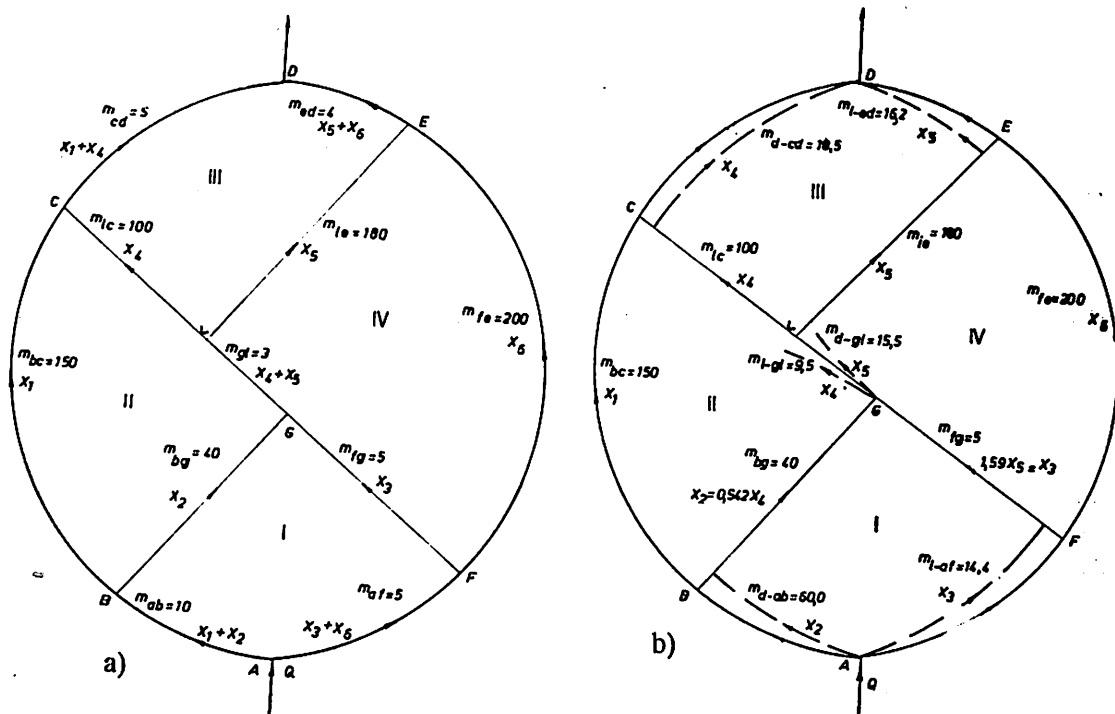
	x_1	x_2	x_3	x_4	M_s	$\Delta M_s (\%)$
I približavanje	0,202	0,268	0,239	0,290	15,48	2,24
II približavanje	0,203	0,271	0,233	0,293	15,31	0,30
konvergentno						
približavanje	0,202	0,271	0,233	0,294	15,30	0,93
po profesoru						
Protodakonovu	0,203	0,271	0,233	0,293	15,31	0,30

U tablici 1 dati su rezultati izračunavanja ovog sistema raznim metodama: I i II približavanje — približnim jednačinama, metodom konvergentnog približavanja posle dva približavanja (3. red), i metodom prof. Protodakova posle tri približavanja (4. red). Kako iz tablice vidimo, prvo približavanje je praktično dovoljno tačno, jer kod njega srednje odstupanje ukupnog otpora iznosi 2,24%.

Ukupni otpor M_s je srednja vrednost iz 3. brojne vrednosti ukupnog otpora, koje se računaju preko 3 vazdušna puta: ABCD, AFD

U tablici 1 ΔM_s izražavamo u % (u odnosu na M_s kao 100%).

Složeni dijagonalni sistem na sl. 4a rešava se na sličan način. Njegovo rešenje ipak navodimo, zbog toga što, pored supstitucije, imamo i indirektno dovođenje u vezu razmera: x_2 sa x_4 i x_3 sa x_5 — da bi u ventilacionim poligonima II (BCLGB) i IV (FGLEF) dobili dvočlane relacije (jednačine) između x_1 i x_4 odnosno između x_5 i x_6 . Inače, da smo napravili aproksimacije $x_2 = x_4$ i $x_3 = x_5$



Sl. 4 a i b — Otpori supstitucija u drugom približavanju
 Рис. 4 а и б — Сопротивления супституции во втором приближении.

i AFCD, a srednje odstupanje od ukupnog otpora ΔM_s se računa po Laplasovoj metodi: $\Delta M_1 = M_s - M_1$, $\Delta M_2 = M_s - M_2$

$$\text{i } \Delta M_3 = M_s - M_3; \Delta M_s = \frac{\Delta M_1 + \Delta M_2 + \Delta M_3}{3}$$

je aritmetička sredina apsolutnih vrednosti ΔM . M_1, M_2, M_3 — ukupni otpori sistema preko ventilacionih puteva ABCD, AFD i AFCD iz kojih se dobija srednja vrednost

$$\text{ukupnog otpora: } M_s = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3}$$

(samo u prvom približavanju), trebalo bi nam više približavanja da bismo došli do tačnog rezultata.

Dokazani smer vazdušne struje (smer je označen strelicama) možemo prikazati kao:

$$x_4 + x_5 = x_2 + x_3 \quad (12)$$

Iz ventilacionog poligona I/ABGFA/ supstitucijom članova jednačine sa zbirnim razmerama podele vazduha dobijamo:

$$40 x_2^2 + 40 x_2^2 - 5 x_3^2 - 20 x_3^2 = 0$$

to jest:

$$80 x_2^2 = 25 x_3^2 \quad (13)$$

Iz ventilacionog poligona III/LCDEL/ na isti način dobijamo:

$$100 x_4^2 + 20 x_4^2 - 16 x_5^2 - 180 x_5^2 = 0$$

$$120 x_4^2 = 196 x_5^2 \quad (14)$$

Ako u jednačini (13) izrazimo x_3 sa x_2 :

$$x_3 = x_2 \sqrt{\frac{80}{25}} \quad x_3 = 1,70 x_2$$

a u jednačini (14) izrazimo x_5 sa x_4 :

$$x_5 = x_4 \sqrt{\frac{120}{196}} \quad x_5 = 0,78 x_4$$

i zamenimo u jednačini (12), dobijamo traženu vezu:

$$x_4 + 0,78 x_4 = x_2 + 1,79 x_2 \quad (12)$$

to jest

$$x_2 = 0,638 x_4 \quad (12a)$$

Sličnim postupkom — ali sada inverzno — izrazimo x_2 sa x_3 iz jednačine (13), i x_4 sa x_5 iz jednačine (14) pa dobijamo vezu x_3 sa x_5 :

$$1,28 x_5 + x_5 = 0,56 x_3 + x_3 \quad (12)$$

to jest

$$x_3 = 1,46 x_5 \quad (12b)$$

Uzimajući u obzir (12a) i supstitucijom članova jednačine zbirnim razmerama podele vazduha dobijano iz ventilacionog poligona II/BCLGB/:

$$150 x_1^2 - 100 x_4^2 - 12 x_4^2 - 40 (0,638 x_4)^2 = 0$$

ili

$$150 x_1^2 = 128,3 x_4^2 \quad (15)$$

kao i iz ventilacionog poligona IV/FGLEF/, uzimajući u obzir odnos (12b),

$$200 x_6^2 - 180 x_5^2 - 5 (1,46 x_5)^2 = 0$$

$$200 x_6^2 = 202,6 x_5^2 \quad (16)$$

dobili smo 5 jednačina sa 6 nepoznatih; jednačine (12a) i (12b) izražavaju iste odnose kao i jednačine (12) i (13).

$$120 x_4^2 = 196 x_5^2 \quad (14)$$

$$150 x_1^2 = 128,3 x_4^2 \quad (15)$$

$$200 x_6^2 = 202,6 x_5^2 \quad (16)$$

$$x_2 = 0,638 x_4 \quad (12a)$$

$$x_3 = 1,46 x_5 \quad (12b)$$

Uzmimo da je $x_{04} = 0,250$. Onda dobijamo ostale relativne razmere podele vazduha iz ovih jednačina sukcesivno:

$$x_{03} = 0,196 \text{ iz jednačine (14),}$$

$$x_{06} = 0,198 \text{ iz jednačine (16),}$$

$$x_{03} = 0,286 \text{ iz jednačine (12b),}$$

$$x_{01} = 0,231 \text{ iz jednačine (15),}$$

$$x_{02} = 0,159 \text{ iz jednačine (12a).}$$

Srednji koeficijent proporcionalnosti dobija se iz odnosa relativnih i tačnih razmera podele vazduha, čiji zbir treba da bude 1:

$$k = \frac{x_{01} + (x_{02} + x_{03}) + x_{06}}{x_1 + (x_2 + x_3) + x_6} = \frac{0,231 + 0,446 + 0,198}{1} = 0,875$$

Množenjem relativnih razmera sa $1/k = 1/0,875 = 1,143$, dobijaju se približno tačne razmere podele vazduha:

$$x_1' = 0,264 \quad x_2 = 0,182 \quad x_3 = 0,327 \\ x_4 = 0,286 \quad x_5 = 0,224 \quad x_6 = 0,227$$

Otpori supstitucija kod drugog približavanja. — Proizvod iz otpora supstitucije i jedne od razmera člana jednačine, koji se zamenjuje zbog toga što ima zbirne razmere podele vazduha, treba da bude jednak zamenjenom članu.

Npr. za račvu AB (sl. 4b), otpor supstitucije m_{d-ab} se dobija iz:

$$m_{d-ab} \cdot x_2^2 = 10 (x_1 + x_2)^2$$

odakle je

$$m_{d-ab} = 10 \frac{(x_1 + x_2)^2}{x_2^2} = 10 \frac{(0,264 + 0,182)^2}{0,182^2} = 10 \frac{0,446^2}{0,182^2} = 60 \text{ mij.} \\ m_{d-ab} = 60,0 \text{ mijurga}$$

Tako se dobijaju i ostali otpori supstitucija:

$$m_{1-af} = 5 \frac{(x_3 + x_6)^2}{x_3^2} = 5 \frac{0,554^2}{0,327^2} = 14,4$$

$$m_{1-af} = 14,4 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-cd} = 5 \frac{(x_1 + x_4)^2}{x_4^2} = 5 \frac{0,550^2}{0,286^2} = 18,5$$

$$m_{d-cd} = 18,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{1-ed} = 4 \frac{(x_5 + x_6)^2}{x_5^2} = 4 \frac{0,451^2}{0,224^2} = 16,2$$

$$m_{1-ed} = 16,2 \text{ mijurga}$$

$$m_{1-g_1} = 3 \frac{(x_4 + x_5)^2}{x_4^2} = 3 \frac{0,510^2}{0,286^2} = 9,5$$

$$m_{1-g_1} = 9,5 \text{ mijurga}$$

$$m_{d-g_1} = 3 \frac{(x_4 + x_5)^2}{x_5^2} = 3 \frac{0,510^2}{0,224^2} = 15,5$$

$$m_{d-g_1} = 15,5 \text{ mijurga}$$

gde je:

prvi indeks, 1 — otpor levog fiktivnog kraka,
d — otpor desnog fiktivnog kraka (supstitucije).

Sad se mogu postaviti približne jednačine.

Članovi jednačina sa zbirnim razmerama podele vazduha zamenjuju se supstitucijama:

iz I:

$$60 x_2^2 + 40 x_2^2 - 5 x_3^2 - 14,4 x_3^2 = 0$$

to jest

$$100 x_2^2 = 19,4 x_3^2 \quad (13)$$

iz III:

$$100 x_4^2 + 18,5 x_4^2 - 16,2 x_5^2 - 180 x_5^2 = 0$$

to jest

$$118,5 x_4^2 = 196,2 x_5^2 \quad (14)$$

Da bismo našli odnos x_2/x_4 izrazićemo x_3 sa x_2 iz jednačine (13) i x_5 sa x_4 iz jednačine (14) i to zameniti u jednačini (12). Dobićemo:

$$x_4 + 0,775 x_4 = x_2 + 2,27 x_2 \quad (12)$$

ili

$$x_2 = 0,542 x_4 \quad (12a)$$

Odnos x_3/x_5 dobijamo inverzijom: x_2 iz jednačine (13) izrazimo sa x_3 i x_4 iz jednačine (14) sa x_5 , i to zamenimo u jednačini (12):

$$1,29 x_5 + x_5 = 0,44 x_3 + x_3 \quad (12)$$

ili

$$x_3 = 1,500 x_5 \quad (12b)$$

Uzimajući u obzir odnos (12a) u jednačini (15), imamo za ventilacioni poligon II:

$$150 x_1^2 - 100 x_4^2 - 9,5 x_4^2 - 40 (0,542 x_4)^2 = 0$$

$$150 x_1^2 = 121,3 x_4^2 \quad (15)$$

Tako i u ventilacionom poligonu IV, ako odnos (12b) zamenimo u jednačini (16), dobijamo:

$$200 x_6^2 - 180 x_5^2 - 15,5 x_5^2 - 5 (1,90 x_5)^2 = 0$$

$$200 x_6^2 = 208,0 x_5^2 \quad (16)$$

Sad možemo, kao i u prvom približavanju, da rešimo 5 jednačina sa 6 nepoznatih, ako usvojimo jednu nepoznatu kao poznatu.

$$118,5 x_4^2 = 196,2 x_5^2 \quad (14)$$

$$150 x_1^2 = 121,3 x_4^2 \quad (15)$$

$$200 x_6^2 = 208,0 x_5^2 \quad (16)$$

$$x_2 = 0,542 x_4 \quad (12a)$$

$$x_3 = 1,590 x_5 \quad (12b)$$

Relativnu razmeru x_{04} usvajamo kao 0,280. Ostale razmere dobijamo iz jednačina:

$$x_{06} = 0,218 \text{ iz (14)} \quad x_{03} = 0,346 \text{ iz (12b)}$$

$$x_{05} = 0,222 \text{ iz (16)} \quad x_{01} = 0,252 \text{ iz (15)}$$

$$x_{02} = 0,151 \text{ iz (12a)}$$

Srednji koeficijent proporcionalnosti k:

$$k = \frac{x_{01} + (x_{02} + x_{03}) + x_{04}}{x_1 + (x_2 + x_3) + x_4} = \frac{0,252 + 0,498 + 0,222}{1} = 0,972$$

Množenjem relativnih razmera podele vazduha sa $1/k = 1/0,972 = 1,028$ dobijamo približno tačne razmere podele vazduha:

$$x_1 = 0,259 \quad x_2 = 0,155 \quad x_3 = 0,357$$

$$x_4 = 0,288 \quad x_5 = 0,224 \quad x_6 = 0,228$$

Tablica 2

Približ. po redu	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	M_s	ΔM_s (%)
I	0,264	0,182	0,327	0,286	0,224	0,227	13,26	5,05
II	0,259	0,155	0,357	0,288	0,224	0,228	13,12	1,45
III	0,259	0,147	0,366	0,289	0,224	0,229	13,13	0,46
konvergentno po	0,259	0,143	0,363	0,286	0,220	0,235	13,14	0,80
Protodakonovu	0,259	0,147	0,365	0,286	0,224	0,229	13,12	0,48

Rezultati izračunavanja ovog sistema prikazani su u tablici 2.

Treće približavanje. — Postupak pri izračunavanju kod trećeg približavanja je isti kao i kod prvog i drugog. Ali ono praktično nije ni potrebno, jer je drugo dovoljno tačno. Srednje odstupanje ukupnog otpora kod drugog približavanja (ΔMs) iznosi 1,45%, ako Ms — srednju vrednost ukupnog otpora preko 4 ventilaciona puta — označimo sa 100%.

Treće približavanje je zaokruženo na 3 decimale.

Radi upoređivanja, u tablici 2 daju se rezultati dobijeni za ovaj sistem metodom konvergentnog približavanja (posle 4. približavanja) i metodom Protodakonova (posle 4. približavanja).

Zaključak

Paralelni i dijagonalni sistemi se rešavaju na sličan način. Polazi se od istih početnih uslova za izvođenje jednačina jer je u suštini isto kad kažemo „algebarski zbir depresija u zatvorenom ventilacionom poligonu je ravan nuli”, ili kad kažemo „da je depresija između dve tačke ventilacionog sistema jednaka, ma kojim ventilacionim putem je računali ili merili”.

Razlika je samo u tome, što se kod dijagonalnih sistema koriste supstitucije za obratovanje aproksimativnih jednačina; kod vrlo složenih dijagonalnih sistema, u istu svrhu, posredno se dovode u vezu i odgovarajuće razmere podele vazduha.

Kad se uporede putevi kojima se služi metoda konvergentnog približavanja ili metoda cepanja vazdušne struje, koja prvo izračunava otpore sistema viših pa nižih redova, pa se posle toga vraća na raspodelu vazduha (izračunavanje razmera ili količina vazduha na osnovu otpora) prvo u sistemima nižih pa u sistemima viših redova — onda je jasno koliko se dobija u „ekonomici računanja” aproksimativnim jednačinama. Na prvi pogled izgleda da bi se složeni dijagonalni sistem (sl. 2) lakše rešio metodom cepanja, jer bi mogla da se cepa samo račva AF, pa bi se time uštedelo na računanju. Međutim, tu se baš gubi vreme dužim računanjem jednog približavanja, jer se u svakom približavanju mora računati i po nekoliko približavanja za prost dijagonalni sistem, koji se dobija, ako se sistem prikazan na sl. 2 rešava cepanjem račve AF.

Razumljivo je da je i kod aproksimativnih jednačina broj približavanja veći ako supstituisani članovi jednačine imaju veće otpore.

РЕЗЬМЕ

Расчет разветвленных систем вентиляции

Инж. Иован Михайлович*)

В статье на основании знакомых законов вентиляции дается метод коэффициента пропорциональности. Показано как подобным способом решаются и сложные диагональные системы вентиляции: образуются аппроксимативные уравнения и решаются с помощью коэффициента пропорциональности.

Что при расчету сложных диагональных систем идем через размер разделения воздуха, хотя возможно идти крачайшей дорогой, только через количество воздуха — основание было то, что в специальной литературе при методу конвергентного приближения и методу расколывания воздушной струи, на чьих основах и выведены аппроксимативные уравнения, расчет выводится через размер разделения воздуха.

Основная цель статьи была в том, чтобы дать метод который будет все разветвленные системы вентиляции решать на тот же или подобный способ. Затем, мы хотели чтобы корочими и простыми счетными операциями с помощью логарифмической линейки пришли до решения задачи.

Literatura

- Budrik, V., 1952: Ventilacija rudnika. — Sarajevo. Mihajlović, J., 1962: Proračun složenih dijagonalnih sistema ventilacije, dipl. rad. — Beograd.
- Jokanović, B., 1960: Provetranje rudnika. — Beograd.

*) Dipl. ing. Jovan Mihajlović, rudarsko preduzeće „Feldspat” Prokuplje.

Retki ostaci mikroorganizama u jugoslovenskim ugljevima*)

(sa 14 slika)

Dr Oleg Podgajni

U toku petrološkog ispitivanja jugoslovenskih ugljeva zapaženi su vrlo interesantni i uglavnom još nepoznati ostaci mikroorganizama. Ovde će biti razmatrani samo ostaci mikroskopskih veličina koji su zapaženi u samoj ugljenoj masi, a ne oni koji se često susreću u sedimentima povlate, podine ili jalovim proslojcima u ugljenom sloju. Za pojedine ostatke se sa sigurnošću može reći, da predstavljaju perzistentne fosile (Radiolarije), dok su nasuprot neki možda vezani za određeno geološko doba. Mišljenja smo, da se u pojedinim slučajevima radi o prvim nalazima mikroorganizama u samom uglju.

Ostaci mikroorganizama su zapaženi u ugljevima različite geološke starosti, pri čemu najčešće u terciarnim ugljevima. Nesumnjivo da među najinteresantnije i najzagonetnije spadaju ostaci mikroorganizama iz miocenskog kamenog uglja Ibarskih rudnika. Na slikama 1 do 5 prikazan je izgled jednog dela ovih ostataka koji su potpuno piritizirani. Samim tim ne može se donositi sud o prvobitnom sastavu materije od koje su bili izgrađeni ovi ostaci, što bi u velikoj meri olakšalo njihovu tačnu determinaciju. Na sl. 1 vidi se sedam oblika, na sl. 2 oko tri i na sl. 3 samo jedan oblik sa vrlo specifičnim izgledom. Na sl. 4 zapažena su 2—3 oblika,

među kojima se ističu nazubljeni i loptasti. Na sl. 5 vide se vrlo specifični igličasti oblici. Isti ovakvi oblici (sl. 6) zapaženi su i u miocenskom uglju iz rudnika Zenica, što navodi na misao da su možda ovi igličasti oblici vezani za naše miocenske ugljeve. Ovi ostaci, uglavnom, su koso postavljeni u ugljenoj masi i verovatno imaju cevasti oblik bez unutrašnjih pregrada, te su prilikom izrade preparata zadobili igličasti izgled.

Kada se specifični oblik sa sl. 1 uporedi sa oblikom na sl. 7 dolazi se do zaključka da taj ostatak predstavlja skelet Nassellarie (Protozoa-Radiolaria). Isto tako i loptasti oblici sa sl. 4 kod kojih se zapažaju ostaci radijalno raspoređenih iglica (spikula) trebalo bi da predstavljaju ostatke Spumellaria (Protozoa-Radiolaria). Na taj način prisustvo Radiolaria u uglju iz Ibarskih rudnika je dokazano. Kod ostalih oblika možda su u pitanju ostaci dijatomeja (Baccillariophyta?) i algi (Siliciflagellata?). Na sl. 8 dat je grafički prikaz svih oblika koji su uočeni u uglju iz Ibarskih rudnika i kao što se vidi, dimenzije najvećih ostataka se kreću oko 50 mikrona, dok debljina zidova najčešće iznosi oko 6 mikrona.

Od ostalih nalaza u direktnoj vezi sa prethodnim stoji oblik prikazan na sl. 9, koji potiče iz miocenskog mrkog uglja rudnika Kamengrad. U ovome uglju ovaj ostatak se retko zapaža, a izgrađen je od kalcijumkarbonata. Već na prvi pogled može se zaključiti,

*) Referat održan na V Međunarodnom kongresu za geologiju i stratigrafiju karbona, Pariz, 1963.

da je u pitanju ostatak foraminifere i to vrlo sličan ostatku vrste *Calcituba Wellingtonensis*-Stach, koju je odredio i opisao E. Stach (sl. 2 i 3) posle nalaza u ugljevitom škriljcu iz neposredne povlate rurskog ugljenog sloja Wellington. Možda treba napomenuti sličnost našeg oblika sa sl. 5 i 6 sa izgledom foraminifere kod E. Stach-a (sl. 3), ali izgleda da je to slučajnost. Ovaj rad pobudio je poseban interes koliko zbog sličnosti prikazanih oblika sa jednim našim nalazom, toliko i zbog vrlo studiozne interpretacije porekla ostataka. Kod uglja iz Ibarskih rudnika značajan je visok sadržaj piritita (pa čak i nalaz koncentracija veličine oko 4 cm) sa kojim se dovodi u vezu i potpuna piritizacija faunističkih ostataka. E. Stach visok sadržaj piritita u uglju iz sloja Wellington objašnjava uticajem marinske ili brakične sredine u toku ili posle stvaranja ugljenog sloja. Kod uglja iz Ibarskih rudnika izgleda da je presudnu ulogu imala dugotrajna vulkanska aktivnost, koja je stvorila veliku količinu sumporvodonika.

U senonskom kamenom uglju iz rudnika Rtnanj uočeno je nekoliko neodredljivih faunističkih ostataka, čiji izgled je prikazan na

sl. 10. Na sl. 11 i 12 prikazani su neodređeni faunistički ostaci iz lignita rudnika Negotino, koji su izgrađeni od hitinozne materije i verovatno predstavljaju fosilne čaure ili jaja. Unutrašnjost ovih ostataka je prazna i prvobitni oblik nesumnjivo je bio loptast.

Na sl. 13 prikazan je ostatak mlade individue *Planorbis*-a iz lignita rudnika Kosovo. Na poslednjoj slici 14 vidi se uzdužni presek krečnjačke ljuštore, koja je okružena oogonijama alge *Chara*. Ovi ostaci se često susreću u eocenskom sapropelno-mrkom uglju iz rudnika Raša.

Nesumnjivo je, da prikazani ostaci mikroorganizama u prvom redu pobuđuju poseban interes sa aspekta paleontologije. Pored toga pokazalo se je, da u pojedinim slučajevima ovi ostaci mogu vrlo korisno da posluže kod radova na korelaciji ugljenih slojeva. Takav slučaj je bio kod uglja iz Ibarskih rudnika, Kamengrada i Rtnja. Najzad i po pitanju geneze uglja može se zaključiti, što su neki autori već ranije izneli, da su sapropelski elementi kod formiranja skoro svakog humita imali većeg ili manjeg udela i da je san im tim postojanje apsolutno čistih humita odnosno sapropelita vrlo teško zamisliti.

ZUSAMMENFASSUNG

Seltene Reste der Mikrofauna in jugoslawischen Kohlen

Dr O. Podgajni*)

In einer kürzeren Mitteilung wurden seltene Reste der Mikrofauna dargestellt, die der Autor in jugoslawischen Kohlen feststellen konnte. Die erwähnten Reste sind umso interessanter, da dieselben nicht aus dem Brandschiefer des Hangenden oder Liegenden stammen, sondern wurden in der Kohlenmasse selbst beobachtet. Ausserdem stellen wahrscheinlich diese Reste, die manchmal auch durch vollständige Individuen vertreten sind, erstmalige Funde eigener Art dar. In meisten Fällen sind diese Reste mineralisiert und undefinierbar.

In einem speziellen Falle wurden in einer miozänen Steinkohle sehr interessante pyritisierte Reste einzelliger Organismen beobachtet, unter denen auch Radiolarien festgestellt wurden. Höchstwahrscheinlich handelt es sich in allen Fällen um Formen mit grosser vertikalen Verbreitung und können demnach nicht für eine geologische Altersbestimmung genutzt werden, dienen jedoch in einzelnen Fällen sehr erfolgreich bei Flözgleichstellungen. Die vorliegende Arbeit enthält 14 originale Mikrophotos jugoslawischer Kohlen verschiedenen Alters.

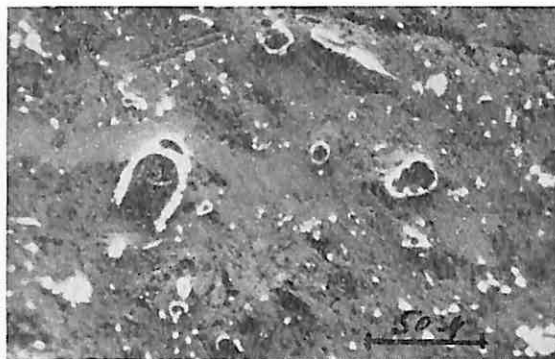
Literatura

Stach, E., 1955: Eine Foraminifere im Brandschiefer des Ruhrflözes Wellington. — Z deutsch. geol. Ges., Band 107, Hannover.

*) Dr Oleg Podgajni, Zavod za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

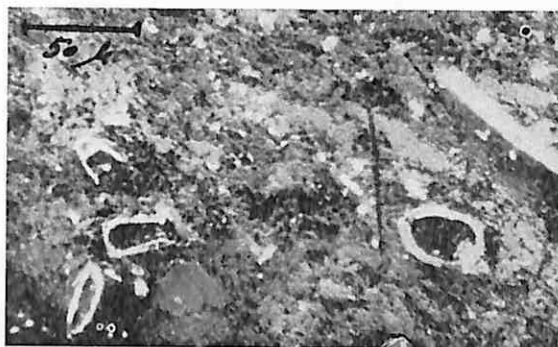
Sl. 1 — Piritizirani mikrofaunistički ostaci u uglju iz Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 1 — Pyritisierte Reste der Mikrofauna in Kohle aus Kohlengruben von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



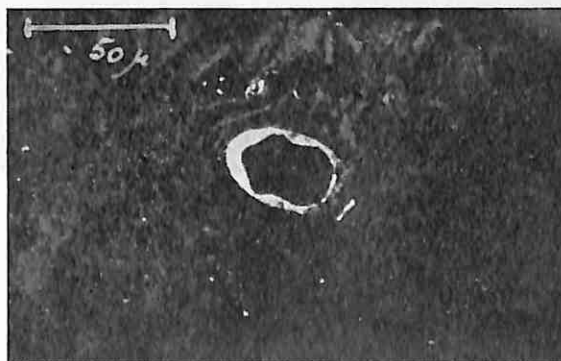
Sl. 2 — Piritizirani mikrofaunistički ostaci u uglju iz Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 2 — Pyritisierte Reste der Mikrofauna in Kohle aus Kohlengruben von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



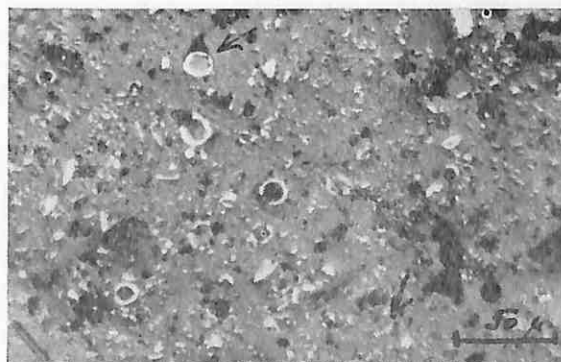
Sl. 3 — Piritizirani ostatak mikrofaune u uglju iz Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 3 — Pyritisierter Rest der Mikrofauna in Kohle aus der Kohlengrube von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



Sl. 4 — Piritizirani mikrofaunistički ostaci u uglju iz Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje odb. svetlost.

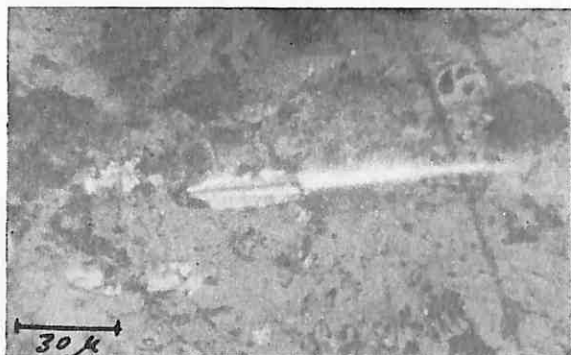
Abb. 4 — Pyritisierte Reste der Mikrofauna in Kohle aus der Kohlengruben von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.





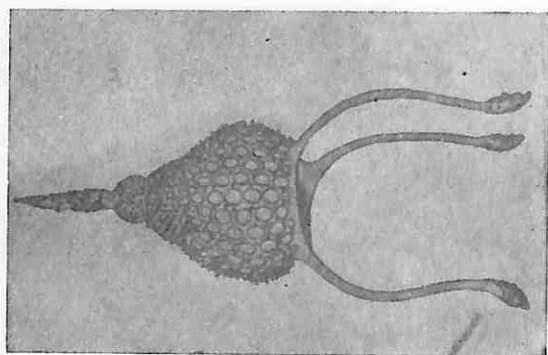
Sl. 5 — Piritizirani igličasti ostaci mikroorganizma u uglju iz Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 5 — Nadelförmige pyritisierte Reste der Mikrofauna in Kohle aus den Kohlengruben von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



Sl. 6 — Piritizirani igličasti ostatak mikroorganizma u uglju iz rudnika Zenica. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 6 — Nadelförmige pyritisierte Reste der Mikrofauna in Kohle aus der Kohlengrube Zenica. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.

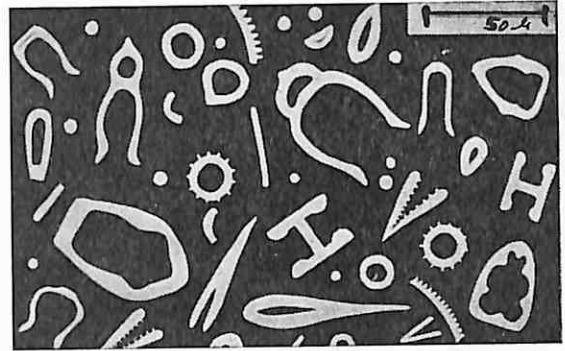


Sl. 7 — Prirodni izgled Nassellarie (jako uvećano, po Haeckel-u).

Abb. 7 — Natürliches Aussehen einer Nassellaria (sehr vergr., nach Haeckel).

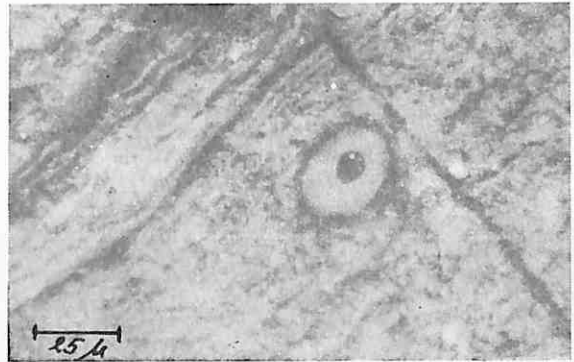
Sl. 8 — Grafički prikaz ostatka mikroorganizama iz uglja Ibarskih rudnika. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 8 — Graphische Darstellung: Reste der Mikrofauna in Kohle aus der Kohlengruben von Ibar. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



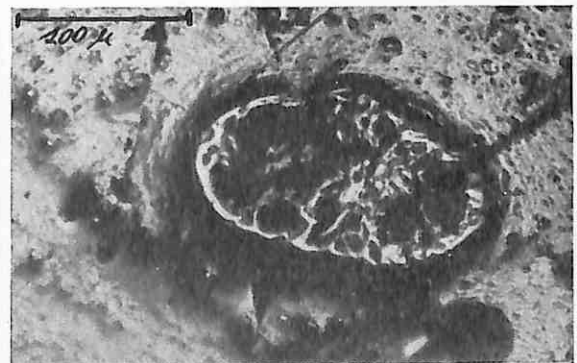
Sl. 9 — Poprečni presek ostatka foraminifere u uglju iz rudnika Kamengrad. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 9 — Querschnitt einer Foraminifera in Kohle aus der Kohlengrube Kamengrad. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



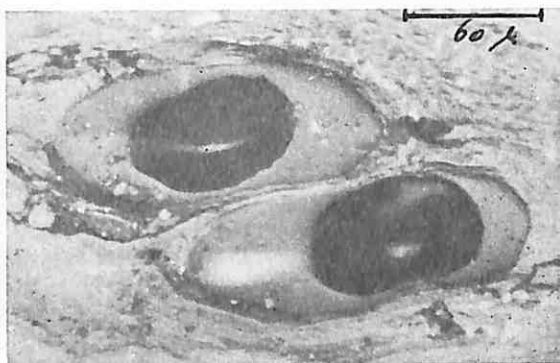
Sl. 10 — Neodređeni ostatak mikroorganizma u uglju iz rudnika Rtanj. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 10 — Unbestimmter Rest der Mikrofauna in Kohle aus der Kohlengrube Rtanj. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



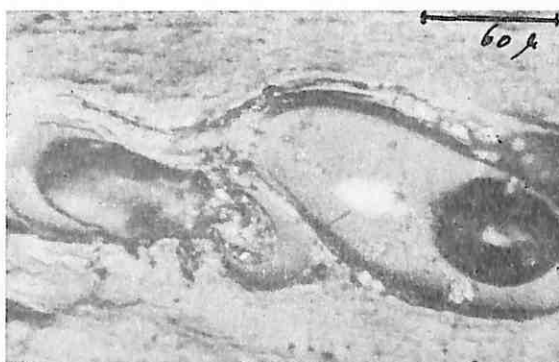
Sl. 11 — Neodređeni ostatak mikroorganizma u lignitu rudnika Negotino. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 11 — Unbestimmte Reste der Mikrofauna in Lignit aus der Kohlengrube Negotino. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



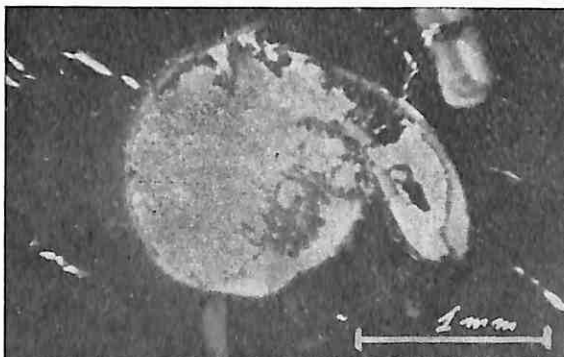
Sl. 12 — Neodređeni ostatak mikroorganizma u lignitu rudnika Negotino. Pov. 176 X, ulje, odb. svetlost.

Abb. 12 — Unbestimmte Reste der Mikrofauna in Lignit aus der Kohlengrube Negotino. Vergr. 176 X, Ölimmersion, Auflicht.



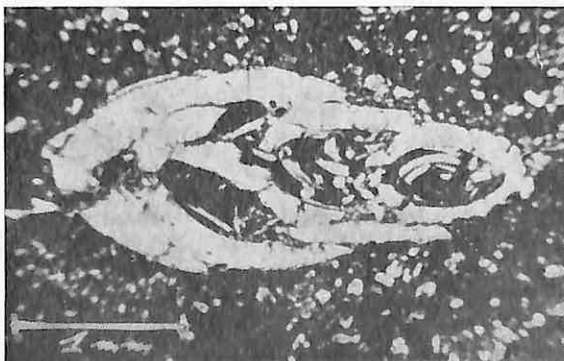
Sl. 13 — Ostatak mlade individue Planorbis-a u lignitu rudnika Kosovo. Pov. 176 X, propuštena svetlost.

Abb. 13 — Rest des jungen Individuum eines Planorbis in Lignit aus der Kohlengrube Kosovo. Vergr. 176 X, Durchlicht.



Sl. 14 — Ostatak krečnjačke ljuštore, okružen oogonijama alge Chara, u uglju iz rudnika Raša. Pov. 176 X, propuštena svetlost.

Abb. 14 — Rest ein Foraminiferakalkschale umgrint mit Oogonien der Chara-Algen in Kohle aus der Kohlengrube Raša. Vergr. 176 X, Durchlicht.



Racionalna analiza manganovih ruda

Dipl. hem. Katarina Indin — dipl. ing. Persida Popović-Dimitrijević^{*)}

Ruda mangana se obično sastoji iz mešavine minerala rodohrozita ($MnCO_3$), piroluzita (MnO_2), manganita ($Mn_2O_3 \cdot H_2O$), braunita (Mn_2O_3), hauzmanita (Mn_3O_4). Rede se u rudi pojavljuju kao sastojak alabandit (MnS) i rodonit ($MnSiO_3$).

U mineralima rodohrozitu, alabanditu i rodonitu mangan je dvovalentan.

U mineralima braunitu i manganitu je trovalentan, dok je u piroluzitu u četvorovalentnom obliku.

Za racionalnu analizu (selektivnu ekstrakciju pojedinih minerala) rude, važno je da se primene pogodni rastvarači koji će ekstrahovati mangan u određenom valentnom stanju.

Milner¹⁾ ekstrahuje dvovalentan mangan iz karbonata (rodohrozita) kompleksonom III u 1% NaOH. Pri tome se delimično (u manjoj količini) ekstrahuje i trovalentni mangan iz oksidnog manganovog minerala. U ekstratu se Mn^{++} oksiduje olovo peroksidom u Mn^{+++} , koji se dodatkom KJ redukuje u Mn^{++} , a oslobođeni jod titruje se rastvorom tiosulfata. Kompleks Mn^{+++} sa kompleksonom je vrlo nepostojan pa se oksidacija i filtracija moraju izvesti u vrlo kratkom roku, (5—10 min), što je neizvodljivo ako se radi sa više uzoraka u seriji.

Buadze²⁾ daje postupak, koji smo mi uz izvesne izmene primenili na naš materijal. Kako nismo imali na raspoloženju časopis u kome je štampan ceo rad, već samo Chemical Abstracts u kojem smo našli kratak izvod iz tog rada, ne znamo koliku je količinu rastvarača i rude autor upotrebljavao i kako je vršio ekstrakciju kao ni kako je mangan određivao u pojedinim ekstraktima.

Buadze predlaže kao rastvarač za Mn^{++} (iz rodohrozita) 6 N $(NH_4)_2SO_4$ zakiseljen sa H_2SO_4 do pH 2.0. A trovalentni mangan (iz manganita) ekstrahuje sa 0.1 — 1.0 N H_2SO_4 koja sadrži 20 g/l sulfosalicilne kiseline.

^{*)} Dipl. hem. Katarina Indin — dipl. ing. Persida Popović-Dimitrijević, Biro za analitičku hemiju Rudarskog instituta, Beograd.

Četvorovalentni mangan iz piroluzita određuje u ostatku oksalnom kiselinom.

Naše uzorke koji su označeni sa K₁; K₂; J, sitno smo sprášili u ahatnom avanu i osušili na 110°. Odmerili smo 1 g u erlenmajer i ekstrahovali sa 50 ccm 6 N $(NH_4)_2SO_4$ kome je dodata H_2SO_4 do pH 2. Ekstrakcija je vršena na 90° u trajanju od 3 časa. Kroz levak kojim je erlenmajer bio poklopljen povremeno se dodavala vrela voda, da se održi prvobitna zapremina tečnosti uz povremeno mešanje sadržaja.

Pre cedenja rastvor je ostavljen da ključa 1 min, a zatim se vreo cedio kroz gust filter papir. Talog ne mora da se prenosi na filter papir ali se erlenmajer i filter papir moraju dobro isprati vrelom vodom kojoj je dodat rastvor za ekstrakciju. Filtrat se hvata u normalni sud od 250 ccm. Pošto se rastvor ohladio, dodalo se malo HCl kiseline, koja se potom neutralisala razmućenim u vodi ZnO. Sud se dopunio do marke. Od ocedenog rastvora odmerene su dve probe po 100 ccm u erlenmajere, i mangan je titrovao rastvorom $KMnO_4$ po Volhard-u³⁾. Na ovaj način određen je mangan samo iz rodohrozita, dok se Mn^{++} iz alabandita i rodonita (ako se ovi uopšte i nalaze u rudi) neće ekstrahovati gore pomenutim rastvaračem.

Da bismo ekstrahovali Mn^{+++} iz manganita i braunita sprali smo nerastvorni ostatak sa filter hartije posle prve ekstrakcije u erlenmajer u kome smo vršili prvu ekstrakciju. Materijalu smo dodali 50 ccm rastvora 0.5 N H_2SO_4 koja na liter sadrži 20 g sulfosalicilne kiseline ($C_6H_4(OHSO_3)OHCOOH$). Rastvor smo ponovo zagrevali kao pri prvoj ekstrakciji uz povremeno mešanje i dodavanje vrelе vode. Posle dva sata, rastvor smo ostavili da ključa pola minuta do 1 min i cedili kroz isti filter papir kao kod prve ekstrakcije, zatim talog ispirali toplom vodom kojoj je dodat rastvarač. Filtrat smo hvatali u široku čašu, zatim dodali 3 ccm koncentrovane kiseline i rastvor uparili do gustih belih para, da bi se organska kiselina razorila. Ostatak smo

rastvorili u vreloj vodi i preneli u normalni sud od 250 ccm, ohladili i dopunili do marke. Posle toga je odmereno 50 ccm rastvora i sa amonipersulfonom, uz dodatak srebro nitrata kao katalizatora, mangan je oksidovan do permanganata i određen fotometrijski.^{4) 5)} Ako mangana ima mnogo, on se određuje bizmutatnom metodom.⁶⁾

Četorovalentni mangan u piroluzitu odredili smo u posebnoj probi, po Bunsen-u⁷⁾, tretirajući 0.5 g supstance sa koncentrovanom HCl kiselinom u aparatu za destilaciju. Pri zagrevanju hlor koji se razvija hvata se u rastvor kalijum jodida, a izdvojeni se jod titrira sa rastvorom natrijum tiosulfata.

Dvovalentni mangan vezan za silicijum odredili smo na taj način što smo nerastvorni deo rude, koji nam je preostao posle prve dve ekstrakcije, tretirali sa mešavinom oksalne i sumporne kiseline⁸⁾ i cedili kroz gust filter papir. Na taj način smo uklonili Mn⁺⁺⁺ koji se nalazi u piroluzitu, dok smo se prethodnim ekstrakcijama oslobodili Mn⁺⁺ i Mn⁺. Sada nam je u nerastvornom delu ostao Mn⁺⁺⁺ vezan za silicijum. Filter papir sa talogom spalili smo u platinskoj tegli i ostatak tretirali sa 0.5 ccm H₂SO₄ + 5 ccm HF.

Po pojavi belih gustih para SO₃ ohladili smo ostatak, rastvorili u 2 ccm konc. H₂SO₄ i 50 ccm vode preneli u malu čašu i mangan odredili po fotometrijskoj metodi.

Ukupan mangan određen je po Volhard-ovoj metodi.

U tablici 1 dajemo rezultate racionalnih analiza tri uzorka manganovih ruda. Za svaki uzorak rađene su po dve analize.

Tablica 1

%	K ₁		K ₂		J	
Mn ⁺	22,90	23,00	18,06	17,95	4,45	4,40
MnCO ₃	47,91	48,13	37,79	37,56	9,31	9,21
Mn ⁺⁺⁺	7,88	7,75	—	—	—	—
Mn ₂ O ₃	22,65	22,40	—	—	—	—
Mn ⁺⁺⁺⁺	2,01	1,95	15,11	14,95	4,38	4,30
MnO ₂	3,20	3,09	23,91	23,66	6,93	6,85
Mn ⁺⁺	0,07	0,07	0,06	0,06	0,03	0,03
MnSiO ₃	0,17		0,14		0,07	
Mn						
ukupan	32,86	32,80	33,99	34,00	8,63	8,70
Σ Mn	32,86	32,77	33,23	32,96	8,86	8,73

Ovim postupkom uspeli smo da na relativno jednostavan način uz dve-tri ekstrakcije i rastvaranje sa HF i H₂SO₄ nerastvornog dela (MnSiO₃) odredimo glavne minerale mangana od kojih se obično sastoji manganova ruda.

SUMMARY

Rationale Analysis of Manganese Ores

K. Indin, chem. eng. — P. Popović-Dimitrijević, chem. eng.

In this report a procedure is proposed for rationale analysis of manganese ores.

The proposed solvent for the extraction of rodochrosite (MnCO₃) is ammonium sulfate acidified with sulfuric acid to pH 2.0.

Manganite (Mn₂O₃·H₂O) and braunite (Mn₂O₃) are extracted with 0.5 N sulfuric acid containing sulfosalicylic acid (20 g/l). Pyrolusite (MnO₂) is determined by the Bunsen method.

Rhodonite (MnSiO₃) is determined in residue after the extraction of the above mentioned manganese minerals with corresponding solvents.

The residue is treated with sulfuric and hydrofluoric acid and manganese is determined by a colorimetric method.

Literatura

- 1) Milner, R. S., 1962: Trilonometric determination of manganese carbonate. — Chemical Abstracts 56, 6662 b.
- 2) Buadze, L. R., 1962: Rational analysis of manganese ores. — Chemical Abstracts 57, 4023. i
- 3) Treawell, F. P.: Analytische Chemie, II Band.
- 4) Colorimetric Method of Analysis. — Snell and Snell.
- 5) Colorimetric Determination of Traces of Metals — Sandel.
- 6) Anorganska kvantitativna analiza. — Kolthof — Sandel.
- 7) Chemische-Technische Untersuchungsmethoden. — Lunge — Berl, I Band.

Aglomeracija sitnog mrkog uglja postupkom Carboram

(sa 3 slike i 1 prilogom)

Prof. dr ing. Đura Lešić — dipl. ing. Stjepan Tomašić — dipl. ing. Gvozden Jovanović

Uvod

U proizvodnji naših kamenih ugljeva, sitne klase učestvuju sa oko 60%, a kod mrkog uglja sa oko 35%. Zbog visokog učešća sitnih klasa, pojavljuju se povremeno teškoće u realizaciji viškova sitnih klasa, s jedne strane, a u isto vreme, s druge strane, nedostatak krupnih asortimana.

Ovaj problem pojavljuje se i kod proizvođača uglja u drugim zemljama i uspešno se rešava putem aglomeracije. Da se aglomeracijom uglja ne rešavaju samo trenutne teškoće u proizvodnji i snabdevanju potrošača, već da je to stalan pratilac proizvodnje uglja, govore podaci glavnih proizvođača uglja u Evropi. Učešće upotrebljenih količina za aglomeraciju u ukupnoj proizvodnji kamenog uglja u 1954. i 1961. godini dati su u tablici 1.

Tablica 1
Potrošnja aglomerata % od ukupne proizvodnje uglja

Z e m l j a	Godina		Primedbe
	1954.	1961.	
Zap. Nemačka	2,9	3,3	
Francuska	14,3	11,1	
Belgija	5,5	5,1	
Holandija	8,0	8,8	
Engleska	0,7	0,6	
Poljska	0,9	0,6	

Ustaljeni odnosi upotrebljenih količina za aglomeraciju od ukupne proizvodnje kamenog uglja u pojedinim zemljama ukazuju na neophodnost i ekonomsku opravdanost proizvodnje aglomerata. Sem toga, dati odnosi ukazuju i na razlike ovih odnosa između pojedinih zemalja, koji su, svakako, uslovljeni specifičnostima svake zemlje.

Najveći deo aglomerata troše železnice (ranijih godina bio je značajan potrošač i brodarstvo) i sektor opšte potrošnje (nesrazmerno najveći deo domaćinstva).

Učešće saobraćaja i opšte potrošnje u ukupnoj potrošnji aglomerata kamenog uglja u 1961. godini dati su u tablici 2.

Tablica 2
Potrošnja aglomerata kamenog uglja u 1961. god. na saobraćaj i opštu potrošnju*)

Z e m l j a	Saobraćaj	Opšta potrošnja	Svega
Zap. Nemačka	6,0	78,4	84,4
Francuska	12,4	31,7	44,1
Belgija	16,7	31,7	48,4
Holandija	—	96,5	96,5
Engleska	1,2	60,2	61,4
Poljska	2,3	92,0	94,3

*) Izvor: Statistique du charbon pour l'Europe (U. N.), 1951. i 1961. god.

Period od 1951. do 1961. godine veoma je karakterističan u stalnim izmenama u strukturi potrošnje energije. U periodu od 1951. do 1961. godine potrošnja uglja u navedenim zemljama opala je od 47,7 mil. tona na 29,9 mil. tona kamenog uglja. Učešće aglomerata u potrošnji železnice opalo je u ovom periodu od 5,9% u 1951. godini na 4,5% u 1961. god. U isto vreme učešće aglomerata u potrošnji domaćinstava i ostalih manjih potrošača poraslo je od 19,5% na 21,9%.

Poslednje tri godine u Francuskoj je proučavana mogućnost aglomeracije sitnog uglja i ugljenog mulja primenom jednog hidrofobnog organskog amino-jedinjenja i smole bez prethodnog sušenja ugljene materije. Proučavanja su donela pozitivne rezultate.

Hidrofobizirajuće organsko jedinjenje nosi naziv dinoram. To je površinski aktivno kationско jedinjenje u koncentrisanom rastvoru antracenskog ulja. Dinoram se javlja u vidu sirupaste tečnosti na temperaturi od 10° C i višoj. Primenjuje se u rastvoru antracenskog ulja ili lako gorivoг ulja u odnosu do 1/3 dinorama i 2/3 ulja pod nazivom Carboram. Proizvod može da se čuva u buradima od običnog čeličnog lima, nije otrovan ni korozivan.

Ovako pripremljen Carboram dodaje se u vlažan ugalj predviđen za aglomeraciju u količinama od 1 do 4 kilograma na tonu uglja, uz jednovremeno uvođenje vezivog sredstva — smole. Smeša se uvodi u plastifikator a potom u presu već na poznat i klasičan način.

Ekonomска preimućstva korišćenja postupka Carboram u aglomeraciji sitnog uglja i ugljenog mulja u odnosu na klasične postupke mogu se sagledati iz sledećih podataka:

— troškovi sušenja sitnog uglja klase 1 do 10 mm sa 8—10% grube vlage (posle odvodnjavanja u centrifugalnom uređaju) iznose oko 2.000 din/t uglja. U slučaju ugljenog mulja, dobijenog, na primer, procesom flotiranja (klase 0 do 1 mm) vlaga u keku filtriranog ugljenog mulja iznosi 20 do 25%, a troškovi sušenja su oko 2.600 din/t;

— prodajna cena očišćenog sitnog uglja i ugljenog mulja je znatno niža od prodajne cene srednjih asortimana uglja. Aglomeraci-

jom takvog uglja postiže se à priori viša prodajna cena ugljene materije veličine jajeta i težine npr. 30 grama;

— aglomeracija mulja klasičnim postupkom pomoću smole kao vezivnog sredstva iziskuje vrlo visok utrošak smole, pa je zato neekonomična. Utrošak organskog jedinjenja i antracenskog ulja iznosi, izražen u novčanoj vrednosti, 2.300 din/t uglja i približno pokriva troškove sušenja;

— troškovi smole u procesu aglomeracije i sama aglomeracija su skoro istovetni u slučaju aglomeracije sa prethodnim sušenjem ili u slučaju primene postupka Carboram bez prethodnog sušenja uglja;

— prednost aglomeracije ugljenog mulja nad aglomeracijom sitnog uglja je u tome, što ugljeni mulj ne iziskuje troškove mlevenja, koji se mogu oceniti da iznose oko 300 din. po toni uglja;

— investiciona ulaganja za izgradnju jednog postrojenja za aglomeraciju po postupku Carboram su manja od ulaganja za klasično postrojenje, jer otpadaju uređaji za sušenje uglja.

Laboratorijski opiti aglomeracije sitnog uglja Breza i Kakanj postupkom Carboram

Preduzeća Breza i Kakanj su za rešavanje problema plasmana sitnih klasa uglja izvršila studije i opite aglomeriranja tog uglja u Institutu za rudarstvo — Ljubljana, a Breza zasebno još u laboratorijama „Bergwerksverband“ u Esenu u Nemačkoj. Opiti aglomeriranja sitnog uglja vršeni su klasičnim načinom. Rezultati nisu bili zadovoljavajući u tolikoj meri, da bi se bez daljnega moglo pristupiti izradi idejnog projekta briketnice.

Zbog toga se je, na predlog Rudarskog instituta — Beograd, prišlo opitima aglomeracije sitnog uglja Breza i Kakanj postupkom Carboram kod firme PIC — Francuska, kao i u Rudarskom institutu u Beogradu, u Zavodu za PMS.

Karakteristike uglja i smole za opite aglomeracije date su na tablicama 3 i 4.

Tablica 3
Karakteristike uglja podvrnutog aglomeraciji

	Ugalj Kakanj (3-10 mm) izmleven na 3 mm	Ugalj Breza (3-15 mm) izmleven na 3 mm
Ukupna vlaga, %	18,80	20,20
Pepeo (supstanca na 105° C)	10,60	18,40
MV (supstanca na 105° C)	38,70	40,90
Priroda koksa	praškast	praškast
Granulometrijski sastav (kvadratni otvori sita):	%	%
0 —0,50 mm	24,00	28,60
0,50—1,00 mm	39,50	27,90
1,00—2,00 mm	27,60	25,50
2,00—3,00 mm	5,80	14,00
3,00—4,00 mm	1,60	2,50
+4,00 mm	1,50	1,50
Ukupno:	100,00	100,00

Tablica 4

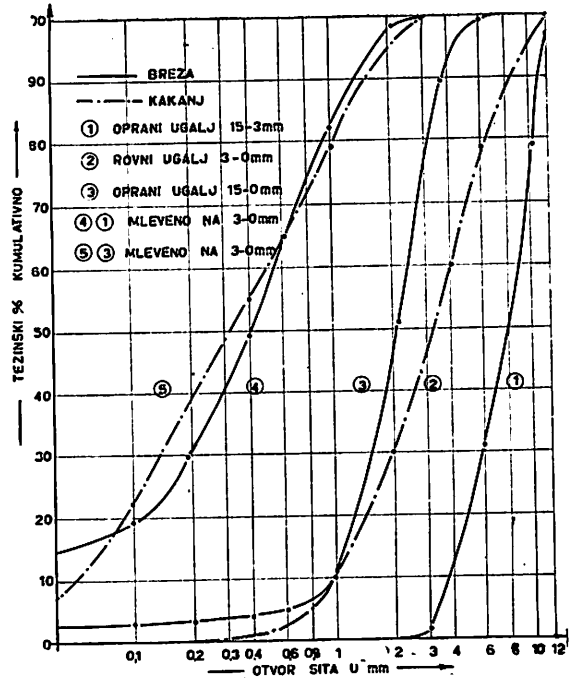
Karakteristike upotrebljene smole — Lukavac

Tačka topljenja po Sernow-u (2° minuta)		
maksimum	76°	
minimum	75°	
srednja vrednost	75°5	
Viskozitet po Roorencke-u, Greecke-u		
na 100° C	41	
Penetracija 5" — 100 gr		
na 25°	0	
na 45°	5	
na 65°	86	
Rastvorljivost u benzinu u %	87,00	
M. V.	67,50	
Indeks Conradson	46,20	

Opiti su pokazali da ulazna sirovina (čisti ugalj) treba da ima što manje pepela (približno 12% na 105° C) i približan granulometrijski sastav shodno dijagramu na sl. 1.

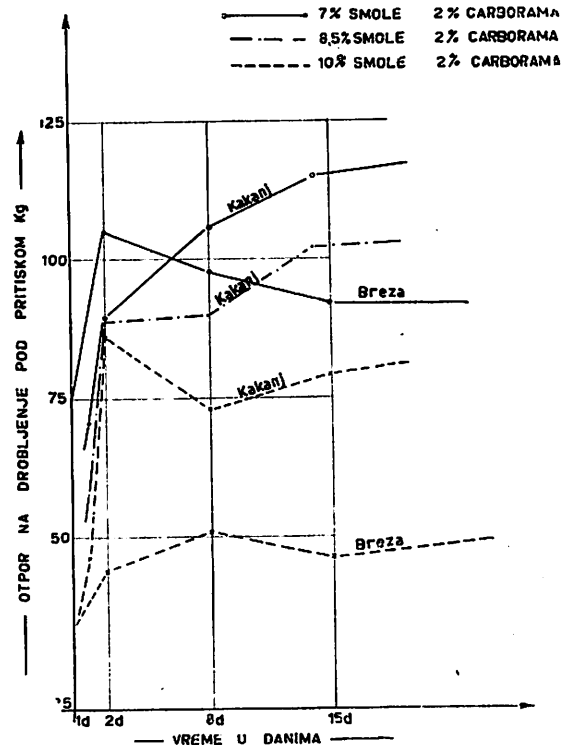
Utvrđeno je da najpovoljniji udeo smole kao vezivog sredstva treba da se kreće u granicama od 7 do 10% u odnosu na suv ugalj. Količina Carborama je ostala kod svih opita konstantna tj. 2% mešavine dinorama i antracenskog ulja. Rezultati opita aglomeracije postupkom Carboram prikazani su na dijagramu (sl. 2) krivom koja daje razvoj otpornosti aglomerata na pritisak u određenim vremenskim razmacima.

Na osnovu dobivenih rezultata, steklo se uverenje da su industrijski opiti neophodni i da se tek na osnovu njih može kompletno sagledati problem aglomeracije uglja.



Sl. 1 — Granulometrijski sastav uglja Breza i Kakanj pre i posle pranja.

Fig. 1 — Size fractions of Breza and Kakanj coal before and after washing.



Sl. 2 — Dijagram otpornosti briketa na drobljenje pod pritiskom.

Fig. 2 — Diagram of briquette resistance to the crushing under the pressure.

Industrijski opiti aglomeracije sitnog uglja Breza i Kakanj postupkom Carboram

Posle relativno vrlo opsežnih opita aglomeracije sitnog uglja Kakanj i Breza po postupku Carboram u opitnoj stanici francuske firme PIC*) i provere opita u Zavodu za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta — Beograd, zainteresovana preduzeća donela su odluku da se pristupi industrijskim opitima.

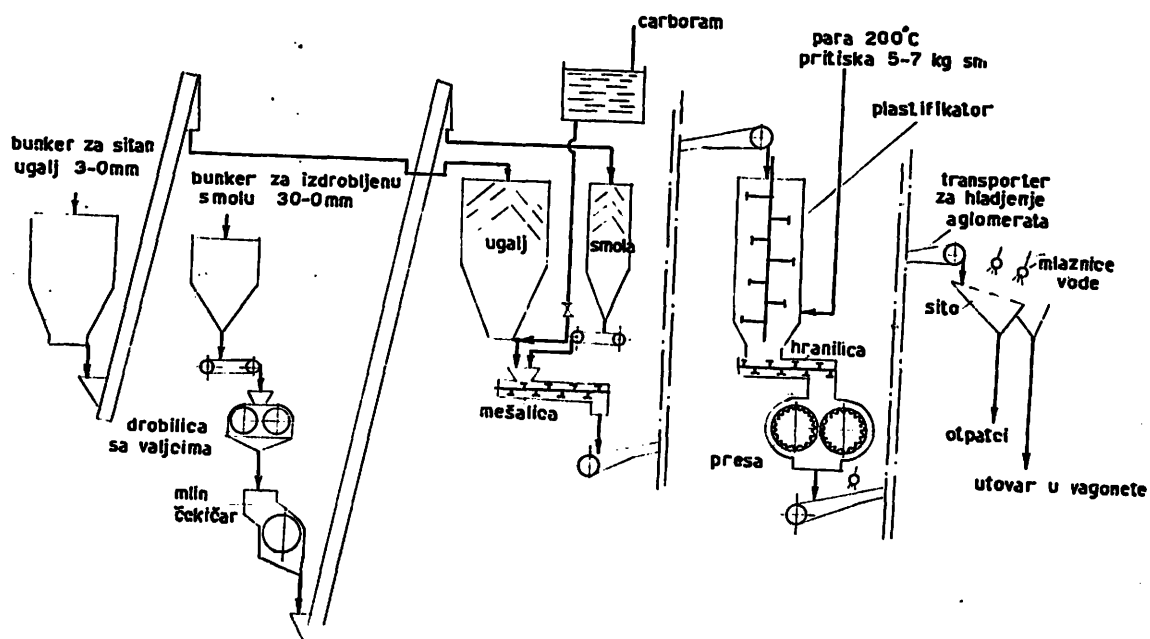
Za izvršenje opita izabrano je postrojenje aglomeracije Sevenskog ugljenog bazena u mestu Bousquet d'Orb (Južna Francuska) koji vrši industrijsku proizvodnju aglomerata ug-

— da se ispita sposobnost aglomeracije uglja Breze i Kakanja u industrijskom obimu i to postupkom Carboram;

— da se proizvede veća količina aglomerata oblika jajeta, kako bi se ti aglomerati mogli dalje ispitati od strane budućih potrošača, prvenstveno železnice.

Najpovoljniji granulometrijski sastav uglja za proces aglomeracije bio je ranije utvrđen u toku laboratorijskih opita (sl. 1).

Mlevenje 200 t uglja izvršeno je u mlinu sa čeličnim šipkama, prečnika 980 mm, dužine 2000 mm. Punjenje mlina šipkama iznosilo je 1,5 tona. Broj obrtaja mlina bio je 32 o/min. Kapacitet 1,5 do 1,8 t/h. Snaga pogonskog motora 25 kW.



Sl. 3 — Briketnica Bousquet d'Orb — Šema tehnološkog procesa aglomeracije uglja postupkom Carboram.

Fig. 3 — Bricquette factory Bousquet d'Orb. The flowsheet of coal agglomeration, applying Carboram process.

lja klasičnim postupkom i postupkom Carboram. Kapacitet postrojenja je 13 t/h aglomerata oblika jajeta težine oko 30 grama.

U cilju industrijskih opita otpremljeno je u Francusku po 100 tona sitnog uglja rudnika mrkog uglja Breza i Kakanj, kao i odgovarajuća količina domaće smole iz Lukavca. Svrha opita je bila:

*) PIC je skraćeni naziv firme „PIC Ingénieur-Constructeur, Fontainebleau”.

Zbog srazmerno niskog kapaciteta mlina čitava količina uglja bila je samlevena pre početka aglomeracije.

Samo postrojenje aglomeracije u Bousquet d'Orb-u bilo je već ranije adaptirano za rad postupkom Carboram. Adaptacija postrojenja nije bila na dovoljnoj visini, naročito u pogledu doziranja uglja, smole i Carborama. Plastifikator i presa bili su relativno zastarelog tipa. I pored ovih nedostataka samog postrojenja opiti su mogli biti izvedeni pod

uslovom da se u interpretaciji rezultata aglomeracije uzme u obzir i faktor stanja postrojenja.

Tehnološki proces aglomeracije. — Na sl. 3 dat je grafički prikaz tehnološkog procesa u Bousquet d'Orb-u. Sam proces odvijao se je na sledeći način: izmleveni ugalj do g.g.k. 3 mm kao i grubo izdrobljena smola ubačeni su u zasebne prihvatne bunkere. Smola se podvrgava daljem usitnjavanju u dva stupnja do g.g.k. 3 mm. Sistemom gumenih transporterata i elevatora proizvodi se odvode u dozirne bunkere. Doziranje uglja vrši se tanjirastom hranilicom, a smole pomoću hranilice tipa kraće beskonačne trake. Smeša ulazi u spiralnu mešalicu u koju se istovremeno dodaje i Carboram

Mešavina uglja, Carborama i smole otprema se iz spiralne mešalice u plastifikator u koji se dovodi para zagrejana na 200° C, pritiska 5 do 7 kg/cm². Pomoću spiralnog transporterata hranilice mešavina napušta plastifikator, hladi se u samoj hranilici na temperaturi od oko 80° C i pada gravitacijom u presu.

U presi tipa valjaka sa kalupima na bandazima od plastificirane smeše formiraju se pod pritiskom od 150 kg/cm² aglomerati elipsoidnog oblika dimenzija 53,5 × 40,5 mm × 30,5 mm (oblik jajeta) te po napuštanju prese peru, hlade i utovaruju u železničke vagonne transporterom od pletene žice.

Rezultati industrijskih opita u Bousquet d'Orb-u. — Rezultati in-

dustrijskih opita prikazani su karakteristikama proizvedenih aglomerata u tablici 5 i daljem tekstu.

Ispitivanja proizvoda na reprezentativnim uzorcima izvršili su Centralna laboratorija Sevenskog ugljenog bazena u mestu Grand Combe i laboratorije ustanove „Centre d'études et recherches des charbonnage de France”.

U procesu aglomeracije upotrebljena je organska smeša dinorama i antracenskog ulja, i to u proseku:

- za ugalj Breza 2,5 do 3,0 kg/t uglja
- za ugalj Kakanj 1,07 kg/t uglja.

Spoljni izgled aglomerata uglja Kakanj je sjajno-crni, dok je taj izgled za aglomerate uglja Breze nešto tamniji.

Nije primećeno bubrenje u toku sagorevanja.

Gustina dima, koji se stvara u toku sagorevanja aglomerata od suvog uglja, nije mogla biti upoređena sa proizvodima koji se dobijaju u Sevenskom ugljenom bazenu.

Ponašanje pri sagorevanju je dobro i nesagorljivo a ispod rešetke je normalno.

Sem toga, karakterističan miris koji proizilazi od mlađeg mrkog uglja izgleda da se meša sa mirisom pri sagorevanju smole i Carborama pri čemu je oštrina tog mirisa manja u toku sagorevanja.

Ispitivanja kvaliteta aglomerata u železničkoj vuči. — Opiti izvršeni u Železničkom institutu u Beogradu, te opiti na lokomotivama JŽ, ŽTP Sarajevo i Zagreb, su pokazala da su aglomerati, pro-

Karakteristike proizvedenih aglomerata

Tablica 5

Karakteristike aglomerata	Grand Combe		C e r c h a r	
	A g l o m e r a t i			
	Kakanj	Breza	Kakanj	Breza
Ukupna vlaga, %	8,40	10,60		
Pepeo na 105° C, %	9,10	15,20	9,8	16,7
Volatilije, %	42,20	44,20	44,4	46,4
Gornja kalorična vrednost, Kcal/kg	6 856	6 236	6 945	6 376
Topljivost (atm. 1/2 oksidirajuća, 1/2 reduciraj.)	1 260° C	1 150° C	1 175° C	1 175° C
Topljenje	lako	lako	—	—
% vezivnog sredstva (zajedno sa Carboramom)	7,26	10,07	9,7	12,5
Srednja vrednost težine aglomerata (vlažna materija) grama	39,45	39,40	38,3	38,5
Indeks kohezije	96	94	83,3	80,9
Otpor na pritisak, kg/cm ²	200	160	200	175
— maksimalni	105	90	90	60
— minimalni	154,25	124,7	172	123
— srednja vrednost				

izvedeni iz sitnog uglja Breze i Kaknja, odlično gorivo, te da su podesni za primenu u toj grani privrede. Tim opitima je konstatovano:

- da aglomerat potpuno sagoreva dugačkim plamenom žute boje;
- na umrtvljenoj vatri se lako pali;
- vatra ne zapiče niti deblja;
- da i na dužim relacijama nema potrebe za čišćenjem vatre, jer je sadržaj pepela nizak;
- rad ložača je vrlo olakšan.

Međutim, pri ovim opitima je utvrđeno da je veličina aglomerata premalena i ako bi se pri njoj ostalo da bi trebalo preurediti rostove tj. smanjiti im otvor.

Opšti osvrt na rezultate industrijskog opita aglomeracije uglja Breze i Kakanj. — Iz dobijenih podataka proizilazi, da je industrijski opit sa sitnim klasama uglja Breza i Kakanj dao zadovoljavajuće rezultate aglomeracije, iako se jasno diferenciraju kvaliteti aglomerata uglja Kakanj i uglja Breze. Osnovni razlog ove diferencije je u činjenici, što je srednji sadržaj pepela (na 105° C) uglja Kakanj bio svega 10,60%, dok je u uglju Breza iznosio 18,40%. To je i glavni razlog što je utrošak smole za aglomeraciju uglja Kakanj iznosio 7,26% a za ugalj Breze 10,07%. Veći utrošak smeše dinorama i antracenskog ulja u aglomeraciji uglja Breze tj. 2,5—3,0 kg/t uglja (u odnosu na 1,07 kg/t u slučaju uglja Kakanj) je, takođe, rezultirao usled visokog sadržaja pepela u tom uglju. Konačno, treba naglasiti da se u postrojenju specijalno izgrađenom za aglomeraciju uglja postupkom Carboram mogu očekivati znatno bolji normativi utroška smole, dinorama i antracenskog ulja kao i bolji kvaliteti aglomerata u odnosu na one, koji su postignuti u grubo adaptiranom postrojenju za istu svrhu u Bousquet d'Orb-u.

Perspektive eventualne izgradnje industrijskog postrojenja za aglomeraciju sitnog uglja i ugljenog mulja u našoj zemlji po postupku Carboram

Poznata je činjenica, da je plasiranje sitnih klasa uglja i ugljenog mulja na tržištu vrlo teško, a tamo gde ono već postoji, prodajna cena je niska.

Isto tako je poznata činjenica da se za aglomerisani ugalj može naći tržište i da prodajna cena takvog uglja mora biti znatno veća u odnosu na cenu sitnog uglja i ugljenog mulja u svom prirodnom stanju. U ugljenom aglomeratu već sam dodatak smole povećava toplotnu moć, a aglomerat predstavlja relativno krupniji asortiman uglja.

Ugalj u vidu aglomerata, oblika jajeta, težine 30 grama sa oko 6.800 Kcal/kg gornje kalorične vrednosti, predstavljao bi gorivo kako za parne lokomotive železnica tako i gorivo za domaćinstva. Aglomerati za domaćinstva mogu se prodavati i u maloprodaji u najlonskim kesama težine 5—10 kg.

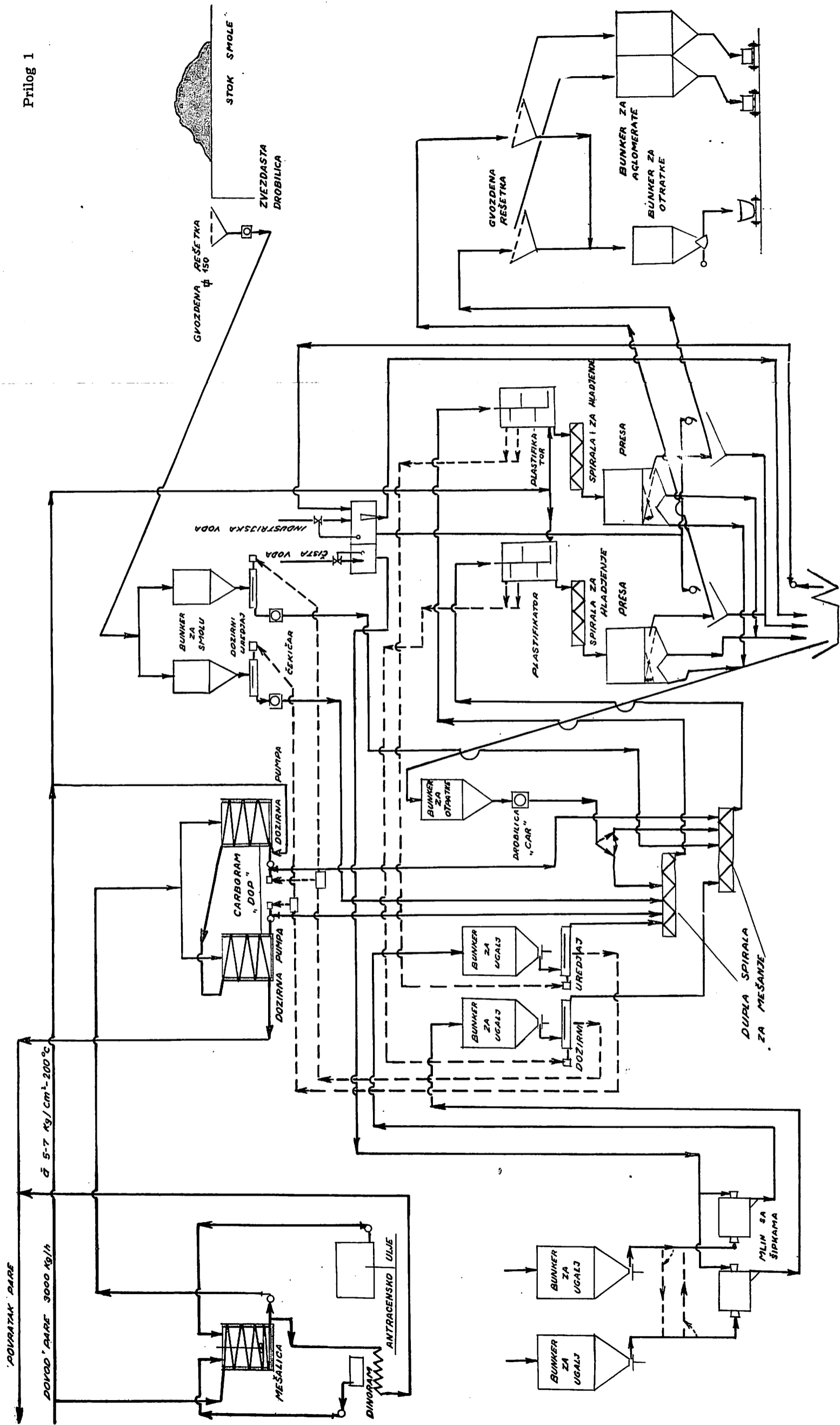
Raspoložive količine sitnog uglja za aglomeraciju proizilaze iz godišnje proizvodnje čistog uglja rudnika Breze i Kaknja. Ovo je prikazano na tablici 6.

Tablica 6
Godišnja proizvodnja sitnog čistog uglja

K l a s a	K a k a n j		B r e z a	
	t/god.	pepeo na 105°C, %	t/god.	pepeo na 105°C, %
13—0 mm	—	—	65.000	— 18,40
15—3 mm	60.000	— 10,60	150.000	— 18,40
3—0,5 mm	20.000	— 10,60	—	—
—0,5 mm	20.000	— 35,00	—	—

Ugalj za aglomeraciju bez vlage ne bi smeo da sadrži više od 10 do 12% pepela. Radi toga, za ugalj Breze, u postrojenju za čišćenje uglja ovog rudnika, rekonstrukcijom bi se prethodno morala obezbediti mogućnost čišćenja sitnog uglja ispod 3 mm na zahtevani sadržaj pepela. Isto to se odnosi i na klasu ispod 0,5 mm kakanjskog uglja. Klasu 15—3 mm treba usitnjavati na g.g.k. 3 mm šta u tehnološkom procesu, investicijama i troškovima proizvodnje treba uzeti u obzir.

• Kapacitet industrijskog postrojenja za aglomeraciju uglja, prema raspoloživim količinama sitnog uglja iz tablice 4 ne bi trebalo da bude ispod 50 t/h aglomerata tj. dve sekcije po 25 t/h. Jedna od ovih sekcija zadovoljila bi preradu raspoloživih količina sitnih ugljeva do g.g.k. 3 mm. Druga sekcija za klasu 15—3 mm trebalo bi da bude opremljena i sa odeljenjem za usitnjavanje uglja mlevenjem do g.g.k. 3 mm.



Sema tehnološkog procesa aglomeracije uglja Breza i Kakanj postojenja kapaciteta 50 t/h sa dve sekcije kapaciteta po 25 t/h.
 The flowsheet of Breza and Kakanj coal agglomeration, pilot capacity 50 t/h with two capacity section, 25 t/h each.

Tehnološki proces aglomeracije postupkom Carboram

Na osnovu stečenog iskustva tehnološki proces aglomeracije postupkom Carboram može se predvideti:

Čist ugalj, odvojen na klase 15—3 i 3—0 mm doprema se u odgovarajuće bunkere, odakle se, u određenim količinama, klasa 15 do 3 mm otprema u mlin sa šipkama i melje na g.g.k. 3 mm. Tako usitnjen ugalj i ugalj klase 3—0 mm preko dozera bilo jedne bilo druge sekcije dospeva u spiralne mešalice, u koje se istovremeno dodaju tačno dozirane količine smole i Carboram-a. Transportnim trakama se izmešan materijal otprema u plastifikatore i zagreva vodenom parom. Plastifikatori su snabdeveni detektorima regulacije količine punjenja uglja. Iz plastifikatora proizvodi ističu, hlade se i otpremaju spiralnim transporterima do prese tipa valjka sa kalupima u bandžama. Aglomerati, elipsoidnog oblika željenih dimenzija i težine, nakon napuštanja presa, se ispiraju na situ i hlade na transportnoj traci od pletene žice, dopremaju do utovarne sipke sa rešetkom i utovaruju u vagone.

Sav otpadni materijal sa presa, žičanog transportera i rešetki iznad utovarne sipke se sakuplja u sabirniku iz kojeg se elevatorom diže do bunkera za otpadni materijal, a odatle se preko drobilice šalje ponovo u proces.

Carboram, smeša dinorama i antracenskog ulja, uvodi se u proces aglomeracije pomoću dozirnih uređaja (pumpi).

Burad sa dinoramom, mešalica i rezervoari Carborama se zagrevaju parom iz parovoda kapaciteta 3000 kg/h, 5 do 7 kg/cm² pritiska i 200° C temperature.

Smola se uzima iz stovarišta, drobi u udarnoj drobilici na granulaciju g.g.k. 30 mm i transportuje u njene bunke i dozirnim hranilicama se dodaje u mlinove čekićare, a odatle u spiralnu mešalicu. Grafički prikaz šeme tehnološkog procesa dat je na Prilogu 1.

Investiciona ulaganja i troškovi proizvodnje. — Na traženje Rudarskog instituta, Beograd Francuska firma PIC iz Fontainbleau-a izradila je predlog idejnog projekta postrojenja aglomeracije kapaciteta 50 t/h. Ovaj projekt nam je poslužio za izradu grube kalkulacije investicionih ulaganja.

Investiciona ulaganja u kotlarnicu, snabdevanje energijom i vodom nisu posebno data, već su troškovi tih elemenata dati u ukupnim troškovima potrošnje 1 kg pare, 1 kW električne energije i 1 m³ vode.

Investiciona ulaganja za postrojenje kapaciteta 50 t/h aglomerata shodno grubom proračunu mogu se uzeti orijentaciono kako sledi:

— građevinski objekti	din.	180.10 ⁶
— mašinska oprema	din.	680.10 ⁶
— elektro oprema	din.	110.10 ⁶
— glavni projekti i radio-nički crteži	din.	32.10 ⁶
— transport do gradilišta i na radilištu	din.	41.10 ⁶
— montaža	din.	32.10 ⁶
— troškovi probnog pogona	din.	20.10 ⁶
— nepredviđeno (3% ukupnog ulaganja)	din.	34.10 ⁶
Ukupno:	din.	1129.10⁶

Troškovi proizvodnje aglomerata računati na 1 tonu ulaznog uglja (transportni troškovi uračunati) mogu se uzeti kako sledi:

a. Sirovina

čisti ugalj, 10—12% pepela na 105° C krupnoće 0—15 mm (proizvodna vrednost)	din/t	3.200.—
katraska smola 70 (kg/t à 30 din/kg)	„	2.310.—
15,04 kg/t à 53 din/kg	„	797.—
antracensko jedinjenje amino jedinjenja (dinorama), iz uvoza 0,960 kg/t à 1.530 din/kg (carina uračunata)	„	1.470.—
Ukupno:	din.	7.777.—

b. Pogonska energija i voda

električna energija, 8 kWh/t à 14,0 din/kWh	din/t	112.—
para, 5—7 atm. 180—200° C 60 kg/t à 3 din/kg	„	180.—
potrošnja vode	„	3.—
Ukupno:	din/t	295.—

c. Troškovi materijala, ulja i maziva, usluga	din/t	53.—
d. Lični dohoci	„	69.—
e. Amortizacija i kamata na osnovna sredstva	„	740.—
f. Investiciono održavanje	„	295.—
Troškovi proizvodnje (a + b + c + d + e + f).		
Ukupno:	din/t	9.229.—

U preradi sitnog uglja u aglomerate sa oko 10% ukupne vlage, 10% pepela i gornje toplotne moći 6 800 Kcal/kg ulaze sirovine sledećeg sastava:

ugalj	1000,00 kg
smola	70,00 kg
antracensko ulje	15,04 kg
dinoram	0,96 kg
Ukupno:	1086,00 kg

Uzimajući u obračun gubitke u toku procesa vidimo da se oni sastoje iz:

grube vlage u uglju, 9%	90,0 kg
grube vlage u smoli, 5%	3,5 kg
gubici u manipulaciji uglja, 2%	20,0 kg
gubici u manipulaciji sa smolom, 2%	1,4 kg
Ukupno:	114,9 kg

Ulazne sirovine daju 971,1 kg aglomerata.

Uzimajući u obračun i oko 3,0 gubitaka pri manipulaciji gotovih aglomerata, količina aglomerata za otpremu potrošačima iznosi svega 942 kg/t tretiranog sitnog uglja.

Iz gornjih postavki proizilazi da će proizvodni troškovi 1 tone aglomerata iznositi približno 9.800 dinara.

Ovim troškovima treba dodati i troškove upravno prodajne režije reda veličine oko 50 din/t, tako da se može uzeti à priori da će cena koštanja jedne tone aglomerata franko preduzeće iznositi 9.870 dinara.

Osvrt na rentabilitet aglomeriranja sitnog uglja.)

Polazeći od razmatranog slučaja proizvodnje aglomerata iz sitnog uglja Breze i Kakanja vidimo da se cena koštanja 1 t može uzeti u visini od 9.870 dinara.

Prodajna cena aglomerata veličine jajeta (30 mm) sa 10—12% pepela, 8,5% vlage i

6 800 Kcal/kg treba da bude veća od 9.870 din/t tj. veća od cene koštanja, da bi preduzeće koje proizvodi aglomerat moglo ostvariti i neku dobit. Ako pretpostavimo da ta dobit iznosi svega 130 din/t to bi trebalo prodajnu cenu fiksirati na 10.000 din/t. Ova cena mogla bi doći u obzir jedino ako aglomerate uzima naša železnica za lokomotivsku vuču.

Najveći potrošači trebalo bi da budu naše železnice. Naše železnice koriste pored domaćeg uglja još i uvozni šleski ugalj sa oko 7.500 Kcal po ceni od oko 12.000 din/tona. Ukoliko aglomerati iz uglja Breza i Kakanj mogu zameniti šleski ugalj (ispitivanje tih aglomerata od strane naših železnica su pokazala da je to i moguće i preporučljivo), tada bi prodajna cena aglomerata Breza—Kakanj (u odnosu na kaloričnu moć jednog i drugog goriva) trebalo da bude 10.900 din/t. U tome slučaju primena aglomeracije za sitan ugalj mogla bi biti rentabilna. Zamena šleskog uglja domaćim aglomeratima predstavljala bi jednovremeno i značajan devizni efekat. Konačno, u sagledavanju ove problematike ne sme se izgubiti iz vida poznata činjenica, da je plasman sitnog uglja na tržištu veoma težak, pa i za kakanjski ugalj. Potrebe termoelektrana za sitnim ugljem su za sada ispod raspoloživih količina. O toj činjenici treba voditi računa pri razradi definitivnog proračuna rentabiliteta.

Na kraju želimo zahvaliti ekonomisti Luki Jokanoviću na pregledu ovog članka, sugestijama i dopunskim podacima koje smo uneli u uvod.

SUMMARY

Fine Coal Agglomeration, applying Carboram Process

Prof. dr ing. Đ. Lešić — S. Tomašić min. eng. — G. Jovanović min. eng. *)

The authors describe first the agglomeration process for fine coal applying Dinoram (patent of the French firm Sté des produits chimiques d'Auby). The process is known as Carboram and it makes possible the agglomeration of fine coal, without previous drying. Then data as presented as obtained during laboratory and plant tests, carried out at the Cevennes coal mine in Bousquet d'Orb — South of France, with 100 tons of Both Breza and Kakanj coals separately. The investigation results of the agglomerates obtained in the laboratory of the firm Grand Combe and Cerchar are presented, too. The results of the tests showed very satisfactory characteristics of the obtained agglomerates. At the same time the favourable results, obtained by Yugoslav railways concerning the application of agglomerates are also given.

The authors propose the construction of a plant for fine coal agglomeration of Breza and Kakanj coals, with a capacity of 50 t/h, applying Carboram process. This proposal comprises some elements of capital and operating costs (based on data obtained from the firm PIC — Fontainebleau as well as data obtained during industrial scale tests). Finally, the authors point out that the production of agglomerates, on the basis of coal fines from the mentioned mines, may be profitable if applied for railways haulage.

*) Prof. dr. ing. Đ. Lešić, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta — Beograd, dipl. ing. S. Tomašić i dipl. ing. G. Jovanović — Rudarski institut, Beograd.

Značaj planskog održavanja postrojenja za pripremu mineralnih sirovina

(sa 3 šeme)

Dipl. ing. Milodjub Grbović

Uvod

U oceni rada naših postrojenja za pripremu mineralnih sirovina često se nedovoljno analizira jedan od bitnih činilaca — kontinuitet proizvodnje. Eliminišući zastoje u proizvodnji i razmatrajući samo kraće vremenske periode, kada proizvodnja kontinuirano teče, rezultati koje postizemo mogu se upoređivati sa rezultatima u rudarski razvijenim zemljama. Bitan činilac, koji u proseku snižava kvalitet tehnoloških rezultata, je svakako diskontinuitet u proizvodnji.

U postrojenjima za koncentraciju mineralnih sirovina se prerađuju velike količine ruda, pretežno jako abrazivnih, pri čemu se stvara velika količina prašine a ponekad i hemijski agresivne materije. Vrlo je teško održavati čistoću a, po pravilu, svaka nečistoća dovodi do smanjenja kontrole rada mašine i do uočavanja prvih simptoma nenormalnog rada uređaja.

U postrojenjima za koncentraciju mineralnih sirovina rade obično radnici čije je tehničko znanje vrlo oskudno. Bar za sada, većina radnika dolazi sa sela, te stupajući prvi put u dodir sa mehanizacijom, njima svaka mašina izgleda „snažna” pa, po njihovom shvatanju, može sve podneti.

Najveći broj mašina i uređaja po našim postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina je inostrane izrade i sa njima se radilo u periodu posle rata, kada je nedostajao osnovni reparaturni materijal. Ljudi su u ovo vreme objektivno upućivani na korišćenje mašina bez planskog održavanja. Sada su u našoj zemlji jako razvijene mašinska, elektro i druge industrije, te je situacija vrlo povoljna za uvođenje sistema planskog održavanja opreme.

U današnjem razvoju naše tehnike postoje dva sistema održavanja koji se, uglavnom, prepliću i dopunjuju a to su: sistem iznenadnih opravki, kada dođe do nepredviđenih kvarova mašina i, sistem planskog održavanja opreme, koji sve više preovlađuje. Objektivni razlozi postoje za plansko održavanje, dok subjektivni, u vidu stečenih loših navika, vode neplanskom otklanjanju kvarova.

U razmeni iskustava među našim pogonima se, uglavnom, analiziraju tehnološki rezultati, dok se analiza održavanja zanemaruje.

Iznenadne opravke kao sistem održavanja

Ovaj sistem održavanja podrazumeva skoro redovno zastoje u proizvodnji, brze op-

ravke polomljenog dela ili delova i užurbano puštanje u rad postrojenja, jer proizvodnja čeka.

Često ovakav sistem ističe u prvi plan „dobre“ poslovođe održavanja, koji su popularniji što vreme opravki kraće traje. Karakterističan za godine, kada je nedostajao osnovni reparaturni materijal, ovaj sistem je imao svoje opravdanje. U sadašnjim uslovima proizvodnje, kada postoji u zemlji razvijena mašinska i druge industrije, ovaj sistem je vrlo skup i neekonomičan iz sledećih razloga:

— Kada dođe do nepredviđenih kvarova mašine u postrojenju za koncentraciju ruda dolazi do neminovnog zastoja u proizvodnji. Ovakav zastoj dovodi i do potpunog poremećaja rada rudnika koji snabdeva rudom to postrojenje koncentracije. Retko rudnik može da iskoristi ovakve zastoje za pregled svojih mašina, jer se ne zna koliko će dugo trajati opravke. Redovna je pojava da se odredi kraći rok, rudnik se drži u „mobilnom stanju“, čas ponovnog stavljanja u pogon se odlaže, što stvara nepovoljno psihološko raspoloženje kod radnika.

— Fiksni troškovi, naročito kod mehanizovanih pogona, su vrlo visoki i oni ostaju isti bilo da se proizvodi ili ne.

— Kvalitet opravki, koje se vrše u atmosferi užurbanosti je redovno slab.

— Kod nepredviđenih opravki obično se uzima onaj materijal koji je pri ruci, bilo da je boljeg ili lošijeg kvaliteta od potrebnog. Ukoliko je isti lošijeg kvaliteta, mašina će kraće raditi i prouzrokovati dalje zastoje, ukoliko je bolji obično je i skuplji. Kada ga u opšte nema, dolazi do hitnih putovanja, do udaljenih snabdevača pod nepovoljnim uslovima i obično skupljim cenama.

— Za vreme nepredviđenih opravki obično dolazi do plaćanja prekovremenog rada izvršiocima opravki kao i drugim službama koje nabavljaju materijal.

— Za vreme rada na opravci dolazi do poremećaja redovne proizvodnje u radionicama rudnika pošto se ljudi i sredstva koriste samo za ono što je u datom momentu najhitnije.

— Nakon završene opravke ljudi usled fizičkog i psihičkog zamora odahnu, tada dolazi do smanjenja pažnje na drugim punktovima u procesu, a skoro redovno i do novih kvarova, gde se sve ponavlja ispočetka samo sa još više nervoze i po još skupljoj ceni.

— Da bi se vreme opravki svelo na minimum pri ruci se drži širok asortiman raznog materijala koji ponekad i godinama stoji neupotrebljiv. Isto tako dolazi i do povećanja broja osoblja održavanja a sve ovo poskupljuje proizvodnju.

Iz svega ovog proizlazi, da je sistem iznenadnih opravki vrlo skup u praksi i da, u stvari, i ne znači pravo održavanje postrojenja već više lečenje nastalih bolesti u proizvodnji.

Sistem planskog održavanja

Karakter neprekidnog danonoćnog rada postrojenja za koncentraciju mineralnih sirovina je činjenica koja imperativno nalaže da se ova postrojenja moraju planski održavati. Pod ovim se podrazumeva sledeće:

— potpuno poznavanje kvaliteta mašina, njihove izdržljivosti, stepena trošenja i stepena važnosti u procesu prerade rude;

— na bazi poznavanja stepena važnosti mašine i uređaja u procesu određuje se stepen pažnje prema mašinama;

— na bazi ocene stepena važnosti mašine u procesu, treba izvršiti pravilan izbor rezervnih delova za mašinu;

— određivanje termina redovnog planskog pregleda mašina i uređaja;

— registrovanje redovnog planskog pregleda mašina i uređaja;

— proučavanje rezultata planskog pregleda mašina i uređaja i ažurno donošenje odluka o daljem preduzimanju mera;

— periodični generalni pregledi pojedinih sekcija postrojenja sa odgovarajućim unapred označenim uzimanjem podataka o radu mašina i uređaja.

Osnovni cilj planskog održavanja kojem treba podrediti organizaciju celokupnog po-

gona, kako proizvodnje tako i službe održavanja, treba da bude postizanje kontinuiteta proizvodnje i isključenja ma kakvog nepredviđenog zastoja u proizvodnji.

Ovaj način rada dovodi do sledećih preimućstava:

- ostvarenja većeg obima proizvodnje;
- ostvarenja ravnomernih i boljih tehnoloških rezultata;
- postizanja niže cene po jedinici proizvoda a time i veće lične dobiti za neposredne proizvođače i
- produženja veka trajanja postrojenja.

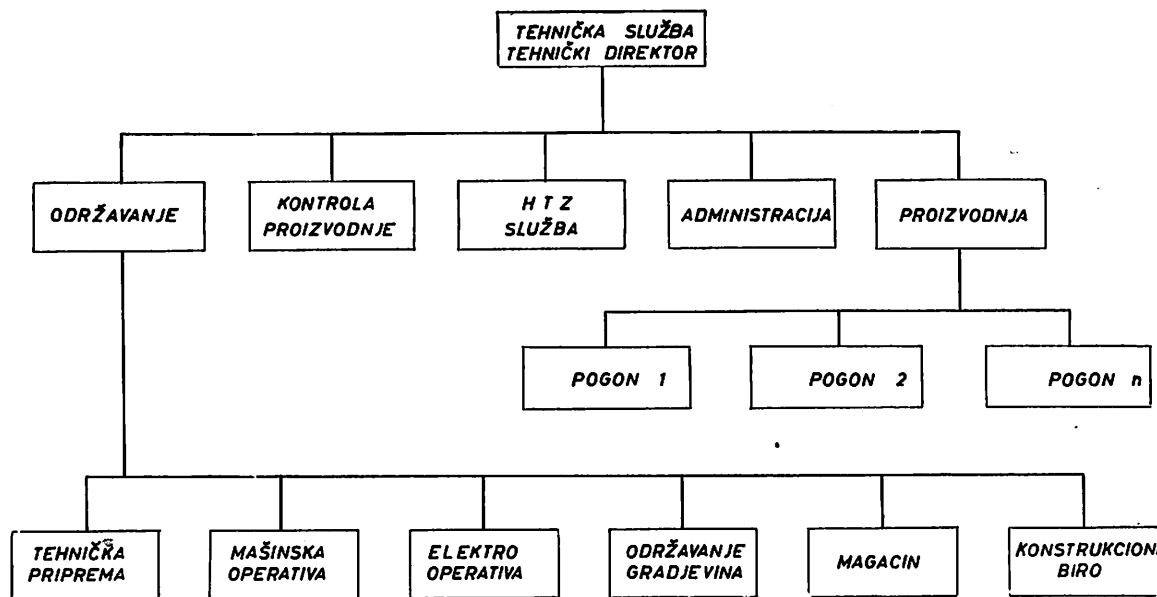
Organizacija službe održavanja

Danas je materijalna baza za plansko održavanje postrojenja pripreme rude zaista bo-

savremenog što je bilo prethodno isprobano u drugim zemljama, u pogledu organizacije održavanja smo vrlo malo učinili. Opravdanja koja se za ovo navode su, uglavnom, sledeća:

- nedostatak rezervnih delova u momentu kad su stvarno potrebni, jer su mašine uglavnom, inostranog porekla i
- nemogućnost savlađivanja već stečenih navika da nedostatke mašina treba lečiti kad nastanu, a ne sprečiti dok nisu nastali.

Od većeg broja inostranih stručnjaka imali smo prilike da čujemo vrlo pohvalne reči o valjanosti naših postrojenja, o savremenosti naših tehnoloških postupaka, o veličini naših napora u izgradnji zemlje, ali skoro uvek i zamerke o nedovoljnoj brizi da čuvamo i održavamo ono što smo stvorili.



Sema 1 — Organizacije tehničke pripreme.
Sh. 1 — Organisation of the technical department.

lja nego ranijih godina. Kao bitan činilac za uspeh u proizvodnji javlja se organizacija službe održavanja.

Mnogi naši inženjeri su imali prilike da se upoznaju sa dobrom organizacijom ove službe u industrijski visoko razvijenim zemljama. Za razliku od kontrole i modernizacije tehnoloških postupaka, gde smo primenili mnogo

Po našem mišljenju, na bazi naše i strane prakse, razlog da se kod nas ne prihvata savremena organizacija održavanja je subjektivne prirode i uglavnom je rezultat konzervativnih navika.

Osnovno, što kod postavljanja organizacije službe održavanja treba imati u vidu, jeste da je služba održavanja isto toliko važna kao

i neposredna proizvodnja. Istina, ljudi iz ove službe direktno ne proizvode, ali omogućuju direktnim proizvođačima da proizvode više, lakše i ekonomičnije.

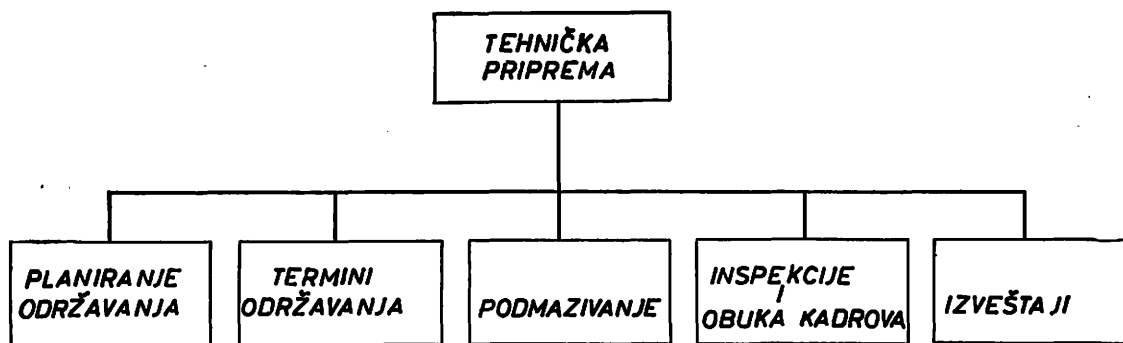
Prema tome, i mesto ove službe u organizacionoj šemi treba da bude na istoj visini kao i neposredna proizvodnja. Uloga ove službe ne treba da bude ni više ni manje potencirana od neposredne proizvodnje, njeno mesto u organizacionoj šemi ne treba da bude ni iznad ni ispod proizvodnje.

Šema 1 prikazuje organizaciju tehničke službe koja je bila delimično primenjena u Majdanpeku. Iako nije bila kvalitetno popu-

dobre snabdevenosti tehničkim kadrom prihvatljiva je šema 2 tehničke pripreme.

Svako od navedenih odeljenja u šemi 2 ima izuzetnu važnost za pravilno održavanje postrojenja za preradu rude. Obično se kaže, da je tehnička priprema mozak održavanja. Najsposobniji tehnički kadar treba da je koncentrisan u ovoj službi. Njen je zadatak da ne dozvoli da dođe do nepredviđenog zastoja u proizvodnji, da se sve planira, materijal obezbedi, pregled i reparatura sprovedu u najkraćem mogućem roku i kvalitetno.

Odeljenje planiranja održavanja ima prvenstveno zadatak da upozna važnost poje-



Šema 2 — Organizacija tehničke pripreme.
Sh. 2 — Maintenance planning and scheduling.

njena, ova organizacija je nesumnjivo dala pozitivne rezultate i ukazala da se samo kod planskog održavanja opreme mogu postići dobri tehnološki rezultati.

Na prvi pogled izgleda da je ovakva šema neprihvatljiva za male pogone. Međutim, pojedina manja odeljenja se mogu spojiti, ili još bolje imati samo 2—3 čoveka u odeljenju, ali se svim navedenim poslovima mora posebno prilaziti a to je moguće samo ako im se i organizacijski odredi određeno mesto.

U daljem izlaganju data je kraća analiza zadataka pojedinih odeljenja tehničke službe održavanja.

Tehnička priprema. — Nije preterano ako kažemo da od dobre tehničke pripreme, bilo da se radi na rudniku, postrojenju za preradu rude ili pak u održavanju, zavisi celokupni uspeh preduzeća. Uz uslov

dinih sekcija u proizvodnom procesu i prema tome, da odredi stepen pažnje za pojedine mašine. Ono studira ekonomsku važnost pojedine mašine u proizvodnom procesu i određuje rezervne delove u zavisnosti od uticaja eventualnog zastoja mašine na proizvodni proces.

Ako uproščeno svedemo naše procese kod prerade rude na šemu 3, onda iz nje možemo videti i uticaj pojedinih faza na kontinuitet proizvodnje.

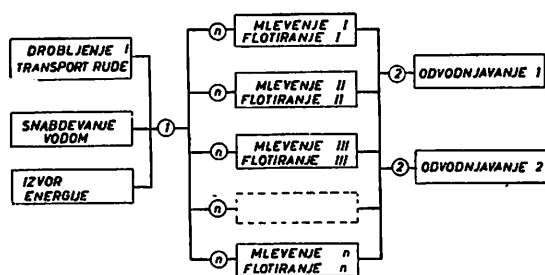
Iz šeme 3 vidimo prioritet uticaja pojedinih sekcija u procesu na kontinuitet proizvodnje. Očigledno je da poremećaj u radu kod drobljenja, transporta rude, snabdevanja vodom i napajanja energijom dovodi do totalnog prekida proizvodnje.

Stepen važnosti ovih sekcija na kontinuitet proizvodnje je veličina reda koji se može izraziti faktorom 1.

Poremećaj u sistemu odvodnjavanja na jednoj od dve linije svodi proizvodnju na polovinu. Stepen važnosti ovih sekcija na kontinuitet proizvodnje je veličina reda koji se može izraziti faktorom 2. Poremećaj na jednoj sekciji u sistemu za mlevenje i flotiranje umanjuje proizvodnju za faktor $1/n$ u odnosu na broj sekcija. Stepen važnosti na kontinuitet proizvodnje je veličina reda n .

Stepen važnosti pojedinih mašina na kontinuitet proizvodnje ima bitan uticaj kod obezbeđenja rezervnih delova kao i blagovremene zamene. Svaka se mašina mora planiski održavati kako uslovi rada i njene tehničke karakteristike traže, ali one mašine koje imaju veći značaj na kontinuitet proizvodnje u pogledu rezervnih delova specijalno moraju biti obezbeđene.

Kao ilustraciju značaja određivanja stepena važnosti mašina na kontinuitet proizvodnje navodimo podatke zastoja jednog našeg velikog pogona za pripremu mineral-



Sema 3 — Sema prioriteta.
Sh. 3 — Importance of the section.

nih sirovina u 1962. godini. Ako ukupne zastoje označimo sa 100% onda za pojedine faze u procesū ovi zastoji izgledaju ovako:

drobljenje i transport rude	44,9%
snabdevanje vodom	9,1%
izvori energije	10,0%
neplanski zastoji	23,4%
ostalo	12,6%
Ukupno:	100,00%

Ovi podaci očigledno govore da se za uklanjanje zastoja treba boriti prvenstveno kod

drobljenja i transporta rude gde je značaj zastoja najveći.

Odeljenje planiranja održavanja analizira postojeće stanje i određuje sistem održavanja za svaku mašinu posebno. Ovo odeljenje za svaku sekciju i svaku mašinu daje plan pregleda i vreme zamene pojedinih delova bez obzira na definitivnu dotrajalost. Ono na bazi ekonomske računice određuje rezervu kompletnih mašina.

Analizom je, na primer, ustanovljeno da dobar procent zastoja u sistemu drobljenja otpada na reduktore transportnih traka čija je kontrola teška i dugotrajna. Vrednost dva reduktora i motora je oko 20,000.000 dinara. Rezerva u zupčanicima mora postojati, kao i jedan motor u vrednosti od oko 8,000.000 dinara. Gubici za samo jedan dan rada usled zastoja ove trake iznose preko 15,000.000 din. Znači, da se isplati imati rezervne reduktore i instalirane motore koji se po potrebi mogu uključiti u rad u slučaju pregleda onog koji je u radu. Ovo omogućava planske preglede i povećava vek trajanja reduktora, jer se pregledi na reduktoru solidno obavljaju samo bez pritiska od strane proizvodnje.

Odeljenje planiranja održavanja. Pravi plan održavanja za svaku mašinu i daje ga u dalji postupak odeljenja termina održavanja.

Odeljenje za termine održavanja zajedno sa proizvodnim rukovodstvom i operativom održavanja određuje fiksne datume za vreme pregleda, zamena, opravki i slično.

Ono se brine o obezbeđenju materijala i obezbeđenju ljudstva za izvođenje radova.

Ovde je vrlo važno odvojiti redovne preglede od generalnih pregleda koji traže duži zastoj u proizvodnji. Iskustvo je pokazalo, da generalne preglede i opravke nikako ne treba planirati o državnim praznicima, jer to poskupljuje opravku i ne daje dobre rezultate. Bolje je o praznicima proizvoditi, a u radne dane vršiti generalne preglede i opravke.

Odeljenje podmazivanja je izuzetno važno kod rudarskih postrojenja. Skoro da nema

preduzeća gde su naučno prostudirane sve mogućnosti unifikacije vrsta maziva, njihove kontrole i regeneracije. Zbog prirode rada u prljivoj sredini kontrola podmazivanja treba da bude stručno vršena, a to se postiže samo ako se određeni ljudi o njoj brinu.

Odeljenje inspekcije i kontrole dopunjava rad prethodna dva odeljenja i u tesnoj je vezi sa operativom održavanja proizvodnje. Ovo odeljenje ima važan zadatak obuke proizvodnog osoblja u smislu čuvanja mašina. Ono, takođe, vodi stalnu brigu o čistoći mašina i postrojenja.

Odeljenje za izveštaje redovno prikuplja i prati izveštaje operative i tesno je povezano sa ostalim odeljenjima u cilju signaliziranja značajnih promena na mašinama.

Mašinska operativa se sastoji iz manjih grupa ljudi po pogonima (rudnik, pojedina odeljenja prerade, industrijski vodovod, žičara, centralne radionice), ali je objedinjena i dirigovana iz jednog centra. Rukovodioci pojedinih ekipa na terenu su praktičari-poslovođe koji rade po planu razrađenom od strane tehničke pripreme. Operativa održavanja je u stalnoj vezi sa direktnom proizvodnjom gde svršava svakodnevne rutinske poslove. Ukoliko je centralizovana pod jednim rukovodstvom, onda joj je mobilnost za izvođenje generalnih pregleda kao i većih redovnih pregleda i opravki veća. Za operativu je bitno da ima plan rada, koji se iskustvom usavršava, obezbeđen tačno određeni materijal i alat od tehničke pripreme kao i dovoljno ljudstva za rad.

Sve što je rečeno za mašinsku operativu važi i za *elektrooperativu*.

Konstruktivni biro. — On ima za zadatak usavršavanje postojećih i izradu novih konstrukcija u preduzeću. Ovde se odvija normalan projektantski posao za koji u većini slučajeva idejna rešenja daju ljudi iz proizvodnje, tehničke pripreme i operative održavanja.

Magacinska služba je pod neprekidnim nadzorom odeljenja za planiranje i termine te se po njihovom nalogu vrše potrebne na-

bavke. Sva trebovanja materijala idu preko odeljenja za planiranje.

Održavanje građevina u postrojenjima za koncentraciju ruda je po pravilu svuda zanemareno. Ipak, stanje građevina od znatnog je uticaja na čistoću mašina. Krovovi koji prokišnjavaju, neravnine u betonskom patosu, razni nepotrebni sanduci i sl. žarišta su nečistoće u pogonu. Treba uvek težiti da se žarišta nečistoće otklone, a zatim je relativno lako održavati redovnu čistoću.

Obično su vrlo česte promene u rasporedu mašina u zgradama i one često zahtevaju da se izvrši adaptacija građevine. Retko se kada građevinski radovi kod prepravki izvedu sa potrebnom pažnjom, pogotovu u estetskom pogledu. Ovo je briga odeljenja održavanja građevina koje se stara da su prostorije uvek ispravne, čiste, obezbeđene od nepogoda i sl.

Odnos službe održavanja prema direktnoj proizvodnji

A. Perier u svojoj knjizi „L'entretien du materiel” govoreći o odnosima između proizvodnje o održavanju kaže: „Direktna proizvodnja je glava porodice dok održavanje predstavlja porodičnog lekara”. Čini nam se da je ovo upoređenje vrlo lepo i u sebi sadrži i osnovne dužnosti ove organizacije.

Jedno postrojenje koncentracije rude dobija proizvodne zadatke za određeni period i rukovodstvo proizvodnje razmatra svoje mogućnosti za izvršenje plana. Ono razmatra činioce od kojih zavisi mogućnost izvršenja plana, a bitni su: vreme koje stoji na raspoloženju, sposobnost postrojenja i raspoloživo ljudstvo za proizvodnju.

Tehnička priprema na bazi poznavanja ispravnosti mašina, istrošenosti glavnih abajućih delova, koji traže duže zastoje (obloge drobilica, obloge mlinova, drugi duži pregledi), daje proizvodnji svoj plan rada. Ovaj plan zajednički razmatraju operativa održavanja, proizvodno rukovodstvo i tehnička priprema. Usklađeni plan je zakon za sve i sve službe dužne su da se po njemu upravljaju.

Rukovodilac tehničke službe (obično tehnički direktor) ima pri ovom važnu ulogu arbitra u oceni potrebe kako održavanja tako i proizvodnje. Bitno je da postoji širina u njegovom shvatanju proizvodnih potreba za duži vek rudnika i tek tada biće on u mogućnosti da čvrsto podržava potrebu planskog održavanja opreme.

U izvršavanju planskog održavanja opreme i dalje važnu ulogu ima proizvodno osoblje. Ono treba da pruži mogućnost za vršenje kako generalnih pregleda i reparatura tako i redovnih pregleda i održavanja. Momentalne i svakodnevne teškoće u proizvodnji ni u kom slučaju ne mogu biti razlog za odlaganje planskih održavanja mašina.

Proizvodno osoblje, samim tim što najveći deo vremena provede pored mašina, ima važnu ulogu da upozori operativu održavanja o svakoj pa bilo to i najmanjoj promeni u radu mašina koja sa tehničkom pripremom pooštava pažnju. Iz ovog proizlazi da priprema ne može sve predvideti, već joj je potrebna i pomoć direktnog proizvođača.

Kod izvođenja generalnih pregleda i reparatura obično je potrebna koncentracija ljudstva iz operative održavanja. Rukovodioci pojedinih pogona proizvodnje moraju biti spremni da povećaju pažnju u momentima kad je osoblje održavanja povučeno u drugi pogon. Često i osoblje iz proizvodnje učestvuje u generalnim pregledima i reparaturama, te je ovo dragocena prilika da se proizvođači još bliže upoznaju sa mašinama i izvuku pouke, koji uslovi nisu povoljni za rad mašina.

Iskustva kod rudnika bakra Majdanpek su pokazala izrazite prednosti planskog održavanja opreme. Iako se iz subjektivnih i manjih objektivnih razloga nije do kraja išlo po predviđenoj zamisli, samo postojanje po-

jedinih službi tehničke pripreme je uticalo na znatno poboljšanje kontinuiteta proizvodnje. Bilo je i velikih propusta kao što je i shvatanje proizvodnog osoblja i operative održavanja, da je tehnička priprema manje važna, ali to je praksa opovrgnula.

Kako svaka organizacija u priličnoj meri zavisi od ljudi, koji su u njoj, to se i kod planskog održavanja mora raspolagati sa solidnim tehničarima mašinske i elektro-struke. Kod nas je takva situacija, da dolaskom jednog mašinskog tehničara u postrojenje za koncentraciju predstoji njegovo upoznavanje mašina, jer su iste malo poznate širem tehničkom krugu. Proizvodno osoblje i operativna održavanja su dužni da mu pruže mogućnost bližeg upoznavanja sa mašinama kako bi kasnije imali koristi od njega. Uopšte uzev, proizvodno osoblje treba da ima poverenja u službu održavanja, da joj pruža sve potrebne informacije i tek će tada ona odgovoriti svojoj dužnosti „porodičnog lekara“.

Zaključak

Uspeh u proizvodnji, cena proizvoda i lakoća proizvodjenja zavisi od kontinuiteta rada. Kontinuitet rada u postrojenjima koncentracije mineralnih sirovina može se obezbediti samo planskim održavanjem mašina i uređaja. Plansko održavanje se obezbeđuje dobrom organizacijom službe održavanja kojoj se organizacijski daje ista važnost kao i direktnoj proizvodnji. Konačno, pri razmatranju tehnoloških rezultata rada postrojenja za koncentraciju mineralnih sirovina treba uvek uzimati u obzir faktor kontinuiteta proizvodnje koji je, po našem mišljenju, po važnosti odmah iza pravilnog izbora tehnološkog procesa.

SUMMARY

Importance of the Preventive Maintenance in Mineral Dressing Plants

M. Grbović Min. eng. *)

The Author describes in his article the influence of the preventive maintenance on production continuance in mineral dressing plants. In case there is a continuous production, we obtain better metallurgical results.

*) Dipl. ing. Miloljub Grbović, struč. saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

The organisation of the Maintenance Department is very important for the preventive maintenance, and it should be at the same level as production department.

At the same time the Author of the article exposes the Maintenance Department organisation, the relation of the said department to the production, and gives some examples taken from the Yougoslav production.

Literatura

- Chevalier, J., 1957: Organisation. — Dunon, Paris.
Perier, A., 1955: L'antretien de materiel. — Les Editions de l'entreprise moderne, Paris.
Gauchet, E., 1953: L'organisation d'un atelier de mécanique. — LEO, Paris.
Majdanpek — Održavanje i uputstva za rad, 1960.



Iskustva u povećanju produktivnosti rada u nekim rudnicima

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Ivan Ogorelec

Uvođenjem novih metoda otkopavanja u rudnicima uglja povećala se je produktivnost rada na samim otkopima, povećao se je, dakle, otkopni učinak. Samim tim znatno se je smanjio ručni rad, naročito kod napornog kopanja i utovara uglja na otkopima. Da bi se povećao i jamski učinak potrebno je izvršiti, između ostalog, i koncentraciju proizvodnje na manjem broju otkopa sa velikim kapacitetima i izvršiti koncentraciju tih otkopa kako bi se što bolje koristili transportni uređaji od otkopa do izvoznog okna.

Nove metode otkopavanja sa visokom produktivnošću mogu se podeliti u dve grupe. Kod jednih metoda otkopavanja upotrebljava se mehanizacija u svim ili kod većeg dela faza tehnološkog procesa otkopavanja. Uvedeni su strojevi za kopanje, utovar i transport uglja tako da su, kod jedinstvenog sistema mehanizacije koja radi na otkopima, radnici potrebni, uglavnom, samo za rukovanje strojevima. Tu treba spomenuti u prvom redu otkopavanje uglja širokim čelom, kod kojeg je uvedena potpuna mehanizacija pomoću ugljenih skrepera, strugova i raznih vrsta kombajna koji rade na principu zasekačica. Iako se danas u zapadnoj Evropi pomoću potpuno mehanizovanih širokih čela dobija oko 30% od celokupne proizvodnje kamenog uglja, postoje tendencije da se ovaj procenat još poveća. Na takvim širokim če-

lima počelo se je sa uvođenjem prvo frikci- one metalne podgrade, a kasnije hidraulične podgrade i u najnovije vreme samohodne hidraulične podgrade, što je ručni rad na podgrađivanju znatno smanjilo ili ga sasvim zamenilo mašinskim radom. Tako je stvoren i put ka automatizaciji procesa otkopavanja. Poseban oblik samohodne metalne hidraulične podgrade predstavljaju štitovi koji su se počeli upotrebljavati i kod nas.

Uvođenje potpune mehanizacije na širokim čelima velikog kapaciteta, kao i ostale mere, dovele su do naglog porasta produktivnosti rada kod glavnih proizvođača kamenog uglja naročito u zapadnoj Evropi. Moramo napomenuti da se u SAD, kod eksploatacije kamenog uglja, upotrebljava posebna vrsta potpune mehanizacije, koja se bitno razlikuje od evropske i koja odgovara specifičnim montangeološkim uslovima u ovoj zemlji. Ova vrsta mehanizacije nije našla širu primenu u podzemnoj eksploataciji uglja u Evropi, iako daje u SAD oko 6 puta veću produktivnost rada na rudnicima kamenog uglja u kojima se ona skoro svugde primenjuje.

U drugoj grupi primenjene su bile nove metode otkopavanja širokim čelom kod kojih upotrebljavamo samo delimično mehanizaciju, a ipak znatno smanjujemo ručni rad u proizvodnji naročito kod kopanja i utovara ug-

lja. U određenim uslovima otkopavanja i kod pravilne organizacije rada možemo dostići visoke učinke, koji su u nekim slučajevima i viši nego li kod potpuno mehanizovanih otkopa. Glavni uslovi za uspešan rad metoda otkopavanja sa visokom produktivnošću a sa manjom upotrebom mehanizacije su sledeći:

— pretežni deo uglja treba da se otkopava pomoću miniranja a manji deo pomoću otkopnih čekića ili ručnim alatom (oko 10⁰/o);

— utovar uglja treba da se vrši gravitacijom tako da pretežni deo uglja sam pada ili klizi na grabuljar. Samo manji deo uglja se zgrće ili utovaruje pomoću ručnog alata (oko 25⁰/o). Zato je potrebno imati široko čelo sa većom otkopnom visinom (5 do 7 m);

— na širokom čelu mora se postići koncentracija proizvodnje većim brojem napadnih mesta;

— široka čela moraju biti međusobno tako postavljena da se dostigne maksimalna koncentracija proizvodnje na srazmerno malom prostoru. Na taj način su dobro iskorišćena transportna sredstva kod glavnog transporta;

— sve ostale faze tehnološkog procesa proizvodnje na širokom čelu kao podgrađivanje, ventilacija, doprema materijala, zapunjavanje i sl. moraju omogućiti brže napredovanje otkopnog fronta.

Mehanizacija, koja se upotrebljava kod ovih metoda otkopavanja, sastoji se, uglavnom, od grabuljara za transport i uređaja za bušenje i miniranje. Metode otkopavanja moraju omogućiti, u većem delu slučajeva, što potpunije vađenje ugljenog sloja tako da su gubici korisne supstance što manji. U daljim razmatranjima ćemo navesti karakteristične primere visokoproduktivnih metoda otkopavanja sa delimičnom upotrebom mehanizacije kod kojih gubici korisne supstance iznose od 5 do 20⁰/o. Ove metode primenjuju se naročito kod otkopavanja nekih slojeva mrkog uglja i lignita veće moćnosti (iznad 5 m) i otkopavanja strmih slojeva (60° do 90°) kamenog uglja srednje moćnosti (do 3 m).

Iako ove metode otkopavanja omogućuju postizanje visokih otkopnih i jamskih učinaka i smanjuju ručni rad u raznim fazama tehnološkog procesa, to ne znači da se i u ovim slučajevima ne može uvoditi kompleksna mehanizacija, koja mora biti specijalno podešena za konkretne slučajeve, kao na pri-

mer otkopavanje pomoću štitne podgrade uz upotrebu odgovarajućih mašina za kopanje, utovar i transport uglja. Obično se mora smanjiti otkopna visina širokog čela. Ipak je težište kod uvođenja potpune mehanizacije danas usmereno, uglavnom, na otkopavanje slojeva sa manjom moćnošću od 0,4 do 2,2 m, koji su horizontalni ili sa padom do 25° i koji nisu znatno tektonski poremećeni. Tu se ona uspešno primenjuje.

Kao ilustraciju prikazaćemo dve visokoproduktivne metode otkopavanja sa delimičnom upotrebom mehanizacije u našim rudnicima i to: metodu otkopavanja lignita širokim čelom sa obrušavanjem krovnog uglja i zarušavanjem krovine u Velenju, i metodu otkopavanja mrkog uglja širokim čelom sa zarušavanjem krovnog uglja i delimičnim pneumatskim zasipavanjem u rudniku Trbovlje—Hrastnik, koja se nalazi u fazi pokusa.

Podrobnije ćemo opisati metodu otkopavanja strmih slojeva kamenog uglja srednje moćnosti u rudniku Merlebach koji se nalazi u rudarskom bazenu Lorreinne (Francuska). Tu vrše otkopavanje širokim čelom sa napredovanjem po usponu i zamuljivanjem otkopanih prostorija.

Tako ćemo, na tri praktična primera, videti mogućnosti koje nam nude, pod određenim uslovima, metode otkopavanja sa manjom primenom oruđa za rad i sa ciljem znatnog povećavanja produktivnosti rada kod postojećih montangeoloških uslova koji vladaju u podzemnim pogonima.

Metoda otkopavanja u Velenju. — Ako uzmemo prosečnu ostvarenu produktivnost rada (rudnički učinak) na svim našim rudnicima uglja u 1961. godini kao 100, onda je indeks produktivnosti rada u toj godini u Velenju iznosio 342, računajući na jednu proizvedenu tonu i 280, računajući na 1 kaloriju. Vidimo, dakle, znatne razlike koje pokazuju velik napredak postignut na rudniku Velenje. Čak je ostvarena produktivnost rada viša od proseka u evropskim državama, koje postižu kod podzemnog dobianja uglja najveću produktivnost.

Otkopavanje lignitskog sloja debljine do 100 m sa malim padom vrši se u Velenju od zgo nadole. Primenjuje se otkopavanje širokim čelom sa obaranjem krovnog uglja i zarušavanjem krovine. Otkopavanje se vrši u

horizontalnim etažama čija visina iznosi 7,5 m. Najpovoljnija dužina širokog čela iznosi 60 m. Tu je normalno zaposleno 19 radnika u jednoj proizvodnoj smeni. Na jednoj etaži može se smestiti po 6 širokih čela navedene dužine koja predstavljaju zajednički otkopni front. Tako se postiže velika koncentracija proizvodnje. Sam proizvodni proces deli se u 3 glavne faze:

- izrada i podgrađivanje potkopnog dela u širini od 1,350 m (2 polja širokog čela),
- premeštanje transporterera u novo polje,
- rušenje podgrade u polju prema starom radu i obaranje uglja iz krovine te zarušavanje krovine.

Visina potkopnog dela iznosi 2,0 do 2,2 m, a visina ugljenog sloja koji se dobiva obaranjem iznosi oko 5 m.

Obaranje krovnog uglja vrši se miniranjem. Veći deo uglja pada ili klizi sam na transporter (oko 82%) a ostatak (oko 18%) se zgrće ili utovaruje ručno.

Transport se vrši dvolančanim grabuljama a podgrađivanje čeličnim stupcima i gredama. Prosečno godišnje napredovanje širokog čela iznosilo je u 1961. godini 260 m.

Dva dvolančana transporterera na susednim širokim čelima ubacuju ugalj na zajednički sabirni dvolančani grabuljar koji se nalazi u poprečnom hodniku. Ugalj se pomoću ovih sabirnih grabuljara doprema do glavnih gumениh transporterera, koji prevoze lignit do izvoznog okna.

Opisana metoda otkopavanja i transporta stvorila je tehničku osnovu za postizanje vi-

soke produktivnosti rada, jer su obuhvaćeni svi tehnički elementi za uspešan rad širokočelnog otkopavanja, koje smo ranije naveli. Povoljno su rešeni i ostali organizacioni elementi.

Postignuta produktivnost rada prikazana je na tablici 1.

Tablica 1

Produktivnost rada na rudniku Velenje

Godina	Učink t/radnik — dan		
	otkop	jama	rudnik
1960.	9.126	4.955	3.870
1961.	9.159	4.778	4.340

Metoda otkopavanja u Trbovlju—Hrastnik. — Na rudniku Trbovlje—Hrastnik vrše se pokusi sa novom metodom otkopavanja koja bi omogućila dalji porast produktivnosti rada. Kod ove metode povećana je otkopna visina širokog čela od današnje visine koja iznosi oko 3 m na visinu od 5 do 6 m. Prvo se vrši napredovanje širokog čela (potkopavanje), a posle toga obaranje uglja iz krova čime se dobijaju slična preimućstva kao kod metode otkopavanja u Velenju.

Sloj uglja, prosečne moćnosti 24 m, koji je tektonski znatno poremećen i sa padom koji jako varira (od 0° do 90°), otkopava se u horizontalnim etažama odozgo nadole pomoću širokog čela sa delimičnim zasipavanjem otkopanih prostorija (zasipava se oko 1/3 pro-

Tablica 2

Podaci o metodama otkopavanja na rudniku Trbovlje—Hrastnik

Red. br.	Jedinica mere	Poprečno otkopavanje	Široko čelo	
			klasično	„Blanzky“ varijanta
1 Godišnja napredovanja otkopnog fronta	m/god.	—	250	375*
2 Proizvodnja na 1 m' otkopnog fronta godišnje	t/m'	—	900	1350*
3 Način transporta u otkopu	—	vagoneti	grabuljar	grabuljar
4 Način zapunjavanja	—	zamuljivanje	zamuljivanje	pneumatsko zasipavanje
5 Učink etažni	t/radnik-dan	1,75	2,02	2,65

*) Kod kraćih širokih čela ispod 50 m dužine iznosi prosečno napredovanje fronta otkopavanja 750 m/god, a proizvodnja na 1 m' otkopnog fronta 2700 t/god.

storija). Dužina širokih čela je različita i prema debljini sloja iznosi 20 do 120 m. Upotrebljava se čelična podgrada. Vertikalno rastojanje između pojedinih horizonata iznosi 20 do 60 m. Horizonti se otkopavaju odozgo nadole. Kako smo već spomenuli, oni se dele na etaže čija visina iznosi 3 m. Od klasičnog centralnog sistema pripreme prešlo se je na periferni sistem pripreme nove otkopne etaže, što je omogućilo uvođenje kontinuirane eksploatacije otkopnog polja po „Blanzy” varijanti. Ovaj sistem omogućio je dupliranje godišnje proizvodnje sa jednog otkopnog polja te smanjenje pripremnih radova za polovinu.

Kod otkopavanja širokim čelom pomoću „Blanzy” varijante, koja je sada svugde uvedena, vrši se istovremeno sa frontalnim otkopavanjem jedne etaže i pripremanje niže etaže izradom transportnog hodnika ispod otkopnog fronta od sipke, koja povezuje etažu sa navozištem donjeg horizonta sa jedne strane, i sa druge strane do uskopa koji povezuje etažu sa gornjim horizontom.

Može se napomenuti da se na rudniku Trbovlje—Hrastnik u posleratnom periodu već više puta promenila i usavršila metoda otkopavanja. Odmah posle rata otkopavalo se je pretežno pomoću poprečne metode sa zamuljivanjem. Prvo se je prešlo na klasičnu širokočelnu metodu otkopavanja sa zamuljivanjem, a kasnije na širokočelno otkopavanje pomoću „Blanzy” varijante sa delimičnim pneumatskim zasipavanjem. Neki podaci o navedenim metodama otkopavanja prikazani su u tablici 2.

Sada se vrše pokusi da se kod „Blanzy” varijante poveća otkopna visina etaže na 5 do 6 metara sa obaranjem krovnog uglja. Pri tom se nastoji da gubici korisne supstance budu u dozvoljenim granicama. Zasad se vrše pokusi na kraćim frontovima do 30 m dužine kod skoro vertikalnog položaja sloja. Da bi se sprečilo mešanje uglja i jalovine prilikom obrušavanja uglja polaže se na ugalj u podu žičana mreža, koja se hvata u donjoj etaži prilikom otkopavanja.

Preimущества metode otkopavanja širokim čelom sa obrušavanjem krovnog uglja su sledeća:

— usled direktnog obaranja većeg dela uglja na grabuljar znatno se smanjuje potreban ručni rad kod utovara,

— pošto se podgrađuje samo potkopni deo širokog čela znatno se smanjuje utrošak podgrade kao i radovi na podgrađivanju,

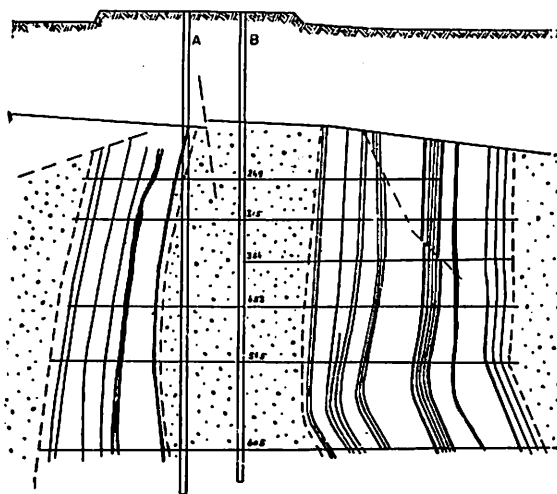
— potrebna dužina hodnika na pripremi smanjuje se na polovinu; usled toga smanjuje se i potrebno održavanje,

— povećava se koncentracija proizvodnje na širokom čelu,

— dobija se pogodniji granulometrijski sastav rovnog uglja,

— povećava se otkopni učinak kao i ukupni jamski učinak.

U 1961. god. na rudniku Trbovlje—Hrastnik rudnički učinak je iznosio 1,45 t/radnik — dan, jamski učinak 2,0 t/radnik — dan a otkopni učinak 6,2 t/radnik — dan. Ukoliko se uspe sa novom metodom otkopavanja, računa se sa daljim povećavanjem jamskog učinka na 2,6 do 3,0 t/radnik — dan a rudničkog učinka na 1,8 do 2,0 t/radnik — dan.



Sl. 1 — Presek kroz slojeve uglja Merlebach.
A — Okno Frayming; B — Okno Voutans.

Abb. 1 — Durchschnitt der Kohlenflözen von Merlebach.

Vidimo, dakle, da su promene i usavršavanje metoda otkopavanja na rudniku Trbovlje—Hrastnik omogućila znatno povećanje produktivnosti rada i da postoje mogućnosti za njen dalji porast.

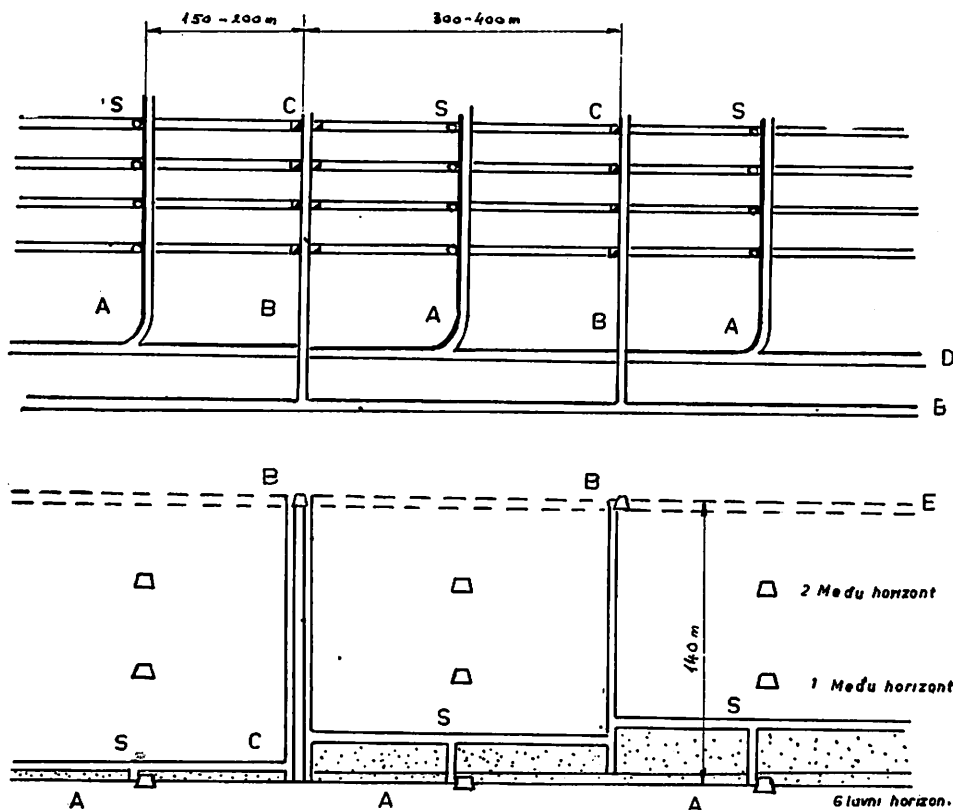
Metoda otkopavanja u jami Merlebach. — Opisaćemo još jednu metodu otkopavanja bez upotrebe potpune mehanizacije kod glavnih faza tehnološkog procesa proizvodnje na širokom čelu i to metodu

koja se upotrebljava u jami Merlebach u rudarskom basenu Lorraine u Francuskoj za otkopavanje pretežno strmih slojeva kamenog uglja srednje moćnosti (do 3 m).

Položaj strmih slojeva sa padom od 60° do 90° u jami Merlebach prikazan je na slici 1. Slojevi debljine 1,5 do 15 m leže na manjim rastojanjima jedan iza drugog. Većih tektonskih poremećaja nema mnogo, što omogućava razvijanje dugačkih otkopnih frontova. Kao metoda otkopavanja usvojeno je širokočelno otkopavanje po usponu sa za-

lazi se u pravcu protezanja sloja, a samo napredovanje fronta vrši se po usponu sloja tj. odozdo prema gore. Rastojanje između horizonata iznosi 140 m. Iz glavnog izvoznog pružnog hodnika na horizontu izvode se poprečni hodnici u rastojanju 300 do 400 m.

Sloj uglja deli se u otkopna polja $300 (400) \text{ m} \times 140 \text{ m}$ pomoću dva uskopa u uglju, koji služe za provetravanje i zamuljivanje, te pomoću 2 hodnika u uglju od kojih se jedan nalazi u podnožju širokog čela i iz njega počinje napredovanje otkopnog fronta,



Sl. 2 — Dispozicija otkopnih polja.
A — poprečni hodnik; B — ventilacioni poprečni hodnik; C — uskop za provetravanje; D — osnovni izvozni hodnik; E — osnovni ventilacioni hodnik; S — sipka.

Abb. 2 — Der Lageplan der Abbaufelder.

muljivanjem otkopanih prostorija. Materijal za zapunjavanje dobija se iz velikog površinskog otkopa peska, koji se nalazi u blizini glavnog okna za zasip, gde su smešteni moderni uređaji znatnih kapaciteta za hidraulično zamuljivanje. Široko čelo je dvokrillno sa ukupnom dužinom 300—400 m i dužinom svakog krila 150—200 m. Otkopni front na-

a drugi se nalazi na vrhu širokog čela i služi za provetravanje (sl. 2). Tu se nalaze montirani i razni cevovodi.

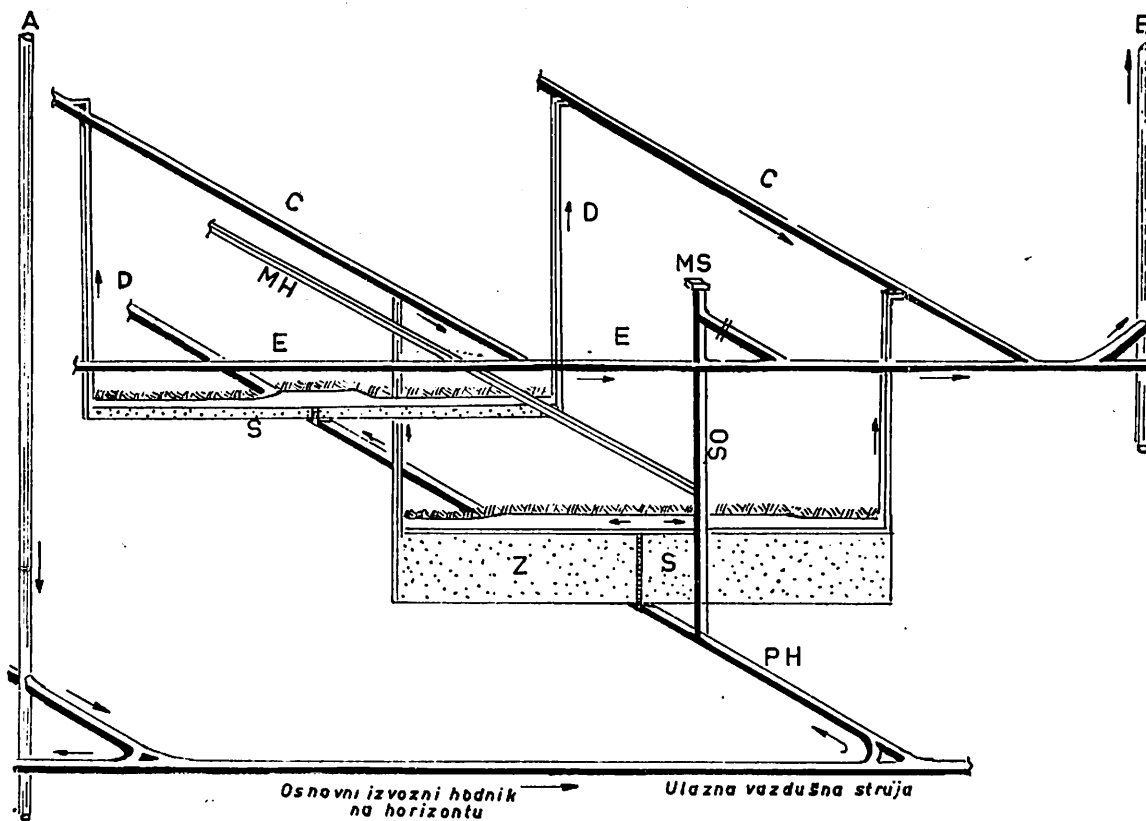
Uслед велике висине horizonata oni su podeljeni na 1—2 međuhorizonta. U jalovini se kopa slepo okno iz kojeg se probijaju poprečni hodnici do serije slojeva. Ovaj sistem služi za otpremu uglja iz viših međuhorizo-

nata (sl. 3). U slepom oknu nalazi se spiralna skliznica za transport uglja i koš sa protivutegom za transport ljudi i materijala.

Široko čelo vezano je pomoću izvozne sipke sa poprečnim izvoznim hodnikom. Sipka se nalazi u sredini širokog čela i prolazi kroz već otkopani i zamuljeni deo. Sa napredovanjem širokog čela produžava se i sipka koja je izrađena iz čeličnih cevi prečnika 2,0 m. Tu su postavljene i lestvice za kretanje ljudi (sl. 4).

cu vetrenih uskopa. Ugalj je tovaren pačjim kljunom i transportovan stresaljkama do sipke.

Ceo otkopani prostor je bio podgrađen drvetom a posle otkopavanja zamuljen, tako da je rastojanje između krovnog uglja i zasipa iznosilo 1 m. Na taj način je bilo omogućeno provetravanje celog širokog čela. Posle toga se je prelazilo na otkopavanje sledećeg i ostalih spratova. Iako je utovar uglja bio mehanizovan, ipak je ovakav način rada



Sl. 3 — Sema otkopnog polja i provetravanja.
 A — okno za ulaznu vazдушnu struju; B — okno za izlaznu vazдушnu struju; C — poprečni hodnik za izlaznu vazдушnu struju; D — uskop za izlaznu vazдушnu struju; E — osnovni hodnik za izlaznu vazдушnu struju; MS — Mašinska sala; V — vrata; MH — meduhorizont; SO — Slepno okno; PH — poprečni hodnik; S — sipka; Z — zasip.

Abb. 3 — Die Sheme der Abbaufelder und der Bewetterung.

Sam rad na otkopavanju u širokom čelu ranije se je vršio po metodi „Jarige”. Posle izvršene opisane pripreme prvo se je obarao ugalj u sredini širokog čela tako da se je dobila otkopna visina od 5 m. Prostor je u celini podgrađen drvenom podgradom. Posle toga vršeno je otkopavanje uglja na 2 suprotna radilišta, koja su napredovala u prav-

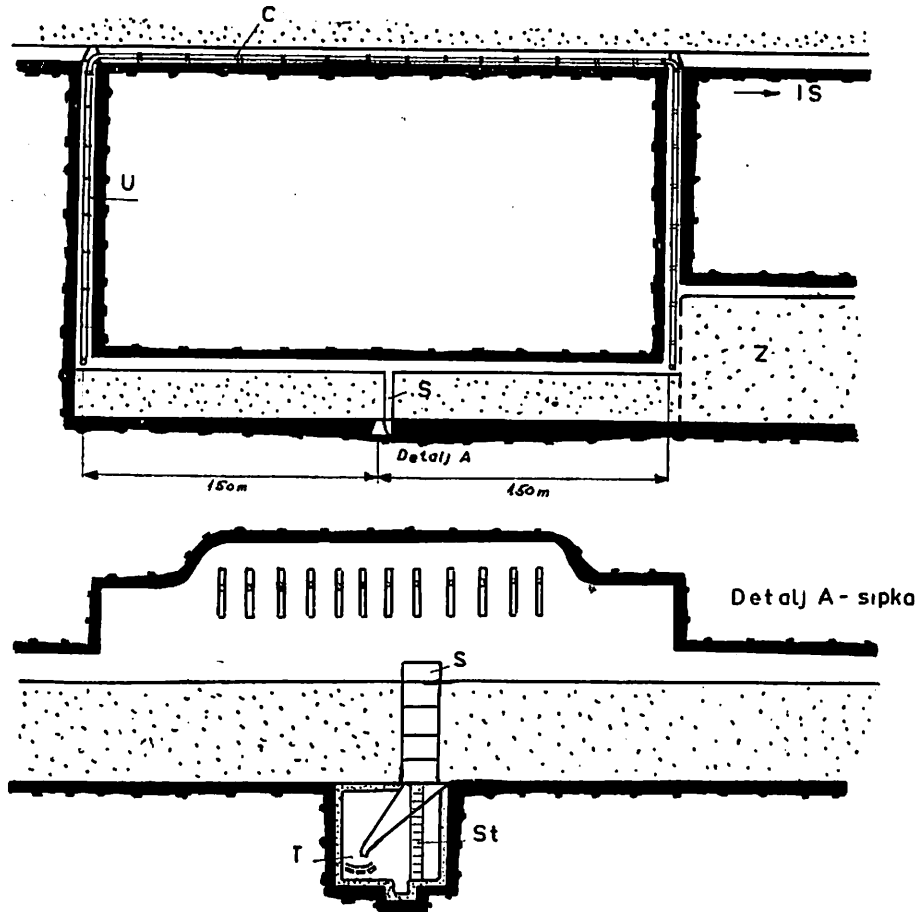
imao ozbiljne nedostatke usled malog broja radilišta na širokom čelu (svega 2) i usled malog kapaciteta transporta stresaljkama.

Zato su uveli modificiranu metodu otkopavanja nazvanu „accéléérée” — ubrzanu, koja je omogućavala da se dobije na širokom čelu više napadnih tačaka. Razlika od ranije metode sastoji se u sledećem: rastojanje iz-

među zasipa i krovnog uglja posle zamuljivanja povećano je na 2 m, što je omogućilo slobodan prolaz po celoj dužini širokog čela. Na određenim rastojanjima od 30 do 40 m prosečen je sloj uglja do predviđene visine otkopavanja od 5 m i tako je dobiveno 10 radilišta na kojima se je ugalj otkopavao kao i ranije u pravcu prema vetrenom usko-

ranjem veći deo uglja pada ili klizi direktno na grabuljar. Preostali manji deo, koji je ostao u tunelu, zgrće se ili utovaruje ručno (do 20%).

Ovakav sistem rada je znatno povećao kapacitet širokog čela, a sa tim i produktivnost rada. Podgrađuje se i dalje pomoću drveta i to tako da se novi stupci postavljaju



Sl. 4 — Plan otkopnog polja sa detaljem sipke.
C — cevovod za zasip; IS — izlazna vazдушna struja;
U — uskop S — sipka; Z — zasip; T — traka; St — stepenice.

Abb. 4 — Der Plan des Abbaufeldes mit den Details der Rutschen.

pu. Da bi se obezbedio prolaz radnika od jednog do drugog radilišta, naročito posle obaranja uglja, na širokom čelu postavljene su kod svakog radilišta horizontalne pokretne metalne cevi prečnika 1,2 m u dužini od 5 metara. Kroz takve tunele prolazi i dvoančani grabuljar koji je zamenio stresaljke. Tako je omogućena brza otprema uglja do izvozne sipke. Prilikom obaranja uglja mini-

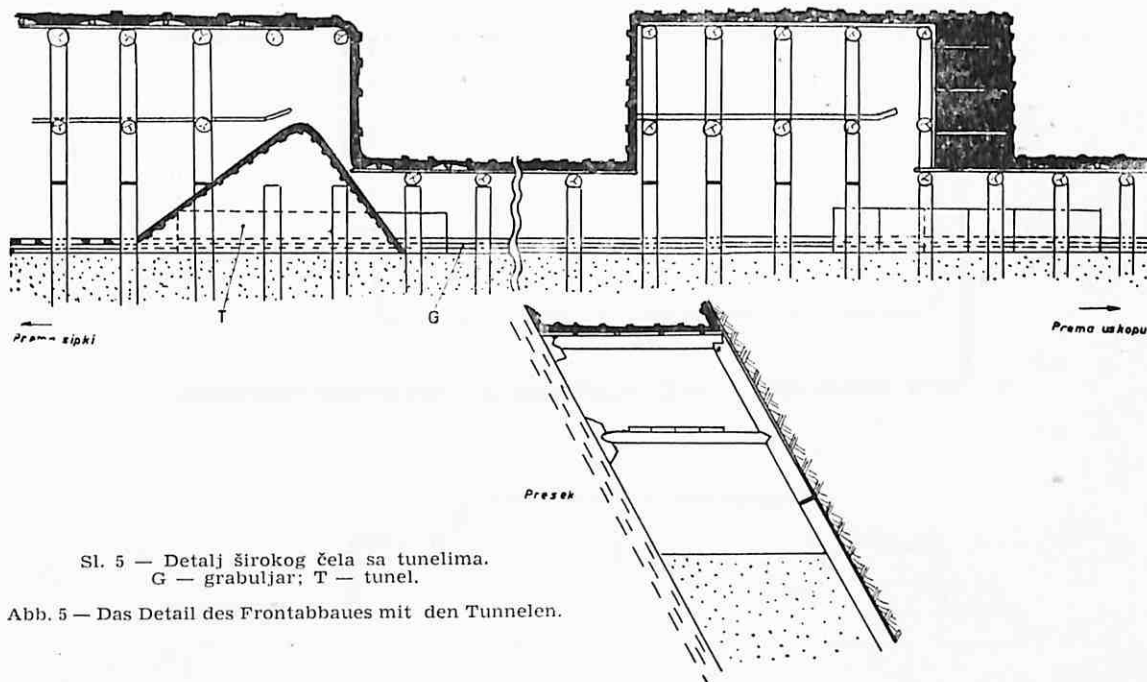
uvek na stare, koji se nalaze u donjem otkopu koji je već zasut. Podgrađuje se cela visina otkopa. Usled velike visine otkopa mora se postaviti u sredinu pomoćni patos za kretanje radnika prilikom podgrađivanja i miniranja (sl. 5). Kako je uobičajeno u francuskim rudnicima uglja, ugljena prašina se skoro posve odstranjuje pomoću injektiranja vode pod pritiskom u bušotine, koje su

u tu svrhu izrađene u sloju uglja. Miniranje se vrši pomoću komprimiranog vazduha od 600 atm. po sistemu Armstrong. Višestepeni kompresor nalazi se u blizini otkopa i sa njim je povezan odgovarajućim cevovodom. Miniranje je posve sigurno i ne kvari se vazduh, jer se ne razvijaju nikakvi štetni gasovi.

Ako je sloj uglja veće moćnosti deli se u više pojaseva, koji se otkopavaju po opi-

direktnog provetranja prikazan je na slici 2. Omogućeno je efikasno provetranje, kako je to obično kod širokočelnih metoda otkopavanja. Dnevna proizvodnja jednog širokog čela iznosi prosečno 900 tona ili celog sistema od 5 širokih čela 4.500 tona. Otkopni učinak iznosi 7,0 t/radnik — dan.

Vidimo, dakle, da su kod različitih novih metoda otkopavanja u različitim uslovima



Sl. 5 — Detalj širokog čela sa tunnelima.
G — grabuljar; T — tunel.

Abb. 5 — Das Detail des Frontabbaues mit den Tunneln.

sanoj metodi i u odgovarajućim rastojanjima. Prosečno se spoji rad 4 do 5 širokih čela koja rade u zajedničkom sistemu otkopavanja te koriste zajedničke transportne gumene trake koje se nalaze u poprečnom hodniku. Isto tako je zajednički rešen i sistem provetranja i zamuljivanja.

Ovakav sistem rada omogućava, dakle, znatnu koncentraciju radilišta na samom širokom čelu kao i koncentraciju pojedinih čela međusobno, što sve omogućava postizanje velikog kapaciteta proizvodnje na relativno malom prostoru i postizanje visoke produktivnosti rada. Opisana metoda omogućava i otkopavanje uglja bez većih gubitaka supstance (do 5%). I ako je ova metoda prvenstveno razrađena za strme slojeve, ona se u modificiranom obliku upotrebljava i kod srednje strmih slojeva (21° do 60°). Sistem

eksploatacije usvojena tehnička rešenja, koja omogućuju smanjenje ručnog rada u procesu proizvodnje bez primene mehanizacije za kopanje i utovar uglja. Postiže se i znatna koncentracija proizvodnje kod otkopavanja, bez većih gubitaka korisne supstance.

Glavne karakteristike opisanih širokočelnih metoda otkopavanja navedene su u tabelici 3.

Potrebno je, kod ovih komplikovanih metoda otkopavanja, pravilno rešiti osim tehničkih poslova i mnoga pitanja organizacije rada na samom širokom čelu. Pravilno i sigurno izvođenje radova mora biti povereno stručnim kadrovima.

Opisane metode otkopavanja omogućuju, kako smo to već naglasili, i veliku koncentraciju proizvodnje. Smanjuju se potrebni pripremni radovi, radovi na održavanju pri-

premnh hodnika, kao i broj radnika zaposlenih na glavnom transportu. Usled toga se postižu značajni kako jamski tako i rudnički učinci.

I kod opisanih uslova eksploatacije postoje mogućnosti, u pojedinim slučajevima, uvođenja potpune mehanizacije na širokim čelima, koja je specijalno podešena, za konkretne prilike. Pri tom otkopna visina obično iznosi 2,0 do 2,5 m. Mehanizacija se može uvoditi samo ako daje odgovarajuće povećanje produktivnosti rada, koja je već kod opisanih metoda dosta visoka, iako se povećava sigurnost radnika pri radu kao i sigurnost u vođenju celog tehnološkog procesa otkopavanja.

Metoda obrušavanja krovnog uglja može se sa uspehom primeniti ne samo kod otkopavanja pomoću širokog čela, već i kod drugih metoda otkopavanja kao, na primer, kod otkopavanja metodom brazde sa levkastim proširenjem otkopa i kosim obaranjem krovnog uglja, koja se upotrebljava u jami Kosmaj Rudarskog basena Kolubara.

Ipak, ova metoda može se primeniti samo na mestima gde gubici korisne supstance iznose iznad 40%. Osim toga, usled većeg broja samostalnih radilišta, potrebno je izraditi znatan broj pripremnih hodnika, što nužno

iziskuje opremu za potpuno mehanizovanu izradu hodnika. Na taj način smanjuju se razlike u učincima kod otkopavanja i kod pripreme.

Ova metoda iziskuje i mašine za mehanizovani utovar uglja na otkopu, tako da ostaje samo obaranje uglja nemehanizovano. Na pripremi se upotrebljava američka mehanizacija firme Joy i to: utovarač (Loader), jamski kamion (Shuttle Car), i kombajn (Continuous Miner). Ostvareni su visoki učinci koji ukazuju na efikasnost otkopne metode i primenjene mehanizacije. Tako je u jami Kosmaj u prvom polугоđu 1962. godine iznosio otkopni učinak 18,5 t/radnik — dan, jamski učinak 6,7 t/radnik — dan i opšti učinak 3,8 t/radnik — dan.

Navedena metoda otkopavanja koristi u principu ista preimućstva obaranja krovnog uglja koja smo ranije naveli, ali se od širokočelnih metoda bitno razlikuje u velikom procentu gubitaka korisne supstance kao i u velikoj dužini pripremnih hodnika, čija izrada predstavlja već jednu fazu samog otkopavanja, što iziskuje angažovanje znatno veće mehanizacije, tako da ovu metodu možemo ubrajati u red onih sa potpunom mehanizacijom glavnih radova na otkopavanju.

Tablica 3
Karakteristike širokočelnih metoda otkopavanja sa obrušavanjem krovnog uglja

Red. broj		Jedinica mere	Velenje	Trbovlje-Hrastnik*	Merlebach
1	Vrsta uglja	—	lignit	mrki	kameni
2	Moćnost sloja (prosek)	m	80	25	3
3	Nagib sloja	0°	>5°	0°—90°	60°—90°
4	Položaj širokog čela	—	horizontalan	horizontalan	horizontalan
5	Napredovanje širokog čela	—	horizontalno	horizontalno	po usponu
6	Visina horizonta	m	—	25—60	140
7	Visina širokog čela	m	7,5	5—6	5
8	Dužina širokog čela	m	6×60=360	do 50	{2×150=300 2×200=400
9	Način zapunjavanja	—	zarušavanje	delimično pneumatsko zaspanje	zamuljivanje
10	Vrsta podgrade	—	čelična	čelična	drvena
11	Vrsta transporta	—	grabuljar	grabuljar	grabuljar
12	Godišnje napredovanje otkopnog fronta	m god.	260	—	180
13	Otkopni učinak	t/radnik-dan	9,2	—	7,0

*) Metoda otkopavanja je u pokusnoj fazi

Zaključci

Analiziranjem činilaca, koji utiču na rad kod opisanih metoda otkopavanja širokim čelom sa obrušavanjem krovnog uglja, gde nije potrebno mehanizovanje glavnih faza tehnološkog procesa, možemo konstatovati da je postignuta visoka produktivnost rada kako na otkopu tako i u celoj jami. Investiciona sredstva za opremu otkopa potrebnom mehanizacijom su znatno manja, nego kod uvođenja potpuno mehanizovanog rada. Kod pogodnih uslova otkopavanja, ipak, ovim metodama se ne mogu postići otkopni učinci znatno veći od 10 tona po radniku — danu. Navedene metode otkopavanja predstavljaju znatan napredak u poređenju sa otkopavanjem pomoću polu-mehanizovanih normalnih širokih čela, komora, stubova i poprečnih otkopa.

Dalje povećavanje otkopnih učinaka, kod povoljnih uslova, na 15 do 20 tona po radniku—danu može se postići uvođenjem kompleksne mehanizacije, koja mora biti pravilno izabrana za svaki konkretan slučaj. Obično je potrebno sniziti visinu etaže i računati sa dupliranjem pripremnih hodnika.

Ukoliko mogu biti gubici korisne supstance preko 40% (npr. kod nekih niško kaloričnih lignita) možemo sa uspehom koristiti za pripremu i otkopavanje samohodnu mehanizaciju američkog tipa gde se može otkopavanje vršiti po metodi brazda sa obaranjem krovnog uglja. I ovde se kreću učinci od 15 do 20 t po radniku—danu. Jasno je da moraju montan-geološki uslovi biti takvi da omogućuju efikasnu upotrebu ove mehanizacije.

ZUSAMMENFASSUNG

Erfahrungen in der Leistungssteigerung der Arbeit einigen Gruben

Dipl. ing. I. Ogorelec*)

Aus der Analyse der Faktoren der beschriebenen Frontabbau mit abstürzender Hangendkohle, wo die Mechanisierung der Hauptphasen des Abbauprozesses nicht nötig ist, kann man schliessen dass man so im Abbau wie auch in der ganzen Grube eine gute Arbeitsleistung erreicht hat. Die Anlegungskosten für die Mechanisierung der Abbaue sind bedeutend niedriger, als bei der Einführung ganz mechanisierter Arbeit. Mit diesen Abbaumethoden kann man bei günstigen Verhältnissen keine grössere Abbauleistungen als 10 Tonnen pro Arbeiter-Tag erreichen. Die angeführten Abbaumethoden stellen einen bedeutenden Fortschritt im Vergleich mit dem teilmechanisierten normalen Frontabbauen, Kammerabbauen, Strebabbauen und Querabbauen dar.

Die weitere Steigerung der Abbauleistung bei günstigen Verhältnissen bis auf 15 bis 20 Tonnen pro Arbeiter-Tag kann man mit der Einführung der komplexen Mechanisierung erreichen. Diese Mechanisierung muss entsprechend dem konkreten Fall gewählt werden. Gewöhnlich ist es nötig die Höhe der Abbauetage zu vermindern und mit der doppelten Länge der Vorbereitungstrecken zu rechnen.

Wenn der Verlust der Kohlensubstanz über 40% sein kann, (zum Beispiel bei einigen Ligniten mit niedrigem Heizwert) so kann man für die Vorbereitung und dem Abbau selbstfahrende Abbaumaschinen amerikanischer Typen verwenden und den Abbau in Furchen mit abstürzen der Hangendkohle durchführen. Auch hier erreicht man Leistungen von 15 bis 20 Tonnen pro Arbeiter-Tag. Natürlich müssen die montangeologischen Verhältnisse solche Eigenschaften haben, dass sie eine erfolgreiche Anwendung der Mechanisierung ermöglichen.

Literatura

- Genčić, B., 1963: Savremeni problemi primene kompleksne mehanizacije na otkopima ležišta uglja. — Referat na Jugoslovenskom savetovanju o problemima primene kompleksne mehanizacije na podzemnom otkopavanju ležišta uglja, Beograd.
- Mitrović, D., Filipović, R., 1963: Mehanizovano otkopavanje moćnih slojeva uglja i postignuti rezultati u rudniku Kosmaj. — Referat na Jugoslovenskom savetovanju o problemima primene kompleksne mehanizacije na podzemnom otkopavanju ležišta uglja, Beograd.
- Pipuš, D., 1963: Nova otkopna metoda pogodna za dvig produktivnosti rudnika Velenje. — „Rudarstvo i metalurgija“, br. 1, Beograd.
- Preželj, V., 1962: Perspektivni razvoj rudnika rjavega premoga Trbovlje—Hrastnik. — Referat na X strukovnom savetovanju rudarskih inženjera i tehničara, Ljubljana.
- Godišnjak o radu u 1961. godini Saveta rudnika uglja. — Beograd, 1962. godina.
- Rapport de Gestion 1960. — Charbonnages de France, Paris, 1961.
- Razni podaci sa rudnika Velenje, Trbovlje—Hrastnik, Merlebach (Lorraine) i Kosmaj (Kolubara).

*) Dipl. ing. Ivan Ogorelec, Savezni zavod za produktivnost rada, Beograd.

Nova kombinovana otkopna metoda u rudniku magnezita „Šumadija“

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Mihailo Lasica

Uvod

U našoj zemlji postoji veliki broj pojava bijelih magnezita. Najveći broj ovih pojava nalazi se u serpentinskom masivu od Gornjeg Milanovca i Čačka do Zlatibora, na Kosmetu i u Bosni.

Sva nalazišta bijelih magnezita su žičnog tipa. Žice su različite moćnosti (0,30—8,00 m) sa mjestimičnim zadebljanjima i preko 8,00 m. Pružanje pojedinih žica kreće se do 800,00 m pa i više. Pad rudnih žica najčešće se kreće od 55° do 80°, ali ima slučajeva da se žice pojavljuju skoro horizontalno, a pad samo iznosi nekoliko stepeni.

Moćnost rudnih žica u većini slučajeva smanjuje se prema dubini. Zalijeganje rudnih žica kreće se do 140 m, u redim slučajevima produžuje se i preko ove dubine. Ima slučajeva, kad je moćnost rudnih žica po padu približno ista ili se povećava prema dubini, no kod najvećeg broja rudnih žica moćnost prema dubini opada.

Na glavnim ležištima rudnika „Šumadija“ prosječna moćnost od 8,00 m na izdanku, smanjuje se na dubini od 150 m do 0,60 m.

Analogno različitom načinu pojavljivanja rudnih žica u pogledu moćnosti, pada, zalijeganja po dubini i dr. rudne žice su različitog

kvaliteta. Dok se u navedenim ležištima nalaze pojave rude magnezita najboljeg kvaliteta, dotle postoje pojave koje su, kod današnjeg tehnološkog procesa prerade, neupotrebljive. Čak i u istoj rudnoj žici postoje partije sa boljim i lošijim kvalitetom rude.

Ovako različite pojave i uslovi stvaraju poteškoće prilikom otkopavanja ležišta magnezita.

Kod izvođenja radova na otkopavanju ležišta bijelih magnezita postoji složena problematika. Međutim, od niza problema izdvajaju se po svojim specifičnostima dva problema, na čijem rješavanju se mora mnogo raditi.

Problem koncentracije radilišta na istraživanju i eksploataciji još uvijek nije riješen. Veliki broj rudnih pojava, relativno malih rezervi, povlači za sobom potrebu većeg broja radilišta, veći broj mašina, veću radnu snagu. Korišćenje mašina je manje, a samim tim i troškovi izrade su veći.

Problem uvođenja i usavršavanja otkopnih metoda, takođe je aktuelan i jedan od najznačajnijih. Navedeni način pojavljivanja rudnih žica zahtijeva uvo-

đenje većeg broja otkopnih metoda, što svakako povlači veću pripremu, obučenost radnika i povećava troškove proizvodnje. Ovo je posebno važno, kad se ima u vidu, da se zbog tehnologije prerade mora vršiti selektivno otkopavanje.

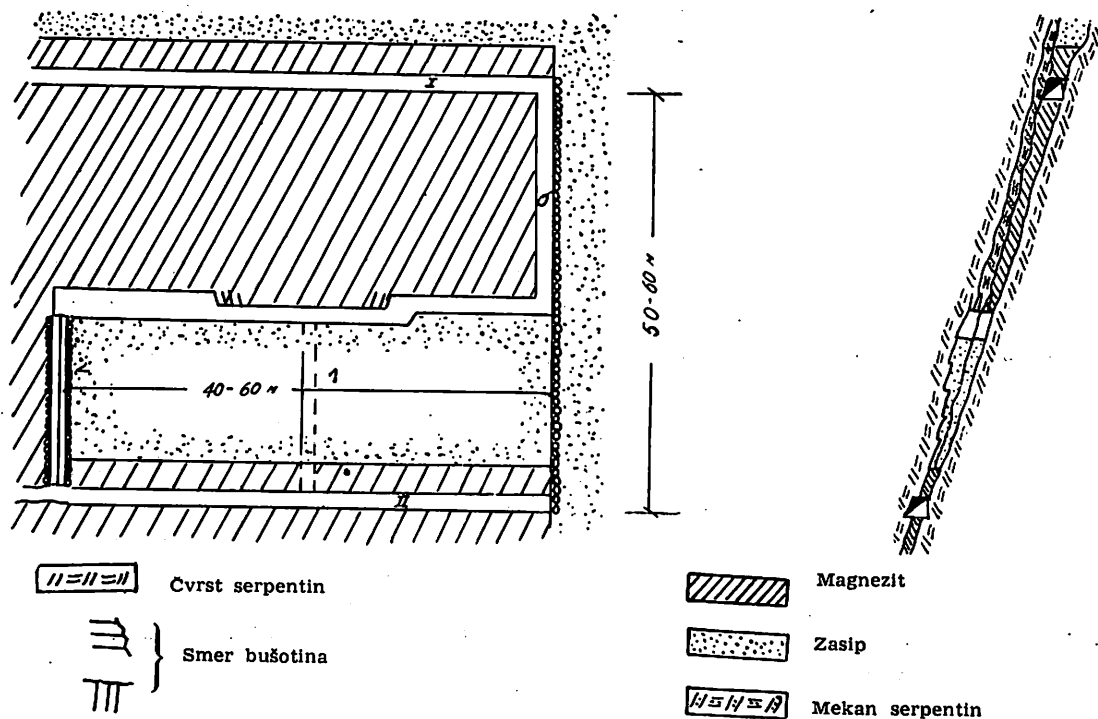
Postojeće otkopne metode u rudniku magnezita »Šumadija«

Uzimajući u obzir navedenu problematiku na rudniku magnezita »Šumadija» projektovane su otkopne metode, koje u konkretnoj

otkopnu metodu obradio je Rudarski institut u studiji za otkopavanje rudnih žica manje moćnosti na rudniku magnezita »Šumadija» krajem 1962. godine. Otkopna metoda se pokazala prikladnom za žice male moćnosti, a takvih pojava kod bijelih magnezita ima mnogo.

Skica 1 prikazuje navedenu otkopnu metodu. Način otvaranja, pripreme i otkopavanja vidljivi su iz same skice, pa zato dajemo kraći opis.

Iznad osnovnog hodnika II ostavlja se zaštitni stub debljine 4—5 m, a zatim počinje



Sl. 1 — Otkopna metoda „horizontalno podsijecanje sa samozasipavanjem iz krovine”.

Fig. 1 Mining method „horizontal undercutting with self backfilling from the roof”.

situaciji najbolje odgovaraju. Prije svega, moralo se voditi računa o selektivnom otkopavanju i kvalitetu rovnog magnezita kao i o sigurnosti zaposlenih radnika.

Uvedene su dvije otkopne metode. Za rudne žice moćnosti, ispod 1,20 m primjenjuje se otkopna metoda „horizontalno podsijecanje sa samozasipavanjem iz krovine”. Ovu

otkopavanje. Sipka 1 je sabirna rudna sipka, a otkopavanje se vrši sa obe strane i napreduje prema sipki. Otkopani prostor se zasipa jalovinom, koja se dobija iz stropa, kako je to na skici prikazano (presjek na skici).

Smjer otkopavanja na čelu vrši se odozdo na gore, a po horizontima odozgo na dole.

Za rudne žice moćnosti iznad 1,2 m i pada preko 50° uvedena je otkopna metoda „krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija” (projektant autor ovog članka), koja je objavljena u časopisu „Tehnika” broj 3/1963. godine.

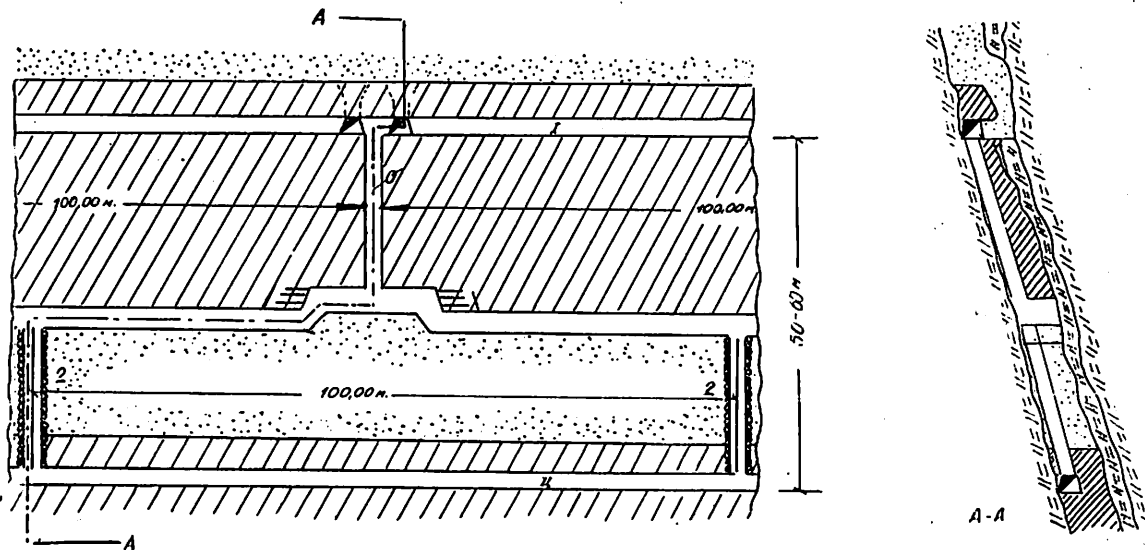
Na skici 2 prikazana je navedena otkopna metoda, o kojoj se neće detaljnije govoriti u ovom članku. Dovoljno je naglasiti da je otkopna metoda uvedena u rudniku magnezita „Šumadija” već dvije godine i da je dala vrlo dobre rezultate.

Ovo se prvenstveno odnosi na ekonomično i jednostavno rješenje zasipa, na sigurnost

ki iznosi 100,00 m, dok se zasipna sipka nalazi na sredini između rudnih sipki, kako je to na skici 2 prikazano. Izradom manjih prečnika do starog rada na nivou I riješeno je pitanje dobijanja zasipa u potpunosti. Zasip praktično sam dolazi preko kraćih prečnika na nivou I kroz zasipnu sipku na sredinu otkopa, odakle počinju otkopne stepenice.

Kombinovana otkopna metoda

U prethodnim poglavljima dati su podaci o ležištu i otkopnim metodama, koje se sada



Sl. 2 — Otkopna metoda „krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija”.

Fig. 2 — Mining method „roof mining with backfilling”.

rada, masovnost proizvodnje i visoko iskorišćenje rudne supstance itd.

Rješenje zasipa, sistem otpucavanja i način otkopavanja vidi se iz skice 2. S obzirom da se veći broj rudnih žica magnezita javlja sa moćnošću iznad 1,20 m, to se i veći dio rudnih rezervi otkopava po ovoj otkopnoj metodi.

Smjer otkopavanja i način pripreme isti je kao i kod prethodne metode za manje moćne rudne žice. Odstojanje između rudnih sip-

primjenjuju u rudniku magnezita „Šumadija”. Ranije smo već naveli da vrlo različita problematika kod bijelih magnezita zahtijeva i prilagođavanje načina otkopavanja odnosno primjenu većeg broja otkopnih metoda.

Postoje slučajevi, kada se određene otkopne metode uvedu na pojedinim žicama, a kasnije se izmijene uslovi i ne odgovaraju za normalnu primjenu određene otkopne metode. Naime, kod većeg broja rudnih žica sa zalijeganjem po dubini opada i moćnost rudne žice. Donja granica moćnosti, koja se sma-

tra eksploabilnom u donjim dijelovima žice iznosi oko 0,40 m.

S obzirom da se kod navedenih otkopnih metoda otkopavanje vrši po horizontima odozgo na dole, a u samom horizontu odozdo na gore i da su horizonti 50—60 m, redovna je pojava da u jednom horizontu otkopi naiđu na žicu moćnosti ispod 1,00 m i na žicu moćnosti preko 1,50 m. Ovo je, uglavnom, slučaj kod nižih horizonata, gdje se u početku otkopa odozdo moćnost žice kreće od 40 do 50 cm, dok zadizanjem otkopa po visini na 20 do 30 m, moćnost žice se poveća preko 1,20 m da bi se u gornjem dijelu horizonta povećala i preko 2,00 m. Do ovakvih slučajeva dolazi redovno pošto se kod rudnih žica smanjuje moćnost, uporedo sa zalijeganjem prema dubini.

Uslijed izloženih problema u donjem dijelu otkopa odnosno otkopnog horizonta (do visine 20 do 30 m) u potpunosti bi odgovarala primjena otkopne metode „horizontalno podsijecanje sa samozasipavanjem iz krovine” ili neka slična otkopna metoda, predviđena za žice manje moćnosti. U konkretnom slučaju za selektivno otkopavanje najbolje odgovara navedena metoda.

S druge strane, u gornjem dijelu horizonta (iznad visine 20 do 30 m), ista otkopna metoda već ne odgovara, ali zato bi u potpunosti (kod selektivnog otkopavanja) odgovarala otkopna metoda „krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija”.

Prva otkopna metoda (skica 1) ne odgovara u gornjim dijelovima horizonta iz više razloga:

— veća moćnost rudne žice zahtijeva i veću količinu zasipa, te se iz krovine mora otpucavati znatno veći pojas. Otpucavanjem većeg pojasa jalovine širina otkopa se naglo povećava, te se i sigurnost na otkopu smanjuje;

— veće količine rude na otkopu i ručni prevoz je skuplji i otežan. Znatno veća količina rude dovodi u opasnost od prurušavanja šahte, koje se u tom slučaju ne mogu popravljati;

— otpucavanje šireg pojasa jalovine zahtijeva veći utrošak materijala i radnih sati, što poskupljuje proizvodnju itd.

Isto tako u donjim dijelovima horizonta, gdje je rudna žica moćnosti ispod 1,2 m, ne odgovara druga otkopna metoda (krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija) iz slijedećih razloga:

— kod male moćnosti rudne žice mora se uzimati jalovina do određene širine otkopa u kom slučaju materijala za zasip ima dovoljno;

— ubacivanje vagoneta prevrtača na malu širinu otkopa i prevoz ručnim kolicima na veće udaljenosti nije moguće;

— planogram rada po fazama ne bi odgovarao za otkope manje moćnosti itd.

Iz tih razloga na rudniku „Šumadija” pristupilo se uvođenju kombinovane otkopne metode: „horizontalno podsijecanje sa samozasipavanjem iz krovine” i „krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija”.

Na skici 3 prikazana je kombinovana otkopna metoda.

Kombinovana otkopna metoda sastoji se u primjeni nešto izmjenjene otkopne metode horizontalnog podsijecanja sa samozasipavanjem iz krovine u donjim dijelovima horizonta i jednostavnog i brzog prelaska na metodu krovnog dobijanja sa zasipavanjem otkopanih prostorija.

Otkopavanje donjih partija vrši se prema otkopnoj metodi prikazanoj na skici 1, s tim što se otkopavanje vrši i sa druge strane vjetrovog okna. Dužina otkopnog polja iznosi 80—120 m, a u slučaju veće dužine po pružanju žice, priprema se više takvih polja.

Okna broj 1 vode se kako je to predviđeno otkopnom metodom za tanke žice. Prolazna okna 2 vode se dvodjelno, kako je to prikazano na skici 3. Otpucavanje, prevoz i ostale faze rada izvode se prema otkopnoj metodi za žice manje moćnosti (skica 1).

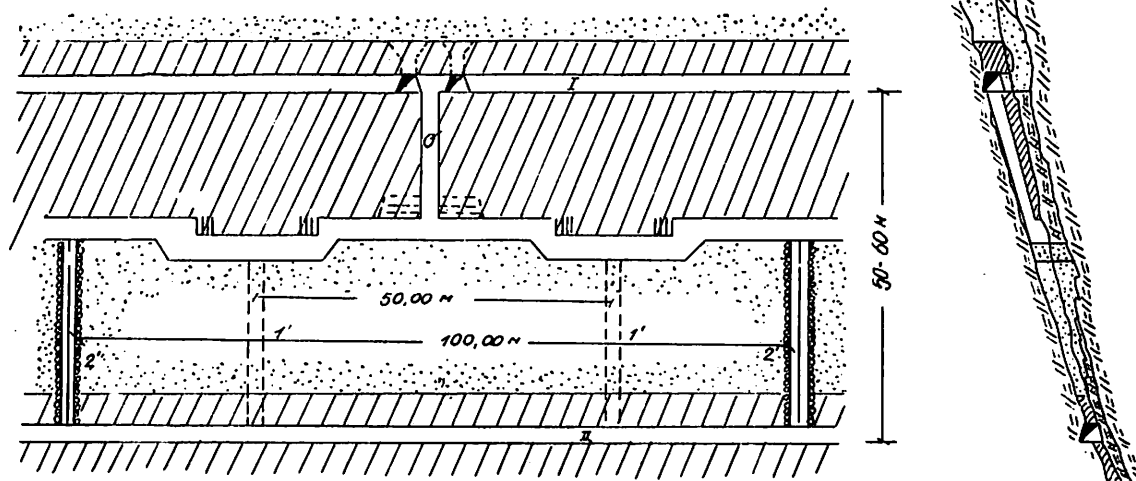
Tako se vrši otkopavanje rudne žice po visini sve dotle, dok moćnost žice ne pređe 1,2 m, a to je prilikom zadizanja otkopa do

visine 20—30 m. Na toj visini već nastupaju uslovi, koji ne odgovaraju otkopnoj metodi za žice manje moćnosti.

Zbog ovih razloga način otkopavanja se menja i uvodi otkopna metoda prikazana na skici 2. Prelazak na ovu otkopnu metodu je vrlo brz i jednostavan, kako se to vidi i iz skice 3. Okna 1 se zatvaraju, a okna 2 osposobljavaju za spuštanje rude. Otkopi se izravnavaju na cijeloj dužini i nove stepenice (otpućavanje) počinju ispod okna „O”, kako

Imajući u vidu navedene probleme iznete u ranijim poglavljima, kao i poseban uslov selektivnog otkopavanja na žičnim ležištima magnezita, može se konstatovati, da se navedene metode mogu s uspjehom primjenjivati.

Iz ovog kratkog izlaganja i skica mogu se vrlo lako uočiti najvažniji momenti i prednosti uvođenja metode sa ekonomsko-tehničkog gledišta. Sigurnost kod ove otkopne metode je efikasnija.



Sl. 3 — Kombinovana otkopna metoda.

Fig. 3 — Combined mining method.

je to isprekidanom linijom prikazano na skici 3. Iznad okna „O” izrađeni su kraći prečni hodnici do krovine na nivou I, koji služe za spuštanje zasipa. U jednom odeljenju sipki 2 ubacuju se metalni segmenti od lima debljine 5 mm i prečnika 65 cm, koj služe za izvoz rude sa otkopa. Počev od ove visine otkopa primjenjuje se otkopna metoda krovnog dobijanja sa zasipavanjem otkopanih prostora, koja je prikazana na skici 2 i predviđena za rudne žice moćnosti veće od 1,2 m.

Na taj način postiže se potpuno prilagođavanje otkopne metode uslovima, koji se često mijenjaju.

Potrebno je na kraju naglasiti, da nova kombinovana metoda ima sve prednosti za široku primenu na većini ležišta bijelih magnezita kod selektivnog načina otkopavanja. Na selektivno otkopavanje za sada su upućeni svi rudnici magnezita u našoj zemlji, sve do izgradnje modernih postrojenja za separaciju. I u slučaju masovnijeg otkopavanja mnoge faze rada iz navedene otkopne metode moći će se koristiti odnosno i dalje primjenjivati.

SUMMARY

A new Combined Stopping Method in the Šumadija Magnesite Mine

M. Lasica, min. eng. *)

The author explains the combined exploitation of magnesite deposits by two methods. The first method is applied when the thickness of magnesite vein is smaller than 1,20 m, and the other method for veins between 1,20—2' m or more. The transition from one to the other method of work renders possible to adapt the methods of exploitation to the thickness of the deposits. The pre-condition for the application of two described methods is an inclination of veins between 30—90 degrees.



*) Dipl. ing. Mihailo Lasica, tehn. direktor rudnika magnezita „Šumadija“ — Brđani.

Rudari u rudarstvu obnovljene Srbije

(sa 4 slike)

Dr Vasilije Simić

Uvod

Godina 1834. bila je dvostruko značajna za obnavljanje rudarstva u Srbiji. Te godine je uspostavljena veza između kneza Miloša i saksonskog rudara barona Herdera. To je u stvari početak sistematskog rada na obnavljanju rudarstva u zemlji. No nezavisno od ovog događaja, iste godine pošao je na rudarske studije u inostranstvo prvi srpski student. Početkom 1834. godine otputovao je u Petrograd i upisao se na Gornyj institut Sava Karadžić, sin slavnoga Vuka Karadžića. Od tada pa za osam narednih decenija, do 1914. godine, rudarske studije u inostranstvu završilo je 29 mladića iz Srbije. Prvi rudarski inženjeri vratili su se sa studija u zemlju decembra 1844. i januara 1845. godine. Do 1900. godine završilo je školu 18 inženjera; kasnije, do 1914. godine još 11. Među njima je bilo Srba iz Srbije 22, Vojvodine 4 i po jedan Čeh, Slovak i Jevrejin, no svi rođeni u granicama današnje Srbije. Rudari su poticali pretežno iz građanskih porodica. Od 23 rudara, čije nam je poreklo poznato, 6 je iz trgovačkih porodica, 4 iz činovničkih, 3 iz sveštenečkih a po dve iz seoskih, kafedijjskih, apotekarskih. Po jedan rudar je sin lekara, zanatlje, tatarina (nosača pošte), narodnog poslanika. Najviše ih je bilo rodom iz Beograda. Najmlađa rudarska generacija, pretežno iz istočne Srbije, otišla je na studije posle pronalaska borskog rudišta.

Školovanje

Rudari iz Srbije obrazovali su se u inostranstvu pretežno po rudarskim akademijama u Šemnicu, Frajbergu, Pšibramu, Klaustralu i Leobenu, a samo pojedinačno i povremeno po visokim školama i tehničkim institutima u Berlinu, Parizu, Petrogradu, Cihru, Jekaterinoslavu, Monsu i Liježu. Najviše ih se školovalo u najpoznatijoj akademiji — frajberškoj (9) zatim šemničkoj (5), leobenskoj (4), pšibramskoj (3) itd. Prvih pet rudara obrazovalo se u Šemnicu (1840—1851). Ovu školu nisu kasnije pohađali đaci iz Srbije. Šest narednih rudara školovalo se u Frajbergu. U Monsu su se školovali rudari tek uoči prvog svetskog rata.

Školska omladina u Srbiji nije se oduševljavala rudarskim pozivom. U prošlom veku svi su se rudari, izuzev Svetozara Mašina, školovali o državnom trošku. I ni za jednog nije sigurno, da li je baš želeo da uči rudarske nauke. Ovo potvrđuje i Jevrem Gudović, koji je, kad je dobio stipendiju za rudarske studije, govorio: „Ja sam se predomišljao da li da se te struke primim ili da izbor otkažem, no kako me je želja vukla za naukom, a i da vidim strane zemlje, ja se izbora primim”. Jedini Svetozar Mašin je još kao tehničar četvrte godine Velike škole u Beogradu molio za državnu stipendiju, da bi studirao „hemijsko-metaluršku struku”. Kako nije dobio stipendiju, čim je završio Veliku školu, otputovao je u Frajberg

Imena
rudarskih inženjera iz Srbije koji su završili školovanje do 1914. godine:

	Živeo	Školovao se	Mesto školovanja
Dorđe Branković	(1819—1869)	1840—1844.	Šemnic
Vasilije Božić	(1820—?)	1840—1844.	Šemnic
Stevan Pavlović	(1820—1862)	1840—1844.	Šemnic
Stevan Đuričić	(1823—1888)	1843—1847	Šemnic
Mihajlo Rašković	(1827—1872)	1847— ?	Šemnic
Jevrem Gudović	(1835—1900)	1855—1859.	Frajberg
Manojlo Marić	(1841—1886)	1862—1867.	Frajberg, Ciri, Pariz
Ljubomir Klerić	(1844—1910)	1865—1870.	Ciri, Frajberg, Berlin
Svetozar Mašin	(1851—1886)	1868—1872.	Frajberg, Berlin
Mihajlo Mihailović	(1850—1926)	1872—1876.	Frajberg
Svetozar Gikić	(1854—1913)	1873—1878.	Frajberg, Klaustal i Lijež
Jovan Milojković	(1858—1918)	1880—1885.	Berlin
Mihailo Blagojević	(1862—1914)	1889—1891,	Leoben
Petar Ilić	(1863—1914)	1889—1891.	Leoben
Dragoljub Simeonović	(1867—1924)	1890—1895.	Frajberg
Vladimir Mišković	(1867—1943)	1891—1894.	Klaustal
Sava Novaković	(1871—1917)	1881—1895.	Klaustal
Dragutin Stepanović	(? ?)	1891— ?	Pšibram
Hristifor Majić	(1881—1916)	?	?
Milan Naumović	(1883— ?)	1901—1905.	Frajberg
Julije Draškoci	(1884—1940)	1902—1906.	Leoben
Dragomir Popović	(? ?)	? ?	Petrograd
Milorad Lazarević	(1886—1956)	1905—1911.	Leoben, Beč
Ljubiša Pavlović	(1886—1917)	? 1910.	Lijež
Gavra Đurković	(1887—1933)	1907—1913.	Mons, Jekaterinoslav
Milutin Gojković	(1888)	1908—1913.	Frajberg
Ivan Veljković	(1888)	1908—1912.	Pšibram
Leon Lebl	(1888)	1907—1913.	Mons
Milan Vulović	(1889—1918)	1908—1912.	Pšibram

o očevom trošku i u prvom semestru upisao je kao predmete teoretsku i praktičnu hemiju, topioništvo, „probanje na suvom putu” i rad sa duvaljkom. U isto vreme privatno je slušao „predavanja o građenju topioničkih furuna i o ustrojstvu topionica”. Rudarstvo je želeo da studira i Jovan Jakovljević, ali je umro na studijama.

Kada je bilo reči o školovanju prvih pitomaca u Šemnicu*) videlo se, kako je ovom prilikom napravljen nesretan izbor. Za rudarske studije odabrani su mladići sa najslabijim obrazovanjem, a koji nisu ni želeli da studiraju rudarstvo. Jedan od pitomaca se čak energično opirao i otkazao izbor. Školska sprema ovih prvih pitomaca bila je ne-

*) V. Sanić: Iz skorašnje prošlosti rudarstva u Srbiji. — Beograd, 1960.

zavidna. Samo je S. Pavlović završio gimnaziju; V. Božić je pored osnovne škole učio i neku vojnu školu u Karansebešu.

Kasnije, pitomci iz Srbije bili su znatno bolje obrazovani. Jevrem Gudović i Manojlo Marić, pre nego što su poslani na rudarske studije, završili su licej u Beogradu. Lj. Klerić je proveo na tehničko obrazovanje na Velikoj školi u Beogradu, iako mu je bilo tek 17 godina.

Docnije, postavljani su sve veći zahtevi. U 1872. godini tražilo se od rudarskih pitomaca, pre nego što pođu na studije, da su završili „tehničko odeljenje u našoj Velikoj školi s vrlo dobrim napredkom”. Censur je još oštriji 1880. godine. Pitomci za rudarstvo morali su završiti tehnički ili filozofski fa-

kultet sa odličnim ili vrlo dobrim uspehom, a pri tom znati francuski ili nemački jezik. No prilikom njihovog izbora nije se uvek držalo strogih propisa. Gikić, Mišković, Novaković i Stepanović otputovali su na rudarske studije kao studenti, Milojković i Simeonović kao inženjeri a Blagojević i Ilić kao svršeni filozofi. Početkom ovoga veka i kasnije, na rudarske studije odlazilo se, kao i sada, posle ispita zrelosti.

Rudarska akademija u Šemnicu — obrazovala je rudare, naše i strane, koji su prve decenije rudarskoga rada (1848—1858) pokušali da obnove rudarstvo u Srbiji. Na ovoj školi obrazovao se i pionir našeg rudarstva Feliks Hofman.

Akademija u Šemnicu osnovana je 1770. godine, samo četiri godine posle akademije u Frajbergu. Kao i njena prethodnica u Frajbergu, akademija u Šemnicu stvorena je na rudarskom tlu, u šemničko-kremničkim planinama, nekada bogatim rudama plemenitih metala, zlata i srebra. Četrdesetih godina prošloga veka, kad su prvi pitomci iz Srbije prispeli u Šemnic, (slovački se zove Banská Štavnica a mađarski Selmec és Belabánya), on je još bio središte velike rudarske oblasti (Schemnitzer Berggerichts Distrikt) koja je zahvatala predeo uključujući zapadnu Slovačku pa do Dalmacije odnosno Bosne. Šemničkom distriktu pripadale su u to vreme Hrvatska i Slavonija sa njihovom vojnom granicom. U to vreme u Šemnicu je bilo i jedno od najvećih državnih rudarskih nadležstava u Mađarskoj — Königliche niederrungarische Oberstkammergrafenamt.

Kad su se prvi naši pitomci upisali na ovu školu (1840) ona je slavila sedamdesetogodišnjicu rada i bila čuvena u svetu po dobru nastavi i solidnoj praksi njenih inženjera. Zvanično se nazivala „Berg und Forstakademie”. Njen direktor Gabor Svaicz (1784—1845) svesrdno se brinuo o prvim našim pitomcima.

Ova akademija je obrazovala samo pet prvih rudarskih inženjera. Naši stipendisti nisu je više posećivali, verovatno zbog toga što je srpska vlada bila nezadovoljna radom prvih pitomaca. Međutim, veze između Šemnice i rudarstva u Srbiji nisu bile prekinute. U šemničkim fabrikama vrše se industrijske probe sa preradom ruda iz rudnika Kučajne. Najveći deo kučajnskih ruda, ukoliko nije

prerađen u zemlji, prodat je državnoj topionici u Šemnicu šezdesetih i sedamdesetih godina prošloga veka. Ova je topionica još 1900. godine preradila blizu 100 tona koncentrata iz rudnika zlata u Glogovici pod Deli Jovanom. Najzad, početkom našeg veka šemnička topionica je kupovala kompleksne rude sa Rudnika i prerađivala ih.

No pored naših rudara u Šemnicu se obrazovao znatan broj inženjera tuđinaca, koji su služili našem rudarstvu. Pri kraju napominjemo, da su dva naša rudara počeli pa napustili studije u Šemnicu.

Lista šemničkih đaka u našem rudarstvu izgleda ovako:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1. Đorđe Branković | 9. Alfons Lučinski |
| 2. Vasilije Božić | 10. Jozef Šefel |
| 3. Stevan Pavlović | 11. Jozef Barton |
| 4. Stevan Đuričić | 12. Sigfrid Cajlinger |
| 5. Mihailo Rašković | 13. Maksimilijan Hantken |
| 6. Jozef Abel | 14. Feliks Hofman |
| 7. Gustav Bem | |
| 8. Norbert Sojka | |

Upisali su se i kratko vreme proveli na studijama Ivan Matić i Jovan Georgijević. Verovatno da ova lista nije potpuna. U Šemnicu je mogao studirati još koji od rudara, što su služili u Majdanpeku od 1848—1858. godine.

Rudarska akademija u Frajbergu. — Kroz nekoliko godina (1966) napuniće se dva veka, kako je osnovana prva visoka tehnička škola na svetu — rudarska akademija u Frajbergu. Ovaj u svetu jedinstveni jubilej koliko je frajberški, toliko je i svečovečanski. Iz Frajberga su prvi put počele sistematski da zrače rudarske i geološke nauke. Ubrzo posle toga osnivaju se novi centri rudarskih nauka i po drugim zemljama.

Rudarska škola u Frajbergu nije nastala kao državna potreba, poput rudarskog instituta u Petrogradu, ili naših rudarskih škola u Ljubljani, Zagrebu i Beogradu. Ona je nikla i ukorenila se na rudonosnom tlu, u rudarskom gradu sa dugom tradicijom. Bogate srebrne rude u Frajbergu otkrivene su 1180/1. godine u korenju stogodišnjih jela, prilikom krčenja iskonske manastirske šume za poljoprivredna zemljišta*) Od pronalaska rude do

*) Na isti način je otkrivena olovna ruda u selu Kostajniku, blizu Zajače, krajem prošlog veka.

otvaranja akademije proteklo je nepunih šest stoleća. Za ovo vreme gomilala su se iskustva mnogobrojnih rudarskih pokolenja, dok se najzad, u pogodnom trenutku, nisu ova-plotila u najvišoj rudarskoj školi.

Prvobitno naselje zemljodelaca i rudara, stvoreno na mestu današnjeg Frajberga, zvalo se Sächtenstadt. Ono je zahvaljujući nalasku ruda tako brzo napredovalo, da je 1225. godine imalo pet parohijskih crkava i bolnicu. Ubrzo se novo naselje nazvalo Frajberg, jer se izgradilo na „slobodnom brdu“, mestu gde je svako mogao vaditi i prerađivati rude, ako je platio „regal“ i zemljište vlasniku. U 13. veku rudarski Frajberg doživljuje prvi period procvata: 1250. godine podignuta je kovnica novca a 1255. godine osnovana je neka vrsta rudarskog suda. Krajem veka 1294. godine propisana su i prva rudarska prava. Do sredine 16. veka Frajberg je najveći i najnaseljeniji grad u Saksioniji, značajniji od Lajpciga i Drezdena.

Drugi period cvetanja rudarstva pada u 16. vek. Grad je tada imao 13—14.000 stanovnika i bio skoro iste veličine kao Lajpcig; 1515. godine otvorena je u njemu gimnazija. Kao što je turska najezda opustošila rudarstvo u Srbiji, tako su tridesetogodišnji, sedmogodišnji i Napoleonovi ratovi unazadili rudarstvo Frajberga.

Treći uspon Frajberga nastupio je posle osnivanja rudarske akademije, krajem 18. veka. Začetak akademije nazirao se u ustanovi, obrazovanoj još 1702. godine, u kojoj je Fridrih Henkel osnovao laboratoriju za metaluršku hemiju i mineralogiju. Ovu su ustanovu posećivali i stranci. Najzad je pala odluka, da se osnuje rudarska akademija; u proleće 1766. godine otvorena su, prvi put u istoriji, vrata rudarske i geološke nauke mladim naraštajima. Prvih 5 godina akademiju posećuju samo Nemci. Godine 1771. nalazimo u njoj jednog Holandanina a 1772. godine upisuju se po jedan Rus i Španac. Prvu stogodišnjicu akademija je proslavila kao rudarska škola mnogih naroda. U 1865. godini upisano je na nju 17 Nemaca, 7 ostalih Evropljana i 27 studenata iz drugih delova sveta. Jubilarna knjiga, izdata o proslavi stogodišnjice rada u akademiji, zabeležila je između ostalih studenata i četvoricu iz Srbije. Do 1935. godine od 7000 upisanih studenata, 22 su bila iz Jugoslavije.

Na prekretnici 18/19. veka frajberška rudarska akademija je jedan od centara prirodnih nauka u svetu. Svetsku slavu stekao je njen profesor mineralogije i geologije Verner, čiju je katedru nasledio ne manje zaslužni Brajthaupt. Najslavniji dak rudarske akademije u Frajbergu je nesumnjivo Aleksandar Humbolt, Vernerov učenik, zatim Leopold Buch i drugi.

Tridesetih godina prošloga veka rudarska slava Frajberga i njegove škole nije bila nepoznata ni u maloj, vazalnoj Srbiji. Pre nego što je napravio prvi korak u rudarstvu, knez Miloš je potražio saveta od barona Herdera vrhovnog rudarskog glavara u Frajbergu. Od tada je počela nova era u rudarstvu Srbije. Herder je putovao po zemlji i predložio koje rudnike i gde treba otvoriti. Ali od svega ovoga važnije je, što je Herder ubedio kneza Miloša, da pošalje nekoliko mladića iz Srbije na rudarsku akademiju u Frajberg. Knez Miloš je nameravao da još s jeseni 1837. godine otpravi prvu grupu đaka iz Srbije na rudarske studije. Bilo je odabrano 25 mladića iz cele zemlje. Bolest a uskoro i smrt Herderova omeli su školovanje prvih pitomaca u Frajbergu. Kad su 1839. godine prvi đaci iz Srbije poslali u inostranstvo, namesništvo, rukovođeno isključivo štednjom, poslalo je rudarske potomce u Šemnic mesto u Frajberg.

Teške prilike u državnom životu zemlje predodredile su prvu četvoricu naših rudara, šemničkih đaka (Brankovića, Božića, Pavlovića i Đuričića) da provedu šturo i bezbojno radni život u rudarstvu Srbije i ostave iza sebe nepovoljno sećanje o valjanosti domaćih stručnjaka u rudarstvu. Nezadovoljna radom prvih naših rudara srpska vlada čitavu deceniju i po nije slala pitomce na rudarske studije. Tek kad je poslovanje stranaca u Majdanpeku postalo apsurdno, sve moćni u rudarstvu Jovan Gavrilović rešio se, da uputi na studije nove pitomce. Da se ne bi ponovile greške, učinjene prema prvim pitomcima, on će 1855. godine lično odvesti u Frajberg na studije Gudovića i Jakovljevića i isposlovati im velike stipendije (675 talira godišnje; šemnički pitomci primali su za prvu godinu samo po 150 talira). Kako je Jakovljević nakon godinu dana umro, Gudović je ostao sam na studijama i završio ih, a država nije uzimala nove stipendiste za rudarstvo. Uje-



Sl. 1 — Naš pitomac u Frajbergu Dragoljub Simeonović (1890—1895).

sen 1862. godine izabran je za stipendistu Manojlo Marić, 1865. Ljubomir Klerić, a 1867. godine na rudarske studije u Frajbergu upisao se i Svetozar Mašin.

Ova četvorka predstavljala je kasnije rudarsku elitu Srbije. Sva četvorica su otišla na studije kao svršeni licejci ili tehničari i svi su bili odlični đaci. Sva četvorica su studirala ozbiljno i na taj način stekli ugled kod ministarstva finansija u Beogradu, pa im je ovo omogućavalo, da po svome nahodjenju menjaju mesta studija. Jedini je Gudo vić ostao do kraja u Frajbergu, dok su ostala trojica učili u Frajbergu dokle su želeli, a zatim slušali razne predmete na rudarskim školama ili univerzitetima u Parizu, Cirihu, Berlinu. Klerić se na studijama istakao kao pronalazač. Kao student pisao je po stručnim časopisima.

Po povratku sa studija Klerić je ubrzo postao profesor Velike škole, zatim član SAN, ministar prosvete i narodne privrede i najzad državni savetnik. Manojlo Marić je relativno mlad postao ministar (u 35 godini) i do kraja života ostao ministar na raspoloženju. Gudo vić je bio više puta ministar. Mašin je umro mlad (u 36 godini) i nije stigao, ili možda nije ni želeo, da se afirmiše na drugom mestu do u prak-

tičnom rudarstvu, u kome je proveo ceo svoj radni život

I ostali frajberški đaci isticali su se u rudarstvu Srbije bilo kao inženjeri praktičari ili rukovodioci. Mišu Mihailovića su savremenici smatrali izvanrednim stručnjakom, a od strane vlade poveravani su mu veoma odgovorni zadaci. Svetozar Gikić se istakao ne samo kao rudarski inženjer već i kao projektant i graditelj železničkih pruga. Simeonović i Gojković cenjeni su i kao stručnjaci i kao rukovodioci.

Sa frajberške škole je i znatan broj inostranih stručnjaka, koji su duže ili kraće vreme saradivali na podizanju rudarstva u Srbiji ili su zaslužni za poznavanje naših rudišta.

— Avgust Brajthaupt, profesor rudarske akademije u Frajbergu, putovao po istočnoj Srbiji 1856. godine i objavio značajne radove.

— Herman Brajthaupt, njegov sin, bio je načelnik rudarskog odeljenja u Beogradu (1856—1858).

— Gustav Bem bio je 1848. godine prvi načelnik rudarskog odeljenja u Beogradu.

— Vilhelm Fuks, načelnik rudarskog odeljenja od 1851—1853. godine.

— Bernard Kota, profesor rudarske akademije u Frajbergu. Putovao po seve-



Sl. 2 — Rudarski pitomac akademije u Klaustalu Vladimir Mišković (1891—1894).

roistočnoj Srbiji 1863. godine i pisao o rudištima toga kraja.

— Rihard Bek, profesor rudarske akademije u Frajbergu. Pisao 1900. i 1901. godine o našim antimonskim i bakarnim rudištima.

— Rafael Hofman. Bio je na Avali 1886. godine a na Novom Brdu 1893. godine. Jedno vreme rukovodio je i rudnikom u Alšaru.

— Oskar Bilharc, kao ekspert boravio je u Srbiji 1898. godine.

— Ernest Pertiš, služio je negde u Srbiji pre 1866. godine, verovatno kod Francuza u Majdanpeku ili kod nekog privatnog društva.

— Baron Herder, vrhovni rudarski glavar iz Frajberga sa svojom pratnjom, putovao je po Srbiji 1835. godine po traženju kneza Miloša.

Rudarska akademija u Klaustalu. — Mali rudarski grad u Harcu sa starim rudnicima srebra (otvorenim u 12. veku) i rudarskom akademijom, osnovanom 1775. godine, primio je i nekolicinu srpskih rudara. Klaustalsku rudarsku akademiju posećuju dosta rano đaci iz Srbije: u 1873. godini upisala su se dva pitomca, Svetozar Gikić (pod br. 1141) i Milan Radovanović (br. 1150). Nijedan, međutim, ni-

je ovde dovršio školu. Radovanović se za vreme srpsko-turskog rata 1876. godine vratio u zemlju kao vojni obveznik. Posle toga nije nastavio studije. Gikić je ostao u Klaustalu kratko vreme pa je prešao u Frajberg. U godini 1891. na ovu akademiju su se upisala još dva pitomca: Vladimir Mišković (br. 1766) i Sava Novaković (br. 1769). Za razliku od prve dvojice ovi su završili obrazovanje u Klaustalu. Kasnije su u Srbiji zauzimali odgovorna mesta u rudarstvu. Novaković je duže vreme rukovodio senjskim ugljenokopom i unapredio ga. Mišković je rukovodio rudarstvom Jugoslavije. Na rudarskoj akademiji u Klaustalu studirao je 1892. godine Mihailo Jotić iz Svilajнца, ali je nije završio. Klaustalski đak je i Albert Geting, Nemač, koji je radio kao inženjer na Vrškoj Čuki i Kopaoniku osamdesetih godina prošloga veka.

Rudarska akademija u Leobenu. — U ovom starom štajerskom gradu, čija okolina obiluje rudnicima gvožđa, aktivnim još od 12. veka, otvorena je 1849. godine rudarska akademija. Upravo u Leoben je ove godine premeštena rudarska škola iz Forderberga, osnovana 1840. godine. U rudarskoj akademiji u Leobenu obrazovali su se devedesetih godina prošloga veka Mihailo Blagojević i Petar Ilić, poznati rudarski inženjeri. Prve decenije našega veka leobensku rudarsku akademiju završili su Julije Draškoci, Vladislav Matějka i Milorad Lazarević. Sa Blagojevićem i Ilićem upisao se i Gavriilo Blaznavac. Ovde je proveo od 1889—1892. godine a zatim prešao u Pšibram. Školu nije završio. Na leobenskoj akademiji školovao se dve god. (1892/3—1894/5) Živojin Dimitrijević iz Kragujevca. Godine 1892/3. na akademiju je upisan i Jovan Jovanović. Poslednja trojica nisu završili rudarske studije. Među leobenskim đacima počasnno mesto zauzima Milorad Lazarević, pisac izvanredno uspešnih studija o borskom rudištu.

Rudarska akademija u Pšibramu. — Pšibram je stari rudarski grad sa kraja 15. ili početka 16. veka. Rudarska akademija otvorena je, međutim, tek 1849. godine. Na nju se odmah upisao Mihailo Rašković, pošto je zbog revolucionarnih događaja od 1848. godine zatvorena akade-



Sl. 3 — Rudarski pitomci akademije u Leobenu Petar Ilić (sedi) i Mihailo Blagojević.

mija u Šemnicu. Nepoznato je koliko je ostao u ovoj školi. U 1890/91. godini na pšibramsku akademiju upisao se je Raja Antoničević iz Beograda. Ovo se ime kasnije ne pominje u rudarstvu Srbije. Naredne 1891/92. godine na akademiju se upisuje Dragutin Stepanović. Diplomirao je 1894/95. god. U 1908. godini na akademiju su se upisali Ivan Veljković i Milan Vulović-Donović. Završili su studije uoči Balkanskog rata. Potpunosti radi po-

razovao Ljubomir Klerić. Upravo, on je ovde specijalizirao. Svetožar Mašin počeo je rudarske studije u Frajbergu a završio ih u Berlinu. Berlinski dak je od početka do kraja Jovan Milojković (1880—1885). Odavde je poneo diplomu rudarsko-topioničkog inženjera. Miša Mihailović počeo je da studira rudarske nauke u Berlinu, ali je ubrzo prešao u Frajberg. Pariz. — Jedan od najstarijih naših rudara, Đorđe Branković, posle za-



Sl. 4 — Rudarski pitomci iz Pšibrama (1908—1912) s leva na desno sede: Ivan Veljković i Milan Vuković, stoje: Milivoje Jevtić iz Tuzle, Bogdan Pavlović iz Srema i Miletić iz Bosne.

menimo i Ladislava Cimerhakla, rudarskog inženjera iz Kostolca, koji se školovao u Pšibramu pre 1899. godine. Na rudarskoj akademiji u Pšibramu bio je profesor Karl Hejrovski. On je putovao po Srbiji 1847. godine i izradio predlog, po kome je organizovano rudarstvo u Srbiji i otvoreni rudnici 1848. godine.

Berlin. — Na univerzitetu ili nekoj visokoj tehničkoj školi u Berlinu prvi se ob-

vršenih studija u Šemnicu, tražio je od nadležnih dozvolu, da rudarske studije proširi u Parizu. Što nije odobreno Brankoviću 1844. godine dozvoljeno je Manojlu Mariću dve decenije doznije. Marić je iz Frajberga prešao u Pariz i tamo slušao neke predmete, koji su po njegovom mišljenju bolje predavani u Parizu nego Frajbergu. Početkom šesetih godina prošloga veka u Parizu je završio rudarske nauke neki državni pitomac,

čije nam je ime nepoznato, kao i njegova delatnost u rudarstvu. O tome je ministar finansija Kosta Cukić izjavio pred narodnom skupštinom 1864. godine:

„Pitomci rudarski, koji su u stranim zemljama bili i to: jedan u Frajbergu u Saksoniji, drugi u Parizu, povratili su se u 1862. godini, pošto su propisane nauke svršili”.

Ne zna se ni ko je svršio rudarske nauke u Frajbergu 1862. godine. Što se tiče Frajberga to će biti neka zabuna. Kazivanje se verovatno odnosi na Jevrema Gudovića, koji se vratio u zemlju iz Frajberga 1860. godine. Što se tiče pariskog pitomca verovatno se radilo o nekom oficiru koji je u Parizu studirao metalurgiju, pa se posle uposlio u kragujevačkoj topolivnici. Rudarstvom se nikada nije bavio.

Petrograd. — U visokoj rudarskoj školi, osnovanoj krajem 18. veka, studirao je prvi naš rudarski pitomac sin Vuka Karadžića Sava. Na studijama je i umro. Početkom našeg veka ovde je završio studije Dragomir Popović. U Jekaterinoslavu je jedno vreme studirao Gavra Đurković.

Lijež. — Još sedamdesetih godina prošloga veka Svetozar Gikić je izučavao rudarstvo na univerzitetu ovoga grada; kasnije je prešao u Frajberg. U Liježu je 1910. godine završio rudarske nauke Ljubiša Pavlović.

Mons. — U ovom belgijskom gradu, uoči Prvog svetskog rata završili su na politehnici rudarske studije Gavra Đurković i Leon Lebl.

U državnoj službi i životu

Kad su se prvi naši rudarski inženjeri krajem 1844. godine vratili sa studija u domovinu, u Srbiji nije bilo nikakve mogućnosti da se stručno zaposle. Nije bilo rudarskih preduzeća niti ma kakve rudarske delatnosti, do primitivnog kopanja i prerade olovne rude u Podrinju, što su obavljali meštani. Ministarstvo finansija, nadležno u to vreme za rudarstvo u Srbiji, uputilo je svršene pitomce u svoje odeljenje trgovine, čiji je načelnik bio Jovan Gavrilović. A ovaj je prve rudarske inženjere u Srbiji zapošlio vođenjem delovodnog protokola i archive. Dobili su čak i zvanja prema poslu, koji su radili (arhivari, registratori, protokoliste,

kanceliste). A baš u to vreme, kad su prvi tehnički visoko obrazovani mladići dobili poменuta zvanja i poslove, u Srbiji je bilo nepismenih ne samo sreskih načelnika, već i upravnika carinarnica. Evo šta o tome piše Jovan Gavrilović:

„Dosadašnji običaj ljude za otečestvo zaslužne službama obdarivati, koliko je lepo i spravljivo, toliko, što se struke pismo-računovodne tiče, obščoj polzi vreda i štete prinosi. Niti će se u otečestvu našem moći računovodstvo u bolje, nego je sada stanje, dovesti, dokle god se sposobni ljudi za tu struku nameštali i upotrebljavali ne budu. Popečitelstvo se Finansije time teši, što ima uverenje od Svetlejšeg Knjaza — K. No. 246—1843 da ćeju se više nepismeni dumrukđžije za Načalnike Srezke proizvesti, kao što je jedan od njih već, Višnjčki, proizveden; i tako ćeju odsad samo se ljudi pismeni upotrebljavati u poslove, gdi pisati i računati znati, neobhodimo je nužno”. (DA. Sovet 1844, br. 523).

Isti ovaj Gavrilović je, međutim, ljude sa visokim tehničkim obrazovanjem posadio za delovodni protokol ili im dao da sređuju stara, ili tekuća akta u ministarstvu finansija. A potom je optuživao jednog od inženjera da je „neohotno” obavljao poslove arhivara. Kako su prošli u državnoj službi šemnički daci govoreno je na drugome mestu. Na kraju im je Gavrilović napravio još jednu pakost, kojom ih je dotukao. Pošto je i sam video, rukovodeći nekoliko meseci Majdanpekom, u kakvu je bedu uvalio srpske finansije, poveravajući strancima celokupno rudarstvo u zemlji, on je na kraju, da bi opravdao sebe i strance, koje je sam favorizirao, doveo na čelo rudarstva u Srbiji trojicu prvih naših rudara. Brankovića, koga lično nije trepeo, sa dužnosti upravnika ekonomije u Majdanpeku, postavio je za privremenog sekretara rudarskog odeljenja. Kako u to vreme nije bilo načelnika, Branković je bio odgovoran za rad rudarskog odeljenja odnosno rudarstva u Srbiji. Stevanu Pavloviću poverio je upravu Majdanpeka, preduzeća pred slomom, iako je Pavlovića do tada držao samo na administrativnim poslovima. Vasilija Božića je postavio za upravnika rudarskih pogona u Majdanpeku, iako je i o njemu imao rdavo mišljenje kao inženjeru. Ova trojica su za privremena zvanja i male plate primili na svoja pleća sve grehe Jovana Gavrilovića u našem rudarstvu, a ovi nisu bili mali. Kad je nastupio slom, onda su bili krivi srpski rudarski stručnjaci, koje je Jovan Gavrilović vezanih očiju ubacio u brod

koji tone. To je kasnije dalo povoda Kanicu, da se baci blatom na „von Bergakademie unwissend heimgekehrte inländischen Fachmänner“; a ovi su u neuspehu rudarstva Srbije bili bez ikakve krivice.

Šemnički đaci Branković, Božić i Pavlović nisu imali šta da pokvare na novim dužnostima. Kad su došli na čelo rudarstva sve je već bilo izgubljeno. Ali je blagodareći smišljenom potezu Gavrilovića stvoreno u javnosti mišljenje o nesposobnosti naših prvih rudarskih inženjera. Ono se prenosilo i dalje, na kasnije rudarske generacije. Zbog neuspeha u Majdanpeku piše Feliks Hofman 1892. godine „kod sviju vlada u Srbiji posta mnjenje, da domaći rudari i topioničari nisu u stanju, da rukovode nikakav veći rudnik“ (God. rud. odelj. I, str. 26). Ovo mišljenje je neopravdano stvorio i podržavao Jovan Gavrilović.

Nisu mnogo bolje prolazile u rudarstvu ni kasnije generacije obrazovanih rudara. Mladi inženjeri su i dalje počinjali službu sa zvanjima tuđim rudarstvu. Kad se Jevrem Gudović vratio sa studija 1860. godine nije imao gde da se zaposli kao stručnjak. Majdanpek je bio u rukama stranaca, a on kao državni pitomac nije se mogao tamo uposliti. I zbog toga je kneževim ukazom postavljen za privremenog arhivara u ministarstvu finansija. Gudović će zatim do kraja službovanja raditi kao administrator. Daroviti inženjer Svetozar Mašin, posle nekoliko godina veoma uspele inženjerske prakse, postao je „vanredni sekretar V klase“ u ministarstvu finansija, a uz to je vršio dužnost IV računospitača. Osamdesetih godina prošloga veka Svetozar Gikić počeo je službu kao vanredni pisar IV klase u železničkoj inspekciji. Devedesetih godina D. Stepanović je postavljen za pisara, a vršio je dužnosti blagajnika iako je bio rudarski inženjer. Birokratski poredak je gušio i mrcvario ljude. Ljubomir Klerić se vratio sa studija i doneo je nacrt bušalice, koju je sam konstruisao. On je želeo da naše terene istražuje bušenjem. U ministarstvu finansija rekli su mu da je u Srbiji nepotreban kao inženjer. Klerić onda sa svojim nacrtom bušalice odlazi u Nemačku, tamo je konstruiše i privatno buši some terene. A baš u to vreme neki pruski stručnjak preporučivao je srpskoj vladi da vrši bušenja zbog sonih naslaga u valjevskom kraju. Feliks

Hofman, dok je bio u državnoj službi, bio je jedanput čak i mlinar.

U ovakvim prilikama našim obrazovanim rudarima zaista je bilo teško, da ispolje svoje sposobnosti bilo kao tehničari ili rukovodioci rudarskih preduzeća. Utoliko teže što je većini izučavanje rudarskih nauka bilo nametnuto odozgo. Pa ipak, neki od njih su imali uspeha. Rudari su postali članovi srpskog učenog društva, srpske akademije nauka, profesori liceja i Velike škole, ministri i visoki državni funkcioneri. Oni su projektovali i bez ičije pomoći sa strane izgradili podrinske rudnike, trasirali i gradili željeznice, sklapali u ime srpske vlade međunarodne ugovore. Gde god im se pružila prilika, ispoljili su svoje sposobnosti, koje su u nekim slučajevima izlazile iz nacionalnih okvira.

Kao dobri Srbi onoga vremena, rudari su živo učestvovali u političkom životu zemlje, čak na štetu rudarstva. Najistaknutiji među njima odali su se politici: Jevrem Gudović je pripadao grupi liberala od 1858. godine. Manojlo Marić i Ljubomir Klerić bili su konzervativci a Svetozar Mašin novi liberal. Mlađe generacije su radikalske (Milojković, Ilić, Blagojević, Antula, Mišković). Kao politički ljudi, a reč je u prvom redu o rudarima ministrima Mariću, Gudoviću i Kleriću, nisu stekli ni slave, ni ugleda, čak ni novaca. Darovitome Kleriću savremenici su teško zamerali što je napustio nauku i odao se politici pa je „kao političar bacio u zasenak svoju prošlost. On je sa katedre Velike Škole, sa mesta odakle bi bio od koristi, otišao na jedno besplodno polje, koje mu je najmanje časti donelo“. Klerić je, kako je rekao Bogdan Gavrilović, bio „žrtva jednog rovitog i političkim strastima tada skroz zaraženog društva“. To isto vredi za Gudovića i Marića. Mlađe rudarske generacije nisu imale politički istaknutih ljudi. Ali je i među njima mali broj onih, koji iz političkih razloga, prilikom promene režima, nisu bili pre vremena penzionisani.

U privatnom životu naši su rudari bili skromni, obični ljudi onoga vremena, čak i kad su postigli najviša naučna, stručna ili politička zvanja. Služeći u rudarstvu nijedan se nije obogatio, makar da su neki preko dnevne štampe summjčeni u nepravilnom

davanju rudarskih povlastica. Najzad, istini za ljubav, naši su rudari, kao i sva njihova ostala braća na ovome svetu, voleli ko kapljicu, ko keca. Čak i oni najugledniji.

U ratovima koje je Srbija tako često vodila, rudari su rešavali odgovorne i složene zadatke. Od njih su za vreme ratova tražene svakojake usluge, nekada i takve, koje nisu imale nikakve veze sa stručnim obrazovanjem.

Veteran rudara ratnika je Đorđe Branković, veteran našega rudarstva uopšte. Za vreme mađarske bune on najpre u Srbiji organizuje proizvodnju olova, a za-

turske lade. Na Deligradu miniranjem osiguravaju šanac srpske vojske. Obojica su, za uspehe postignute u ratu, odlikovani medaljama i ordenima. Kad je sprskoj vojsci zapretila nestašica olova rudari su brzo i uspešno organizovali proizvodnju. Manojlo Marić je u selu Postenju otvorio sa meštanima, vojnim obveznicima, stara rudišta olova. U 1877. godini proizvodio je dnevno toliko rude, da se iz nje moglo istopiti 300 kg olova. U to vreme država je vadila olovnu rudu na Jagodnji, a pretapala je zajedno sa postenjskom u Krupnju. Dovrtljivi Feliks Hofman izgrađuje, u beogradskom gradu, pe-

Godišnje plate rudarskog osoblja predviđene budžetom od 1883—1900. god. izgledale su ovako:

	1883.	1889.	1890.	1891.	1892.	1894.	1896.	1899.	1900.
Rudarsko odeljenje									
Načelnik	6062	7072	—	7072	5052	—	—	5052	—
Sekretari	4041	4715	2526	2778	—	3283	—	3789	6567
Hemičari	—	—	6000	3283	—	5889	6815	—	3789
Inženjeri	3563	4715	8041	1742	—	7325	7072	9851	—
Geolog	—	—	—	2778	—	2526	2778	2525	—
Knjigovođa	—	—	—	3283	—	—	—	—	—
Crtač	—	—	2020	2526	—	2343	1410	—	—
Pisari	—	—	2020	1515	—	—	—	3283	—
Senjski ugljenokop									
Upravnik	—	—	4546	5506	—	—	—	—	—
Inženjer	—	—	—	—	—	—	3006	—	—
Blagajnik	—	—	2526	2726	2526	—	—	—	—
Pisar	—	—	1010	—	1515	1010	1515	—	—
Nadzornici	1768	2062	2020	3246	2246	6526	—	—	—
Podrinjski rudnici									
Upravnik	3536	—	—	5560	—	4546	4041	5241	—
Pomoćnik	1515	1768	2526	4041	—	—	—	—	—
Inženjeri	—	—	—	—	—	5052	6012	3378	3126
Blagajnik	—	—	—	2726	—	2526	—	—	—
Pisar	—	—	2020	1010	—	—	—	—	—
Nadzornici	909	1400	3220	4320	—	2040	—	—	—
Majdanpek									
Upravnik	4546	—	4546	—	—	—	—	—	—
Pisar	1768	2357	2020	—	—	—	—	—	—

tim po pozivu karlovačkog odbora prelazi u Srem, a odatle odlazi za Ruskberg u Banatu, gde je „tanad za topove i karteče lijući svagda verno, ohotno i tačno službu svoju odpravljao”. Za vreme Krimskog rata (1854. godine) Branković je negde između Kosmaja i Ripnja opet organizovao proizvodnju olova.

Za vreme oslobodilačkih ratova 1876—78. godine svi su srpski rudari na vojnim dužnostima, na ratištima ili po rudnicima. Ljubomir Klerić i Sima Lozanić prave i puštaju mine po Dunavu, potapajući

ći i u njima topi olovo. Kao sirovina mu služi gled. Za vreme srpsko-turskog rata Austrija je bila zabranila izvoz olova u Srbiju, ali u zabrani nije pomenuta gled. Hofman je ovo iskoristio i sa banatskih rudnika nabavljao je gled i topio. Pored toga Hofman je sa mladim Radovanovićem, studentom rudarstva, ponovo otvorio senjski ugljenokop, sa rudarima koje je doveo iz svoga rodnog mesta Nove Moldave. Ugljem je snabdevao topolivnicu u Kragujevcu i vojne kovačnice u okolini manastira Ravanice. Jedno vreme Hofman je radio i u nekom vojnom mlinu.

Čim su obustavljena neprijateljstva 1878. godine, ekipa rudara ratnika putuje u oslobođene krajeve i ispituje ih u pogledu rudnoga blaga. U ovoj ekspediciji učestvovali su Hofman, Klerić, Gudović i Mašin. Poslednji se odmah prihvatio da organizuje ratom prekinutu proizvodnju gvožđa u vranjskom kraju.

Za vreme Prvog svetskog rata rudari Srbije služili su na raznovrsnim i veoma odgovornim mestima. Jedna grupa mladića, uoči rata završivši školu, iz klupa je otišla na odsluženje vojnog roka a zatim u rat. Jedni su bili na bojištu, a neki su ostali na ugljenokopima, gde je za vreme rata bilo najteže, jer je zemlji trebalo mnogo uglja. U 1915. godini rudari se povlače sa vojskom, potapajući i rušeći rudnike, transportne i vojne objekte. Jedan od rudara potapa šlepove natovarene kamenom u Đerdapu, da onemogući plovidbu neprijatelju. Uz put, pri povlačenju, neki su rudari organizovali proizvodnju uglja na Kosovu za železnicu koja je od Mitrovice vodila Skoplju i dalje Solunu. Za vreme povlačenja kroz Srbiju i Crnu Goru oni ne zaboravljaju da promatraju geološke prilike i nove pojave ruda u krajevima kroz koje prolaze. Posle ofanzive od 1916. godine na Solunskom frontu, čim je oslobođen krajičak domovine, rudari na njemu otvaraju kop uglja, od preko potrebe vojsci.

Plate rudara u prvo vreme bile su niske. Šemničkim pitomcima početna plata je manja od stipendije. Đorđe Branković je posle 25 godina službe primao 800 talira godišnje.

U 1901. godini pojedinačne godišnje plate iznosile su:

Pisar I klase (prvo zvanje inženjera)	2020 din.
Sekretar I klase rud. odeljenja (obavezno inženjer)	4041 "
Rudarski inženjer II klase rud. odeljenja	3789 "
Rudarski inženjer III klase rud. odeljenja	3283 "
Rudarski inženjer I klase rud. odeljenja	4000 "
Geolog IV klase rud. odeljenja	2778 "
Upravnik III klase podr. rudnika	4041 "
dodatak upravniku	1200 "
Rudarski inženjer V klase podr. rudnika	2526 "
njegov dodatak	600 "

Ove su plate, za razliku od ranijih, bile znatne, tako da su svi rudarski inženjeri, sa službom u rudarskom odeljenju u Beogradu živeli udobno.



Rudarstvo Austrije i karakteristike njegovog razvoja

Dipl. ekonom. Branislav Slavković

Prema objavljenim podacima, ukupna vrednost ostvarene proizvodnje u rudarstvu Austrije u 1962. godini dostigla je iznos od 5,6 milijardi šilinga, što predstavlja oko 3 odsto od vrednosti ukupne nacionalne proizvodnje u toj godini. Po vrednosti ostvarene proizvodnje, vodeće mesto zauzimaju proizvodnja nafte i zemnog gasa i proizvodnja nemetala, zatim proizvodnja uglja i ruda metala, kao što je dato u tablici 1.

Tablica 1
Vrednost ostvarene proizvodnje u rudarstvu Austrije u 1962. godini*)

(u mil. šilinga)		%
Nafta i zemni gas	1930	34,0
Nemetali	1559	27,5
Ugalj	1099	19,5
Rude metala	891	16,0
So i slana voda	175	3,0
Ostalo	2	—
Ukupno:	5656	100,0

Austrija je poznata kao tradicionalni izvoznik nemetala, u prvom redu proizvoda na bazi magnezita. U ukupnom izvozu proizvoda rudarstva u 1962. godini u vrednosti od

*) „Oesterreichisches Montan-Handbuch 1963“, str. 106.

1538,05 miliona šilinga, izvoz magnezita i prepravina od magnezita učestvovao je sa 1255,8 miliona ili oko 81 odsto (tablica 2).

Tablica 2
Vrednost izvoza proizvoda rudarstva u 1962. godini

	Količina u tonama	Vrednost u mil. šilinga
Magnezit i proizvodi od magnezita	50460	1255,84
Razna mineralna ulja	207896	162,08
Talk	55891	38,37
Kaolin	30162	22,96
Grafit	18226	17,68
Antimon	1311	9,31
Gips	41420	4,61
Mrki ugalj	18836	3,61
Ostali minerali	16837	23,59
Ukupno:		1538,95

Ugalj. — Mada po vrednosti ostvarene proizvodnje u rudarstvu zauzimaju po redosledu treće mesto, rudnici uglja po masovnosti produkcije i broju zaposlenog osoblja, sa 5,8 miliona proizvedenih tona i 13311 zaposlenih lica u 29 aktivnih rudnika uglja (prema 31380 ukupno zaposlenih u rudarstvu) predstavljaju najrazvijeniju delatnost u ru-

darstvu Austrije. Upoređenje ove proizvodnje sa ranijim godinama pokazuje da je, posle tendencije smanjenja, ispoljavane stalno u proteklih pet godina (od 1957. godine), u toku 1962. godine u proizvodnji uglja došlo ponovo do porasta (za 0,8 odsto u odnosu na 1961. godinu). Kao uzrok ovome navodi se pojačana potrošnja izazvana dužom zimom.

Rude metala. — Proizvodnja *gvozdene rude* u Austriji, koja je u 1953. godini iznosila 2,75 miliona tona, povećana je u 1962. godini na 3,75 miliona tona, sa sadržajem gvožđa od 1,16 miliona tona i mangana 71213 tona. Odnos jamskog i dnevnog kopa dobivene rude bio je 68,1 odsto iz jamskog prema 31,9 odsto rude dobivene iz dnevnog kopa. Navedenu proizvodnju dala su tri rudnika (dva u Štajerskoj i jedan u Koruškoj), sa ukupno zaposlenih 4495 lica.

Proizvodnja *olovno-cinkane rude*, sa proizvedenih 194.446 tona (sa sadržanom 5981 tonom olova i 8853 tone cinka), zadržala se i u 1962. godini približno na nivou prethodne godine.

U proizvodnji rude *bakra* u postojeća dva rudnika (u Salcburgu i Tirolu) zabeležen je u 1962. godini ponovni porast, posle stalnog opadanja od 1957. godine. Proizvedena količina u 1962. godini iznosila je 142.721 tonu sa sadržajem 2.035 tona bakra, dok je ona u prethodnoj godini bila na nivou od 129.892 tone, sa 1.597 tona bakra.

Nemetali. — U Austriji, koja se ubraja u najveće svetske proizvođače magnezita i predstavlja najvećeg svetskog izvoznika proizvoda na bazi magnezita, proizvodnja *sirovog magnezita* u 1962. godini bila je za 10 odsto niža nego u prethodnoj godini. Ovo je, posle 1957. godine, drugi po redu pad zabeležen u poslednjih deset godina, mada je proizvodnja u ovom razdoblju povećana od 812.812 tona u 1953. godini na 1.607.409 tona u 1962. godini. Sniženje proizvodnje prema prethodnoj godini posledica je oslabljene tražnje magnezitnih proizvoda, što se osetilo naročito u drugom polугоду 1962. godine. Proizvodnja sintermagnezita morala je, stoga, da bude snižena od 542.325 tona u 1961. godini

na 484.171 tonu u 1962. godini. Uzroci ovog zastoja leže u popuštanju konjunktura u crnoj metalurgiji zapadne Evrope i SAD, koja je glavni kupac austrijskih vatrostalnih proizvoda na bazi magnezita.

Proizvodnja *sirovog gipsa*, koja obuhvata 15 rudnika sa ukupno 568 zaposlenih lica, beleži stalni porast, dostigavši u 1961. godini količinu od 476.515 tona, prema 292.982 tone proizvedene u 1953. godini. U 1962. godini proizvodnja je iznosila 491.466 tona sirovog gipsa, tj. za oko 3 odsto više nego u prethodnoj godini. Oko 83 odsto ukupne proizvodnje gipsa potiče iz dnevnih kopova. Izvezeno je 40.569 tona sirovog gipsa.

Veoma brz razvoj, posle stagniranja do 1957. godine, zabeležen je u proizvodnji *grafita*, u kojoj je Austrija zauzela mesto među vodećim zemljama u svetu. U periodu od 1958. godine, kada je iznosila 21.154 tone, ona je povećana do 1962. godine na 89.282 tone tj. za četiri i po puta.

Zanimljivo je da je Austrija i značajan izvoznik grafita, ali skoro isključivo u prerađenom stanju. Tako je u 1962. godini izvezeno svega osam tona sirovog, dok je izvoza grafita za elektrode bio 1.855 tona, a livačkog 16.567 tona, tj. oko 80 odsto od ukupne domaće proizvodnje.

Austrija, takođe, spada među značajna svetske proizvođače *kaolina*. Mada je ukupna proizvodnja kaolinske sirovine u 1962. godini, sa proizvedenih 325.159 tona, bila nešto niža nego u prethodnoj godini (334.496 tona), količina šlemovanog kaolina povećana je od 93.834 na 96.277 tona. Od toga, izvezeno je 36.085 tona.

Nafta. — Austrijska proizvodnja sirove nafte iznosila je u 1962. godini 2.393.688 tona, prema 2.355.865 tona proizvedenih u prethodnoj godini, što predstavlja povećanje od 1,6 odsto.

Prema zajedničkim proračunima i procenama austrijskog Saveznog geološkog zavoda i preduzeća, austrijske rezerve nafte na dan 31. decembra 1962. godine iznosile su ukupno oko 30 miliona tona, od čega na sigurne rezerve otpada 20 miliona tona.

Kongresi i stručna putovanja

IV Međunarodna konferencija po pitanjima mehanizacije zemljanih radova velikog obima, Prag, 1963.

Na ovoj konferenciji, koja je održana od 7. X 1963. do 16. X 1963. godine u Pragu održano je 49 referata o najzanimljivijim problemima i nastojanjima za povećanjem produktivnosti rada, proizvodnje bagera i eksploatacije lignita površinskim putem.

Neki od iznetih referata naročito su interesantni u odnosu na našu problematiku.

Dajemo prikaz tri interesantna referata, održana na konferenciji.

Dr ing. Herting, prof. Rudarskog fakulteta u Frajbergu: Iskustva o načinu rada i celishodnosti primene bagera „Glodara“.

Bager „Glodar“ suočen je sa mnogim veličinama koje utiču na njegov rad, te se usled toga ne mogu lako obuhvatiti optimalne, radne i iskustvene zavisnosti.

Autor u referatu obrađuje proste matematičke zavisnosti za teoretski kapacitet, koeficijent punjenja vedrica, efekat bagera i radni faktor, naročito za faktor srpastog reza i neke zavisnosti pri radu sa glodarom u odnosu na njegovu konstrukciju. Osim toga govori se i o radnim iskustvima.

Teži se ka radu glodara u normalnom bloku pri što većoj zapremini bloka, jer je to najpogodniji način rada glodara. Polazeći od toga, proizlazi potreba konstruktivnih osobina glodara, npr. dužina radne kataranke i teleskopskog radnog točka (Vorschub). Kratak teleskop radne kataranke poskupljuje bager i ograničava njegovu upotrebu, a da bager nije dobio svoje prednosti.

U zavisnosti od toga nastaju teškoće kod rada velikih glodara na krajevima etaža, te se u referatu razmatraju konstruktivne mogućnosti za otklanjanje navedenih teškoća.

Osim toga, u referatu se iznose teškoće utovara u vozove od strane glodara, jer uopšte uzevši to da danas nije do kraja uspešno rešeno. Pomeranje voza pri njegovom punjenju dovodi do nepotpunog punjenja, te se ukazuje potreba za specijalnom konstrukcijom utovarnih levkova. Na kraju daju se tehnički podaci za razne tipove bagera i govori o potrebi gradnje bagera glodara za visinski i dubinski rad.

Prof. dipl. ing. Bar (Bahr), Akademija za rudarstvo, Frajberg: „Faktori koji određuju vek trajanja transportnih gumenih traka“.

Na ekonorničnost transportnih traka utiče znatno vek trajanja. Zadatak pogonskog inženjera i konstruktora transporterera je da vodi računa o čuvanju i nezi traka i konstruisanju transporterera na takav način da traka ne trpi prenaprezanje. Da bi se vek traka doveo do maksimuma treba voditi računa o sledećem:

— Kvalitet trake mora biti besprekoran. Stav trake mora biti podešen prema zahtevima i uslovima pogona (debljina spoljnog gumenog sloja, zaštitni umeci i sl.).

— Prelaz materijala s jedne trake na drugu mora biti tako izveden da su pri prelazu većih komada mali udari (elastično vešanje) i da je dalje, gumeni sloj na nosećoj strani trake otporan prema trenju i abanju.

— Korita i zaptivači između korita i trake ne smeju imati veliko trenje prema traci koje bi dovelo do abanja trake.

— Radi pravolinijskog kretanja trake treba, i kada su poprečne sile male, ugraditi uređaje za usmeravanje, da traka ne bi morala biti pre vremena demontirana usled oštećenja ivica.

— Na transporterima, ukoliko postoji mogućnost da zalutaju komadi od gvožđa, kao šine, cevni filtri i sl., treba ugraditi uređaje za izdvajanje tih komada.

— Brisači koji usled velikog trenja uslovljavaju i jako abanje gumenog sloja, treba da se ukoliko je moguće izbegnu.

— Kod transporterera pod vedrim nebom treba zaštititi bubnjeve i valjke koji dolaze u dodir sa trakom, od smrzavanja, kako traka ne bi na njima skretala.

— Veoma veliki uticaj na vek traka ima prečnik bubnjeva za vraćanje i skretanje trake. Ukoliko se ovi, radi uštede u težini, izvedu sa malim prečnikom, traka lako može biti oštećena usled prenaprezanja.

— Na pogonskom bubnju treba voditi računa da trenje između obloge bubnja i trake bude toliko da traka ne klizi na bubnju. Pogonski bubnjevi treba da imaju odgovarajuću oblogu.

— Od velikog značenja je nega i čuvanje traka, pre svega blagovremena opravka trake u slučaju oštećenja odnosno stručna vulkanizacija.

Delimično je izvršen pokušaj matematičkog iskazivanja. Date su smernice u cilju da se produži vek traka. Referat je upotpunjen serijom slika i filmom.

Prof. ing. V. Limberg, Rudarsko-topioničarski fakultet, Ostrava: „Osnovni problemi automatizacije i telemehanizacije na površinskim kopovima”.

Ocenjujući tehnički i ekonomski nivo određene grane industrije ne sme se ostati samo unutar te grane, već je njen nivo potrebno ocenjivati po nivou postignutom po drugim granama industrije.

Svakom ko prati razvitak nauke u svetu je jasno, koliko duboko su prodrli pravila dinamičkog sistema (kibernetika) u razne grane industrije i kakvi su uspesi postignuti. Dostignuća te nove naučne discipline su toliko izrazita da nijedna oblast ljudske delatnosti ne može biti ravnodušna prema tom toku mišljenja.

Ovlađivanje i upravljanje složenim proizvodnim procesom u celini je automatizacija pojedinih mehaniziranih komponenata procesa. Nema sumnje da je proizvodni proces na savremenim površinskim kopovima visoko mehanizovan.

Kod uprošćenog razmatranja javlja se pretpostavka za postepenu automatizaciju proizvodnog procesa. Ipak, ne treba smatrati da je ovaj problem tako prost, jer je sa stanovišta komplikovanih proizvodnih procesa automatizacija tek onda potrebna, kada su mehanizmi procesa uravnoteženi u svim svojim odnosima, koji određuju njihovu uzajamnost. Odgovoriti na ovo pitanje pozitivno ili negativno može se samo putem analiza koje se završavaju matematičkim izračunavanjem iz proizvodnog procesa.

Pod opisom procesa podrazumeva se takva matematička formulacija koja izražava uzajamnu zavisnost svih ili većinu faktora koji učestvuju u procesu. Drukčije rečeno, podrazumeva se pod opisom procesa algoritmički opis istraživanih procesa.

U referatu su matematičkim putem opisani poslovi bagera s ciljem da se pokaže suština problema i obrati pažnja na put kojim treba ići, ako se želi usavršavanje mehanizacije i pri tom postizanje svrsishodnosti automatizacije, a možda čak i telekomunikacije proizvodnih procesa na površinskim kopovima.

U referatu je izneto nekoliko primera gde su empirijske metode zamenjene matematičkim. U nizu primera autor je sugerirao gde i kako početi u težnji za automatizacijom mašina namenjenih radu na većim površinskim kopovima.

Između ostalog obavljene su i dve stručne ekskurzije — poseta površinskom kopu Jan Švern — Moste u severnočeškom ugljenom basenu i površinskom kopu krečnjaka u Konjeprusima.

U severno-češkom basenu mrkih ugljeva uskoro će početi realizacija projekta velikog površinskog kopa čija moćnost pokrivača iznosi 180—220 m, a moćnost sloja uglja 30—33 m, što daje odnos ugallj—jalovina 1 : 8. Karakteristično je da će na spoljna odlagališta biti deponovano oko 1.500.000.000 m³ jalovine.

Jalovina će se deponovati u jednoj klisuri planinskih masiva Tatre. Transport uglja i jalovine vršiće se transporterima sa gumenom trakom.

Od strane nacionalnih komiteta IV Međunarodne konferencije o mehanizaciji za velike zemljane radove postavljeno je pitanje učlanjenja naše zemlje u ovu međunarodnu organizaciju.

Sve zemlje članice ove konferencije imaju vrlo razvijene površinske kopove i proizvodači su mehanizacije za velike zemljane radove.

Ova konferencija održava se svake druge godine. Sledeća konferencija održaće se u Varšavi 1965. godine.

Dipl. ing. S. Trećaković
Rudarski basen „Kolubara”, Vreoci

XVI savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva, Pariz, 1963.

U vremenu od 3—6. IX 1963. godine održano je u Parizu XVI savetovanje Međunarodne komisije za petrologiju ugljeva. Glavnu tačku dnevnog reda činio je prikaz pojedinih predloga za klasifikaciju mladih ugljeva, sa diskusijom. Na dnevnom redu bili su predlozi nemačkih (Mackowsky, Stach, Jacob), sovjetskih (Timofeev, Bogoljubova), bugarskih (Minčev) i jugoslovenskih stručnjaka (Podgajni). Obzirom na veoma složenu materiju, nije se ni očekivalo prihvatanje nekog predloga u celini. U zaključku se nalazi i zaduženje za jugoslovenskog stručnjaka da detaljnije razradi i ilustruje svoj predlog za sledeće savetovanje.

Na ovom savetovanju prikazano je II izdanje Međunarodnog rečnika za petrologiju ugljeva, koji je štampan na nemačkom, francuskom i engleskom jeziku, dok postoji mogućnost da se u Moskvi pripremi rusko izdanje.

Dr O. Podgajni,
Rudarski institut, Beograd

V Međunarodni kongres za geologiju i stratigrafiju karbona, Pariz, 1963.

Peti Međunarodni kongres za geologiju i stratigrafiju karbona održan je u vremenu od 9—12. IX 1963. godine u Parizu, dok su svi prethodni bili održavani u Herlenu (1927, 1935, 1951. i 1958). Rad kongresa odvijao se je po programu sastavljenom od šest tema i to:

- I — Stratigrafija i paleontologija
- II — Sedimentologija, petrografija i geochemija
- III — Petrologija ugljeva
- IV — Mikroflora paleozoika
- V — Mikrofauna u oblasti radova na stratigrafiji karbona
- VI — Problemi opšte geologije.

Na kongresu je uzelo učešće 290 stručnjaka iz 27 zemalja sa oko 110 referata. Svakako najveći broj referata bio je posvećen stratigrafiji karbona, dok su među ostalima najbrojniji bili referati iz oblasti petrologije ugljeva. Poseban interes pobudili su referati petrološke potkornisije za analize i redakcionog odbora za izdavanje rečnika. Potkornisija za analize vrši unifikaciju postojećih metoda za kvantitativne analize, dok je izveštaj o pojavi drugog izdanja višejezičnog (englesko-francusko-nemačkog, a uskoro i ruskog) petrološkog rečnika vrlo povoljno primljen.

Naša zemlja bila je predstavljena sa pet referata, od kojih su dva dali saradnici Rudarskog instituta — Beograd. Svi referati sa diskusijama i zaključcima biće uskoro objavljeni u posebnom zborniku.

Kongres je održan u prostorijama „Maison de la chimie“, pri čemu se mora posebno pomenuti besprekorna tehnička organizacija kongresa. Posle šest studioznih putovanja po Francuskoj, dana 17. IX izvršeno je svečano zatvaranje kongresa u Grenoblu.

Dr O. Podgajni
Rudarski institut, Beograd

V Međunarodni sastanak Internacionalnog biroa za mehaniku stena u Lajpcigu, 1963. g.

U okviru delatnosti Rudarskog odseka Nemačke akademije nauka u Berlinu, održan je V Međunarodni sastanak Internacionalnog biroa za mehaniku stena u Lajpcigu od 5—9. novembra 1963. godine, na kome su prisustvovali predstavnici 17 zemalja kao saradnici ove naučne ustanove.

Sastanak je otvoren pozdravnim govorom rukovodioca Biroa, prof. dr ing. G. Bilkenrotha, koji je zatim ukratko izložio značaj okvirne teme ovogodišnjeg sastanka: *Čvrstoća stenske mase*. Izveštaj o radu Internacionalnog biroa za mehaniku stena u protekloj 1963. godini podneo je naučni sekretar biroa, dr ing. K. H. Höfer.

Ovom prilikom odana je i pošta zaslužnom saradniku prof. ing. A. D. Panovu, bivšem upravniku Odeljenja za podzemni pritisak i podgrađivanje u Rudarskom institutu „Skočinski“ — Moskva, i jednom od osnivača Internacionalnog biroa za mehaniku stena.

Izveštaji radnih grupa. — Prvo su podneti izveštaji 4 radne grupe Biroa, od kojih je, sa razvojem nauke u ovoj oblasti naučnog rada, četvrta radna grupa osnovana prošle godine.

Rad I radne grupe odnosi se na terminologiju i definicije pojmova iz oblasti mehanike stena u rudarstvu. U skladu sa odlukom donetom na prošlogodišnjem sastanku, rad ove grupe sada se odvija nezavisno u Nemačkoj Demokratskoj Republici (uz aktivnu saradnju sa zapadnonemačkih članova Biroa), SSSR-u, Engle-

skoj i Francuskoj (uz saradnju belgijskih članova Biroa) sa ciljem da se izda Leksikon mehanike stene za potrebe rudarstva na pomenuta glavna četiri evropska jezika. Do sada je na ovome zadataku najviše postignuto u SSSR-u, gde je već potpuno izrađen Međunarodni rečnik rudarske mehanike stena sa oko 2 000 definisanih pojmova, na čijoj izradi su, uglavnom, učestvovali sovjetski saradnici Internacionalnog biroa za mehaniku stena. Nemačka radna grupa ima u obradi preko 2 000 pojmova, francuska grupa podnela je svoj treći spisak stručnih pojmova i definicija, dok kod engleske grupe postoji veći zastoj u radu. S obzirom da je problematika terminologije na ostalim jezicima data dotičnim zemljama, jugoslovenski saradnik Biroa je na sednici nemačke jezične grupe ukratko referisao o započetom radu na terminologiji iz mehanike stena i mehanike tla u Jugoslaviji, a posebno o radu na terminologiji mehanike stena u Rudarskom institutu u Beogradu.

II radna grupa, koja se bavi tehnikom instrumenata za podzemna merenja, saopštila je o upitniku naročito pripremljenom za izradu kataloga mernih instrumenata u rudarstvu, koji je prošle godine upućen svim zainteresovanim ustanovama radi podnošenja podataka o instrumentima kojima se služe.

Rad III radne grupe za obradu laboratorijskih postupaka za ispitivanje čvrstoće stene, obuhvatio je izradu uputstava za određivanje čvrstoće pri rastezanju, a koja su prihvaćena na ovogodišnjem međunarodnom sastanku i preporučena za upotrebu.

Novoosnovana IV radna grupa za analitičku mehaniku stena podnela je izveštaj o započetom radu u ovoj oblasti naučnog rada, koji je u pogledu daljeg razvoja tek samo delimično sagledan.

Referati. — U granicama okvirne teme „Čvrstoća stenske mase“ podneto je 12 referata, koji su zajedno sa 18 već objavljenih studija i anotacija živo diskutovani od prisutnih učesnika sastanka.

U okviru kritičke ocene razlike u uzimanju laboratorijskih uzoraka i stenskih masa na terenu u pogledu čvrstoće ističu se sledeći prilozi:

H. G. Denkhäus, Pretoria, Južna Afrika: „Čvrstoća stenske mase i stenskog uzorka“;

L. Müller, Salzburg, Austrija: „Razlika između tehničkih osobina stene uzorka i stenske mase (sa definicijom osobina stenskih masa)“;

V. Menci — A. Paseka, Brno, CSR: „Dva činioca u pogledu čvrstoće stenskih masa“; i

W. R. Judd, Santa Monica, SAD: „Nekoliko problema iz oblasti mehanike stena u pogledu laboratorijskih rezultata i držanja rudničkih prostorija“.

Problemi laboratorijskog ispitivanja stena i mineralnih sirovina obrađeni su naročito u referatima sledećih učesnika:

M. M. Prokofakov — M. J. Koifman, Moskva, SSSR: „O dejstvu srazmere pri ispitivanju uzorka stena i uglja“;

A. Watzmayer, Freiberg, DDR: „Geomehanički problemi sa strukturno-analitičkog gledišta“;

O. N. Kuznecov, Lenjigrad, SSSR: „Ogledi na modelima u cilju određivanja uticaja raspucanosti stenske mase na držanje stubova pri komornom otkopavanju”; i

K. K. Heyne — K. H. Höfer, Leipzig, DDR: „Ispitivanje uzoraka u obliku kružnih pločica kao racionalna metoda za određivanje čvrstoće pri rastezanju stena”.

U vezi postupaka neposrednog merenja mehaničkih osobina na stenskim masama podneti su prilozii:

L. Goffi, Bergamo, Italija: „Određivanje modula elastičnosti stenske mase merenjem deformacija opterećivanjem u pojedinim tačkama u jednom oglednom potkopu”; i

R. Richter, Miškolc, Mađarska: „O merenju in situ geomehaničkih osobina u prostorijama kružnog preseka”.

Iz podnetih referata i diskusije proizlazi, da je za pravilnu ocenu čvrstoće stenske mase potrebno da se ispitivanja stene vrše kako u laboratoriji na uzorcima i na modelima tako i na licu mesta na terenu. U laboratoriji ispitivanjem uzoraka stena, uglavnom, se utvrđuju fizičko-mehaničke osobine supstance stene i samo delimično njena struktura, dok ispitivanjem na terenu (in situ) utvrđuju se, uglavnom, struktura i drugi podaci koji su od uticaja na čvrstoću stenske mase. Isto tako je konstatovano da su, prema postojećem stanju razvoja u oblasti mehanike stena, mehaničke osobine stenske mase mnogo manje poznate od mehaničkih osobina stene ispitane na uzorku u laboratoriji. Usled toga još se ne raspolaže postupcima pomoću kojih bi se na zadovoljavajući način brojčano iskazale uticajne karakteristike kao što su pukotine, prsline itd. pri ocenjivanju čvrstoće stenske mase. Reološke osobine su isto tako nedovoljno istražene kod stena, jer vreme kao čini-lac ima mnogo veći uticaj na mehaničke osobine stenske mase nego na mehaničke osobine uzorka iste stene. Prema tome, nameće se potreba da se dopune pojedina znanja u oblasti mehanike stena daljim istraživačkim radom, kako u laboratoriji tako u još većoj mери na terenu kao jedini put ispitivanja i predviđanja pojava u okviru ove nauke, koja je tako važna za rudarstvo i srodne grane tehnike.

Plan rada Biroa za 1964. godinu. — Na kraju sastanka je predložen program rada Biroa u narednoj 1964. godini, koji je posle diskusije usvojen po sledećim tačkama.

— Radne grupe. — I radna grupa sastaje se u DDR-u radi daljeg upoređivanja i uskladjivanja pojmova i definicija obrađenih u pojedinim zemljama. Sastanak II radne grupe predviđen je da se održi u Poljskoj u vezi Kataloga opreme za podzemna merenja i opšte problematike iz tehnike mernih instrumenata. Za sastanak III radne grupe predviđena je Bugarska sa zadatkom da se diskutuje o postupku ispitivanja stena na pločastim kružnim uzorcima, o merenjima deformacija i triksijalnim ogledima. IV radna grupa održaće svoj sastanak najverovatnije u SSSR-u, gde će se diskutovati o teoriji pomeranja stenskih masa, o reološkim osobinama stena korišćenjem matematičke statistike, i

o izračunavanju opterećenja rudničke podgrade pri visoko-elastičnom ophođenju stenskih masa.

— Biro. — Nastaviće se obaveštavanje članova Biroa o novostima iz mehanike stena uz pomoć samih članova, koji će slati Birou separate novih radova, i vodiće se evidencija o predstojećim internacionalnim priredbama iz ove oblasti, o čemu će članovi biti obaveštavani.

Poseban zadatak Biroa je rad na organizaciji narednog 6 Međunarodnog sastanka Internacionalnog biroa za mehaniku stena u novembru 1964. godine u Lajpcigu sa okvirnom temom: „Uticaj vremenskog činioca na napone, pomeranje i uslove čvrstoće u stenskoj masi”.

Ekскурzija. — Na kraju međunarodnog sastanka izvedena je stručna ekspurzija u Frajberg radi obilaska Laboratorije za geomehanička ispitivanja Internacionalnog biroa za mehaniku stena i naučno-pedagoških ustanova pri Rudarskoj akademiji u Frajbergu.

Ovom prilikom rektor Rudarske akademije u Frajbergu, prof. dr W r a n a, priredio je svečan prijem za učesnike ovog međunarodnog sastanka, upoznavajući ih ukratko sa istorijom i organizacijom ove stare rudarske škole, koja iduće godine proslavlja 200 godina od svog osnivanja.

Prof. ing. M. Antunović Kobliška
Rudarsko-geološki fakultet
Beograd

**Simpozijum o integraciji u rudarstvu
i metalurgiji, Zagreb, 1963.**

Ovaj Simpozijum organizovala je komisija za produktivnost rada Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije u saradnji sa Savezom rudarskih, geoloških i metalurških inženjera i tehničara SR Hrvatske.

Na Simpozijumu podneto je sedam referata i jedan koreferat i to:

Prof. dr Velimir Milutinović, Beograd: „Opšti aspekti integracije u rudarstvu”.

Dipl. ing. Oskar Hibner, Beograd: „Saradnja i podela rada rudarskih instituta”.

Dorđe Andrejević, Beograd: „Integracija u crnoj metalurgiji”.

Dipl. ing. Oskar Hibner, Beograd: „Integraciona kretanja u industriji uglja SFRJ”.

Dipl. ing. Ljubiša Parađanin, Novi Sad: „Integracija u industriji istraživanja, proizvodnje i prerade nafte i gasa u SFRJ”.

Stevan Majdanac, Beograd: — „Problemi i razvoj integracije u obojenoj metalurgiji”.

Dipl. ekonom. Branislav Slavković, Beograd: — „Integracija kretanja u grani nemetala”.

Dipl. ekonom. A. Petrović, Trepča: — „Problem izjednačavanja nivoa ličnih dohodaka kod preduzeća koja se integrišu”.

U radu savetovanja uzelo je učešće oko 120 učesnika simpozijuma iz rudnika i topionica, poslovnih udruženja, komora, instituta i fakulteta.

Dipl. ing. O. Hibner
Savet za energetiku — grana uglja SPK
Beograd

Prikazi iz literature

Autor: **C. Hoffmann**

Naslov: **Udžbenik iz rudničkih mašina**
(Lehrbuch der Bergwerksmaschinen)
Izdavač: Springer Verlag, Berlin, 1962.

Knjiga je 5. preštampano izdanje ovog poznatog udžbenika, čije je 4. izdanje objavljeno 1958. godine.

Posle uvodnog poglavlja iz oblasti termodinamike, goriva i procesa sagorevanja, izložena su postrojenja za proizvodnju vodene pare, parne mašine i parne turbine, postrojenja za kondenzaciju iskorišćene pare i dr. Motori sa unutrašnjim sagorevanjem obrađeni su znatno kraće. Obrađena su i rudnička izvozna postrojenja, parni i električni vitlovi, klipne, centrifugalne i turbinske pumpe, klipni kompresori i turbokompresori, i pneumatski pogon uopšte.

Posebno poglavlje je posvećeno rudničkim mašinama za rad pod zemljom, obuhvatajući otkopne čekiče, bušaće čekiče i vrtalice, zasekačice, podsekačice i plugove za ugali.

U poslednjem poglavlju su izloženi rudnički transporteri, rudničke lokomotive, mašine utovaračice, pneumatske zasipačice, rashladna postrojenja i ventilatori.

S obzirom da je termodinamici, parnim mašinama i postrojenjima posvećen veći deo ovog udžbenika, rudničke mašine za rad pod zemljom srazmerno su kraće obrađene, i to samo one, koje se proizvode u Zapadnoj Nemačkoj, a kombinovane rudničke mašine za izradu hodnika i za rad na širokom otkopnom čelu uopšte nisu uzete u obzir.

Mada je knjiga prvenstveno pisana kao udžbenik, ona može korisno poslužiti i za inženjere u praksi i posebno za konstruktore opisane rudničke opreme.

M. Antunović Kobliška

Autor: **Tadeusz Kubiczek**

Naslov: **Rudničke mašine (Maszyny gornicze)**
Izdavač: Wydawnictwo gorniczo-hutnicze, Katowice, 1962.

U ovoj knjizi (drugo izdanje) obrađene su savremene rudničke mašine za rad pod zemljom, uglavnom, u rudnicima uglja, pri čemu je delimično obuhvaćena i mehanizovana hidraulička podgrada.

U prvom, uvodnom, delu ukratko je izložen razvoj rudničkih mašina i njihov značaj za mehanizaciju rudarskih radova, data je klasifikacija rudničkih mašina i postrojenja za rad pod zemljom. U ovom delu dat je, takođe, pregled najvažnijih mehaničkih i tehničkih osobina uglja i pratećih stena od uticaja na izbor i rad rudničkih mašina, pri čemu je izložena i poljska tehnička klasifikacija ugljeva.

Drugi deo knjige posvećen je mašinama i uređajima za dobijanje i utovar dobijenog proizvoda. Ovde su obrađeni pneumatski otkopni

čekiči, bušaći čekiči, rotacione bušilice za rupe malog i velikog prečnika, za sekačice i podsekačice, utovaračice za hodnika i za okna, kao i kombinovane rudničke mašine za izradu hodnika i za rad na širokom otkopnom čelu; hidromonitorima za podzemni rad, takođe, je obrađena pažnja.

U trećem delu knjige obrađene su pomoćne mašine i uređaji: rudnički ventilatori, pumpe i kompresori, prevrtači vagoneta, mašine za zaspavanje i za zamuljivanje, kao i u nešto kraćem obimu metalna pokretna podgrada za široko otkopno čelo.

Pored konstruktivnih i računskih podataka u vezi opisanih mašina i uređaja, obrađena je pažnja i njihovom uskladištenju i čuvanju od korozije.

Knjiga je prvenstveno namenjena kao udžbenik i priručnik rudarskim tehničarima, ali može korisno poslužiti i studentima i rudarskim stručnjacima u praksi. Pored toga, opisane mašine i uređaji nisu ograničeni samo na poljske proizvode.

M. Antunović Kobliška

Autor: **Fritz Loos — Helmut Schmidt**

Naslov: **Industrijska televizija (Industrielles Fernsehen)**

Izdavač: VEB Fachverlag, Leipzig, 1962.

Mada ova knjižica, jedna od prvih iz „Politehničke biblioteke“, ima opšti tehnički karakter, primena televizije u savremenom rudarstvu je u njoj tako dobro obrađena da privlači naročitu pažnju.

Posle izlaganja fizičko-tehničkih principa na kojima se zasniva televizija, kao i konstrukcije i vrste televizijskih postrojenja, autori pristupaju izlaganju primene industrijske televizije u rudarstvu, metalurgiji, građevinarstvu, saobraćaju itd.

Posebno u pogledu rudarstva izložena je primena industrijske televizije na površinskim kopovima; pod zemljom pri utovaru u skipove i istovaru iz njih, pri navoženju vagoneta u koševu itd.; u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina i za optičko sondiranje istražnih i eksploatacionih bušotina.

Na kraju, posebno poglavlje je posvećeno planiranju i ekonomici industrijskih televizijskih postrojenja.

M. Antunović Kobliška

Autor: **Man'kovskij I. G.**

Naslov: **Posebni načini izvođenja rudarskih radova (Specijalny sposoby prohodki gornyh vyrabotok)**

Izdavač: Ugletehizdat, Moskva, 1962.

U knjizi srednjeg formata od 43 str. sa 14 poglavlja, 270 crteža, šema, fotosa, dijagrama, tablica i 142 citirana literaturna podatka obrađeno je izvođenje rudarskih radova, obuhvatajući inženjersku i opštu geologiju, otvaranje otkopnog rudnog polja, odvodnjavanje, podzem-

ne vode, probijanje rudničkih okana, cementaciju i učvršćivanje jamskih prostorija kesonske radove i jamsku podgradu uopšte. Knjiga je namenjena inženjerskom i tehničarskom rudarskom kadru.

Pod pojmom posebnog načina izvođenja rudarskih radova podrazumeva se obezbeđenje projektovanih profilnih presecanja nestabilnih stratigrafskih eksploatacionih formacija, naročito u vodonosnim uslovima, čije bi standardno odvodnjavanje bilo neefikasno. Inače u knjizi obrađena tematika nosi obeležje usklađivanja prakse i teorije, oslonjeno na svetsku naučnu literaturu i uspešno primenjene metode jamskog učvršćivanja.

U rudarstvu uglja i ruda decenijama rešavani su problemi izvođenja jamskih eksploatacionih objekata u vodonosnim peščarima, karstnim krečnjacima, peskovito-glinastim i peskovitim formacijama. Ovi problemi naročito pogađaju basene: podmoskovski, donecki, ljovskovoljinski, Dombas, kao i železo-rudnu kursku anomaliju i s. uralska boksitna ležišta, a osim toga i brojna ležišta uglja i ruda u svetu. U toku poslednjih 50 godina ovog stoleća u celom proizvodnom svetu specijalne naučne discipline za eksploataciju mineralnih sirovina bile su angažovane u savlađivanju teških prirodnih uslova kod izrade rudničkih podzemnih objekata u slabo nosećim naslagama, prošireno i na ležišta dijaklaznog i rasednog tipa, što je u knjizi detaljno prikazano.

U I delu inženjerske geologije data je karakteristika vodonosnih i obrušivih naslaga peska, peskovito-glinastih, šljunkovitih i laporastih slojeva. Kod izvođenja njihove drenaže mogu se izazvati poremećaji okolnih stena, pa se prilikom njihovog otvaranja primenjuju metode zamrzavanja, cementacije, kesoniranja, tamponiranja i torikretiranja. Poremećene vodonosne i karstne naslage stabilizuju se tamponiranjem, cementovanjem i zamrzavanjem. Peskovitim i glinastim materijalima odgovara zamrzavanje i kesoniranje. Dat je opis primene ovih metoda u više rudnika.

U II poglavlju date su geo-i hidrogeološke karakteristike ugljenih basena i izvođenje rudničkih objekata (podmoskovska kotlina preko novgorodske, kalinjske, smolenske, kaluške, tulske i rjazanske oblasti) u karbonskim naslagama moćnosti slojeva uglja od 10 do 80 m moćnosti, blagog i strmog zaleganja do dubine 200 m. Pritok vode u nekim rudnicima dostiže do 2000 m³/h, pa se kod njihovog otvaranja primenjuju specijalne metode drenažnog bušenja i cementacije, kao što je slučaj i u ležištima uglja Dnjeprpropetrovska, Staljingradska, Luganska i Rostovska, koja sadrže oko 100 slojeva trijanske i jurske formacije.

U IV poglavlju prikazani su specifično otežani uslovi izrade okna. Kroz pesak i gline, sferično i paralelno vertikalnoj osnovi okna, buši se koncentrični niz bušotina do podinskog krečnjačkog sloja u kome se izgrađuju zbirališta vode i smeštaju pumpe po sukcesivnoj izradi ocednih hodnika na jamskim horizontima. Data je formula za proračun pritoka vode uz elemen-

te: sniženje nivoa vode, rastojanje između bušotina, prečnik ocednih krugova bušenja i pije-zometrični napon vode. Takođe su izloženi primeri izvršenih vodosnizujućih vertikalnih radova na rudnicima Novo-Volinskaja, Mirgalimsk (SSSR) i Saket Sidi Insef (Tunis) u kojima je pritok vode iznosio do 3000 m³/h.

U V poglavlju prikazana je izrada okana po načinima Kinda i Šodrona udarnim bušenjem sa dletima prvo manjeg i zatim većeg dijametra. Ovaj način zbog sporosti bušenja postao je bespredmetan posle uvođenja metode cementacije (u zamenu primenjivanih vodonepropusnih gvozdenih tibinga). Data su i šeme izvođenja bušotina i podgradnih radova za dva načina izrade.

U VI poglavlju navedeni su svi oblici primene metode cementacije. Data je tehnološka šema ubrizgavanja cementnog rastvora, postupci bušenja, ispiranje bušotina i cementovanje preko injektora. Izloženi su geološki uslovi za primenu cementacije i okarakterisana rasprostranjenja cementa u rastresitim, šupljikavim i monolitnim stenama. Detaljno su prikazani cementacioni uređaji po konstrukcijama i kapacitetima. Posebno dat je pregled tamponažnih cementnih kompozitnih materijala i izložena tehnička svojstva tekućih rastvora, veličine čestica cementa i trajanje stvrdnjavanja. Sve je to proučeno teorijom primenjivanja glineno-cementnih rastvora.

Obradeni su načini prethodnih ispitivačkih određivanja litološkog karaktera stena, njihovih fizičko-mehaničkih svojstava, petrografsko-mineraloškog sastava, tektonike i karaktera pukotina obrušivosti, geotehničkih svojstava i hidrogeoloških uslova. Data su i šeme sondaže, optički i foto-uređaji za praćenje stanja zidova u bušotini, način podlaganja i ispiranja bušotina kao i upijanja i sabijanja rastvora. Izlaganja su ilustrovanja primerima cementacije stena kod izrade rudarskih radova u SSSR (Ljovsko-Voljinski basen), u SAD (Pensilvanija, Nju-Meksiko, Nevada) i u Engleskoj.

U VII poglavlju obradeni su načini nabojnog podgrađivanja rudarskih radova u sipkom materijalu: postavljanje drvenih venaca, daščane i železo-betonske oplata uz prikaz vibronabijača šipova. Prikazan je i poseban način izrade zaštitne podgrade putem bušenja rupa po vencu okna uz primenu glinene isplake i ubrizgavanje betonske smeše u bušotinu.

U VIII poglavlju izložena je tehnologija postavljanja poniruće podgrade od železo-betona i železnih tibinga cilindrične forme. Prikazana su rezuća stopala za poniranje: gvozdena, čelično-betonska i drvena. Ilustrativno je obrađen način proboja okana, po sistemu Potetberga pomoću konusnog dletastog konpusa sa bušačom kolonom. Za podgrađivanje okana pravouganog profila izložena je štitna podgrada. Navedena je primena poniruće podgrade u rudnicima Južne Afrike, SAD i Nemačke.

U IX poglavlju obrađen je proboj okana kesoniranjem uz istoriju i opis razvojne primene ove metode. Posebno je izložena konstrukcija zaštićenih komora tipa Filipova i Krilova. Trust Šahtspecstroj, izradio je aparaturu tandem vaz-

dušnih komora za proboj okana manjih prečnika. Izložena je proizvodnja sabijenog vazduha i osiguranje rada pod vazdušnim pritiskom. Dati su primeri šahtnih proboja u Podmoskovskom basenu i u Engleskoj. Izlaganja o radovima pod sabijenim vazduhom ilustrovana su šemama i crtežima.

U X poglavlju obrađeni su načini proboja okana načinom zamrzavanja, izloženo je korišćenje prirodnih uslova u podneblju „većnoga mraza“ (Sibir), gde je npr. u Kačuginskoj stepi postignuta izrada okna dubine 125 m. U nastavku razrađeni su postupci veštačkog dubokog zamrzavanja sono-hlornim zamrzavanjem uz prikaz rasporeda bušotina i zamrzavajućih kolona za zonalno, stepenasto i postupno zamrzavanje. Detaljno je izložen način odmrzavanja bušotina i cementacione konsolidacije podgradnih radova. Izložena je šema jednostepenog sistema zamrzavanja sa rasporedom kompresora, kondenzatora, prehladivača, regulatora i isparivača i dat ciklični dijagram rashlađivanja sa linijama adijabate, izoterme, izobare i izoentalpije. U delu teksta o proizvodnji leda izloženi su rashladni agensi (amonijak, ugljenična kiselina, freon) i data šema dvostepenog amonijačnog zamrzavanja. Tablično su izloženi parametri raznih tipova kompresora i date šeme kondenzatora i isparivača. Prikazano je udarno-užetno izvođenje bušotina sa šemama zamrzavajuće stanice. Detaljno je obrađeno turbinsko bušenje uz izlaganje konstrukcije uređaja sa karakteristikama turbine, normativima i učincima bušenja i zamrzavanja.

Za praćenje pravilnog izvođenja radova izložene su metode i aparati za merenje ukrivljenja zamrzavajućih bušotina kao što je inklinometar Ševčenka, fotoinklinometar IF-6 i žirokompas Martinsena i žiroazimutno klatno Š-1.

Podgrađivanju rudničkih okana, izvedenih načinom zamrzavanja, posvećeni su, takođe, tekstovi o betonskom osiguranju, železo-betonskom i metalnom tibingovanju manjih i većih dubina uz vrste i načine spajanja venaca kolona pikotazom, olovnim obručavanjem, fazoniranjem i prstenovanjem. Date su i računске osnove podgrade okana, u sipkim i vodonosnim materijalima, teoretske osnove tehnologije zamrzavanja, proračunu granica elastičnosti zamrznutog prstena i parametara procesa zamrzavanja. Poglavlje je završeno prikazima izvršenih radova po ovoj metodi, praćeno crtežima, dijagramima i tablicama.

U XI poglavlju obrađeno je rotaciono bušenje rudničkih okana primenom metode Honigmana, namenjene za proboj slabih vodonosnih naslaga uz isplaku glinastim rastvorom. Osim prikaza konstrukcione šeme bušaćeg instrumenta i tehnike bušenja dat je i način pratećeg podgradnog osiguravanja gvozdnom podgradom i betoniranjem. Sistem je uspešno primenjen na rudniku „Ema“ u Holandiji i „Dame“ kod Olenburga.

U XII poglavlju obrađena je izrada ocednih i vodocrpnih jamskih prostorija, primena metoda filtracije, tamponaže, betoniranja, tibingovanja i to prema odgovarajućim stratigrafskim

i hidrološkim uslovima. Obrađena je metoda sniženja hidrostatičnog nivoa jamske vode i izložen sistem vertikalnih i horizontalnih drenažnih bušotina.

U XIII poglavlju izloženi su načini proboja jamskih hodnika raznih trapezoidnih i kružnih profila, učvršćivanih drvenom i betonskom podgradom.

Poslednje XIV poglavlje posvećeno je rekonstrukcijama rudarskih radova uz prikaz primene metode zamrzavanja i cementacije u rudnicima SSSR-a (Donbas, Podmoskovski i Kazagendinski baseni), u Francuskoj (Pas des Calais).

Knjiga po načinu predmetne sadržajne obrade, rasporedu materije i tretmanu specijalnih načina izrade rudničkih objekata u slabim materijalima nosi obeležje naučno-stručne literature. Može se preporučiti prvenstveno rudarskim projektantima, kao i operativnom inženjersko-tehničarskom rudarskom kadru.

Dipl. ing. Ž. Cvetković

Iz stranih i domaćih časopisa

Nutt, C. W. Bomley, K.: „Uslovi flotiranja berila“ (Conditions for the Flotation of Beryl) — Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy, London, 72 (1963), 682.

Autori su u članku razradili osnovnu problematiku koncentracije berila i dali prikaz njihovog istraživačkog rada sa ovim mineralom.

Beril se dobija iz pegmatita, uglavnom, putem ručnog odabiranja. Velika potražnja za ovim mineralom nameće razradu novih mehaničkih postupaka odvajanja ovog minerala od kvarca, liskuna i feldspata. U svetu danas ima nekoliko poluindustrijskih postrojenja u kojima se dobije beril flotiranjem sa masnim kiselinama uz dodatak borovog ulja ili terpineola.

Flotacione sposobnosti berila proučavao je Langmuir koji je utvrdio da masne kiseline reaguju sa jonima Be^{2+} pri vrednosti pH od 5 do 6. Autori su ustanovili na osnovu opita u Halimond cevi da beril sa masnim kiselinama najbolje flotira pri ovim uslovima sredine. Međutim, neophodno je da se mineral prethodno tretira sa NH_3/H_2S ili bolje, sa 1% rastvorom HF. Prethodno tretiranje sa fluorovodoničnom kiselinom obezbeđuje selektivnu flotaciju berila od kvarca, feldspata i liskuna. U toku ispitivanja sa serijom masnih kiselina, utvrđeno je da brzina flotiranja raste sa dužinom ugljovodoničkog lanca kiseline. Utvrđeno je, takođe, uz pomoć merenja filtracionog potencijala da na berilu dolazi do hemisorpcije masne kiseline na pH vrednost od 5—6. Uspešno flotiranje berila nastupa i na pH vrednosti 8—9, posle tretiranja sa HF.

Pored masnih kiselina, autori su proučavali i dejstvo petroleum sulfonata i utvrdili da beril može da flotira i sa reagensom firme „Cyanamid“ — R 824. Sa ovim kolektorom do flotiranja dolazi između pH vrednosti 2 i 3 kao i između 5 i 6. Kao i u ranijim slučajevima, prethodno

agitiranje sa razblaženom HF ubrzava flotiranje ovog minerala. Merenjem adsorpcije utvrđeno je da se kolektor bolje apsorbuje posle kondicioniranja sa fluorovodoničnom kiselinom. Naučnim ispitivanjima je utvrđeno da se petroleum sulfonat apsorbuje u vidu višemolekularnog sloja.

Pored toga, što pruža podatke interesantne za praktična ispitivanja, članak obuhvata i obiman eksperimentalan naučno-istraživački rad.

Dr ing. S. Marković

Lasek — Bystron: **Borba protiv jamskih požara u poljskim rudnicima kamenog uglja** (Brandbekämpfung im polnischen Bergbau). — Bergund Hüttenmännische Monatshefte, August, 1963. sv. 8.

Vrste jamskih požara. — Jamski požari dele se, prema uzroku nastajanja, na endogene i egzogene. Ovaj način podele je od značaja kod sprečavanja pojave požara, odnosno kod otklanjanja uzroka, zbog kojih isti nastaju. Jamski požari dele se takođe na skrivene, sa nepristupačnim žarištem i na otvorene požare, sa pristupačnim žarištem. Ova podela može biti od koristi kod savlađivanja i gašenja već nastalih požara u podzemnim rudnicima.

Učestalost jamskih požara po vrstama. — U endogene požare ubrajaju se jamski požari koji se javljaju u napuštenim, „starim“ rudarskim radovima, u zarušenim hodnicima koji su rađeni po ugljenom sloju, u prslinama i pukotinama jamskih prostorija po sloju, gde se požar javlja u patosu ili na podgrađenom delu hodnika u pozadini radnog čela.

Skriveni požari javljaju se na istim mestima kao i endogeni jamski požari, sa izuzetkom onih u pozadini radnih čela jamskih prostorija, koji se ubrajaju u požare sa pristupačnim žarištem.

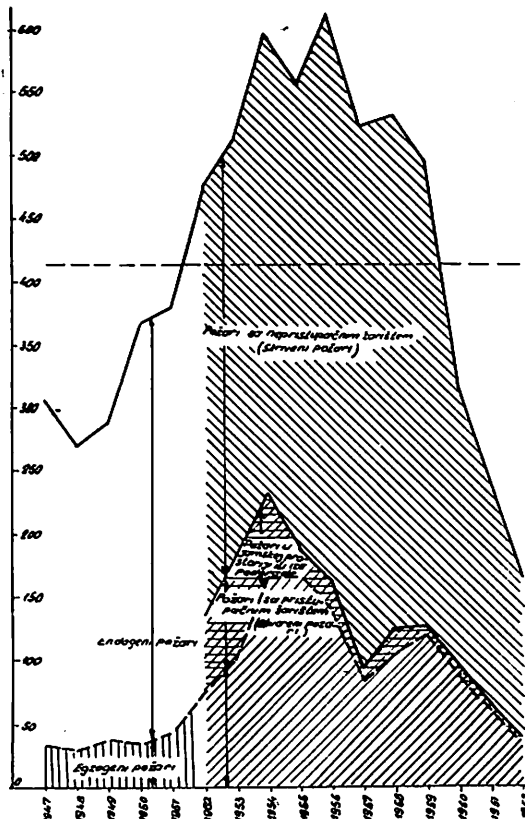
Egzogeni požari nastaju kod električnih uređaja i postrojenja raznim mehaničkim i drugim transportnim uređajima, kod nepažljivog rukovanja sa vatrom (zavarivanje i sl.), a vrlo su česti slučajevi ovih požara, čiji uzrok nije mogao biti utvrđen.

Od 1947. do 1962. godine u poljskim rudnicima kamenog uglja razmotreno je 5.341 endogenih (80,5%) i 1.269 egzogenih (19,5%) jamskih požara. Godišnji proseki iznosio je 415. U pomenutom periodu, godine 1956. registrovan je najveći broj jamskih požara (614) ili 67% iznad godišnjeg proseka.

U periodu od 1952—1962. godine bilo je ukupno 5.044 jamskih požara, a od toga 3.905 (77,4%) endogenih i 1.139 (22,6%) egzogenih požara.

Detalji o broju i godišnjem proseku raznih jamskih požara u periodu od 1947—1962. godine prikazani su na grafikonu (sl. 4 i 5).

Endogeni požari. — Većina stručnjaka kao uzrok za nastajanje ove vrste požara navodi specifičnu naklonost uglja ka samozapaljenju, do čega dolazi usled vezivanja sa kiseonikom. Postoje razne metode i utvrđeni su određeni pokazatelji za obeležavanje stepena samozapaljivosti ugljenih slojeva.



Sl. 1 — Osnovna dispozicija jamskih prostorija projektovanog rudnika kamenog uglja.

Prema teoriji W. Olpińskiego objavljenoj u komentaru br. 150. 1957. GIG (Centralni institut rudarstva), indeks samopaljivosti utvrđen je na osnovu brzine porasta temperature (u °C/min) uzorka uglja, izloženog dejstvu vazdušne struje brzine 6 cm/sec, pri temperaturi od 230° C. Rezultati ovih ispitivanja koriste se u praksi za preduzimanje preventivnih zaštitnih mera. Samopaljivost ugljenog sloja predstavlja proces porasta temperature, do kojeg dolazi usled toplote, koja se stvara pri vezivanju uglja sa kiseonikom. Samozagrevanje ugljenog sloja, usled neprekidnog odvijanja oksidacionog procesa, dovodi do upaljenja sloja i do požara.

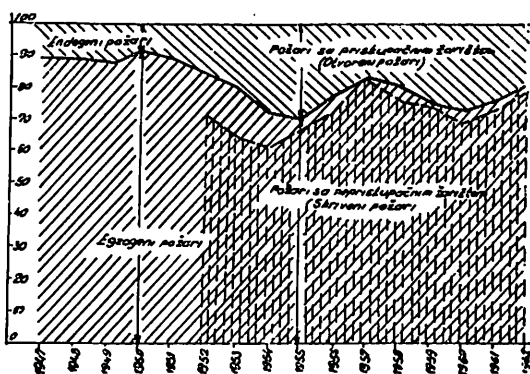
U poljskim rudnicima kamenog uglja primenjuje se i metoda Z. Maciejasz-a za određivanje indeksa samopaljivosti. Po ovoj metodi utvrđuje se potrebno vreme (u minutima) za porast temperature mešavine ugljene prašine i rastvora peroksida (20%). Proba se uzima sa nekoliko obližnjih mesta. Na osnovu rezultata ovih ispitivanja ucrtaavaju se na jamskim kartama linije sa istim stepenom naklonosti ka samozapaljenju ugljenog sloja i određuju one partije u sloju, koje su u datim uslovima najviše ugrožene od jamskih požara (Archiwum Górnictwa i Hutnictwa, sv. IV/1959).

Endogeni požari:

U starim radovima	1.856 jam. požara ili	36,8%
U zarušenim hodnicima	434 " " "	8,6%
U pukotinama ugljenog sloja	1.305 " " "	25,9%
Ostali požari	310 " " "	6,1%
Ukupno:	3.905 jam. požara ili	77,4%

Egzogeni požari:

Elektrouređaji i inst.	432 jam. požara ili	8,6%
Transportni i drugi mehanički uređaji	205 " " "	4,1%
Nepažljivo rukovanje vatrom	375 " " "	7,4%
Ostali i nepoznati uzroci	127 " " "	2,5%
Ukupno:	1.139 jam. požara ili	22,6%



Sl. 2 — Procenat učešća endogenih i egzogenih požara, kao i požara sa nepristupačnim i pristupačnim žarištem u vremenu od 1947—1962. god.

Metoda za rano uočavanje opasnosti od izbijanja jamskih požara zasniva se na smanjenju sadržine kiseonika, odnosno na uporednom porastu sadržine ugljen-dioksida i ugljen-monoksida u jamskoj vazdušnoj struji, koja prolazi kroz područja ugrožena od endogenih požara. Od 1960. do 1962. godine ova metoda uspešno je primenjena za iznalaženje ugroženih mesta ugljenih slojeva i u 53 slučajeva bilo je moguće pravovremeno sprečiti izbijanje ili proširenje požara.

Kombinovana upotreba opisanih metoda uspešno se primenjuje u poljskim rudnicima kamenog uglja i time doprinosi smanjenju broja endogenih požara većih razmera. Najviše uspeha ostvareno je na sprečavanju ovakvih požara u „starim“ radovima, što se vidi iz grafikona na sl. 1—4. Detaljan opis dat je u komentaru broj 204/1958. god. GIG.

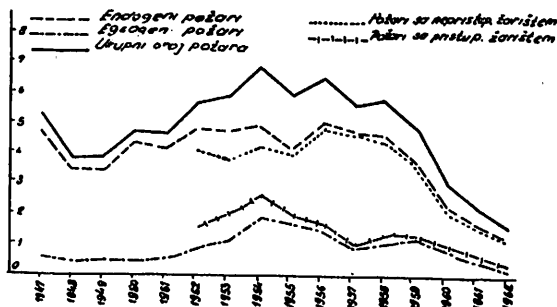
Jamski požari u starim radovima. — Uzroci požara u napuštenim jamskim prostorijama vrlo su različiti: nedovoljne dimenzije zaštitnog stuba između moćnih samopaljivih slojeva i zona poremećaja; nesprovo-

đenje propisanih rudarsko-tehničkih mera; neefikasne i neprikladne metode otkopavanja; nepravilno dimenzionirani profili jamskih prostorija; suviše prostrana otkopna polja naročito kod moćnih slojeva, koji se otkopavaju u više etaža; propustljivost pregrada prema starim radovima, kao i druge nepravilnosti.

Međutim, podaci iz grafikona na sl. 1—4 pokazuju značajno smanjenje broja endogenih požara tokom poslednjih 10 godina, do čega dolazi primenom odgovarajućih preventivnih mera. Kao najvažnije mere za sprečavanje pojave jamskih požara ove vrste navode se: rekonstrukcija postojećih saobraćajnica i polaganje novih, izvan ugljenog sloja u stenama podine ili povlate, skraćivanje puteva izlazne vazdušne struje, pravovremeno postavljanje nepropusnih požarnih pregrada, prilagođivanje veličine otkopnih polja prirodi ležišta, eksploatacionim uslovima i brzini otkopavanja. Izoliranje starih radova zamuljivanjem i mnogobrojne druge tehničke mere omogućuju sprečavanje nastajanja i sigurnije savladavanje endogenih požara. Stabilizacija sistema provetravanja jamskih radova predstavlja efikasnu preventivnu meru. Priprema se nova metoda otkopavanja za moćne slojeve uglja i vrše se probna otkopavanja sloja u celoj moćnosti odjednom, bez podele na etaže, u cilju eliminisanja uzroka zbog kojih često dolazi do požara otkopavanjem debelih slojeva u nekoliko etaža.

Požari u zarušenim hodnicima i drugim jamskim prostorijama.

Grafikon na sl. 4 pokazuje da je tokom poslednjih 5 godina ova vrsta endogenih požara svedena na bezopasne razmere. Do pojave ovakvih požara dolazi u prostorijama koje su deformisane ili potpuno zarušene usled dejstva jamskog pritiska ili gorskog udara, a koje nisu na vreme izolovane. Nastajanje ovih požara može se sprečiti: većom koncentracijom rada u pogonu, ubrzanim otkopavanjem, zatvaranjem jamskih prostorija koje se ne upotrebljavaju stabilnim i nepropusnim pregradama, upotrebom čelične podgrade u prostorijama sa jakim pritiscima, kao i blagovremenim preduzimanjem odgovarajućih mera za utvrđivanje i savladiva-



Sl. 3 — učestalost jamskih požara na 1,000.000 t uglja u vremenu od 1947—1962. god.

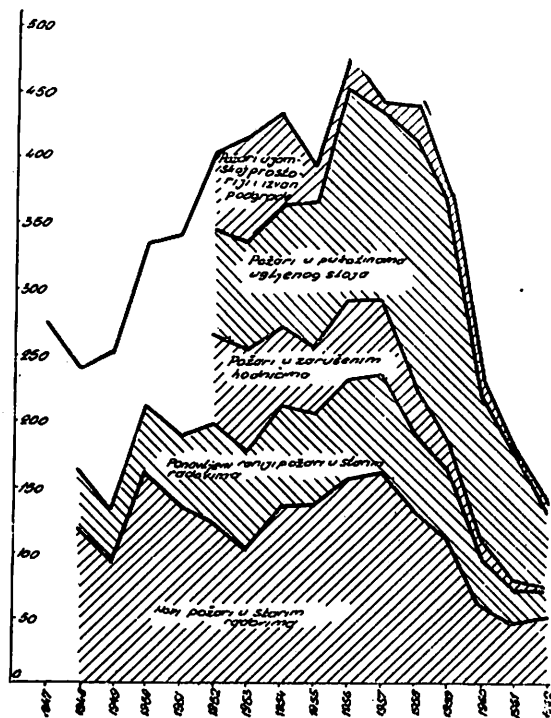
nje gorskih udara. Kada dođe do požara, naj-
 uspješnije sredstvo predstavlja izolovanje ugro-
 ženog prostora pomoću požarnih pregrada ili
 zamuljivanjem.

Požari u pukotinama moćnih slojeva.

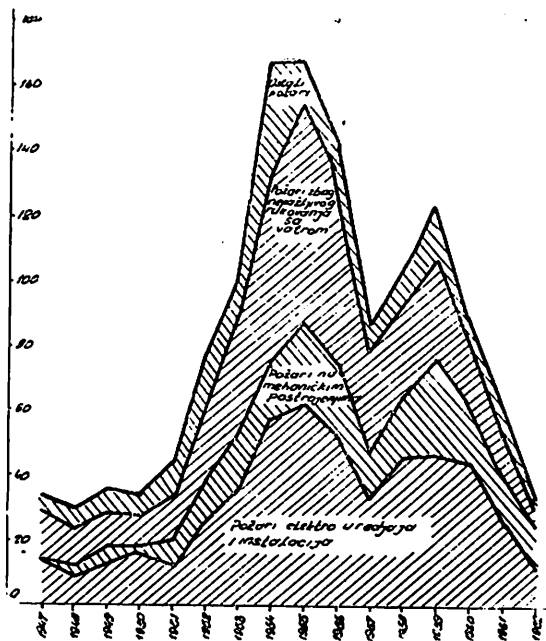
Grafikon na sl. 4 pokazuje da su ove vrste
 endogenih požara veoma česte, mada je njihov
 broj tokom poslednjih 5 godina u opadanju.

Do ovih požara dolazi u moćnim slojevima
 uglja, najčešće zbog produžene upotrebe jam-
 skih prostorija izrađenih po sloju i zbog nedo-
 voljnog održavanja istih. Treba sprečiti nastan-
 janje pukotina i šleganja u debelim slojevima,
 ostavljajući dovoljno jake zaštitne stubove izme-
 du jamskih prostorija, koje treba izrađivati nepo-
 sredno ispod povlate ili izvan ugljenog sloja u
 podini. Ako su zaštitni stubovi tanki i ispućani,
 potrebno je natapanje krečnim mlekom, rastvorom
 gline ili kamene prašine, a već nastale i
 otkrivene površine pukotina treba torkretirati ili
 premazivati nezapaljivim materijalom (vodeno
 staklo, Latex i dr.), ali je najbolje sredstvo
 zamuljivanje ugroženih jamskih prostorija. Ovi
 požari najčešće se likvidiraju iskopavanjem uža-
 renog uglja i gašenjem pomoću vode. Okretanjem
 smeru vetrene struje i smanjivanjem razlike u
 pritisku postižu se takođe dobri rezultati.

Naučno-istraživački rad u ovoj oblasti još
 uvek je vrlo intenzivan i postignuti rezultati pri-
 menjuju se uporedo sa dostignućima iz rudarske



Sl. 4 — Vrsta endogenih požara u vremenu od 1947. do 1962. godine.



Sl. 5 — Vrsta egzogenih požara u vremenu od 1947. do 1962. godine.

prakse. Poznate metode za rano tj. pravovremeno uočavanje i otkrivanje požara u zaštitnim stubovima uglja doprinose sprečavanju širenja ovakvih požara u stubovima duž jamskih saobraćajnica.

Požari u podgrađenim jamskim prostorijama u pozadini radnih čela.

Prema grafikonu na sl. 1—4 ova vrsta endogenih požara vrlo retko se pojavljuje. Žarište je pristupačno, a dimni gasovi ugrožavaju jamsko osoblje, naročito ako se požar pojavi u prostorijama ulazne vazdušne struje. Glavni uzrok nastajanja ove vrste endogenih požara je naklonost sloja ka samoupaljenju, a žarišta se najčešće nalaze u rastresitim ili zdrobljenim partijama ugljenog sloja, tj. na područjima jakog pritiska ili gorskih udara.

Da bi se sprečila pojava ovakvih požara ugroženi hodnici se napuštaju, a nove saobraćajnice izrađuju izvan ugljenog sloja u pratećim stenama. Ukoliko se saobraćajnice izrađuju po sloju, treba uzimati što manje profile za jamske prostorije i podgrađivati vrlo otpornom podgrađom od nesagorivog materijala. Pošto su u pitanju otvoreni požari, za gašenje se koriste razni tipovi aparata ili voda. Žarište se po mogućnosti iskopava i odvozi, a posle rashlađivanja vodom ovakve prostorije moraju se podgrađivati odgovarajućom otpornom podgrađom.

Egzogeni požari. — Svi egzogeni jamski požari ubrajaju se u otvorene požare sa pristupačnim žarištem. Najčešće se pojavljuju u

jamskim prostorijama ulazne vazdušne struje i ugrožavaju zaposlene radnike. Tokom poslednje 3 godine broj i učestalost ove vrste jamskih požara je u opadanju. Požari se najčešće javljaju na električnim uređajima i postrojenjima, na sprovodnicima (kablovima), na raznim mašinama, uljnim transformatorima i rastavljačima. Od mehaničkih postrojenja najčešće dolazi do požara na gumenim transportnim trakama.

Tokom poslednjih 5 godina sprovedene su ove preventivne mere: podgrađivanje čeličnim (lučnim ili zatvorenim) okvirima i zalaganje nesagorivim materijalom, naročito u hodnicima ulazne vazdušne struje; tonkretiranje ili impregniranje drvene podgrade nezapaljivim materijalom (Moforit i dr.), koji štiti podgradu od truljenja i požara; upotreba transportnih traka od nesagorivog materijala i oblaganje električnih kablova nezapaljivim materijalom; zamena uljnih transformatora suvim transformatorima i izrada trafokomora u nesagorivom materijalu; otklanjanje otvorenog svetla na svim rudnicima koji su ugroženi od požara i uvođenje zaštitnog stacionarnog osvetljenja.

Za uspešno i brzo gašenje egzogenih jamskih požara neophodno je postavljati dovoljan broj raznih aparata i izgraditi vodovodnu mrežu. Uspešno se koriste male prskalnice sa pritiskom od 2 do 7 at. i potrošnjom vode od oko 200 l/min, koje stvaraju pojas vodene magle u prostoru od 3 do 7 m i snižavaju temperaturu. Već poznati uređaji tipa „Rudo“ automatski stupaju u dejstvo i prskaju gumene trake i druge uređaje, ako temperatura u prostoriji poraste na 35—50°C. Ovakvi uređaji uključuju se na jamsku vodovodnu mrežu. U upotrebi se nalaze i mnogi drugi automatski uređaji za pravovremeno signaliziranje otvorenih jamskih požara i za gašenje.

U poljskim rudnicima kamenog uglja tokom poslednjih 10 godina uvedeno je 320.000 komada novih zatvorenih svetiljki, a tokom poslednjih 5 godina ugrađeno je preko 1.800 km vodovodne mreže sa 17.000 hidranata i 2.000 km vatrogasnih creva. Broj aparata za gašenje požara povećan je od 2.900 na 53.500, aparata sa ugljičnom kiselinom od 2.300 na 25.200, dok je u istom periodu broj jamskih telefona povećan za preko 5.000 komada. Uvedene su direktne linije za telefonsku vezu sa centralnom stanicom spasavanja i sa oblasnim stanicama, a sve više se uvode i koriste UKW emisione i prijemne radio stanice u praksi službe spasavanja.

Zaštita od jamskih požara. — Jedna od najefikasnijih mera je rekonstrukcija sistema ventilacije i stabilizacija određenog smera vazdušne struje, zatim regulacija i skraćivanje vetrenih kanala i puteva za evakuaciju i spasavanje ljudi, izgradnja novih i proširenje postojećih jamskih prostorija izlazne vazdušne struje, izmena dotrajalih ventilatora novim mašinama većeg kapaciteta i depresije. Oprema čete za spasavanje stalno se obnavlja i dopunjuje, a isto tako i lična zaštitna sredstva. Naročita pažnja posvećuje se obučavanju kadrova za nadzor ventilacije i za učestvovanje u akcijama spasavanja.

Broj povreda i nesreća na radu, prouzrokovanih zbog jamskih požara opada ali još uvek se pojavljuju požari i ugrožavanje radnika je latentno. Stoga se nastavljaju naučno-istraživački radovi u cilju iznalaženja novih i efikasnijih sredstava i mera za preventivnu zaštitu, a koriste se iskustva iz domaće i inostrane prakse. Postoji uska saradnja između Ministarstva rudarstva i rudarskih instituta, Ministarstva energetike i rudarskih vlasti. Počev od 1952. godine uredno se vodi evidencija i statistika o broju i učestalosti jamskih požara po vrstama i uzrocima, kao i o načinu savlađivanja i gašenja. Vrš se temeljne pojedinačne i statističke analize, a za svaki slučaj pojave požara u rudnicima se posle utvrđivanja uzroka ukazuje na mere koje nisu sprovedene. Od 1958. godine svaki požar se analizira po uzroku nastajanja i po načinu kako je otkriven, savlađivan i likvidiran, što je doprinelo da se u određenim uslovima pojedinih jamskih pogona preduzimaju efikasnije mere za zaštitu od požara i za savlađivanje istih.

Sva iskustva iz rudnika uglja u Poljskoj prenose se na rudnike soli i na rudnike obojenih metala, mada u ovim vrlo retko dolazi do pojave požara.

Dipl. ing. M. Srdanović

Rude gvožđa u SSSR (Iron Ore in the USSR). — „Mine and Quarry Engineering”, London, 29 (1963), 8 (avg.), 353—357, 3 fot., 1 mapa, 6 tab. (eng.)

Napis je nešto sažeto preporučavanje dva sovjetska članka (Skobnikov i Fegin u časopisu „Gornyj žurnal”, brojevi od avgusta 1962. odnosno januara 1963). Na početku su čitaocu saopštene proverene rezerve rude gvožđa u Sovjetskom Savezu i njihova podela shodno načelima geologije. Detalji o ležištima (bez imena i lokacije) predstavljani su tabelarno. Prema geografskom rasporedu pregledane su ukratko sledeće oblasti: Severozapadna (poluostrvo Kola), Centralna černozijska (Kursk), Uralska (Kaškanar, Severni Ural, Tagilo-Kušvin, Magnitogorsk, Bajkal, Orsk-Kalilovo), Zapadnosibirska (Altaj i Kemerovo), Istočnosibirska (Krasnojarsk, Angara i dr.), Dalekoistočna (Garinski i Kimkansk), Donjecko-Dnjeparska (Krivi Rog, Kremenčug), Južna (Kerčen), Kazahastanska (Kustanaj, Ata-su) i Transkavkaska (ustvari Daškesan u Azerbejdžanu). Saopšteni su i podaci o eksploataciji i pripremi. Tokom 1962. eksploatsana su 64 površinska i 62 podzemna kopa, 89 postrojenja za obogaćivanje i 20 za aglomeraciju. U periodu od 1959. do 1961. prvi put je korišćeno 19 novih površinskih i 12 podzemnih kopova kao i 15 postrojenja za pripremu. Iz tablica se vidi njihov učinak. Prema sedmogodišnjem planu očekuje se godišnje porast proizvodnje komercijalnog gvožđa od 10 miliona tona. Od ovoga će se, prema predviđanju, 70% dobiti sa površinskih kopova. Za mehanizaciju je u

svim kopovima određena prioritarna uloga (iako statistički podaci pokazuju da je njen prodor ispod osrednjega). Obogaćivanje je uobičajenog kvaliteta, bori se sa rudom čiji je srednji sadržaj metala nešto opao, ali zato raste ukupna količina. Autori smatraju da u Sovjetskom Savezu praktično ne postoji problem rezervi. Glavni zadaci su: lokacije, investicije i otvaranje novih rudnika.

A. Birviš

H. D. Greenwood: „**Ekonomski aspekti gasifikacije različitih čvrstih goriva**“. (Economic Aspects of Gasification of Different Solid Fuels). — Proceedings at the Joint Conference on Gasification Processes; The Institute of Fuel, 1962.

Referat koji je na Međunarodnom savetovanju o gasifikaciji, održanom septembra 1962. u Hestingsu — Engleska, izazvao posebno interesovanje i diskusiju bio je rad H. D. Greenwoda o ekonomici transformacije čvrstih goriva u gas primenom različitih postrojenja i postupaka.

Razmatrajući zahtev pojedinih potrošača u pogledu kvaliteta odnosno sastava gasa konstatovano je da se proizvedeni gas može podeliti u tri osnovne grupe: gradski gas, sintezni gas i gas za termičke svrhe u industriji. U vezi s tim naglašeno je da uobičajeni stepen čistoće gradskog gasa nije potreban i kod gasova koji se koriste u industrijske svrhe. Osnovni zahtev koji industrija postavlja je da gas bude jeftin, te je predloženo samo delimično prečišćavanje gasa, čime bi se ukupni troškovi proizvodnje ovog goriva primetno umanjili. U toku je ispitivanje efikasnosti jednog filtra koji zadržava, u najvećoj meri, ter i mehaničke nečistoće dajući „industrijski kvalitet“ gasa.

Analiza mogućnosti proizvodnje pojedinih vrsta gasova upotpunjena je i komparativnim pregledom različitih sistema gasifikacije čvrstih goriva sa podacima o: vrstama i granulaciji goriva, vrstama oksidujućeg medijuma, veličini pritiska kao i kvalitetu i primeni proizvedenog gasa. Posebna pažnja posvećena je ekonomici ovih postupaka pri čemu je konstatovano da se najjeftiniji daljinski gas dobija primenom LURGI postrojenja velikog kapaciteta, lociranih na samim rudnicima, i da je prednost gasifikacije pod pritiskom, (kao što se i moglo očekivati, utoliko veća ukoliko je rastojanje između centra proizvodnje i mesta potrošnje gasa veće.

Razmatrane su i mogućnosti daljnjih smanjenja troškova proizvodnje gasa po Lurgi procesu uvođenjem novih tehničkih rešenja uključujući i odstranjivanje nesagorelog ostatka goriva u vidu tečne sljake.

Gasifikacija pod pritiskom, međutim, nije jedini postupak koji obećava da bude ekonomičan. Tako npr. najavljena je mogućnost primene Koppers-Totzek procesa za proizvodnju gradskog i industrijskog gasa. Nema sumnje da je ova mogućnost izazvala interesovanje u krugu stručnjaka koji se bave problemom gasne teh-

nike, budući da se ovaj proces, do sada, isključivo koristio za proizvodnju sinteznog gasa. Koppers-Totzek proces, međutim, i pored korišćenja jeftinog ugljenog praha, što je nesumnjivo značajna prednost u odnosu na druge sisteme gasifikacije, ima i ozbiljan nedostatak a to je rad pod atmosferskim pritiskom. Predloženo je, u cilju uklanjanja ovog nedostatka, da se razmotri mogućnost povećanja pritiska u ovom generatoru čime bi on postao konkurent Lurgi procesu.

Konačno, gasifikacija uglja kombinovana sa dodavanjem tečnih ugljovodonika predložena je kao ekonomski najpovoljnija za proizvodnju industrijskog gasa. Niska cena uvezenih tečnih gasova (L. P. G.) bila je, bez sumnje, presudna za donošenje jednog ovakvog zaključka.

Dipl. ing. B. Marković

Flemming, R. M.: „**Javno mnjenje i uglj**“. (Public opinion and coal). — Mechanization, Alexandria, Va, 27, (1963), 9 (sept.), 46—47 (engl.)

Javno mnjenje predstavlja silu čije se dejstvo ne može predvideti. Ono počiva na prošlom iskustvu i aktuelnim kombinacijama. Ukoliko je zemlja slobodnija, utoliko društvene akcije moraju biti u skladu sa javnim mnjenjem. Zakonodavni faktori uvek moraju računati na ovu značajnu komponentu.

Uglj ne obuhvata veliki, opštenacionalni segment javnog mnjenja. On je najvažnija tema u onim oblastima gde predstavlja osnovnu granu zaposlenja i prihoda. Tamo su nosioci javnog mnjenja životno zainteresovani za njegovo stanje i budućnost.

Interes za uglj se javlja posredno, kao posledica sve življeg opštenarodnog interesa za zaštitu prirodnih rezervi, među koje spada i uglj. U tu svrhu treba da ga rukovodstvo pruži javnosti. Valja pružiti obaveštenja o onome što se postiglo u porastu proizvodnje, poboljšanju uglja i plasmanu. Uz ovo se napominje da se sva ova dostignuća javljaju u sklopu zakonodavstva koje je (bar što se tiče uglja u SAD) zastarelo za četvrt veka. Boreći se sa tom zaostalošću, rukovodioci industrije uglja su se pokazali naprednijim i od samog zakonodavca ukoliko ih isti nije kočio. Ono je spremno da primeni sve što se zahteva odredbama za očuvanje nacionalnih rezervi. Nema sumnje javno mnjenje se sve više zanima za pitanje vezana uz upotrebu uglja (za gađivanje vazduha i voda, eksplozije, oštećenje zemljišta i sl.).

Sve ovo zahteva da javnost bude snabdevena činjenicama. Ne može se smatrati da osrednji građanin SAD zna o uglju sve ono što mu je dostupno. Još manje se neko trudi da mu učini pristupačnim ona saopštenja u kojima se građanin teško snalazi bilo zbog stručne terminologije, bilo zbog nestručne stilizacije. Nesumnjive prednosti savremene tehnologije uglja i nova otkrića valja da se tako prikažu da i nestručnjak može oceniti stvarno stanje. Javno mnjenje

u velikoj meri reaguje prema stepenu obaveštenosti. Nelibizljivost prema načinu i obimu obaveštavanja je jednako neprijateljstvo prema javnom mnjenju. Ovo pak nije za preporuku, jer javnost je ta koja donosi zakone, daje investitore i pruža buduće kadrove. A prema budućnosti ni ugalj nije ravnodušan.

A. Birviš

Stech, Ernest L.: „Kako uvećati svoju sopstvenu proizvodnost”. (How to increase your personal productivity). — „Machine Design”, Cleveland, 35 (1963), 19 (15. avg.), 105—106, 1 dijag. (engl.)

Pisac članka polazi od pretpostavke koja deluje stimulatивно i pedagoški: čovek želi da radi, treba mu samo pomoći da postigne maksimalnu proizvodnost. U tu svrhu dijagramom su prikazane krive zamaha, zagrevanja, zamora i ukupne proizvodnosti. Prikaz je rađen za dvokratno osmočasovno radno vreme sa jednočasovnim prekidom za ručak (četiri časa pre podne, čas odmora u podne, četiri časa po podne).

Prvenstvo je dato organizaciji ličnog rada. Treba najpre odrediti ciljeve, zatim vezati posao za rok, razbiti ga na radne etape i savladivati. Posle organizacije ličnog rada dolazi organizacija dnevnog rada. Načinjena je lista postavki kojom se podiže dnevna proizvodnja: neprijatni poslovi najpre, rasteretiti se kratkih poslova čim se pojave, u slučaju prenatrpanosti tražiti rasterćenje, rutinske i nestvaralačke poslove raditi u časovima slabe produktivnosti (vidi dijagram), u slobodnim časovima stvarno se odmarati, napustiti prekovremeni rad čim se oseti gubitak pažnje (inače će se praviti greške i na redovnim poslovima).

Treći faktor uvećanja sopstvene produktivnosti je organizacija pamćenja. Ovde su važne četiri tačke: mala beležnica, rutinsko obavljanje nevažnih poslova (automatizacija i šabloniziranje detalja), pamćenje zapisivanjem ili ponavljanjem, pamtiti samo važno.

Korišćenje i raspored raspoloživog vremena izdvojeni su kao poseban faktor tj. organizacija vremena. Tu spadaju: brze odluke o detaljima, združivanje sličnih poslova, sistematičnost i osećaj vremena. Kao smetnja pojavljuju se rasejanost i sanjarenje. Ovi se savlađuju oduševljenjem i disciplinom (temeljni koncentracije).

Članak se završava preporukama o veštini slušanja odnosno primanja zadataka i napomenom o tajni uspeha. Smatra se da pri primanju zadataka treba paziti i na način kako je nešto kazano a ne samo šta je kazano. Nejasna pitanja zapisati kako se javljaju tokom rada. Prepirke povodom posla su štetne, jer unose lična osećanja tamo gde je potreban razum i metodičnost. Tajnom uspeha u uvećanju proizvodnosti pisac smatra sledeće: „Misli kako radiš ono što radiš”.

A. Birviš

Lewis, Bernard T.: „Rukovođenje istraživačkim radom. I deo: Organizacija, planiranje i budžet programa istraživanja”. (Research management. Part 1: organizing, planning, and budgeting the research program).

— „Machine Design”, 35 (1963), 19 (15. avg.), 98 do 104, 1 š. (engl.)

Članak pokazuje način kako se u SAD pristupa istraživačkom radu. Činjenica je, naime, da je tokom poslednje decenije priličan broj eminentnih naučnika prešao na rad u Sjedinjene Države privučen boljim materijalnim mogućnostima i solidnijom organizacijom.

Energično se suprotstavlja predrasudi da istraživači ne trpe rukovođenje. Dobar naučnik više voli logiku, sredenost i planiranje no nered i stihijnost. Otuda se preporučuje brižljivo planiranje, izrada budžeta i raspored vremena.

Kako organizovati rukovođenje istraživanjem? Bitna je izvesna doza formalne organizacije. Njome se obezbeđuju dostignuća i smanjuju troškovi. Organizacija mora biti dovoljno gipka zbog raznovrsnosti. Obim radova i broj ljudstva ne određuje se kvantitativno. Isti ne sme uticati na sistem kontrole koji valja da se efikasno prilagođava raznolikim veličinama istraživačkog rada.

Osnovni principi ovakve organizacije:

— odvojiti osoblje za planiranje od istraživačkog kolektiva, razgraničiti njihove delatnosti i uvesti kontrolnu grupu,

— posebnom kontrolom obezbediti merila i prodor savremenim i svakodnevnim idejama,

— svi netehnički problemi se odvajaju i vodi ih posebni administrator.

Predloženom šemom rukovođenja istraživačkim radom predviđaju se: rukovodilac istraživačkih radova i njegov pomoćnik (ukoliko je potreban), kontrolor, tehnički rukovodioci (prema neophodnom broju, obimu i tipu poslova) i posebni administrator (koji rukovodi: održavanjem inventara, crtaonicom, stručnom bibliotekom, modelarnicom odnosno maketarnicom, mašinama, nabavkama, računovodstvom i kadrovskom službom).

Saopštene su odgovornosti pojedinih rukovodilaca. Rukovodilac istraživačkih radova odgovara za planiranje, kontrolu i podsticanje kadrova na istraživanje. On je savetnik izvršnog rukovodstva po pitanju najnovijih tehnoloških dostignuća i novih oblasti proizvodnje. Pomoćnik rukovodioca istraživačkih radova je odgovoran za neposredni nadzor nad tehničkim grupama. On se trudi da rukovodilac istraživačkih radova ne biva usporavan u sastavljanju svojih izveštaja i koordinaciji. Kontrolor je obavezan da priprema budžet u skladu sa potrebama kompanije, da planira i određuje rokove overenim projektima (prema kadrovima, opremi i fondovima), priprema analitički i komparativni izveštaj. On organizuje sistem praćenja posla

i ispunjava rokove. Tehnički rukovodioci su nosioci poslova, odnosno delova jednog posla što ga obavljaju njihovi ljudi. Posebni administrator odgovara za svu neophodnu administraciju i vanistraživačke radove predviđene i potrebne za sprovođenje istraživačkih radova. Naravno tu obavezno spada i pitanje inventara.

Od dobrog rukovodstva se zahteva da blagovremeno uviđa uspehe, uočava neuspehe i da razlikuje jedno od drugoga. Konkurencija ne dopušta samozavaravanje, niti naučnička savest može dopustiti stagnaciju i degradaciju.

Veliki broj grešaka pripisuje se nedovoljnom planiranju. Smatra se kao aksiom sledeća postavka: nedovoljno planiranje nikad neće dovesti do optimalnih rezultata. Ne može se pretpostaviti da će bilo kakva dostignuća probiti na tržištu. Inostrana konkurencija primorava SAD da uvoze stručnjake kako ne bi bili primorani da uvoze savremenije izrađenu robu. Zato se mora planirati u skladu sa zahtevima tržišta. Planiranjem se vrši selekcija projekata i određuju njihove granice, predviđaju troškovi, obezbeđuju fondovi i predviđaju promene. Date su

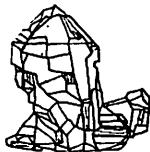
alternative po pitanju finansiranja projekata. U vezi sa planiranjem i prihvaćenom alternativom finansiranja organizuje se kontrola.

Autor zatim prikazuje razne mogućnosti i pravce gde se planiranje može primeniti. Uspešno planiranje se svodi na tri elementa: uravnoteženost, nadzor i procena.

Treći deo članka raspravlja o budžetu. Prikazana su načela i sprovođenje. Budžet se planira na godinu dana unapred i usaglašava sa planiranim istraživanjima. Budžetski predlozi moraju obuhvatati sve ono što nadzorni organi zahtevaju da vide. Posle analize i overavanja ovaj se budžet prilagođava procesu istraživanja. Autor se zadržava na objašnjavanju rutinskih mera i daje razloge, odnosno merila koje valja imati na umu pri izradi finansijskih planova. Dobro je da se predvide varijacije, kako nepredviđenosti ne bi imale katastrofalnih posledica.

U posebne okvire izdvojeno je sedam ključnih postavki za kontrolu istraživačkog rada, kao i lista od trinaest pitanja za proveravanje predloženih projekata.

A. Birviš





PROJMETAL

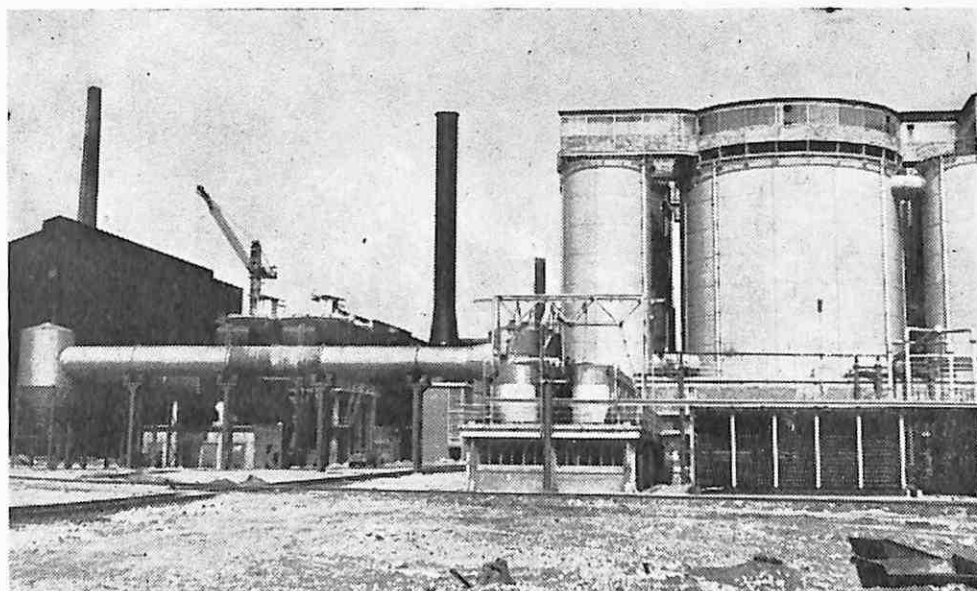
PROJEKTANTSKI ZAVOD METALURGIJE - BEOGRAD

Izrađuje kompletnu investicionu tehničku dokumentaciju za objekte iz oblasti rudarstva, metalurgije i hemijske industrije.



PROJEKTUJE:

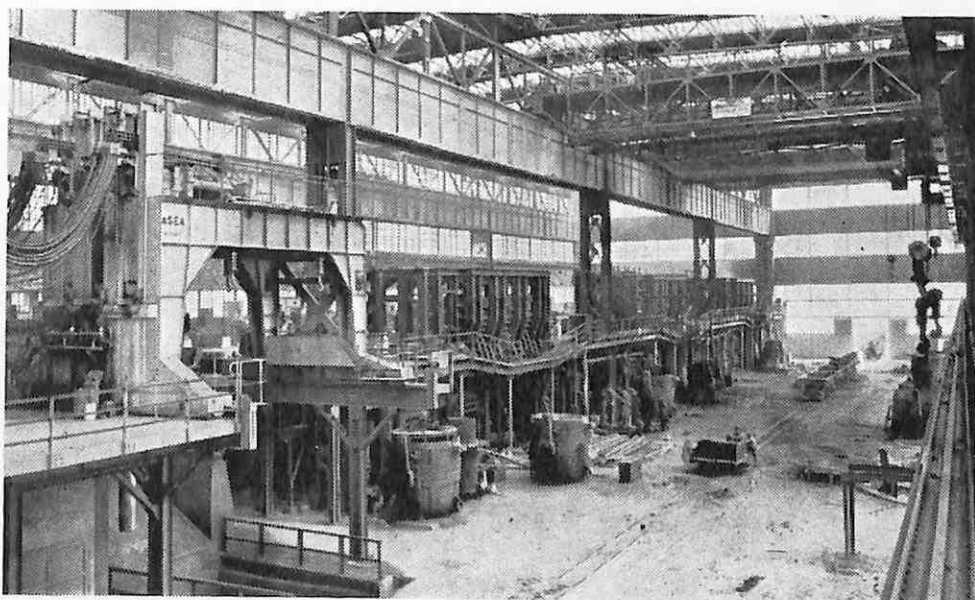
- Rudnike metala, nemetala i uglja
- Postrojenja za pripremu mineralnih sirovina.
- Postrojenja za crnu metalurgiju
- Postrojenja za obojenu metalurgiju
- Postrojenja za hemijsku metalurgiju
- Postrojenja za gasifikaciju uglja
- Mašinska postrojenja
- Električne instalacije svih vrsta
- Termička postrojenja i instalacije za grejanje i provetravanje
- Žičare i transportna sredstva
- Čelične konstrukcije
- Sve vrste objekata iz oblasti: arhitekture, visokogradnje, niskogradnje, hidrogradnje.



Topionica bakra i fabrika sumporne kiseline u Boru

PROJMETAL je, između ostalih, projektovao i sledeće objekte:

- Rudnik bakra Majdanpek
- Flotaciju u Majdanpeku
- Topionicu bakra u Boru
- Železaru „Boris Kidrič“ u Nikšiću
- Železaru Skopje
- Železaru Smederevo
- Fabriku sumporne kiseline u Boru
- Fabriku superfosfata u Prahovu
- Fabriku superfosfata u Kos. Mitrovici
- Fabriku cinka u Šapcu



Pogon čeličane u Železari „Boris Kidrič“, Nikšić

Za sve projekte novih objekata i rekonstrukcija iz oblasti rudarstva, metalurgije i hemijske industrije obratite se na:

PROJMETAL - Projektantski zavod metalurgije Beograd, Kolarčeva 8-10, tel. 622-130

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO
U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

