

2^{BROJ}
63^{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
BERGBAUZEITSCHRIFT

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



2 BROJ
63 GOD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

GLAVNI UREDNIK

**Ing. MOCO SUMBULOVIC, sekretar Saveta industrije i rudnika nemetala
Savezne privredne komore, Beograd**

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA:

**Ing. ALEKSANDAR BLAŽEK, viši savetnik, saradnik Rudarskog instituta u
Beogradu**

**Ing. MIODRAG ČEPERKOVIĆ, generalni direktor preduzeća „Rudnici i žele-
zare Smederevo”, Beograd**

Ing. SLAVKO DULAR, savetnik u Udruženju jugoslovenskih železara, Beograd

**Ing. KIRILO ĐORĐEVIC, direktor projektantskog zavoda „Metalurgija” —
Beograd**

**Ing. BLAGOJE FILIPOVSKI, načelnik Odeljenja za rударство Sekretarijata
za industriju SR Makedonije, Skopje**

**Ing. BRANKO GLUŠČEVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta
Univerziteta u Beogradu**

**Dipl. hem. NIĆIFOR JOVANOVIĆ, naučni saradnik, upravnik Biroa za anali-
tičku hemiju u Rudarskom institutu, Beograd**

**Ing. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ, savetnik, poslovno udruženje „Rudarstvo”,
Sarajevo**

**Dr ing. ĐURA LEŠIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta Univer-
ziteta u Beogradu i upravnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u
Rudarskom institutu, Beograd**

**Dr ing. DRAGOMIR MALIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta
Univerziteta u Beogradu**

**Ing. JOVAN MIHAJLOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Zavoda za pro-
jektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd**

Ing. ZLATA MILČIĆ, direktor Rudarskog instituta, Zagreb

**Ing. RISTO MISITA, viši savetnik Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju,
Beograd**

**Ing. LJUBOMIR NOVAKOVIĆ, viši stručni saradnik, upravnik Biroa za termo-
tehniku u Rudarskom institutu, Beograd**

Ing. MIRKO PERIŠIĆ, direktor Rudarskog instituta, Beograd

**Ing. MILORAD PETROVIĆ, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta
Univerziteta u Beogradu i upravnik Zavoda za eksploataciju mineralnih
sirovina u Rudarskom institutu, Beograd**

**Dr ing. KAREL SLOKAN, redovni profesor Fakulteta za rudarstvo, metalur-
giju in kemijsko tehnologijo Univerziteta u Ljubljani**

**Ing. BORISLAV SPASOJEVIĆ, predsednik Saveta za energetiku Privredne
komore SR Srbije, Beograd**

Ing. JOVAN VINOKIĆ, savetnik, „Metalurgija projekat” Beograd.

SADRŽAJ

INDEX

DIPL. ING. MOCO SUMBULOVIC	5
Sirovinska baza i sedmogodišnji plan — — — — —	
PROF. ING. VASILIJE PAVLOVIĆ	
Metoda podele ležišta na otkopna polja u jami i izbor transportnih i izvoznih sredstava u podzemnoj eksploataciji — — — — —	11
Delimitation d'un siege d'exploitation miniere et son influence sur les moyens de transport et d'extraction — — — — —	18
DIPL. ING. DRAGORAD IVANKOVIĆ	
Prerada azbestne rude u separaciji „Korlaće“ i predlog mera za unapređenje tehnološkog procesa prerade — — — — —	19
Dressing of Asbestos Ore in the „Korlaće“ Separation plant and Proposed Measures for Improved Technology — — — — —	30
DIPL. ING. RUDI AHČAN	
Studija o rezultatima otkopavanja uskih i strmih slojeva sa zarušavanjem kod visine etaže 6,0—7,5 m na rudniku Zagorje — — — — —	32
Ueber die Abbauversuche dünnere und steiler Flöze mit Verbruch bei einer Etagenhöhe von 6 bis 7,5 m im Bergwerk Zagorje — — — — —	50
<i>Iz prakse</i>	
DIPL. ING. PRVOSLAV PAREZANOVIĆ	
Detoksifikacija gradskog gasa — — — — —	51
The Detoxification of Town Gas — — — — —	60
DIPL. ING. BRANISLAV VELJANOVIĆ	
Određivanje prenosa detonacije — — — — —	62
The Method for Evaluation the Distance of Detonability — — — — —	64
<i>Bibliografija</i>	
Dr VASILIJE SIMIĆ	
Zakoni despota Stefana Lazarevića o rudarstvu Novog Brda (povodom izlaženja knjige Nikole Radojičića „Zakon o rudnicima despota Stefana Lazarevića“ 1962) — — — — —	65
Die Gesetze des Despoten Stephan Lazarević für das Bergwesen von Novo Brdo (anlässlich der Veröffentlichung des Buches „Die Gesetzgebung für die Bergwerke des Despoten Stephan Lazarević“, 1962, von Nikola Radojičić) — — — — —	65

S A D R Z A J

INDEX

Kongresi i stručna putovanja	
DIPLO. ING. MOCO SUMBULOVIĆ	
Savetovanje o higijensko-tehničkoj i zdravstvenoj zaštiti radnika zapošljenih u industriji i rudnicima nemetalra	72
LJUBIŠA BLAGOJEVIĆ	
Savetovanje o automatizaciji u crnoj metalurgiji, decembra 1962. godine, Skoplje	74
DIPLO. ING. MIRA MITROVIĆ	
I Jugoslovensko savetovanje o obogaćivanju domaćih ugljeva, Ljubljana, 1963. godine	77
Prikazi iz literature	80
Patenti	82

Sirovinska baza i sedmogodišnji plan

Dipl. ing. Moco Sumbulović

Dosadašnji razvoj

Razrada sedmogodišnjeg plana razvoja naše privrede je u toku. Ušli smo u jedan vrlo ozbiljan rad. Budući da se želi planu dati novi kvalitet, tj. učiniti ga društvenim radom, uključiti u njegovu razradu što širi krug najkvalifikovanih stručnjaka iz privrede, instituta, komora, itd. — smatramo da je i naš zadatak da se u ovaj rad uključimo.

Budući da je sirovinska baza mineralnih sirovina jedan od najznačajnijih neposrednih faktora koji uslovjavaju dalji dinamičan i skladan razvoj industrije, i da ima svoj određeni udio u razradi koncepcija razvoja — smatramo da je korisno i da je sada ozbiljna prilika da se pažljivo i sa puno realizma sa-gledaju i odmere mogućnosti za razvoj mineralnih sirovina u narednom periodu.

U proteklom periodu uloženi su ozbiljni napor i sredstva na istraživanje mineralnih sirovina. Rezultati ostvareni geološko-rudarskim istraživanjima i tehnološkim ispitivanjima su obezbedili povećanje rudnih rezervi, a istovremeno i obezbedili sirovinsku bazu za razvoj ekstraktivne industrije. Zahvaljujući porastu rudnih rezervi na bazi domaće sirovinske baze u posleratnom periodu imamo krupan razvoj i rast proizvodnje i pre-

rade mineralnih sirovina. Izgrađeni su relativno jaki kapaciteti u proizvodnji uglja, nafte, gvožđa, bakra, olova, cinka, magnezita, gline, itd. U odnosu na 1939. godinu proizvodnja uglja povećala se je preko 3,5 puta, proizvodnja sirove nafte sada iznosi preko 1,500.000 tona, dok je 1939. godine bila proizvodnja beznačajna. Proizvodnja rude gvožđa povećala se 3,3 puta, rude bakra 5,2 puta, olovno-cinkove rude 3 puta, sirovog magnezita preko 11 puta, sirove vatrostalne gline preko 13 puta.

Ovde su dati podaci samo za neke osnovne mineralne sirovine iz energetike, crne i obojene metalurgije i nemetala. Mogao bi se nabrojati još dugi niz i drugih važnih i dragocenih mineralnih sirovina koje su se uspešno razvijale u proteklom periodu.

Definisanje politike istraživanja

U narednom periodu osnovni faktor dajeg dinamičnog razvoja privrede biće ubrzani razvoj industrije. Osnovne koncepcije i glavni smerovi razvoja već su postavljeni i raspravljeni na IV Plenumu CK SKJ i orientacija je zacrtana. Sedmogodišnji plan razvoja trebalo bi u najvećoj meri da bazira

Naziv proizvoda	Proizvodnja	
	1939. god.	1962. god.
Ugalj	7,032.000 t	24,694.000 t
Kameni	1,410.000 "	1,187.000 "
Mrki	4,312.000 "	9,319.000 "
Lignit	1,310.000 "	14,188.000 "
Sirova nafta	1.122 "	1,525.486 "
Zemni plin	2,628.000 m ³	85,320.000 m ³
Prerada nafte	97.383 t	1,665.058 t
Ruda gvožđa	667.000 "	2,190.000 "
Sirovo gvožđe	101.000 "	1,050.000 "
Celik	235.000 "	1,595.000 "
Ruda bakra	984.000 "	5,070.000 "
Blister bakar	41.643 "	45.741 "
Elektrolit bakar	12.463 "	45.520 "
Olovno-cinkova ruda	775.000 "	2,239.000 "
Rafinirano olovo	10.651 "	97.926 "
Cink	4.918 "	39.304 "
Piritni koncentrat	78.000 "	414.000 "
Boksit	719.000 "	1,382.000 "
Aluminijum u bloku	1.795 "	27.980 "
Ruda mangana	5.656 "	14.839 "
Ruda hroma	44.852 "	97.045 "
Ruda antimona	18.863 "	116.654 "
Antimon regulus	1.500 "	2.891 "
Sirovi magnezit	32.887 "	373.362 "
Sinter magnézit	2.000 "	131.828 "
Bazne opeke	— "	56.371 "
Vatrostalna glina	11.600 "	146.300 "
Šamot	19.396 "	134.834 "

na domaćim sirovinama, i što je moguće većem oslobođenju od uvoza. Jasno je da ćemo ići na razvijanje mineralne sirovinske baze do maksimalno mogućih granica. U okviru definisanja i razrade osnovnih koncepcija razvoja privrede za naredni period jedno od centralnih pitanja predstavlja dalji razvoj sirovinske baze mineralnih sirovina. Ova problematika je od posebnog značaja u sadašnjoj fazi razvoja, kada se u naraslim pri-

vrednim potencijalima kriju elementi većih ili manjih neusklađenosti. Osnovno pitanje kako najekonomičnije iskoristiti raspoloživa prirodna bogatstva, svodi se na pitanje politike prema sirovinskoj bazi. Za zajednicu nije svejedno hoće li se brže ili sporije istraživati. Kod geološko-rudarskih istraživanja mineralnih sirovina ne može se jednostavno jedno vreme smanjiti ili obustaviti istraživanje, a zatim više ulagati u istrage 2—3 godine i tako obezbediti određene rezerve. Potreba za obezbeđenjem dovoljnih količina i vrsta mineralnih sirovina u stalnom je i intenzivnom porastu. Sagledavanje tempa razvoja industrije, koja se oslanja na mineralne sirovine, je ozbiljno pitanje.

Potrebno je kompleksno sagledati problematiku geološko-rudarskih istraživanja. To znači sagledati: stanje mineralnih sirovina, stepen istraženosti, perspektivna otkrivanja novih ležišta. S tim u vezi su pitanja kao: korišćenje kapaciteta, tehnička dotrajalost, rudničko iskorišćenje mineralne supstance, međufazno iskorišćenje, otkopne metode, kvalitet, primena, potrebe u mineralnim sirovinama sa gledišta razvoja u pogledu obima i strukture, obezbeđenja veka eksploatacije, pitanje cena mineralnih sirovina, uklapanje u međunarodnu razmenu, sprega proizvođača i preradivača mineralnih sirovina i naučno-istraživački rad. Time će mnoga pitanja u toku razrade dobiti odgovore kao što su: dokle istraživati, da li istraživati i one mineralne sirovine koje se neće u doglednom vremenu eksploatisati, da li su pojedina ležišta siromašna, minimalne rezerve za kapacitet, uslovi eksploatacije, kako obezbediti kontinuitet istraga, da li je moguća i potrebna autarkičnost, ekonomska ocena istraživanja, koliko je razvijena industrija koja konzumira i ostala pitanja koja mogu biti od uticaja kao što su: metodika prikazivanja rezervi, problemi kategorizacije i klasifikacije mineralnih rezervi.

Fond istraživanja

Na pitanje dokle istraživati potrebno je odgovoriti: sve dok se ne dobiju elementi koji su potrebni da se rudnik otvori, a i da lje istraživati u toku same eksploatacije za obezbeđenje normalnog rada i razvoja kapaciteta. Nekih egzaktnih pokazatelja, koji govore koliko sredstava treba godišnje ulagati u istrage, nema. Pitanje kako obezbediti kontinuitet istraga i samo finansiranje — to su posebna pitanja. Nama je potrebno racionalno rasporediti i koristiti ona sredstva sa kojima raspolažemo. U tu svrhu nam je potreban fond za istraživanje, a ne finansiranje iz budžeta. Fond za geološko-rudarska istraživanja treba da služi finansiranju geoloških istraživanja i to za: geološka, geofizička, rudarska, tehnološka ispitivanja i regionalna istraživanja, i to do onog stepena koji obezbeđuje neophodne elemente za razradu programa. Potreban je fond za istraživanje i savezni i republički i fond preduzeća. Svaki iz svog aspekta treba da interveniše i da obezbedi kontinuitet u istraživanjima, u proširenju sirovinske baze mineralnih sirovina, regeneraciji fonda kroz vraćanje i obezbeđenje dugoročnije politike na tom području.

Budući razvoj treba da se zasniva na visoko produktivnoj tehnici, modernizaciji postojećih objekata, izgradnji neophodnih kapaciteta. Osnova za dalji tehnološki razvoj i razvoj tehnike i na području mineralnih sirovina treba da bude naučno istraživački rad. Potrebno je da se postignu optimalni efekti i da se otkloni neskič između bazičnih i pre-rađivačkih kapaciteta.

Na osnovu dosadašnjeg iskustva na tom području, mi imamo različitih gledanja i različitih stavova. Osnovno je da je problematika geološko-rudarskih radova specifična, da taj rad ne može da se izvodi povremeno; kod geološko-rudarskih istraživanja potrebna su dugoročna ulaganja i kontinuitet u radu, potrebna su ozbiljna sredstva za istraživanje i

duže vremena da se sistematski i racionalno okonturišu rudne rezerve. Potrebno je dati realnu ekonomsku ocenu naših ležišta. Nije dovoljno poznavati samo količine i kvalitet. Moramo obavezno dati i vrednosnu procenu naših ležišta. Ekonomski ocena ležišta je višestruko značajna, i to kako u fazi istraživanja, tako i u fazi same eksploatacije i planiranja investicija. Na osnovu ekonomski ocene mogu se postaviti racionalniji istražni radovi, efekti u fazi eksploatacije, itd.

Istraživanja i perspektiva razvoja mineralnih sirovina

U ovom članku nećemo ulaziti u kvantificiranje budućeg razvoja mineralnih sirovina. To će dati definitivna razrada sedmogodišnjeg plana koja je u toku. Kao što je već naglašeno, u narednom periodu osnovni faktor daljega dinamičnog razvoja privrede biće ubrzani razvoj industrije. Dalji brzi privredni razvoj bazira na politici daljeg intenzivnog ulaganja u privredu i pravilnim rasporedom investicija između oblasti i grana, a što treba da osigura optimalno razvijanje cele privrede. Jasno je da se, kroz predviđeni razvoj, pokreće pitanje sirovinske baze mineralnih sirovina, pitanje energetske orientacije i efikasnost korišćenja mineralnih sirovinskih izvora. Uzmimo samo neke grube orientacione pokazatelje. Na bazi rekonstrukcije postojećih kapaciteta i podizanja novih savremenih kapaciteta predviđa se u narednom periodu razvoj sirovog čelika na 4,600.000 tona. Zatim, predviđaju se potrebe u nafti na 5,000.000 tona, itd. Iz toga sledi da u narednom periodu treba:

- blagovremeno obezbediti i pripremiti mineralne sirovine za povećanu domaću potrošnju,
- povećati i proširiti proizvodnju mineralnih sirovina, uz primenu što ekonomičnijih metoda eksploatacije i prerade,

— ići na finaliziranje mineralnih sirovina,

— povećati i proširiti izvoz gotovih proizvoda, poluproizvoda i sirovina.

Bogata je metalogenija našega tla i široke su mogućnosti za dalji razvoj sirovinske mineralne baze i proširenje proizvodnih i prerađivačkih kapaciteta. Brojna ležišta metala, nemetala, uglja, nafte nalaze se u našoj zemlji i mogućnosti pronalaženja novih rudnih rezervi su povoljne bilo u domenu rudnih polja ili metalogenetskih područja.

Postoje povoljni sirovinski uslovi za dalji razvoj proizvodnje nafte i prirodnoga gasa. Utvrđene rezerve kao i obim proizvodnje, koji je u stalnom porastu, predstavljaju značajnu sirovinsku bazu. Ubrzani privredni razvoj usloviće porast potrošnje nafte i njenih derivata. Utvrđene rezerve prirodnog gasa kao najplemenitijeg vida energije i vrlo cenejene sirovine za proizvodnju ogromnog broja proizvoda petrohemije, mogu obezbediti istaknuto mesto prirodnom gasu u energetici. Potrebno je proširenje sirovinske baze tj. proširenje istraga van područja tercijernog pannonskog bazena. Postoje realne mogućnosti za postizanje veće proizvodnje. Potrebno je ubrzati razradu i izgradnju naftotonosnih polja; pri tome, treba imati u vidu da se kod nafte ne može istraživanje odvojiti od proizvodnje.

Rezerve uglja znatno su povećane. Otkrivene su nove rezerve kamenog uglja, mrkog uglja i više milijardi tona lignita. Činjenica da je manje učešće kamenog i mrkog uglja u rezervama. Mi smo izrazita zemlja lignita i mrkog uglja i dalje rešavanje treba na tome bazirati. Potrebno je posvetiti veću pažnju sirovinama za energetiku tj. povećanju sirovinske baze kvalitetnih ugljeva i povećanom učešću domaćih ugljeva u proizvodnji koksa. Pored energetske primene jedan deo raspoloživog uglja pruža dobre mogućnosti za gASFifikaciju i istovremeno predstavlja sirovinu za hemijsku industriju.

U okviru predviđenog značajnog porasta proizvodnje čelika povećanje i proširenje proizvodnje željezne rude ima prioritet. Pored

dva aktivna rudarska centra Ljubije i Vareša, rezerve rude gvožđa znatno su povećane na području zapadne Makedonije, Bosne i Hercegovine i nekoliko ležišta kvalitetnih ruda na području Srbije. Potrebno je intenzivno geološko-rudarsko istraživanje na celoj teritoriji zemlje i to železnih ruda sa većim sadržajem Fe.

Obojeni metali zauzimaju značajno mesto i za podmirenje sve većih potreba u zemlji i kao vrlo cenjen izvozni artikli. Postignuti su pozitivni rezultati u istragama na olovu i cinku. Rezerve su znatno povećane, otvoreni su novi rudnici. Dostignuti nivo proizvodnje bakra ne zadovoljava domaće potrebe. Sa predviđenim povećanjem proizvodnje aluminijuma biće potrebno, pored obezbeđenja odgovarajuće električne energije i kontinuirno snabdevanje kvalitetnim boksitima.

Perspektive u obojenim metalima su velike, jer posedujemo ozbiljne metalogene oblasti. Potrebno je intenzivno istraživati, kao na primer andezitski eruptiv istočne Srbije, a koji je danas najveći nosilac rezervi bakarne rude.

Nemetali zauzimaju jedan ozbiljan i važan deo privrede. Protekli period obeležen je značajnim ulaganjima u istraživanju sirovinske baze, ali nisu iskorištene sve potencijalne mogućnosti. Geološko-rudarske istrage bile su nedovoljne, iako postoje uslovi za pronalaženje novih sirovina. Jugoslavija je jedna od retkih zemalja sa tako velikim brojem i raznovrsnim nalazištima nemetalnih sirovina i to sa znatnim rezervama kao što su: magnezit, vatrostalna glina, azbest, bentonit, feldspat, kvarcni pesak, barit, beli boksit, itd.

Potrošnja proizvoda rudarstva i metalurije u stalnom je porastu i sa sigurnošću se može reći da će se taj porast i dalje zadržati. Na osnovu geološko-rudarskih, tehnoloških i ekonomskih istraživanja može se reći da prirodna bogatstva Jugoslavije pružaju povoljne ekonomске i tehničke uslove za izgradnju energetske i sirovinske baze koja za duži period može da obezbedi trajni i brzi porast industrijske proizvodnje vrlo širokog

asortimana. Mineralnih sirovina u svetu je sve manje. Bogata nalazišta su iscrpljena i prelazi se na korišćenje siromašnijih i ne-kvalitetnijih ležišta. Za istraživanje i dobivanje mineralnih sirovina potrebno je ulagati sve više. Nema više izdanaka tako da su istrage i skuplje i rizik je veći. Iz toga sledi intenzivno korišćenje mineralne sirovinske baze i korišćenje manje vrednih mineralnih sirovina.

Potreba brzog razvoja bazične industrije postavlja danas sve veće i odgovornije zadatke geološko-rudarskim istraživanjima.

Paralelno sa proširenjem i povećanjem sirovinske baze, postavlja se i pitanje kompleksnog korišćenja mineralnih sirovina, efi-kasnijeg iskorišćenja i tehnološkog prilagođavanja specifičnostima te osnove. Pitanje najpovoljnije strukture potrošnje mineralnih sirovina je naročito osetljivo, te tehnološko prilagođavanje proizvodnje karakteristikama domaćih sirovina je jedno krupno pitanje. Radom na tom području uspešno se otklanjaju navika i tehnološka rešenja koja smo preuzeli od drugih u proizvodnoj potrošnji, a gde je ta potrošnja bila formirana na osnovu drugih ekonomskih uslova.

Potpuno je pravilna koncepcija sprege proizvođača mineralnih sirovina i prerađivača i uključivanje prerađivača u dugoročna istraživanja. Integracija može samo pogodovati razvitku i proširenju mineralnih sirovina. Kao što je već naglašeno, ista su vrlo skupa i zahtevaju značajnu proizvodnu bazu na koju bi se finansijski oslanjali. Istraživanja treba gledati kao privredne investicije, te time obezbediti veću zajinteresovanost, veću kontrolu, brži tempo i veći stepen istraživanja kako od strane samih preduzeća, tako i od strane teritorijalno-političkih organa. Detaljna istraživanja, razrada i priprema za eksploataciju pojedinih lokaliteta treba sve više da postaje briga neposrednih proizvođača i prerađivača mineralnih sirovina. Dosadašnja iskustva nameću da se istraživanja orijentisu na ključne mineralne sirovine i to u rejonima koji su po svom karakteru poten-

cijalni nosioci ležišta. To znači, treba raditi tamo gde se može brzo aktivirati i gde se mogu postići optimalni efekti.

Krupni zadaci stoje pred našim rudarstvom i metalurgijom u narednom periodu i isti postavljaju vrlo ozbiljne obaveze i kvalitetno drukčiji rad nego do sada.

Na današnjoj etapi razvoja proizvodnih snaga nameće se potreba sistematskog unapređenja našeg rudarstva kao celine, odnosno i sirovinske baze i prerađivačke industrije i to na naučno-tehničkoj osnovi. U opštim naporima za modernizaciju i unapređenje našeg rudarstva i njegov trajniji i progresivan napredak potrebno je odlučno se orijentisati na primenu naučnih i tehničkih dostignuća u istraživanju i u proizvodnji. Glavni nosioci istraživačkog rada treba da budu same privredne organizacije, uz punu saradnju i oslonac na postojeće kvalifikovane naučno-istraživačke organizacije sa područja geologije i rudarstva. Odgovarajući naučno-istraživački rad mora biti usko povezan sa proizvodnjom, tj. mora proizaći iz proizvodnje i njegovi rezultati moraju naći svoju praktičnu primenu u proizvodnji. To znači treba da odgovore određenom cilju tj. da u bližoj ili daljoj perspektivi pomognu unapređenju geološko-rudarskih istraživanja i eksploraciji.

Taj celokupan razvoj zahteva sinhronizovane napore. U cilju proširenja sirovinske baze mineralnih sirovina, prevodenju potencijalnih rezervi u bilansne, pronalaženju novih nalazišta — potrebno je intenzivirati geološko-rudarske istražne radove, da ne bi sirovinska baza bila limitirajući faktor u daljem razvoju industrije. Paralelno sa geološko-rudarskim istraživanjima treba obavezno vršiti i tehnološka ispitivanja u cilju: izučavanja tehnoloških procesa ekstrakcije, rada na primeni domaćih sirovina u tehnološkim procesima, obogaćivanju i oplemenjivanju sirovina, prilagođavanju tehnoloških postupaka karakteristikama domaćih mineralnih sirovina, zameni uvozних sirovina i poluproizvoda domaćim sirovinama i poluproizvodima, korišćenju otpadnih sirovina.

Tempo i stepen istraživanja treba da budu u skladu sa današnjom i budućom znatno povećanom proizvodnjom. Na području mineralnih sirovina ne sme i ne može biti zaletanja, precenjivanja, preterivanja, a istovremeno i preterane bojažljivosti i sumnjičenja. Velike su mogućnosti za proširenje mineralne sirovinske baze, za povećanje proizvodnje i produktivnosti rada, i to u boljem korišćenju kapaciteta, u boljoj organizaciji i poboljšanju tehnološkog procesa.

Na bazi dosadašnjeg razvoja, solidne sirovinske baze, uspešne i kvalitetne proiz-

vodnje, vrlo dobro opremljenih instituta i laboratorija kako za istraživački rad tako i za kontrolu tekuće proizvodnje, uspešnog plasmana i osvajanja inostranih tržišta, zatim predviđenih proširenja i modernizacije i izgradnje novih kapaciteta, realno se može očekivati dalji uspešan porast i razvoj rudarstva i metalurgije. Veliki zadaci koji stoje mogu se uspešno rešiti sinhronizovanom akcijom svih svesnih snaga, uz puno korišćenje savremene tehnike i organizacije rada.



Metoda podele ležišta na otkopna polja u jami i izbor transportnih i izvoznih sredstava u podzemnoj eksploataciji

Prof. ing. Vasilije Pavlović

Uvod

Prostranstvo jedne jame ili, stručno rečeno, aktioni radius glavnog izvoznog okna (glavnog niskopa ili potkopa) zavisi od mnogih faktora, a njegovo ograničavanje (određivanje) je kompleksan tehnički problem. Kako od toga zavisi i rentabilnost buduće eksploatacije, to je ovo i jedan veoma važan ekonomski problem.

Prostranstvo jame zavisi od izvesnih tehničko-ekonomskih uslova. Važno je utvrditi logičnu žavisnost ili zakonitost, koja postoji između različitih faktora, koji se ovde javljaju.

Kod manjih terena, problem određivanja prostranstva jame se ne pojavljuje, jer se jednom jedom odnosno jednim pogonom mogu obuhvatiti sve postojeće rezerve supstance datog ležišta. Kod velikih terena problem se komplikuje, te zbog tehničko-ekonomskih uzroka treba dati teren podeliti na više eksploatacionih jedinica ili jama, koje treba otvoriti i organizovati za eksploataciju posebnim instalacijama, opremom i drugim investicionim sredstvima.

Na izbor prostranstva jame utiču mnogi faktori, među kojima se mogu smatrati kao najvažniji:

- dubina naslaga;
- srednja moćnost naslaga;
- specifična težina rude ili uglja i
- godišnja odnosno smenska proizvodnja.

Kao što je poznato, dubina naslaga se pojavljuje kao važan faktor za određivanje rentabilnosti buduće eksploatacije. Sa dubinom naslaga rastu direktni i amortizacioni troškovi eksploatacije. Kod dubokih naslaga se postavlja kao važan problem određivanje najniže ekonomске granice eksploatacije (najmanje moguće proizvodnje) datih naslaga ispod koje je rad nerentabilan. Za istu vrstu i kvalitet proizvoda najniža granica raste sa dubinom naslaga. Kako se proizvodnja jedne jame određuje prema potrebi tržišta i sopstvenoj potrošnji, to ista proizvodnja treba da bude iznad najniže ekonomске granice, jer bi inače rudnik radio sa gubitkom.

Moćnost naslaga, takođe, utiče na rentabilnost jame. Pod pretpostavkom iste proizvodnje i istog trajanja eksploatacije, za moćnije naslage potrebne su manje otkopne površine i obratno. To znači, da tanje naslage zahtevaju veće, a moćnije manje prostranstvo jame. Razume se, da su eksploatacioni troškovi kod tanjih naslaga veći zbog dužih transportnih putanja i manje koncentracije radova, a i druge službe — ventilacija, odvodnjavanje i održavanje — su skuplje.

Kod tankih i srednje moćnih naslaga rudnički transport, kao i utovar-istovar ili pretovar proizvoda, učestvuju sa veoma visokim procentom u troškovima proizvodnje, što se vidi i u velikoj razlici otkopnog i ukupnog jamskog učinka. U našim prilikama je otkopni učinak 3 do 4 puta veći od jamskog. Najviše radne snage apsorbuje otprema pfo-

izvoda. Prema tome, potrebno je kod službe otpreme obratiti pažnju na pravilnu upotrebu radne snage i njeno smanjenje, što se postiže primenom visoke mehanizacije-automatizacije ovih radnih operacija. Primena mehanizacije u rudniku zavisi od visine proizvodnje i od trajanja eksploatacije datih naslaga. Malim proizvodnjama i kratkotrajnim eksploatacijama treba dati mala (primitivna) sredstva eksploatacije, dok kod velikih proizvodnji i trajanja eksploatacije treba primeniti moćna mehanizovana sredstva.

Kod izbora transportnih i izvoznih sredstava, a to isto važi i za ostala eksploatacionala sredstva, veoma je važno uskladiti veličinu opreme, investicije za jamske prostorije i dr. sa veličinom proizvodnje. O ovom usklajivanju veličina bilo je reči u člancima autora: (1), (2), (7) i dr.

Faktor specifična težina utiče na određivanje najmanjeg potrebnog prostranstva neke jame u istom smislu kao i moćnost naslaga, tj. teži proizvodi povoljnije utiču na rentabilnost eksploatacije i obratno.

Kao četvrti i veoma važan faktor, koji jako utiče na prostranstvo jame i visinu troškova eksploatacije, jeste *proizvodnja*. Kao što je poznato, prostranstvo neke jame treba da sadrži toliko rezervi korisne supstance, da bi se mogao osigurati besprekidan rad za najmanje 10 do 12 godina, pravilno amortizovati investiciona ulaganja u datu jamu.

Prema tome, tehnički iskorišćene rezerve korisne-supstanice jedne jame, po odbitku i eksploatacionalih gubitaka u zavisnosti od primjene (izabrane) otkopne metode, treba da budu toliko visoke, da mogu osigurati besprekidan rad najmanje 10 do 12 godina.

Određivanje prostranstva jame

Najčešće kod veoma prostranih naslaga, zbog bolje rentabilnosti eksploatacije, nije racionalno jednom jamom obuhvatiti ceo eksploatacionali teren, zbog predugačkih transportnih putanja, zbog teškoće odvodnjavanja, ventilacije, održavanja itd., te se mora pustiti podeli terena na više eksploatacionalih jedinica (pogona ili jama).

Kao što se zna; kod iste proizvodnje kapacitet transporta raste proporcionalno sa dužinom putanja, dok kapacitet izvoza isto tako raste sa visinom izvoza. Razume se, da približno u istoj meri rastu i troškovi otpreme proizvoda.

Izbor vrste i veličine transportnih ili izvoznih sredstava zavisi od kapaciteta transporta odnosno izvoza.

Ako su:

- R — bruto rezerve rude ili uglja (t)
- r — neto rezerve rude ili uglja (t)
- γ — specifična težina proizvoda u ležištu (t/m^3)
- d — srednja moćnost naslaga (m)
- p % — gubici supstance u sigurnosnim stubovima i dr.
- c — koeficijent iskorišćenja supstance u zavisnosti od metode otkopavanja
- A i Q_{sm} — godišnja odnosno smenska proizvodnja (t)
- a — dužina (ili širina) otkopnog polja — prostranstvo (m)
- L — srednja dužina transp. putanje za sve vreme eksploatacije date jame (m)
- n — trajanje eksploatacije (godine)

onda je odnos između bruto i neto rezervi dat izrazom:

$$r = R \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot c \quad \text{ili} \\ R = \frac{r}{\left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot c} \quad (1)$$

Potrebno je da bude ispunjen prethodni uslov:

$$n = \frac{r}{A} \geq 10 \text{ do } 12 \text{ godina} \quad (2)$$

Ako se otkopnom polju dà oblik kvadrata strane (a), onda će se dobiti:

$$R = a^2 \cdot d \cdot \gamma$$

odakle je

$$a = \sqrt{\frac{R}{d \cdot \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{d \cdot \gamma}} \sqrt{R} \quad (3)$$

Za, na primer, $p = 0\%$; $c = 1$ i $\gamma = 1 t/m^3$ (idealni slučaj) dobiće se:

$$a = \frac{1}{\sqrt{d}} \sqrt{R} = \frac{1}{\sqrt{d}} \sqrt{r} \quad (3') \\ (R = r)$$

Površina otkopnog polja (S) je:

$$S = a^2$$

Kod uskih ležišta, gde je podela u kvadratna otkopna polja nemoguća ili teška, može se izabrati i pravougaoni oblik, gde je

$$S = a \cdot b$$

tj. kada je poznata uska dimenzija (b) lako se izračunava druga dimenzija (a).

Ako se posmatraju slučajevi sa 4 različite smenske proizvodnje, i to: 500 t/sm, 1.000 t/sm, 2.000 t/sm i 3.000 t/sm i pod pretpostavkom $R = r$ i $n = 12$ godina, onda se lako mogu izračunati potrebne rezerve uglja ili rude za osiguranje datih proizvodnji za 12 godina. U tablici 1 dati su ovi rezultati.

Tablica 1

Proizvodnja i rezerve rude (uglja) za $n = 12$ god.

	I	II	III	IV
Q_{sm} (t)	500	1.000	2.000	3.000
A (t)	450.000	900.000	1.800.000	2.700.000
$R = r$				
(1.000 t)	5,400	10,800	21,600	32,400

Napomena: Produktivne su sve 3 smene.

Određivanje dužina putanji i kapacitet transporta

Između dužine strane otkopnog polja (a) i srednje dužine putanje može se približno uzeti linearni odnos i to:

$$L = k \cdot a \quad (k \text{ — koeficijent proporcionalnosti})$$

Koeficijentu (k) se može dati orijentaciona vrednost:

$k = 0,75$ (k je zavisno od lokacije okna)
pa će se onda dobiti odnos:

$$L = 0,75 \cdot a \quad (4)$$

Prema tome, (L) je dužina jedne fiktivne transportne putanje, iste za sve vreme trajanja eksploatacije date jame, koja služi za izbor vrste i veličine transportnih sredstava.

Za idealni slučaj $R = r$, $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$ i $n = 12$ godina, pomoću obrazaca (3') i (4), lako se izračunavaju odgovarajuće dužine putanji (L), kapacitet transporta (K), sve u zavisnosti od močnosti naslaga (d). Ovi su rezultati sredjeni u tablici 2.

Tablica 2 daje kapacitete transporta za smenske proizvodnje od 500 t do 3.000 t i dužine putanja od 560 do 4.250 m. Ista tablica može poslužiti da se brzo i lako izračunaju odgovarajuće srednje dužine putanja i kapaciteti transporta za ma kakve uslove.

Tablica 2

Dužina-putanje i kapacitet transporta u zavisnosti od (d)

d m	P r o i z v o d n j a (t/sm)								$R = r$ $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$ $n = 12$	
	500				1000					
	L	K	L	K	L	K	L	K		
1	1 760	880	2 500	2 500	3 500	7 000	4 250	12 750		
1,5	1 440	720	2 050	2 050	2 880	5 760	3 480	10 400		
2	1 250	525	1 770	1 770	2 500	5 000	3 000	9 000		
3	1 015	510	1 440	1 440	2 020	4 040	2 460	7 350		
4	880	440	1 250	1 250	1 750	3 500	2 125	6 350		
5	785	390	1 115	1 115	1 560	3 120	1 900	5 700		
6	720	360	1 020	1 020	1 430	2 860	1 740	5 200		
7	665	330	945	945	1 330	2 660	1 610	4 800		
8	620	310	885	885	1 240	2 480	1 500	4 500		
9	585	290	835	835	1 170	2 340	1 420	4 250		
10	560	280	790	790	1 110	2 220	1 350	4 050		

Iz obrazaca (3') i (4) se dobija izraz:

$$L = 0,75 \sqrt{\frac{R}{d}} = \frac{0,75}{\sqrt{d}} \sqrt{r} \quad (5)$$

(R = r)

Jednačina (5) predstavlja hiperbolu (L/d) čije su asimptote X—osa i Y—osa.

Da bi se mogli služiti tablicom 2 za makkave slučajeve treba naći odnos između (L) u tablici i (L_n) za maki koji slučaj:

$$L = \frac{0,75}{\sqrt{d}} \sqrt{r} = \frac{0,75}{\sqrt{d}} \sqrt{12 \cdot A}$$

$$L_n = \frac{0,75}{\sqrt{d}} \sqrt{R_n} = \frac{0,75}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{n \cdot A}{\left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot c \cdot \gamma}}$$

(R_n — bruto rezerve za nove uslove)

$$L_n = \frac{L}{\sqrt{\left(1 - \frac{p}{100}\right) c \cdot \gamma}} \sqrt{\frac{n}{12}}$$

Može se staviti:

$$\gamma' = \left(1 - \frac{p}{100}\right) c \cdot \gamma$$

$$k_n = \sqrt{\frac{n}{12}}$$

pa se dobija:

$$L_n = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot k_n \quad (6)$$

Za različite vrednosti (n) određene su odgovarajuće vrednosti (k):

$$k_{12} = 1$$

$$k_{20} = 1,29$$

$$k_{25} = 1,44$$

$$k_{30} = 1,56$$

Izraz (6) za različite vrednosti (n) biće:

$$L_{12} = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot 1$$

$$L_{16} = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot 1,12$$

$$L_{20} = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot 1,29 \quad \text{itd.}$$

Problem se može postaviti tako, da se unapred prepostavi amortizacioni rok.

Izbor transportnih sredstava

Tablica 2 može služiti za izbor vrste i veličine transportnih sredstava. Razume se, da podatke dobivene u toj tablici treba korigovati za svaki dati slučaj, a prema datim obrascima.

Kod glavnog transporta, o kome je uglavnom ovde reč, dolazi u obzir kao transportno sredstvo lokomotiva ili transportna traka. Obzirom na veličine proizvodnje (500 do 3.000 t/sm), koje se ovde razmatraju, jamske žičare ne dolaze u obzir, dok se hidraulični transport, kao što je poznato, primenjuje samo za neke specifične vrste proizvoda.

Transport lokomotivama dolazi u obzir za sve proizvodnje i putanje, koje obično ne prelaze 5 km.

Transport trakama, da bi bio ekonomičan kod glavnog transporta, zahteva velike proizvodnje (2.000 i više t/sm) i relativno kratke putanje (1 do 1,5 km).

Prema tome ostaje kao najrasprostranjenije transportno sredstvo, kod glavne otpreme proizvoda, lokomotiva.

Primenom velikih vozila mogu se savladati i najveći kapaciteti transporta. Isto tako prevoz ljudstva i pom. materijala se daleko lako organizovati lokomotivama.

U daljem izlaganju razmatraće se izbor veličine vozila u zavisnosti od kapaciteta transporta. Isti princip izbora veličina i proračuna može se lako primeniti i kod transporta trakama.

Prema najnovijem standardu jamskih lokomotiva (JÜS-P.S 9.101 — III 1962.) predviđene su 3 veličine lokomotiva, od 5 t, 7 t i od 10 t. Kod el. trolnih lokomotiva ovim težinama odgovaraju približno snage 26 KW, 36 KW i 52 KW. Brzina normalne vožnje predviđa se 4 m/sek.

Ako se usvoje po 2 veličine vagoneta za svaku lokomotivu, onda se mogu formirati 3 vrste kompozicija vozova, i to:

kompozicija I: lokomotiva 5 t; vagoneti 0,9 i 1,1 m³,

kompozicija II: lokomotiva 7 t; vagoneti 1,3 i 1,5 m³ i

kompozicija III: lokomotiva 10 t; vagoneti 2 i 3 m³.

Na osnovu karakteristika lokomotiva i vagoneta, kod transporta uglja ($\gamma = 0,8$ t/m³ u rastresitom stanju), najpovoljniji pad klošeka u pravcu punih kompozicija, prema proračunu je:

za kompozicije I i II: 4%

za kompoziciju III: 3,5%.

Poznatim obrascima lako se izračunaju odgovarajuće kompozicije vozova, pod pretpostavkom pravilnog iskorišćenja snage lokomotive i njene sposobnosti za kočenje. Ovi su rezultati svedeni u tablici 3.

Tablica 3

Karakteristike kompozicije vozova kod prevoza uglja trolejnim lokomotivama

No Kompozicija	Lokomotiva		Vagoneti			n	n.Q	p
	Q ₀ t	N KW	m ²	Q t	P t			
I 5 26	0,9	0,72	0,5	55	40	4		
	1,1	0,88	0,6	45	—	—		
II 7 36	1,3	1,04	0,7	61	63,5	4		
	1,5	1,20	0,8	—	—	—		
III 10 52	2,0	1,60	1,0	67	108	3,5		
	3,0	2,40	1,5	45	—	—		

Gde je:

- Q₀ — sopstvena težina lokomotive (t)
- N — snaga lokomotive (KW)
- Q — korisni teret 1 vagoneta (t)
- P — sopstvena težina 1 vagoneta (t)
- n — broj vagoneta u kompoziciji
- n.Q — korisni tereti 1 kompozicije (t)
- p — pad u % pruge u pravcu punih kompozicija.

Kod prevoza proizvoda veće ili manje spec. težine od uglja, vrednosti, uzete u tablici 3, treba korigovati na bazi da bruto težina svake kompozicije ostane ista, kako bi lokomotiva uvek bila pod normalnim opterećenjem.

Premda podacima iz tablice 3, lako se određuju dužine kompozicija vozova, koje služe za dimenzionisanje i dispoziciju krajnjih i utovarnih stanica. Prema najnovijem standardu (JUS-B-ZO.201/204 ili 221/224 — 1962. god.) može se odrediti presek hodnika za svaku kompoziciju.

Pod pretpostavkom da je brzina normalne vožnje od 4 m/s, da je trajanje manevra na krajnjim stanicama u oba pravca 20 minuta, za sve kompozicije lako se izračunavaju količine prevezenog uglja sa po 2 kompozicije

vozova (1 mimoilaznica na sredini putanje) i za razne dužine putanje. Ovi su rezultati uneti u tablicu 4.

Tablica 4

Količine prevezenog uglja u 1 smeru sa po 2 kompozicije

L m	Kompozi- cija I t/sm	Kompozicija II t/sm	Kompozi- cija III t/sm
1,0	1 020	—	—
1,5	880	1 400	—
2,0	780	1 240	—
2,5	—	1 110	1 890
3,0	—	1 020	1 730
3,5	—	—	1 560
4,0	—	—	1 460
4,5	—	—	1 360
5,0	—	—	1 240

N a p o m e n a: Ukoliko se primenjuju 3 ili 4 kompozicije (sa dve mimoilaznice) količine u tablici 4 se povećavaju za 50% odnosno za 100%. Uzeto je da se komp. I primenjuje na putanjama od 1 do 2 km; komp. II od 1,5 do 3 km; komp. III na putanjama od 2,5 do 5 km.

Tablice 3 i 4 služe isto tako za određivanje potrebnog broja lokomotiva i vagoneta, preseke hodnika, težinu i količinu potrebnih šina i pragova za organizaciju datog transporta.

U dosadašnjem izlaganju posmatran je slučaj organizacije transporta lokomotivama kod najjednostavnijih transportnih putanja. Međutim, u praksi se transportna putanja može pojaviti u komplikovanijem obliku, na primer postoji više utovarnih (pretovarnih) stanica, a svi vozovi imaju samo jedan deo zajedničke putanje, a ostali deo poseban. U tom slučaju se uzima za proračun jedna fiktivna putanja (L) koja se određuje iz poznatog obrasca:

$$L = \frac{B_1 \cdot L_1 + B_2 \cdot L_2 + \dots + B_n \cdot L_n}{B_1 + B_2 + \dots + B_n}$$

gde su

B₁ ... B_n; L₁ ... L_n smenske proizvodnje i dužine putanja raznih revira.

Kod slučaja dvokrilnog otkopavanja, gde jedan poprečni hodnik poslužuje oba krila, treba problem tako postaviti kao da postoje dve transportne putanje, po jedna za svakو

krilo. Poprečni hodnik ovdje služi za oba krila, te u njemu treba postaviti dva koloseka, za svako krilo po jedan kolosek.

Primer 1

Dobro istraženi ugljeni teren ima rezerve mrkog uglja oko 100,000.000 t; srednja moćnost slojeva $d = 1,8 \text{ m}$; spec. težina u sloju $1,2 \text{ t/m}^3$; godišnja proizvodnja $A = 1,800.000 \text{ t}$ i $Q_{sm} = 2.000 \text{ t}$; $p = 10\%$ i $c = 0,85$; trajanje eksploatacije $n = 20 \text{ god.}$

Potrebno je ograničiti otkopno polje sva-ke jame i izabrati transportna sredstva za date uslove eksploatacije.

Prema obrascu (6):

$$L_n = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot k_n$$

$$\gamma' = 0,9, 0,85, 1,2 = 0,918 ; k_n = k_{20} = 1,29$$

Interpolacijom u tabl. 2 nalazi se:

$$L = 2880 - \frac{2880 - 2500}{0,5} \cdot 0,3 = 2652 \text{ m}$$

$$L_n = \frac{2652}{\sqrt{0,918}} \cdot 1,29 = 3600 \text{ m}$$

$$a_n = \frac{3600}{0,75} = 4800 \text{ ili } 4,8 \text{ km}$$

Površina otkopnog polja je

$$S = 4,8 \cdot 4,8 = 23 \text{ km}^2$$

Srednji smenski kapacitet transporta:

$$K_n = 2000 \cdot 3,6 = 7200 \text{ t km}$$

Prema tome, ovaj se transport može organizovati komp. III (tabl. 4) sa 3 lokomotive u radu.

Primer 2

Ako su date bruto rezerve uglja 30 miliona tona, a svi ostali podaci isti iz prethodnog primera, onda će se dobiti:

$$r_n = R_n \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot c = 30,000,000 \cdot 0,9, 0,85 = \\ = 22,950,000 \text{ t}$$

$$n = \frac{22,950,000}{1,800,000} = 13 > 12$$

$$k_{13} = \sqrt{\frac{13}{12}} = 1,04$$

$$L_n = \frac{L}{\sqrt{\gamma'}} \cdot K_{13} = \frac{2652}{\sqrt{0,918}} \cdot 1,04 = 2800 \text{ m}$$

Kapacitet transporta je:

$$K_n = 2000 \cdot 2,8 = 5600 \text{ t/km}$$

Prema tome, ovaj se transport može organizovati kompozicijom II i sa 4 lokomotive u radu (tabl. 4).

Izbor izvoznih sredstava

Kako za sad još ne postoje standardi izvoznih skipova, to će u daljem izlaganju biti reči o izvozu koševima, pošto za njih kao i za preseke okna postoji standard (JUS-B.ZO. 101/105—1960).

Kao što je poznato, kapacitet izvoza zavisi od proizvodnje i visine izvoza. On je kod iste proizvodnje proporcionalan sa visinom izvoza.

Isto tako, kapacitet izvoznog postrojenja zavisi od tri faktora:

- kinematike izvoza,
- veličine korisnog tereta jedne vožnje i
- trajanja manevra na navozištima.

Kod projektovanja i proračuna izvoznih postrojenja odredi se prethodno kinematika u zavisnosti od visine izvoza, izabere se dispozicija navozišta (jednostrano ili dvostrano) i način kako će se vršiti manevri (mekanički ili ručno), pa se onda lako izračuna teoretska vrednost korisnog tereta jedne vožnje. Na osnovu ove teoretske vrednosti biraju se najbliži standardni koševi.

Za visine izvoza (dubine okna) do 500 m obično se primenjuju izvozni sistemi sa cilindričnim bubenjevima, dok preko te visine samo sistemi sa koturom ili sa bubenjem Kepe.

Svi veliki rudnici u našoj zemlji snabdevaju se električnom energijom iz međugradskih mreža preko trafo-stanica ili iz velikih sopstvenih centrala, te se kod izvoznih postrojenja mogu primeniti trapezni dijagrami vožnje. U članku, navedenom u literaturi pod brojem 7, data je kinematika izvoza za razne visine izvoza kao broj vožnji u 1 satu. Na osnovu ovako izabrane kinematike izvoza izračunate su količine prevezenog proizvoda (uglja) u 1 smeni sa raznim standardnim ko-

ševima, jednoetažnim i višeetažnim, i za visine izvoza od 50 do 600 m. Rezultati ovih proračuna sređeni su u tablici 5.

Oznaka (K) obeležava vrstu izvoznog koša; donji indeks označava broj etaža koša, gornji indeks broj odgovarajućih vagoneta po svakoj etaži.

I ovde se zadržava ista podela vagoneta, u tri grupe, kao i kod glavnog transporta:

- grupa I: vagoneti 0,9 i 1,1 m³
- grupa II: vagoneti 1,3 i 1,5 m³
- grupa III: vagoneti 2 i 3 m³

Svakoj od ovih grupa odgovaraju po dva standardna preseka okna i dispozicije opreme u njemu. Uzete su svuda u razmatranje varijante kraćih (viših) vagoneta.

Primer 3

U primeru 1, za dubinu okna, na primer, od 500 m, treba odrediti standardne koševe i odgovarajući presek okna.

Za proizvodnju od 2.000 t/sm i vagonete od 2 ili 3 m³, u tablici 5, odgovaraju oznake koševa (K^2_8) za vagonete od 2 m³ (2.100 t/sm), odnosno kod primene vagoneta od 3 m³ odgovara koš oznake (K^2_8), kapacitet 2.430 t/sm, kao i njima odgovarajući standardni preseci okna. Brzina izvoza je 11 m/sek.

Spoljašnje dimenzije koševa kao i odgovarajući preseci okna nalaze se u JUS-B.ZO. 101/105—1960 (Savezni zavod za standardizaciju).

Prema tome, u tablicama se nalaze, za svaki dati slučaj, svi elementi (ili podaci) potrebni za izradu investicionih ili glavnih programa izgradnje jednog rudnika u otvaranju. Pomoću tablica, u zavisnosti od amortizacionih rokova, može se između raznih varijanti izabrati najpovoljnija.

Tablica 5
Količina prevezenog uglja u 1 smeni za razne visine izvoza i sa raznim standardnim koševima

N°	H v m m/s	K	Izvoz t/sm		
			vag. 0,9 1,1	vag. 1,3 1,5	vag. 2 3
			I	II	III
1	50— 100	K^1_1	270	390	—
			330	450	—
	3 m/s	K^1_2	500	700	1 100
			610	810	1 650
	100— 200	K^2_2	1 000	1 400	2 200
			1 220	1 620	3 300
2	3 m/s	K^1_2	610	860	1 360
			750	1 000	2 050
	200	K^2_2	1 220	1 750	2 700
			1 500	2 020	4 050
	8 m/s	K^2_3	1 500	2 000	3 180
			1 830	2 300	4 770
3	200— 300	K^1_2	430	620	960
			530	715	1 440
	8 m/s	K^2_2	860	1 250	1 900
			1 060	1 450	2 860
	400	2	1 100	1 550	2 350
		K3	1 350	1 800	3 530
4	300— 400	K^1_2	400	580	900
			490	670	1 350
	10 m/s	K^2_2	800	1 160	1 800
			980	1 340	2 700
	500	K^2_3	1 000	1 450	2 250
			1 220	1 680	3 380
5	400— 500	K^1_2	370	540	830
			455	620	1 240
	11 m/s	K^2_2	750	1 080	1 660
			920	1 240	2 430
	600	940	1 340	2 100	
			1 150	1 550	3 150
6	500— 600	K^2_2	690	940	1 540
			840	1 090	2 300
	12 m/s	K^2_3	985	1 420	2 200
			1 200	1 640	3 280
	700	K^2_4	1 240	1 800	2 760
			1 520	2 080	4 150

RÉSUMÉ

Délimitation d'un siège d'exploitation minière et son influence sur les moyens de transport et d'extraction

V. Pavlović, Ingénieur civil des Mines^{*)}

On expose une méthode de délimitation d'un siège d'exploitation en relation avec la production, profondeur et puissance des gisements, du poids spécifique; l'influence des différents facteurs sur le choix des moyens de transport et d'extraction des produits minières.

La relation logique qui existe entre ces facteurs est formulée par les expressions mathématiques et les résultats obtenus sont portés dans les tables numériques pour les différents cas qui peuvent se présenter lors de l'étude d'une affaire minière.

En se servant de ces tables, il est très commode de délimiter un siège d'exploitation et par conséquent de résoudre n'importe quel problème de transport et d'extraction d'une façon pour ainsi dire mécanique.

Par des exemples numériques on démontre l'utilisation pratique de cette méthode de travail.

Literatura

1. Pavlović V., 1962: Automatizacija u rudnicima i mogućnost izrade elaborata pomoći računskih mašina. — Zbornik Rud.-geol. fak. br. 7.
2. Pavlović V., 1958: Metoda određivanja najmanjeg preseka okna za razne izvozne kapacitete. — Zbornik Rud.-geol. fak. br. 6.
3. Pavlović V., 1956: Uticaj veličine jamskih vagoneta na proizvodne troškove. — Zbornik Rud.-geol. fak. br. 4.
4. Pavlović V., 1955: Uticaj izabranog kapaciteta proizvodnje na proizvodne troškove. — Zbornik Rud.-geol. fak. br. 3.
5. Pavlović V., 1958: Novi standardi jamskih vagoneta i uređenje koloseka i navozišta. — Tehnika br. 5.
6. Pavlović V., 1957: Orientacioni proračuni izvoznih mašina pri studiji i izradi invest. programa izgradnje. — Tehnika br. 9.
7. Pavlović V., 1961: Varijacija dimenzija i snage izv. mašina u zavisnosti od kapaciteta izvoza. — Tehnika br. 7.
8. Pavlović V., 1956: Predlog standarda jamskih vagoneta. — Bilten Sav. zavoda za standardizaciju br. 8.
9. Pavlović V., 1959: Predlog standarda rudničkih okana. — Bilten Sav. zavoda za standardizaciju br. 10.
10. Pavlović V., 1962: Uticaj kapaciteta transporta na izbor veličine vozila. — Tehnika br. 3.

^{*)} Dipl. ing. Vasilije Pavlović, prof.
Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Prerada azbestne rude u separaciji »Korlače« i predlog mera za unapređenje tehnološkog procesa prerade

(sa 4 šeme)

Dipl. ing. Dragorad Ivanković

Uvod

Proizvodnja azbestnog vlakna u Jugoslaviji počela je posle II svetskog rata i to od 1947. godine, kada je puštena u pogon separacija azbesta „Korlače“. Posle nekoliko godina (1952. godine) izgrađene su nove separacije azbesta u Bosanskog Petrovom Selu i u Bogoslovcu (Makedonija). Ove prve separacije azbesta u našoj zemlji rade već deset do petnaest godina i daju godišnje oko 5.000 tona azbestnog vlakna za azbest-cementnu industriju. Mada ova proizvodnja podmiruje samo 50% potreba azbestnog vlakna za azbest-cementnu industriju, postoje realne mogućnosti na osnovu postojeće sirovinske baze da se izgrade novе separacije azbesta, koje bi u potpunosti zadovoljile potrebe jugoslovenske industrije za azbestnim vlaknom.

Akô sè problem proizvodnje azbestnog vlakna, kao i potreba za njim, posmatraju u celini, može se konstatovati sledeće:

- postoji sirovinska baza za podizanje novih kapaciteta za proizvodnju azbestnog vlakna;
- postoji već izgrađena jaka industrija azbest-cementnih proizvoda, a isto tako i azbest-prerađivačka industrija;
- tehnološki procesi koji se primenjuju u našim separacijama ne odgovaraju u potpunosti za tip i kvalitet azbestne rude koja se prerađuje, te se u kraj-

njem slučaju ne postiže zadovoljavajući kvalitet proizvedenog azbestnog vlakna.

Prateći rad naših separacija azbesta i vršeci studijska istraživanja naših azbestnih ruda, došli smo do izvesnih elemenata u pogledu izmena i dopuna u tehnološkom procesu prerade azbestne rude. Sve postavke su proverene i potvrđene laboratorijskim ispitivanjima na azbestnoj rudi iz tri naša glavna nalazišta azbesta i pri tome su dobiveni skoro identični rezultati za sve ispitivane rude.

Osnovna tendencija ovoga napisa je, da se pokrene pitanje daljeg usavršavanja postojećeg tehnološkog procesa prerade azbestne rude u našim separacijama azbesta i to u sadašnjoj fazi; kada će se projektovati i izgrađivati nove separacije azbesta. Smatramo da u današnjim uslovima privrednog i tehničkog razvijka naše zemlje ne bi trebalo praviti iste greške kao pri izgradnji prvih separacija, jer sada ima dovoljno i vremena i tehničkih mogućnosti da se iznade najpotoljniji tehnološki proces za svaku azbestnu rudu ponosob. Koristeći dragoceno iskustvo iz rada naših postojećih separacija azbesta, kao i na osnovu izvršenih studijskih ispitivanja, iznosimo naša zapažanja i prelogе za poboljšanje tehnološkog procesa prerade azbestne rude u našim separacijama.

Sva naša zapažanja iznećemo ukratko na primeru separacije azbesta „Korlače”, a sve izneno može se primeniti i na naše ostale separacije azbesta, pošto su osnovni problemi isti kao i uočeni nedostaci.

Opis šeme tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji »Korlače«

Ručna koncentracija azbestne rude. — Prerada azbestne rude u separaciji vrši se posle ručne koncentracije na površinskom kopu. Koncentracija azbestne rude vrši se počev od selektivnog otkopavanja, a uglavnom se obavlja pri utovaru azbestne rude u vagonete zapremine 0,75 m³. Sadržaj azbesta u ležištu iznosi oko 1,5% a sa ručnom koncentracijom povećava se na oko 3%.

Odnos azbestne rude-koncentrata prema prebranoj jalovini je 1 : 1. Postignuti stepen koncentracije zadovoljava zahtevima tehnološkog procesa, tako da od relativno siromašnog ležišta azbesta dobijamo zadovoljavajuće rezultate u odnosu na sadržaj azbesta u ulaznoj rudi.

Prvi stepen usitnjavanja. — Azbestna ruda-koncentrat dovozi se sa rudnika-površinskog kopa u vagonetima zapremine 0,75 m³ dizel lokomotivama. Dužina transporta je od 600—1.000 metara.

Azbestna ruda-koncentrat se preko vipe-ra istresa u mali prihvativi bunker i dalje preko pločastog transporta odvodi na usitnjavanje u udarnu drobilicu IZ-III.

Udarna drobilica IZ-III, proizvod domaće fabrike STT ima kapacitet 25—30 t/h azbestne rude, usitnjava rudu od 25 do 30 mm i pri tome ostaje oko 10% frakcije + 30 mm. Brzina kretanja rotora drobilice je oko 600 /min.

Usitnjavanje azbestne rude vrši se udarom drobećih gredica, koje su pričvršćene na rotoru i odbijanjem komada rude od drobećih odbojnih ploča.

Usitnjavanje azbestne rude u ovim drobilicama za prvi stepen usitnjavanja je veoma povoljno, azbestno vlakno se ne oštećuje niti se skraćuje, a postiže se stepen usitnjavanja od 4—6.

Azbestna ruda posle usitnjavanja kreće se dalje transportnom gumenom trakom (širine 600 mm) do malog prihvativog bunkera iznad rotacione sušare.

Sušenje azbestne rude. — Sušenje azbestne rude vrši se u sušari koja ima blagi nagib od 3° prema horizontali, kapaciteta od 250—300 t/24h.

Dimenzije sušare su sledeće:

- prečnik sušare do ložišta je $\phi_1 = 2.100$ mm, dužine 5 metara
- prečnik drugog dela je $\phi_2 = 1.700$ mm, dužine 5 metara.

Brzina kretanja sušare je oko 4 o/min.

Smer kretanja dimnih gasova i materijala je istosmeran. Unutrašnji presek sušare je šlobodan a samo po plaštu sušare postoje ugrađena rebra za podizanje i prebacivanje materijala. Vreme trajanja sušenja azbestne rude je oko 22 minuta. Prosječna vлага u ulaznoj rudi je oko 10%, a posle sušenja se snižava na ispod 2%.

Temperatura ulaznih dimnih gasova je oko 450°C a izlaznih od 80—100°C. Zagrevanje sušare se vrši ugljem-ligniteom. Izlazni dimni gasovi se izbacuju pomoću ventilatora preko ciklona, koji odvaja azbestnu prašinu od dimnih gasova.

Režim sušenja azbestne rude je veoma povoljan, izuzev u jako kišovitom periodu kada dolazi do slabijeg sušenja i kada dolazi do otežanog rada u procesu prosejavanja, od-sisavanja i klasiranja azbestnog vlakna.

Dруги stepen usitnjavanja. — Azbestna ruda-koncentrat posle sušenja dolazi na transportnu traku (širine 600 mm) do kosog elevatorsa i preko koritastog dodavača ide na dalje usitnjavanje u udarnu drobilicu IZ-II, proizvod domaće fabrike „STT”, kapaciteta 15—20 t/h azbestne rude. Granica usitnjavanja udarne drobilice je od 30 do 8 mm. Postiže se stepen usitnjavanja oko 4. Brzina kretanja rotora udarne drobilice je oko 560 o/min.

Oslobađanje azbestnog vlakna pri ovom stepenu usitnjavanja je nedovoljno, tako da se azbestno vlakno ne može odsisavati posle usitnjavanja u udarnoj drobilici i isto se daje usitnjava u dezintegratoru.

Treći stepen usitnjavanja. — Azbestna ruda posle usitnjavanja u udarnoj drobilici IZ-II se diže elevatorsom do bunkera zapremine od 15 m³. Dalje usitnjavanje vrši se u dezintegratoru br. 1 koji se hrani rotacionim dozatorom.

Dezintegrator ima kapacitet od 12—15 tona/h azbestne rude. Ovaj dezintegrator ima dva rotora, koji imaju suprotan smer kretanja; brzina kretanja rotora je oko 560 o/min. Stepen usitnjavanja koji se postiže je oko 3.

Drobeće šipke u dezintegratoru su od kvalitetnog čelika, a iste se dosta brzo istroše tako da se menjaju svakih mesec dana rada.

Pri usitnjavanju u dezintegratoru postoji mogućnost da dođe do skraćivanja azbestnog vlakna.

Dezintegratori veoma dobro oslobađaju azbestno vlakno, tako da posle ovoga usitnjavanja ima oslobođenog azbestnog vlakna oko 70% (računato je samo azbestno vlakno duže od 0,4 mm).

Prvo prosejavanje i odsisanje. — Azbestna ruda-koncentrat posle usitnjavanja u dezintegratoru br. 1 ide dalje preko transportne gumene trake (širine 600 mm) na prvo prosejavanje i odsisanje azbestnog vlakna. Preko malog prihvavnog bunkera zapremine od 3,5 m³ materijal se deli na dve transportne gumene trake od kojih svaka krani po četiri vibraciona sita za prosejavanje i odsisanje azbestnog vlakna.

Vibraciona sita su dimenzija 2.500 × 1.300 mm, pod uglom od 15° prema horizontali, sa dve ugrađene mreže; gornja ima otvore od 0,8 mm a donja od 0,45 mm.

Broj vibracija sita je 1.410 o/min.

Odsisanje azbestnog vlakna vrši se motociklonom kapaciteta 5.000 m³/h i isti stvara pritisak od 200 mm vodenog stuba.

Sa svake pojedine mreže vibracionog sita odsisava azbestno vlakno jedan motociklon, koji je spojen sa dva obična ciklona. Za prvo odsisanje ugrađeno je 16 motociklona i 32 obična ciklona.

Motocikloni odvajaju azbestni koncentrat, koji sadrži oko 35—40% azbestnog vlakna + 0,4 mm, a ostalo je serpentinska i azbestna prašina.

Obični cikloni obaraju azbestnu i serpentinskú prašinu iz izduvanog vazduha. Proizvodi običnog ciklona sadrže oko 10% azbestnog vlakna + 0,4 mm.

Proizvodi motociklona se prečišćavaju na vibracionim sitima jednom mrežom otvora 0,8 mm. Odsev sa vibracionih sita za pre-

čišćavanje predstavlja azbestni koncentrat sa oko 60—70% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Ovaj azbestni koncentrat se dalje dostavlja transportnom gumenom trakom u dezintegrator „CONDUX” radi daljeg raščesljanja azbestnog vlakna.

Otprišivanje vibracionih sita za odsisanje i prečišćavanje vrši se ventilatorima. Zaprašeni vazduh se ubacuje u vazdušnu komoru, gde se vrši taloženje prašine.

Odsev i prosev odsisanja vibracionih sita ide dalje na usitnjavanje u dezintegrator br. 2 i potom na prosejavanje i odsisanje. Prosev od vibracionih sita za prečišćavanje ide dalje na prosejavanje i odsisanje.

Cetvrti stepen usitnjavanja. — Rudni materijal od prvog prosejavanja i odsisanja se prikuplja sa dve transportne trake (širine 500 mm) i ide na dalje usitnjavanje u dezintegrator br. 2.

Dezintegrator ima kapacitet 12—15 tona/h azbestne rude. Ovaj dezintegrator ima dva rotora, koji imaju suprotan smer kretanja; brzina kretanja rotora je oko 560 o/min. Pri usitnjavanju do ggk 1 mm postiže se stepen usitnjavanja od oko 3.

Rudni materijal posle usitnjavanja u dezintegratoru br. 2 daje veoma visok sadržaj oslobođenog azbestnog vlakna i prema laboratorijskim analizama iznosi oko 80% azbestnog vlakna + 0,4 mm.

Druge prosejavanje i odsisanje. — Posle usitnjavanja u dezintegratoru br. 2 rudni materijal se diže elevatorom (visine 12 metara) i preko dve transportne gumene trake (širine 500 mm) dostavlja na drugo prosejavanje i odsisanje azbestnog vlakna. Raspodela materijala na vibraciona sita vrši se sa traka pomoću gumenih noževa.

Prosejavanje i odsisanje se vrši na 8 vibracionih sita koja imaju dimenzije 2.500 × 1.300 mm, pod uglom od 15° prema horizontali, sa jednom ugrađenom mrežom otvora 0,45 mm. Broj vibracija sita je 1.410 o/min.

Odsisanje azbestnog vlakna vrši se motociklonom kapaciteta 5.000 m³ i isti stvara pritisak od 200 mm vodenog stuba.

Svaki motociklon je povezan sa dva obična ciklona. Za drugo odsisanje ugrađeno je 8 motociklona i 16 običnih ciklona.

Motocikloni odvajaju azbestni koncentrat, koji sadrži oko 30—40% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Obični cikloni obaraju serpentiniku i azbestnu prašinu iz izduvanog vazduha. Proizvodi običnog ciklona sadrže oko 10% azbestnog vlakna + 0,4 mm.

Proizvodi motociklona se prečišćavaju na vibracionim sitima sa jednom mrežom otvora 0,8 mm. Odsev sa vibracionih sita za prečišćavanje predstavlja azbestni koncentrat sa oko 70% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Ovaj azbestni koncentrat se dalje transportuje gumenom trakom do dezintegratora „CONDUX“ (spaja se sa azbestnim koncentratom od prve odsisavanja).

Otprašivanje vibracionih sita za odsisavanje i prečišćavanje vrši se ventilatorima. Zaprašeni vazduh se ubacuje u vazdušnu komoru gde se vrši prirodno taloženje prašine.

Odsev i prosev vibracionih sita za odsisavanje ide na treće prosejavanje i odsisavanje azbestnog vlakna. Prosev od vibracionih sita za prečišćavanje ide, takođe, na treće prosejavanje i odsisavanje.

Treće prosejavanje i odsisavanje. — Jeden deo rudnog materijala posle drugog prosejavanja i odsisavanja usitnjava se u drobilici čekićaru JEFFREY. Brzina kretanja rotoara čekićara je oko 1.800 o/min. Rudni materijal se diže elevatorom (visina 12 metara) i dalje se raspoređuje transportnom gumenom trakom na vibraciona sita za prosejavanje i odsisavanje azbestnog vlakna.

Prosejavanje rudnog materijala se vrši na četiri vibraciona sita, koja imaju dimenzije 2.500×1.300 mm, pod uglom od 15° prema horizontali, sa jednom, ugrađenom mrežom otvora od 0,45 mm. Broj vibracija sita je 1.410 o/min.

Vibraciona sita u trećem prosejavanju su proizvod domaće fabrike „STT“ i rade na po uzoru na postojeća sita u separaciji.

Odsisavanje azbestnog vlakna vrši se motociklonom kapaciteta $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ i isti daje pritisak od 180 mm vodenog stuba.

Svaki motociklon je povezan sa dva obična ciklona. U trećem odsisavanju ugrađena su 4 motociklona i 8 običnih ciklona.

Proizvodi iz motociklona se prečišćavaju na vibracionim sitima sa jednom mrežom otvora od 0,45 mm. Odsev od vibracionih sita za prečišćavanje predstavlja azbestni kon-

centrat sa oko 60—70% azbestnog vlakna + 0,4 mm, koji se dalje prosejava na klasirnim vibracionim sitima.

Otprašivanje vibracionih sita za odsisavanje i prečišćavanje vrši se ventilatorima, koji ubacuju zaprašeni vazduh u vazdušnu komoru, gde se vrši prirodno taloženje prašine.

Jalovina iz separacije. — Posle trećeg prosejavanja i odsisavanja svi proizvodi predstavljaju jalovinu, a ista se sastoji iz:

- odseva i proseva vibracionih sita za odsisavanje,
- proseva vibracionih sita za prečišćavanje,
- proizvoda običnih ciklona i
- proseva od vibracionih sita za klasiranje azbestnog vlakna.

Sav materijal se prikuplja jednom transportnom gumenom trakom (širina 500 mm) koja odbacuje jalovinu u korito korlačkog potoka.

Klasiranje azbestnog vlakna. — Azbestno vlakno od prvog i drugog odsisavanja posle prečišćavanja, prikuplja se transportnom trakom (širine 500 mm), koja ga dalje odnosi do dezintegratora „CONDUX“ na dalje raščesljavanje i oslobođanje od serpintinskih zrnaca.

Posle raščesljavanja azbestni koncentrat se motociklonom diže do dva vibraciona sita sa po dve mreže, gornja sa otvorom od 3 mm i donja mreža sa otvorom od 2 mm. Sa gornjih mreža dobija se, uglavnom, klasa 41, a sa donjih mreža klase 42 i 43.

Prosev od gornja dva vibraciona sita ide dalje na prosejavanje na druga dva vibraciona sita sa po dve mreže, gornje mreže sa otvorom od 1,5 mm, a donje mreže sa otvorom od 1 mm. Sa ovih vibracionih sita uglavnom se dobija klasa 51 a u pojedinim slučajevima klasa 52.

Vibraciona sita za klasiranje azbestnog vlakna su proizvod fabrike „STT“, imaju dimenzije 2.500×1.300 mm, pod uglom od 15° prema horizontali, broj vibracija je oko 1.400 o/min. Azbestno vlakno posle klasiranja sadrži još znatan udio prašine odnosno sitnjeg azbestnog vlakna — 0,4 mm, koje se smatra kao štetna primesa u azbestnom vlaknu.

Sl. 1 — Tehnološki proces prerade azbestne rude u separaciji azbesta Korlače.

1 — bunker sirove rude; 2 — udarna drobilica IZ—III;
 3 — rotaciona sušara; 4 — bunker suve rude; 5 — udarna drobilica IZ—II; 6 — dezintegrator; 7 — vibrosito za odsisavanje; 8 — motociklon I; 9 — ciklon I;
 10 — vibrosito za prečišćavanje; 11 — dezintegrator; 12 — vibrosito za II odsisavanje; 13 — motociklon II; 14 — ciklon II; 15 — vibrosito za prečišćavanje; 16 — čekićar; 17 — vibrosito za III odsisavanje; 18 — motociklon III; 19 — ciklon III; 20 — vibrosito za prečišćavanje; 21 — dezintegrator; 22 — vibrosito za klasiranje; 23 — vibrosito za klasiranje.

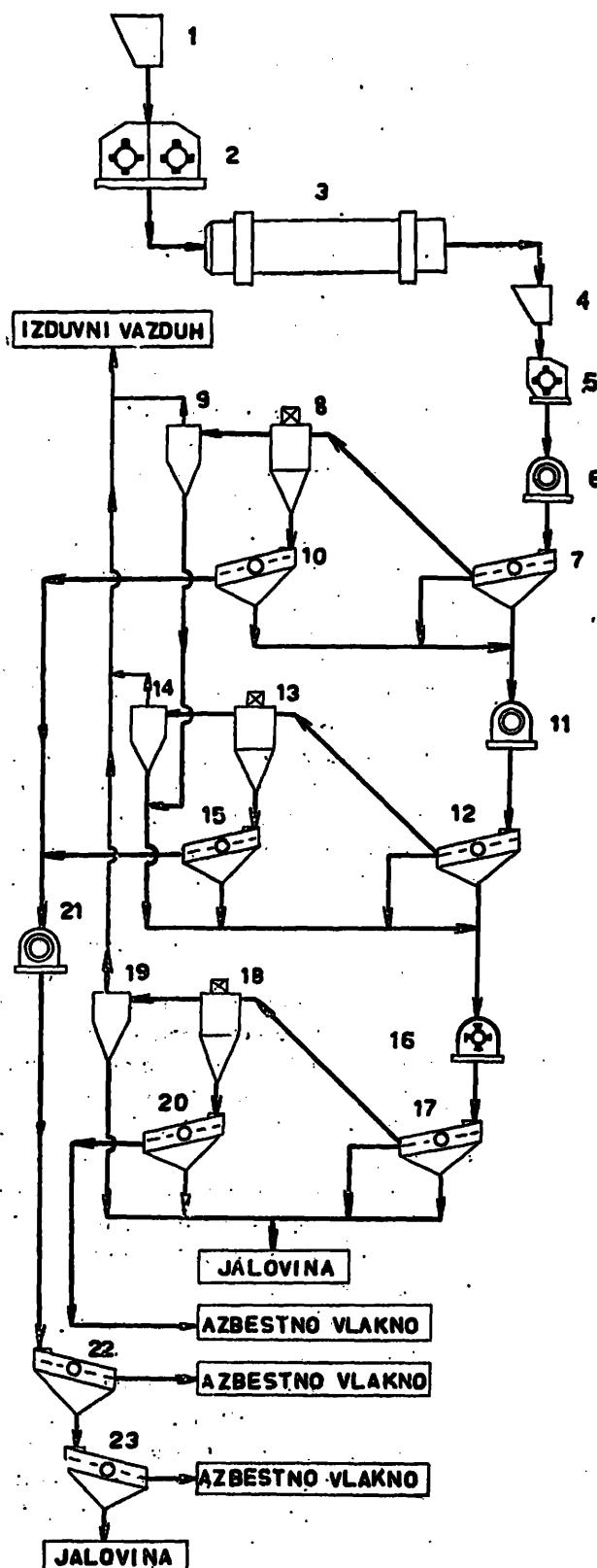


Fig. 1 — Flowsheet of asbestos separation plant „Korlače”.

1 — Coarse ore bin; 2 — Impact crusher type IZ—III;
 3 — Rotary dryer; 4 — Feed bin; 5 — Impact crusher type IZ—II; 6 — Desintegrator; 7 — Aspiration screen I; 8 — Collector I; 9 — Cyclone I; 10 — Cleaning screen I; 11 — Desintegrator; 12 — Aspiration screen II; 13 — Collector II; 14 — Cyclone II; 15 — Cleaning screen II; 16 — Hammermill; 17 — Aspiration screen III; 18 — Collector III; 19 — Cyclone III; 20 — Cleaning screen III; 21 — Desintegrator; 22 — Grading screen; 23 — Grading screen.

Azbestno vlakno koje sadrži znatne količine zrnaca serpentina ide u pneumatski klasifikator „Zihter”, gde se odvaja azbestno vlakno od zrnaca serpentina.

A s o r t i m a n a z b e s t n o g v l a k n a . — Prosečna proizvodnja azbestnog vlakna u separaciji daje sledeći assortiman:

4 klase	40%
5 klasa	60%
Ukupno	100%

Postignuti assortiman proizvodnje azbestnog vlakna u separaciji „Korlaće“ je zadovoljavajući u odnosu na sadržaj, strukturu i kvalitet azbestnog vlakna u ležištu.

Iskorišćenje azbesta u separaciji je dosta nisko i iznosi samo oko 55% računato samo na azbestno vlakno + 0,4 mm.

Na osnovu iznetog opisa tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji azbesta „Korlaće“ kao i priložene šeme tehnološkog procesa (šema br. 1) i na osnovu postignutih rezultata u poslednje dve godine (posle rekonstrukcije koja je izvršena 1960. godine) može se zaključiti da primjenjeni tehnološki proces prerade azbestne rude, uglavnom, odgovara za ovu vrstu i kvalitet azbestne rude.

Treba imati u vidu, da se eksploatiše azbestna ruda sa niskim sadržajem azbesta, da je azbestno vlakno prosečno dužine 2—4 mm, ulazna ruda u separaciju sadrži oko 2,5 do 3% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Iskorišćenje azbesta iz rude koje se postiže u separaciji je 50—60% računato samo na azbestno vlakno + 0,4 mm.

Pri proučavanju tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji azbesta „Korlaće“ zapaženo je da se može izvršiti poboljšanje tehnološkog procesa u fazi usitnjavanja azbestne rude i u fazi prosejavanja i odsisavanja sa ciljem poboljšanja kvaliteta azbestnog vlakna kao finalnog proizvoda a isto tako i iskorišćenja azbesta u separaciji.

U tome pravcu su i vršena naša ispitivanja, a u daljem izlaganju iznećemo rezultate laboratorijskih ispitivanja kao i zaključke i predloge u cilju poboljšanja tehnološkog procesa azbestne rude u separaciji „Korlaće“.

Analiza rada separacije azbesta u odnosu na kvalitet azbestnog vlakna

U s i t n j a v a n j e a z b e s t n e r u d e . — Usitnjavanje azbestne rude u prvom stepenu daje zadovoljavajuće rezultate, pošto se postiže postavljeni zadatak, da se usitni azbestna ruda, a da se pri tome ne ošteti azbestno vlakno. Usitnjavanje azbestne rude u drugom stepenu u udarnoj drobilici IZ-II uglavnom daje zadovoljavajuće rezultate u odnosu na stepen usitnjavanja, a donekle i u pogledu stepena oslobođenja azbestnog vlakna za odsisavanje.

U tablici 1 daje se sadržaj azbesta u rudnom materijalu posle usitnjavanja u udarnoj drobilici IZ-II.

Tablica 1

S i t o otvor	mč	Sadržaj azbestnog vlakna u rudi					
		oslobodeno	neoslobodeno	ukupno		%	Σ%
mm	%	Σ%	%	Σ%	%	Σ%	
+ 10	+ 1,651	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
+ 20	+ 0,840	0,50	0,60	0,45	0,55	0,95	1,15
+ 35	+ 0,420	0,60	1,20	0,65	1,20	1,25	2,40
+ 65	+ 0,210	0,90	2,10	1,00	2,20	1,90	4,30
Ukupno		2,10	—	2,20	—	4,30	—

Ako se uzme u račun samo azbestno vlakno + 0,4 mm, onda se oslobođa u drugom stepenu samo 50% azbesta u odnosu na sadržaj istog u ulaznoj rudi.

Usitnjavanje azbestne rude u trećem stepenu u dezintegratoru br. 1 daje mnogo povoljnije rezultate u pogledu odnosa između oslobođenog i neoslobodenog azbestnog vlakna.

U tablici 2 daje se prikaz sadržaja azbesta u rudnom materijalu posle usitnjavanja u dezintegratoru br. 1.

Tablica 2

S i t o otvor	mč	Sadržaj azbestnog vlakna u rudi					
		oslobodeno	neoslobodeno	ukupno		%	Σ%
mm	%	Σ%	%	Σ%	%	Σ%	
+ 6	+ 3,360	0,03	0,03	—	—	0,03	0,03
+ 10	+ 1,651	2,68	2,71	0,23	0,23	2,91	2,94
+ 20	+ 0,840	1,26	3,97	0,48	0,71	1,74	4,68
+ 35	+ 0,420	0,42	4,39	0,23	0,94	0,65	5,33
+ 65	+ 0,210	0,60	4,99	0,30	1,24	0,90	6,23
Ukupno		4,99	—	1,24	—	6,23	—

Ako se uzme u račun samo azbestno vlakno $+0,4$ mm, onda posle trećeg usitnjavanja u dezintegratoru br. 1 imamo 82,5% oslobođenog azbestnog vlakna. Takođe se može konstatovati da je znatno porastao sadržaj azbesta tj. imali smo posle drugog usitnjavanja 2,40%, a posle trećeg 5,33%, što je jasan dokaz da se tek u trećem usitnjavanju u dezintegratoru br. 1 vrši oslobađanje azbestnog vlakna.

Na osnovu ovih ispitivanja kao i na osnovu izvršenih proba u laboratorijskom opsegu može se konstatovati sledeće:

- uređaji za usitnjavanje su pravilno odabrani i odgovaraju za ovu vrstu azbestne rude,
- može se poboljšati usitnjavanje azbestne rude kao i kapacitet, ako se izvrše prethodna prosejavanja materijala na vibrorešetu, tako da se usitnjava samo nadrešetni proizvod,
- izvršeni opiti u laboratoriji su pokazali da se za treći stepen usitnjavanja može sa uspehom primeniti „Symens“ drobilica, koja daje povoljniji stepen usitnjavanja oko 6—8, a pri tome je stepen oslobađanja azbestnog vlakna 80,20%, a samo azbestno vlakno je skoro potpuno očuvano i zadržava oblik iglica. Azbestno vlakno je dovoljno raščeljano da se može odsisavati vazdušnom strujom brzinom od 8 do 10 m/sec. (početna brzina u odsisnom vodu).

Odsisavanje azbestnog vlakna. — Dosadašnji način odsisavanja azbestnog vlakna sa vibracionih sita pomoću motociklona daje azbestni koncentrat, koji je prilično siromašan a istovremeno zaprljan sa azbestnom i serpentinskom prašinom, tako da se kasnije ista ne može da izdvoji od azbestnog vlakna.

Radi uvida u rezultate odsisavanja dajemo pregled sadržaja azbestnog vlakna u proizvodima motociklona za prvo, drugo i treće odsisavanje.

U tablici 3 daje se sadržaj azbestnog vlakna u proizvodu motociklona prvog odsisavanja.

Iz pregleda datog u tablici 3 se vidi da proizvod motociklona sadrži samo 41,35% azbestnog vlakna $+0,4$ mm a ostatak je azbestna i serpentinska prašina.

Tablica 3

Sito otvor mes	mm	Sadržaj azbestnog vlakna					
		oslobodeno		neoslobodeno		ukupno	
		%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$
+ 6	+ 3,360	9,20	9,20			9,20	9,20
+ 10	+ 1,651	17,55	26,75			17,55	26,75
+ 20	+ 0,840	12,60	39,35			12,60	39,35
+ 35	+ 0,420	2,00	41,35			2,00	41,35
+ 65	+ 0,210	3,00	44,35	0,20	0,20	3,20	44,55
Ukupno		44,35	—	0,20	—	44,55	—

Daljim prečišćavanjem na vibracionim sitima i na klasirnim vibracionim sitima nikada se ne uspeva da se azbestno vlakno dovoljno očisti od azbestne i serpentinske prašine, jer raščeljano azbestno vlakno prima vrlo lako sitnu finu prašinu, koja se mehaničkim putem pri prosejavanju ne može da otkloni sa finih i tankih niti azbestnog vlakna.

U tablici 4 daje se sadržaj azbestnog vlakna u proizvodu motociklona posle drugog odsisavanja.

Tablica 4

Sito otvor mes	mm	Sadržaj azbestnog vlakna					
		oslobodeno		neoslobodeno		ukupno	
		%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$
+ 10	+ 1,651	5,80	2,80			5,80	5,80
+ 20	+ 0,840	7,70	13,50			7,70	13,50
+ 35	+ 0,420	2,50	16,00			2,50	16,00
+ 65	+ 0,210	3,80	19,80	2,40	2,40	6,20	22,20
Ukupno		19,80	—	2,40	—	22,20	—

U proizvodu motociklona drugog odsisavanja ima samo 16,00% azbestnog vlakna $+0,4$ mm, što je dosta malo u odnosu na prvo odsisavanje.

Tablica 5

Sito otvor mes	mm	Sadržaj azbestnog vlakna					
		oslobodeno		neoslobodeno		ukupno	
		%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$	%	$\Sigma\%$
+ 10	+ 1,651	5,90	5,90			5,90	5,90
+ 20	+ 0,840	7,00	12,90			7,00	12,90
+ 35	+ 0,420	3,70	16,60			3,70	16,60
+ 65	+ 0,210	5,80	22,40	8,70	8,70	14,50	31,10
Ukupno		22,40	—	8,70	—	31,10	—

U tablici 5 daje se prikaz sadržaja azbestnog vlakna u proizvodu motociklona posle trećeg odsisavanja.

U proizvodu motociklona trećeg odsisavanja ima samo 16,60% azbestnog vlakna + 0,4 mm, isto kao u drugom odsisavanju.

Ako se posmatra celokupna proizvodnja azbestnog koncentrata u separaciji azbesta onda se vidi da je sadržaj azbestnog vlakna u proizvodima motociklona prvog, drugog i trećeg odsisavanja ispod 40%, dok je ostalo azbestna i serpentinska prašina. Ovo je jako nepovoljno i to je razlog što se dobija ne-kvalitetno azbestno vlakno, koje sadrži više prašine nego što dozvoljavaju tehnički propisi za azbest-cementnu industriju.

Posle prečišćavanja na vibracionim sitima sadržaj azbestnog vlakna u azbestnom koncentratu se nešto poboljšava i dobija se 58,60% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Rezultate prečišćavanja na vibracionim sitima dajemo u preglednoj tablici 6.

Tablica 6

Sito otvor mm	Sadržaj azbestnog vlakna					
	oslobodeno		neoslobodeno		ukupno	
čes	mm	% Σ%	% Σ%	% Σ%	% Σ%	% Σ%
+ 6	+ 3,360	6,60 6,60		6,60 6,60		
+ 10	+ 1,651	26,70 33,30		26,70 33,30		
+ 20	+ 0,840	16,60 49,90		16,60 49,90		
+ 35	+ 0,420	3,70 53,60		3,70 53,60		
+ 65	+ 0,210	5,00 58,60	6,00 6,00	11,00 64,60		
Ukupno		58,60	— 6,00	— 64,60		

Dalje prosejavanje azbestnog koncentrata na vibracionim sitima, radi čišćenja i klasiiranja azbestnog vlakna, ne zadovoljava u potpunosti, a najviše zbog toga, što raščesljano azbestno vlakno ne može da se osloboodi azbestne i serpentinske prašine pri prosejavanju na vibracionim sitima, pošto je ista čvrsto vezana u niti sitnih vlakanaca azbesta.

Koncentrat azbestnog vlakna posle prečišćavanja i klasiiranja na vibracionim sitima, koji se deklariše kao 4. klasa, sadrži 93,80% azbestnog vlakna + 0,4 mm, ali je isto vlakno i dalje ostalo uprjano sa sitnom, finom prašinom, koja se oslobada tek u procesu upotrebe u azbest-cementnoj industriji gde ometa vezivanje azbesta i cementa.

Za koncentrat azbestnog vlakna, koji se deklariše kao 5. klasa, situacija je znatno nepovoljnija nego za 4. klasu. Izvršeni opiti

taloženjem u vodi i odvajanjem mulja daju sadržaj azbestnog vlakna od 72,5% za 4. klasu, a za 5. klasu dobija se samo 61,2% azbestnog vlakna + 0,4 mm.

Zahtevi azbest-cementne industrije u pogledu kvaliteta azbestnog vlakna su iz godine u godinu sve oštiriji a sada važe sledeći odnosi:

	Minimalni sadržaj azbestnog vlakna + 0,4 mm	Maksimalni sadržaj prašine (frakcija — 0,4 mm)
3. klasa	97%	3%
4. klasa	95%	5%
5. klasa	92%	8%

Ovo važi pod uslovom da azbestno vlakno + 0,4 mm ne sadrži azbestnu i serpentinsku prašinu, koja se ne može dokazati sitovnom analizom na test mašini za azbest. A ovo je vrlo čest slučaj sa azbestnim vlaknom koje se proizvodi u našim separacijama azbesta pa i u separaciji azbesta „Korlaće”.

Proučavajući ovaj problem obespršavanja azbestnog vlakna, uočeni su nedostaci sadašnjeg tehnološkog procesa i konstatovano je, da se pojava prašine u azbestnom vlaknu, uglavnom, javlja u fazi odsisavanja sa vibracionih sita. Odsisavanje se vrši u zagonđenoj atmosferi sa sitnom finom azbestnom i serpentinskom prašinom, koja vrlo lako prijanja na raščesljana azbestna vlakanca (naročito ako azbestno vlakno sadrži nešto preko 20% vlage), te se u daljem toku prečišćavanja ne može više da odvoji od azbestnog vlakna.

Sva ova zapažanja su utvrđena laboratorijskim putem i dokazano je, da se navedeni nedostaci u tehnološkom procesu prerade azbestne rude u separaciji „Korlaće” mogu otkloniti na način kako je prikazano u sledećem poglavljju.

Mere i predlozi za poboljšanje odvajanja i čišćenja azbestnog vlakna

Na osnovu izvršenih studijskih ispitivanja tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji „Korlaće” došlo se do izvenskih zapažanja, koja su proveđena u laboratoriji sa tri uzorka azbestne rude iz posebnih nalazišta i konstatovano je, da se može iz-

vršiti znatno poboljšanje odvajanja i čišćenja azbestnog vlakna u sadašnjem tehnološkom procesu prerade azbestne rude u separaciji „Korlače”.

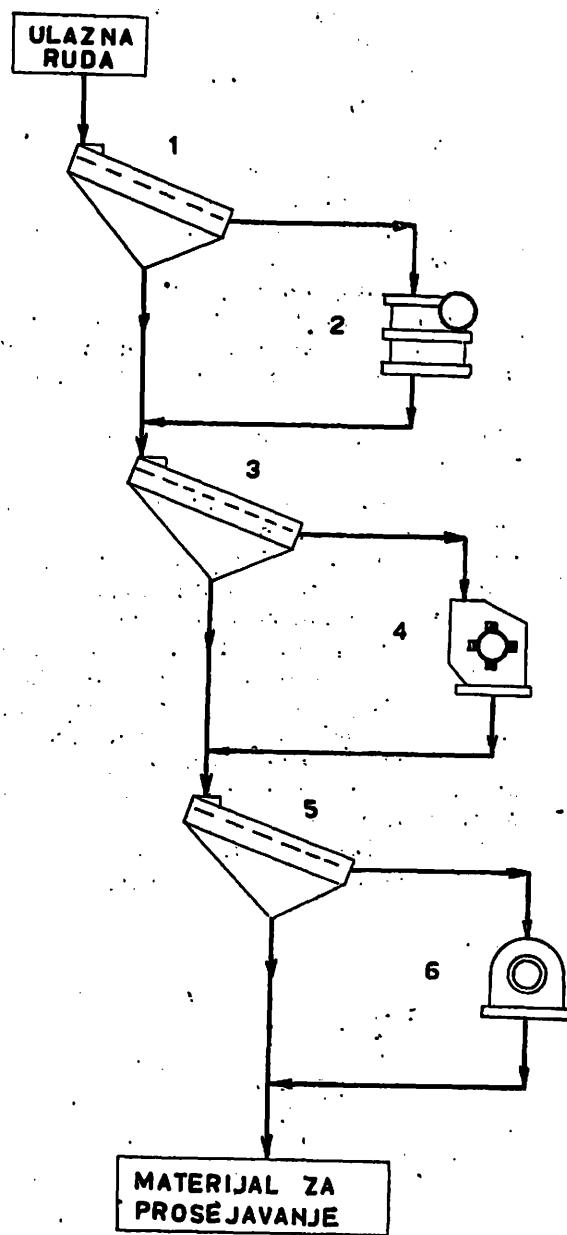
Sve predložene izmene i dopune tehnološkog procesa sastoje se u sledećem:

- u procesu usitnjavanja azbestne rude treba vršiti prethodno prosejavanje i dalje usitnjavati samo nadrešetni proizvod;
- u procesu odsisavanja vršiti prethodno prosejavanje rđnog materijala pre odsisavanja, a potom vršiti odsisavanje na već klasiranom rudnom materijalu.

U laboratoriji vršeni su opiti na uzorcima azbestne rude od po 100 kg i to iz posebna tri ležišta i pri tome su postignuti skoro identični rezultati, koji su povoljniji za oko 40% nego u sadašnjim separacijama azbesta. Opiti su vršeni prema predloženim šemama (šema br. 2 i 3) samo sa malim laboratorijskim mašinama, tako da se mogao dobiti tehnološki tok procesa odsisavanja azbestnog vlakna, što je veoma važno, pošto se radilo pod uslovima koji se mogu očekivati i u industrijskom pogonu. Kvalitet dobivenog azbestnog vlakna je bio znatno povoljniji i koncentrat azbestnog vlakna posle odsisavanja imao je 67,5% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Opiti su vršeni u neprekidnom toku, tako da su se u potpunosti postigli uslovi koji odgovaraju industrijskom postrojenju.

Usitnjavanje azbestne rude. — U postojećem tehnološkom procesu u separaciji azbesta „Korlače” u fazi usitnjavanja azbestne rude, usitnjavanje je vršeno bez prosejavanja tj. zajedno je propuštan sitan i krupan materijal u drobilicu, te je dolazilo do prekomernog usitnjavanja azbestne rude a i do skraćenja azbestnog vlakna kao i do smanjenja kapaciteta mašina drobilica. U toku višegodišnjeg praćenja rada u našim separacijama azbesta kao i na osnovu izvršenih laboratorijskih opita došlo se do zaključka, da je neophodno potrebno azbestnu ruds prethodno prosejavati na situ odnosno vibrorešetu otvora ggk uređaja za usitnjavanje.

Izvršeni opiti i probe su u potpunosti potvrdili gore navedeni zaključak a prednosti su sledeće:



Sl. 2 — Šematski prikaz postepenog usitnjavanja azbestne rude sa prethodnim prosejavanjem.

1 — vibrorešeto; 2 — čeljusna drobilica; 3 — vibrorešeto; 4 — udarna drobilica; 5 — vibrorešeto; 6 — dezintegrator.

Fig. 2 — Flowsheet for crushing asbestos ore.

1 — Vibrating screen; 2 — Jaw crusher; 3 — Vibrating screen; 4 — Impact crusher; 5 — Vibrating screen; 6 — Desintegrator.

- usitnjavanje rudnog materijala je znatno efikasnije,
- povećava se kapacitet uređaja za usitnjavanje i
- sprečava se prekomerno oštećenje i skraćivanje azbestnog vlakna.

U svakoj fazi usitnjavanja treba primeniti prethodno prosejavanje rudnog materijala, tako da se sitna frakcija i krupna frakcija posle usitnjavanja spoje i dalje tretiraju kao jedan proizvod. Ovo je potrebno radi boljeg mešanja azbestne rude i da bi sadržaj azbesta u rudnom materijalu ostao ujednačen.

Ceo proces usitnjavanja prikazan je na šemci br. 2.

Prosejavanje azbestne rude i odsisanje azbestnog vlakna. — Kao što smo ranije izneli, potrebno je rudni materijal prethodno klasirati odnosno prosejavati na vibracionom situ. Otvori mreže na vibracionom situ su isti kao i kod vibracionih sita za odsisanje azbestnog vlakna.

Prosev sa vibracionog sita za prosejavanje ide na sledeću fazu prosejavanja, a odsey se šalje na vibraciona sita za odsisanje, gde se vrši odvajanje azbestnog vlakna pomoću vazdušne struje.

Uslovi odsisanja treba da budu u sledećim granicama: brzina vazdušne struje u

usisnoj dizni treba da se kreće od 6 do 10 m/sec, a brzina vazdušne struje pre ulaza u ciklon od 15—18 m/sec, usisna dizna treba da ima mogućnost regulacije tj. podizanja i spuštanja. Kapacitet motociklona zavisi od površine odsisanja na vibracionom situ i sadržaja azbesta u rudnom materijalu.

Prikaz procesa prosejavanja rudnog materijala i odsisanja azbestnog vlakna prikazan je na šemi broj 3.

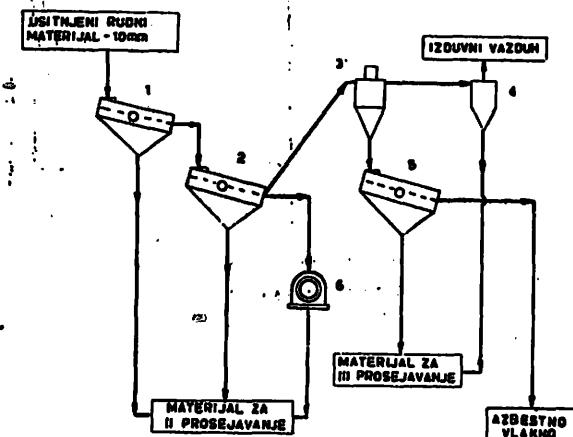
U našim separacijama azbesta uglavnom se primenjuju tri ciklusa odsisanja azbestnog vlakna, što se pokazalo kao nedovoljno, a iskustvo za ovih deset godina rada u našim separacijama nam govori da treba da se poveća na 4 ciklusa odsisanja azbestnog vlakna (u inostranim separacijama azbesta se primenjuju od 3—6 ciklusa odsisanja).

U našim separacijama azbesta imamo suviše brzo usitnjavanje azbestne rude a isto tako skraćenu fazu odsisanja, te ne koristimo azbestno vlakno 6. i 7. klase, zbog čega je i iskorишћenje u našim separacijama dosta nisko i iznosi 50—60%.

Koncentrat azbestnog vlakna tj. proizvod motociklona sadrži samo oko 40% azbestnog vlakna + 0,4 mm, a sa manjim izmenama koje predlažemo, mogao bi se postići kvalitet od oko 65—70% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Ovaj koncentrat azbestnog vlakna u procesu prečišćavanja se relativno dobro i brzo oslobođa od azbestne i serpentinske prašine.

U izvršenim opitima u laboratorijskim uslovima (rađeno prema sklopu industrijskog postrojenja) na uzorcima od po 100 kg iz tri ležišta, dobijeno je u koncentratu azbestnog vlakna tj. proizvodu ciklona oko 65% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Koncentrat azbestnog vlakna je dalje prečišćavan na vibracionom situ u jednom stepenu pri čemu je dobijeno čisto azbestno vlakno sa sadržajem od 96,7% azbestnog vlakna + 0,4 mm. Ovo dobiveno azbestno vlakno moglo bi da se deklariše prema JUS-u kao 5. klasa, a sadrži samo 3,3% frakcije — 0,4 mm, što je znatno niže od zahteva azbest-cementne industrije (maksimalno dozvoljeno 8% frakcije — 0,4 mm).

Pri ovim opitima postignuto je iskorишћenje azbesta od 76%, što je veoma povoljno u odnosu na sadašnje iskorишћenje u postojećim separacijama, koje se kreće od 50 do 60%.

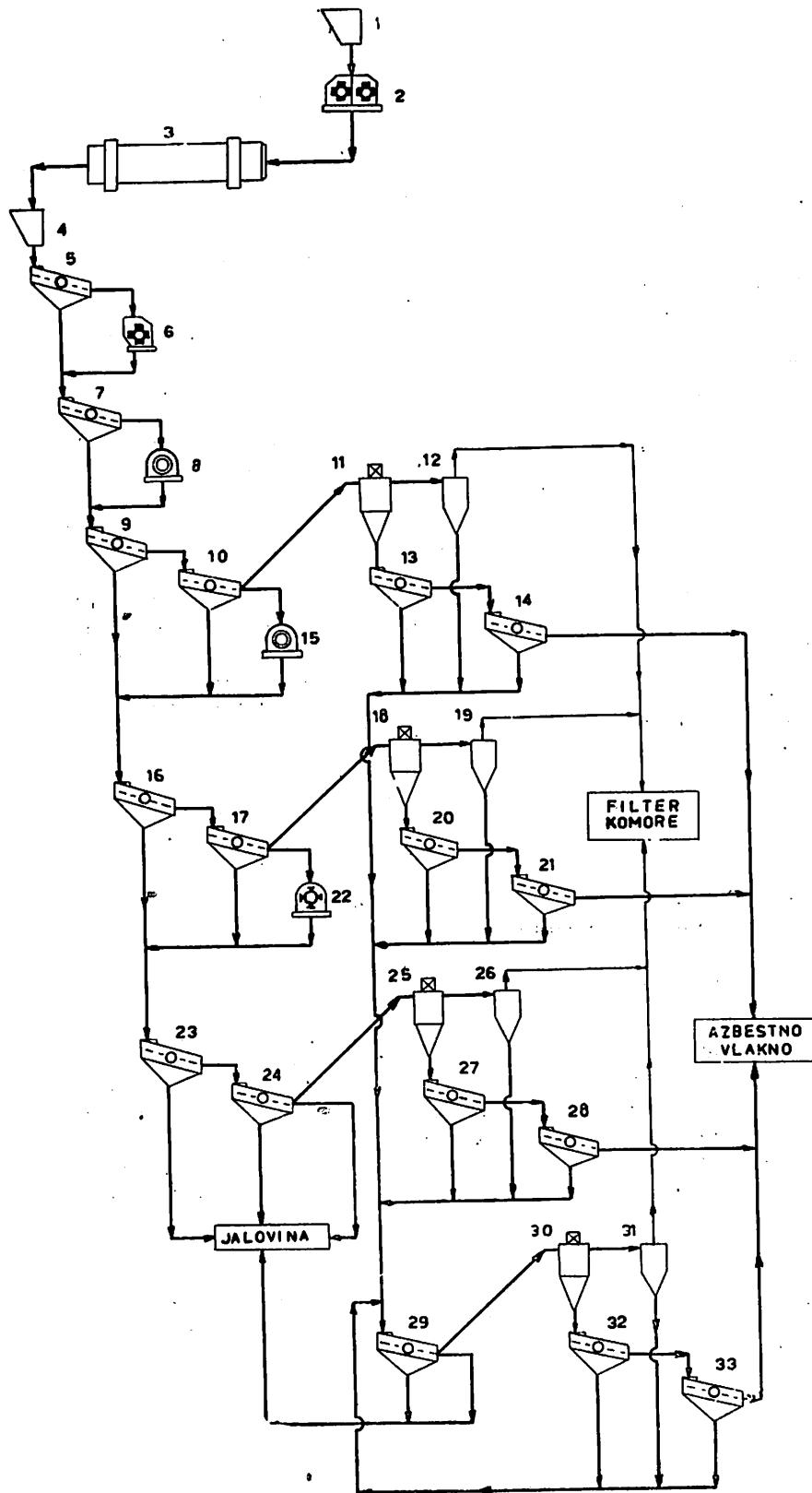


Sl. 3 — Sematski prikaz prvog prosejavanja i odsisanja azbestnog vlakna sa klasiranjem u jednom stepenu.

1 — vibraciono sito; 2 — vibraciono sito; 3 — motociklon; 4 — ciklon; 5 — vibraciono sito; 6 — dezintegrator.

Fig. 3 — Flowsheet for screening asbestos ore and aspiration of fiber in the first stage.

1 — Vibrating screen; 2 — Vibrating screen; 3 — Collector; 4 — Cyclone; 5 — Vibrating screen; 6 — Desintegrator.



Sl. 4 — Predložena šema tehnološkog procesa prerade azbestne rude za separaciju azbesta Korače.

1 — bunker sirove rude; 2 — udarna drobilica IZ—III; 3 — rotaciona sušara; 4 — bunker suve rude; 5 — vibrorešeto; 6 — udarna drobilica IZ—II; 7 — vibrorešeto; 8 — dezintegrator; 9 — vibrinosito, za I prosejavanje; 10 — vibrinosito za I odščuvanje; 11 — motociklon I; 12 — ciklon I; 13 — vibrinosito za prečišćavanje; 14 — vibrinosito za klasiranje; 15 — dezintegrator; 16 — vibrinosito za II prosejavanje; 17 — vibrinosito za II odščuvanje; 18 — motociklon II; 19 — ciklon II; 20 — vibrinosito za prečišćavanje; 21 — vibrinosito za klasiranje; 22 — drobilica čekićar; 23 — vibrinosito za III prosejavanje; 24 — vibrinosito za III odščuvanje; 25 — motociklon III; 26 — ciklon III; 27 — vibrinosito za prečišćavanje; 28 — vibrinosito za klasiranje; 29 — vibrinosito; 30 — motociklon IV; 31 — ciklon IV; 32 — vibrinosito za prečišćavanje; 33 — vibrinosito za klasiranje.

Fig. 4 — Flowsheet for asbestos ore treatment with proposed improvements in „Koralče”.

1 — Coarse ore bin; 2 — Impact crusher type IZ—III; 3 — Rotary dryer; 4 — Feed bin; 5 — Vibrating screen; 6 — Impact crusher IZ—II; 7 — Vibrating screen; 8 — Desintegrator; 9 — Screen I; 10 — Aspiration screen I; 11 — Collector I; 12 — Cyclone I; 13 — Cleaning screen I; 14 — Grading screen I; 15 — Desintegrator; 16 — Screen II; 17 — Aspiration screen II; 18 — Collector II; 19 — Cyclone II; 20 — Cleaning screen II; 21 — Grading screen II; 22 — Hammer crusher; 23 — Screen III; 24 — Aspiration screen III; 25 — Collector III; 26 — Cyclone III; 27 — Cleaning screen III; 28 — Grading screen III; 29 — Vibrating screen; 30 — Collector IV; 31 — Cyclone IV; 32 — Cleaning screen IV; 33 — Grading screen IV.

Sve predložene izmene i predlozi dopune tehnološkog procesa mogu se primeniti na sve naše separacije azbesta, sa izvesnim manjim izmenama tehničke prirode u odnosu na već ugrađene postojeće mašine i uredaje za preradu azbestne rude u pojedinim separacijama.

Radi bolje preglednosti izrađena je nova šema tehnološkog procesa prerade azbestne rude za separaciju azbesta „Korlače”, gde se može videti ceo tok prerade azbestne rude prema dopunama i izmenama na osnovu naših ispitivanja.

U šemici broj 4 prikazan je dopunjeni tehnološki proces prerade azbestne rude u separaciji „Korlače”.

Zaključak

Iznete mere i predlozi za poboljšanje tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji azbesta „Korlače” u fazi usitnjavanja i odvajanja sa odsisavanjem azbestnog vlakna date su na bazi studijskog ispitivanja tehnološkog procesa prerade azbestne rude u separaciji „Korlače”. Predložene izmene i predlozi dopuna su provereni u laborato-

rijskim uslovima, te je u potpunosti dokazana ispravnost našeg gledišta. Prednosti predloženih mera u fazi usitnjavanja su tako očigledne, da bi ih trebalo što ranije sprovesti u svim našim separacijama azbesta.

Predložene dopune u fazi odsisavanja nisu proverene u industrijskom obimu što je neophodno učiniti, ali na bazi laboratorijskih (poluindustrijskih) opita može se već sada tvrditi, da se može dobiti koncentrat azbestnog vlakna posle odsisavanja sa oko 65% azbestnog vlakna + 0,4 mm, koji se uz dalje prečišćavanje i klasiranje prevodi u kvalitetan proizvod azbestnog vlakna, koji bi u potpunosti odgovarao zahtevima azbest-cementne industrije.

Dobiveno azbestno vlakno sastoji se od znatno očuvanijih iglica azbesta i ne sadrži sitnu finu prašinu.

Navedene dopune tehnološkog procesa prerade azbestne rude mogu se primeniti u svim našim separacijama azbesta bez nekih većih teškoća i sa relativno malim ulaganjima u odnosu na svoje prednosti. Time bi azbest-cementna industrijija dobila azbestno vlakno sa očuvanom strukturom azbestnih vlakanaca bez sadržaja štetne azbestne i serpentinske prašine.

SUMMARY

- Dressing of Asbestos Ore in the «Korlače» Separation Plant and proposed Measures for improved Technology

Ing. D. Ivanković*

Asbestos ore treated in the "Korlače" separation plant is upgraded at the mine site by hand picking to 3% asbestos fibre content. After primary crushing the ore is dried and sent to two stage secondary crushing in impact crushers after which some fiber is separated following screening. The ore is then sent to a desintegrator liberating about 80% of fiber which is collected in the next screening stage. Finally the oversize is treated in a Jéffrey crusher and sent to a new screening and aspiration of fiber. The recovered fiber is classified and 40% of the total obtained as 4th class, the rest representing the fifth class of asbestos fiber. Through a careful investigation of the process of each crushing stage in particular it was determined that the process may be considerably improved by classifying the ore prior to each crushing stage and by classifying the crushed ore before the aspirating of fibre. This classification eliminates the dust and a much cleaner fibre product is obtained. This was confirmed by laboratory trials and a new flowsheet was proposed. According to tests carried out considerable

* Ing. Dragorad Ivanković, Zavod za PMS
Rudarskog instituta, Beograd

improvements are possible in the new flowsheet which secures better recovery of fibre in general (76% instead of 60% at present) with 50% of the fibre as 4th class. In the same time the fibre is clean of dust and corresponds better for asbestos cement products than the fibre produced to date. The paper contains all data relevant to the present process, tests and the description of the flowsheet development.

Literatura

- Andreas, E., Törlach, A., 1958: Possibilities of impact crushing in asbestos mining and milling. — Munster-Westphalia (Germany) „Asbestos” — June 1958.
- Smith, C. V., 1959: A new process for the separation of asbestos fibre from crushed rock. — „Asbestos”, March, N. York.
- Sčendrinskij, M. B., Voletov, A. V., Mjuller, E. K., 1962: Obogašenje asbestovih rud. — Gosgortehizdat, Moskva.
- Studija oplemenjivanja azbestne rude sa područja NR Srbije. — Rudarski institut, Beograd, 1962.



Studija o rezultatima otkopavanja uskih i strmih slojeva sa zarušavanjem kod visine etaža 6,0 do 7,5 m na rudniku Zagorje

(sa 18 slika)

Dipl. ing. Rudi Ahčan

Uvod

Na rudniku Zagorje eksploratori se sloj mrkog uglja već više od 200 godina. U tom vremenskom razmaku vršila su se mnoga ispitivanja u cilju utvrđivanja najpovoljnijeg načina otkopavanja. Posledica tog dugo-godišnjeg rada bilo je uvođenje poprečne otkopne metode, koja se primenjuje u različitim varijantama već više od pedeset godina.

Znatno povećanje potrošnje uglja posle II svetskog rata tražilo je povećanje kapaciteta pojedinih jama u rudniku. To se je postiglo rekonstrukcijom i mehanizacijom transporta, a delimično mehanizacijom pojedinih faza rada na pripremi i otkopavanju. Na taj način postiglo se je povećanje produktivnosti rada do skoro najveće mogućnosti, koju pruža sadašnja otkopna metoda.

Uprkos usavršenih postupaka i delimične mehanizacije sadašnjeg načina otkopavanja, taj metod rada je zastareo i ne pruža dalje mogućnosti za povećanje kapaciteta radilišta kao i produktivnosti rada. Rudnik Zagorje, naime, se stalno bori sa oskudicom radne snage i zbog održavanja kapaciteta traži stalni porast produktivnosti.

Nedostatak sadašnje otkopne metode je srazmerno nizak učinak kao i naročito visoka

potrošnja materijala, čije su cene u stalnom porastu, što još više smanjuje rentabilitet rudnika, koji je već sad nizak.

Posebnu poteškoću predstavlja eksploracija uskih i strmih slojeva, kod čega se traži otkopavanje sa najnižim otkopnim gubicima tj. najviše do 5%. Kod sadašnjeg načina rada i u datim uslovima je eksploracija uskih i strmih slojeva nerentabilna, jer su troškovi proizvodnje u tim uslovima viši od prodajnih cena uglja.

Za poboljšanje sadašnjeg stanja potrebno je usvojiti nove tehnološke postupke, koji će pružiti veći kapacitet proizvodnih radilišta kod povećane produktivnosti, smanjenja potrošnje osnovnih materijala i bolji stepen iskorišćenja upotrebljene mehanizacije.

U cilju povećanja produktivnosti i rentabiliteta proizvodnje pristupilo se je prvo iznalaženju nove otkopne metode za strme i uske slojeve, jer eksploracija ovih predstavlja za ekonomiju rudnika osnovni problem. Ovi slojevi daju oko 20% ukupne proizvodnje rudnika. Za rešenje tog zadatka izvršilo se više analiza i studija otkopavanja uskih i strmih slojeva, među kojima, su bile najvažnije:

- analiza rudarsko-geoloških uslova,
- analiza sadašnjeg stanja poprečne otkopne metode kod uzimanja u obzir svih postignutih poboljšanja,

- studija savremenih otkopnih metoda u sličnim uslovima na drugim rudnicima,
- izrada projekta nove otkopne metode na osnovu navedenih analiza i studija,
- praktični pokusi projektirane otkopne metode i kritička ocena postignutih rezultata.

Ocena ovih pokazatelia dala je određene rezultate, koji su u kratkim crtama prikazani.

Analiza rudarsko-geoloških uslova

Da bi se izvršile paralele sa savremenim otkopnim metodama na drugim rudnicima, potrebno je da se prethodno ustanove osnovne karakteristike ležišta. U tom cilju izvršće se:

- analiza geoloških prilika
- osnovne karakteristike slojšta.

A n a l i z a g e l o š k i h p r i l i k a . — Moćnost tercijarnih naslaga u ugljenosnoj sinklinali Zagorja iznosi 700—800 m. Direktnu osnovu tercijara predstavljaju naslage trijasnog dolomita i krečnjaka a mestimično i pseudoziljskih škriljaca. Dolomit je u čitavom području vodonosan.

Između trijasa i ugljenog sloja uložene su naslage podinske vodonepropustljive gline nejednakne moćnosti, koje postepeno prelaze u ugljeni sloj.

Moćnost ugljenog sloja varira od 4—40 m. Sloj ima konstantan pad 40—70°. Mestimično je sloj tektonski poremećen, tako da su pored glavne, nastale i sporedne sinklinale, koje su mestimično, delimično ili potpuno, iščezle.

O s n o v n e k a r a k t e r i s t i k e l e ž i š t a . — Korisnu-supstancu ležišta predstavlja strmi sloj mrkog uglja oligocenske starosti. Ugalj je srednje tvrdoće, koja pada od krovine prema podini. Specifična težina separiranog uglja iznosi prosečno 1,40. Granice sloja su prema krovini oštore, dok se prema podini menjaju. U tektonsko poremećenom delu sloja granice su oštore, dok je u normalnim prelaz iz uglja u podinsku glinu postepen (kalorična vrednost tog pojasa škriljavog uglja iznosi od 2.000—3.000 kcal). Tako u većini slučajeva podinu sloja predstavlja škriljavi ugalj veće ili manje moćnosti (6 do 30 m).

Prateće naslage u podini su bele gline a u krovini glinasti laporci. Podinske gline su kompaktne, jako plastične, sa specifičnom težinom $\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$, sa 10—20% prirodne vlage, indeksom plasticiteta 38%, koeficijentom vodopropustljivosti $K = 2,3 \times 10^{-3}$, pritisne čvrstoće $\sigma = 35—80 \text{ kg/cm}^2$ i uglom unutrašnjeg trenja $\varphi = 40^\circ$. Gline u dodiru sa vodom bujaju.

Glinasti laporci su veoma plastoviti, imaju visoki koeficijent rastresitosti i dobro zapunjavaju posle zarušavanja otkopne prostore. Imaju visoku pritisnu čvrstoću, i niski modul elasticiteta, nisku vrednost vodo-propustljivosti i zrakopropustljivosti. Kao materijal za zarušavanje i zapunjavanje su veoma pogodni.

Ugalj je srazmerno čist. U krovini i podinskom delu sloja pojavljuju se jalovi umeći male moćnosti 5—20 cm.

Kvalitet rovnog uglja:

pepeo	12,50%
vлага	24,60%
sumpor, ukupno	1,78%
gorljiva supstanca	62,80%
kalorična vrednost (donja)	3 830 kcal.

Kako se iz ovih podataka vidi, ugalj ne sadrži veću količinu sumpora; od toga je 1,40% sagorljivo i ubraja se u teže zapaljive ugljeve.

Dosadašnje otkopne metode na rudniku Zagorje

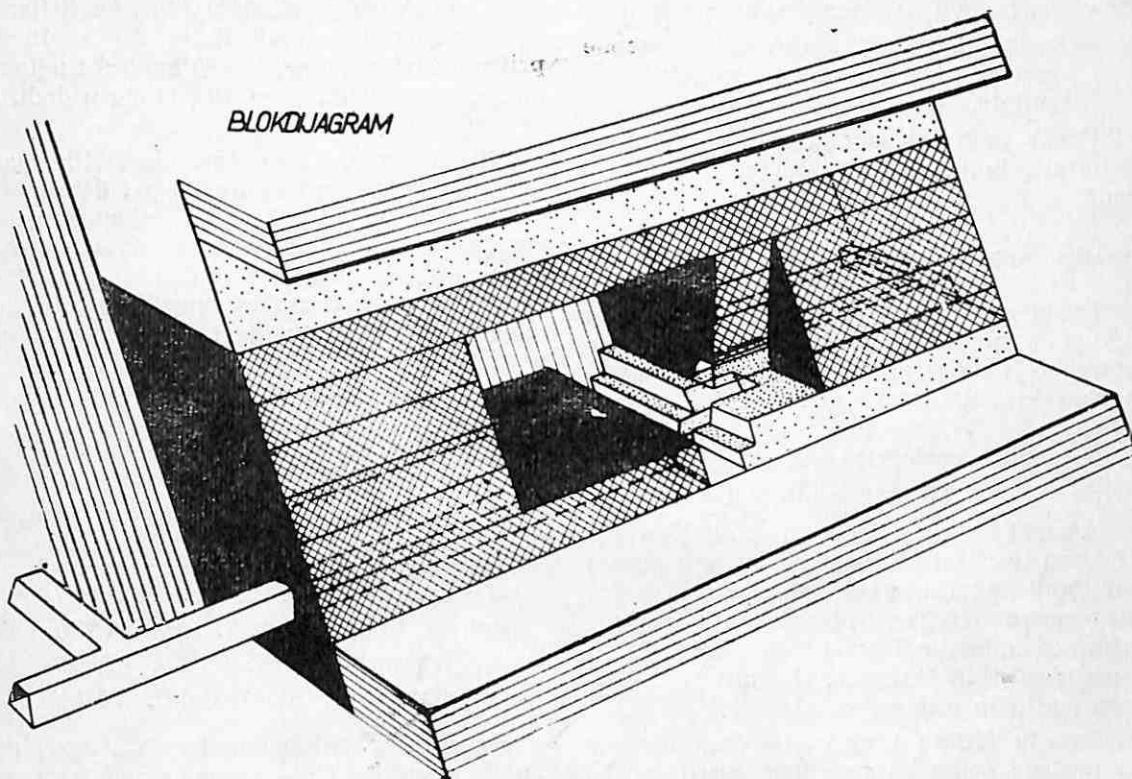
U uskim i strmim slojevima eksploratiše se ugalj poprečnom otkopnom metodom sa hidrauličkim zasipom ili rušenjem. Na mestima, gde kao transportno sredstvo služe jednolančani grabuljari, otkopava se sloj uglja moćnosti od 6,0 i više metara čelnom otkopnom metodom sa zasipom. Čelo napreduje od granice prema sredini otkopnog polja. Otkopavanje se vrši odozdo naviše. Istovremeno sa napredovanjem čela izrađuje se na višoj etaži novi pripremni hodnik (sl. 1).

Ova otkopna metoda pruža u debljim partijama sloja dobre uslove za eksploraciju, ali u uskim partijama je nerentabilna.

Zbog toga se ona upotrebljava samo u izuzetnim slučajevima kod otkopavanja stu-

bova za osiguranje površine i slično. U svim ostalim slučajevima otkopava se poprečnom otkopnom metodom sa rušenjem stropa. Ova

Iz ovih podataka se vidi, da poprečna otkopna metoda ne odgovara više zahtevima savremene otkopne tehnike, jer je produk-



Sl. 1 — Poprečna otkopna metoda sa hidrauličnim zasipom.

Abb. 1 Querbaumethode mit hydraulischem Versatz.

otkopna metoda je zastarela i ne odgovara više zahtevima.

Osnovni parametri ove otkopne metode: otkopni učinak 3,0—5,0 tona/nadnicu (zavisi od moćnosti sloja)

učinak na pripremi 3,5—4,5 tona/nadnicu
potrošnja jamske grade $0,045 \text{ m}^3/\text{t}$

na 1 000 tona uglja treba izraditi $43,2 \text{ m}$
pripreme u uglju

na 1 000 tona uglja treba izraditi $6,8 \text{ m}$
pripreme u jalovini

na održavanju u otkopnom polju se utroši
12—15 nadnica/100 tona
otkopni gubici iznose 0—5%.

tivnost srazmerno niska a potrošnja materijala visoka.

Savremene otkopne metode u uskim i strmim slojevima

Za povećanje ekonomičnosti otkopavanja uskih i strmih slojeva mrkog uglja u rudniku Zagorje kao i za eventualnu mogućnost eksploracije škriljavog uglja sa nižom kaloričnom vrednošću (oko 2.500 kcal), koji sada ostaje neotkopan, proučavale su se različite otkopne metode na drugim rudnicima sa sličnim uslovima rada.

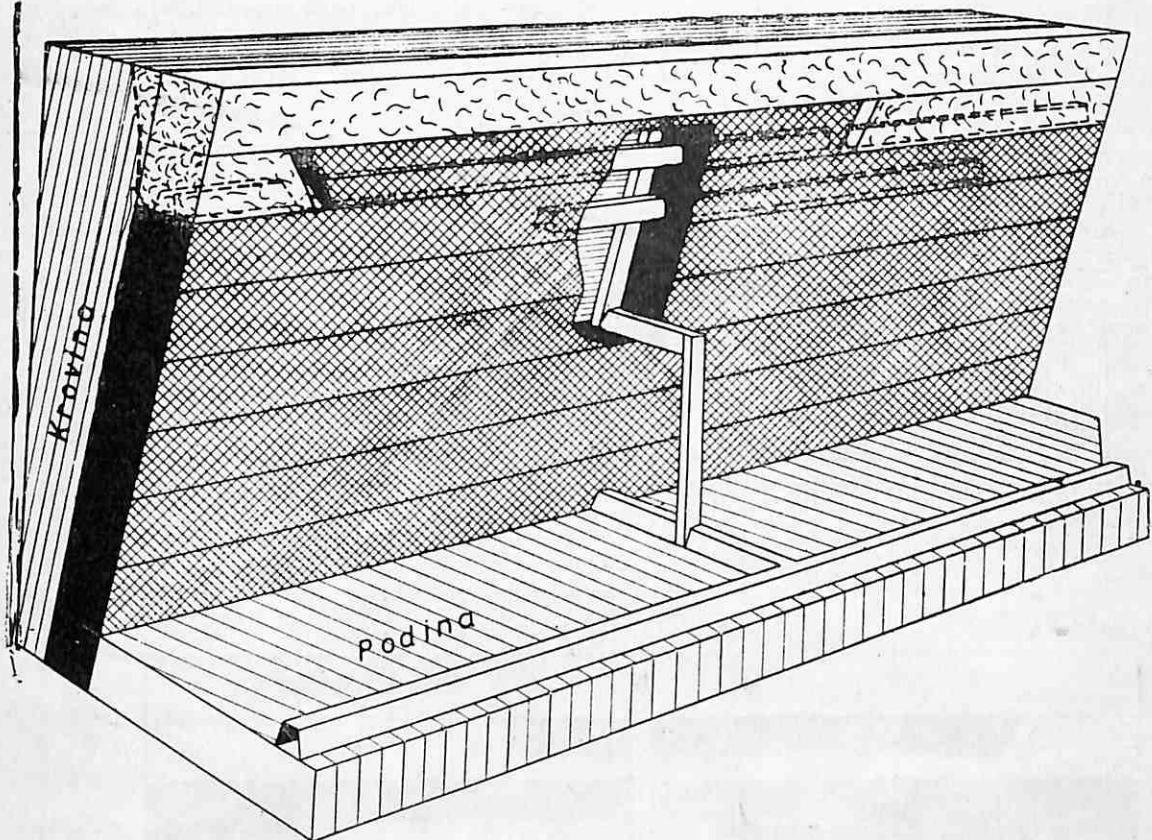
Tražile su se takve metode rada, koje bi se mogle primeniti u uslovima eksploracije

na rudniku Zagorje. Najviše sličnosti pružile su sledeće otkopne metode:

- otkopna metoda nazvana „Tranches prisonnières“ iz grupe rudnika Douai — Pas de Calais — Francuska, gde se

sloj lignita u pojasima širine 12,5 m kod otkopne visine 10—15 m.*)

Na osnovu iskustava i rezultata navedenih otkopnih metoda sa drugih rudnika pristupilo se u 1960. god. pokusnom otkopavanju



Sl. 2 — Blokdijagram nove otkopne metode.

Abb. 2 — Blockbild der neuen Abbaumethode.

eksploatiše sloj uglja moćnosti 0,5 do 6,0 m u etažama visine 10—20 m, (Congrès du Centeneire de la Societa de l'industrie minerale, Saint Etienne — 1955.);

- otkopna metoda na rudniku železa u Grengensbergu u Švedskoj, gde se otkopava sloj železne rude moćnosti 4 do 6 m u etažama visine 7,5 m;
- otkopna metoda nazvana „Dolgi stebel“ sa rudnika Velenje, koja se je primenjivala u jami Velenje od 1942. do 1953. godine, a gde se otkopavao

na rudniku Zagorje. Pokusi su se izvršili u jamama Loke (1960. i 1962.) i Orlek (1961.) u slojevima manje moćnosti od 4 do 10 m i kod pada od 45 do 70°. Za pokuse su bila odabrana manja otkopna polja sa dužinom 60 do 100 m, koja su odvojena od glavnih slojeva, da eventualni jamski požari ne bi ugrozili ostala polja.

Rezultati ovih pokusa dali su osnove za metodu otkopavanja uskih i strmih slojeva po smeru sa obrušavanjem kod otkopne vi-

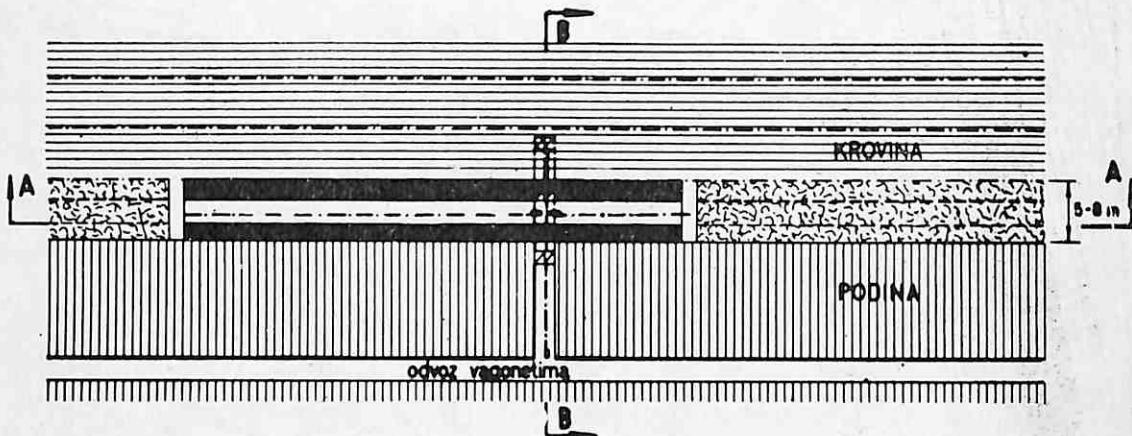
*) Ing. Rudi Ahčan: „Analiza preizkušenih otkopnih metoda rudnika Velenje“, 1953.

sine 6,0 do 7,5 m. Temeljni podaci ove otkopne metode obrazloženi su u sledećem poglavljju.

Otkopavanje uskih i strmih slojeva po smeru sa obrušavanjem kod visine 6,0 do 7,5 m

Dvokrilno otkopavanje uskih slojeva po smeru sa obrušavanjem stropa kod visine 6,0—7,5 m i moćnosti sloja 5—8 m predstav-

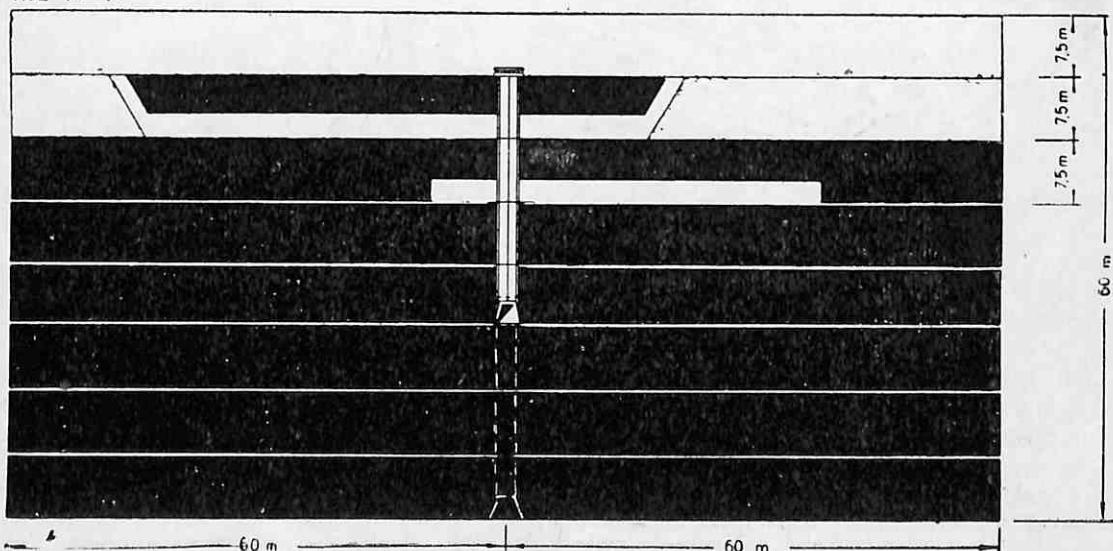
do 7,5 m, smanjenje potrebnih pripremnih radova, smanjenje intenziteta uzdržavanja, povećanje kapaciteta otkopnog fronta, viši stepen iskorištenja ugrađene transportne mehanizacije i smanjenje potrošnje osnovnih materijala. Navedeni uslovi imaju za posledicu povećanje produktivnosti i rentabiliteta otkopavanja uskih i strmih slojeva.



Sl. 3 — Tlocrt otvaranja sloja.

Abb. 3 — Grundriss der Ausrichtung des Flözes.

Rez A-A



Sl. 4 — Vertikalni profil otvaranja sloja.

Abb. 4 — Vertikales Profil der Flözausrichtung.

lja, kako je prikazano na slici 2, znatnu koncentraciju otkopavanja.

Glavna preimuntva ove otkopne metode su povećanje otkopne visine od 3,2 m na 6,0

Opis otvaranja i pripreme. — Ugljeni sloj, koji mora imati pad veći od 50° , podeljen je u horizonte sa visinom 60 m, a svaki horizont u dva međuhorizonta sa vi-

sinom 30 m. Međuhorizont se deli u 4 ili 5 etaža sa visinom 6,0 ili 7,5 m. Broj etaža u međuhorizontu zavisi od otkopne visine pojedine etaže. Međuhorizont se otkopava odozgo naniže.

Po pružanju sloj je podeljen u otkopna polja sa dužinom 80—120 m. Dužina polja zavisi od geoloških uslova. Pokusi su vršeni na otkopnim poljima manjih dužina, koja su bila sa svih strana ograničena krovnim ili podinskim naslagama.

Kada se ustanove svi parametri ove otkopne metode moći će se sa sigurnošću utvrditi, da eventualno povećanje oksidacije u starom radu ostavljenog uglja neće prouzrokovati samozapaljenje uglja kod opisanog načina otkopavanja i tada će moći da se poveća dužina otkopnog polja i do 200 m. Za sada kraće otkopno polje omogućava brzo otkopavanje pa se jedna etaža otkopa u roku od mesec dana.

Sloj uglja je otvoren prekopom iz osnovnog izvoznog horizonta, koji se nalazi u podini. Iz ovog prekopa izgrađuje se, u udaljenosti 20—30 m od sloja, slepo okno visine 30 m do međusprata. Udaljenost slepog okna od ugljenog sloja određena je padom sloja. Kod strmijeg sloja udaljenost može biti manja, oko 20 m, a pri padu od 50° oko 30 m. Na međuspratu se gradi prekop do ugljenog sloja. Po krovnom delu sloja radi se uskop do najviše etaže. Kada se uskopom dođe na gornju etažu, gradi se hodnik po uglju do granice polja (sl. 3, 4 i 5 — varijanta a).

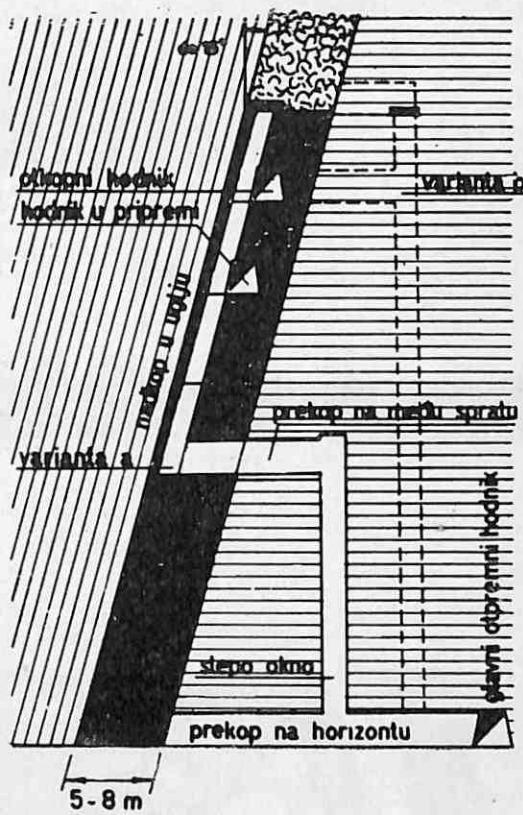
Pored opisanog načina otvaranja, svaka pojedina etaža može se otvoriti direktno iz slepog okna (sl. 5 — varijanta b) posebnim prekopom. Na taj način je svaka etaža otvorena samostalnim prekopom, što daje mogućnost dobrog zarušavanja krovine u otkopani prostor kod završetka etaže, što povećava sigurnost od pojave vatre. U slučaju otvaranja etaže uskopom u uglju, završavanje etaže kod rušenja stropa iznad uskopa je veoma teško.

Drugi način otvaranja pojedinih etaža je zbog veće količine radova u jalovini skuplji, ali pruža veću sigurnost u radu, jer je opasnost od samozapaljivosti uglja zbog lakšeg zarušavanja krovine manja. Hodnik u uglju je izrađen u normalnom profilu $2,5 \times 2,5$ m i podgrađen je (sl. 6 i 7) trapeznom podgradom, koja je po dužini pojačana duplim podvlakama dužine 4 m. Podvlake su poduprte

sa 3 stupca i rasponima, kako je prikazano na slici 7.

Provjetravanje radilišta je separatno. Materijal, koji je potreban za normalan rad na pripremi, dolazi preko slepog okna na etažu, koja je u pripremi.

Rez B-B



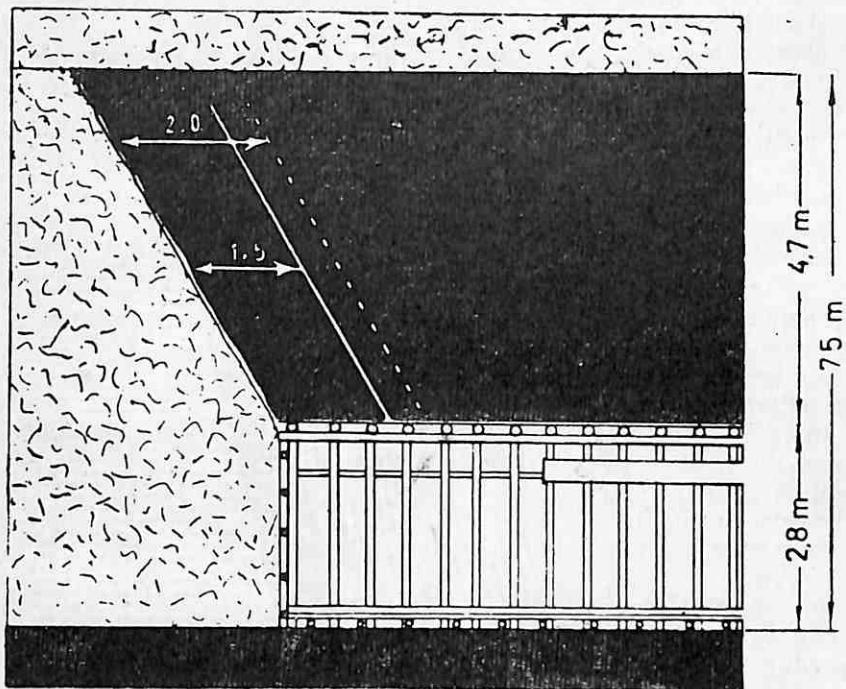
Sl. 5 — Poprečni profil otvaranja sloja.

Abb. 5 — Querprofil der Flözausrichtung.

Ugalj se odvozi jednolančanim grabuljicom (sl. 3) EVT-60 (STT Trbovlje) do slepog okna ili uskopa i odatle na izvozni horizont. Okno ili uskop imaju još treće odelenje za prolaz ljudi.

Opis otkopavanja. — Kada je hodnik na najvišoj etaži horizonta izrađen do granice otkopanog polja, počinje se sa otkopavanjem. Sam proces otkopavanja sastoji se iz 3 faza: bušenja, miniranja i utovara i odvoza.

Bušenje se vrši u stropu i bokovima hodnika (sl. 9). Po pravilu, buši se u udaljenosti



Sl. 6 — Način podgradivanja hodnika.

Abb. 6 — Art des Stollenausaues.



Sl. 7 — Otkopni hodnik.

Abb. 7 — Abbaustollen.

1,5 do 2,0 m od granice polja ili već zarušenog otkopa do granice sloja 10 bušotina u obliku lepeze (sl. 8). Buši se električnom visokofrekventnom bušilicom (firma TEVE VARNOST — Zagorje tipa VST — 11), a bušotine su dužine 1,5—6,0 m, što zavisi od otkopne visine i moćnosti sloja.

Miniranje. — Bušotine se pune eksplozivom kamniktit II i to: bušotine u bokovima jednim nabojem (do 0,7 kg), a bušotine u stropu sa dva naboja (0,6—0,8 kg). Naboji su između sebe odvojeni uloškom od gline. Svi naboji su opremljeni vremenskim električnim upaljačima u skladu sa šemom miniranja (sl. 8).

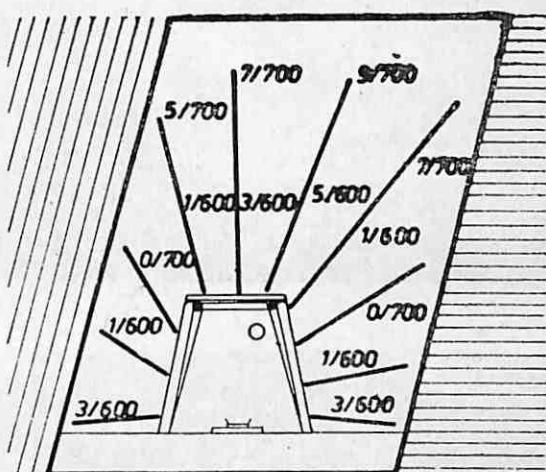
Posle izvršene opreme bušotina eksplozivnim sredstvima (sl. 10) vrši se miniranje. Opisani način odgovara partijama sloja sa ugljenom manje čvrstoće.

U područjima sloja, gde se nalazi ugalj veće čvrstoće, potrebno je minirati dva puta. Prvo miniranje služi samo za povećanje otvorenog prostora na približno 1,5 do 2,0 puta. Posle se pristupa bušenju i miniranju u skladu sa šemom bušenja i miniranja (sl. 8). Takvim načinom bušenja obezbeđuje se sigurno otpucavanje preostalog dela ugljenog sloja u otkopu.

Utovar i odvoz. — U otkopnom hodniku položen je jednolančani grabuljar do granice

hodnika tj. do staroga rada (sl. 6 i 7). Transporter je sa obe strane osiguran u dužini 3,0 m jamskom gradom i pokriven je čeličnim pločama dužine 0,5 m, koje se mogu pomoću posebne kuke izvući.

Ove ploče omogućuju ravnomerno doziranje uglja na jednolančani grabuljar. Ugalj,



Sl. 8 — Sema bušenja.

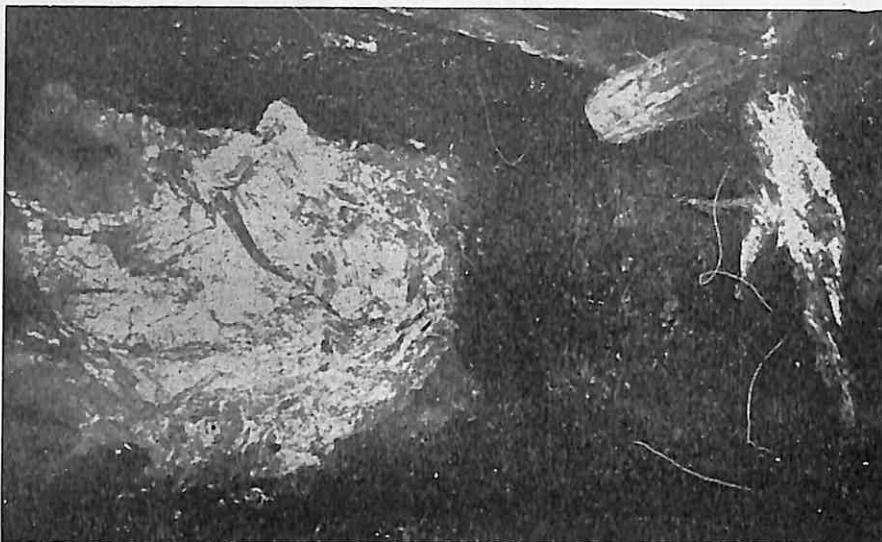
Abb. 8 — Bohrschema.

koji je dobiven miniranjem, prekrije delimično nepokriveni deo grabuljara (sl. 11 i 12), a delimično padne na pokriveni deo. Na



Sl. 9 — Način bušenja.

Abb. 9 — Bohrart.



Sl. 10 — Rasporед mina
Abb. 10 — Anordnung
der Sprenglöcher.



Sl. 11 — Otkop posle otpucanja mina.
Abb. 11 — Abbau nach dem Abschiessen.

taj način je omogućeno automatsko postepeno utovarivanje uglja na grabuljar i njegov odvoz do uskopa ili slepog okna.

Posle utovara u grabuljar izvlači se čelična ploča i ugalj se ponovo sam utovaruje.

Posle završenog automatskog utovarivanja uglja ruši se, nakon otkucavanja stropa posebnim dugim čeličnim štapom (sl. 13) preostali ugalj iz stropa.

Taj način dobivanja uglja vrši se iz sigurnog, podgrađenog dela hodnika. Kada je srušen skoro sav ugalj iz stropa otkopa, zgrne se preostali deo uglja iz kosine motikom u transporter.

Nakon završenog utovara uglja izvuče se transporter, koji je za slučaj prevremenog zarušavanja opremljen posebnim užetima za izvlačenje. Čelo hodnika zalaže se starom jamskom gradom. Stari rad se zarušava obično 2—6 sati nakon miniranja. Vreme zarušavanja zavisi od zbijenosti starog rada i površine otvorenog prostora.

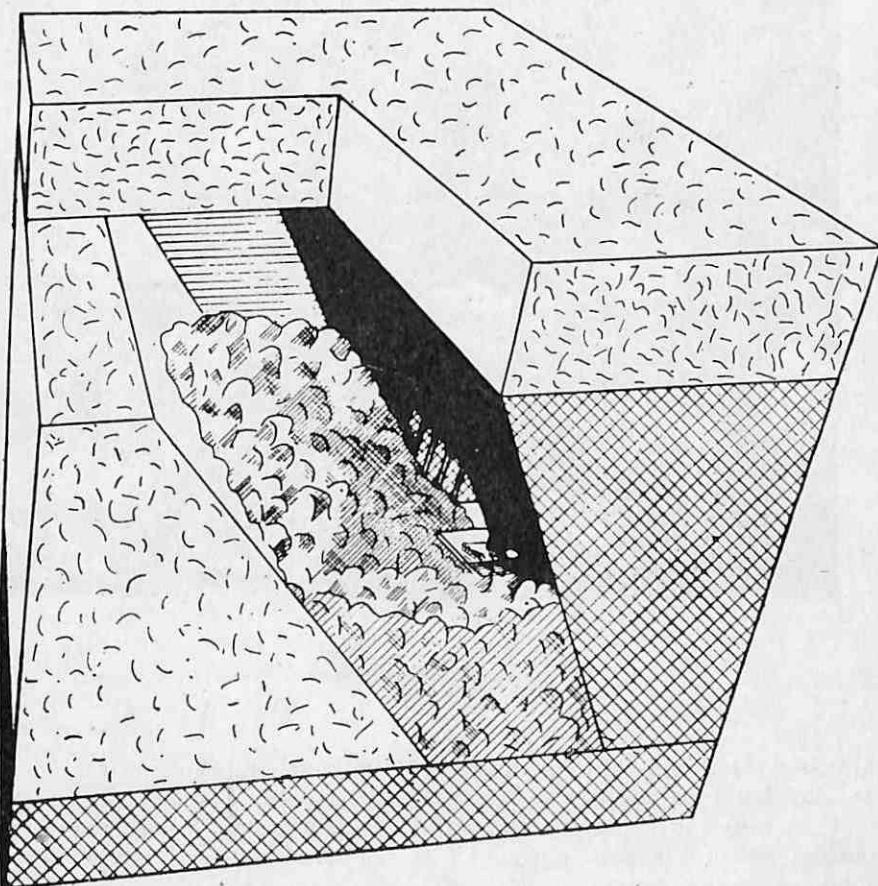
Posle završetka ovih radnih operacija, ciklus se ponavlja. Vreme trajanja ciklusa zavisi od količine otpucanog uglja odnosno kapaciteta odvoza, naročito u glavnom odvoznom horizontu. Ciklus traje normalno 8 do 12 sati. Istovremeno rade dva otkopa. Radovi u ciklusu su raspoređeni tako, da se na jednom otkopu vrši faza bušenja a na drugome faza utovara, kako se ne bi stvarala uska grla u transportu.

Transport uglja vrši se jednolančanim grabuljarima od otkopa do glavnog hodnika na izvoznom horizontu, gde se ugalj pretovara u jamske vagonete.

Potrošnja jamske grade je mala, jer otkope ne treba podgrađivati, dok je intenzitet održavanja hodnika zbog srazmerno velikog dnevnog napredovanja otkopa veoma mali.

tričnim upaljačima i kamniktitom II kod pojava metana onemogućeno.

Transportna mehanizacija. — Za normalno odvijanje tehnološkog procesa ugrađena su na etaži, gde se vrši otkopavanje, 3 jednolančana transportera (EVT-60 — firma STT Trbovlje), kojima se dovozi ugalj sa otkopa do slepog okna ili uskopa (sl. 14). Ukoliko se vrši istovremeno sa otkopava-



Sl. 12 — Detalj otkopa posle otpucavanja.

Abb. 12 — Detail des Abbaues nach dem Abschiessen.

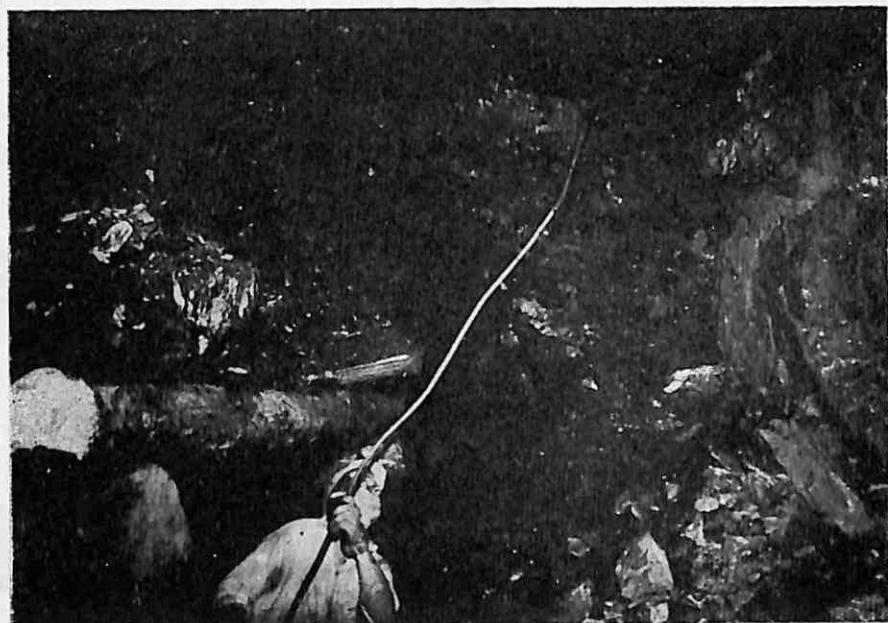
Provetravanje otkopnih radilišta je separatno kao kod pripremних radova. Za provetravanje služe električni ventilatori. Potrebno je napomenuti, da se mora обратити posebna pažnja na eventualne pojave metana, jer je otpucavanje vremenskim elek-

njem i priprema donje etaže (slika 2 i 4), treba da se ugrade još 3 jednolančana grabuljara. Na prekopu izvoznog horizonta ugrađen je još jedan jednolančani grabuljar. Ukupno je, dakle, ugrađeno u jednom polju 7 jednolančanih grabuljara. Ukoliko se moć-

nost sloja povisi preko 8,0 m potrebno je dodati još jedan grabuljar za otkopni prekop.

Raspored radne snage. — Na otkopu rade po 2 radnika u 3 smene. Kod otkopavanja sa dva krila na otkopima je uposleno $2 \times 2 \times 3 = 12$ radnika. Na pripremi rade po 2 radnika u smeni, tj. ukupno $3 \times 2 = 6$ radnika. Tačni normativi za održavanje još se ne mogu odrediti, jer nije na

ručju, gde nastupa sloj uglja sa povećanom čvrstoćom. U takvim slučajevima se posle miniranja za proširenje profila hodnika prvo detaljno pregleda radilište i polugom okuca strop i stene proširenog hodnika, nakon čega se može početi sa bušenjem rupe za novo miniranje. Takav način rada je siguran, jer je ugalj u tom području veoma čvrst. Dalje je potrebno obratiti pažnju, kod dobivanja



Sl. 13 — Dobivanje uglja iz stropa.

Abb. 13 — Kohlengewinnung aus dem First.

raspolaganju dovoljno podataka, ali može se oceniti na oko 100 tona proizvodnje iz podlja. Na prevozu radi kod mehaniziranog utovara u jamska kolica 1 radnik u smeni i 1 u otkopnom polju. Za normalno odvijanje otkopavanja potrebno je, dakle, na jednom polju ukupno 30—33 radnika na dan.

Sigurnosne mere. — Za vreme vršenja pokusa opisanom otkopnom metodom od 1960—1962. godine nije bilo ni jednog nesretnog slučaja. Ta činjenica nam dokazuje, da se sigurnost zaposlenih radnika pri opisanom procesu povećala, jer se svi radovi obavljaju iz podgrađenog dela otkopnog hodnika. Izuzetak ovog pravila predstavlja jedino drugo bušenje, koje je potrebno u pod-

ugla iz stropa pomoću dugih štapova (sl. 13), da radnik u tom slučaju ima u hodniku slobodan prolaz, da se može brzo skloniti i da ne ulazi u nepodgrađeni deo radilišta.

Analiza rezultata pokusnog otkopavanja uskih i strmih slojeva sa obrušavanjem kod visine 6,0 — 7,5 m

Kako je u ranijim izlaganjima napomenuto, na rudniku Zagorje izvršeno je više pokusa smernog otkopavanja uskih i strmih slojeva sa obrušavanjem stropa uz otkopnu visinu 6,5 m. Dosada se je u toku pokusa sa novom otkopnom metodom proizvelo oko 80.000 tona. Ti pokusi dali su određene rezultate, na osnovu kojih se može oceniti ta

otkopna metoda. U cilju pravilne analize dato je u tablici 1 upoređenje rezultata nove otkopne metode (3 pokusa) sa rezultatima rada prema staroj poprečnoj otkopnoj metodi (na višim etažama istog polja), kao i sa rezultatima otkopne metode nazvane „Dolgi steber” sa rudnika Velenje i otkopne metode „Tranches prisonnières” iz grupe rudnika Douai u Francuskoj.

Upoređenje postignutih rezultata pokusnog otkopavanja daje zadovoljavajuću sliku naročito s obzirom na otkopne gubitke, koji su bili u toku napredovanja pokusa u stalnom opadanju i s obzirom na otkopne učin-

području otkopavanja konstantna i varirala je između 23 i 25°C.

Treba napomenuti, da su se pokusi odvijali samo sa jednokrilnim otkopavanjem otkopnog polja, jer su nastupale poteškoće u jamskom prevozu, koje na tom horizontu predstavlja usko grlo. Zbog te činjenice bili su ostvareni učinci niži od mogućih, a procenat otkopnih gubitaka je bio veći, jer se na otkopu pripremljeni ugalj nije mogao pravovremeno izvesti iz otkopa i utovariti u jamska kolica.

Ocenu rezultata, dobivenih kod pojedinih pokusa sa novom otkopnom metodom, vršimo s obzirom na sledeće pokazatelje:



Sl. 14 — Transport uglja grabuljarom.
Abb. 14 — Kohlentransport mit Kettenförderer.

ke, koji su stalno u porastu. Procenat otkopnih gubitaka približuje se postignutim rezultatima u Francuskoj, dok su otkopni gubici, s obzirom na rezultate u Velenju, znatno niži. Prosečni otkopni učinak u visini 15,0 t/nad., koji je dobiven u toku zadnjeg pokusa, predstavlja, s obzirom na rezultate poprečne otkopne metode, veliki napredak.

Posebnu pažnju obratili smo, za čitavo vreme pokusa, kontroli mogućeg porasta temperature na području otkopavanja. Međutim, kod otkopavanja četiri etaže po toj otkopnoj metodi nije nastupilo veće povećanje temperature. Temperatura je ostala u

- visinu otkopnih gubitaka
- kapacitet otkopnog polja
- postignute otkopne učinke
- normative materijala
- iskorištenje transportne mehanizacije
- normative potrebnih radova otvaranja i pripreme
- troškove proizvodnje.

Análiza navedenih rezultata daje nam u kratkim crtama sledeću sliku:

Visina otkopnih gubitaka. — Visina otkopnih gubitaka, ustanovljena kod pokusa sa smernim otkopavanjem i zaruša-

Upoređenje rezultata

Tablica 1

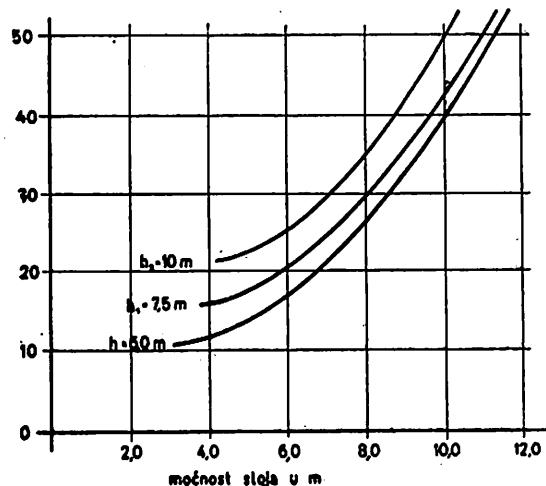
	Rudnik Zagorje				Rudnik Velenje „Dolgi steber“	Rudnik Douai „Tranches prisonnières“
	Poprečna ot. metoda polje 25 6. etaža	Nova otkop. metoda				
	polje 23 4. etaža	polje 23 2. etaža	polje 23 2. etaža istočno			
Visina etaže, m	3,2	6,2	6,4	6,4	10,15	20
Moćnost sloja, m	7,8	7,8	6,9	8,1	12,5 ($\times 10$)	1- 5
Dužina otkopavanja, m	90	90	107	47,0	120	227
Otkopni gubici u %	—	44	22,8	22,8	61	15
Proizvodnja — ukupno tona	3.960	2.830	3.785	2.410	108.000	6.800
Proizvodnja sa pripreme, tona	852	730	1.045	450	16.650	1.200
Proizvodnja iz otkopa, tona	3.102	2.100	2.740	1.960	91.350	8.000
% proizvodnja iz pripreme	27,6	26	27,5	18,8	15,3	15%
Nadnje izvršene na:						
pripremi	217	195	233	88	5.030	817
otkopu	697	249	247	133	6.870	540
održavanju	300	—	—	20	7.060	60
prevozu	174	87	121	21	2.760	380
Ukupno u otkopnom polju	1.386	531	601	330	21.720	1.948
Učinak na pripremi, t/nad	3,92	3,73	4,48	5,1	3,3	—
Učinak na otkopu, t/nad	4,35	8,45	11,20	15,0	13,2	12,6
Učinak odjeljenja (polja)	2,86	5,30	6,30	7,30	4,95	4,0
Potrošnja materijala:						
jamska grada, m ³ /t	0,040	0,016	0,0156	0,015	0,006	0,005
eksploziv, kg/t	0,158	0,196	0,190	0,165	0,179	0,058
Dnevni napredak otkopa, m/dan	0,80	3,02	2,88	2,15	1,69	2,50
Vreme pokusa	III-VI 62.	VII-VIII-62	IX-X 62.	X 62.	1952-53.	1954.

vanjem stropa, je funkcija moćnosti sloja u otkopavanju i otkopne visine. Na osnovu rezultata dosadašnjih pokusa izrađen je dijagram prikazan na sl. 15, koji nam omogućuje direktno određivanje procenata otkopnih gubitaka za ovu otkopnu metodu s obzirom na moćnost sloja i visinu otkopavanja. Dijagram nam pokazuje, da procenat otkopnih gubitaka raste sa povećanjem moćnosti sloja, što nam naročito potvrđuje primer otkopavanja otkopnom metodom „Dolgi steber“ iz Velenja. Međutim, visina otkopnih gubitaka se smanjuje sa smanjenjem moćnosti sloja, što nam potvrđuje rezultat otkopavanja u Francuskoj.

Slojevi uglja, koji se eksploatišu na rudniku Zagorje, u većini slučajeva su neregula-

larni, a moćnost slojeva se brzo menja, tako da ponekad dostiže i širinu 15 m. Takav sloj se, također, može otkopavati pomoću opisane otkopne metode sa manjim otkopnim gubicima, samo je potrebno u predelima sloja, gde se moćnost povećala, izraditi iz smernog hodnika pomoćne prekope do granice sloja i posle toga po istom principu otkopavati od granice prema hodniku. Sloj uglja je na taj način raspodeljen u uske stubove. Međusobna udaljenost tih prekopa izrađenih iz otkopnog hodnika iznosi oko 5 m. Sprovodenjem tog postupka znatno su se smanjili otkopni gubici kod otkopavanja lokalnih zadebljanja sloja. Po tom principu se otkopavalo i kod zadnjeg pokusa u polju 23.

Osim navedenih elemenata na visinu otkopnih gubitaka znatno utiču još i subjektivni razlozi, među kojima je stručna spremna i uvežbanost radnika važan faktor.



Sl. 15 — Dijagram određivanja visine otkopnih gubitaka.

Abb. 15 — Diagramm für die Bestimmung der Abbauverluste.

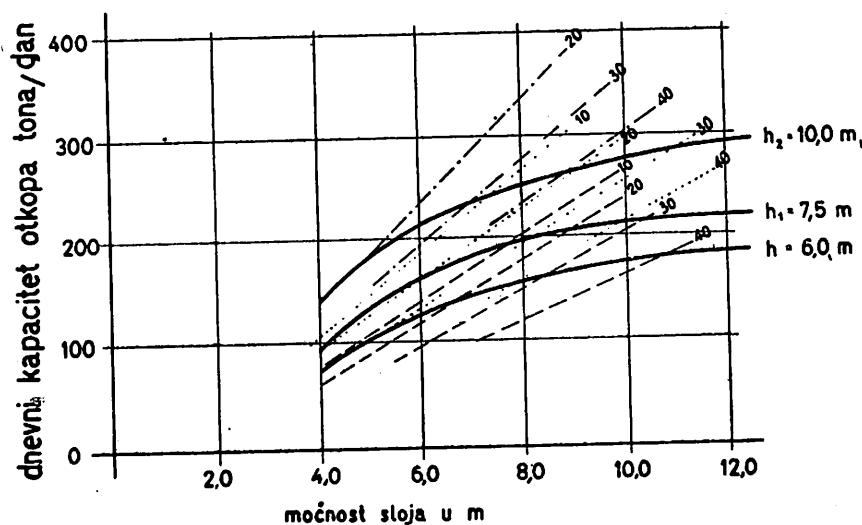
postići, stalni dnevni napredak jednog krila: $n = 3,0 \text{ m/dan}$.

Ovi faktori služili su kao osnova za sastav dijagrama, koji omogućuje određivanje dnevног kapaciteta otkopa (sl. 16). Kod izrade dijagrama za određivanje dnevног kapaciteta otkopa treba koristiti dijagram za određivanje visine otkopnih gubitaka (sl. 15). Kapacitet otkopa određuje se u dijagramu za sloj moćnosti od 4 do 12 m, za otkopne visine 6,0, 7,5 i 10 m i za konstantan dnevni napredak otkopa kod dvokrilnog otkopavanja sloja ($2 \times 3 = 6 \text{ m}$).

Za lakše razumevanje načina na koji se određuje dnevni kapacitet otkopa navodi primer prikazan na tab. 2.

Tablica 2

Otkopna visina	Moćnost sloja	Otkopni gubici	Dnevni kapacitet
6,0 m	8,0 m	23%	160 t/dan
7,5 m	8,0 m	30%	200 "
10,0 m	8,0 m	35%	250 "



Sl. 16 — Dijagram određivanja kapaciteta otkopa.

Abb. 16 — Diagramm der Abbaukapazität.

Kapacitet otkopnog polja. — Kapacitet otkopnog polja zavisi od moćnosti sloja, otkopne visine, procenata otkopnih gubitaka i od brzine napredovanja otkopa. Kod dosadašnjih pokusa je utvrđeno, da se može

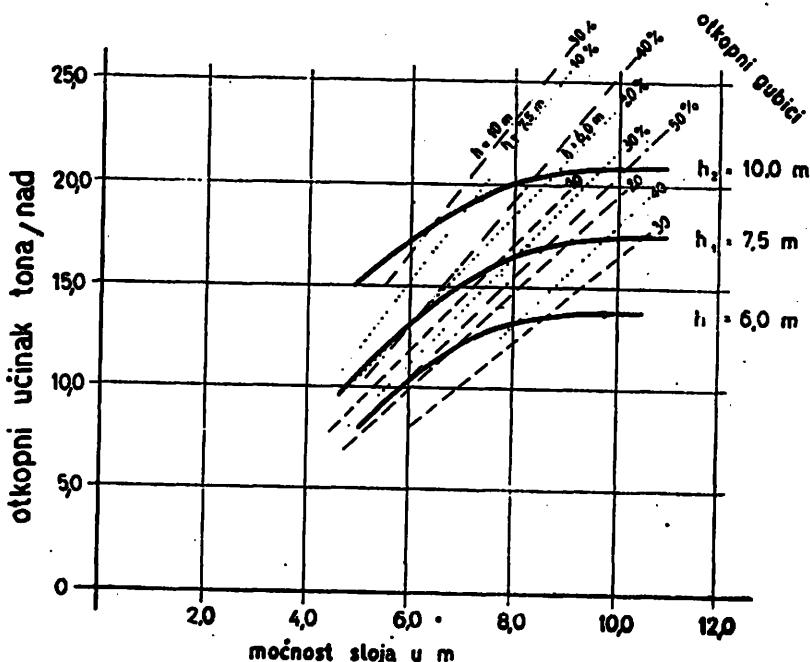
Iz dijagrama se vidi, da kapacitet otkopa raste sa povećanjem otkopne visine i moćnosti sloja laganje, što je posledica povećanja otkopnih gubitaka. Kod određene granice otkopavanja ugljenog sloja veće moćnosti oko

10—12 m) ili kod otkopnih visina većih od 10 m otkopni gubici rastu u takvoj meri, da kapacitet otkopa nije više u porastu. Tu će biti granica eksploatacije ugljenih slojeva prema opisanoj otkopnoj metodi. Tačna granica otkopavanja će se utvrditi daljim pokusima.

Poboljšanjem organizacije rada i normalnog odvijanja jamskog prevoza povisiće se dnevni napredak, koji je određen na $2 \times 3 = 6$ m/dan, što će imati za posledicu dalji porast dnevne proizvodnje iz otkopa jednog polja.

učinka izrađen je poseban dijagram (sl. 17). Kao osnova za sastav tog dijagrama služilo je dvokrilno otkopavanje sa stalnim napredovanjem otkopa ($2 \times 3 = 6,0$ m/dan) u zavisnosti od moćnosti sloja i visine otkopnih gubitaka.

Ako uporedimo otkopni učinak, postignut kod pokusa sa otkopnim učincima ranijeg otkopavanja poprečnom otkopnom metodom ili otkopnom metodom „Dolgi steber“ iz rudnika Velenje (tablica 1) dobijaju se odnosi prikazani na tab. 3.



Sl. 17 — Dijagram otkopnih učinaka.

Abb. 17 — Diagramm der Abbauleistung.

Učinci. — U toku pokusa bila je produktivnost rada na otkopu u stalnom porastu. Porasla je od 8,45 tona/nadnicu kod prvog pokusa već na 15,0 tona/nadnicu. Ovo ne možemo smatrati kao konačni rezultat, jer se u pojedinim danima postigao otkopni učinak u visini 25,0 tona/nadnicu.

Visina otkopnog učinka zavisi od moćnosti sloja, otkopne visine, procenata otkopnih gubitaka i naročito od brzine napredovanja otkopa. Za određivanje visine otkopnog

Tablica 3

Naziv otkopne metode	Učinak	Indeks
Poprečna otkopna metoda u polju 23	4,35 t/nad	74
Prosečni otkopni učinak — rudnika 1962.	5,92 "	100
Nova otkopna metoda — polje 23 (X-62.)	15,0 "	234
„Dolgi steber“ Velenje (1962—63.)	13,2 "	224
„Tranches prisonnières“ — Douai	12,6 "	216

Iz ovog upoređenja vidimo, da je postignuti otkopni učinak za 2,5 puta viši od prosečnog otkopnog učinka rudnika i da prema ostalim navedenim otkopnim metodama predstavlja poboljšanje. Treba napomenuti, da postignuti otkopni učinci još nisu maksimalni.

U istoj meri možemo oceniti i učinak radnika zaposlenih u reviru, koji je kod 7,30 tona/nadnicu veoma dobar. Takav rezultat mogao se postići zbog smanjenja potrebnih pripremnih radova i smanjenja intenziteta održavanja naročito zbog veće brzine napredovanja otkopa.

Normativi potrošnje materijala. — Potrošnja jamske građe znatno se smanjila od $0,040 \text{ m}^3/\text{t}$, kod poprečne otkopne metode, na $0,016 \text{ m}^3/\text{t}$ kod nove otkopne metode ili za 60%. Takvo smanjenje potrošnje jamske građe bilo je moguće postići iz razloga što se grada upotrebljava isključivo za podgrađivanje otkopnih hodnika, dok kod otkopavanja uopšte nije potrebna.

Potrošnja eksploziva je za 17% viša od stare otkopne metode, ali može se očekivati, da će se poboljšanjem postupka miniranja potrošnja eksploziva i dalje sniziti.

Osnovni parametri otkopne metode. — U osnovne parametre po kojima se ocenjuje pojedina otkopna metoda, ulaze i odnos proizvodnje uglja sa pripreme prema proizvodnji čitavog polja, količina uglja dobivenog iz otkopa na m' pripremnih radova u uglju i jalovini, količina uglja dobivenog s obzirom na m' radova na otvaranju i intenzitet održavanja. Analiza navedenih elemenata daje sledeće rezultate: odnos proizvodnje uglja iz pripreme prema proizvodnji uglja iz otkopa se menja s obzirom na moćnost sloja i otkopnu visinu. Kod zadnjeg pokusa proizvodnja uglja iz pripreme iznosila je 18,8% čitave proizvodnje. Ovo predstavlja, u odnosu na ranije otkopavanje u istom polju, prema poprečnoj otkopnoj metodi (27,2%) poboljšanje za 32%.

Sa povećanjem otkopne visine ili moćnosti sloja ovaj se odnos i dalje popravlja.

Važan pokazatelj je količina uglja proizvedenog na otkopu u zavisnosti od dužine pripremnih radova. Kod prvog pokusa proizvelo se na otkopu $23 \text{ t/m}'$ pripreme, a zad-

njeg meseca postiglo se $37,0 \text{ t/m}'$. Sa povećanjem otkopne visine taj normativ raste, kako sledi:

Tablica 4

Otkopna visina	% otkopnih gubitaka	Količina pripreme $\text{m}'/1000 \text{ t}$	Količina uglja z otkopa $\text{t/m}'$
6,0	23	45,6	29,0 $\text{t/m}'$
7,5	30	30,4	33,0 "
10,0	35	23,2	43,0 "

Potrebna količina pripremnih radova u jalovini zavisi od udaljenosti sloja od osnovnog odvoznom hodnika. Za jame rudnika Zagorje daje se prosečna vrednost, koja iznosi kod otkopavanja prema novoj otkopnoj metodi za moćnost sloja 8,0 kod otkopne visine:

6,0 m . . .	7,0 $\text{m}/1000 \text{ t}$
7,5 m . . .	6,5 "
10,0 m . . .	5,75 "

Prosečna potrebna dužina radova na otvaranju (osnovni izvozni hodnici, prekopi i slepa okna na izvoznom horizontu) iznosi kod moćnosti sloja 8 m za otkopne visine:

6,0 m . . .	2,05 $\text{m}/1000 \text{ t}$
7,5 m . . .	2,25 "
10,0 m . . .	2,40 "

Intenzitet održavanja hodnika u otkopnom polju bio je u vremenu vršenja pokusa vanredno nizak, tako da se postignuti normativ 1,06 nadnice na 1 000 tona može smatrati kao donja granica.

Korišćenje transportne mehanizacije. —

Poprečna otkopna metoda

Korišćenje kapaciteta transportne mehanizacije (jednolačani transporteri — EVT-60) je kod otkopavanja strmih i uskih slojeva pomoću poprečne otkopne metode veoma malo. Kapacitet transportne mehanizacije izračunava se (ako se radi u 3 smene) na 15 sati i iznosi:

$$K = 15 \text{ sati/dan} \times 60 \text{ t/sat} = 900 \text{ tona/dan}$$

Proizvodnja otkopa kod napredovanja sa poprečnom otkopnom metodom iznosi pri

dvokrilnom otkopavanju:

$$P = 2 \times 9 \text{ nad/dan} \times 4,35 \text{ t/nad} = 80 \text{ tona/dan}$$

Korišćenje kapaciteta transportne mehanizacije kod poprečne otkopne metode iznosi:

$$I_p = \frac{900}{80} \times 100 = 9\%.$$

Smerno otkopavanje sa zarušavanjem stropa sa povećanom visinom etaže

Korišćenje kapaciteta transportne mehanizacije kod otkopavanja strmih i uskih slojeva pomoću smernog otkopavanja sa zarušavanjem stropa pri povećanoj visini etaže (6,0, 7,5 i 10 m) i dvokrilnog otkopavanja bolje je od prethodnog slučaja. Iskorišćenje mehanizacije iznosi:

— kod otkopne visine 6,0 m

$$I_s' = \frac{900 \text{ t/dan}}{160 \text{ t/dan}} = 18\%$$

— kod otkopne visine 7,5 m

$$I_s'' = \frac{900}{200} = 22\%$$

— kod otkopne visine 10,0 m

$$I_s''' = \frac{900}{250} = 28\%$$

Iskorišćenje transportne mehanizacije ni u tom slučaju nije zadovoljavajuće. Sa uvođenjem istovremenog dvoetažnog otkopavanja udvostručio bi se kapacitet otkopnog polja, što bi povećalo i iskorišćenje transportne mehanizacije. Svakako, nova otkopna metoda predstavlja vertikalnu koncentraciju otkopavanja strmih slojeva i omogućuje poboljšanje iskorišćenja kapaciteta transportne mehanizacije.

Proizvodni troškovi. — Otkopavanje uskih i strmih slojeva uglja prema poprečnoj otkopnoj metodi je povezano sa niskom produktivnošću i visokom potrošnjom materijala, naročito kada je zbog posebnih razloga potrebno, da se otkopane prostorije zapunjavaju zasipom (u slučaju rudnika Zagonje — zamuljavaju).

Posledica takvog rada su visoki troškovi proizvodnje, koji su u određenim slučajevima viši od prodajne cene uglja. Da bi se pravilno odredile granice rentabiliteta otkopavanja uskih slojeva, prema poprečnoj ot-

kopnoj metodi, pratili su se troškovi proizvodnje kod različite moćnosti sloja. Na osnovu prosečne proizvodnje rudnika odredili su se prethodni fiksni i varijabilni troškovi. Verijabilni troškovi bili su detaljno analizirani prema pojedinim fazama rada. Tako, su se mogli odrediti proizvodni troškovi kod eksploatacije sloja sa različitom moćnošću.

Rezultati te analize služili su za sastav posebnog dijagrama, koji nam omogućuje lako određivanje proizvodnih troškova kod eksploatacije uskih slojeva (slika 18).

Iz dijagrama vidimo, da je eksploatacija sloja moćnosti manje od 8,3 m prema poprečnoj otkopnoj metodi sa rušenjem kod otkopne visine 3,2 m nerentabilna i da eksploatacija sloja veće moćnosti daje malen rentabilitet.

Paralelno su praćeni troškovi proizvodnje kod smernog otkopavanja uskih i strmih slojeva sa visinom 6,0 i 7,5 m. Na osnovu tih podataka dobiveni su troškovi za eksploataciju slojeva različite moćnosti kod različitih otkopnih visina, koji su takođe prikazani u dijagramu (slika 18).

Upoređenje troškova eksploatacije prema navedenim otkopnim metodama jasno pokazuje veliku razliku u proizvodnim troškovima i veliko preim秉tvo, koje nam pruža nova otkopna metoda. Rentabilitet proizvodnje je znatno povećan i mogu se otkopavati i slojevi, koji bi inače morali biti ostavljeni.

Prednosti i nedostaci nove otkopne metode

Na osnovu navedenih rezultata i analiza pokusa sa smernim otkopavanjem uskih i strmih slojeva sa zarušavanjem stropa kod otkopne visine 6,0—7,5 m možemo ustanoviti sledeće prednosti i nedostatke.

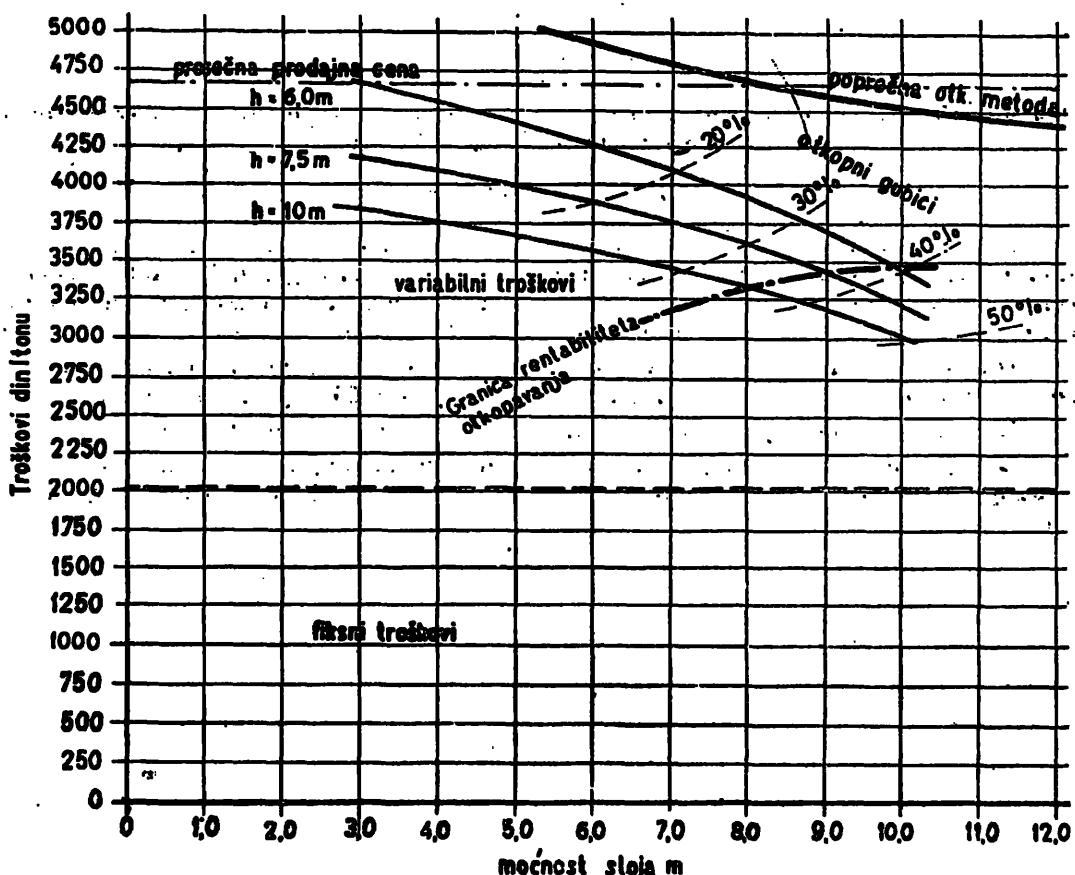
Prednosti:

- kapacitet otkopnog polja je kod jednokrilnog otkopavanja povećan od prvočitnih 40 tona/dan na 90 tona/dan ili za 2,25 puta. Uvođenjem dvokrilnog otkopavanja postići će se udvostručenje te proizvodnje, a primenom istovremenog otkopavanja na 2 etaže postići će se dalje povećanje proizvodnje. Tako će biti ostvareni svi uslovi za visoku vertikalnu koncentraciju otkopavanja;

- produktivnost rada je kod nove otkopne metode 3,5 puta veća, nego kod po-prečne otkopne metode, i 2,2 puta veća od prosečnog otkopnog učinka rudnika. Sa poboljšavanjem organizacije rada i otklanjanjem uskih gria u transportu moći ćemo postići otkopni učinak od cca 20—25 tona/nadnicu;
- potrošnja jamske građe smanjila se je za 60%; a potrošnja eksploziva je malo porasla;
- troškovi proizvodnje znatno su niži nego kod starih otkopnih metoda, čime

je omogućeno rentabilno otkopavanje uskih slojeva. Dalje su date mogućnosti za rentabilnu eksploataciju škriljnog uglja sa manjom kaloričnom vrednošću (cca 2 500 kcal), koji se sada ne eksplatiše, a predstavlja na rudniku Zagorje zнатне rezerve kategorije A i B (cca 20,000.000 tona);

- sigurnost zaposlenih radnika, je povećana, što dokazuje činjenica, da za čitavo vreme pokusa nije bilo nijednog nesretnog slučaja.



Sl. 18 — Dijagram troškova proizvodnje otkopavanja po smeru kod visine 6–10 m.

Abb. 18 — Diagramm der Förderungskosten des Abbaues im Streichen bei einer Etagenhöhe von 6–10 m.

Nedostaci:

Glavni nedostatak nove otkopne metode predstavljaju otkopni gubici, koji dostižu, na osnovu dosadašnjih pokusa, cca 25%.

Mogućnost pojave jamske vatre u starome radu sa dosadašnjim pokusima nije još dovoljno objašnjena, jer još nisu poznati uticaji velike brzine otkopavanja na eventualno zagrevanje ostataka uglja u starome radu.

Zaključak

Kritička ocena svih navedenih prednosti i nedostataka smernog otkopavanja uskih i strmih slojeva uglja sa zarušavanjem kod visine 6,0—7,5 m pokazuje nam, da su pokuši otkopavanja dali takve rezultate, da je moguća primena te otkopne metode i u drugim područjima jame, gde se pojavljuju strmi i uski slojevi.

Prednosti nove otkopne metode su takvog značaja, da omogućuju ekonomičnu i ren-

tabilnu eksploraciju uskih slojeva, što sada kod primene poprečne otkopne metode nije bilo moguće. Zbog toga je potrebno računati sa otkopnim gubicima do cca 25%.

Sigurnost radnika je kod nove metode veća, što je glavna prednost nove otkopne metode.

Svi izloženi razlozi su takvog značaja, da se može pristupiti daljem i povećanom primenjivanju te otkopne metode kod eksploracije uskih i strmih slojeva na rudniku Zagorje.

ZUSAMMENFASSUNG

Ueber die Abbauversuche dünner und steiler Flöze mit Verbruch bei einer Etagenhöhe von 6 bis 7,5 m im Bergwerk Zagorje

Dipl. ing. R. Ahčan*)

Eine Erwägung der Vor- und Nachteile des Abbaues von dünnen und steilen Kohlenflözen bei einer Höhe von 6 bis 7,5 m ergibt, dass die durchgeführten Abbauversuche solche Resultate aufwiesen, dass diese Abbaumethode ihre Anwendung auch in anderen Bereichen der Grube, in denen dünne und steile Kohlenflöze auftreten, finden kann.

Die Vorteile dieser neuen Abbaumethode ermöglichen eine ökonomische Ausbeute dünner Flöze. Es kann mit Abbauverlusten von ungefähr 25% gerechnet werden.

Die neue Methode gewährleistet eine grösere Sicherheit der Arbeiter.

Die gewonnenen Erfahrungen sind von solcher Bedeutung, dass eine intensivere Anwendung dieser Abbaumethode für dünne und steile Flöze in der Grube Zagorje angebracht ist.



*) Dipl. ing. Rudi Ahčan, upravnik Naučno-studijskog biroa Zavoda I Rudarskog instituta, Beograd

Detoksikacija gradskog gasa *)

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Prvoslav Parezanović

Toksično delovanje gradskog gasa, onakvog kakav dospeva do potrošača, potiče gotovo isključivo od ugljen monoksida. Ostali otrovni sastojci sirovog gradskog gasa bivaju skoro do nemerljivih količina odstranjeni prilikom njegovih već odavno uobičajenih prečišćavanja koja prethode uvođenju u razvodnu mrežu. Otuda je detoksikacija gradskog gasa sinonim za uklanjanje ugljen monoksida iz gradskog gasa odnosno za smanjivanje njegovog sadržaja ugljen monoksida.

Naime, da bi se gorivi gas namenjen širokoj potrošnji učinio neotrovnim nije nepohodno da se odstrani sav u njemu prisutan ugljen monoksid. Prema A. Meyer-u (1), ako gas sadrži 21% CO, vreme potrebno da koncentracija ugljen monoksida u izvesnoj prostoriji u koju taj gas utiče dostigne smrtonosnu koncentraciju iznosi svega oko 10 minuta. Međutim, ako u istu prostoriju prodirе istom brzinom uticanja gas sa 7% CO, to vreme se povećava na oko 35 minuta. U slučaju, pak, gase koji ne sadrži više od 3% CO ono postaje praktično beskonačno dugo (slika 1). Stoga, na primer, britanski Gas Council smatra da je dovoljno da se zalaže da sva i nova i već postojeća postrojenja za dobijanje gradskog gasa proizvode gas sa manje od 5% CO(2).

*) Referat podnet na sastanku Sekcije za goriva Srpskog hemijskog društva održanom u okviru X Jubilarnog savetovanja hemičara SR Srbije; Beograd, 28—30. januar godine 1963.

Prve instalacije za detoksikaciju gradskog gasa bile su izgrađene još pre Drugog svetskog rata, u Nemačkoj, u Hameln-u i Nordhausen-u. Ali one nisu pobudile neko veće interesovanje pošto su rešavale samo jednu od osobenosti ondašnje nemačke gasne privrede. Smanjivanje koncentracije CO u gradskom gasu postalo je jedan od značajnih problema proizvodnje gorivog gasa u većini ostalih evropskih zemalja tek pedesetih godina. Onda, kad su izmenjeni uslovi na tržištu goriva doveli do znatnog povećanja sadržaja ugljen monoksida gase koji se isporučuje domaćinstvima.

Do Drugog svetskog rata gradski gas se dobijao, gde god nisu stajale na raspolaganju velike količine prirodnog gasa, poglavito karbonizacijom čvrstih i, u neuporedivo manjoj meri, tečnih goriva pogodnih za taj proces. Gas iz takozvanih koksujućih ugljeva — ili teških ulja, mazuta — gas kokasnih peći, po pravilu, ne sadrži više od nekoliko procenata ugljen monoksida. Međutim, rezerve tih geološki starijih ugljeva nisu bile neograničene pa su danas, posle njihove eksploatacije, samo kao sirovine za gas i koks, od skoro dva puna veka, one dosta male.

Uz to, mnoge oblasti, u kojima je potrošnja gradskog gasa velika, i povećava se do sljedno svakodnevno, ne raspolažu sa takvim ugljevima na udaljenostima koje savremeni ekonomski i politički uslovi čine prihvatljivim. Sve više se za karbonizaciju moraju da

koriste čak i tako geološki mlađi ugljevi, kaki su ligniti, mada njihovom karbonizacijom nastaje gas sa mnogo više ugljen monoksida.

Do istog, osetnog povećanja koncentracije ugljen monoksida u gradskom gasu, dovodi i rastuća upotreba gase dobijanog gasifikacijom za podmirenje široke potrošnje. Gasifikacija uvek daje gas sa dosta ugljen monoksida, sa utoliko više CO ukoliko se radi o geološki mlađem gorivu(3), a ona se, naravno, sada, uglavnom, i upotrebljavaju za dobijanje gase u gasgeneratorima.

Sem nestašice za karbonizaciju pogodnih geološki starijih ugljeva, na ograničavanje proizvodnje gase koksnih peći nepovoljno deluje i to, što je na svetskom tržištu danas prilično teško da se postigne onako povoljan plasman karbonizovanih ugljeva kakav se do nedavno lako postizao. Razvoj evropske, posebno zapadnoevropske, proizvodnje nafte i njenih derivata zadnjih godina bio je tako snažan, da je premašio sva predviđanja izazvaviši osetno smanjenje potražnje svih vrsta

čvrstih goriva(4). Usled toga nastao je nesklad između narasle potrošnje gradskog gase i umanjenih potreba za karbonizovanim ugljevima. Budući da se karbonizacija samo radi dobijanja gase ne isplaćuje, kao gradski gas mora da se koristi i gas iz postrojenja za gasifikaciju, neposredno ili posle „obogaćivanja“.

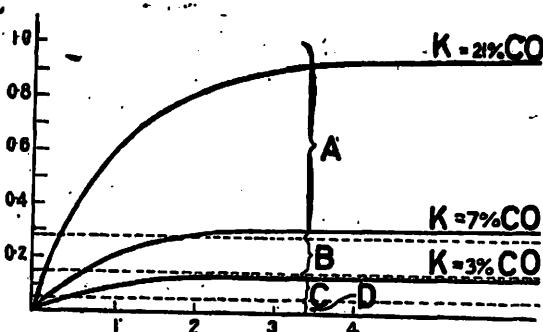
Pored toga, gas dobijan gasifikacijom služi i za „pokrivanje“ skokova potrošnje, kako sezonskih, tako i dnevnih. Usklađenje većih količina gase koksnih peći još uvek nije rešeno, a kapacitetna gipkost postrojenja za karbonizaciju je neznatna. Nasuprot, neki od postupaka za gasifikaciju mogu da se izvode i pri kapacitetu odgovarajućih gasgeneratora skoro upola manjem od njihovog konstruktivnog kapaciteta. Na primer, kod Shell Gasification Processa konstruktivni kapacitet može da se smanji za oko 40% bez ikakvih posledica po uređaj ili na performansu postupka(5).

Upotreba gorivog gase dobijanog karbonizacijom i, naročito, gasifikacijom geološki mlađih ugljeva kao gradskog gase čini da već sada gradski gas u mnogim evropskim zemljama sadrži obično preko 20% CO. Poštoto treba smatrati za izvesno da će, u većini područja unutar kojih se gradski gas mora da proizvodi od uglja, korišćenje geološki mlađih ugljeva dalje da raste, treba očekivati i dalji porast koncentracije ugljen monoksida u takvom gradskom gasu. Zato, ako je danas delimično odstranjivanje ugljen monoksida iz gradskog gasea izvedenog iz uglja potreba, sutra će detoksifikacija tog gradskog gasea da bude neophodnost.

Uklanjanje ugljen monoksida iz industrijskih gasova postalo je tehnički problem sa razvitkom sinteze amonijaka iz vodonika i azota. Ugljen monoksid je vrlo moćan otrov kalizatora koji se upotrebljavaju pri toj sintezi, pa proizvođači amonijaka smatraju koncentraciju ugljen monoksida u vodoniku od 0,001% kao krajnje dopustivo. Međutim, svi najčešće korišćeni izvori vodonika daju vodonik sa znatnim količinama CO(6).

Postupci za odstranjivanja ugljen monoksida iz vodonika mogu da se razvrsstaju na katalitičke, apsorpcione i rashladne.

U katalitičke postupke spadaju prevodenja ugljen monoksida u ugljen dioksid dešovanjem vodene pare, zatim metanizacija,



Sl. 1 — Koncentracija ugljen monoksida u vazduhu u zavisnosti od vremena uticanja gradskog gase u prostoriju(1). Na apscisu je naneto vreme uticanja gradskog gase u prostoriju, (h), a na ordinatu % CO u vazduhu.

A — Brzo dejstvujuće smrtonosne koncentracije CO u vazduhu; B — koncentracije CO smrtonosne prilikom dugog zadržavanja; C — zapazičive, neprijetne ali bezopasne koncentracije CO; D — nezapažljive koncentracije CO; Q — brzinu uticanja gradskog gase u prostoriju: 0,45 (cu m/h); L — broj izmena vazduha u prostoriju: 1/3.

Fig. 1 — Carbon monoxide content of the air, as a function of the build — up time when town gas escapes into a room(1).

X — axis: Build — up time, (hr). Y — axis: % CO by volume in air, valid for: $Q = 0,45$ (cu m) h, $V = 30$ /cu m, $L = 1/3$.

A — Quickly fatal, B — Possibly fatal after long periods, C — Perceptible, unpleasant after one hour, but not dangerous, D — Not perceptible, Q — Volume of gas escaping, V — Volume of room, L — Number of changes of air per hour.

Fischer — Tropsch-ova sinteza ugljovodonika i, za prečišćavanje vodonika tek nedavno razrađena, oksidacija ugljen monoksida u ugljen dioksid sa kiseonikom. Svi mnogobrojni dosad razvijeni apsorpcioni postupci za uklanjanje ugljen monoksida zasnivaju se na njegovoj hemisorpciji sa vodenim rastvorom pogodne kupro soli, obično pod povišenim pritiskom, i kasnijem razlaganju obrazovanog kompleksa, najčešće dejstvom topote na atmosferskom pritisku. Rashladne tehnike sastoje se od frakcione kondenzacije i destilacije na niskim temperaturama.

Očigledno je da neke od ovih metoda uopšte ne dolaze u obzir za detoksifikaciju gradskog gasa.

Oksidacija ugljen monoksida u ugljen dioksid sa kiseonikom iz vazduha u prisustvu rutenijuma, rođijuma i, osobito, platine kao katalizatora, na $120-160^{\circ}\text{C}$ (*) (7, 8), neosporno da ima značajna preim秉stva u odnosu na ostale postupke za odstranjivanje CO iz vodonika. Ona ne iziskuje mnogobrojne velike sudove i priličnu snagu za cirkulaciju inače dosta korozivnih rastvora kao apsorpcioni postupci; tako donosi krupne uštede kako u kapitalnim i operacionim troškovima, tako i u izdacima za održavanje uređaja. Potom, sa ovim postupkom ugljen monoksid se prevodi u jedinjenje koje je lako ukloniti a ne u metan, istina inertan, ali čije prisustvo smanjuje efikasnost postrojenja smanjujući njegov kapacitet, povećava i onako velike troškove kompresije vodonika i zahteva povremeno odvođenje nakupljenih količina tog neaktivnog gasa. Konačno, katalitičkom oksidacijom ugljen monoksida sa kiseonikom postiže se neuporedivo potpunije izdvajanje CO nego li sa shift konverzijom: koncentracija ugljen monoksida može da se snizi i is-

*) Kiseonik oksidiše ugljen monoksid u prisustvu nekih metala i metalnih oksida odnosno njihovih smeša (nikla, kobalta, dioksida mangana, samog ili sa oksidima kobalta, srebra, bakra i na temperaturama nižim od 0°C (9). Ali, ti, hopcalite, katalizatori, na kojima se radi još od Prvog svetskog rata, nisu bili primenjivani niti se primenjuju za odstranjivanje ugljen monoksida iz industrijskih gasova. Koriste se jedino za prečišćavanje iscrpljenog vazduha u air condition sistemima, ili za potpuno uklanjanje vodonika iz vazduha, ili, naročito, za izdvajanje acetilena i ostalih ugljovodonika iz vazduha pre nego što se uvede u postrojenje za razdvajanje na niskim temperaturama (The Mine Safety Appliance Company Process); (10).

pod 0,001%. (Gubitak vodonika do koga dolazi usled reagovanja viška kiseonika sa vodonikom delimično poništava unošenje azota dodanog sa vazduhom za oksidaciju.) Međutim, ako se radi o gradskom gasu, gasu koji se upotrebljava kao gorivo, prevodenje ugljen monoksida u ugljen dioksid sa kiseonikom znači neprihvatljivo velik gubitak na toploti koju nosi taj gas, njeno smanjenje i do 50%.

Gotovo sasvim isto može da se kaže i za apsorpcione i rashladne tehnike. Sa njima se ugljen monoksid izdvaja iz gasa a da se tako nastao gubitak topote koju gas nosi, neposredno ni delimično ne nadoknađuje. Istina, te metode daju srazmerno vrlo čist ugljen monoksid i njegovo naknadno korištenje moglo bi bar da umanji gubitak na toploti koju nosi tako detoksifikovan gradski gas. Međutim, teško je zamisliti da taj put predstavlja najbolje od mogućih rešenja.

Sposobnost vodenih rastvora kupro soli da vezuju ugljen monoksid (10) otkrio je još Leblanc, god. 1850. U to vreme reakcija kupro soli sa ugljen monoksidom bila je zanimljiva samo kao osnov odgovarajuće analitičke metode. Kasnije, počev od prve decenije ovog veka, ona se široko koristi za odstranjivanje ugljen monoksida iz vodonika namenjenog Haber-Bosch-ovoј sintezi, pogotovo otako su prvobitni vrlo korozivni rastvori kupro hlorida ili kupro sulfata bili zamenjeni sa mnogo manje agresivnim, neutralnim ili slabo amonijačnim rastvorima kupro soli slabih kiselina, takvih kao što su ugljena, mravlja i sirćetna, odnosno sa smešama tih soli*).

Iako je mnogo truda uloženo u preučavanje reakcionog mehanizma hemisorpcije ugljen monoksida sa vodenim rastvorima kupro soli, osobito kupro-amonijum karbonata, formijata i acetata, mišljenja su još uvek podjeljena. Ipak je opšte usvojeno da jedan mol kupro jona vezuje približno jedan mol ugljen monoksida, dakle, da jedinjenje koje se obrazuje sadrži ta dva sastojka u odnosu 1 : 1. Pored toga, sa priličnom sigurnošću može da se uzme da je kupro jon u prisustvu viška amonijaka u obliku $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$. Pošto neki drugi dokazi upućuju da se sa tim kompleks-

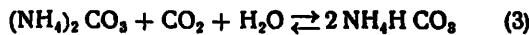
*) Nedavno je u Nemačkoj proučavano istovremeno izdvajanje ugljen monoksida, ugljen dioksida i etilena iz gradskog gasa sa izvesnim jako alkalnim rastvorom neke kupro soli (11). Međutim, nije objavljen ni sastav tog rastvora.

nim jonom zajedno sa ugljen monoksidom spaja i najmanje još jedan molekul amonijaka ili vode, danas se apsorpcija ugljen monoksida u blago amonijačnim vodenim rastvorima kupro soli slabih kiselina najčešće prikazuje pomoću jednačine koju su, 1950. godine, predložili van Krevelen i Baans:



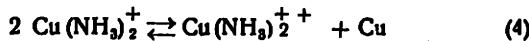
Nastali kompleks lako se razara dovođenjem toplote i, odnosno ili, smanjenjem pritiska.

Skoro uvek u prečišćavanom vodoniku prisutan ugljen dioksid daje sa amonijum hidroksidom amonijum karbonat i bikarbonat:

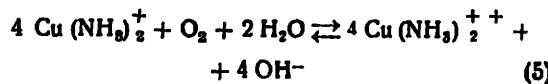


Te reakcije i isparavanje amonijaka, osobito snažno pri razaranju kupro-amonijum-ugljen monoksid kompleksa, mogu da izazovu značajan gubitak amonijaka iz ovakvih apsorpciono-desorpcionih sistema.

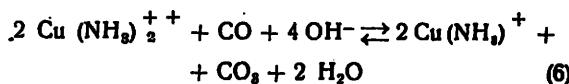
Kupro jonovi se, pak, gube autooksidacijom do kupri jonova koju prati taloženje elementarnog bakra:



Zato je nužno da se oko 1/5 jonova bakra prisutnih u rastvoru održava u kupri stanju. To se postiže uvođenjem vazduha čiji kiseonik oksidiše kupro jonove u kupri joneve:



Istovremeno, time se povećava i redukcija kupri joneva do kupro joneva sa ugljen monoksidom:



Hemisorpciju ugljen monoksida u vodenim rastvorima kupro-amonijum soli slabih kiselina čine složenom još i moguća reagovanja prisutnih anjona. Na primer, mravlja kiselina može da se oksidiše sa kupri jonovima do ugljen dioksida. Zato upotreba kupro i magnezijum hlorida, soli stabilne iako korozivne kiseline, u Sulzer-ovom postupku(1) verovatno da ne predstavlja beznačajno po-

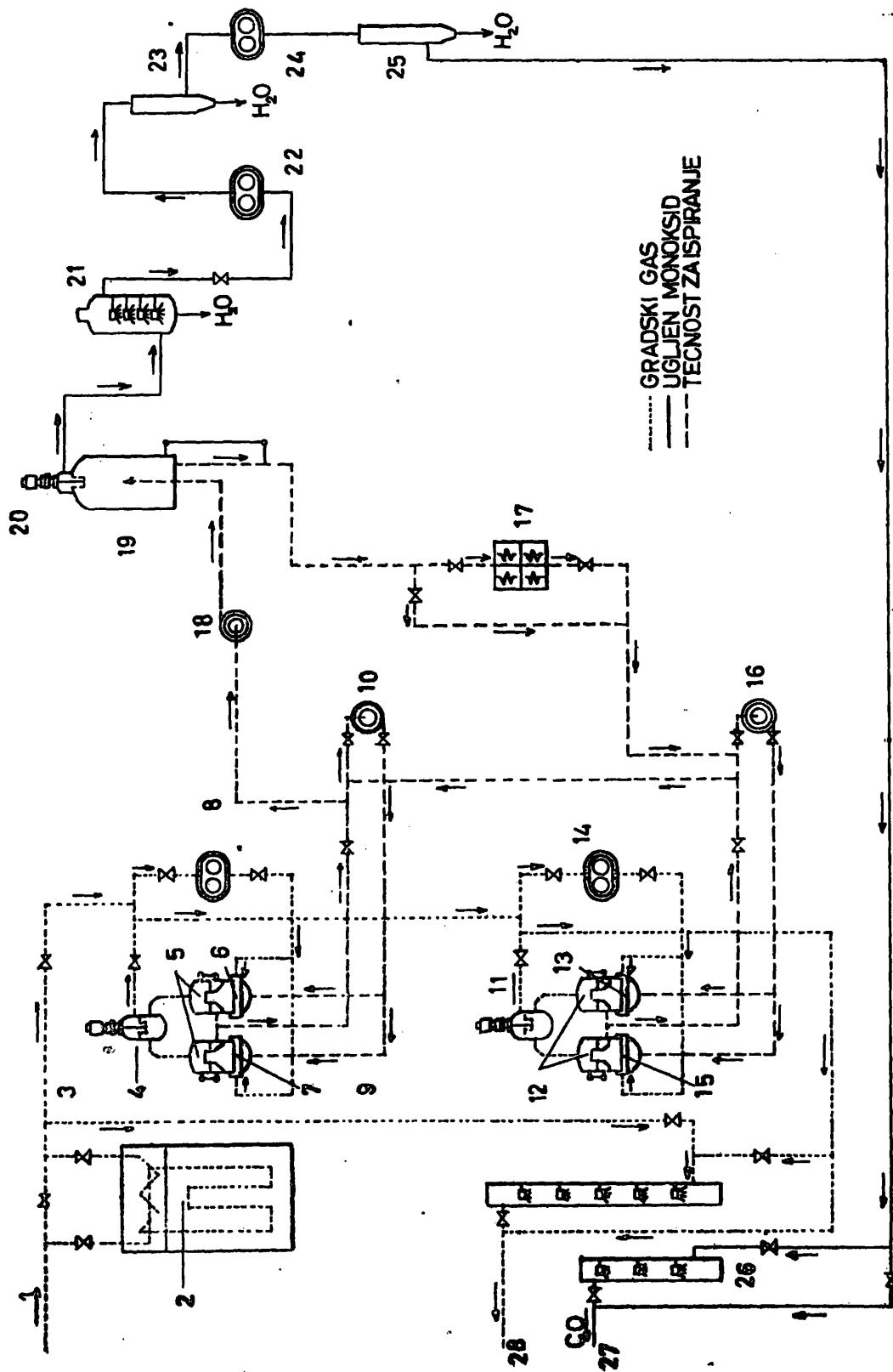
jednostavljenje održavanja apsorpcionog rastvora na optimalnoj aktivnosti.

Sulzer-ov postupak, namenjen baš detoksifikaciji gradskog gasa, razrađivan je u okviru Winterthur Gas Works i Sulzer Brothers Limited*) od godine 1943. Probno postrojenje bilo je izgrađeno godine 1946. a od godine 1961. postupak se u Winterhurs-u koristi u industrijskim razmerama. Sa vodenim rastvorom kupro i magnezijum hlorida gradski gas se ispira na atmosferskom pritisku i temperaturi okoline. Pritom nastalo kompleksno jedinjenje monovalentnog bakra i ugljen monoksida (jednačina 1) raspada se pod vacuuum (slika 2). Izdvojeni CO, čistoće od 95%, upotrebljava se kao gorivo u postrojenju za proizvodnju gasa.

Takvo iskoričavanje dobijenog ugljen monoksida sigurno da ne može da kreditira neizbežno naknadno obogaćivanje gradskog gasa detoksifikovanog na ovaj način i odgovarajuće smanjenje kapaciteta postrojenja za njegovu proizvodnju. Uostalom, čak i kad bi ti gubici mogli da budu nekako nadoknađeni, ostaje da se svi apsorpcioni postupci, pa i Sulzer-ov, izvode u srazmerno veoma složenim instalacijama. Ulaganja u ta postrojenja, njihove operacione troškove i izdatke za njihovo održavanje može da opravda samo proizvod visoke jedinične vrednosti. Takav je vodonik za sintezu amonijaka, ali nikad nije bio a ponajmanje je to danas gradski gas iz uglja.

Druge moguće rešenje za korišćenje ugljen monoksida, izdvojenog prilikom njegovog uklanjanja iz gradskog gasa sa nekim od apsorpcionih postupaka, bilo bi primena shift konverzije(11). Dobijeni vodonik, posle odvajanja ugljen dioksida pomoću koje od uobičajenih metoda ili zajedno sa njim, doda se već detoksifikovanom gradskom gasu i tako osetno umanjio gubitak na njegovoj toplotnoj moći. Pošto bi se u ovom slučaju radio sa praktično čistim ugljen monoksidom, očigledno je da bi njegovo prevodenje u vodonik i ugljen dioksid delovanjem vodene pare bilo potpunije i brže nego li pri istovetnoj preradi gradskog gasa. Ali, očigledno je i da to nikako nije razlog dovoljan da opravda usvajanje detoksifikacionog sistema koji bi činile i apsorpciona, i konverziona jedinica. Zaista, ne može se zamisliti da apsorpcioni postupci za odstranjivanje ugljen

*) Winterthur, Švajcarska.



Sl. 2 — Sema materijalnih tokova Sulzer-ovog postupka:
 1 — ulaz gradiškog gaza; 2 — uklanjanje kiseonitih i sumpornih jedinjenja; 3 — prvi apsorpcioni stepen; 4 — izdvajanje magle; 5 — apsorber; 6, 7 — dizne za mješanje gasne i tečne faze; 8 — cirkulacija gasa; 9 — drugi apsorpcioni stepen; 10 — crpka; 11 — izdvajanje magle; 12 — apsorber; 13, 15 — dizne za mješanje gasne i tečne faze; 14 — cirkulacija gasa; 16 — crpka; 17 — hladnjak; 18 — crpka; 19 — evakuaciona komora; 20 — izdvajanje magle; 21 — ispiranje; 22 — uglen monoksid; 23 — pumpa; 24 — cirkulacija gasa; 25 — pumpa; 26 — izdiz ugljen monoksida; 27 — izdiz gradiškog gasa.

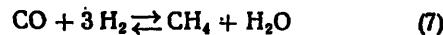
Fig. 2. Flow diagram of Sulzer CO removal process for town gas detoxication⁽¹⁾
 1 — Town gas inlet; 2 — Oxygen and sulphur removal; 3 — First absorption stage; 4 — Mist separator; 5 — Absorption vessels; 6, 7 — Mixing nozzles; 8 — Gas circulating blower; 9 — Second absorption stage; 10 — Pump; 11 — Mist separator; 12 — Absorption vessels; 13, 15 — Mixing nozzles; 14 — Gas circulating blower; 16 — Pump; 17 — Liquid cooler; 18 — Pump; 19 — Evacuation chamber; 20 — Mist separator; 21 — Spray condenser; 22, 24 — Vacuum set first and second stage; 23, 25 — Intercoolers; 26 — Gas washers; 27 — CO outlet; 28 — Town gas outlet.

monoksida sadržanog u gradskom gasu mogu da budu prihvativi, isto kao ni rashladne tehnike.

Nasuprot, metanizacija na prvi pogled izgleda kao najidealni postupak za odstranjivanje ugljen monoksida iz gradskog gasa: prevodenjem ugljen monoksida u metan ne bi se samo smanjilo otrovno delovanje gradskog gasa već bi se i njegova toplotna moć znatno povećala.

Dobijanje metana hidrogenovanjem ugljen monoksida u prisustvu nikla kao katalizatora prvi je izučavao S abatier, još god. 1902. Uspesi Fischer-Tropsch-ove sinteze — hidrogenovanja ugljen monoksida do viših, zasićenih i nezasićenih ugljovodonika, alkohola, aldehida, ketona, organskih kiselina — činili su da raste interesovanje za metanizaciju, naročito tamo gde nije bilo prirodnog gasa ali se raspolagalo sa dosta uglja. Ispitivani su mnogi katalizatori unutar prostrane oblasti pritisaka pod kojima nastaje metan iz ugljen monoksida i vodonika, pod pritiscima od jedne atmosfere pa sve do preko osam stotina atmosfera, na temperaturama od 100 do 750° C. Očekivalo se da će metanizacija da omogući da se iz čvrstih goriva dobije gás, čija bi se toplotna moć mogla da upoređuje sa toplotnom moću prirodnog gasa.

Danas su, međutim, nade za dobijanje visokokaloričnog gorivog gasa iz uglja više položene u hidrogasifikaciju uglja, jeftiniju za oko 25% (12). I pored velikih napora još nisu rešeni mnogi od problema koje postavlja industrijsko korišćenje metanizacije, a osobito odvođenje toplote oslobođene u metanizatoru. Naime, reakcija:



veoma je egzotermna (tablica 1).

Pored toga, nije nađen katalizator koji bi bio neosetljiv na prisustvo jedinjenja sumpora u reagujućoj gasnoj smeši, pa je neophodno da se ona najpre izdvajaju.

Konačno, u metanizatoru mogu da se odigravaju i neke reakcije suprotne obrazovanju metana, naročito nastajanje ugljen monoksida i vodonika delovanjem ugljen dioksida (13, 15).

U prečišćavanju industrijskih gasova metanizacija je, otuda, značajna prvenstveno kao postupak za odstranjivanje malih sadržaja CO i CO₂ u vodoniku namenjenom sintezi amonijaka, dakle gasnih struja pod

visokim pritiskom i sa najviše 2 molska % oksida ugljenika. Tada se metanizacija odvija do kraja, sve do samo nekoliko desetihiljaditih delova procента oksida ugljenika.

Tablica 1
Toplote reakcije i ravnotežne konstante metanizacije ugljen monoksida (10).

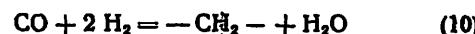
Temperatura °C	Toplota reakcije ΔH , Cal/g mol	$K = \frac{(CH_4) \times (H_2O)}{(CO) \times (H_2)^3}$
127	— 50,353	$4,009 \times 10^{15}$
227	— 51,283	$1,148 \times 10^{10}$
327	— 52,061	$1,980 \times 10^6$
427	— 52,703	$3,726 \times 10^3$
527	— 53,214	27,97
627	— 53,610	0,131
727	— 53,903	0,0265

Za detoksifikaciju gradskog gasa koji sadrži neuporedivo više ugljen monoksida, metanizacija se, na žalost, nikako ne može da primeni. Uostalom, čak i kad bi se našao način da se njene pobrojane nepodobnosti izbegnu, gradski gas, po pravilu, nema dovoljno vodonika da bi izvođenje metanizacije imalo smisla. Odnos vodonika prema ugljen monoksidi u gradskom gasu nikad nije ni približno 3 : 1 (jednačina 7) te sadržaj CO nije posle metanizacije u osnovi izmenjen (tablica 2).

Fischer-Tropsch-ova sinteza takođe izgleda privlačna kao postupak za smanjenje sadržaja CO gradskog gasa. Odnos vodonika prema ugljen monoksidi u gradskom gasu mnogo je povoljniji za dobijanje viših ugljovodoničnih jedinjenja nego li za dobijanje metana, osobito onda kad se radi sa katalizatorom od gvožđa. Naime, tada se odigravaju i reakcije:



uporedno sa reakcijom:



Međutim, ipak se sumnja da će proizvodi nastali ovakvim smanjivanjem otrovnog delovanja gradskog gasa svojom tržišnom vrednošću da opravdaju tako skupu preradu kakva je Fischer — Tropsch-ova sinteza (11).

Tablica 2

Upoređenje sastava gasa koji se očekuje iz postrojenja za gasifikaciju domaćih lignita po postupku Lurgi*) i sastava tog gasa posle metanizacije**).

%	Gas iz kolubarskog lignita		Gas iz kostolačkog lignita		Gas iz kosovskog lignita	
	pre metanizacije	posle metanizacije	pre metanizacije	posle metanizacije	pre metanizacije	posle metanizacije
CO ₂	2,0	4,18	2,00	4,11	2,0	4,34
H ₂ S	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CnHm	0,4	0,84	0,85	1,74	0,4	0,86
CO	26,3	18,60	27,35	21,03	27,4	20,43
H ₂	52,2	0,00	51,40	0,00	54,0	0,00
CH ₄	17,1	72,38	16,30	69,78	14,3	70,21
N ₂	2,0	4,18	2,10	3,34	1,9	4,13

Ni katalitička oksidacija ugljen monoksida u ugljen dioksid sa vodenom parom nije, naravno, postupak za detoksifikaciju gradskog gasa komе se ništa ne može da zameri. Ali, i pored izvesnih nedostataka, to je metoda sa kojom se najjednostavnije i najjeftinije snižava koncentracija CO u gradskom gasu. Zato su sve dosad izgrađene instalacije za delimično odstranjivanje ugljen monoksida iz gorivog gasa namenjenog širokoj potrošnji jedinice za shift konverziju****) (2, 15, 16); izuzetak je samo spomenuta primena apsorpcionog Sulzer-ovog postupka u Winterthur-u(1).

*) „Studija o uslovima i mogućnostima razvoja industrije gasa u SR Srbiji; sveska 4: Analiza moguće proizvodnje gasa u SR Srbiji.” Rudarski institut, Ekonomski institut, Beograd, juni 1961. godine.

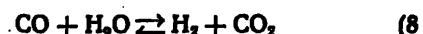
**) Pretpostavljeno je da sav prisutan vodonik prelazi u metan, da ne dolazi do reakcija suprotnog smera.

***) Sirovi gas iz Lurgi-gassgeneratora prečišćava se po Rectisol postupku (Izvor kao pod *).

****) Hameln, Nordhausen i Munich (gas dobijan termičkim krekingom prirodnog gasea) u Nemačkoj; Basel u Švajcarskoj; Westfield i Colleshill (gas dobijan po postupku Lurgi), kao i Ilse of Grain (gas dobijan po Shell-ovom postupku za gasifikaciju ulja pod pritiskom) u Velikoj Britaniji.

Razradu dobijanja vodonika iz ugljen monoksida i vodene pare posredstvom katalizatora od feri oksida 1913. godine, u okviru Badische Anilin- und Sodaefabrik, Mitasch ubraja među najznačajnije datume u istoriji industrijske katalize(9). U svakom slučaju, to, da je shift konverzija jedna od najstarijih primena katalitičkih procesa u industrijskim razmerama, nikako nije zane-marljivo. Jer, njenim pedesetogodišnjim korišćenjem u proizvodnji sintetičkog amonijaka, prvo kao postupka za dobijanje vodonika iz plavog vodenog gasea, a potom kao metode za smanjenje koncentracije oksida ugljenika u vodoniku sve do ispod 0,03%, stečeno je dragoceno iskustvo.

U prisustvu katalizatora umereno egzoterma reakcija

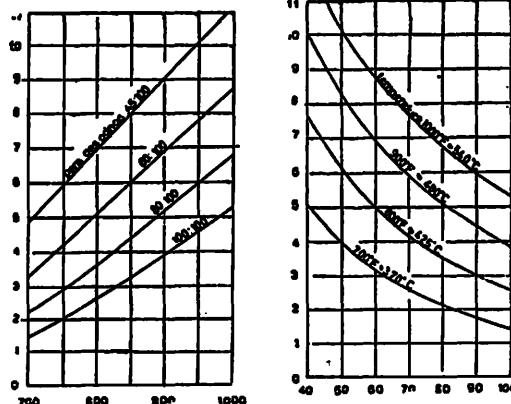


otpočinje, pod atmosferskim pritiskom, na oko 400°C. Sa porastom temperature povećavaju se aktivnost katalizatora i brzina reakcije, ali njena ravnoteža postaje manje povoljna (tablica 3). Otuda se teži da se nastajanje ugljen dioksida i vodonika iz ugljen monoksida i vodene pare odvija između 400 i 550°C i pod što je moguće višim pritiskom. Najime, povlašavanjem pritiska, sve do oko 20 atmosfere, znatno se utiče na efikasnost ove konverzije. Odnos vodena para — prerađivani gradski gas menja se i sa temperaturom i sa pritiskom; (sl. 3 i 4).

Tablica 3

Toploće reakcije i ravnotežne konstante shift-konverzije (10)

Temperatura °C	Toploća reakcije ΔH, Cal/g mol	$K = \frac{(CO_2) \times (H_2)}{(CO) \times (H_2O)}$
227	- 9,520	126,0
327	- 9,294	27,08
427	- 9,051	7,017
527	- 8,802	4,038
627	- 8,553	2,204
727	- 8,311	1,374



Sl. 3 — Menjanje ravnotežnog sadržaja ugljen monoksida pri shift konverziji u zavisnosti od temperature na kojoj se reakcija odvija; (15).

Na apscisu su nanete temperature u °F (C = °F - 32) $\times \frac{5}{9}$) a na ordinatu p/v CO u suvom gasu.

Fig. 3 — Shift — conversion reaction: Equilibrium carbon monoxide content of gas as a function of temperature for several steam gas ration (15)

X — axis: Temperature, (°F). Y — axis: p/v CO by volume in dry gas.

Sl. 4 — Menjanje ravnotežnog sadržaja ugljen monoksida pri shift konverziji u zavisnosti od odnosa vodena para/gas;(15).

Na apscisu su nanete vrednosti odnosa vodena para/gas (mol H₂O/100 mol gas) a na ordinatu p/v CO u suvom gasu.

Fig. 4 — Shift — conversion reaction: Equilibrium carbon monoxide content of gas as a function of steam/gas ratio for several temperatures (15)

X — axis: Values of steam/ gas ration (moles of H₂O/100 moles of gas). Y — axis: p/v CO by volume in dry gas.

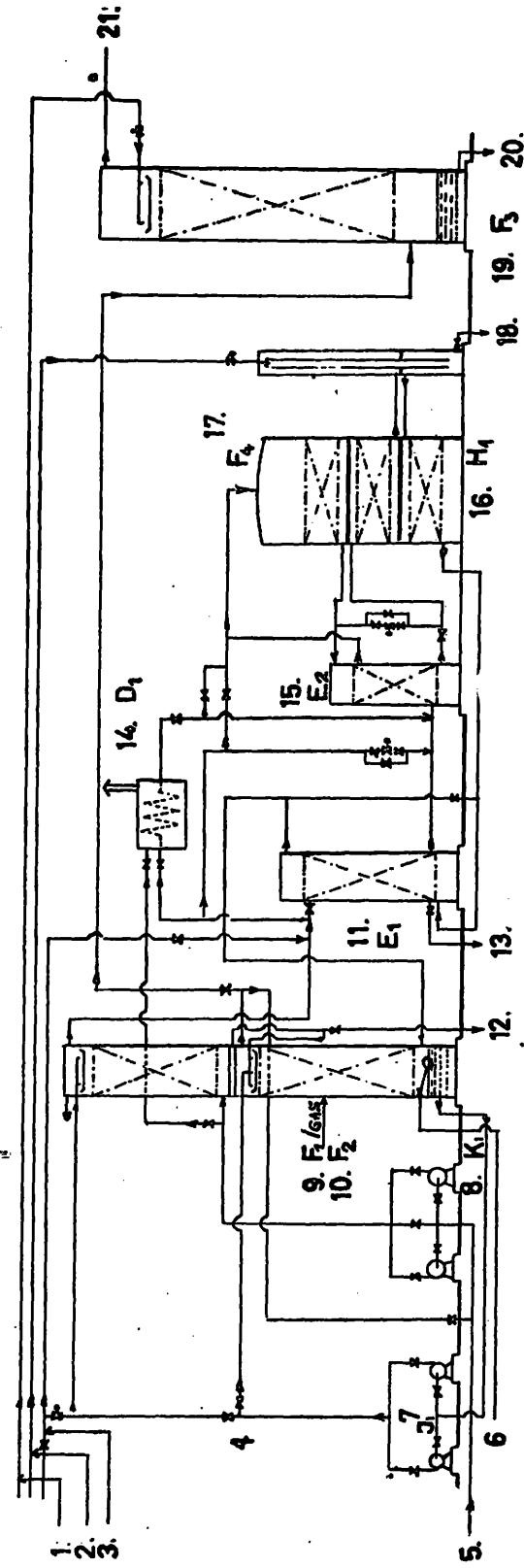
Uvek, međutim, povećanje koncentracije vodene pare u reagujućoj gasnoj smeši najpre deluje povoljno na dobijanje vodonika. Količina prisutnog ugljen monoksida, pak, gotovo da nema uticaja na reakcioni prinos u važećoj konstruisanoj jedinici. Ali, upravo je sadržaj CO parametar koji uslovjava osnovne konstrukcione karakteristike konvertora: prostornu brzinu, radnu temperaturu i radni pritisak, broj, raspored i veličinu ležišta katalizatora.

Kao najpogodniji katalizator za shift konverziju, taj, na današnjem stepenu razvitka gasne industrije, najjeftiniji postupak za dobijanje vodonika(17), pokazao se feri oksid sa oko 10% hromi oksida (10, 13, 18), načinjen u Badische Anilin- und Soda Fabrik još pre 1930. godine(19).

Istina, on je osetljiv na azotni oksid, nezasićene ugljovodonike, osobito konjugovane diolefine, i kiseonik. Prisutnost tih jedinjenja u gasu čiji se sadržaj ugljen monoksida smanjuje izaziva prljanje katalizatora pošto ona potpomažu nastajanje polimernih supstanci. Na sreću, stvaranje „guma” izgleda da može da se uspešno spreči postavljanjem sloja nikal subsulfida ispred ležišta katalizatora za prevodenje ugljen monoksida u ugljen dioksid sa vodenom parom.

Subsulfid nikla je jedan od najaktivnijih katalizatora za odstranjivanje organskih jedinjenja sumpora iz industrijskih gasova (The Carpenter — Evans Process). U istu svrhu koristi se i feri oksid sa oko 10% hromi oksida, naročito pri prečišćavanju vodonika. Otuda se pri shift konverziji uklanja i „organski sumpor” iz gradskog gasa, isto kao što se pri katalitičkom odstranjuvanju ugljen oksi sulfida, ugljen disulfida, merkaptana male atomske težine i tiofena pomoću ovih katalizatora odstranjuje delimično i ugljen monoksid(20).

Naravno, i shift konverzija umanjuje topotnu moć prerađivanog gradskog gasa, za 14,5%. Ali, nepotpuno uklanjanje ugljen monoksida iz gradskog gasa na ovaj način ipak je vrlo jeftino, čak i u slučaju gradskog gasa dobijanog iz uglja ili ulja po nekom od „klasičnih” postupaka, na primer, i u slučaju vodenog gasa. Štaviše, kad se gas „obogaćuje”, ovakva njegova detoksifikacija može da se izvodi sa dobitkom(2). Međutim, svoje puno ekonomsko opravданje shift konverzija ima osobito onda, kad se gradski gas proizvodi po postupku Lurgi, kad on već sadrži potrebnu količinu vodene pare pod pritiskom(16). Pošto potrebe za gasom domaćinstava većeg dela naše zemlje treba da budu zadovoljavane



Sl. 5. Senna materijalnih tokova pri shift konverziji;(15)

1 — Voda za hladjenje; 2 — razvod; 3 — vodena para; 4 — kondenzovana voda; 5 — ulaz gasa; 6 — voda; 7 (J₁) — crikle za vodu; 8 — (K₁) — kompresori; 9 (F₁) — saturator; 10 (F₂) — hladnjak; 11 (E₁) — razmenjivat toploite; 12, 13 — odvodi; 14 (D₁) — grejati; 15 (E₂) — neposredno hlađenje; 16 (F₃) — razmenjivat toploite; 17 (F₄) — konvertor CO; 18 (F₅) — konvertor CO; 19 (F₆) — rashadni toranj; 20 — odvod; 21 — izlaz gasa.

Fig. 5. Simplified flow diagram of a pilot plant used to study CO removal from carbureted water gas by shift — conversion reaction(15)

1 — Cooling water; 2 — Condensate; 3 — Steam; 4 — Throttle; 5 — Gas inlet; 6 — Water; 7 (J₁) — Boosters; 8 (F₁) — Pumps; 9 (F₂) — Saturation tower; 10 (F₃) — Gas cooler; 11 (E₁) — Heat exchanger; 12, 13 — Throttles; 14 (D₁) — Heater; 15 (E₂) — Heat exchanger; 16 (E₃) — Heater; 17 (F₄) — CO Converter; 18 (F₅) — CO Converter; 19 (F₆) — Cooling tower; 20 — Throttle; 21 — Gas outlet.

proizvodnjom gorivog gasa iz lignita po postupku Lurgi, veruje se, otuda, da će shift konverzija da bude najpogodniji način za

smanjivanje sadržaja ugljen monoksida gradskog gasa i u jugoslovenskoj gasnoj industriji.

SUMMARY

The Detoxification of Town Gas

P. Parezanović, Chem. eng.*)

The town gas supply of the major part of this country would rely on the production of the fuel gas from lignite by its gasification under pressure in the large Lurgi process plants. Because the gas derived from Lurgi high — pressure gasification systems contains after conventional purification treatment more than 25% of carbon monoxide, it may be anticipated that for the lowering to toxicity of yugoslav Lurgi gas through reduction of its carbon monoxide content should be necessary.

The removal of carbon monoxide from industrial gases became a technological problem of prime importance with the advent of catalytic processes for the manufacture of synthetic ammonia and, in the recent time, it is being developed only for that purpose. Thus, among the many methods proposed for the carbon monoxide removal from synthesis gas streams in the detoxification of town gas some of these methods cannot be used directly, while the others are not absolutely suitable (the low — temperature techniques, the catalytic oxidation of carbon monoxide to carbon dioxide with limited atmospheric oxygen additions). The applicability of the conversion of carbon monoxide to carbon dioxide and hydrogen, the methanation, i. e. the Fischer — Tropsch synthesis of hydrocarbons from carbon monoxide and hydrogen, and the absorption of carbon monoxide in the cuprous salt solutions have been considered only in connection with the carbon monoxide removal from town gas.

In the past several years much work has been done towards the development of a technologically and economically acceptable method for the detoxification of domestic fuel gas. In this study, carried out partially on a full industrial scale, it was found that the process based on the catalytic reaction of carbon monoxide and water vapor, the so — called water gas shift conversion, is the most suitable. Consequently it appears that, at the present time, the shift conversion will be the best applicable technique for the reduction of yugoslav town gas toxicity.

Literatura

1. Meyer, A. 1961: The Sulzer CO Removal Process. — Coke and Gas, 107—111.
2. Fracombe, K. W. 1961: The paper presented to the London and Southern Section of the Institution of Gas Engineers on April 18.
Abstracts from this paper: (1) The Reduction of the CO Content of Town Gas. — The Gas World, May 6, 1961. 626—635. (2) How the CO Reduction System is Applied to Existing Sources of Gas Supply. — Gas Times, May, 1961. 18—22.
3. Meunier, J. 1958: Gaséification et Oxidation des Combustibles. Masson et Cie, Paris.
4. Eadie, S. 1962: The Changing Energy Situation in Europe. — Fuel Economy — An Annual Review Devoted to Fuel Efficiency Published by Federation of British Industry, 68—71.
5. The 1961 Petrochemical Handbook Issue. — Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner, November, 1961. Vol. 40. No. 11. 294
6. Jones, R. M., Barber, R. L. 1947: Ammonia (Encyclopedia of Chemical Technology). — Interscience Encyclopedia, Inc., New York, 771—810.
7. Brown, M. L. Jr., Green, A. W., Cohn, G., Andersen, H. C. 1960: Purifying Hydrogen by Selective Oxidation of Carbon Monoxide. — Industrial and Engineering Chemistry, October, Vol. 52. No. 10. 841—844.

* Dipl. ing. Prvoslav Parezanović,
asistent u Zavodu za TPMS
Rudarskog instituta, Beograd

8. Andersen, H. C., Green, W. J. 1961: Removing Carbon Monoxide from Ammonia Synthesis Gas. — Industrial and Engineering Chemistry, August, Vol. 53, No. 8. 645—646.
9. Lohse, H. W. 1945: Catalytic Chemistry. — Chemical Publishing Company, Inc., Brooklyn — New York.
10. Kohl, A. L., Riesenfeld, F. C. 1960: Gas Purification. — McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
11. Sabel, F., Hegge, H. 1961: Zur Entgiftung von Stadtgas. Das Gas- und Wasserfach, März 17, Heft 11. 272—274.
12. Elliott, M. A. 1962: Will Piper Gas be a Pipe Dream in 100 Years? — Petroleum Management — Petroleum Engineer Publication, October, 266—272.
13. Perry, H. 1962: Make High-Btu Pipe Line Gas from Coal. — Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner, July, Vol. 41, No. 7. 89—94.
14. Tramm, H. 1952: Zur Technik der Kohlenoxydhydrierung. — Erdöl und Kohle, Januar, No. 1. 10—17. (Vortrag, gehalten auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Mineralölwissenschaft und Kohlechemie in München, am 9. Oktober 1951.)
15. Edwards, H. D. 1960: The Removal of Carbon Monoxide from Town Gases. — Coke and Gas, August, 331—336.
16. Ricketts, T. S., Elgin, D. C. 1962: The Paper (4) presented at the Joint Conference of the Institution of Gas Engineers and the Institute of Fuel, Hastings, 10th to 14th of September. — The Gasification of Solid Fuels in the Gas Industry. C-1 — C-9.
17. Ruhemann, M. 1952: The Separation of Gases. Second Edition. — Oxford University Press.
18. Cribb, G. S., Marsh, J. D. F. 1959: The Communication (GC. 66) presented at the 25th Autumn Research Meeting of the Institution of Gas Engineers on November 17—18. Abstracts from this paper: Removal of Carbon Monoxide from Fuel Gases. — The Gas World, November 21, 1959. 633—635.
19. Hougen, O. A. 1961: Engineering Aspects of Solid Catalysts. — Industrial and Engineering Chemistry, July, Vol. 53, No. 7. 509—528.
20. Priestley, J. J., Bouch, W. E. 1961: Tendances Modernes de l'Epuration du Gaz. — Journal des Industries du Gaz, March, Vol. 85. 97—104.



Određivanje prenosa detonacije

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Branislav Veljanović

Uvod

Ispitivanje prenosa detonacije je određeno kod nas standardom JUS H.D. 1.020 tačkom 5.3203 na klasičan način postavljanjem dve patronne eksploziva u pravcu jedna iza druge. Podloga je određena standardom JUS L.J. 9.010 sastavljena od peska čija je granulacija zrna 1 mm. Ovaj metod dat standardom daje odlične vrednosti za upoređivanje pojedinih vrsta eksploziva i nalaženje njihovih karakteristika pri istim uslovima. Teškoće se, međutim, javljaju kod primene eksploziva pod različitim uslovima u rudniku. Dolazi do znatnih odstupanja od karakteristika dobijenih klasičnim opitom, te se postavlja pitanje određivanja eksploziva sa najboljim karakteristikama i najefikasnijim dejstvom u svakom rudniku posebno i njegovim specifičnim uslovima u svakom delu istoga, ukoliko postoje odstupanja u karakteristikama rude u istom sloju.

Opisani opit daje mogućnost svakom rudniku da prema svojim specifičnim karakteristikama rude, ispita koji mu eksploziv, po svome ponašanju u toj rudi, najbolje odgovara.

Radi primene određene tehnike otpucavanja, veličine i rasporeda minskih rupa, količine punjenja i načina vađenja rude, važno je poznavati vrednost prenosa detonacije. Do-

sadašnja običajena ispitivanja prenosa detonacije na posteljici od peska daju konvencionalne karakteristike eksploziva. Ova se nije uvek poklapala sa onom dobijenom iskustvom u pojedinim rudnicima. Ovde se postavljaju mnoga pitanja. Zašto je dolazilo do ovoga? Zašto se nailazilo na neispaljene patronе u rovnom uglju? Da li je krivica bila do paljoca mina, proizvođača eksploziva ili nečega drugog?

Posmatrajući samu sredinu u kojoj se vrši bušenje i paljenje mina zapaža se, da se eksploziv određenih karakteristika ponaša drukčije u svakom posebnom slučaju. Nameće se zaključak, da svi fenomeni prenosa detonacije, dobijeni ispitivanjem fotografija snimljenih pomoću X-zrakova, pri otpucavanju na peščanoj posteljici ne odgovaraju potpuno uslovima u stvarnoj minskoj rupi u uglju. Ovo zahteva ispitivanja u uslovima umnoženog opita kao najpričinijeg. Bitno je da smetnju u prenosu detonacije u minskoj rupi može da čini jedino ugljena sitnež. Pošto postoji mogućnost predstavljanja intervala talasanja vazduha i sitneži uglja između nabroja, koristi se kvantitativno određivanje iste kao smetnje u prenosu detonacije. Radi podjednakog uzimanja u račun različitih svojstava kod raznih vrsta ugljeva, pribeglo se

izradi cevi od uglja, koje bi davale najpričinjene uslove onima u minskoj rupi. Cevi se izrađuju sa debelim zidovima od ugljene sitneži povezane sa cementom kao vezivom. Naravno ovako podešene cevi mogu ali ne moraju imati iste osobine kao čvrsti ugalj. Ipak se može, na osnovu ovih cevi, odrediti sposobnost raznih eksploziva za prenos detonacije i vrednost smetnje od ugljene sitneži kroz koju detonacija prolazi. Ovo će dati uslove, delimično izmenjene uticajem razmene, smeše ugalj: cement koja se koristi za izradu cevi.

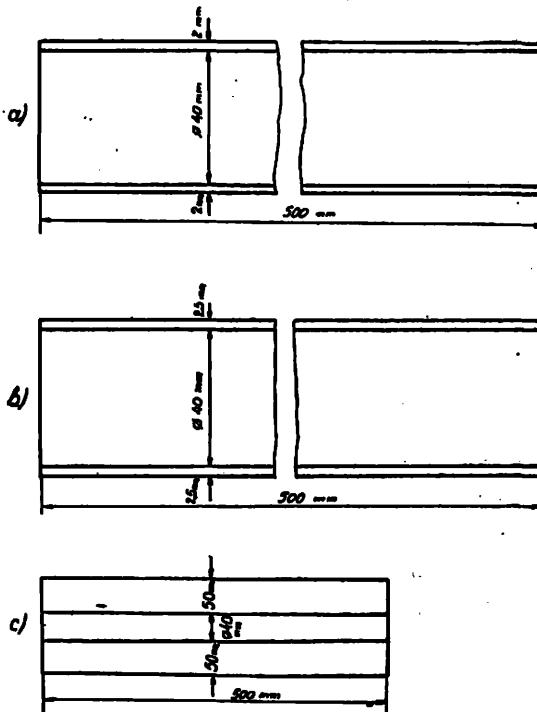
Ispitivanje se vrši pomoću tri patrona postavljene u nizu. Prva patrona je sa detonatorom iza koje se direktno postavlja druga patrona u nastavku prve — radi otklanjanja mogućeg uticaja eksplozije detonatora na prenos — a treća u redu prima detonaciju. Prepreka prenosa detonacije — vazdušni interval određene dužine, odnosno sa određenom količinom ugljene sitneži — se nalazi između druge i treće patronе. Rastojanje između ivica papirnog omotačа je određeno, a upotrebljena ugljena sitnež se sastoji od 30% prašine i 70% ugljene sitneži prečnika ispod 3 mm. Za svaku vrstu ugalja uzima se i određuje sastav ugljene sitneži i upotrebljavanja kao standardan za taj rudnik pri ispitivanju eksploziva. Sastav i veličina pojedinih upotrebljenih frakcija zavisi od kvantitativno određenog sastava ugljene sitneži u vazduhu posle otpucavanja. Popunjavanje prostora između patrona se vrši stavljanjem ugljene sitneži određene zbijenosti, koja se postiže laganim stresanjem cevi i koja okružuje patronu.

Za ležište se koriste cilindri sa unutarnjim prečnikom jednakim šupljini standardne minskе rupe. Debljina zida iznosi za kartonski cilindar 2 mm, za čelični 2,5 mm, za cilindre od smeše ugalj: cement 50 mm a za čelične prangije 250 mm. Zapusavanje se vrši slojem gline debljine 3 cm. Prilikom otpucavanja cilindri se stavljuju na tle ili na sloj peska.

Cilindrične cevi od smeše ugalj: cement

Ugalj za pravljenje ovih cevi se dobija sitnjnjem ugljja iz sloja i mešanjem sa cementom i vodom. Ovu smešu zbijamo u kalupima od kartona ili lima a pomoću jezgra se dobija šupljina standardne minskе rupe.

Po očvršćavanju smeše, koje traje od 21 do 28 dana cilindri se mogu koristiti za ispitivanja. Sitnjnjeg uglja za izradu ovakvih cevi treba izvesti tako da zrna budu najvećeg prečnika 3 santimetra, mada je utvrđeno optima, da veličina zrna ne igra nikakvu ulogu pri ispitivanju prenosa, već je jedino bolje vezivanje između zrna.



SL. 1 — Ležišta upotrebljena za ispitivanje
a — ležište od kartonskog cilindra; b — ležište od čeličnog cilindra; c — ležište — cilindar od smeše ugalj: cement.

Fig. 1 — Cases used for investigation.
a — Box board cylinder case; b — Steel cylinder case;
c — Cylindric case made of coal-concrete blend.

Najbolji odnosi smeše ugalj : cement su 20 : 1 i 1 : 1 pošto daju minimalnu i maksimalnu sposobnost prenosa detonacije. Kod cevi dužine 60 cm a prečnika 40 cm prenos detonacije je bio samo 20% veći od prenosa u normalnim cevima dužine 50 cm i prečnika 14 cm.

Ispitivanja uticaja zapusavanja su pokazala da odsustvo zapusavanja umanjuje za oko 10% količinu ugljene sitneži kroz koju se prenosi detonacija. Sa promenom debljine glinenog zapušaća sa obe stranе od 3 do 25 cm nije primećen priraštaj u količini ug-

ljene sitneži kroz koju se prenosi detonacija. Povećanje prenosa je zapaženo pri postavljanju olovnih cilindara dužine 22 cm za 20%.

Uporedna otpucavanja pokazuju da zamena ugljene sitneži prašinom nema uticaja na prenos. Pri ispitivanju je utvrđeno da oblik glave naboja mnogo utiče na veličinu vazdušnog intervala. Patrona sa konkavnim oblikom površine prenose detonaciju na tri puta veće razdaljine. Ako su površine konveksne, daljina se umanjuje sa približno istim faktorom. Kod prenosa kroz ugljenu sitnež izgleda da oblik površine pokazuje suprotno dejstvo na daljinu prenosa. Pre punjenja minskih rupa treba pregledati patrona i utvrditi oblik površine.

Otpucavanje u cevima od smeše uglja : cement sa odnosom 1 : 1 i rezultati koji su dobijeni više odgovaraju uslovima u sloju od rezultata dobijenih pomoću ogleda sa čeličnim cevima.

Na slici 1 dat je izgled sva tri cilindra koja su bila upotrebljena za ispitivanje. Najpribližnije rezultate dobijene i u stvarnim uslovima minskih rupe dalo je ležište na sl. 1 pod c.

Zaključak

Ova metoda dopušta određivanje sposobnosti prenosa detonacije sigurnosnih ekspl-

ziva u specijalnim cevima. Proizvodnja cevi od uglja i cementa je opisana. Povećanje proporcionalnog učešća uglja smanjuje sloj ugljene sitneži koji se postavlja između patrona u cevima od smeše ugalj : cement.

Ovim opitom se dobijaju vrednosti sposobnosti jednog eksploziva za prenos detonacije, ne samo kao količina ugljene sitneži kroz koju se može izvršiti prenos detonacije, već i karakteristike i uticaj ležišta na kome je ispitivanje izvršeno. Ove dve karakteristike služe za poređenje sposobnosti prenosa detonacije raznih eksploziva u jednom sloju, za razliku od konvencionalnog opita prenosa na sloju peska koje ima vrednost samo kao tip ispitivanja za dobijanje opštih karakteristika eksploziva pod istim uslovima.

Mogućnost ostvarenja umnoženog opita pomoću cevi od uglja i cementa umnogom će koristiti za dublje poznavanje fenomena prenosa detonacije u ugljevima. Primenom merenja brzine rasprostiranja seizmičkih talasa i modula elastičnosti materijala posteljice moći će da se tačnije procene razni uslovi otpucavanja i prenosa. Osim toga, ako se upotrebí metoda filmskog registrovanja sa velikom brzinom snimanja mogu se još bolje rasvetliti dinamike raznih ležaja.

SUMMARY

The method for Evaluation the Distance of Detonability

B. Veljanović, Min. Eng.*)

This method described above permit determining conveyance of detonability by safety explosives in conditions which was the nearest to this in the seam of coal. Production of tubes specially constructed by Eitz, Ahrens and Niemczyk was very easy and by his investigations gets very good results. Increment of coal in proportion get to decrease amount of coal dust placed inter cartridge. With this test we can get characteristic of bed. This characteristic can be used for the comparison of the diverse explosives by separate conditions in particularly seams. Farther investigations will be used for better recognize of conveyance of detonation, rate of diffusion of seismic wave and modul of elasticity.

Literatura

Ahrens H. 1956: Versuche zum Entstehen deflagrationsartiger Umsetzungen durch heiße Schwaden in beengtem Raum. IX Međunarodna konferencija rukovalaca opitnih stanica prilog 13. Bruxelles-Haarlem.

Eitz, E. 1956: Röntgenblitzaufnahmen zum Studium der Detonationsübertragung. IX Me-

dunarodna konferencija. Saopštenje 18. Bruxelles-Haarlem.

Niemczyk, O. 1955: Untersuchungsverfahren zur Klärung gebirgsmechanischer Vorgänge. Geophysikalische Messverfahren. Arhiv tehničkih merenja V, 8215--15, Leipzig.

*) Dipl. ing. Branislav Veljanović, Beograd

Bibliografija

Zakoni despota Stefana Lazarevića o rudarstvu Novog Brda

Povodom izlaženja knjige Nikole Radojičića »Zakon o rudnicima
Despota Stevana Lazarevića« 1962.

(sa 3 slike)

Dr Vasilije Simić

Nedavno je Srpska akademija nauka obudiovala naše rudarstvo jedinstvenim poklonom. Štampala je stari srpski rukopis — Zakon o rudnicima despota Stefana Lazarevića, koji je pripremio i komentarisao akademik Nikola Radojičić. Ovo je za sada prvi i jedini štampani rukopis na srpskom jeziku iz našega rudarstva srednjega veka.

Poklon Srpske akademije nauka našem rudarstvu utoliko je dragoceniji, što je došao u pravi čas, da nagradi našu duboku veru u Novo Brdo, „grad srebrni, u istinu i zlatni“. To je poklon našim rudarima koji nisu hteli verovati, da su novobrdska rudišta za današnju tehniku i tehnologiju rudarstva mogla biti iscrpena četiristogodišnjim otkopavanjem. Sveopšta i nepokolebljiva vera u rudno bogatstvo novobrdskog kraja nadahnjivala je rudare, da ne posustanu u traženju novih rudnih ležišta, i pored opomene veoma autoritativnih stranih stručnjaka, da od novobrdskih rudišta ne treba očekivati ništa značajnije. Nedavno je, nedaleko od glavnog novobrdskog rudišta, koje se smatra iscrpenim, otkriveno novo i veliko rudište olovno-cinkovih ruda sa značajnim kolicinama srebra i zlata. Ovo otkriće koliko je važno zbog novog rudišta, još je značajnije kao podstrek, da u novobrdskoj oblasti

treba smišljeno istraživati poznata i tražiti nova rudišta. Stari rukopis o rudarstvu Novoga Brda zaista je dostoјna nagrada rudarima i našem nekadašnjem prvom rudarskom gradu, koji ponovo kreće putem obnavljanja stare slave i veličine. A sada da se vratimo despotovom zakonu o rudnicima.

Ovaj stari srpski rudarski spis poklonio je Srpskoj akademiji nauka ambasador France Hočević, a kupila ga je u Beču, posle rata, na nekoj javnoj prodaji njegova supruga. Akademik Radojičić smatra najverovatnijim, da je rukopis dospeo u Beč iz patrijaršijske biblioteke. Srpski patrijarh Arsenija IV Šakabenta bio je „veliki ljubitelj i razborit čitalac rukopisa i štampanih knjiga“. Pre nego što je donet u patrijaršijsku biblioteku rukopis je bio u turskim rukama.

Cim se pročulo da je pronađen rukopis despotovog zakona o rudnicima Novoga Brda, stigla je vest iz Pariza, da je тамо pronađen rukopis rudarskog zakona na turskom jeziku. Prof. Radojičić je uporedio prve i poslednje odredbe beogradskog i pariskog rukopisa pa je naišao, da su im uvodi istovetni, dok čl. 38 našeg, odgovara poslednjem članku pariskog rukopisa. Odmah posle ovoga otkrića saznalo se, da se i u splitskoj gradskoj biblioteci nalazi još jedan prepis de-

spotovog zakona, pisan latinicom 1638. godine u Čiprovcu, poznatom rudarskom mestu u zapadnoj Bugarskoj.

*
* *

Novopronađeni rukopisi su od mnogostručnog značaja za poznavanje ne samo pravnih normi, po kojima se razvijalo rudarstvo Sred-

traživanja mineralnih sirovina, rudarske i geološke terminologije. Razume se, kad sva tri rukopisa budu dostupna proučavanju svih istraživača, koji rade na osvetljavanju prošlosti našega rudarstva.

O rudarstvu srednjega veka i turskog vremena imali smo i do sada nekoliko dokumentata izuzetne vrednosti. Ja ћу ih poređati po poglavljima, odnosno materiji koju regulišu.



Sl. 1 — Despot Stefan Lazarević, freska u Manasiji.

njega veka i turskog vremena u našim oblastima, već i za svestranije poznavanje rudarske tehnike, tehnologije ruda, načina is-

I Turski rudarski zakoni. Izdao i preveo sa turskog F. Spaho. Glasnik zem. muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu 1913. Oni se dele na:

1. Zakon o rudnicima i uredbe.
2. Zakon i rudarski nazivi.
3. Carski zakon i uredenje u rudnicima.
4. Stari saski zakon i ljudski običaji rudarski.

II Stari turski rukopis o rudarskim poslovi ma i terminologiji. Izdao i preveo sa turskog V. Skarić. Spomenik SAN 79, 1935. Ovaj rukopis ima devet glava:

1. O samom rudniku i o njegovim poslovima.
2. O imenima ruda.
3. O imenima rudničkih poslenika i nadnica ra po saskom zakonu.
4. O cehovskom oruđu i o njegovim tehničkim nazivima.
5. O prilikama u vitlu.
6. O čistilji.
7. Rudnički poslovi.
8. O nekim poslovima koji se vrše među rudarima.
9. O nekim rudarskim regulama.

Oba ova rukopisa poslužila su V. Skariću kao osnova, da napiše svoje izvanredno delo „Staro rudarsko pravo i tehnika u Srbiji i Bosni“ (Posebna izdanja SAN knj. 127, 1939).

Oba ova turska rukopisa, pronađena u Sarajevu, mogla su se do sada i svestranije koristiti, osobito sa geološkog stanovišta u širem smislu. U njima su, kao što se iz naziva pojedinih poglavlja vidi, osnovi srpske srednjovekovne mineralogije, petrografije, nauke o rudnim ležištima, metoda geološkog ispitivanja terena, oprobavanja ruda i slično. Ali sadržina turskih rukopisa, dok je došla do čitaoca, postala je nerazumljiva, zamagljena dvostrukim prevodom, za turskog vremena sa srpskog na turski jezik, od prevedioce koji nije mogao poznavati ne samo rudarsku terminologiju Srbije, već ni suštini rudarskog rada. A u našem veku rukopis je preveden sa turskog na srpski jezik. I u prvom i u drugom slučaju prevodili su ljudi koji ili sasvim nisu poznavali rudarstvo, ili su ga poznavali delimično. A kad se ima na umu, da su rukopisi ko zna koliko puta prepisivani, najčešće sa greškama, onda se tek vidi koliko su prevodi turskih rukopisa nesigurni.

Zbog toga će beogradski i splitski rukopisi despotovog rudarskog zakona, pisani našim starim jezikom, poslužiti kao ključ za razumevanje mnogih nejasnih stavova u spisima o našem rudarstvu na turskom jeziku. Utoliko lakše, što je Zakon o rudnicima de-

spota Stefana Lazarevića najvećim delom sadržan u malo pre pomenutom saskom rudarskom zakonu. Međutim, ono što do sada nismo znali, a što se samo naslućivalo, objašnjeno je uvodom despotovog zakona. Pustićemo samoga despota da nam to kaže.

„I povratih se u zemlju svoju i dodođ u svoj grad Novo Brdo. I sabra se sav sabor gradski, i poiskaše od gospodstva mi, da im učinim zakon o rudnicima (rupama) što su imali za prve gospode i svetopočivšega mi gospodina roditelja kneza Lazara. I gospodstvo mi se savetova sa vlastelom. I zapovedih da se nađu 24 dobra čoveka, iz drugih mesta koja rudu imaju, da im učine zakon kako je i prvo bilo.“

Dalje se imenuju lica, koja su sastavila rudarski zakon. Među njima su Radič Trepčanin, Miladin Planjanin, Lovrenac i Tripun Rudničani. Kod imena ostalih zakonopisaca ne vidi se sa koga su rudnika.

Ako su rudari ili sa rudarstvom upoznati ljudi iz Trepče, Plane, sa Rudnika ili ko zna sa koga još rudokopa u Srbiji sastavljeni rudarski zakon za Novo Brdo, onda su i Novobrđani učestvovali u izradi rudarskih zakona za druga središta rudarstva u Despotovini. Prema tome jasno je, da je u Srbiji bilo više rudarskih zakona, koji su vredeli za pojedina središta rudarstva ili možda za proizvodnju pojedinih metala odnosno tipova rudišta.

Za vreme Despotovine u Srbiji su eksplorisana različita rudišta. Uzmimo za primer samo najdragoceniji metal — zlato. Ono se dobijalo prepiranjem rasipa ili rudarskim radovima u zonama oksidacije, pa se ruda potom tucala, mlela i prepirala. Ili se zlato dobijalo iz kompleksnih ruda, kao što je bio slučaj na Novom Brdu, pa se posle složenim operacijama topljenja i luženja dobijao čist metal. Proizvodnja zlata, pogotovu onoga iz rasipa, morala je biti zakonski regulisana, jer da toga nije bilo, došlo bi do teških sukoba među rudarima. Slično vredi i za različite tipove gvozdenih ruda. U Majdanpeku (srednjovekovnom Železniku) gvozdena ruda sakupljala se po površini ili se kopala plitkim jamama, pošto su rudni izdanci velikim prostorijom izlazili na videlo dana. Gvozdena ruda u Majdanpeku tako se otkopavala i pedesetih godina prošloga veka. Na Vlasini, kod Krive Palanke i u makedonskom Poreču gvozdena ruda dobijala se ili osobitim načinom razmekšavanja stena pomoći vode pa zatim ispiranjem magnetitskog peska iz nje ili je



Sl. 2 — Naziv i prva strana despotovog zakona.

magnetitski pesak ispiran neposredno iz nosa. A u Gluhoj Vasi gvozdena ruda dobijala se trećim načinom. Prema tome svaku proizvodnju metala valjalo je zakonski uokviriti i zbog toga je moralo biti više uredbi (Bergordnungen nemačkog rudarstva) po kojima se radilo na raznim rudištima.

Pored rudarskih zakona, ili savremeno rečeno rudarskih propisa za pojedina središta rudarstva, kao što je ovaj zakon o rudnicima Novoga Brda, da li je postojao i neki opšti zakon o rudarstvu, prema kome su sastavljane lokalne rudarske uredbe? Čini mi se da bi to mogao biti saski zakon. Već sam njegov naziv „stari saski zakon“ ima opšti karakter. To nije zakon ovog ili onog rudnika ili središta rudarstva. To je zakon saski, kojega su Sasi doneli sobom. Njegove su odredbe regulisale svakodnevnu rudarsku praksu na bilo kome rudniku, nezavisno od tipa orudnjenja. Što se zakon despota Stefana u mnogome podudara sa saskim zakonom, to je sasvim razumljivo, ako se saski zakon promatra kao osnovni matični, prema kome se sastavljaju drugi rudarski propisi.

Žašto je novobrdski sabor tražio od despota Stefana zakon o rudnicima, kad ga je već imao, ne samo za vreme prve gospode — Nemanjića, već i za vreme Stefanovog oca kneza Lazara? Svakako da sabor nije tražio prostu potvrdu starih zakona o rudnicima i rudarskih privilegija po rudarskim mestima. Da su to hteli, Novobrđani bi to zahtevali posle Lazareve pogibije na Kosovu a ne posle 23 godine. Ja smatram da su zakoni o rudnicima i gradski zakon Novog Brda, savremeno rečeno, bili prevaziđeni praksom jednoga rudarstva, koje je bilo u naponu. Stari propisi nisu odgovarali interesima deoničara — *gvarkova*, pa je zbog toga sabor tražio novi zakon. To je sasvim i razumljivo, jer se proizvodnja po novobrdskim rudnicima i proširila i produbila. Otvorena su nova rudišta a stare jame sišle su u veće dubine. Na sve strane tragalo se je za rudom od koje se proizvodila skupocena glama. U takvim uslovima rudarski propisi brzo zastarevaju. Podsetimo se samo na rudarstvo Srbije prošloga veka. Kneževina Srbija donela je prvi rudarski zakon 1866. godine. On je bio rađen po najnovijem austrijskom rudarskom zakonu od 1854. godine. Ali ipak nije sve predvideo. Kad je država htela dati u zakup topljenje kosmajskih troski, morao se rudarski zakon dopuniti 1877. godine. Kasni-

je je rudarski zakon dopunjavan 1896. i 1900. godine, a već 1907. bio je toliko zastareo, da se morao raditi projekat novoga. Na sličan način moralo se je postupati i u Srednjem veku pa je zbog toga bilo različitih zakona i uredaba i po vremenu donošenja i po specifičnim uslovima proizvodnje u pojedinim rudarskim oblastima.

Rudarske propise mogli su menjati i prilagođavati ličnim ili državnim potrebama srpski vladari ili vlastelini. Car Dušan je 1347. godine zaplenio sve olovo, koje se zateklo u Trepči, za pokrivanje svoje zadužbine, iako je ono bilo drugom prodato. Svojim zakonom on je Sasima ograničio seću šume. Despot Stefan je ograničavao izvoz plemenitih metala iz zemlje, kad su se time krnili interesi Despotovine. Carinik despota Đurđa u Zajači 1446. godine zahteva od rudara i deoničara, da sve proizvedeno srebro dostave njemu. Svi ovi vladarski postupci su, kad veće kad manje, ograničavaju privilegija rudara i deoničara. Prema tome rudarski zakoni i uredbe mogli su se često menjati. Sa toga stanovišta ja bih promatrao sve naše srednjovekovne rudarsko-pravne propise.

Bilo bi nepravo prečutati, da je Zakon o rudnicima despota Stefana, baš u ovakovom obliku, gde je sa rudarskim spojen i zakon grada Novoga Brda, bio sasvim sigurno nagošešten od strane V. Skarića. Proučavajući stare turske rudarske zakone za naše oblasti, uporedno sa zakonima nemačkog rudarskog prava, ovaj zaslužni istoričar našeg rudarstva zaključio je, da smo mi, u Srednjem veku, sa Sasima prihvatali i pravne običaje nemačkih rudara. Razume se da su se pravne norme menjale i prilagođavale društvenim prilikama u srpskoj srednjovekovnoj državi i rudištima sa kojih je otkopavana ruda. Turci su posle sloma Srbije prihvatali rudnike sa svima pravnim normama, koje su na njima vladale.

„U zemljama nemačkog rudarskog prava veli Skarić, su uporedo sa rudarskim uredbama izdavane i gradske uredbe (Stadtrechte) rudarskih varoši, kao što je bilo u Iglavi u Moravskoj, u Šemnicu u Ugarskoj i u toliko drugih. Gledajući na to držim, da bi i postanak onog našeg zakona grada Novoga Brda, koji se spominje 1434. godine, mogao biti u vezi sa rudarskom radnjom onog kraja, tj. da su baš rudari bili oni ljudi, koji su tražili i dobili uzakonjene privilegije za Novo Brdo i uredbu za njegove rud-



sl. 3 — Minijature na rukopisu. Sudski rudarski kolegij.

Zar se mogla očekivati bolja potvrda Skarićevih očekivanja od Zakona o rudnicima despota Stefana Lazarevića?

*
* *

Zakon o rudnicima despota Stefana pruža povoljnu priliku, da se osvrnem na neke prepreke, svestranim proučavanju naše rudarske prošlosti. Baš u ovome spisu prof. Radojić je napomenuo, da „istorijski izvori, pored sve svoje visoke vrednosti, nisu jedini put ka saznanju znamenitosti“ Novoga Brda kao rudarskog, trgovačkog, političkog i duhovnog središta Srbije. On dalje nastavlja da se je od početka 20. veka krug istraživanja prošlosti Novoga Brda naglo i srećno proširio na „geološka, antropogeografska, tehničko-rudarska i arheološka. Ovo raskošno obilje puteva s jednom istom svrhom — da se ispita prošlost Novoga Brda s onom širinom i dubinom naučnih npora koji pričiće njegovoj važnosti“ (str. 6/7). Ovde se upravo nalazimo kod težišta stvari.

Osvrnućemo se samo na geološka istraživanja u vezi sa našom rudarskom prošlošću. Srbija, Makedonija i Bosna su zemlje manje-više neprekidnoga rудarstva, od tamne prošlosti do naših dana. Ostaci rudarskoga rada su mnogobrojni i rasejani najčešće po brdovitim predelima. Geolog, prospektor mineralnih ležišta, traži ih promatrujući površinu zemlje. A stari rudarski radovi na rudištima, pralištima ili kod topionica najsigurniji su putokazi rudnim nalazištima. Prema tome geolozi su silom svoga zanimanja pozvani da pronalaze svakojake cstatke stare rudarske aktivnosti.

Istoriju Novoga Brda geolog proučava preko rudišta, odnosno mineralogije, hemije i tehnologije njegovih ruda. A zatim topografije, hidrografске mreže, komunikacija. Geolog dalje ispituje ostatke starih rudarskih, prališnih i topioničkih radova, hidrotehničkih postrojenja u vezi sa obogaćivanjem ili topljenjem ruda. Topografska karta i umešno vodeni razgovori sa mesnim stanovništvom otkrivaju dragocene podatke iz oblasti stare rudarske terminologije, toponomastike, priča i legendi o rудarstvu. Sa najobičnjom drvenom karlicom geolog će ispitati nanose potoka i rečica i baš u okolini Novoga Brda otkriće mestimično mnogo zlatnih ljudspica, olova, gleđi, troske, cinabarita, što je sve ne-

obično značajno za poznavanje rudarske prošlosti novobrdskega kraja.

Ispitivanje geologa u oblastima stare rudarske aktivnosti pomaže često pouzdanom rekognosciranju lokaliteta, pomenutih u našim srednjovekovnim spomenicima. Poznato je dugogodišnje lutanje oko utvrđivanja mesta srednjovekovnog Brvenika. Međutim, brvenički trg i njegovu katoličku koloniju ne dokazuje samo tvrdava Brvenik na oštroj andezitskoj čuki i freske u pavličkoj crkvi, već oni brojni rudarski radovi s obe strane Ibra. Sa Brvenikom se 1346. godine pominje i susedna katolička parohija zvana Ostatija, sada mestance u gornjem toku Studenice, sa davnašnjom crkvicom i natpisom iznad vrata. Srednjovekovnu katoličku oazu u dubokoj gluši golijskih šuma odaju brojni rudarski radovi na Radulovcu, Kaludri, Sasama, Jeselevici, Rudnom itd., a topionički u dolini Studenice i njenih mnogobrojnih pritoka. Katolička parohija u Lipniku, pomenuta iste godine, sa crkvom sv. Dimitrija, nalazi se u središtu srednjovekovnih rudarskih radova blizu Velikog Majdana, u Podrinju. Još i sada se jedan zaselak naziva Lipnik a crkva sv. Dimitrija služi i danas. Srednjovekovni Železnik u pokrajini Kučevu je nesumnjivo današnji Majdanpek. Jer u celoj istočnoj Srbiji samo se Majdanpek mogao nazvati tim imenom, s obzirom na obilno pojavljivanje gvozdenih ruda rasutih po površini.

Ali da bi geolog mogao svoja promatranja izložiti celishodno, nužno mu je da zna, šta su i ostali istraživači naše rudarske prošlosti pronašli u dotočnom kraju. To su na prvom mestu istorijska a zatim antropogeografska i arheološka ispitivanja. No na koji će način geolozi ovo saznati, kad istoričari izvorne dokumente objavljaju, sem izuzetno, na jezicima koji više nisu u upotrebi, pa bio to stari srpski jezik Zakonika despota Stefana sa početka 15. veka ili slavenoserbski jezik Jestestvoslovija arhimandrita Pavla Kengelca iz početka 19. veka. A da i ne govorim o grčkom, latinskom, turškom ili talijanskom jeziku Srednjega veka, na kojima su zabeležene vesti o našem rудarstvu. Koristeći se tim jezicima, koje niko drugi ne zna do njih i lingvista, istoričari lišavaju ostale istraživače najdragocenijih podataka o rудarstvu, upućujući ih samo na svoje komentare starih tekstova. A uglovi promatranja svega u svetu različiti su. Ne čine izuzetak ni stari tekstovi o rудarstvu, našem ili mačjem.

Neka mi oprosti poštovani profesor Radojčić, što baš njega u ovom slučaju uzimam za primer. A uzimam ga zbog toga, što baš on govori o korisnosti svestranog ispitivanja prošlosti Novoga Brda, pa prema tome i ostalih rudarskih oblasti ili rudnika u Srbiji. Ali kako mogu koristiti njegov spis, Zakon o rudnicima despota Stefana Lazarevića, kad ne mogu da pročitam sam zakon. Ja nisam pozvan da cenim rad profesora Radojčića na izdavanju i komentarima zakona o rudnicima. To su učinili pozvani, pa je Srpska akademija nauka štampala rukopis. Mene neobično mnogo interesuje despotov zakon o rudnicima. Ja verujem da on „čini čast našoj savremenoj istorijskoj nauci“ (Politika od 23. sept. 1962); ali on je tajna za sve koji ne

znaju srpski jezik 15. veka. Veoma je interesantno, čak i za geologa, da vidi tekst despotovog zakona u prepisu i na tablama-slikama. Ali je daleko, nesravnjeno važnije da pročita zakon. Jer u njemu, kao i u turškim zakonima, čija sam poglavljia naročito naveo, ja bih htio da vidim prošlost rudarskog, geološkog, mineraloškog, petrografskog ispitivanja u Srbiji. I geološko istraživanje tla ima svoju prošlost. Reč uzbijanje ponavlja se nekoliko puta u rudarskom zakonu. A uzbijanje je u savremenom geološkom jeziku prospekcija, reč pozajmljena od tudinaca. Prospektori mineralnih blaga Srbije ne postoje samo od kad smo uvezli naziv, već od srednjeg veka. Samo što su se onda zvali uzbijnici, a danas opštim imenom geolozi.



Kongresi i stručna putovanja

Savetovanje o higijensko-tehničkoj i zdravstvenoj zaštiti radnika zaposlenih u industriji i rudnicima nemetalu

Savet industrije i rudnika nemetalu organizovao je u maju 1962. godine savetovanje o higijensko-tehničkoj i zdravstvenoj zaštiti radnika zaposlenih u rudnicima i industriji nemetalu. Savetovanje je organizovano u cilju kompleksnog sagledavanja praktičnih i naučnih saznanja i dostignuća sa područja: higijenske, tehničke i zdravstvene zaštite radnika u rudnicima i industriji nemetalu, razmene iskustava i preduzimanja mera za njihovo efikasno rešavanje, i to sa osnovnim zadatkom: briga o čoveku, njegovom životu i zdravlju, tj. pitanju od prvo-klasne važnosti u našem društvu.

Za savetovanje je pripremljen vrlo obiman materijal koji obuhvata 17 referata sa 428 knjižnih strana.

Materija koja je obuhvaćena referatima i koja je razmatrana na samom savetovanju bila je podeljena u tri osnovne grupe:

— materija koja obuhvata uslove rada, oboljenja i oštećenja radnika, zamor i radna sposobnost, profesionalna oboljenja, a posebno pneumokonioze (silikoza, azbestoza, baritoza, itd.) dejstvo štetnih gasova, nekomforni klimatski uslovi (visoke i niske temperature, vremenski uslovi, itd.), kao i drugi uzroci oboljenja i oštećenja zdravlja radnika;

— materija koja obuhvata socijalno-medicinske, društveno-političke i organizacione probleme u oblasti zdravstvene i higijensko-tehničke zaštite radnika;

— materija koja obuhvata probleme tehničke zaštite i pitanja ličnih zaštitnih sredstava.

Za izradu referata bili su angažovani naučni i stručni radnici koji su se posvetili proučavanju i rešavanju problema iz oblasti zdravstvene i higijensko-tehničke zaštite naših radnih ljudi i stručnjaci iz samih preduzeća.

Iz područja higijene rada, fiziologije rada, profesionalnih oboljenja i oštećenja bilo je pet referata i to:

1. Prof. dr Miomir Savićević, direktor Higijenskog instituta Medicinskog fakulteta, Beograd, i dr Ljubomir Petrović, specijalista za medicinu rada- Beograd: „Uslovi rada, oboljenja i oštećenja kod radnika zaposlenih u industriji i rudnicima nemetalu”.

2. Prof. dr Dragomir Karajović, direktor Instituta za medicinu rada, Beograd i dr Ivan Valčić, specijalista za medicinu rada, Beograd: „Profesionalna oboljenja disajnih organa radnika zaposlenih u industriji i rudnicima nemetalu”.

3. Prof. dr Ilija Đuričić, predsednik Srpske akademije nauka: „Zamor i radna sposobnost”.

4. Prof. dr Tihomil Beretić, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Jugoslovenske akademije znanosti i umetnosti, Zagreb: „Toksični plinovi u industriji i rudnicima nemetalu”.

5. Docent dr Dragan Stanković, šef Odeljenja medicine rada Centralnog higijenskog zavoda, Sarajevo: „Uticaj nekomfornih uslova rada na zdravlje i radnu sposobnost radnika”.

Iz područja tehničke zaštite, sigurnosnih mera, ličnih zaštitnih sredstava bilo je sedam referata i to:

1. Ing. Milet Srdanović, glavni rudarski inspektor Sekretarijata za industriju IV SR Srbije: „Neki problemi higijensko-tehničke zaštite u rudnicima nemetalu”.

2. Ing. Milutin Vukadinović, savetnik, Beograd: „Problemi higijensko-tehničke zaštite u industriji i rudnicima nemetalu”.

3. Ing. Aneška Skopal, naučni saradnik Rudarskog instituta Univerze, Ljubljana: „Neki problemi tehničke zaštite protiv prašine u nekim našim rudnicima”.

4. Dr Stanko Lajevac, direktor Zavoda za varnost pri delu, Ljubljana: „O metodama sprečavanja nesreća pri radu”.

5. Ing. Vojislav Radanović, šef Biroa za upredjenje proizvodnje: „Organizacija i problemi higijensko-tehničke zaštite u Fabrići stakla i staklene vune, Skopje”.

6. Viljem Švoger, pomoćnik generalnog direktora „Jugokeramike”, Zagreb: „Stanje i problemi higijensko-tehničke zaštite u Tovarnici porcelanskih i keramičkih proizvoda „Jugokeramika”, Zagrebić”.

7. Ing. Zdenko Topolnik, Gradski zavod za zdravstvenu zaštitu, Zagreb: „Neki problemi tehničke zaštite u industriji nemetala”.

Iz područja socijalno-medicinskih pitanja i zakonodavstva bilo je ukupno pet referata i to:

1. Ilo Talić, sekretar Centralnog odbora Sindikata radnika rudarstva, metalurgije i hemijske industrije, Beograd: „O zadacima društveno-političkih faktora u preduzećima industrije i rudnika nemetala u rešavanju problema higijensko-tehničke zaštite”.

2. Dr Dinko Stambuk, saveznik, Zagreb: „Zakonodavstvo u oblasti zaštite rada”.

3. Prof. dr Jovan Čekić, direktor Higijenskog instituta SR Srbije: „Organizacija zdravstvene zaštite na nivou komune i preduzeća”.

4. Dr Branko Keskić, direktor Škole narodnog zdravlja „Andrija Stampar”, Zagreb: „Socijalno-medicinski problemi zaštite i unspređenja zdravlja radnika”.

5. Vlada Radojković, inspektor rada SR Srbije: „Služba higijensko-tehničke zaštite u privrednim organizacijama”.

Savetovanje je trajalo dva dana (30. i 31. maja). Na savetovanju je održano 17 referata i isti su bili propraćeni filmovima i diapositivima. Ovo savetovanje je bilo prvo takve vrste u našoj zemlji i bila je puna zainteresovanost kako od strane privrednih organizacija, tako i od naučnih ustanova i drugih organizacija. Na savetovanju je učestvovao 151 učesnik iz preduzeća, industrije i rudnika nemetala, zatim zdravstvenih stanica, instituta, fakulteta, inspekторata rada, rudarskih inspektora, proizvođača zaštitnih sredstava, sindikata, itd.

Na savetovanju bili su prisutni inženjeri, lekari, rukovodioci HTZ iz preduzeća, medicinski stručnjaci, predstavnici organa upravljanja u preduzećima, itd. Referati i diskusija bili su potpuno konkretni i dobro pripremljeni.

U celokupnom radu savetovanja dominiralo je: zaštita radnika kao jedno od najvažnijih pitanja i što je neodvojivo od proizvodnje i raspodele. Kroz referate i diskusiju konstatovano je da Jugoslavija ima razvijenu industriju nemetala i da je ozbiljan proizvodac sirovina, poluproizvoda i finalnih proizvoda. U 105 privrednih organizacija grane nemetala, sa oko 44.000 zaposlenog industrijskog osoblja i 100 milijardi ukupnog bruto prihoda — godišnje se proizvede i gradi oko 5.200.000 tona sirovina, poluproizvoda i finalnih proizvoda. Raznolikost proizvodnje i tehnoloških procesa u rudarskim i industrijskim preduzećima nemetala uslovjava i različite uslove rada, a sasvim tim i različite uzroke oboljenja i oštećenja radnika pri radu.

Rudnici zaposleni u industriji i rudnicima nemetala izloženi su, zavisno od preduzeća i radnog mesta, stanju higijensko-tehničke zaštite — mnogim profesionalnim štetnostima kao što su:

— štetno dejstvo prašine koje se stvara u radnoj atmosferi u tehnološkom procesu proizvodnje, obogaćivanja i prerade mineralnih sirovina. Problem zaprašenosti radne atmosfere od posebne važnosti u rudarskim i industrijskim preduzećima nemetala, s obzirom na čijenicu da je u pitanju najagresivnija prašina koja prouzrokuje ne samo teška oboljenja disajnih organa (bronchitis sa emfizama, silikoza i siliko-tuberkulzo, baritoza, azbestoza, kaoliniza, i dr.) nego i patološke promene odnosno oboljenja drugih organa: organa za varenje, očiju, usiju, nosa, kože i dr;

— mikro klimatski uslovi na radu, tj. visoka temperatura vazduha i velika radijacije topote. Zbog toga dolazi do hipertermije i topotnih grčeva, oštećenja sekrecije želuca, oboljenja probavnih organa; zatim, niske temperature, visoka vlažnost, intenzivno strujanje vazduha, a što utiče na porast reumatičnih oboljenja zglobova i mišića, oboljenja gornjih disajnih puteva;

— prekomerna buka i potresi, a što izaziva profesionalnu gluvoču, razne neuroze i druge poremećaje i oštećenja;

— štetno dejstvo gasova, itd. itd.

Osnovni zaključci ovog savetovanja mogu se kratko rezimirati:

1. Kroz referate i diskusiju sagledani su problemi zdravstvene i higijensko-tehničke zaštite u celini, izvršena je izmena iskustava. Temeljito su pretresena praktična i naučna saznanja i dostignuća na tom vrlo važnom području.

2. Donete su konkretnе preporuke u kojima je jasno precizirano: da je briga o čoveku, njegovom životu i zdravlju od prvoklasne važnosti u našem društву i da se ono ne može izdvojiti od proizvodnje i raspodele, te da isto ima pored humanog značaja i prvoklasni ekonomski značaj. Praktično, značaju zaštite rada dato je pravo mesto i ukazano na povezanost između uslova rada i same proizvodnje.

3. Sama privredna organizacija je osnovna celija koja treba da se u potpunosti angažuje na rešavanju svih pitanja higijensko-tehničke i zdravstvene zaštite, jasno uz puno aktiviranje svih upravnih i društveno-političkih faktora i punu sinhronizaciju napora na rešavanju ovih humanih i ekonomskih zadataka.

4. Ukažaćemo još na neke preporuke sa tog savetovanja:

— u cilju sanacije uslova rada u preduzećima i podizanju zdravstvene i higijensko-tehničke zaštite radnika na viši nivo, potrebno je da privredne organizacije sa svojim stručnim skupštinama u najužoj saradnji sa medicinskim stručnjacima izvrše detaljne i sistematske analize uslova rada u pojedinim pogonima i radnim mestima, i na osnovu takve naučne analize izrade jedinstvene i kompleksne dugoročne planove higijensko-tehničke i zdravstvene zaštite radnika,

— posto proučavanje veze između uslova rada, oboljenja i povreda predstavlja stručan

i složen posao, potrebno je angažovati kvalifikovane i specijalizovane institucije za taj rad,

— na rešavanju problema HTZ potrebno je ostvariti što tešnju saradnju sa organima sanitärne inspekcije, rudarskim inspektorima i inspektorima rada,

— preventivni je potrebljano dati puno i pravo mesto, te stalno pratiti i ispitivati stanje zaposlenih radnika,

— posebnu pažnju posvetiti utvrđivanju profesionalnih oboljenja, prekvalifikaciji, zatim medicinskoj i profesionalnoj rehabilitaciji,

— na poslovima štetnim po zdravlju, posebno na radnim mestima gde su radnici izloženi štetnom dejstvu prašine obavezno i stručno sprovoditi obimne medicinske i tehničke mere da bi se sprečilo štetno dejstvo,

— težište u sprovođenju zdravstvenih mera zaštite treba da bude u zdravstvenoj stanicu preduzeća, a koja treba ovaj rad da koordinira sa drugim službama tehničke zaštite i sigurnosti rada u preduzeću,

— zatim, celi niz preporuka na području iznalaženja trajnih i efikasnih rešenja, kao što su naučno istraživački rad na tom području, masovno uzdizanje znanja radnika na području poznavanja problema i mera zdravstvene i HTZ zaštite, proizvodnje zaštitnih sredstava, izrade standarda za zaštitna sredstva, izrada dopunskih propisa, unapređenje stručnih službi, kadrova itd.,

— a na kraju daž je poseban značaj problemu rekonstrukcije, modernizacije i izgradnje novih objekata u rudarstvu i industriji nemetalja, a u vezi s tim pri samom projektovanju obezbeđenju maksimalne moguće bezbednosti, odnosno zaštite pri radu.

Sa punim pravom može se reći da prvo savetovanje o zdravstvenoj i higijensko-tehničkoj zaštiti radnika zaposlenih u rudnicima i industriji nemetalja je dalo značajan doprinos daljem unapređenju ove važne oblasti. Rezultati savetovanja su u potpunosti opravdali trud i utrošak sredstava i ovo važno savetovanje može se okarakterisati kao društveno koristan rad na jednom vrlo važnom području i sa humanog i sa ekonomskog gledišta.

Dipl. ing. Moco Sumbulović

Savetovanje o automatizaciji u crnoj metalurgiji, decembar 1962. god., Skopje

Jugoslovenska crna metalurgija postigla je u zadnjim godinama zadovoljavajuće rezultate. Proizvodnja čelika u 1959. godini iznosila je cca 236.000 tona, a u 1966. godini 799.000 tona. Ova

se proizvodnja već u 1961. godini popela na 1,5 miliona tona sirovog čelika.

Proizvodnja čelika u svetu ima tendenciju stalnog porasta, a isti je slučaj i sa proizvodnjom čelika u Jugoslaviji. Perspektivno se predviđa povećanje proizvodnje sirovog čelika i to rekonstrukcijom postojećih kapaciteta i izgradnjom novih uz primenu savremene tehnike i tehnologije.

Da bi se sagledala sva problematika, kako sadašnja tako i perspektivna, po pitanju što bolje korišćenja kapaciteta, poboljšanja kvaliteta, povećanja produktivnosti rada i primene merne i regulacione tehnike, mehanizacije i automatizacije, održano je u organizaciji Udrženja jugoslovenskih železara, a pod pokroviteljstvom druga Aleksandra Grličkova, predsednika Izvršnog veća SR Makedonije, Savetovanje o automatizaciji u crnoj metalurgiji, prvo te vrste u našoj zemlji. Savetovanje je održano u vremenu od 12. do 14. decembra 1962. godine u Skopju u prostorijama Železare Skopje, koja je bila i domaćin Savetovanja.

Na Savetovanju je podneto 35 referata podljenih u 6 sekcija prema problematici koju su obradivali i to:

I. Opšte stanje i problematika automatizacije

II. Priprema rude i visoke peći

III. Čeličane

IV. Valjaonice

V. Energetski i ostali pomoći pogoni

VI. Primena računskih mašina i radioizotopa i kontrola.

U prvoj grupi podneto je 7 referata.

Dr inž. Dragotin Pavko — Metalurški institut Ljubljana: „Automatska regulacija na bazi momentanih topločnih bilansa“.

Obrađena je primena metode retrogradnih trenutnih topločnih bilansa za automatsku regulaciju kod zagrevnih peći pomoći računske mašine. Dalje je data analiza dejstvovanja automatske regulacije i predlog za poboljšanje regulacije uključivanjem računara na kovačkoj peći sa izvoznim osmjištem u Železari Ravne i dubinskoj valjaoničkoj peći Salem u Železari Zenica. U priloženim tabelama navedeni su topločni bilansi, a na crtežima šema automatske regulacije peći pomoći računara i dijagrami promene korisne toplotne i iskorišćenja navedenih peći.

Ljubiša Blagojević — Sekretarijat Udrženja jugoslovenskih železara, Beograd: „Pregled mernih i regulacionih uređaja u železarama“

Referat obuhvata pregled instrumenata po vrstama i firmama, pregled opremljenosti pojedinih metalurških objekata merenjem i regulacijom, pregled merenja u razvodnoj mreži, korišćenje merenja i regulacije, korišćenje i obrada podataka merenja, podatke o raspoloživoj rezervi, korišćenje domaće opreme za merenje

i regulaciju i uopšte problematiku primene i uvođenja merenja i regulacije u jugoslovenskim železarama.

Ing. Feliks Bešter — Železara Jesenice, Jesenice: „Organizacija službe održavanja mernih i regulacionih uredaja u metalurškim pogonima”.

U ovom referatu je izneta problematika sadašnjeg stanja organizacije službe i pitanje kadriva za održavanje mernih i regulacionih uredaja u Železari i Jesenice. Dalje je dat predlog odgovarajuće organizacije i broj ljudi potrebnih za održavanje navedenih uredaja.

Bogdan Orlović — Zavod za ekonomski ekspertise, Beograd: „Automatizacija proizvodnje u železarama kao organizacioni problem”.

U referatu je objašnjen pojam i sadržina automatizacije poslovanja — sistematizacija automatizovanih procesa u proizvodnji, koja obuhvata: operativna istraživanja, projektovanje, planiranje i programiranje proizvodnje, automatizaciju tehnološkog procesa i kontrolu proizvodnje. Opisana su sredstva automatizacije proizvodnje i dostignuća u njihovoј proizvodnji, kao i primena ovih sredstava u železarama u raznim zemljama. Na kraju su dati zaključci i predlozi za uvođenje i primenu automatizacije u jugoslovenskim železarama.

Ing. Milivoje Kuntić — Železara Sisak. Sisak, ing. Petar Kokotović — Institut „Mihailo Pupin“, Beograd: „Današnje stanje i tendencije primene automatizacije u crnoj metalurgiji”.

Referat je napisan na osnovu materijala sa Međunarodnog seminara o automatizaciji u crnoj metalurgiji, održanog u Bruxelles-u od 19. do 23. II 1962. god. Obradeno je današnje stanje primene automatizacije u svim područjima crne metalurgije, (aglomeracije, visoke peći, koksare, čeličane i valjaonice) i ukazano na neke tendencije u njenom daljem napretku. Zatim su uz referat dati prevodi skraćenih sadržaja referata održanih na pomenutom Seminaru.

Ing. Bogdan Sicherl — Metalurški institut, Ljubljana: „Modelna regulaciona pruga”.

Dat je opis funkcije i primene nekoliko sistema modelnih regulacionih pruga, kao i njihova prednost i nedostaci.

Ing. Marijan Zambeli — „Braća Kavurić”, Zagreb, ing. Joža Černelč — „Rade Končar”, Zagreb: „Uloga i mesto domaće industrije u proizvodnji uredaja za automatizaciju u železarama”.

Obradena je primena kaloričnih merno-regulacionih uredaja na pećima za topljenje, pećima za toplotnu obradu i energetskim izvorima i primena mechanizacije i automatizacije u prevozu sirovina i poluproizvoda i automatizacija valjaoničkih postrojenja sa aspekta dosadašnjeg i perspektivnog učešća domaće industrije u proizvodnji sastavnih delova.

U drugoj grupi podneta su 4 referata.

Ing. Vinko Golc — Železara Jesenice, Jesenice: „Automatizacija priprema železnih ruda za visoke peći”.

U kratkim crtama data su dostignuća u svetu na ovom području, kao i parametri pomoći kojih se vrši regulisanje brzine aglomeracione mašine. Zatim je opisano automatsko upravljanje postrojenja za aglomeraciju.

Ing. Željko Cener — Zavod za automatizaciju, Ljubljana: „Zasip visokih peći pomoći elektronske računske mašine”.

Referat obrađuje dve varijante primene elektronske računske mašine u automatizaciji zasipa visokih peći. Jedna varijanta obrađuje osnovni program evolucije sistema za upravljanje visokom peći, a druga primer programskog upravljanja zasipa visoke peći.

Ing. Pavle Sešak — Železara Jesenice, Jesenice: „Automatizacija visokih peći i kaupera”.

Dat je primer savremene automatizacije kaupera i primer standardnog izvođenja automatike, kao i kompleksne automatizacije visoke peći sa upotrebljom računara. Takođe su dati i aspekti automatizacije jugoslovenskih visokih peći.

Ing. Slavko Jurida — Železara Zenica, Zenica: „Merenje i regulacija na III. visokoj peći Železare Zenica”.

Na konkretnom primeru obraden je prikaz postojećeg opsega merenja i regulacije, neka iskustva iz dosadašnjeg rada, kao i pokušaj ocene svršishodnosti pojedinih merenja i regulacije sa stanovišta tehnoloških potreba i zahteva.

U trećoj grupi podneto je 5 referata.

Franc Seljak — Železara Jesenice, Jesenice: „Osnova reverziranja SM peći”.

Železara Jesenice ima 1 SM peć sa automatiskim reverziranjem. U ovom referatu je dato utvrđivanje impulsa za elastično reverziranje i opis automatike za rezerviranje ove SM peći.

Ing. Joža Černelč — „Rade Končar”, Zagreb, ing. Krsto Rožić — „Rade Končar”, Zagreb: „Problemi automatizacije elektrolučnih peći”.

Referat sadrži opis elektrolučne peći — električne opreme, stepen delovanja, transformatora i prigušnice, kao i regulacije elektroda — elektrohidraulične i elektromehaničke.

Ing. Ljupčo Mileski — Železara Skopje, Skopje: „Problemi automatizacije konvertora”.

Normalan način vođenja šarže u Thomas i LD konvertorima, studija procesa, stepeni i principi automatizacije konvertora i načini za određivanje važnijih pokazatelja u toku trajanja šarže prikazani su u ovom referatu.

Ing. Vladimir Kordić — Železara Sisak, Sisak: „Regulaciona i merna oprema u automatizaciji kontinuiranog livenja čelika”.

Dat je opis opreme merenja, automatske regulacije i upravljanja i signalizacije kod jednog savremeno opremljenog postrojenja za kontinuirano livenje čelika koja je neophodno potrebna da bi se rad na livnoj mašini mogao odvijati normalno uz optimalnu proizvodnju.

Ing. Feliks Bešter — Železara Jesenice, Jesenice: „Merenje temperature topljenja u SM i električnim pećima”.

Referat obrađuje razne vrste termoelementa pogodnih za merenje visokih temperatura i njihovu primenu i automatski elektronski kompenzator, kao i smetnje koje se pojavljuju pri merenju temperature šarže.

U četvrtoj grupi podneto je 8 referata.

Ing. Dušan Sikošek — Železara Jesenice, Jesenice: „Stanje automatizacije i perspektivna predviđanja u jugoslovenskim valjaonicama čelika”.

Date su karakteristike valjaoničkih pogona u našim železarama i automatizacija kod hladnih i vrućih valjaonica.

Ing. Franc Zore — Železara Skopje, Skopje: „Automatizacija u valjaonicama lima”.

Elementi automatike u valjaonicama lima, automatska kontrola debljine lima i programsко upravljanje obrađeni su u ovom referatu.

Ing. Vladeta Filipović — Institut „Mihailo Pupin”, Beograd, Ing. Milivoje Sekulić — Mašinski fakultet, Beograd: „Regulacija debljine na kontinuiranim prugama i reverzibilnim stanicama”.

U referatu je data stručno tehnička strana problema primene automatike u valjaonicama u cilju dobijanja opštег uvida u problematiku projektovanja i realizacije sistema za automatsku regulaciju debljine, kao i mogućnost realizacije domaćim snagama.

Ing. Milivoje Kuntić — Železara Sisak, Sisak: „Automatsko programsko upravljanje valjaonice gredica u Železari Sisak”.

Tretirana je automatizacija reverzirnih valjaonica gredica i dat je opis ovakve valjaonice u Železari Sisak, kao i funkcije i opis pojedinih delova uređaja za automatsko programsko upravljanje. Dalje su date dobre i loše strane automatizacije valjaonica.

Ing. Stanislav Radosavljević — „Progres”, Beograd: „Programirana regulacija povratne valjaonice za vruće valjani lim u Železari Jesenice”.

Referat daje osnovne karakteristike novih valjaonica u Železari Jesenice, način rada, upravljanje pogonom namotača u peći, tranzistorski regulator za upravljačka kola, relejna beskontaktna kola i automatsko programsko upravljanje valjanjem.

Ing. Sergej Gradić — TIO, Lesce-Bled: „Automatska regulacija i merenje na potisnoj peći u valjaonici 2400 Železare Jesenice”.

Opisana je potisna peć u Železari Jesenice domaće proizvodnje opremljena automatizacijom i mernim instrumentima proizvodnje preduzeća TIO-Lesce i firme Askania i funkcionisanje i rad ovih uređaja.

Ivan Bizjak — Železara Jesenice, Jesenice: „Praktična iskustva sa automatskom regulacijom kružne peći za zagrevanje brama valjaonice debelog lima u Železari Jesenice”.

Referat tretira opis same peći i njenih mernih i regulacionih uređaja, rad i prednosti i nedostatke u radu, kao i doprinos automatike kvalitetnom i ekonomičnom radu peći. Takođe tretira i problem kadrova za održavanje automatike.

Momčilo Cvjetan — Institut „Mihailo Pupin”, Beograd: „Automatizacija valjaonice lima Zemun — posle rekonstrukcije”.

Daje se opis sistema za programsko upravljanje valjaonicom lima u Zemunu i tehničko-ekonomiske prednosti ovog upravljanja.

U petoj grupi podneta su 4 referata.

Ing. Mario Jež — Zavod za automatizaciju, Ljubljana: „Unutrašnji transport i savremena rešenja protoka materijala u železarama”.

U referatu se određuje mesto protoka materijala u savremenom projektu železare. Pored definicije i podele protoka materijala opisuje se način analize i troškova protoka materijala u odnosu na ekonomiku proizvodnje. Posebno se obrađuje pitanje unutrašnjeg transporta, sadašnje stanje sa gledišta automatizacije i mogućnosti njene primene.

Ing. Drago Podlogar — Zavod za automatizaciju, Ljubljana: „Moderni uređaji za osiguranje i regulaciju saobraćaja na kolosečnim mrežama u železarama”.

Opisani su moderni uređaji za osiguranje i regulaciju saobraćaja i zadaci ovih uređaja i dat je projekat osiguranja saobraćaja na kolosečnoj mreži Železare Jesenice.

Ing. Bruno Rusjan — Zavod za automatizaciju, Ljubljana: „Mrežna tonska komanda”.

Obrađeni su sistemi mrežne tonske komande, princip delovanja, uticaji na dimenzioniranje MTK, MTK u industrijskim pogonima i ekonomsko opravданje uvođenja ovog sistema.

Ing. Marijan Zambelli — „Braća Kavurić” Zagreb: „Rešenje sistema snabdevanja Železare Sisak industrijskom vodom”.

Dat je opis sadašnjeg stanja i perspektivno tehničko rešenje merenja, regulacije i signalizacije u mreži industrijske vode u Železari Sisak, kao i prednosti usvojenog tehničkog rešenja.

U šestoj grupi podneto je 7 referata.

Ing. Ahmet Mandžić — Institut „Mihailo Pupin”, Beograd, ing. Miloško Marić — Institut „Mihailo Pupin”, Beograd: „Primena digitalnih sistema u automatizaciji metalurških objekata”.

U kratkim crtama su izneti principi rada digitalnih sistema za upravljanje i opisani načini na koje se ovakav sistem može uključiti u upravljanje procesom. Dati su primeri primene u

železarama. Ukažano je na domaće mogućnosti konstrukcije digitalnih sistema za upravljanje.

Ing. Petar Kokotović — Institut „Mihailo Pupin“, Beograd: „Primena analognih računskih mašina u automatizaciji metalurških objekata“.

Posle elementarnog objašnjenja principa rada analognih računara u referatu se iznose tipični primeri njihove primene u automatizaciji procesa. Na osnovu dosadašnjeg iskustva ukaže se na mogućnosti projektovanja i primene domaćih analognih računara za automatizaciju metalurških objekata.

Ing. Toma Čakulev — Institut „Mihailo Pupin“, Beograd, ing. Momčilo Gavrilović — Institut „Mihailo Pupin“, Beograd: „Višekanalni sistem za merenje i automatsku obradu podataka“.

U Institutu za automatiku i telekomunikacije u Beogradu privodi se kraju razvoj višekanalnog impulsnog mernog sistema T-100. Obzirom na velike mogućnosti primene ovog sistema u automatizaciji jugoslovenskih železara u referatu je opisan princip i osnovne karakteristike VIMS T-100.

Ing. Mihajlo Hongas — Institut za metalurška istraživanja, Zenica: „Dosadašnja iskustva i daljnje mogućnosti primene radioizotopa u crnoj metalurgiji“.

U referatu su dati principi primene radioaktivnih izotopa u crnoj metalurgiji, dosadašnja iskustva primene u jugoslovenskoj crnoj metalurgiji i daljnje mogućnosti korišćenja.

Dr ing. Fedor Boreli — Zavod za fiziku Tehničkih fakulteta, Beograd, ing. Božo Koželj — Železara Zenica, Zenica: „Radioizotopna metoda za merenje nivoa prašine u prašnoj vreći u Železari Zenica“.

Opisano je mesto objekta u tehnološkom procesu i metoda izvršenih merenja nivoa prašine u prašnoj vreći, kao i dobijeni rezultati.

Ing. Mitja Šipek — Železara Ravne, Ravne: „Automatizacija tehničke kontrole u metalurskim pogonima“.

U referatu su obradene savremene metode automatizacije kontrole kvaliteta valjanih, kovanih i livenih poluproizvoda, kao i nekih finalnih proizvoda crne metalurgije, analizirani su praktični problemi koji se pojavljuju kod uvođenja tih metoda i ocena ekonomičnosti, kao i izbor metoda.

Ing. Janez Perman — Železara Ravne, Ravne: „Direktna spektroskopija u crnoj metalurgiji“.

Referat tretira osnove direktnе spektroskopije, osnovne delove aparata, tehniku rada i podelu aparata, kao i opšte zahteve, instalacije, pomoćnu opremu i organizaciju rada u laboratoriji. Na kraju se daju rezultati koji se postižu i ekonomsko opravdanje direktnе spektroskopije.

Savetovanju je prisustvovalo preko 100 stručnjaka iz železara i metalurških instituta, preduzeća obojene metalurgije, proizvođača sastavnih delova za automatizaciju, proizvođača metalurške opreme, instituta i zavoda koji se bave

razvojem merne i regulacione tehnike i automatizacije, projektantskih organizacija, odgovarajućih fakulteta i drugih zainteresovanih ustanova i institucija.

Na Savetovanju su doneti zaključci, odnosno predlozi i sugestije za uvođenje i primenu ponuđene savremene tehnike u jugoslovenskim železarama. Dosadašnja primerna merenja, regulacije i automatizacije je na nezadovoljavajućem nivou i zaostaje za savremenim stanjem u svetu. Dobar deo ovih uredaja je zastareo, šarolik po poreklu, a često se ne koristi u dovoljnoj meri.

Za poboljšanje momentanog stanja primene i korišćenja savremene tehnike potrebno je obјediniti kadrove u Jugoslaviji, uredaje unificirati i tipizirati i obezbediti kadrove za održavanje i servis.

Saradjnjom između železara i domaćih proizvođača opreme za automatizaciju treba u buduće raditi na poboljšanju kvaliteta opreme i što većoj njenoj primeni u železarama uz ekonomsko-tehničku opravdanost i na nivou koji odgovara našim uslovima.

Dalje je konstatovano da elektronski računari sve više nalaze primenu u automatizaciji tehnoloških procesa i predlaže se da se dalji rad usmeri na konkretne potrebe crne metalurgije. Ova konstatacija važi i za primenu radioaktivnih izotopa.

Na osnovu napred navedenog konstatovamo je da su ovakva savetovanja korisna i da ih treba i u buduće održavati radi analiziranja iskustava i postavljanja daljeg plana korišćenja automatizacije u crnoj metalurgiji.

Ljubiša Blagojević

Udruženje jugoslovenskih
železara, Beograd

I. Jugoslovensko savetovanje o obogaćivanju domaćih ugljeva, Ljubljana, januar 1963. god.

I Jugoslovensko savetovanje o obogaćivanju domaćih ugljeva održano je u Ljubljani od 10. do 12. januara 1963. godine a organizovala ga je Savezna privredna komora (Savet za energetiku — Beograd) i Rudarski institut, Ljubljana.

Na ovom savetovanju su data 23 referata, koji se prema sadržaju mogu podeliti u osam grupa.

Prva grupa referata [„Ugalj kao energetski izvor“ (Ing. Oskar Hilbner viši savetnik, Beograd) i „Odnos uglja spram ostalih energetskih izvora“ (prof. ing. Ivo Jamnicki; Institut za elektroprivredu, Zagreb)] obradila je ugalj kao energetsku sirovинu u Jugoslaviji i odnos uglja prema ostalim energetskim izvorima. U referatima su dati kvaliteti naših ugljeva po vrstama i podaci o proizvodnji iz čega se vidi da je veliki porast učešća lignita u ukupnoj proizvodnji SFRJ. Prikazana je i razmatrana struktura potrošnje uglja, koja pokazuje, da je

najveći porast potrošnje kod industrije papira, zatim kod elektroprivrede pa hemijske i prehrambene industrije. Referati sadrže i zaključke za dalji razvoj rudnika uglja. Prema ovim zaključcima potrebno je: otvarati nove kapacitete na kamenom uglju, pod uslovom da isti ima koksujuće osobine ili da se može koristiti u mešavinama za proizvodnju koksa; otvarati nove i proširivati postojeće rudnike mrkog uglja odnosno povećavati proizvodnju mrkih ugljeva, kako bi se isključili mali neekonomični rudnici; razvijati masovnu proizvodnju lignita za sagorijevanje u termoelektranama, za gazifikaciju i za hemijsku industriju; graditi postrojenja za čišćenje kamenog i mrkog uglja na onim rudnicima gde je to ekonomski opravdano u svrhu poboljšanja kvaliteta ovih ugljeva. Ugalj predstavlja oko 90% energije, koja se nalazi u ekonomski iskoristivim klasičnim izvorima, na teritoriji Jugoslavije. Ostatak energije (10%) otpada na nuklearnu energiju i naftu. Prerada uglja u kvalitetnije oblike zauzimaće postupno važno mesto u energetskoj privredi Jugoslavije.

Druga grupa referata [„Osobine lignita i njihov uticaj na obogaćivanje“ (dr. ing. Karel Slokan, univerz. profesor, Ljubljana), „Problemi obogaćivanja lignita u Kolubarskom basenu“ (ing. Momčilo Simonović, glavni direktor Rudarskog basena Kolubara), „Obogaćivanje Kosovskog lignita“ (ing. V. Rusijan, tehnički direktor Kombinata za preradu i eksploataciju lignita Kosovo — Obilić), „Obogaćivanje Kraganskog lignita“ (ing. M. Vehovec, tehnički direktor rudnika lignita Kreka) i „Problemi obogaćivanja lignita u Velenju“ (ing. D. Pipuš, tehnički direktor rudnika lignita Velenje)] obuhvata problematiku lignita. U referatima su obrađeni:

- osobine naših lignita u odnosu na mogućnost čišćenja od jalovine; uređaji za čišćenje lignita suvim postupkom;
- proizvodnja i problemi postojećih postrojenja (pralište, šušara po Fleissner-u, termoelektrana) koji su izgrađeni na rudniku Kolubara;
- povećanje proizvodnje na rudniku Kolubara i moguća izgradnja odgovarajućih novih objekata (suva separacija, termoelektrana, šušara, briketnica, postrojenje za totalnu gazifikaciju, postrojenje za karbonizaciju suvenog lignita) na osnovu rezultata kompletnih ispitivanja, izvršenih u zemlji i inostranstvu;
- rezerve, proizvodnja i kvalitet lignita iz basena Kosovo;
- problemi postojećih novoizgrađenih postrojenja (separacija, termoelektrana) u basenu Kosovo;
- povećanje proizvodnje i izgradnje novih objekata na bazi postignutih rezultata laboratorijskih i industrijskih opita u zemlji i inostranstvu (šušara po Fleissner-u, postrojenje za karbonizaciju i gazifikaciju) u basenu Kosovo;
- kvalitet, proizvodnja i klasiranje lignita iz rudnika Velenje;

- izgradnja sušare po Fleissner-u i postrojenja za karbonizaciju na bazi ispitivanja izvršenih u zemlji i inostranstvu na rudniku Velenje;
- rezerve, kvalitet, proizvodnja i klasiranje u današnjim suvim separacijama lignita rudnika Kreka;
- povećanje kapaciteta i izgradnja novih objekata (postrojenje za čišćenje; sušara; postrojenje za karbonizaciju; termoelektrana) na osnovu izvršenih ispitivanja lignita Kreka u zemlji i inostranstvu.

Treća grupa referata [„Sušenje lignita po sistemu Fleissner“ (dr. ing. Boris Lavrenčić, naučni savetnik Kemijskog-energetskog kombinata Velenje) i „Iskustva kod sušenja lignita u Kolubarskom basenu po Fleissneru“, (ing. Radovan Kamenica, glavni inženjer Kolubarskog basena)] tretira problem sušenja lignita po postupku „Fleissner“, sa naročitim osvrtom na lignite Velenje i Kolubara. Prikazan je tehnološki proces sušenja lignita Kolubara u današnjoj sušari u Vreocima, koju je izgradila firma PIC, Francuska; ukazano je na greške i nedostatke postrojenja i dati su predlozi za delimično poboljšanje sušenja sa upotrebom pregrejane pare u fazi sušenja. Predloženo je da se smanji raspon krupnoće tretiranog lignita — 150 + 20 mm na — 150 + 30 mm s tim da se odvojeno suše u autoklavima klase — 60 + 30 mm od klase — 150 + 60 mm. Ukažano je na mogućnost korišćenja otpadne topote u vodi u postrojenju za čišćenje lignita, gde bi se već za vreme čišćenja započeo u lignitu proces izlučivanja koloidne vode.

Cetvrta grupa referata [„Obogaćivanje uglja teškim tekućinama na ruđniku Kakanj“ (ing. Stjepan Tomašić, tehnički direktor rudnika Kakanj), „Problematika obogaćivanja mrkog uglja na ruđniku Breza“ (ing. Gvozden Jovanović, tehnički direktor rudnika Breza), „Obogaćivanje mrkog uglja u basenu „Tito“ Banovići“ (ing. Vinko Roblje, univerzitetski profesor, Tuzla), „Iskustva kod obogaćivanja mrkog uglja na ruđniku Aleksinac“, (ing. B. Panajotović, upravnik separacije na rudniku Aleksinac), „Obogaćivanje mrkog uglja na ruđniku Trbovlje — Hrustnik“ (ing. F. Jenčić, šef centralne rud. laboratorije Trbovlje) i „Problemi obogaćivanja kamenog uglja u Timočkom basenu“ (ing. Franc Vajs, tehnički direktor rudnika kamenog uglja, Knjaževac)], se bavila problematikom mrkog i kamenog uglja iz rudnika Kakanj, Breza, Tito — Banovići, Aleksinac, Trbovlje i iz ruđnika uglja, Knjaževac. Referenti su dali detaljne podatke o rezervama kao i o stepenu istraženosti ovih rudnika, današnjoj proizvodnji, planiranoj proizvodnji, kvalitetu uglja, o radu i nedostacima starih kao i novoizgrađenih postrojenja za čišćenje uglja, o teškoćama kod nabavke i kod snabdevanja magnetitom postrojenja sa teškom tečnošću, o radu izgrađenih uređaja za pripremu magnetita, o radu starih postrojenja za briketiranje uglja (Jezava, Grlijan — Knjaževac), o potrošnji i potrebama za rezervnim delovima, o problemu i kvalitetu ot-

padnih voda iz postrojenja za čišćenje uglja, c rekonstrukciji postojećih postrojenja i o izgradnji novih postrojenja za čišćenje uglja na bazi stručnih studija izvršenih u zemlji ili u inostranstvu. U referatima se govorilo i o povećanom stvaranju, sitnih klasa uglja počev od otkopavanja uglja, čišćenja pa do utevara u vagone i o otklanjanju elemenata koji to prouzrokuju. Tretirano je i pitanje plasmana i pravilne namene mrkih i kamenih ugljeva u našoj privredi.

Peta grupa referata [„Problemi sitnih ugljeva” (ing. J. Kocmura, viši stručni saradnik F. IN. T. Ljubljana) i „Briketiranje mrkih ugljeva” (ing. E. Eberl, stručni saradnik Rudarskog instituta, Ljubljana)] obradivala je problem sitnih klasa uglja (kameni, mrki, lignit) sa naročitim osvrtom na količine i kvalitet ovih ugljeva kao i mogućnost primene ovih u industriji nakon eventualnog čišćenja i briketiranja. Za dobivanje kvalitetnih briketa iz ove sirovine najveću poteškoću čine tvrdoća i hidrofilnost uglja a zatim i anorganske primeće koje se javljaju u uglju. Tako se iz ovakvih ugljeva dobijaju briketi čije osobine ne odgovaraju standardnim zahtevima, te je u tehnoškom procesu briketiranja potrebno uvoditi razne metode predgrejavanja uglja kao i dodavati hidrofobna sredstva a što sve znatno smanjuje ekonomičnost procesa.

Sesta grupa referata [„Kontrola separacijskih procesa” (ing. R. Marušić, docent, Zagorje)], su radovi iz oblasti kontrole rada po J. Rankel, stručni saradnik Rudarskog instituta, Ljubljana) i „Količinska kontrola taložnica” (ing. Franc Cimerman, tehnolog separacije rudnika Zagorje) su radovi iz oblasti kontrole rada pojedinih uredaja u tehnološkim procesima čišćenja uglja. Tretirani su: izrada analiza pliva-tone na uglju, grafički prikazi H-R kriva, Trompove (disperzione) krive i određivanje vrednosti E_p . Dati su rezultati kontrole rada mašine taložnice iz postrojenja za čišćenje uglja na rudniku Tito — Banovići, gde se odvajaju čist ugalj, meduproizvod i jalovina. Ova kontrola je izvršena po uobičajenim metodama i po metodi koja je razrađena na rudniku Tito — Banovići. Banovičska metoda ima manje računskih operacija nego ostale metode i daje rezultate koji su približno jednaki rezultatima ostalih metoda.

Sedma grupa referata [„Čišćenje otpadnih voda iz separacije uglja” (dr. ing. Drago Ocepak, docent, Ljubljana)] obraduje problem otpadnih voda na našim rudnicima gde se čisti kameni i mrki ugalj ili gde se lignit čisti i suši po metodi „Fleissner”. Ovde se naročito ukazuje na to da treba voditi računa kod izbora načina i uredaja za mehaničko čišćenje otpadnih voda koje nastaju u postrojenjima za čišćenje kamenog uglja ili lignita kao i o kvalitetu i količini mehaničkih nečistoća. Autor ukazuje na izbor flokulacijskih sredstava shodno sredini u kojoj se koriste, koncentraciju i potrošnju kao i na ekonomičnost upotrebe ovih. Preporučuje se primena ciklona za čišćenje otpadnih voda a kod veoma razređenih ili gustih suspenzija uporedo vezivanje dva ili više ciklona. Primena uredaja:

filtera, centrifuga i filterpresa se rentira samo u slučajevima da se iz otpadne vode izdvaja kvalitetna sirovina.

Osmi grupa referata [„Pripromno obogaćivanje uglja: drobljenje — sejanje” (ing. J. Kolenc, šef konstr. odeljenja STT, Trbovlje), i „Konstrukcijski problemi drobilica” (ing. I. Zupan, konstruktor separacijskih strojeva STT, Trbovlje)], obuhvata konstruisanje i proizvodnju domaćih uredaja (razne vrste drobilica, sita i drugih mašina) za čišćenje uglja u Strojnoj tvornici, Trbovlje, SR Slovenija.

Posle održanih referata i završenog savetovanja učesnicima je omogućeno da posete Strojnu tvornu Trbovlje, da se upoznaju sa organizacijom i proizvodnjom kao i sa poslednjim dostignućima ove fabrike iz oblasti pripreme i čišćenja uglja.

Konstatovano je da su ovakva savetovanja kao i raznena iskustava iz oblasti pripreme i čišćenja uglja vrlo korisni i da je ista potrebno i dalje održavati. Zato je rešeno da se sledeće II savetovanje zakaže u Beogradu u decembru 1964. godine i da ga organizuje Rudarski institut, Beograd.

Na savetovanju su doneti sledeći zaključci:

— I. Jugoslovensko savetovanje o obogaćivanju domaćih ugljeva treba da pruži podstrek za intenzivniju obradu ove, za našu zemlju, vrlo važne naučne i stručne delatnosti, tako da se u buduće slična savetovanja održavaju redovno u određenom periodičnom razmaku.

— Obzirom na bogatstvo zaliha uglja u odnosu na druge energetske izvore u zemlji mora se računati, da će ugalj još dugo vremena ostati glavni izvor energije, iako se njegovo postotno učešće u potrošnji primarne energije smanjuje u korist nafte i prirodnog plina. S tim u vezi treba računati sa daljnjim povećanjem proizvodnje uglja iako umerenije u odnosu na druge izvore energije.

— Budući razvoj u proizvodnji uglja treba da se usmeri u sledećem pravcu:

a) treba forsirati lignit, jer on predstavlja oko 90% svih ugljenih zaliha u zemlji, ali rešiti njegovu potrošnju na licu mesta i bližoj okolini;

b) kvalitetni mrki ugalj mora da obezbedi one potrebe, gde se ugalj prevozi i gde se ne može zamjeniti lignitom;

c) kameni ugalj koristiti ako je moguće za proizvodnju koksa.

— Kvalitet uglja treba stalno poboljšavati, da se izbjegne transport balasta i smetnje ovo-ga kod potrošača.

Radi toga treba:

a) omogućiti dovršenje izgradnje za one se-paracije koje su započete još po XII konkursu (Resavski rudnici, Ibarski rudnici, Rtanj);

b) investirati nove separacije na onim rudnicima, koji bez njih ne mogu više da unaprede svoju proizvodnju (Trbovlje, Aleksinac, Bogovića);

c) kod izgradnje novih rudničkih kapaciteta obavezno neka se obuhvati i separacija sa odgovarajućim tehnoškim procesom čišćenja.

— Lignit pored pretežne potrošnje na mestu proizvodnje treba sušiti, briketirati i rasplijavati, kako bi se ekonomično mogao transportovati odnosno koristiti za hemijsku industriju.

— Prije donošenja odluke o tehnološkom procesu čišćenja za pojedine ugljeve, treba savjesno i temeljito ispitati ugalj i proučiti da li dolazi u obzir mokri ili suvi postupak.

— Kod projektovanja kotlovnih postrojenja za nove TE treba računati i sa donjom ogrevnom moći od 1 200 Kcal/kg.

— Da bi se smanjio uvoz uglja za proizvodnju koksa, potrebno je posvetiti veću pažnju proučavanju zamjene tog uglja sa domaćim.

— Kod sušenja lignita treba koristiti iskustva postojeće dve sušare, a to je u Kolubari i Lukavcu. Potrebno je takođe, da se uzajamno koriste i izmenjuju iskustva rudnika lignita u pogledu izvršenih opita obogaćivanja bilo sušenjem, briketiranjem ili švelovanjem.

— Snabdevanje separacija koje rade sa teškom tečnosti magnetitom i njegova priprema opšti je problem. Rešenju tog problema treba pristupiti, bilo da se uspešno završe započeta ispitivanja sa veštačkim magnetitom, bilo da se na jednom magnetitnom malazištu izgradi postrojenje za proizvodnju sitno mlevenog magnetita za separacije.

— Po uzoru na izvršena ispitivanja naših lignita, potrebno je proučavati kamene i mrke ugleve u pravcu daljeg oplemenjivanja i prerade.

— Za uspešno rešavanje zadataka čišćenja i oplemenjivanja svih vrsta uglja, neophodno je potrebno znati potrebne zemlje za duži period tega vida energije.

— U cilju što boljeg korišćenja međusobnih i ekonomski podaci o postojećim postrojenjima za čišćenje i oplemenjivanje sakupite na jednom mestu i postanu pristupačni svima zainteresovanim.

— S obzirom na pozitivne zakonske propise i stvarne potrebe treba intenzivnije proučavati i rešiti probleme prečišćavanja otpadnih voda iz postrojenja za čišćenje i obogaćivanje uglja.

— Treba doneti što pre standarde za separacijske uređaje.

— Na savetovanje o čišćenju uglja treba pozvati i poznate stručnjake srodnih struka (energetičare, mašinogradnju, velike potrošače i sl.) radi koordiniranja zajedničkih zadataka.

— Potrebno je utvrditi i doneti terminologiju za oblast čišćenja i oplemenjivanja uglja.

Dipl. ing. Mira Mitrović
Zavod za PMS Rudarskog
instituta, Beograd

Prikazi iz literature

Autor: I. I. Ključnikov, A. S. Arhangelskij

Knjiga: Prohodičeskie kombajny PKG-3 i PKG-4

(Kombajn za izradu hodnika PKG-3 i PKG-4)

Izdavač: Gosudarstvennoe naučno-tehnicheskoe izdateljstvo literatury po gornomu delu, Moskva 1961.

U knjizi je opisan razvojni put kombajna PKG konstruktora Gumerika iz Kuzbasa od prvobitnog tipa PKG-1 preko PKG-2 i PKG-3 do najnovije konstrukcije iz serije PGK specijalno prilagođenog PGK-4 za izradu hodnika prečnika $\varnothing 1,8$ m po uglju na oknima za hidraulični transport, koji je pokazao najveću produktivnost.

Detaljno je opisana konstrukcija kombajna PKG-3 za izradu hodnika, izložen je način upravljanja kombajnom, otklanjanje najvažnijih nedostataka, prikazan je način rada, njegova demontaža, dopremanje do radnog mesta i montaža.

Prvog jula 1960. godine na rudnicima uglja bilo je u pogonu 500 kombajna za izradu hodnika. Za prvo polugodište 1960. godine bilo je

izrađeno 230.000 m rudarskih prostorija. Sa godinom 1965. biće pušteno u pogon 550–600 kombajna za izradu hodnika.

U vezi sa složenošću poznatom kod režućeg dela kombajna radi boljeg objašnjenja osobenosti njegovog rada, data su detaljna objašnjenja o njegovoj kinematici, geometriji instrumenata i o procesu rušenja profila hodnika. Opisana je konstrukcija i dati su rezultati ispitivanja automatskog stabilizatora uspona tipa (ASU-1), prvi put primenjenog na kombajnu PKG-3.

Opisane su probe eksploatacije kombajna pri izradi prostorija u uglju i jalovini sa postignutim mesečnim naprecima, učincima kao i sa prikazom organizacije rada. Brzina izrade hodnika u toku meseца kretala se u granicama od 350 do 500 m mesečno. Такође је дат техничко-економски ефекат примене kombajna PKG-3.

Dato je upoređenje cene koštanja ručnim radom 1 m prostorije koja je iznela 199,15 rubalja ili za 47% manje nego kod ručne izrade.

Podaci o kombajnu PKG-4 dati su u nešto kraćem obimu (s obzirom na ograničenost primene i kratak vremenski interval rada).

Prikazana je detaljno šema hidrauličnih uređaja kombajna kao i šema električne opreme kombajna. Na kraju knjige dat je u prilogu katalog najčešće abajućih delova sa nazivom, skicama i kataloškim brojevima.

Knjiga je napisana na 175 stranica teksta sa 47 dijagrama i crteža i 29 tablica a namenjena je inženistima-mehaničarima kombajna i može biti i korišćena kao udžbenik za srednje tehničke škole; ona predstavlja, takođe, interes za inženjere i tehničare koji se nalaze u pogonu, kao i za konstruktore.

Dipl. ing. S. Stojanović

Autor: A. N. Gordov

Naslov knjige: Merenje temperature gasnih strujanja.

Izdavač: Mašgiz, Moskva, 1962. god.

Naši naučno-istraživački instituti, projektantske organizacije, kao i tehnički stručnjaci koji se bave pitanjima izučavanja i merenja temperaturnih režima motora i drugih topotnih agregata, kao i energetičari dobili su u ovoj knjizi prilog za izučavanje problema kojima se bave. Ova knjiga je posledica ukazane potrebe koja se u zadnjih deset godina sve više oseća, na ovom polju.

Knjiga je podeljena na osam glava, koje se dalje dele na manje jedinice koje obrađuju pojedina pitanja. Osim toga, na kraju knjige data su dva priloga. Prvi od njih razrađuje topotno-fizičke karakteristike metala koji prenose topotu i termičko-izolacionih materijala, a drugi prilog osnovne pojmove gore pomenutih materijala.

U prvoj glavi (10 strana) dati su opšti stavovi i objašnjavaju se pojmovi koji će u tekstu knjige biti obradivani. Tu se daju karakteristike uslova kod merenja temperature gasnih strujanja i klasificiraju se greške kod merenja temperature.

I druga glava (14 strana) ima karakter uvođenja u teoretske postavke učenja o razmenni topote. Ovde su razrađeni pojmovi razmene topote provodenjem, konvekcijom i zračenjem.

Stacionirani topotni režim termoprijemnika kod gasnih strujanja je problematika koju treći treća glava (8 strana). Ovde se obrađuje topotni bilans termoprijemnika i osobnosti razmene topote pri većim brzinama strujanja gasa.

Cetvrta glava (18 strana) obrađuje termičku inerciju prijemnika topote kod nestacioniranih temperaturnih režima. Pod termičkom inercijom se podrazumeva sposobnost tela ili sistema da menja svoju temperaturu, pod dejstvom promene temperature spoljne sredine ne trenutno, već nakon izvesnog vremena. U daljem tekstu ove glave razrađuje se termička inercija za slučaj da se temperatura sredine menja linearno ili periodično.

Metode merenja stacioniranih temperatura kod gasnih strujanja se razrađuju u petoj glavi (17 strana). Za ova merenja je razrađeno više

metoda, kao metoda ekstrapolacije na nulli prečnik, metoda usijanih žica i dinamički metod merenja stacioniranih temperatura. Osim toga, ovdje se govori i o usisnom i termodinamičkom pirometru kao i o merenjima temperature pri većim brzinama protoka gasa.

Prilična pažnja je posvećena metodama za merenje temperature plamena. Ovu materiju obraduje šesta glava (20 strana). U početku se daju opšta zapažanja o karakteru zračenja plamena, a onda govori o osobenostima primene kontaktnih metoda za merenje temperature plamena. Za slučaj da se meri temperatura nesvetlećih ili slabo svetlećih plamenova upotrebljava se metod pretvaranja spektralnih linija, koji se zasniva na tome, što je intenzitet rezonantne spektralne linije (koju ispuštaju probudjeni atomi materije koja je prisutna u plamenu) zavisao od temperature. Isto je opisan i način merenja temperature plamena metodom zračenja, svetlosti i apsorpcije. Dalje se govori o merenju temperature metodima apsolutnog i relativnih intenziteta spektralnih linija. Polazeći od toga da postoje tri vrste kretanja molekula: translatorno, rotaciono i oscilatorno opisani su načini za određivanje temperature plamena koja se meri spektroskopski na taj način što će se:

— meriti širenje spektralnih linija kao posledica Doplerovog efekta;

— meriti odnos intenziteta dveju rotacionih traka čiji intenziteti zavise od temperature (u obzir dolazi merenje intenziteta traka fine strukture);

— meriti odnos intenziteta traka koje pripadaju oscilatornom kretanju molekula gasova u plamenu. U daljem tekstu glave opisani su metodi merenja temperature plamena poređenjem sjaja usijane žice i plamena i metod poređenjem boje plamena. Obzirom da ne postoje dovoljno razrađeni univerzalni pribori za razne uslove, to se mora prema osobinama zračenja plamena, uslovima merenja i vremenskim karakteristikama procesa gorenja vršiti izbor pribora za merenje, odnosno metoda merenja.

Osobenosti merenja temperature u uslovima promenljivih odavanja temperature je problematika koju obrađuje sedma glava (11 strana). Date su karakteristike uslova merenja i teoretsko obrazlaganje metoda koje uzimaju u obzir dinamičke pogrešnosti termoprijemnika pri merenju nestacionarnih temperatura u uslovima promenljivih odavanja temperature. Osim toga govori se i o metodi „dveju žica“.

Najveći broj strana je posvećen uređajima za ispitivanje dinamičkih karakteristika termoprijemnika u uslovima promenljivih odavanja temperature. O ovome se govori u osmoj glavi (27 strana). Obradjeni su uređaji za ispitivanje termoprijemnika u uslovima monotono menjajućih temperatura i brzine vazdušnog protoka, kao i uređaji za ispitivanje dinamičkih grešaka termoprijemnika, koji proizlazi kod merenja pulzirajućih temperatura toka gasa i pri pulzirajućem odavanju topote.

Iz napred iznetog vidi se, da je u knjizi sistematski i podrobno izneta celokupna teoretska i eksperimentalna materija problema merenja temperature pri strujanju gasova. Isto tako treba naglasiti da je veća pažnja poklonjena pita-

njima merenja temperature u dinamičkom režimu. Po našem uverenju knjiga zaslužuje pažnju naših stručnjaka koji se bave ovom problematikom.

Dipl. ing. D. Čemerikić

P a t e n t i

Uredaj za proizvodnju gasovitog goriva

(Appareillage de production de gaz combustible).

Société de construction d'appareils pour gaz à l'eau & gaz industriels
Francuski patent br. 1.288.820 — 19.
II 1962.

Predmet pronađala je uređaj za proizvodnju gradskog gasa uobičajene kalorične moći sa malim sadržajem ugljen monoksida, obično 2—5% iz ugljovodonika a naročito lakog benzina. Rad ovog uređaja sa kružnim tokom sastoji se u proizvodnji gase povećane kalorične moći od 7 000—9 000 cal/m³ sa malim sadržajem CO/cal do 3%, bilo termičkim krakovanjem ili krakovanjem na jednom katalizatoru i proizvodnje gase niske kalorične vrednosti od 3 000 cal/m³ sa povećanim sadržajem CO na drugom katalizatoru. Gas niske kalorične vrednosti sadrži samo metan, a može biti proizveden iz prirodnih ugljovodonika ili polazeći iz dela gase visoke kalorične moći prvega stadijuma. Posle izlaska iz komore za krakovanje i posle podešavanja temperature, gas niske kalorične moći u prisustvu vodene pare provodi se preko katalizatora za pretvaranje ugljen monoksida, na kome se sadržaj ugljen monoksida spušta na željenu vrednost. Oba gase se mogu proizvesti ili u posebnim uređajima ili u dva posebna dela jedne iste komore za krakovanje. Bez obzira na način kako su dobijeni, gas visoke kalorične moći meša se sa gasom niske kalorične moći posle izvršenog podešavanja sadržaja ugljen monoksida u istom. Uredaj je snabdeven dvema komorama za krakovanje radi dobijanja pomenutih gasova. Predviđen je uređaj za proizvodnju pare iz faze za zagrevanje kao i toranj za konverziju ugljen monoksida sadržanog u gasu dobijenom u jednoj od komora za krakovanje. Osim toga, predviđeni su uređaji za rekuperaciju toplote i hlađenje proizvedenog gasea kao i cevovodi za dovod tečne faze i dovod pare i proizvedenog gasa. Uredaji su povezani cevo-

vodima. Posebnim uređajem se reguliše cirkulacija toka pri svim fazama zagrevanje i proizvodnje.

Dipl. ing. L. Nedeljković

Postupak spravljanja mase za prečišćavanje gase velike aktivnosti

(Procédé de préparation de masses d'épuration de gaz à haute activité).

Bergwerksverband G. m. b. H.

Francuski patent br. 1.288.410 —
12. II 1962.

Prečišćavanje gase u svim putem pomoći mase koje sadrže oksid gvožđa imalo je veći značaj od ranijih postupaka za oslobođenje gasea iz koksara od vodonik sulfida vlažnim putem, zato što je ovaj zadnji postupak zahtevao prečišćavanje pod pritiskom. Međutim i sa postupkom za prečišćavanje u svim putem bilo je teško ča zbog nedostatka u dovoljnoj količini mase za prečišćavanje u prirodnom obliku. Poznat je veliki broj postupaka za sintetičko spravljanje hidroksida i oksida gvožđa. Veći broj ovih postupaka su unapred isključeni za spravljanje mase od gvožđa za prečišćavanje na suvom, zbog korisnja skupocenih kalijum jodata, natrijum nitrata ili sličnih oksidirajućih sredstava. Osim toga, dobijeni proizvodi nisu dali naročito povećanu brzinu reakcije za absorpciju vodonik sulfida. Poznat je, takođe, postupak spravljanja hidratisanog oksida gvožđa ili hidroksida gvožđa po kome se, najpre, meša rastvor soli dvovalentnog gvožđa sa šabazom na 0 do 35°C. Zatim se upućuje vazduh kroz suspenziju hidroksida dvovalentnog gvožđa ili neko drugo oksidirajuće sredstvo pri čemu se za vreme reakcije pH održava između 4,5 i 7. Veštačke mase dobijene ovim postupkom imaju znatne prednosti prilikom upotrebe od ranije dobijenih maza (što se može uočiti na tablici I, n° 1 do 6). Nadeno je da se može spravljati masa za prečišćavanje gase velike aktivnosti mešanjem rastvora soli dvovalentnog gvožđa, koja sadrži bar 100 gr/l strane soli rastvorljive u vodi na temperaturi

između 0 i 75°C a najbolje između 15 i 50°C, sa bazom ili oksidirajućim sredstvom. Iz vodene faze se izdvaja hidratisani oksid trovalentnog gvožđa. Posle oblikovanja masa se može ispirati vodom i sušiti. Na tablici I, № 7 do 12 jasno je prikazana povećana brzina reakcije od mase dobijenih postupkom prema pronalasku. Rastvor soli dvovalentnog gvožđa je rastvor hlorida. Koncentracija Fe²⁺ u rastvoru može da varira u širokim granicama. Kao strane soli upotrebljavaju se one, koje ne reaguju sa dvovalentnim i trovalentnim jonima gvožđa tj. koje ne stvaraju talog npr. fosfati ili one koje ne stvaraju kompleksna stanja npr. cijanidi. Kao pogodne baze pominju se alkalni i zemnoalkalni oksidi i hidroksidi.

Dipl. ing. L. Nedeljković

Poboljšanja koja se odnose na postupke za odstranjivanje slabo kiselih gasova iz gasne smeše

(Perfectionnements apportes aux procédés pour l'élimination de gaz faiblement acides contenus dans des mélanges gazeux)

Homer Edwin Benson

Francuski patent br. 1.285.577 — 15. I 1962.

Odstranjivanje slabo kiselih gasova, kao što su CO₂ i H₂S iz smeše industrijskih gasova u cilju njihovog prečišćavanja dobija u novije vreme sve veću važnost. Pronalazak se odnosi na postupak izdvajanja kiselih gasova iz gasne smeše absorpcijom u jednom pogodnom vodenom rastvoru. Sastoje se u tome, što se u jednoj koloni za absorpciju, na temperaturi približnoj temperaturi ključanja upotrebljenog rastvora i dovoljno visokom pritisku, gašna smeša na principu suprotnog toka provodi kroz absorpcioni rastvor. Zatim se absorpcioni rastvor koji sadrži absorbovane gasove, iz kolone za absorpciju odvodi u jedan rezervoar sa pritiskom bliskim atmosferskom, pošto mu se u međuvremenu snizi pritisak. Prilikom sniženja pritiska u rezervoaru se iz rastvora izdvaja jedna količina absorbovanih kiselih gasova koji izlaze iz rezervoara i upućuju u kondenzator, a rastvor delimično osloboden od gasova deli u dve frakcije od kojih se jedna odmah nanovo vraća u kolonu za absorpciju. Ova frakcija koja se vraća u kolonu služi za absorpciju gasne smeše, a druga frakcija koja predstavlja 10—40% od celokupne količine rastvora podvrgava regeneraciji pranjem sa vodenom parom. Zatim preko hladnjaka odvodi u kolonu za absorpciju i služi za absorpciju već delimično očištene gasne smeše. Nadeno je da je od najveće važnosti za realizaciju, gde vlada visoka temperatura, podesiti pritisak na takvu vrednost, da parcialni pritisak kiselog gasa u gasnoj smeši ne bude manji od 5,6 a najpovoljnije na oko 7 kg/cm². Kao rastvori za absorpciju primenjuju se rastvori koji su u stanju da absorbuju CO₂ i H₂S a, osim toga, mogu se regenerisati pranjem sa vodenom parom. Takvi su vodeni rastvori karbonata ili fos-

fata alkalnih metala. Kao najpogodniji je izabran kalijum karbonat, koji pod uslovima koji vladaju u koloni za absorpciju daje najbolje rezultate, kako u pogledu reagovanja u sistemu termičkog iskorišćavanja, tako i u komercijalnom pogledu.

Dipl. ing. L. Nedeljković

Uredaj za separaciju ruda i sličnog materijala putem gravitacije.

(Dispositif pour la séparation de minéraux et matériaux analogues par gravité.)

Klockner — Humboldt — Deutz aktiengesellschaft

Francuski patent br. 1.289.915 — 26. II 1962.

Poznati su postupci za separaciju putem flotacije ruda i sličnog, u dva odvojena suda za pranje, pri čemu svaki sud ima sopstvenu opremu za sejanje otpadnih proizvoda i za cirkulaciju, dobijene suspenzije. Uredaj prema pronalasku je znatno uprošten i sastoji se od dva suda za pranje u obliku levka postavljenih jedan pored drugog. Iznad ovih sudova predviđen je aparat za klasiranje čiji je zadatak da celokupnu suspenziju, dobijenu pranjem, izdvoji na težu i lakšu suspenziju. Frakcija koja se preliva iz aparata uvodi se u donji deo drugog suda za pranje i to kroz cev koja je aksijalno postavljena. Jedan deo frakcije sa dna aparata uvodi se, takođe pomoću centralne cevi, u prvi sud. Drugi vod koji polazi sa donjeg kraja aparata ulazi horizontalno u prvi sud za pranje i to u blizini nivoa tečnosti. Zahvaljujući horizontalnom delu voda, na gornjem delu prvog suda za pranje nastaje horizontalno proticanje koje dovodi materiju koja se preliva u drugi sud za pranje, a materiju koja pliva u drugom sudu preko prelivnika ovog suda uvodi u jedno sito. Frakcije suspenzije koje polaze sa dna oba suda dovode se do dva različita sita koja su spojena preko vodova sa ulaznim vodom aparata za klasiranje. Preliv iz prvog suda direktno ulazi u drugi sud za pranje. Suspenzije koje se izdvajaju iz proizvoda na sitima skupljaju se u konusima ispod sita. Aparat za klasiranje je tako podešen da odvod na donjoj strani prenosi suspenziju gustine 1,8 a suspenzija koja se odvaja preko prelivnika ima gustinu 1,4.

Dipl. ing. M. Šljivar

Aparat za prosejavanje (Appareil à tamiser).

Allis-Chalmers Manufacturing Company
Svajcarski patent br. 355.113 — 15. VIII 1961.

Aparati za prosejavanje ruda i sličnog materijala imaju važnu ulogu u industriji, ali je njihovo održavanje nerentabilno, jer se brzo abazuju usled abrazivnog dejstva materijala. Aparatom prema pronalasku omogućeno je pravilno prosejavanje i produžen je njegov vek trajanja. On se sastoji od okvira, izloženog vibracijama,

koji imaju niz šipki poprečno postavljenih. Šipke su međusobno paralelne i podjednako razmaknute tako da između njih mogu da prolaze čestice određenih dimenzija. Odluka ovog aparata je ta, što su krajevi svake šipke umetnuti u udubljenja koja se nalaze na bočnim elementima okvira. Dimenzije ovih udubljenja su neznatno veće od prečnika šipki, tako da se one mogu u njima obrnati i klizati upravno na ravni okvira. Udubljenja su pokrivena ugaonicima koji sprečavaju izlaženje krajeva šipki i omogućuju slobodno kretanje prilikom vibriranja okvira. Okvir je obešen o dva nosača postavljenih u blizini njegovih bočnih elemenata sa udubljenjima. Elastično vešanje okvira je obezbeđeno elastičnim elementima sastavljenim od više listova opruga, tako da okvir može da vibrira u pravcu nosača o kojoj je obešen. Data konstrukcija, koja omogućuje da se šipke slobodno obrnu i pomeraju u vertikalnom i horizontalnom pravou, znatno olakšava pomeranje materije u apatu, a u isto vreme vrši njeno automatsko uklanjanje sa šipki, sprečavajući time i abrazivno dejstvo. Osim toga, šipke svojim kretanjem otklanjamaju mogućnost da dođe do zapušavanja međuprostora između dve susedne šipke, tako da sitni komadi materijala mogu lako da prolaze između šipki na transporter koji ih dalje odnosi. Odluka ovog aparata je i u tome, što se isprobane šipke mogu lako zamjeniti samo skidanjem ugaonika koji pokrivaju udubljenja na bočnim elementima okvira.

Dipl. ing. M. Šljivar

Postupak za bušenje okna
(Procédé de forage de trous de mines).
Bolidens gruvaktiebolag
Francuski patent br. 1.284.286 — 2. I 1962.

Kod dosad poznatih postupaka, upravljanje dizalicom vršilo se sa površine zemlje, što je zahtevalo uspostavljanje telefonske veze između rudara u dizalici i onih koji su rukovali vitlom. Prema pronašlaku, upravljanje kretanjem dizalice vrše rudari pomoću kotura koji se nalazi u samoj dizalici. Na ovaj način su izbegnute nezgode koje bi eventualno mogle nastati usled nesporazuma ekipe u dizalici i one na površini. Prema ovom postupku, kroz stenu se izbuši rupa tolikog prečnika da se može provući kabl, za podizanje dizalice, sve do galerije. Kabl je na gornjoj površini stene pričvršćen i namotan na vito, a donji kraj se uvede u dizalicu i namotava na kotur kojim upravlja ekipa u dizalici. Kada se dođe do nivoa na kome treba izvršiti bušenje, dizalica se učvršćuje pomoću bočnih nosača koji se odupiru o stenu. Za nosače su vezani lanci na kojima visi dizalica, pri čemu je sprečeno njeno balansiranje. Zatim se vrši bušenje i postavljanje eksplozivne šarže. Posle ovoga se dizalica osloboda i spušta na dno galerije. Kabl se odvaja od dizalice i povlači do položaja u kome će biti zaštićen od eksplozije, tj. oko 20 m iznad plafona izbušenog okna. Dizalica, oslobođena kabla, pomera se na kolicima bočno od okna, da bi se i ona zaštitiла od ma-

terijala srušenog usled izazvane eksplozije. Srušeni materijal se kroz galeriju uklanja. Ove se operacije ponavljaju sve dok okno ne bude do kraja izbušeno. Kotur u dizalici, na kome je namotan kabl, pokreće se pomoću motora sa komprimiranim vazduhom. Ovaj motor je, takođe, postavljen u dizalici i pomoću voda za vazduh vezan je sa uobičajenim sistemom za komprimovani vazduh. Dizalica je opremljena i priključkom za vodu koji služi za napajanje alata za bušenje. Ovim pronašlakom je postignuto sigurno bušenje okna i to zahvaljujući direktnom upravljanju dizalice i upotrebi motora sa komprimovanim vazduhom.

Dipl. ing. L. Lazic

Uredaj kojim se sprečava izlaz gasova za punjenje kroz otvor za poravnjivanje na vratima peći za koksovanje (Dispositif évitant la sortie des gaz de remplissage par l'ouverture de planage des portes des fours à coke).

Heinrich Koppers Gesellschaft mit beschänkter Haftung

Francuski patent br. 1.290.610 — 5. III 1962.

U toku rada peći za koksovanje, koksni gasovi koji se nalaze pod visokim pritiskom, teže da na neki način izđu iz komore peći bilo kroz već postojeće otvore ili kroz otvore nastale po puštanjem hermetičnosti. Kako su gasovi pod visokim pritiskom, jedini način da se spreči njihov izlazak iz peći je pomoću uređaja sa usisavanjem pod jakim vakuumom. Međutim, na ovaj način iz konstruktivnih razloga nije moguće sprečiti izlazak gasova za vreme poravnjavanja sloja uglja u peći kroz otvor za ovu svrhu a koji se nalazi na vratima koksne peći. Pronašlak se odnosi na jedan uređaj pomoću koga se može sprečiti u najvećoj meri izlaz koksnih gasova kroz otvor za poravnjavanje, sloja šarže za vreme same operacije. Uredaj se sastoji iz mehanizma za pražnjenje koka na kome je postavljen produžetak sličan cevi, koji se može kretati oko stožera i pomoću ovoga postaviti ispred otvora za poravnjavanje ili je užljebljen bočno i na ovaj način može pristati ispred otvora. Ovaj produžetak ima otvor, koji je po dimenzijama približan otvoru za poravnjavanje za peći i sastavljen je iz dva dela — donjeg koji se sastoji iz jedne ploče i gornjeg koji je u obliku svoda. Producžetak je po dužini jednak razmaku između dve bočne pregrade na poluzi za poravnjavanje koje ustvari imaju ulogu da poravnjavaju ugaj u peći a nalaze se u kanalu između otvora na peći i produžetaka. Osim toga, prostor između poluge i unutrašnjeg zida produžetka ispunjen je jednom vrstom četke od čelične žice, što obezbeđuje hermetičnost. Poluga i produžetak pokretni su posebnim mehanizmom, koji omogućuju odgovarajuće kretanje u toku operacije pojavljanja uglja u peći uz istovremeno sprečavanje izlaska gasova. Opisani su detaljno i ostali elementi uređaja za ostvarenje postupka.

Dipl. ing. L. Nedeljković

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ — NASLOVNA
STRANA: A. KATUNARIĆ — SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO
U ŘUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

