

INFORMACIJE B

Broj 42

RI

Dr ing. STJEPAN TOMAŠIĆ

**NEKA NOVA SAZNANJA O PARAMETRIMA PRECIZNOSTI ČIŠĆENJA
UGLJA I NJIHOVOJ PRIMENI U RADU SA MRKIM UGLJEM**

RUDARSKI INSTITUT - BEOGRAD 1966.

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Glavni urednik
Dipl. ing. MOCO SUMBULOVIĆ

Redakcioni odbor

Blažek ing. Aleksandar, Ceperković ing. Miodrag,
Dular ing. Slavko, Đorđević ing. Kirilo, Filipovski
ing. Blagoje, Gluščević prof. ing. Branko, Jovanović
dipl. hem. Ničifor, Kovačević ing. Vjekoslav, Lešić
prof. dr ing. Đura, Malčić prof. dr ing. Dragomir,
Marinović ing. Ivo, Mihajlović ing. Jovan, Misita ing.
Risto, Novaković ing. Ljubomir, Odić ing. Tvrtko,
Perišić dr ing. Mirko, Popović ing. Božidar, Slokan
prof. dr ing. Karel, Spasojević ing. Borislav.

Broj 42

Dr. ing. STJEPAN TOMAŠIĆ

**NEKA NOVA SAZNAJNA O PARAMETRIMA PRECIZNOSTI ČIŠĆENJA
UGLJA I NJIHOVOJ PRIMENI U RADU SA MRKIM UGLJEM**

Beograd, 1966.

S a d r ž a j

Uvod	— — — — —	3
Opšte postavke	— — — — —	3
Karakteristike razmatranog i ispitivanog mrkog uglja	— — — — —	5
Postrojenje na kom su vršena ispitivanja i tok opita	— — — — —	7
Rezultati opita i njihovo tumačenje	— — — — —	11
Zaključak	— — — — —	13
Literatura	— — — — —	14

NEKA NOVA SAZNAJNA O PARAMETRIMA PRECIZNOSTI ČIŠĆENJA UGLJA I NJIHOVOJ PRIMENI U RADU SA MRKIM UGLJEM

U V O D

Kontrola rada mašina, primenjenih u procesima čišćenja uglja, kao i parametri koji se upotrebljavaju za poređenje vrednosti njihovog rada, zasniva se gotovo isključivo na osnovu studija, eksperimenata i industrijskih procesa čišćenja uglja velike geološke starosti, pa usled toga i srazmerno približno jednakih raspona frakcijskih gustoća rovnog uglja.

Mlađi ugljevi sa pretežno istim rasponima frakcijskih gustoća, kao što su na primer ugljevi Srednjobosanskog bazena (sl. 1), po svojim karakteristikama koje su utvrđene analizama pliva-tonc (P—T), bitno se razlikuju od kamenih ugljeva, ili antracita srednje Evrope (sl. 2), SSSR-a ili SAD. I pored ove činjenice sva postrojenja za čišćenje uglja, koja su do danas izrađena u našoj zemlji, zasnovana su na iskustvima i principima čišćenja koja su postignuta gotovo isključivo sa kamenim ugljevima.

Iskustva stečena već na jednom od prvo izgrađenih naših postrojenja za čišćenje uglja u teškim sredinama su pokazala, da se parametri kontrole i garancija rada mašina, upotrebljavani pri tretiranju kamenih ugljeva, ne mogu u potpunosti primeniti pri radu s mrkim ugljem Kaknja.

Opšte postavke

Naučni rad na interpretaciji uspeha čišćenja kamenog uglja gravitacionim metodama dao je poslednjih godina čitav niz upotrebljivih parametara, kojima je moguće na brz i efikasan način unapred odrediti neophodne elemente pri programiranju novih i

vršenju kontrole i upoređivanja rada postojećih postrojenja za čišćenje uglja. Ta proučavanja su dobila naročito velik zamah nakon „Prvog internacionalnog kongresa za čišćenje kamenog uglja“ održanog 1950. godine u Parizu.

Proučavanje pomenute problematike vršilo se u dva smera koji su obuhvatali:

- utvrđivanje karakteristika kvaliteta rovnog uglja i njegove podesnosti za čišćenje;
- iznalaženje parametara kojima se utvrđuje uspeh rada mašine za čišćenje.

Sa tim u vezi treba se podesiti da su najpoznatiji parametri preciznosti čišćenja sledeći:

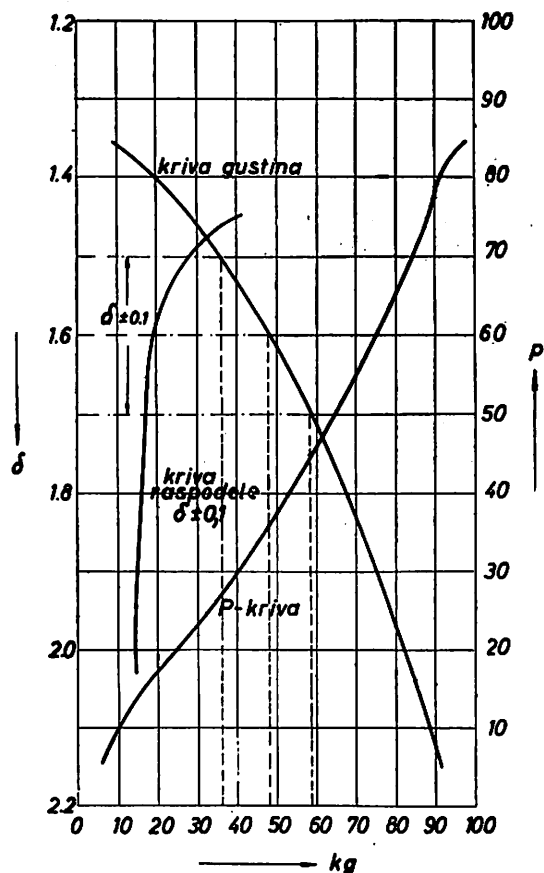
- parametri Tromp-a: T-kriva i Tromp-ova površina,
- écart probable (verovatno odstupanje): Ep i
- površina trougla greške u pepelu, po Schaffer-u, i drugi.

Navedeni parametri postavljeni su, može se reći, gotovo bez izuzetka, na osnovu dugogodišnjeg proučavanja čišćenja kamenog uglja i kao takvi su bez rezerve prihvaćeni za prosuđivanje uspeha čišćenja i jugoslovenskih mrkih ugljeva. Oni se zasnivaju na opštoj konstataciji da vrednosti istih zavise isključivo od vrste uređaja u kojima se vrši čišćenje, a ne i od fizičkih svojstava rovnog uglja koji se u njima čisti. Mnogi autori daju prigovore na

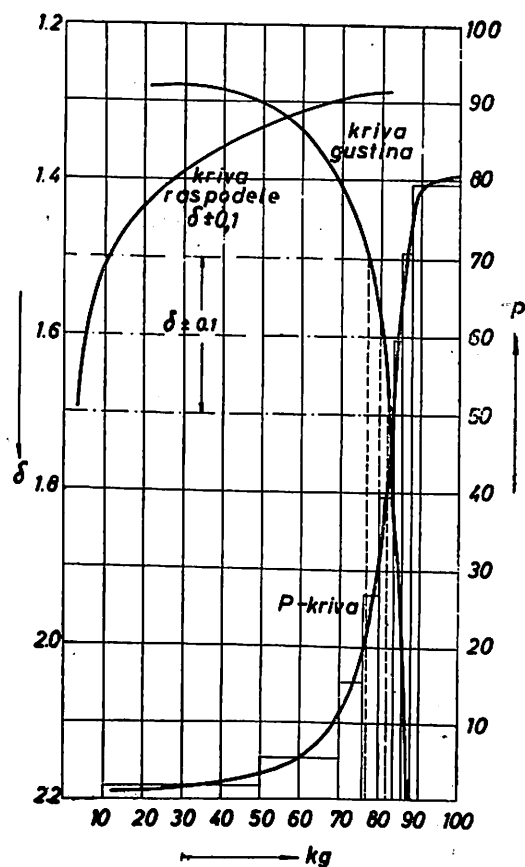
primenljivost tih parametara i na kamene ugljeve. Naročito se izdvaja kritika Wundt-a i Schaefer-a koja se odnosi na T—krive i parametar Ep, pri čemu se ti parametri žele zameniti „tačnijim“ parametrom datim pod nazivom „površina trougla greške u pepelu“.

tj. da je Tromp-ov parametar istovremeno i funkcija karakteristike uglja.

Oba autora ipak ostaju pri ubeđenju da postoji parametar preciznosti čišćenja, koji je „nezavisan“ od uticaja karakteristika rovnog uglja. Oni su ga



Sl. — H-R dijagram mrkog uglja Kakanj.



Sl. 2 — H-R dijagram standardnog uglja Ruhr.

Wundt i Schaefer matematičkim putem pobijaju tvrdnju Tromp-a izraženu obrascem:

$$T = f(M)$$

tj. da je bilo koji Tromp-ov parametar isključivo funkcija primenjene mašine za čišćenje, naglašujući da taj obrazac treba da dobije oblik:

$$T = f(M, U)$$

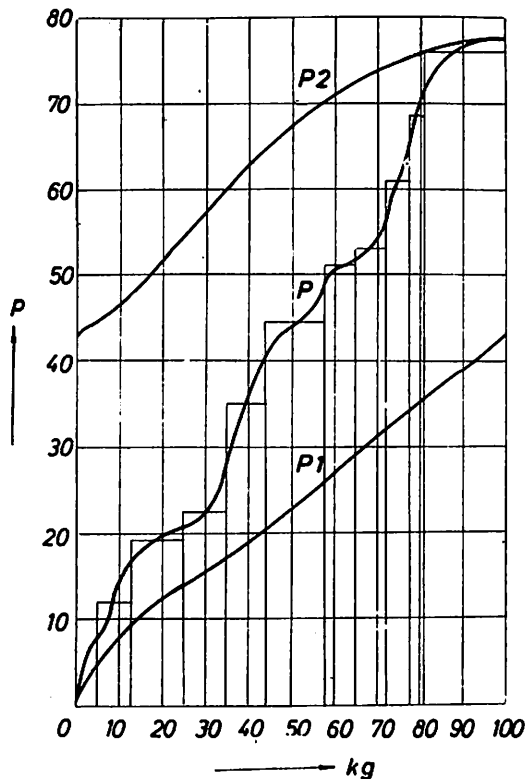
pronašli u veličini površine „trougla greške u pepelu“ (TG) i tvrde da je:

$$TG = f(M)$$

Primenjujući parametre za kontrolu preciznosti čišćenja mašina, uobičajenih pri tretiranju kamenih ugljeva, u radu sa mrkim ugljem bazena Trstionica rudnika Kaknja, uočena su izvesna neslaganja, koja ne idu u prilog osnovnih postavki o preciznosti čiš-

šćenja uglja prihvatanih od širokog kruga stručnjaka koji se bave problemima čišćenja uglja, pa ni u prilog tvrdnji Schaefer-a i Wundt-a.

Da bi se utvrdili uzroci koji dovode do odstupanja i neslaganja, ne samo s osnovnom postavkom u celini, već i sa vrednostima pojedinih parametara u pojedinostima, izvršen je niz industrijskih i poluindustrijskih ispitivanja na različitim vrstama ugljeva. Pri tome je proučavana zavisnost parametara preciznosti čišćenja, u prvom redu onih koji proizlaze iz T—krive, od karakteristika rovnog uglja izraženih parametrom sposobnosti uglja za čišćenje.



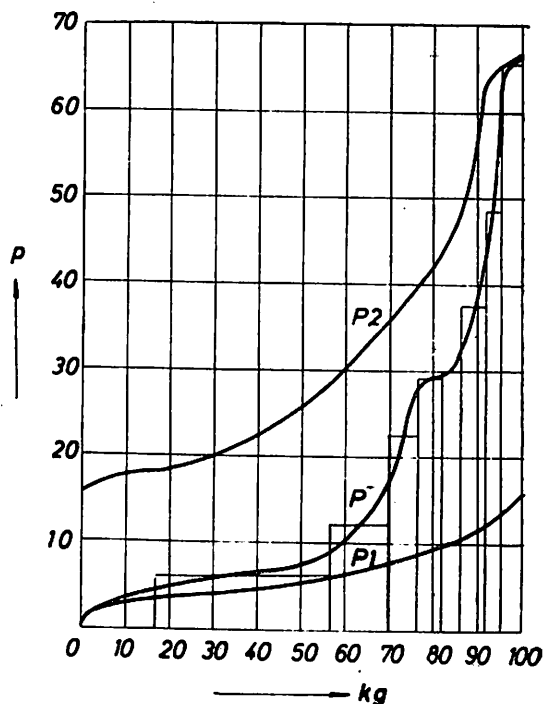
Sl. 3 — H-R dijagram uglja A.

Sposobnost za čišćenje mrkog uglja uočljiva je iz H—R dijagrama (sl. 1), koji je izrađen na osnovu analize P—T rovnog uglja. H—R dijagram, iako nezamisljiv u proučavanjima karakteristika čišćenja rovnog uglja, ipak ne predstavlja jedinstven pokazatelj, tj. neku brojčanu vrednost, na osnovu koje bi se mogla definisati sposobnost čišćenja nekog uglja. U našim opitima za merilo sposobnosti čišćenja odabran je parametar $\delta \approx 0,1$, zbog njegove jednostavnosti

i zadovoljavajuće egzaktnosti u prikazivanju nekih karakteristika rovnog uglja. To ipak, posve je sigurno da se u tu svrhu može upotrebiti i bilo koji drugi odgovarajući parametar. Pri tom H—R dijagram, odnosno njegova P—kriva ostaje osnovno merilo vrednosti parametra $\delta \approx 0,1$.

Karakteristike razmatranog i ispitivanog mrkog uglja

Sama ispitivanja i analize osnovnih parametara u procesu čišćenja mrkog uglja vršeni su na šest vrsti ugljeva različitog porekla i to:

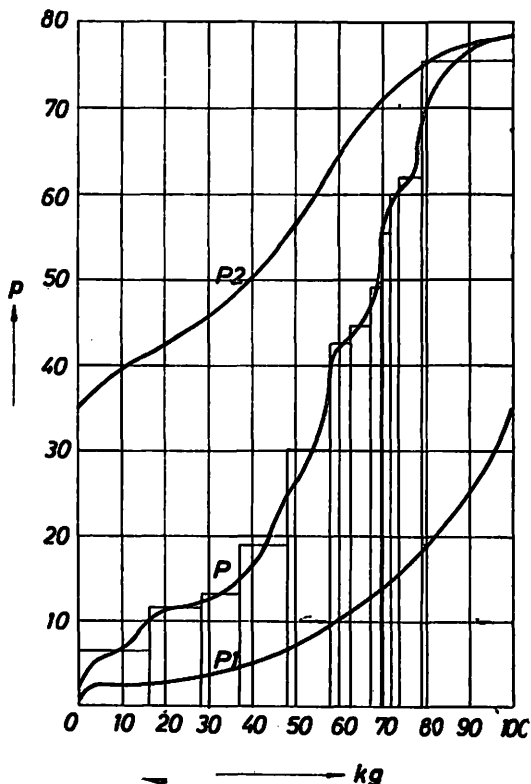


Sl. 4 — H-R dijagram uglja B.

- ugalj A, krovni sloj, krovna partija bazena Trstionice RMU Kakanj (sl. 3);
- ugalj B, I. podinski sloj bazena Trstionice RMU Kakanj (sl. 4);
- ugalj C, kompozit uglja A i B u različitim težinskim odnosima;

- ugalj D, mrki ugalj rudnika Bogovina (sl. 5);
- ugalj E, kameni ugalj rudnika Nova Jerma (sl. 6);
- ugalj F, glavni sloj pogona Stara Jama RMU Kakanj (sl. 7).

Oblik P-krivih H—R dijagrama svih tretiranih ugljeva od kojih su pet mrki a jedan kameni, predstavljaju, s obzirom na njihove fizičke osobine, vrlo nepodesnu sirovinu za čišćenje, izuzev uglja D, koji je nešto povoljniji za čišćenje, s obzirom na njegovu



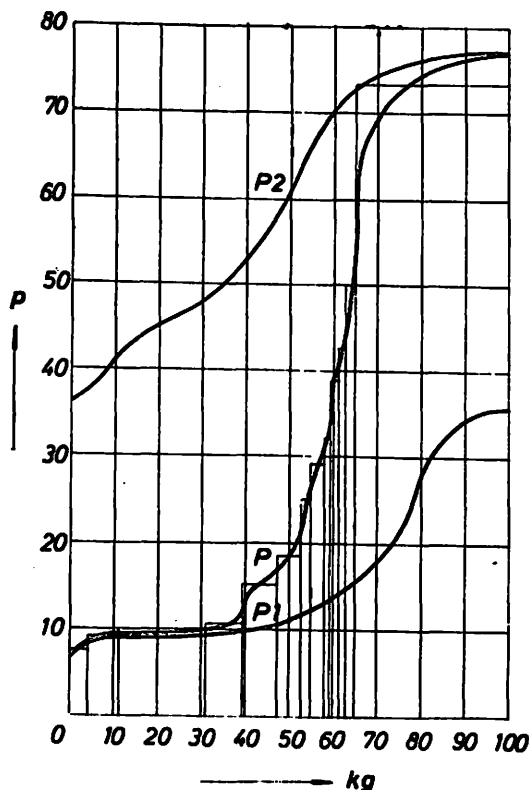
Sl. 5 — H-R dijagram uglja D.

raspodelu frakcija gustina. Ova prednost se na žalost gubi zbog sadržaja bentonita u jalovim proslojcima. Bentonit u uglju D, kao i glineni ulošci u uglju B i C, kod dužeg zadržavanja u mašinama za čišćenje, vrlo brzo narušavaju normalnu konzistenciju teške sredine u kojoj se vrši čišćenje.

Proučavanje sposobnosti čišćenja ovih ugljeva vršilo se na osnovu parametra $\delta \pm 0,1$ (sl. 8) poznatog još i pod naslovom „područje bliskih gustina”.

Krive parametra $\delta \pm 0,1$ svojim minimalnim radijusom zakrivljenosti u blizini nekog težinskog udela rovnog uglja ukazuju na najpodesniju gustinu odvajanja, tj. gustinu kod koje treba čistiti ugalj, da ono bude najuspešnije. Brža ili sporija promena radijusa zakrivljenosti, kao i manje ili veće zahvatanje težinskog udela rovnog uglja ukazuje na veću ili manju podesnost uglja za čišćenje.

Na engleskom jezičnom području odomaćen je i često upotrebljavan parametar $\delta \pm 0,1$, koji pokazuje najnižu gustinu kod koje je, u stvari, racionalno da se čisti neki određeni ugalj. Mnogi američki autori



Sl. 6 — H-R dijagram uglja E.

smatraju da to treba da bude ona gustina kod koje kriva $\delta \pm 0,1$ pokazuje da se 10% težinskog udela uglja nalazi unutar područja $\delta \pm 0,1$ gustine. Čišćenje uglja iznad te gustine je relativno lako, dok je čišćenje ispod nje relativno teško.

Kako shodno podacima koji se dobijaju iz krivih sa sl. 8 ne može biti govora o količini od 10% težinskih udela koji bi padali unutar $\delta \pm 0,1$ područja gustine, to taj indeks 10% ne bi mogao biti merilo

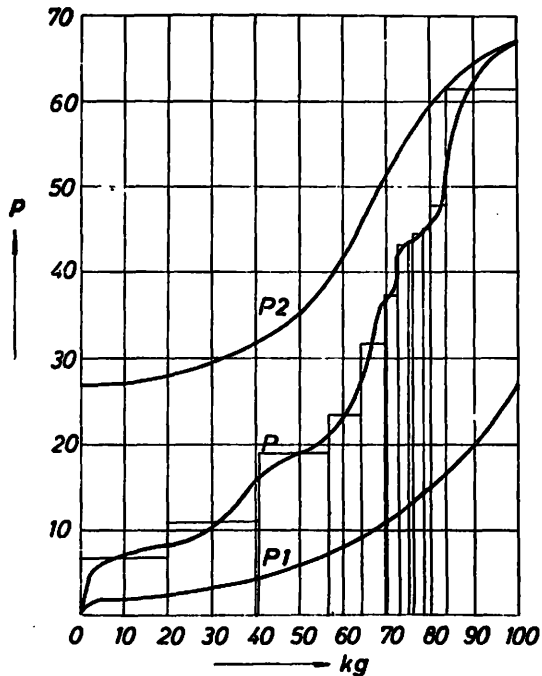
određivanja najpovoljnije gustine čišćenja uglja. Taj indeks bi trebalo, da u našim uslovima, za naše mrke ugljeve, ima vrednost oko 15 težinskih jedinica. jer krive (sa sl. 8) $\delta \pm 0,1$ za ugljeve A do F pokazuju da je promena dužine radijusa zakrivljenosti tih krivih najveća u području gustine 1.6. da su na tom mestu sve krive koncentrisane gotovo simetrično oko 15 težinskih jedinica rovnog uglja i da tu raspodela ostaje približno nepromenjena iako gustina raste.

Specifičan slučaj uglja nepodesnog za čišćenje, koji je to, u stvari, samo radi metode čišćenja koja izaziva vrlo intenzivno usitnjavanje, može se posmatrati na krivama $\delta \pm 0,1$ datim na sl. 9.

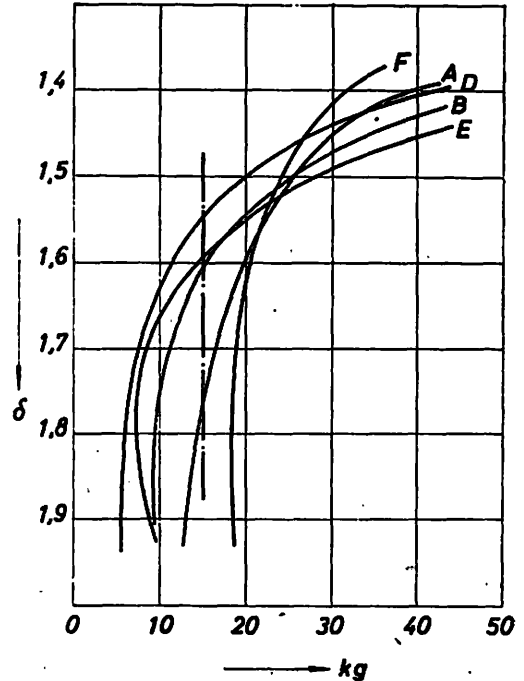
Parametar sposobnosti čišćenja uglja izračen krivom $\delta \pm 0,1$ (a) dobija sasvim obrnut oblik od inače uobičajenog. Taj oblik je utvrđen na osnovu izračunate P-krive iz gotovih proizvoda čišćenja. U ovom slučaju je kvalitetan ugalj bio toliko izmrvljen, da se nije mogao konstatovati ni u jednom proizvodu, već je u obliku mulja napustio postrojenje za čišćenje zajedno sa otpadnim vodama.

Postrojenje na kom su vršena ispitivanja i tok opita

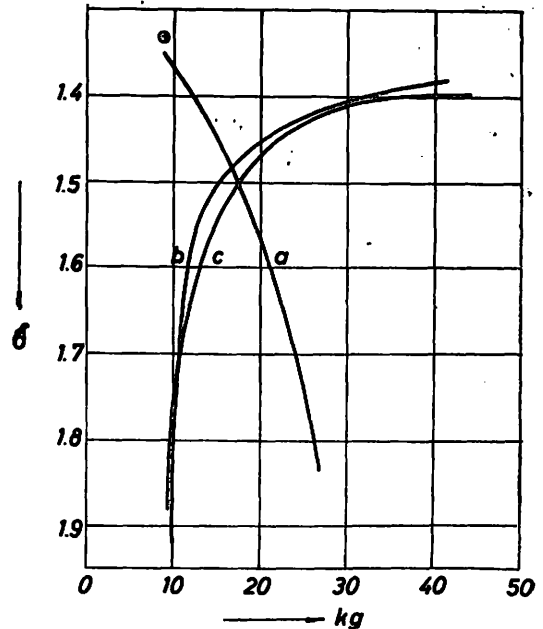
Svi opiti, kako industrijskog tako i poluindustrijskog obima, vršeni su na postrojenju za čišćenje



Sl. 7 — H-R dijagram uglja F.



Sl. 8 — Krive $\delta \pm 0,1$ uglja A, B, D, E i F.

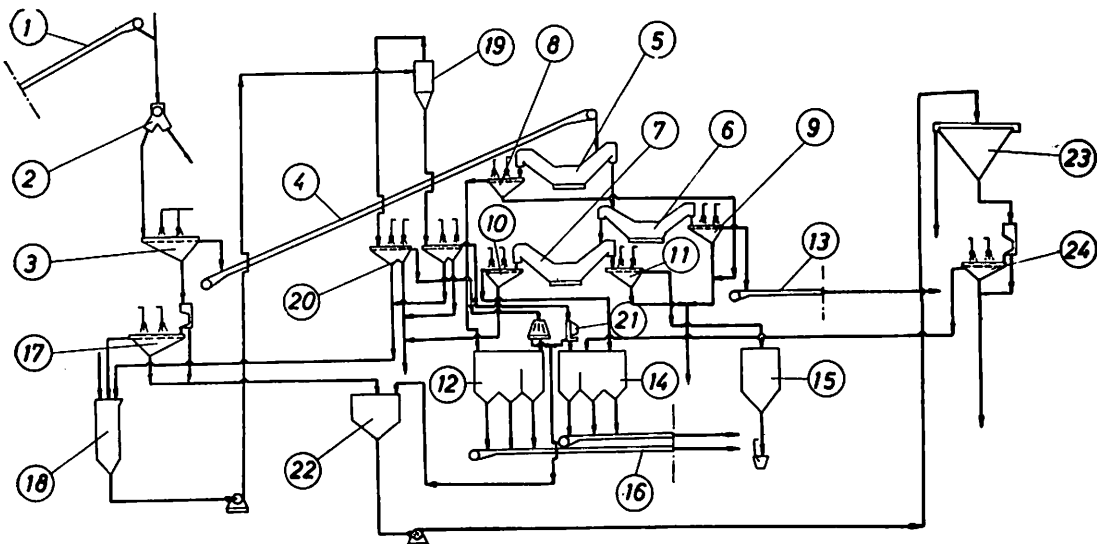


Sl. 9 — Krive $\delta \pm 0,1$ rovnog uglja E.
 a. klasa — 80 + 15 mm
 b. klasa — 15 + 0,5 mm
 c. klasa — 30 + 0,5 mm

uglja u teškoj sredini (sl. 10) RMU Kakanj. Postrojenje je bilo kapaciteta 125 t/h, a izgrađeno je 1954. godine za čišćenje uglja tipa A, B i C.

Kao teška sredina koristi se suspenzija sitno mlevenog magnetita u vodi. Ugalj se čisti u dva sistema:

- u prvom sistemu zastupljeni su koritasti separatori tipa DSM (Dutch States Mines), za ugalj krupnoće 80 do 15 (12;8) mm, kapaciteta 60 do 90 t/h i
- hidrociklon, tipa DSM, promera 500 mm za sitne klase uglja 15 (12;8) do 0,5 mm (drugi sistem).



Sl. 10 — Šema tehnološkog procesa postrojenja kapaciteta 125 t/h.

Najsitniji ugalj, veličine zrna ispod 0,5 mm, se ne čisti.

Tehnološki proces u novoizgrađenom postrojenju obuhvatio je čišćenje krupnih klasa u tri identična separatora, postavljena u seriji pri gustinama odvajanja 1,4; 1,55 i 1,8, odvajajući četiri proizvoda:

- očišćeni ugalj,
- prvi međuproizvod,
- drugi međuproizvod i
- jalovinu.

Sitne klase uglja čišćene su u hidrociklonu pri gustini odvajanja oko 1,5 pri čemu su odvajana samo dva proizvoda:

- očišćeni ugalj i
- međuproizvod bez odvajanja jalovine.

Na bazi opisanog tehnološkog procesa vršena su ispitivanja na ugljevima A, B, C, D i E.

Zbog zagađivanja teške sredine rastvaranjem izvesnih komponenata jalovine, izvršeno je preinacjenje tehnološkog procesa za čišćenje krupnih klasa u tom smislu, što se iz rovnog uglja krupnih klasa izdvajala prvo jalovina a potom ostali proizvodi. Pri tom je ujedno bio povećan dotadašnji nominalni kapacitet postrojenja od 125 t/h na novih 145 t/h (sl. 11).

Poluindustrijski opiti vršeni su u istom postrojenju samo s tom razlikom što je mešač uglja i suspenzije bio ugrađen iznad hidrociklona na visini oko 5 m. Hidrociklon je umesto dotadašnjeg visokotlačnog postao niskotlačni. Hranjenje mešača vršeno je ručno.

Nominalni kapacitet pogona 125 t/h bio je iskorišćen sa 70 do 100%, a iste vrednosti iskorišćenja pogona su se postizale nakon povećanja kapaciteta na 145 t/h. Težinski udeli svih klasa iznosili su u proseku:

krupne klase	— 80 + 8 mm	73,5%
sitne klase	— 8 + 0,5 mm	23,2%
mulj	— 0,5 mm	2,3%

ili

krupne klase	— 80 + 15 mm	62,0%
sitne klase	— 15 + 0,5 mm	35,7%
mulj	— 0,5 mm	2,3%

što je utvrđeno na osnovu granulometrijskog sastava rovnog uglja koji je prikazan na tablici 1.

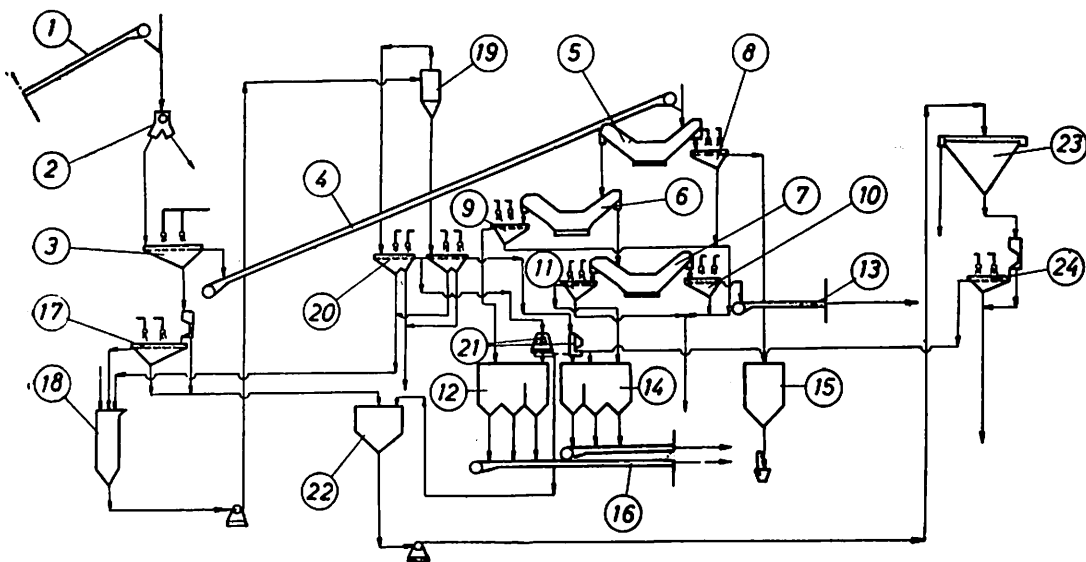
Sistem DSM separatora radio je u toku opita pod sledećim režimom:

- prvi DSM separator: nominalni kapacitet 90 t/h. U toku serijskih opita održavano je opterećenje u dijapazonu od 40 do 80 t/h. Gustina suspenzije u radu se kretala u granicama od 1,360 do 1,485. Kao suspenzoid korišćen je magnetit finoće 75% minus 74 mikrona. U prvim serijama opita nisu vršena merenja konzistentnosti suspenzije; međutim,

Indeks viskoziteta „PIC“ kretao se u granicama 7,7 do 10,4. Gustina suspenzije u radu kretala se je u granicama 1,70 do 1,840.

Nakon izvršene izmene u tehnološkom procesu prvi DSM separator (dva u paralelnom radu) je izdvajao jalovinu pri gustinama datim za treći separator. Nominalni kapacitet separatora bio je 2×60 t/h rovnog uglja, a radno opterećenje se je kretalo između 70,5 i 89,0 t/h.

Sistem hidrociklona radio je u toku opita pod sledećim režimom: nominalni kapacitet hidrociklona prečnika 500 mm iznosio je 45 t/h, dok je radno opterećenje variralo u granicama između 18,5 i 38,2 t/h.



Sl. 11 — Šema tehnološkog procesa postrojenja za čišćenje uglja kapaciteta 154 t/h

docnije taj parametar je redovito proveravan i kretao se u granicama indeksa viskoziteta „PIC“ od 3,9 do 4,7;

- drugi DSM separator: nominalni kapacitet mu je iznosio 60 t/h, a radno opterećenje iznosilo je u toku opita od 50 do 57 t/h. Indeks viskoziteta „PIC“ kretao se oko vrednosti 5,7. Ostali uslovi rada bili su isti izuzev gustine suspenzije, koja se kretala u granicama 1,500 do 1,660;
- treći DSM separator: nominalni kapacitet 60 t/h. Radno opterećenje u toku opita iznosilo je 30 do 45 t/h.

Gustina suspenzije u radu varirala je od 1,300 do 1,420. Suspenzoid je bio isti kao i u sistemu DSM separatora. U cilju utvrđivanja činjenica međusobne zavisnosti parametra preciznosti čišćenja i karakteristika uglja izvršeno je 388 industrijskih i poluindustrijskih opita, dok je broj opita u cilju kontrole pogona, a koji su takođe razmatrani u ovim proučavanjima, bio znatno veći.

Vreme trajanja pojedinog opita iznosilo je oko dva časa.

Uzimanje uzoraka za kontrolu procesa vršeno je na svim potrebnim tačkama važnim za proračun različitih parametara.

Težine ulazne sirovine i proizvoda čišćenja određivane su direktnim merenjima.

Tablica 1

Granulometrijski sastav rovnog uglja A

Veličina zrna mm	Težinski udeo ^{0/0}	Zbirna težina ^{0/0}
> 80	1,2	1,2
— 80 + 50	14,9	16,1
— 50 + 30	20,4	36,5
— 30 + 18	14,6	51,1
— 18 + 12	14,1	65,2
— 12 + 10	2,5	67,7
— 10 + 8	5,8	73,5
— 8 + 6	3,2	76,7
— 6 + 3	8,4	85,1
— 3 + 1	9,3	94,4
— 1 + 0,5	3,3	97,7
< 0,5	2,2	99,9
S v e g a :	99,9	

Tablica 3:

Vrednosti Ep za hidrociklon (klasa — 8 + 0,5 mm)

Redni broj	Veličina zrna mm	Gustina odvajanja		Oštrina Ep	$\delta \pm 0,1$ kg	Količina ulaza t/h
		δd				
1		1,400		0,038	15,8	23,7
2		1,430		0,015	9,0	22,7
3		1,480		0,058	18,9	31,4
4	— 8 + 0,5	1,505		0,035	14,5	30,2
5		1,565		0,025	10,3	24,1
6		1,570		0,032	12,1	38,2
7		1,670		0,012	5,3	21,7
8		1,675		0,008	4,1	18,5

Tablica 4

Vrednosti Ep za hidrociklon (klasa — 15 + 0,5 mm)

Redni broj	Veličina zrna mm	Gustina odvajanja		Oštrina Ep	$\delta \pm 0,1$ kg	Količina ulaza t/h
		δd				
1		1,350		0,018	13,0	37,5
2		1,400		0,015	11,7	25,9
3		1,440		0,022	15,5	42,5
4		1,450		0,045	18,7	32,1
5		1,475		0,025	16,0	35,7
6	— 15 + 0,5	1,480		0,042	18,3	29,3
7		1,490		0,041	18,0	20,6
8		1,495		0,021	14,2	37,5
9		1,499		0,039	16,8	31,7
10		1,420		0,050	19,0	34,5
11		1,585		0,035	16,6	32,7

Tablica 2

Vrednosti Ep za prvi DSM

Red. broj	Veličina zrna mm	Gustina odvajanja		Oštrina Ep	$\delta \pm 0,1$ kg	Količina ulaza t/h
		δd				
1		1,380		0,030	18,1	52,1
2	— 80 + 8	1,380		0,018	8,2	69,0
3		1,385		0,024	15,8	71,5
4		1,380		0,019	11,8	77,3
5		1,395		0,021	14,6	69,4
6		1,400		0,037	19,5	59,2
7	— 80 + 15	1,430		0,020	12,3	68,7
8		1,410		0,043	21,5	63,2
9		1,450		0,029	16,5	69,0
10		1,700		0,047	21,9	91,0

Količine uzoraka, kao i sam način njihovog uzimanja i pripremanja vršen je shodno nemačkim standardizovanim propisima.

Laboratorijska obrada uzetih uzoraka vršena je za svaki opit zasebno, prema već pomenutim propisima, osim određivanja pepela, koja su vršena prema Jugoslovenskom standardu (JUS BH9 002).

Na reprezentativnim uzorcima ulazne sirovine i izdvojenih proizvoda određivani su odnosno izračunavani karakteristike i parametri:

- dijagram čišćenja po Henry—Reinhardt-u (H—R dijagram),
- parametar $\delta \pm 0,1$,
- parametri preciznosti čišćenja: T — kriva, Ep i trougao greške u pepelu,
- organsko iskorišćenje.

Parametar sposobnosti čišćenja uglja $\delta \pm 0,1$ kretao se je od vrednosti karakterističnih za podesan ugalj za čišćenje, kakav je bio ugalj D, preko vrednosti utvrđenih za ugalj A do parametara $\delta \pm 0,1$ uglja F izričito nepodesnog za čišćenje (sl. 8).

Rezultati opita i njihovo tumačenje

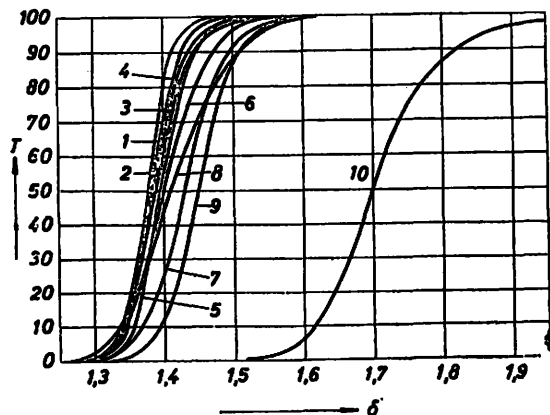
Parametri preciznosti čišćenja E_p i TG, utvrđivani pri opisanim opitima prikazani su na tablicama 2, 3, 4, 5 i 6, a T — krive na slikama 12, 13 i 14.

Prikazani rezultati opita, pri inače identičnim uslovima rada mašina za čišćenje, pokazuju odstupanja od merila za čišćenje uglja datih za kameni ugalj.

U prvom redu može se zapaziti da ugalj približno podjednake frakcija gustina daje položeniji tok T—krive. Drugim rečima, u našem slučaju, nepovoljniji oblik H—R dijagrama daje nepovoljnije rezultate preciznosti čišćenja.

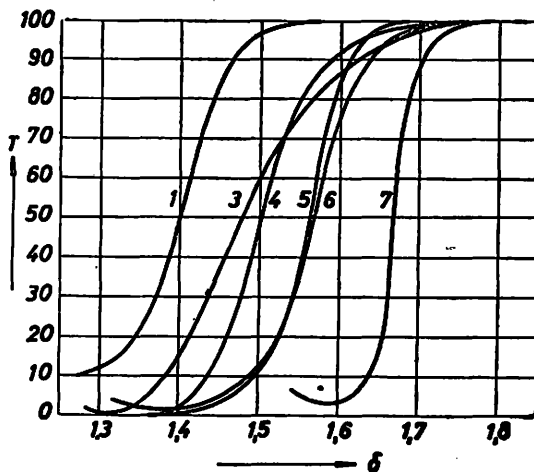
Dalje, grafički prikaz numeričkih vrednosti T—krivih, izraženih parametrom E_p u zavisnosti od numeričkih vrednosti karakteristika rovnog uglja i parametrom $\delta \pm 0,1$ (sl. 15), ukazuje na gotovo linearnu promenu gradijenta zavisnosti parametra E_p , a time i T—krive, od promena parametra $\delta \pm 0,1$, odnosno karakteristike rovnog uglja, datog u H—R dijagramu. Iz toga proizlazi da se o nekoj nezavisnosti parametara T—krive i E_p ne može govoriti.

Mada postoji izvesna neravnomernost raspodele tačaka dijagrama (sl. 15) i njihovo odstupanje od generalnog toka, kod izvesnog broja opita, ona ipak ne umanjuje vrednost upravo iznetih saznanja. Ta neravnomernost, koja je naročito došla do izražaja kod niskih gustina odvajanja, rezultat je kako heterogenosti sastava rovnog uglja, tako i celokupnog tretiranja uglja i uzorka.

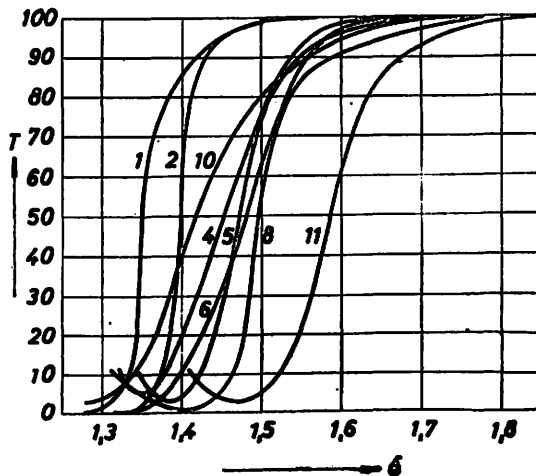


Sl. 12 — T—krive čišćenja krupnih klasa uglja $-80 + 15$ (8) mm u 1. DSM separatoru.

Gotovo isto se zapaža na tablicama 5 i 6 i dijagramima sl. 16. Promena zavisnosti parametra „trougao greške u pepelu“ od parametra $\delta \pm 0,1$ u ovim dijagramima došla je također do izražaja. Očito je da se ne može govoriti o nekoj univerzalnoj vrednosti bilo kog parametra preciznosti čišćenja, kao isključivog merila rada mašine pri indentičnim uslovima, a ne uzimajući u obzir parametre sposobnosti čišćenja tretiranog uglja.



Sl. 13 — T—krive čišćenja sitnog uglja $-8 + 0,5$ mm u hidrociklonu.



Sl. 14 — T—krive čišćenja sitnog uglja $-15 + 0,5$ mm u hidrociklonu.

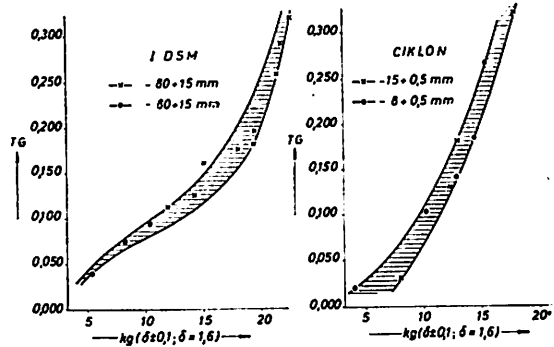
Vrednosti TG za prvi DSM

Veličina zrna mm	Gustina odvajanja δd	TG kg	$\delta \pm 0,1$ kg	Količina ulaza t/h
- 80 + 8	1,380	0,055	8,2	69,0
	1,485	0,090	10,4	62,4
	1,450	0,040	5,3	30,4
	1,400	0,258	21,5	75,0
	1,400	0,188	19,5	59,2
	1,410	0,320	22,6	70,5
	1,425	0,175	18,1	70,2
- 80 + 15	1,425	0,160	15,1	68,2
	1,430	0,112	12,0	80,1
	1,440	0,125	14,3	65,3
	1,700	0,290	21,9	94,0
	1,840	0,195	19,6	72,3

Tablica 5

je namenio Schaefer, tj. da je ona isključivo parametar primenjene mašine za čišćenje, već je očito da ta vrednost nosi u sebi elemente uslovljene rovnim ugljem, i da za nju važi obrazac:

$$TG = f(U, M)$$

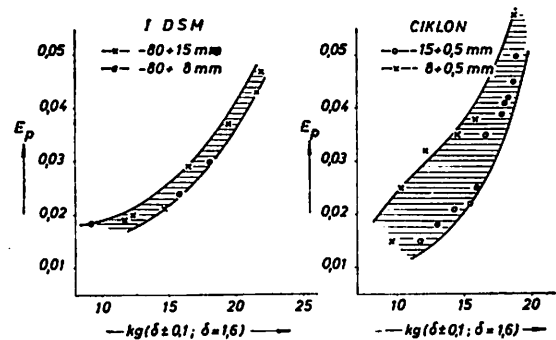


Sl. 15 — Zavisnost E_p od parametra $\delta \pm 0,1$ za 1. DSM separator i hidrociklon

Vrednosti TG za hidrociklon

Veličina zrna mm	Gustine odvajanja δd	TG kg	$\delta \pm 0,1$ kg	Količina ulaza t/h
- 8 + 0,5	1,400	0,185	14,5	30,2
	1,480	0,500	18,9	31,4
	1,470	0,140	12,9	35,3
	1,550	0,265	15,5	28,9
	1,565	0,105	10,3	24,1
	1,700	0,020	4,0	21,0
-15 + 0,5	1,490	0,320	18,0	30,6
	1,350	0,182	13,0	37,5
	1,505	0,130	12,4	27,3
	1,675	0,030	8,0	12,0

Tablica 6



Sl. 16 — Zavisnost TG od parametra $\delta \pm 0,1$ za 1. DSM separator i hidrociklon.

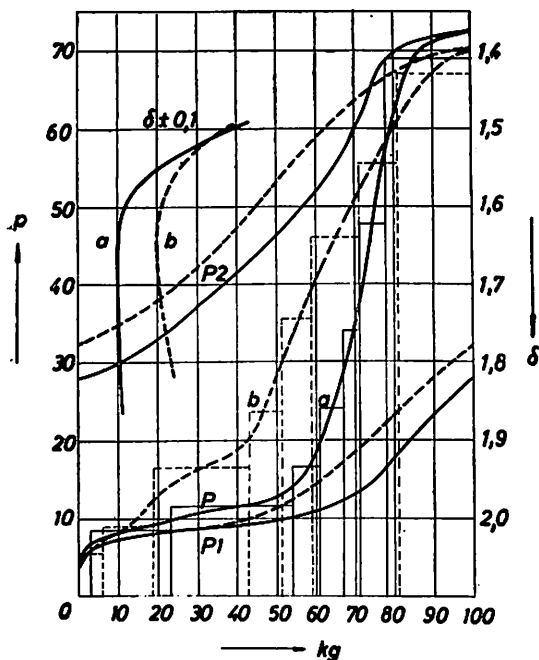
Na osnovu ovih razmatranja uverljiva je tvrdnja Wundt-a i Schaefer-a da su Tromp-ova kriva, kao i svi parametri koji iz nje proizilaze, nužne funkcije kako samog uglja, tako i mašine koja taj ugalj tretira. Ali iz toga proizilazi, bar što se tiče kakanjskog uglja, da vrednost parametra „površine trougla greške u pepelu“, nema onu važnost koju joj

Dalju potvrdu valjanosti izloženih saznanja su dali opiti poluindustrijskog obima, izvršeni na dva veštački pripremljena uzorka uglja. Obe vrste uglja imale su potpuno identičan granulometrijski sastav, kako bi se na taj način izbegao uticaj različitih veličina zrna na oblik T-krive i ostalih parametara.

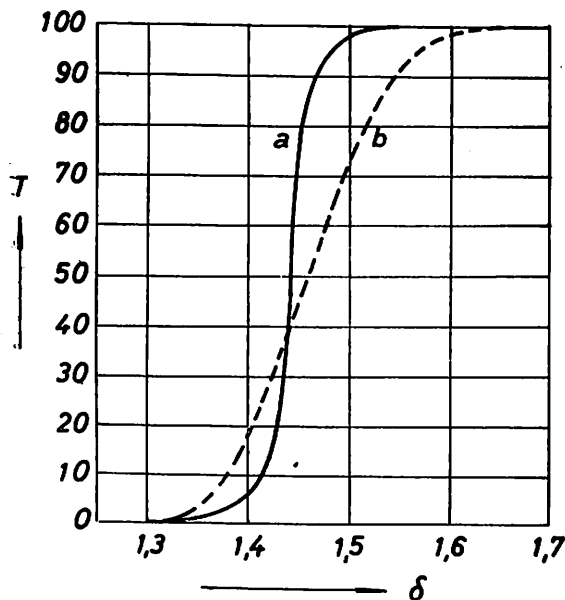
Količine uglja podesnog za čišćenje (sl. 17, puna linija „a“) i nepodesnog za čišćenje (sl. 17 isprekidana linija „b“) bile su podjednake, tj. 10 tona za svaku vrstu uglja.

Opiti su izvršeni u hidrociklonu sa niskim pritiskom i gravitacionim hranjenjem. Uslovi hranjenja, gustina teške sredine u radu, konzistentnost teške sredine i drugo podržavani su nepromenjeno tokom opita.

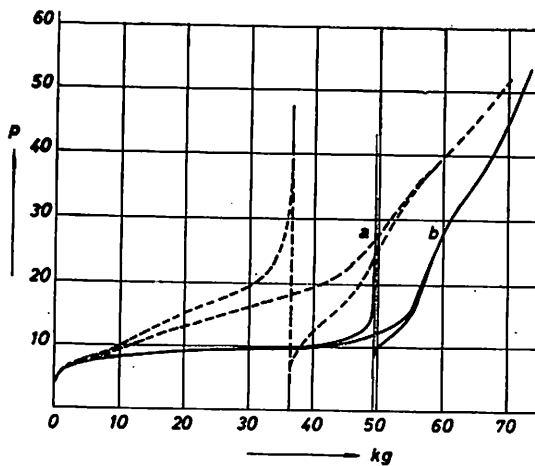
Karakteristike kvaliteta, kao i parametri sposobnosti čišćenja uglja koji su dati na H-R dijagramima (sl. 17) navode na već ranije pokazane činjenice.



Sl. 17 — H-R dijagrami uglja „a“ podesnog za čišćenje i uglja „b“ nepodesnog za čišćenje.



Sl. 18 — T-krive za hidrociklon uglj „a“ podesan za čišćenje uglj „b“ nepodesan za čišćenje.



Sl. 19 — Trouglovi grešaka u pepelu za hidrociklon uglj „a“ podesan za čišćenje uglj „b“ nepodesan za čišćenje.

(Rezultati opita dati su na tablici 7 i sl. 18 i 19).

Tablica 7

Vrednosti Ep i TG za hidrociklon

Ugalj	Veličina zrna mm	Gustina Oštrina		Trougao greške TG	$\delta \pm 0,1$ Količin ulaza kg t/h
		δd	Ep		
a	15 — 0,5	1,442	0,010	0,084	10,9
b		1,460	0,047	0,808	18,8

Zaključak

Izvršena su ispitivanja mrkih ugljeva, koji su posedovali gotovo podjednako široke srednjih frakcija gustina pri čemu je utvrđeno da oni predstavljaju ugljeve, koji su, a priori, vrlo „teški“ za čišćenje. Ta činjenica predstavlja osnovnu razliku između ispitivanih ugljeva i kamenih ugljeva, jer su kameni ugljevi bili sirovina na osnovu kojih se došlo eksperimentalno dokazanom saznanju da su parametri preciznosti čišćenja T-kriva, Ep, TG itd. isključivo karakteristike primenjenih mašina odnosno postrojenja.

Međutim, takođe je utvrđeno da se kod ugljeva sa izraženom tendencijom porasta vrednosti parame-

tra $\delta \pm 0.1$ javlja i porast numeričke vrednosti parametara preciznosti čišćenja, a usled toga i odgovarajuće smanjenje oštine odvajanja. To smanjenje oštine odvajanja odražava se kod parametara E_p i „površine trougla greške u pepelu“ u povećanju njihove vrednosti.

Međusobne promene navedenih parametara nisu podjednake, već su one, u zavisnosti od karakteristika uglja, više ili manje izražene kod jednog ili drugog parametra.

U svim ispitivanim slučajevima utvrđeno je da karakteristike mrkog rovnog uglja rudnika Kakanj imaju bitan uticaj na vrednosti parametara precizno-

sti čišćenja. Od tada, do sada upotrebljavani parametri preciznosti čišćenja pri čišćenju kamenog uglja, ne mogu u slučaju mrkog uglja Kakanj, biti prihvatljivi kao merila preciznosti čišćenja isključivo zavisnih od rada primenjene mašine.

Štaviše, ova tvrdnja dolazi u pitanje i kod ostalih mrkih ugljeva, pa i kod ugljeva sa većom sposobnosti čišćenja, kao što su npr. kameni.

Iz svega ovog neminovno proizlazi da se pri oceni parametara preciznosti čišćenja uglja mora voditi računa kako o samoj mašini, tako i o karakteristikama uglja koji treba da se čisti.

Literatura

Schäfer, O., 1954: Beitrag zur Auswertung von Waschversuchen mit Steinkohle. — „Glückauf“ 90, S. 908.

Tromp, K. F., 1937: Neue Wege für Beurteilung der Aufbereitung von Steinkohlen. — „Glückauf“, 73. Nr. 6 i 7.

Wundt, H., Schäfer, O., 1956: Die Erfolgsrechnung in der Steinkohlenaufbereitung. — Bergbau — Archiv. 17 Bd. I/2.

Richtlinien für Abnahme und Überwachung von Steinkohlen — Aufbereitungsanlagen. — Ausgabe 1954, Vornorm DIN 23011.

Teera, A., 1938: Essai d'une Théorie du Lavage. — Revue de l'Industrie Minérale (18).

