

INFORMACIJE B
BROJ 45



Dr ing. Mira Manojlović — Gifing

PRILOG KINETICI FLOTIRANJA GALENITA

RUDARSKI INSTITUT - BEOGRAD 1966.

Izdavač
ŠUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Glavni urednik
Prof. ing. Vladimir Buljan

Redakcioni odbor

Ahčan dr ing. Rudolf, Antić dipl. ing. Milan, Blažek dipl. ing. Aleksandar, Bujan prof. ing. Vladimir, Čolić dipl. ing. Dragomir, Draškić doc. dr ing. Dragiša, Dular dipl. ing. Slavko, Gluščević prof. ing. Branko, Ivanović dipl. ekon. Kosta, Kun dipl. ing. Janoš, Lešić prof. dr ing. Đura, Makar dipl. ing. Milivoj, Malić prof. dr ing. Dragomir, Marković doc. dr ing. Stevan, Marunić dipl. ing. Đura, Milutinović prof. dipl. ekon. Velimir, Mitrović dipl. ing. Dragoljub, Mitrović dipl. ing. Mira, Novaković dipl. ing. Ljubomir, Obradović dipl. ing. Petar, Perišić dr ing. Mirko, Simonović dipl. ing. Momčilo, Spasojević dipl. ing. Borislav, Stojadinović prof. dr ing. Dragutin, Tomašić dr ing. Stjepan, Veličković prof. dr ing. Dušan, Vesović dipl. ing. Milan.

BROJ 45

Dr ing. Mira Manojlović — Gifing

PRILOG KINETICI FLOTIRANJA GALENITA

BEOGRAD, 1966.

PRILOG KINETICI FLOTIRANJA GALENITA

U V O D

Poznato je da se isti minerali iz raznih ležišta pa i iz istog, različito ponašaju pri fлотiranju što se manifestuje kako u pogledu režima fлотiranja (vrste i količine reagensa) tako i u pogledu pokazatelja koncentracije (kvaliteta i iskorišćenja).

Neujednačenosti u pogledu režima fлотiranja i pokazatelja koncentracije, kako metaličnih ruda, tako i ruda nemetalna proističu delom iz sastava rude (količine i vrste korisnih minerala i minerala jalogvine) i osobina same rude (krupnoće i načina asocijacije minerala), a delom i usled specifičnosti istih minerala iz raznih ležišta.

Uslovi stvaranja minerala a i kasnije njegove izmene u ležištu daju mu obeležje fizičkih i fizičko hemijskih osobenosti koje nesumnjivo utiču na njihovo ponašanje u procesu fлотiranja. Naime, ako se uzme da na brzinu fлотiranja minerala (misli se na jedan određeni mineral) utiče količina kolektora i krupnoća minerala, veoma je teško objasniti interesantnu činjenicu da količina adsorbovanog kolektora za jedan isti mineral ne utiče na njegovo iskorišćavanje, odnosno da za isto vreme trajanja fлотiranja pri istim uslovima, količina adsorbovanog kolektora na površinama minerala nije u isto vreme i merilo flotabilnosti minerala. Međutim, neosporna je činjenica da je uslov za uspešno fлотiranje minerala njegova hidrofobnost ostvarena uglavnom adsorpcijom kolektora.

Brzina fлотiranja je rezultat brzine hidrofobizacije površina mineralnih zrna, brzine obrazovanja kompleksa mineralno zrno — vazdušni mehurići, kao i stabilnosti ovog kompleksa i brzine levitacije kompleksa na površinu pulpe.

Na brzinu hidrofobizacije mineralnih zrna utiče: priroda samoga minerala, tj. veličine slobodne površinske energije i adsorpciona aktivnost površina mineralnih zrna prema kisikoniku i materijama rastvorenim u vodi, zatim vrsta i količina kolektora.

Na brzinu stvaranja kompleksa vazdušni mehurići — mineralno zrno utiče: veličina i oblik mineralnog zrna, način obrazovanja i starost vazdušnog mehurića, kao i način ostvarivanja kontakta između mehurića i mineralnog zrna (sudarom, dodirom ili izdvajanjem).

Na brzinu levitacije utiče opterećenost vazdušnih mehurića, naročito nepovoljno deluje stvaranje gnezdova minerala.

Brzina fлотiranja određuje se na bazi srednje brzine V_{sr} .

$$V_{sr} = \frac{\epsilon}{t} \cdot (\%) \text{ min.}$$

gde je:

ϵ — iskorišćenje fлотiranog minerala za vreme t.

Međutim, ovakvo obračunavanje srednje brzine fлотiranja ne daje pravilnu ocenu procesa fлотiranja, jer ne pokazuje izmene u brzinama fлотiranja za pojedinačne intervale vremena. Izdvajanjem vremenskih proizvoda fлотiranja dobija se pravilnija ocena brzine fлотiranja, ali ni ona nije potpuno tačna, jer se nagibi krivih fлотiranja menjaju u funkciji vremena trajanja fлотiranja ne samo u zavisnosti od promena u brzinama fлотiranja minerala, već i u zavisnosti od procentualnog udela minerala u pulpi.

U novije vreme, metodom Beloglazova data je mogućnost da se analizom vremenskih proizvoda dobije kvantitativna ocena brzine fлотiranja minerala:

$$\ln \frac{1}{\lambda - \epsilon} = k \int_0^t N \varphi dt$$

gde je: ϵ — iskorišćenje fлотiranog minerala za vreme t;

N — broj vazdušnih mehurića za vreme dt;

φ — verovatnoća stabilnog učvršćivanja vazdušnog mehurića na mineralna zrna;

k — koeficijent.

Veličina $\ln \frac{1}{\lambda - \epsilon}$ fiaziva se koeficijentom specifične brzine fлотiranja.

Za utvrđivanje brzine flotiranja postoje i drugi kinetički pokazateli, kao specifičan flotacioni odnos, koeficijent mineralizacije i dr.

Međutim, i pored svih izračunavanja kinetike flotiranja, nije još nigde definisano koji parametri imaju dominantan uticaj na brzinu flotiranja, tj. da li brzina hidrofobizacije ili brzina stvaranja stabilnih kompleksa mineral — vazdušni mehurić.

Prema podacima iz literature razlike u flotacionim osobinama istih minerala iz raznih ležišta potičale bi iz razlika u njihovoj mineraloškoj hemijskoj čistoti, odnosno iz razlika u aktivnosti njihovih površina prema kolektoru (ma da, kao što smo već rekli količina adsorbovanog kolektora nije merilo flotabilnosti minerala) i od krupnoće mineralnih zrna. Međutim, poznato je da u otocima flotacija i laboratorijskih opita flotiranja, zaostaju mineraloški čista zrna i to relativno krupna, čiji se hemijski sastav ne razlikuje od hemijskog sastava zrna koja su isflotirala.

Naša ispitivanja uticaja hemijskog sastava galenita na njegove flotacione osobine pokazale su da uzrok neujednačenom flotiranju galenita iz raznih ležišta pa i iz istog (za slučajeva ispitivanih uzoraka) ne leži u njihovom hemijskom sastavu (čistoći minerala) i da isti ne utiče na brzinu hidrofobizacije galenita, ma da se galenit iz raznih ležišta pa i iz istog hidrofobizira raznim brzinama. Uzrok ovih razlika u brzinama hidrofobizacije leži isključivo u kristalnom sklopu galenita. Naime, utvrđili smo da se galenit iz poliminerálnih agregata hidrofobizira brže od galenita iz monomineralnih agregata, a ovi brže od galenita iz lepo razvijenih kristala, a da količina adsorbovanog kolektora površinama minerala upada obrnutim redom, kao i da količina adsorbovanog kolektora ne utiče na brzinu flotiranja minerala.

Dalja ispitivanja na iznalaženju uzroka razlika u brzini flotiranja minerala, izvršili smo na istim uzorcima na kojima smo vršili i ispitivanja uticaja hemijskog sastava galenita na njihove flotacione osobine (na galenitima Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova) i ona su obuhvatala:

- ispitivanje uticaja minerala na brzinu flotiranja.
- ispitivanje uticaja koncentracije kolektora na brzinu flotiranja,
- ispitivanje uticaja aeracije na brzinu flotiranja.

Pripremanje uzorka galenita za eksperimentalni rad

Za eksperimentalni rad iznalaženja uzroka razlikama u brzini flotiranja galenita iz raznih ležišta

pa i iz istog uzeli smo galenit iz ležišta Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova. Pripremanje uzorka vršili smo suvim i mokrim postupkom.

Za suvi postupak pripremanje je vršeno suvim usitnjavanjem i prosejavanjem po svim propisima za održavanje hidrofilnosti uzorka, neposredno pre flotiranja; 24 časa pre flotiranja; 8 dana pre flotiranja; 30 dana pre flotiranja.

Za mokri postupak, pripremanje je vršeno suvim usitnjavanjem i prosejavanjem uz prečišćavanje u vodi na uredaju „Haultain Super-panneru“, neposredno pre izvođenja opita flotiranja.

Krupnoća galenita u uzorcima posle pripremanja iznosila je — $0.2 + 0.15$ mm.

Izvođenje opita flotiranja

Flotiranje je vršeno u usavršenoj „Hallimond“ cevi (koja daje reproduktivne rezultate za male količine uzorka od 2–3 g) u destilisanoj vodi, pH vrednosti 6–6.1. Kao gas za dobijanje gasovitih mehurića poslužio je komprimirani kiseonik, čije doziranje smo regulisali pritiskom na reducir ventilu.

Shodno ispitivanjima Mitrofanova i dr., vrsta gase upotrebljena pri mlevenju i flotiranju ne utiče na rezultate flotiranja galenita i nekih drugih sulfidnih minerala, izuzev minerala bakra.

Opite flotiranja izvodili smo bez kondicioniranja. Vreme trajanja flotiranja mereno je od trenutka stavljanja uzorka galenita u rastvor kolektora i puštanja gasovitih mehurića. Pre izvođenja opita flotiranja izvršena je provjera hidrofilnosti uzorka galenita, flotiranjem u destilisanoj vodi bez prisustva kolektora, koja je pokazala da je galenit hidrofilan.

ISPITIVANJE UTICAJA MINERALA NA BRZINU FLOTIRANJA

Izvršeno je flotiranje galenita iz raznih ležišta pri istim uslovima rada. Opiti flotiranja izvedeni su kako na suvo pripremanim uzorcima, tako i na trokro pripremanim.

Flotiranje suvo pripremanih uzorka, izvršeno je na uzorcima galenita iz Trepče, Ajvalije i Sasa (vidi tab. 1 i sl. 1)

Uslovi rada bili su:

- koncentracija kolektora 1 mg/l K-etil ksantanta
- aeracija, pritisak na reducir ventilu $> 1,20$ atm.

Flotiranje mokro pripremanih uzorka, izvršeno je na uzorcima galenita Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova (vidi tab. 2 i sl. 2).

Uslovi rada bili su:

- koncentracija kolektora 1 mg/l K — etil ksantata;
- aeracija, pritisak na reducir ventil = 1.20 atm.

Rezultati flotiranja u funkciji vremena trajanja dati su u tab. 1 i 2. a grafički prikaz rezultata dat je na sl. 1 i 2.

Tablica 1

Rezultati flotiranja galenita iz suvo pripremanih uzoraka Trepče, Ajvalije i Sasa u funkciji vremena trajanja flotiranja

Vreme trajanja

Vreme trajanja flotiranja u sekundama	Težinski prirast galenita u %		
	Trepča	Ajvalija	Sase
15	—	—	—
30	+	+	+++
45	30—33	18—19	83
60	78—81	73—75	90
75	96—97	87,8	
90	99	93—94	

Primedbe:

— galenit uzorka Sasa nije dalje flotiran posle 60-te sekunde, jer posle suvog pripremanja nije bio potpuno mineraloški čist, sadržao je srasla zrna i zrna sa prevlakama.

Oznake u tablici:

- nema opterećenih mehurića;
- + pojava veoma retkih — pojedinačnih opterećenih mehurića;
- +++ nagla pojava mnoštva opterećenih mehurića.

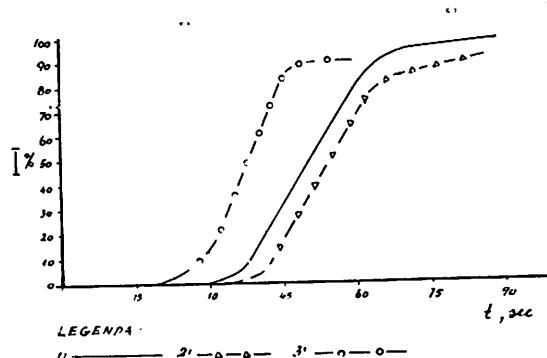
Tablica 2

Rezultati flotiranja galenita iz mokro pripremanih uzoraka Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova u funkciji vremena trajanja flotiranja

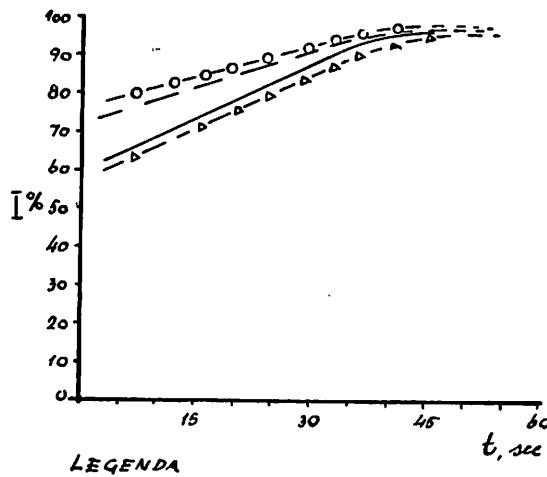
Vreme trajanja

Vreme trajanja flotiranja u sekundama	Težinski prirast galenita u %			
	Trepča	Ajvalija	Sase	Zletovo
15	73—74	72	80—83	79—80
30	84—88	83	90—91	88
45	96,6	96	97—97,5	97

Analizom rezultata flotiranja uzoraka čistog galenita iz raznih ležišta, pripremanih suvim i mokrim postupkom, dolazi se do saznanja da galenit iz raznih ležišta, pri istim uslovima flotiranja, flotira različitim brzinama.



Sl. 1 — Krive flotiranja galenita suvopripremanih uzoraka galenita Trepče, Ajvalije i Sase u funkciji vremena trajanja flotiranja
1 — Trepča; 2 — Ajvalija; 3 — Sase.



Sl. 2 — Krive flotiranja galenita mokropripremanih uzoraka galenita Trepče, Ajvalije, Sasa i Zletova u funkciji vremena trajanja flotiranja
1 — Trepča; 2 — Ajvalija; 3 — Sase; 4 — Zletovo.

Rezultati flotiranja suvo pripremanih uzoraka galenita

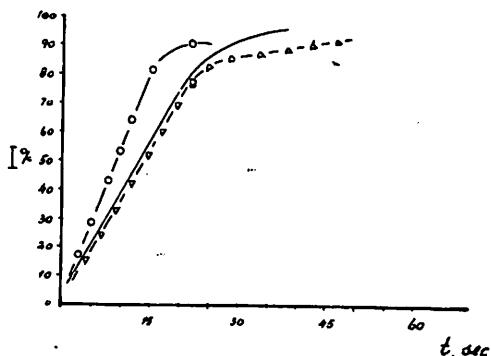
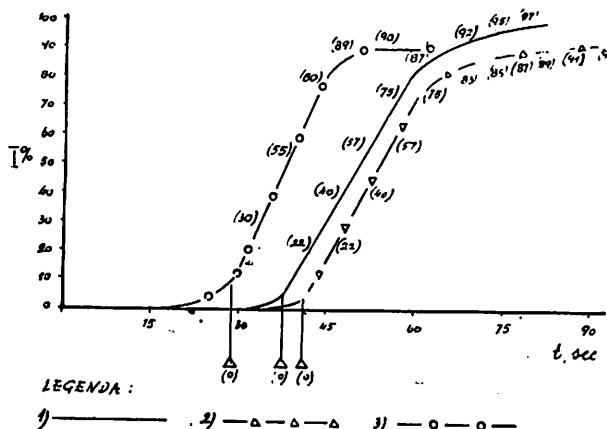
Tablica 3

Iz tabličnog prikaza (tab. 1) i krivih flotiranja (sl. 1), vidi se da se krive flotiranja galenita Trepče, Ajvalije i Sasa za iste uslove flotiranja ne poklapaju.

Početak flotiranja, odnosno brzina hidrofobizacije, za galenit iz raznih ležišta nije isti. Flotiranje galenita iz uzorka Sasa (iz poliminerálnih agregata) počinje u 15-oj sekundi boravka uzorka u rastvoru kolektora, koncentracije 1 mg/1, dok flotiranje galenita iz uzorka Trepče i Ajvalije počinje u 30-oj sekundi, pri tome dužina blago povijenog dela krivih flotiranja za galenit Trepče (iz monomineralnih agregata) je kraća od blago povijenog dela krivih za uzorce galenita Ajvalije (iz krupnih kristala). Tok flotiranja prikazan krivama flotiranja pokazuje da sve krive flotiranja posle postizanja dovoljne hidrofobizacije galenita imaju pravolinijski tok do nekog određenog težinskog iskorišćenja (koje je za galenit iz raznih ležišta različito), kada se nagle povijaju. Sam, pak, nagib krivih flotiranja u fun-

Težinski prirast galenita u funkciji vremena trajanja levitacije

Vreme trajanja levitacije sec.	Težinski prirast galenita u %		
	Trepča	Ajvalija	Sase
5	22	22	30
10	40	40	55
15	57	57	80
20	75	75	89
25	87	83	90
30	92	86	—
35	95	87	—
40	97	89	—
45	98	91	—
50	99	93	—



Sl. 3a, 3b — Analiza težinskog prirasta galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja i njihovo prevođenje na težinski prirast u funkciji vremena levitacije

1 — Trepča; 2 — Ajvalija; 3 — Sase.

Koncija vremena trajanja flotiranja kod uzorka Trepče i Ajvalije je isti — poklapa se, dok je kod krivih flotiranja uzorka Sasa veći.

Završetak flotiranja, do postizanja maksimalno mogućeg iskorišćenja je različit za uzorce galenita iz raznih ležišta.

Uzimajući kod flotiranja suvo pripremanih uzorka galenita za nultu tačku levitacije projekciju početka pravolinijskog dela krivih na apscisu, odnosno

završetak hidrofobizacije galenita, dobija se odvojeno vreme potrebno za hidrofobizaciju i vreme potrebno za levitaciju galenita, vidi sl. 3-a. Uzimajući od tačke projekcije početka pravolinijskog dela krivih težinske priraste galenita u funkciji vremena trajanja flotiranja, dobijaju se težinski prirasti galenita u funkciji vremena trajanja levitacije (vidi krive na sl. 3-b i tab. 3).

Težinski prirast galenita u funkciji vremena trajanja levitacije dat je u tab. 3.

Razlike u brzinama flotiranja galenita iz raznih ležišta objašnjavaju se razlikama u brzini hidrofobizacije i razlikama u brzini levitacije stvaranja kompleksa mineral — gasoviti mehurić.

Galenit uzoraka Sasa brže hidrofobizira od galenita Trepče i Ajvalije i istovremeno brže levitira, dok galenit Trepče iako brže hidrofobizira od galenita Ajvalije, levitira potpuno istom brzinom kao i galenit Ajvalije do izvesnog iskorišćenja, kada galenit Ajvalije počinje da usporava.

Rezultati flotiranja mokro pripremanih uzoraka galenita

Iz tabličnog prikaza (tab. 2) i krivih flotiranja (sl. 2), vidi se da galenit posle tretiranja sa vodom hidrofobizira istog momenta kada dove u kontakt sa rastvorom kolektora koncentracije 1 mg/l, tako da se nulta tačka flotiranja poklapa sa nultom tačkom levitacije galenita. Brzina levitacije nije ista za sve uzorce galenita, kao što se to vidi iz krivih (sl. 2), galenit Sasa i Zletova levitira skoro istim brzinama, ali brže od galenita Trepče i Ajvalije, koji takođe levitiraju skoro istim brzinama. Završetak flotiranja je različit za galenite različitog porekla.

Prikaz raznih oblika zrna galenita

Oblici zrna	izgled oblika zrna
Izrazito razuđeni mnogougli oblici	
Mnogougli oblici	
Jednostavnii oblici kocke	
Zaobljeni i zgužvani — spužvasti oblici	

Detaljna ispitivanja uzroka različitim brzinama hidrofobizacije galenita, koja su obuhvatala ispitivanja hemijskih i fizičkih osobina galenita po vremenskim proizvodima flotiranja, pokazala su da na brzinu hidrofobizacije zrna galenita ne utiče ni hemijski sastav galenita u celini ni hemijski sastav njihovih površina, kao ni njihov fizički izgled, odnosno oblik zrna (razuđenost oblika zrna) i izgled površina

(reljefnost površina), već da isključivo utiče kristalna građa galenita i vrsta minerala sa kojima je galenit bio u kontaktu.

Dalje, utvrđeno je da na količinu adsorbovanog kolektora na površine galenita utiču njegove fizičke osobine, tj. oblik zrna i izgled, površina: zrna galenita sa manje razuđenim oblicima i ravnjim površinama adsorbuju veću količinu kolektora od galenita sa više razuđenim oblicima i reljefnim površinama.

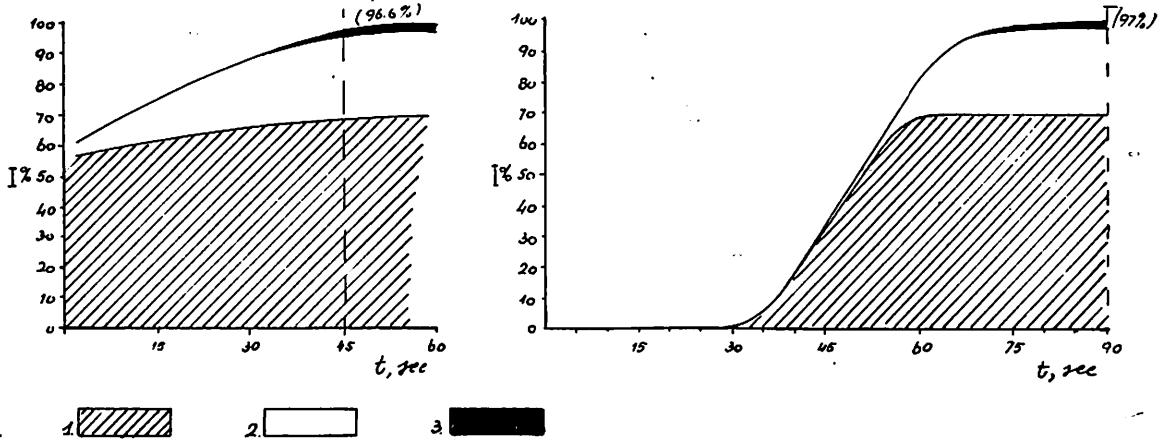
U cilju iznalaženja uzroka različitim brzinama levitacije galenita, izvršena je, takođe, detaljna analiza fizičkih i hemijskih osobina proizvoda levitacije u funkciji vremena trajanja levitacije. Ova analiza je pokazala da kod svih uzoraka postoji razlika između vremenskih proizvoda flotiranja samo u obliku zrna galenita. Utvrđeno je da kod svih uzoraka među prvima levitiraju zrna sa izrazito razuđenim mnogouglim oblicima, zatim sa mnogouglim oblicima, pa sa jednostavnim oblicima kocke (pravilno razvijenim oblicima za galenit) i na kraju zrna galenita sa zaobljenim — loptastim oblicima i zgužvana — spužvasta. Ovo je slikovito prikazano na tablici 4.

Na osnovu preračunavanja udela pojedinih oblika zrna u uzorcima galenita po proizvodima flotiranja

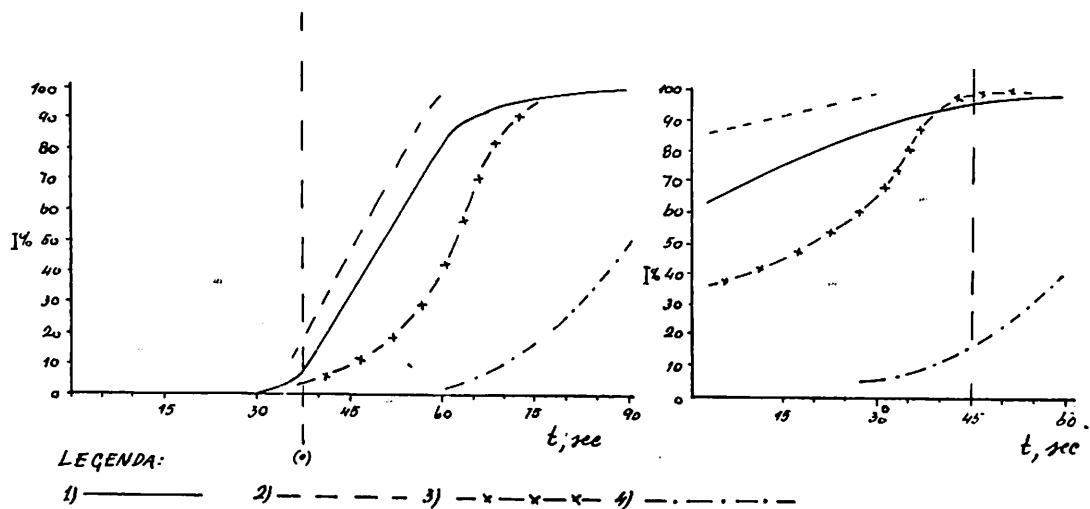
Tablica 4

gallenita, kako suvo tako i mokro pripremanih uzoraka izračunat je sadržaj i raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja, odnosno levitiranja galenita iz raznih ležišta (vidi tab. 5 i 6 i grafičke prikaze sl. 4, 5, 6 i 7).

Na sl. 4 dat je grafički prikaz sadržaja i oblika zrna galenita u proizvodima flotiranja za galenit le-



1 — mnogougla zrna; 2 — jednostavna kockasta zrna; 3 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)



Sl. 4 — Sadržaj i raspodela oblika zrna po proizvodima flotiranja suvo i mokropripremanih uzoraka galenita ležišta Trepče

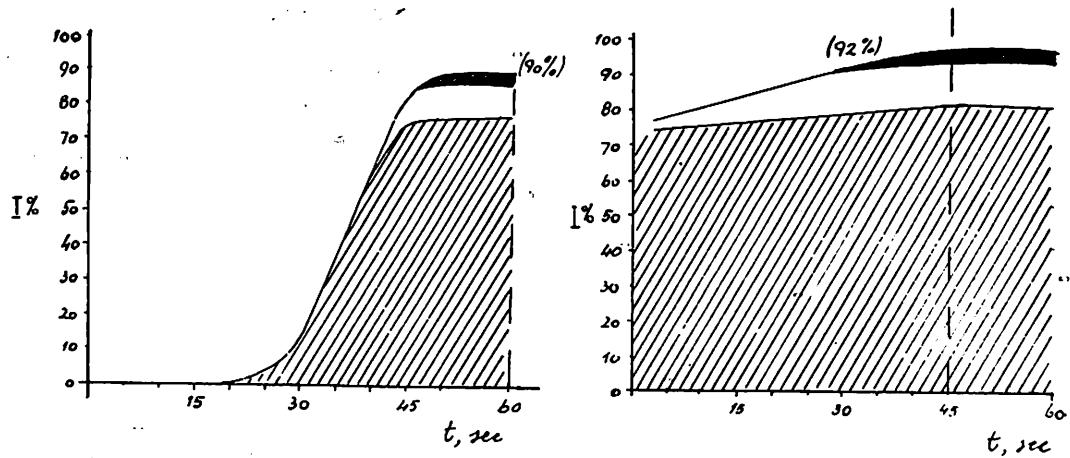
Dijagram a) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremаниh uzoraka galenita

Dijagram b) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremаниh uzoraka galenita

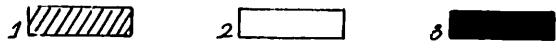
1 — I% PbS; 2 — I% mnogougla zrna; 3 — I% jednostavna kockasta zrna; 4 — I% zaobljena zrna; (vidi tablicu 4).

Dijagram c) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremаниh uzoraka galenita

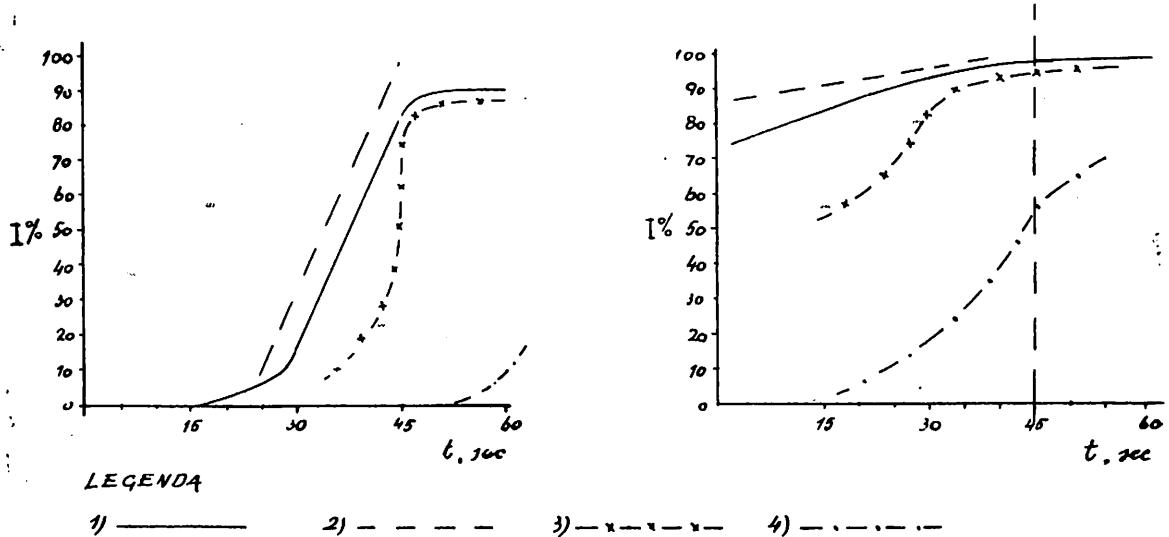
Dijagram d) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremanih uzoraka galenita



LEGENDA



1 — mnogougla zrna, 2 — jednostavna kockasta zrna; 3 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)



LEGENDA



Sl. 5 — Sadržaj i raspodela oblika zrna po proizvodima flotiranja suvo i mokropripremanih uzoraka galenita ležišta Ajvalija

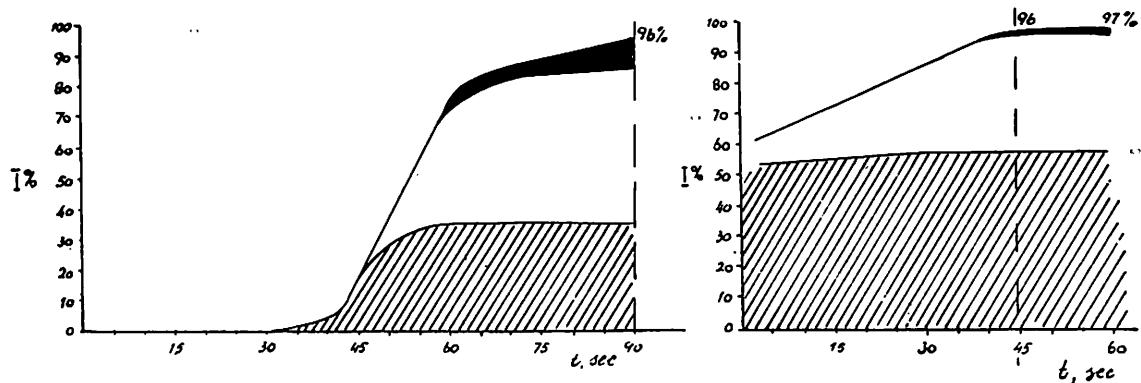
Dijagram a) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremljenih uzoraka galenita

Dijagram b) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremljenih uzoraka galenita

Dijagram c) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremljenih uzoraka galenita

Dijagram d) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremljenih uzoraka galenita

1 — 1 PbS%; 2 — I% mnogougla zrna; 3 — I% jednostavna kockasta zrna; 4 — I% zaobljena zrna; (vidi tablicu 4).



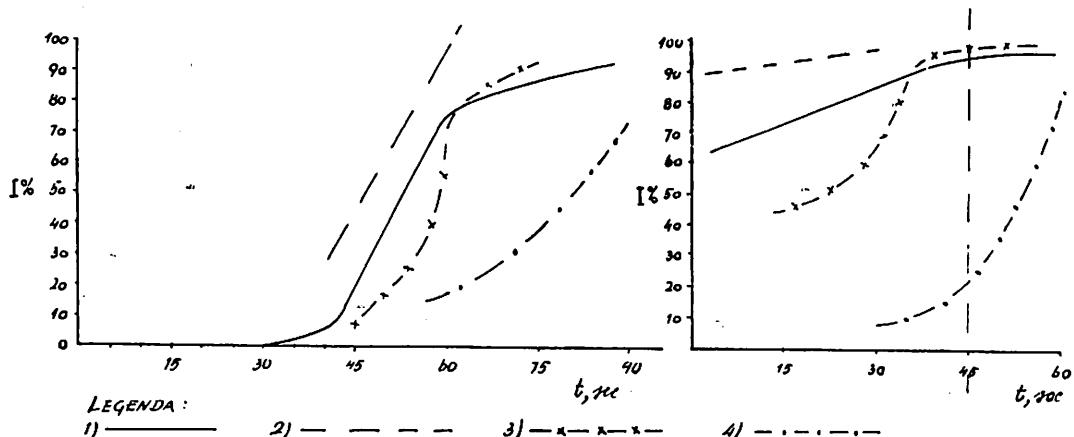
LEGENDA :

1)

2)

3)

1 — mnogougla zrna; 2 — jednostavna kockasta zrna; 3 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)



Sl. 6 — Sadržaj i raspodela oblika zrna po proizvodima flotiranja suvo i mokropripremanih uzoraka galenita ležišta Sase

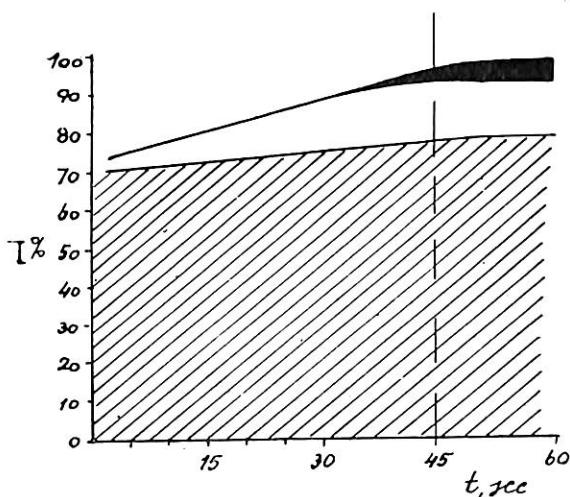
Dijagram a) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremanih uzoraka galenita

Dijagram c) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja suvopripremanih uzoraka galenita

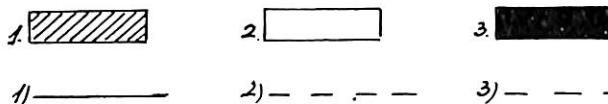
Dijagram b) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremanih uzoraka galenita

Dijagram d) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja mokropripremanih uzoraka galenita

1 — I% PbS; 2 — I% mnogougla zrna; 3 — I% jednostavna kockasta zrna; 4 — I% zaobljena zrna; (vidi tablicu 4).



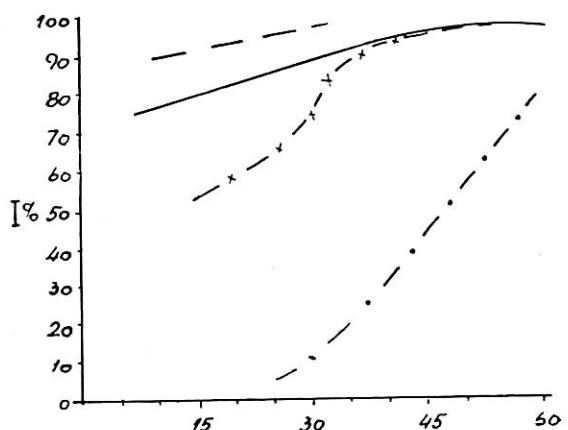
LEGENDA :



Sl. 7 — sadržaj i raspodela oblika zrna po proizvodnji flotiranja mokropripremljenih uzoraka ležišta Zletova.

Dijagram a) — Sadržaj oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja

1 — mnogougla zrna; 2 — jednostavna kockasta zrna;
3 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)



Dijagram b) — Raspodela oblika zrna u funkciji vremena trajanja flotiranja

1 — 1% PbS; 2 — 1% mnogougla zrna; 3 — 1% jednostavna kockasta zrna; 4 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)

žišta Trepče, na sl. 5 za galenit ležišta Ajvalije, na sl. 6 galenit ležišta Sase i na sl. 7 za galenit ležišta Zletova.

Razlozi ovog redosleda u isplivavanju zrna galenita u zavisnosti od njihovog oblika mogu da budu sledeći:

— posledica neravnomernog rasporeda kolektora po površinama zrna (aktivna i manje aktivna mesta), mada raspored levitacije ostaje isti i kada se primeni veća količina kolektora i produži vreme kontakta sa istim. Redosled levitacije zrna u funkciji njihovog oblika ostaje isti i kada postoji verovatnoća da su površine svih zrna galenita skoro sasvim prekrivene kolektorem.

— Zbog činjenice što su zrna galenita sa hidrofobiziranim površinama, a sa više uglova pogodnije za prijanjanje uz gasoviti mehurić usled potrebe za manjom deformacijom mehurića za ostvarivanje stabilnog kompleksa i verovatnoće njihovog prijanjanja uz vazdušne mehuriće veća usled većeg broja tačaka dodira sa mehurićima, koji su mahom sferičnog oblika. Međutim, to nije slučaj sa zrnima galenita jednostavnih oblika kocke, koja imaju manji broj ta-

čaka dodira, a pogotovo za zaobljena, tj. sferična zrna koja imaju samo jednu tačku dodira i zahtevaju maksimalnu deformaciju vazdušnog mehurića za ostvarivanje stabilnog kompleksa.

Iz navedenog proizilazi da upravo zbog oblika zrna galenita Sasa i Zletova, koja imaju izrazito razudene oblike zrna, ta zrna daju veći težinski udio prirasta levitiranog galenita nego zrna galenita Trepče i Ajvalije. Ovaj prirast levitiranog galenita je veći za uzorce Sase i Zletova do izvesne tačke, kada nastupa usporenje u prirastu i dolazi do izjednačenja u težinskim udelicima levitiranog galenita za sve uzorce (vidi sl. 2). Ovaj prirast do stagnacije i udio stagnacije svakako da zavisi od težinskog udela galenita u funkciji njihovih oblika zrna u uzorcima galenita. Uzoreci galenita koji sadrže manji deo zrna galenita sa zaobljenim oblicima brže postižu maksimalno iskorisćenje, tako da je udio stagnacije kod njih manji.

ISPITIVANJE UTICAJA KONCENTRACIJE KOLEKTORA NA BRZINU FLOTIRANJA GALENITA

Ispitivanje uticaja koncentracije kolektora na brzinu flotiranja galenita izvršeno je na suvo pripre-

Sadržaj i raspodela oblika zrna galenita po proizvodu flotiranja su uopšte premani uzoraka

Vreme trajanja u sec.	TREĆA			AJV ALIJA			S A S E		
	Sadržaj %		Raspodela %	Sadržaj %		Raspodela %	Sadržaj %		Raspodela %
	E%	F%	E%	F%	E%	F%	E%	F%	E%
U	100	70,3	27,8	1,9	100	100	40	48	12
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	+	-	+	-	-	-	+	-	-
45	35,0	90	10	-	45	12	-	19	80
60	81,0	85	15	+	98	43,7	+	75	46,6
75	97,0	72	27,2	0,5	99	95,8	25	87	50,4
90	98-99	71	28	1-1,2	100	99,7	52-60	94	3,0
ostatak	2	trag.	10	90	0	0,3	40-48	6	11,2

NNapomena: I — mnogouglia zrna, II — jednostačna kockasta zrna, III — zaobljena zrna (vidi tab. 4)

Sadržaj i raspodela oblika zrna galenita po proizvodima flotiranja mokro pripremanih uzoraka

Napomena: I — mnogouglia zrna, II — jednoustavna kockasta zrna, III — zaobljena zrna. (vidi tab. 4)

Tablica 5

Tablica 6

manim uzorcima galenita Trepče, Ajvalije i Sasa, ali kako su rezultati bili analogni daćemo ih samo za galenit Trepče.

Rezultati flotiranja galenita uzorka Trepče u funkciji koncentracije kolektora od 1—20 mg/l, pri aeraciji od 1,2 atm. i pritiska na reducir ventilu dati su u tablici 7.

Tablica 7

Rezultati flotiranja galenita uzorka Trepče u funkciji količine kolektora i vremena trajanja flotiranja

Vreme trajanja flotiranja, sec	Težinski prirast galenita u % i u zavisnosti od koncent. kolektora			
	20 mg/l	10 mg/l	5 mg/l	1 mg/l
15	84,3	44—46	+	—
30	95,5	79—81	46	+
45	97,4	97	81,8	30—35
60	97,5—97,8	97,8	97	75—78
75			97,2	

Primedba:

oznaka (—) znači nema pojave opterećenih mehurića,

oznaka (+) znači pojavu pojedinačnih opterećenih mehurića.

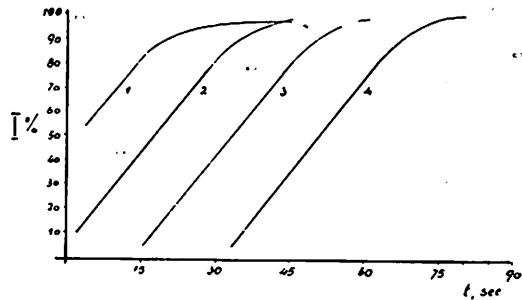
Iz podataka (tab. 7) izradene su krive flotiranja galenita u funkciji vremena trajanja za razne koncentracije kolektora (vidi sl. 8).

Razmatranjem karakterističnog ponavljanja izgleda krivih flotiranja i njihovog nagiba (sl. 8) dolazi se do sledećih saznanja:

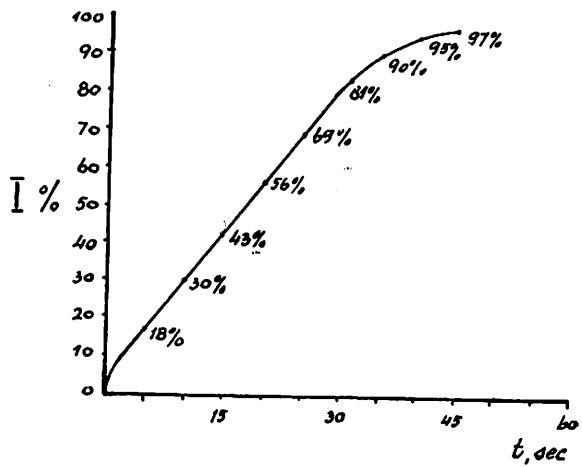
Početak flotiranja galenita u funkciji količine kolektora pomeri se u funkciji vremena kontakta galenita rastvorom kolektora. Pri koncentraciji kolektora od 10 do 20 mg/l flotiranje počinje istog momenta kada galenit stupa u kontakt sa rastvorom kolektora, dok je za manje koncentracije potrebno da prođe izvesno kraće vreme od stupanja galenita u kontakt sa rastvorom do početka flotiranja.

Završetak flotiranja. — Posle dostizanja iskorišćenja od oko 81—82%, kod svih opita floti-

tiranja nastupalo je jedno usporenje pri flotiranju, koje je bilo delimično posledica smanjenja broja zrna galenita na istu zapreminu čelije ali je ukazivalo da i sama zrna galenita iz nekih nepoznatih razloga teže prijanaju uz vazdušne mehuriće.



Sl. 8 — Krive flotiranja galenita u funkciji količine kolektora i vremena trajanja flotiranja.



Sl. 9 — Vreme trajanja levitacije galenita za koncentracije kolektora od 1—10 mg/l.

Tok krivih. — Flotiranje teče za sve koncentracije kolektora pravolinijski, tako da kada bi se početak flotiranja za sve koncentracije kolektora pomerio u jednu tačku (uzimajući za početak flotiranja pojavu opterećenih mehurića — tj. početak levitacije) i računajući je za nullu vrednost, tada bi se za koncentracije kolektora od 1—10 pa i do 20 mg/l putanje težinskog prirasta galenita u funkciji vremena trajanja levitacije poklopile. Završetak njihovog pravolinijskog dela našao bi se u zajedničkoj tački, tj. na vrednosti od 81—82% (vidi sl. 9).

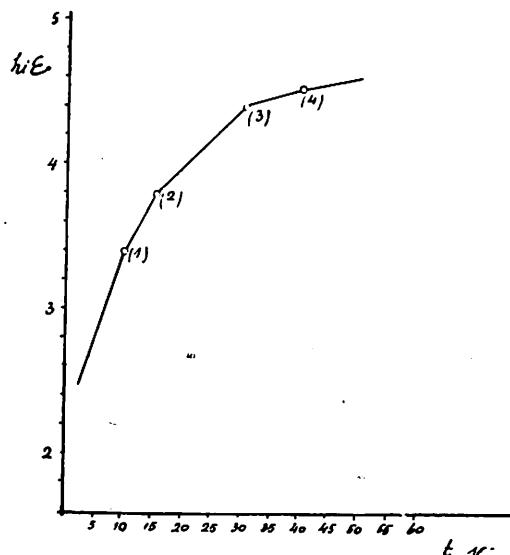
Tablica 8

Kinetički pokazatelji brzine levitacije (flotiranja) u funkciji količine kolektora (od 1—10/20/mg/l)

Vreme levitacije u sec	T %	Vsr $(1 + \frac{1}{1-\epsilon})$
D	S	—
5	18	2,6
10	30	2,6
15	43—44	2,6
20	55—56	2,6
25	68—69	2,6
30	81	2,5
35	90	2,2
40	95	1,0
45	97	0,4

Iz utvrđenih činjenica proizlazi da bez obzira na koncentraciju kolektora vreme levitacije galenita traje u datom slučaju 45 sekundi i da se odvija jednom konstantnom brzinom do 30-te sekunde, kada nastaje usporenje. Razmatranjem pojedinih odsečaka krive levitiranja galenita u funkciji količine kolektora i vremena trajanja levitacije po metodi Beloglazova (analizom vremenskih proizvoda flotiranja—vidi tablicu 8) i unošenjem u dijagram vred-

nosti $\ln \frac{t}{1-\epsilon}$ u funkciji t , dobija se kriva čiji tok ima četiri prelomne tačke (vidi krivu na sl. 10), odnosno vidi se da galenit iz uzorka Trepče, bez obzira na koncentraciju kolektora, levitira sa usporenjem koje nije ravnomerno već se javlja u tačno određenim odsečcima vremena levitiranja.

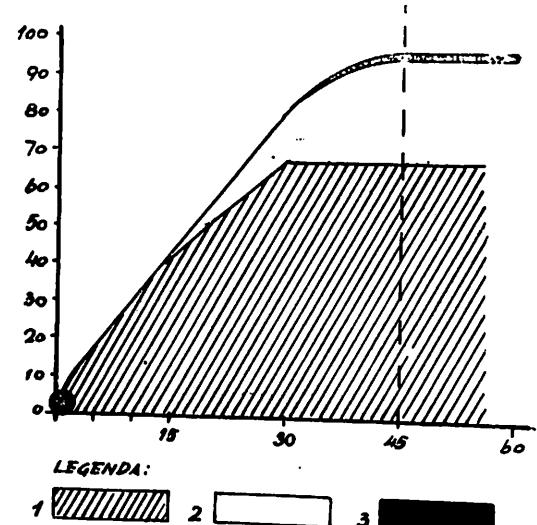


Sl. 10 — Kriva levitiranja galenita u funkciji količine kolektora od 1—10 mg/l i vremena trajanja levitacije.

Nadalje, detaljna analiza fizičkih i hemijskih osobina proizvoda flotiranja u funkciji količine kolektora i vremena trajanja flotiranja pokazala je da bez obzira na količinu kolektora među prvima levitiraju zrna galenita sa višeguglim oblicima, potom zrna sa jednostavnim oblicima kocke i na kraju, veoma teško, zrna sa zaobljenim oblicima (vidi tablicu 9 i krive na sl. 11 i 12).

Analizom vremenskih proizvoda levitacije galenita u zavisnosti od njihovog oblika zrna po metodi Beloglazova i unošenjem ovih podataka u dijagram

(Srednja brzina flotiranja galenita uzorka Trepče za sve koncentracije kolektora od 1—20 mg/l iznosila je 2,155 %/sec).



Sl. 11 — Sadržaj oblika zrna u proizvodima flotiranja u funkciji vremena levitacije galenita (za koncentracije kolektora od 1—10 mg/l)

1 — mnogougla zrna; 2 — jednostavna kockasta zrna; 3 — zaobljena zrna; (vidi tablicu 4)

$\ln \frac{t}{1-\epsilon}$ u funkciji t , dobija se odgovor za što

kriva levitiranja galenita u funkciji količine kolektora i vremena trajanja levitiranja (sl. 10) ima četiri prevojne tačke (vidi dijagram sl. 13 i 11).

Tablica 9

Fizičke karakteristike galenita po proizvodima flotiranja u funkciji količine kolektora i vremena trajanja flotiranja

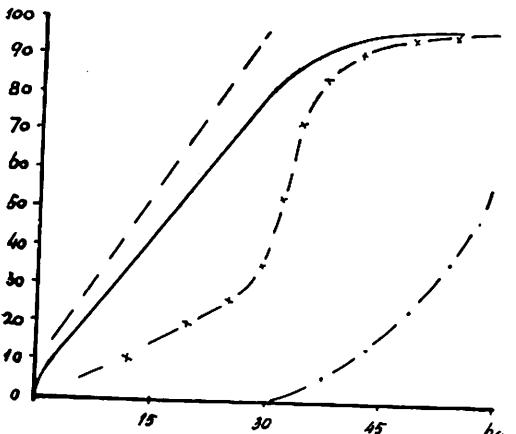
Količina kolektora	Vreme sec.	Tež. deo %	Sadržaj oblika			Raspodela oblika		
			I %	II %	III %	I %	II %	III %
10 mg/l	U	100,0	70,03	28,71	1,26	100,0	100,0	100,0
	15	44,0	90,0	10,0	—	56,5	15,3	—
	30	81,0	85,0	15,0	+	98,3	42,0	+
	45	97,0	71,7	27,9	0,2—0,4	99,3	94,2	30
	60	97,8	71,2	28,0	0,8	99,4	95,4	62
	ostatak	2,2	18,0	60,0	22	0,6	4,6	33
5 mg/l	U	100,0	70,3	28,4	1,3	100,0	100,0	100,0
	15	—	—	—	—	—	—	—
	30	44,0	90,0	10,0	—	56,3	15,4	—
	45	82,0	83,5	16,5	+	97,4	47,6	+
	60	97,8	71,5	27,7	0,6—0,8	99,3	95,3	60
	ostatak	2,2	17,8	60,2	22	0,7	4,7	40
1 mg/l	U	100,0	69,2	29,62	1,18	100,0	100,0	100,0
	15	—	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—	—
	45	35	90-92	8,0	—	46,5	9,4	—
	60	75-78	84,0	16,0	+	91-95	40-42	+
	75	97	70,8	28,9	0,3	99,2	94,3	24,0
	90	98-99	70,2	29,0	0,8	99,4	96,0	66,0
	ostatak	2,0	20,0	60,0	20,0	0,6	4,0	34,0

Napomena: I — mnogougla zrna, II — jednostavna kockasta zrna, III — zaobljena zrna.

Prva prevojna tačka (1) odgovara neznatnom usporenu u flotiranju galenita usled pojave prvih zrna galenita sa jednostavnim oblicima kocke, a druga prevojna tačka (2) ponovnom usporenu u flotiranju (levitiranju) usled pojave većeg broja zrna galenita sa jednostavnim oblicima kocke koja sporije levitiraju. Treća prevojna tačka (3), obeležava momenat većeg usporenu u flotiranju galenita usled prestanka flotiranja zrna galenita sa višeuglim oblicima (koja su mahom isflotirala, dalje flotiraju zrna galenita sa jednostavnim oblicima kocke) i pojavu zrna sa zaobljenim oblicima. Četvrta prevojna tačka (4), odgovara prestanku flotiranja galenita sa jednostavnim oblicima kocke. Dalje flotira galenit sa zaobljenim oblicima zrna.

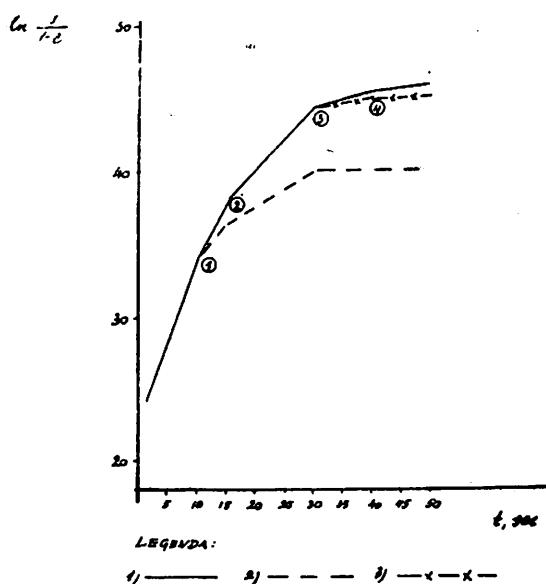
Ispitivanja uticaja koncentracije kolektora na brzinu flotiranja galenita pokazala su:

— da brzina flotiranja minerala zavisi od brzine hidrofobizacije minerala i brzine levitacije hidrofobiziranog minerala;



LEGENDA:

- 1) — I PbS; 2) — I mnogougla zrna; 3) — I jednostavna kockasta zrna; 4) — I zaobljena zrna; (vidi tablicu 4).

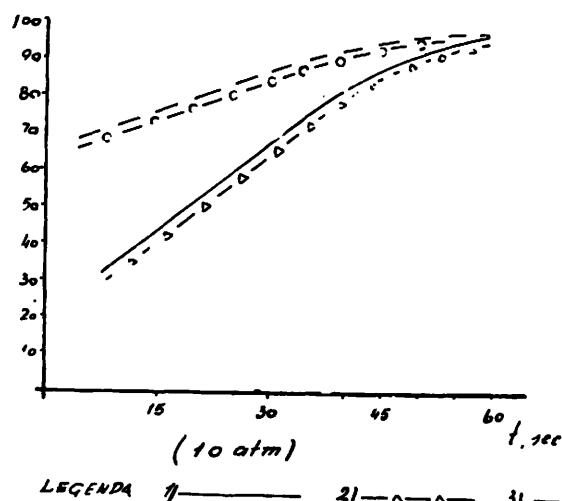


Sl. 13 — Kinetika levitacije galenita u funkciji oblika zrna
1 — PbS ukupno; 2 — mnogougla zrna; 3 — jednostavna kockasta zrna; (vidi tablicu 4).

Tablica 10

Težinski prirasti galenita u funkciji aeracije i vremena trajanja levitacije

Vreme trajanja levitacije sec	Iskoriscenje galenita (%) u funkciji aeracije (atm)							
	Trepca 1 atm. 1,2 atm.	Ajvalija 1 atm. 1,2 atm.	Sase 1 atm. 1,2 atm.	Zletovo 1 atm. 1,2 atm.				
15	43	73	39	72	76	83	74	80
30	67	84	66	83	88	91	84	88
45	88	96,6	87	96	93	97,5	92	97
60	97		96,5		98		98	



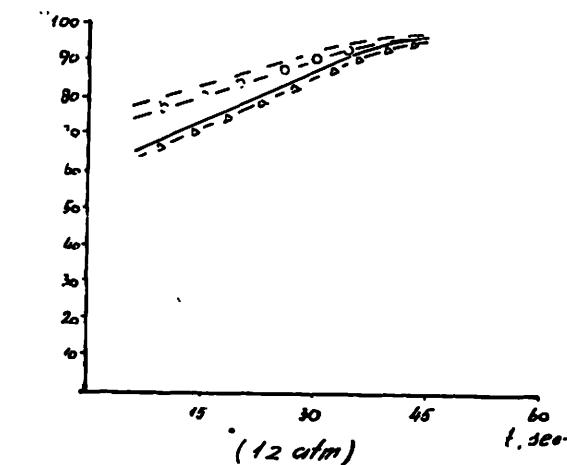
i od količine adsorbovanog kolektora na površinama galenita.

ISPITIVANJE UTICAJA AERACIJE NA BRZINU FLOTIRANJA GALENITA

Ispitivanje uticaja aeracije na brzinu flotiranja levitiranja galenita izvršena su na mokro pripremanim uzorcima galenita iz već ranije pomenutih ležišta. Kolektor je bio K-estilksantat, koncentracije 1 mg/l, a aeracija 1 i 1,2 atm. pritiska na reducir ventilu. Rezultati su dati u tablici 10, a grafički prikazi na sl. 14-a i 14-b.

Iz grafičkih prikaza se vidi da povećanje aeracije ima veći uticaj na uzorce galenita koji sadrže zrna sa manje razuđenim oblicima zrna (uzorak Trepče i Ajvalije) nego na uzorce kod kojih su zastupljena zrna sa izrazito razuđenim oblicima (Sase i Zletovo), ma da i u ovim slučajevima dolazi do ubrzanja levitacije galenita.

Detaljna analiza proizvoda flotiranja pokazala je da bez obzira na intenzitet aeracije među prvima



Tablica 11

isplovavaju zrna sa višeuglim oblicima, a potom sa jednoslavnim oblicima kocke i na kraju zrna sa zaobljenim oblicima (vidi tablicu 11).

Razmatranjem brzine levitacije galenita suvo i mokro pripremanih uzoraka u funkciji količine kolektora i aeracije pokazalo je da bez obzira na način tretiranja uzoraka i količinu kolektora, na brzinu levitacije galenita jedino utiče aeracija (vidi dijagrame sl. 15).

ZAKLJUČAK

Utvrđili smo, da galenit iz raznih ležišta flotira raznim brzinama i da uzrok ovome leži u brzini levitiranja hidrofobiziranih zrna, tačnije rečeno u brzini stvaranja stabilnih kompleksa mineralno zrno — vazdušni mehurić. Bez obzira na koncentraciju kolektora i jačinu aeracije prvo levitiraju zrna sa izrazito razudenim mnogouglim oblicima, potom zrna sa manje razudenim mnogouglim oblicima, za njima zrna sa jednostavnim oblicima kocke i na kraju, veoma teško, zrna sa zaobljenim — sferičnim oblicima. Ovaj redosled u levitaciji zrna prema njihovim oblicima je posledica pogodnosti ili nepogodnosti oblika zrna za stvaranje trenutno, u momentu sudara sa mehurićima, stabilnih kompleksa, mineralno zrno — vazdušni mehurić.

Nova saznanja u vezi kinetike flotiranja galenita, svode se na sledeće:

- brzina ne aktiviranog galenita zavisi od brzine hidrofobizacije galenita i brzine njegove levitacije;
- brzina flotiranja aktiviranog galenita (spontanom oksidacijom u vodi u industrijskim uslovima mlevenja i klasiranja rude), zavisi isključivo od brzine levitacije galenita;
- brzina hidrofobizacije ne aktiviranog galenita zavisi od koncentracije kolektora, a aktiviranog (spontanom oksidacijom u vodi) ne zavisi od koncentracije kolektora;
- brzina levitacije galenita zavisi od oblika zrna (višeugli oblici levitiraju brzo, zaobljeni — sferični sporo) galenita zastupljenih u izmlevenoj rudi, što je pretežno posledica geneze same rude a delimično i uslova usitnjavanja rude (zaobljavanja zrna);
- brzina levitacije galenita bez obzira na oblike zrna galenita ne zavisi od količine kolektora;
- brzina levitacije zavisi od intenziteta aeracije, ali samo za uglasta zrna; i
- na levitaciju zaobljenih zrna deluje kombinovano intenzivna aeracija i produženo vreme trajanja flotiranja.

Sa ovim eksperimentalno dokazanim činjenicama dajemo nov prilog kinetici flotiranja galenita, čime je jednovremeno dat novi dokaz poznatoj, ali ne dovoljno objašnjenoj činjenici da će isti minerali iz raznih pa i iz istih ležišta ponašaju različito u procesu flotiranja.

SUMMARY

Contribution to the Cinetic of Galena Flotation

Dr ing. M. Manojlović — Gifing*)

The author exposes the results of his laboratory scientific researches concerning the difference in the cinetic of galena flotation obtained from different deposits, which can be resumed as follows:

- the speed of Galena activation depends on speeds of hydrophobisation and levitation;
- the speed of flotation of surface activated Galena depends exclusively on levitation speed of Galena;
- the hydrophobisation speed of surface unactivated Galena depends on concentration of collector, while activated Galena (by spontaneous oxidation in water), does not depend on collectors concentration;

*) Dr ing. Mira Manojlović-Gifing, docent Rudarsko-geološkog fakulteta — Beograd

- the levitation speed of Galena depends on the form of grains (multiangled form of Galena has high levitation speed, rounded or spheric grains levitate very slowly), which is the result of genesis of the ore and partly of the conditions of grinding.
- the levitation speed of Galena, without any regard to the form of the grains, does not depend on the quantity of collectors.
- the levitation speed depends on aeration intensity, but only for multiangled grains;
- for the spherical grains the aeration intensity and longer flotation time have great influence on levitation.

L i t e r a t u r a

Plaksin, I. N., Šafeev, R. S., 1963: O Vlijanii poverhnostnyh svojstv sulfidnyh mineralov na atsorpцию flotacionnyh reagentov — Obogaščenie rud i uglej — AN SSSR.

Plaksin, I. N., Šafeev, R. S., 1959: K voprosu o mehanizme vozniknovenija elektrohimicheskoy neodnorodnosti sulfidnyh mineralov. — DAN SSSR tom 125. No 3, str. 599.

Plaksin, I. N., Šafeev, R. S., 1958: Vlijanie elektrohimicheskoy neodnorodnosti, poverhnosti sulfidnyh mineralov na raspredelenie ksantogenata v uslovyah flotacii. — DAN SSSR tom 121. No. 1, str. 145.

Plaksin, I. N. Šafeev, 1960: Vlijanie nekatoryh poluprovodnikovyh svojstv poverhnosti na vzaimodeistvie ksantata so galenitom. — DAN SSSR tom 132, No 2.

Klassen, V. J., Krohin, S. J., 1961: O koncentrirovaniı ksantogenata v dolj trehfazonogo kontakta pri flotacii. — DAN SSSR tom 136, No 4, str. 886.

Klassen, V. J., Mokrousov, V. A., 1959: Mehanizm mineralizacii puzirkov pri flotacii. Vvedenie v teoriju flotacii. Gosudarstvennoe Naučno-tehnicheskoe izdatelstvo literatury po gornomu delu.

Klassen, V. J., Gembockij, V. A., Plaksin, J. N., 1961: Mineralizacija puzirkov vozduha pri flotaciji. — Flotacija, Gosgortehizdat, Moskva.

Goden, A. M., 1950: Principi pripreme mineralnih sirovina za dalju preradu. — Poglavlje „Kinetika flotiranja”, Beograd.

Lei, Dž. Poling, G. V., 1962: Po pitanju interpretacije ugla dodira. — Kongresni materijal, Kongres za PMS, London.

Eigles, J. A., Volova, M. L., 1962: Indukcija vazdušnog mehurića. — Kongresni materijal. Kongres za PMS, London.

