

INFORMACIJE B

BROJ 50

RI

Dr ing. STJEPAN TOMASIĆ

**ČIŠĆENJE MINERALNIH SIROVINA U TEŠKOJ SREDINI**

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1967.

**Izdavač**  
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

**Glavni urednik**  
Prof. ing. Branko Gluščević

**Redakcioni odbor**

Ahčan dr ing. Rudolf, Antić dipl. ing. Milan, Blažek dipl. ing. Aleksandar, Bujčan prof. ing. Vladimir, Čolić dipl. ing. Dragomir, Draškić doc dr ing. Dragiša, Đular dipl. ing. Slavko, Ivanović dipl. ing. 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. dr ing. 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, Stojanović prof. dr ing. Dragutin, Tomašić dr ing. Stjepan, Veličković prof. dr ing. Dušan, Vesović dipl. ing. Milan.

BROJ 50

Dr ing. STJEPAN TOMAŠIĆ

**ČIŠĆENJE MINERALNIH SIROVINA U TEŠKOJ SREDINI**

BEOGRAD, 1967.

## S a d r ž a j

	Strana
U v o d . . . . .	3
Tehnološki proces pripreme u teškoj sredini	3
Vrste teških sredina, njihova primena i re- generacija . . . . .	4
Svojstva suspenzije . . . . .	5
Gubici teških zrna čvrste faze . . . . .	6
Kontrola parametara teške sredine . . . . .	7
Zaključak . . . . .	7
Literatura . . . . .	8

## ČIŠĆENJE MINERALNIH SIROVINA U TEŠKOJ SREDINI

### Uvod

Nagli razvoj tehnike pripreme mineralnih sirovina doveo je, posleratnih godina u našoj zemlji, naročito pri čišćenju uglja, do široke primene tehnoloških procesa pripreme poznatih pod nazivom „pliva-tone“. Terminom „pliva-tone“ označava se tehnološki postupak odvajanja minerala ili mineralnih grupa različitih specifičnih težina u teškoj sredini određene gustoće, na lakši deo koji pliva u teži koji tone. Fizikalni proces zasniva se na Arhimedovom zakonu i odlikuje se često visokom oštrinom odvajanja. Primena teške sredine pri čišćenju uglja poznata je još u prošlom veku, dok je za ostale mineralne sirovine uvedena tek 1936. godine, pa i kasnije.

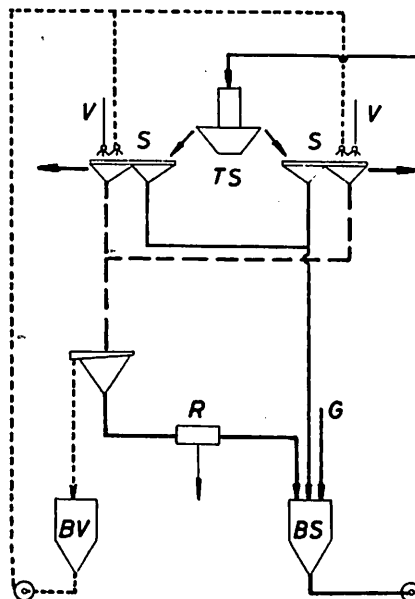
### Tehnološki proces pripreme u teškoj sredini

Mada, sa aspekta Arhimedovog zakona, proces izgleda vrlo jednostavan, on ipak to nije, jer jednostavnom odvajanju specifički lakše mineralne komponente, od one specifički teže u nekoj suspenziji, čija vrednost gustoće izražene težinom litra leži negde između specifičnih težina datih mineralnih komponenata, prethode, odnosno slede brojni, često ne tako jednostavni tehnološki procesi.

Bez obzira na izrazito konstruktivno tehničke probleme, koji se pri tome javljaju, a odnose se na pretklasiranje, odstranjivanje najsitnijih zrna sirovine, skidanje isplivanog i vađenje potonulog dela sirovine iz suda, te njihovog daljeg transporta, naročitu pažnju treba posvetiti kružnim tokovima teške tečnosti. Svi kružni tokovi mogu se svesti na tri osnovna oblika (slika 1):

- kružni tok teške sredine koja ima određenu gustoću, a sačinjava kupku,
- kružni tok regeneracije teške sredine i
- kružni tok vode za ispiranje proizvoda čišćenja.

Kružni tok teške sredine, iako primaran u procesu pripreme, može da bude nepotpun, pa se o nekom kružnom toku ne može ni govoriti. To je slučaj kod tzv. statičkih procesa odvajanja, kakav je na primer DSM (Dutch States Mines) postupak. Nasuprot tome postoje procesi kod kojih je taj



Sl. 1 — Šematski prikaz kružnih tokova procesa sa teškom sredinom

Legenda: — kružni tok teške sredine; - - - kružni tok razređene suspenzije; ..... kružni tok vode.

kružni tok naročito jak, kao na primer kod ciklona ili pak kod aparata sa strujanjem teške sredine uvis, kakav je na primer Drewboy.

Kružni tok regeneracije teške sredine počinje ispiranjem gotovih proizvoda, gde se s jedne strane teška sredina razređuje vodom za ispiranje, a s dru-

ge strane onečišćuje česticama dezintegrirane mineralne sirovine. Po napuštanju aparata za regeneraciju osvežena teška sredina, nešto veće gustoće od gustoće odvajanja, vraća se u kružni tok teške sredine u radu.

Voda izdvojena u aparatu za regeneraciju odvođi se ponovo na mesto za ispiranje gotovih proizvoda, pa je time i taj kružni tok zatvoren. Kružni tok vode delom se poklapa sa kružnim tokom razređene teške sredine. Gubici, koji se javljaju u kružnom toku teške sredine, nadoknađuju se uvođenjem sveže teške sredine direktno u njen kružni tok, dok se gubitak vode, koju treba odstraniti, iz njenog kružnog toka, zbog velikog sadržaja čestica dezintegrirane i rastvorene mineralne sirovine, nadoknađuje dovođenjem sveže vode na mestima za ispiranje gotovih proizvoda.

#### Vrste teških sredina, njihova primena i regeneracija

Teške sredine, već prema fizičkim svojstvima, predstavljene su:

- teškim tečnostima, kao što su: bromoform, benzol, cinkbromid, barijum, živin jodit, tetrabrometan i sl. Sve te tečnosti, izuzev donekle tetrabrometan, nemaju primenu u industrijskom pogonu zbog svoje toksičnosti, neekonomičnosti i jake korozivnosti. Upotreba im je ograničena na laboratorijske opite;
- rastvorima neorganskih soli — neorganske tečnosti koje su zastupljene, u prvom redu, rastvorima  $ZnCl_2$  i  $CaCl_2$ . Ove soli nisu toliko skupe, a ni toksičnost im nije, velika, ali korozivnost im je još uvek znatna;
- suspenzijama tj. mehaničkim mešavinama vode i čestica sitno mlevenih mineralnih ili drugih sirovina većih specifičnih težina, od kojih su najčešće u primeni:

glina, specifična težina		2,65	
kvarc, specifična težina	2,5	do	2,6
barit, specifična težina	4,3	do	4,7
prženi pirit, specif. težina	3,5	do	4,0
magnetit, specifična težina	4,9	do	5,2
ferosilicij, specifična težina		6,5	
galenit, specifična težina		7,5	

Čvrste čestice su u suspenzijama teška disperzna faza dok je voda tečna faza i predstavlja u tom smislu disperznu sredinu.

Od disperzne faze se zahteva, da se:

- lako odvaja od proizvoda čišćenja,
- lako odvaja od mulja, nastalog dezintegracijom mineralne sirovine u tehnološkom procesu,
- da je pogodna za spravljenje suspenzije u širokom intervalu gustoće, bez osetljivog povećanja „žitkosti“ suspenzije.

Regeneracija čvrste faze suspenzije je srazmerno laka, a zavisna je od primenjene mineralne sirovine za pripremanje čvrste faze, kao i od količine dezintegrirane ulazne sirovine, nastale za vreme njenog zadržavanja u tehnološkom procesu.

Količine zrna, nastalih usitnjavanjem mineralne sirovine u tehnološkom procesu, koje su dospеле u suspenziju, kreću se u granicama 0,7 — 2% težinskog udela ulazne rovne sirovine, a kod nekih sirovina, ovo usitnjavanje ide i do 7%.

Regeneracija suspenzije, tj. ponovo vraćanje njene čvrste faze u tehnološki proces čišćenja neke mineralne sirovine, je zaseban proces koji se, prema fizičkim uslovima, vrši metodama pripreme datim u tablici 1.

Zbog svoje vanredne jednostavnosti i visokog iskorišćenja regenerisane čvrste faze, magnetsko odvajanje je najčešće primenjivan tehnološki proces regeneracije suspenzije u našoj zemlji. Pri tome se, kao čvrsta faza suspenzije za čišćenje uglja, upotrebljava magnetit (svoga jedno postrojenje u zemlji koristi kvarcni pesak za pripremanje suspenzije), a za čišćenje ostalih mineralnih sirovina u teškoj sredini u upotrebi je ferosilicij.

Uz sve prednosti koje pruža magnetno odvajanje, ono sadrži u sebi nedostatak, koji se inače ne pojavljuje u procesu taloženja. Pirit, koji se po specifičnoj težini ne razlikuje mnogo od magnetita, pa

Tablica 1

#### Karakteristični procesi pripreme teške sredine

Fizički uslovi	Uređaj	Proces
gravitacijski	zgušnjivač, konusni, lamelni taložnik i dr.	taloženje, sedimentacija u smeru sile teže
centrifugalna sila	ciklon	centrifugiranje
magnetizam	magnetni separator	magnetno odvajanje
svojstva površine	flotacijska mašina	flotiranje

zbog toga nije ništa manje vredna komponenta u spravljanju teške sredine, kod magnetnog odvajanja biva odstranjen zajedno sa ostalim štetnim prime-sama.

### Svojstva suspenzije

Svaka suspenzija okarakterisana je tendenci-jom raslojavanja, pa se kod postupaka, kojima je osnov u primeni suspenzije kao teške sredine, na-stoje upotrebiti takve mineralne sirovine koje omo-gućavaju odvajanje u približno stabilnoj suspen-ziji.

U praksi se stabilnost suspenzije prosuđuje na osnovu brzine stvaranja sloja bistre tečnosti na po-vršini suspenzije, ili drugim rečima, brzinom tonje-nja zrna čvrste disperzne faze u vodi.

Brzina tonjenja zrna funkcija je njihove veli-čine, oblika, specifične težine, zapreminskog udela čestice u suspenziji, žitkosti suspenzije i njene gu-stoće. Vrednosti ovih parametara stoje u međusob-nim upravnim i obrnutim proporcijama, pa se tako menja i stabilnost suspenzije.

Stabilnost suspenzije je:

- statička; zrna teške disperzne faze se ne ta-lože, ili se talože teško u mirnom stanju su-spenzije, ili
- dinamička; suspenzija je stabilna pri stal-nom strujanju.

Obe ove vrste stabilnosti mogu se postići na različite načine, koji opet povlače za sobom druge neugodnosti, koje se, uglavnom, mogu svesti na šemu:

- smanjenje dimenzija zrna poskupljuje pri-premanje čvrste disperzne faze i otežava nje-nu regeneraciju.
- povećanje žitkosti, čime je isto tako otežana regeneracija,
- uspostavljanje strujanja u kupki suspenzije u vertikalnom i horizontalnom smeru,
- mehaničko mešanje.

U ova dva poslednja slučaja dinamičkog održa-vanja stabilnosti smanjena je oštrina odvajanja.

Brzina taloženja leži u granicama između 30 i 10 mm/min.

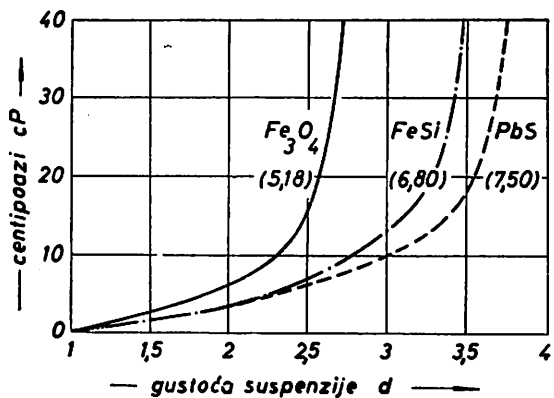
Disperznost zrna ili bolje reći njihov dijapazon granulacije ima, zbog žitkosti vode, presudan uti-caj na brzinu tonjenja zrna prema Stock-ovom za-konu. Međutim, sistem „zrno+voda“ dakle suspenzi-ja poseduje neku drugu žitkost, koja se ne podudara sa žitkosti neke prave tečnosti, već se manifestuje nekim drugim pojavama. Zbog toga su te pojave do-bila naziv „prividna žitkost“ ili „konzistentnost“. Me-renje vrednosti konzistentnosti vrši se na isti način kao i kod žitkosti, tj. centipoazima (cP).

Praktično značenje konzistentnosti je u njenom delovanju na usporeno tonjenje zrna težeg dela mi-neralne sirovine, pa radi toga ona ne sme da pređe neku određenu vrednost.

Reperkusije se u protivnom mogu očekivati u smanjenju kapaciteta aparata za čišćenje ili slabi-joj oštrini odvajanja. Prema tome, oštrina odvaja-nja i prosečni kapacitet aparata u uskoj su fizičkoj zavisnosti s najmanjim zrnom ulazne sirovine i kon-zistentnosti suspenzije. Ta zavisnost pomenutih pa-rametara vrlo često ne dozvoljava čišćenje u teš-koj sredini zrna manjih od 5 mm. Izuzetak su pro-cesi sa hidrociklonima. Ovde je donja granica spu-štena, zbog delovanja centrifugalne sile, na 0,5 mm pa i niže.

Iz grafičkog prikaza zavisnosti konzistentnosti od gustoće suspenzije (slika 2) zaključuje se, da je suspenzija podesna za rad samo tako dugo, dok je tok krive položen. Dužina tog toka raste sa speci-fičnom težinom zrna. Prema tome, jasno je da je konzistentnost neke suspenzije zavisna od vlastitih fizičkih svojstava materijala i zbog toga se na nju može delovati:

- promenom specifične težine zrna disperzne faze suspenzije, kao i zrna mineralne sirovi-ne koje su proizvod usitnjavanja u tehnološ-koj procesu,
- gustoćom suspenzije.



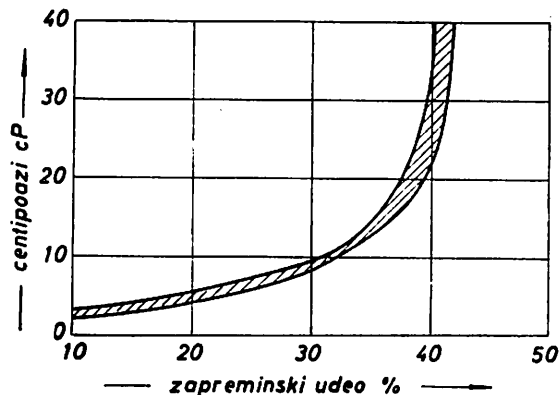
Sl. 2 — Uticaj specifične težine čvrste faze na konzistentnost teške sredine (po de Vaney)

Oba ova parametra obuhvaćena su veličinom za-preminskog udela svih zrna pa zavisnost konzisten-tnosti od zapreminskog udela zrna u suspenziji, po-

kazana na ovom grafičkom prikazu (slika 3), gde u cšenčenu površinu padaju karakteristike zrna iz dijagrama (slika 2), poništava velike razlike specifičnih težina zrna. Kao merilo vrednosti konzistentnosti suspenzije ostaje, dakle, samo zapreminski udeo zrna.

Dalje treba imati na umu, da pored zapreminskog udela zrna na konzistentnost suspenzije ima uticaja i njihova veličina i oblik. Pojave, na koje se pri tome nailazi, mogu se razjasniti sledećim činjenicama:

- Zbog žitkosti vode, zrnu je ograničeno „lutanje“. Očito je, prema tome, da se smanjenjem žitkosti osnovne tečnosti može uticati na konzistentnost suspenzije. Promena temperature suspenzije deluje se u obrnutom smislu na njenu konzistentnost. Zagravanjem suspenzije smanjuje joj se konzistentnost i to za više cP.



Sl. 3 — Uticaj zapreminskog udela na konzistentnost teške sredine

- Napon površine je svakako jedan od glavnih uzroka zbog koga suspenzija sa sitnijom disperznom fazom pokazuje veću konzistentnost od one sa krupnijim zrnom. Stoga postoji mogućnost da se aktiviranjem površina zrna pomoću reagensa, npr. amina, smanji konzistentnost suspenzije.
- Porast gradijenata konzistentnosti sa porastom zapreminskog udela čvrste disperzne faze je srazmerno malen i gotovo linearan, sve do 30% vrednosti udela. Međusobna udaljenost čvrstih zrna u suspenziji je još uvek dovoljno velika da ne dolazi do uzajamnog sprečavanja kretanja. U tom intervalu suspenzija ne pokazuje neku veliku razliku konzistentnosti.

- U intervalu između 30 i 40% konzistentnost naglo raste da bi kod 43% dobila asimptotsku vrednost. U tom području ne postoji više mogućnost slobodnog kretanja zrna čvrste faze.
- Veće razlike granulometrijskog sastava zrna daju suspenziji veću konzistentnost no što je pokazuju zrna uskog granulometrijskog dijapazona, kod inače jednakih zapreminskih udela.

#### Gubici teških zrna čvrste faze

Teška zrna disperzne faze suspenzije gube se iz kružnog toka usled njihovog iznašanja na gotovim proizvodima, odlaze sa otpadnom vodom iz procesa regeneracije, zbog korozije i konstantnog usitnjavanja čestica pri radu u tehnološkom procesu, a i pogonskih smetnji.

Gubici nastali iznošenjem na gotovim proizvodima u prvom redu su rezultati učinka ispiranja gotovih proizvoda, ali ništa manje nije važna ni veličina površine tih proizvoda. Sa porastom površine, tj. s manjim zrnom proizvoda, rastu gubici zrna disperzne faze. Oblik zrna čvrste faze, fizička svojstva njihove površine kao i gotovih proizvoda, dalje su komponente gubitaka. Veličina ovih gubitaka kreće se u granicama od 40 — 1000 g/t ulaza rovne sirovine.

Otpadna voda iz procesa regeneracije suspenzije preuzima na sebe isto tako izvestan deo gubitaka. Što je usitnjavanje mineralne sirovine, kao i zrna disperzne faze suspenzije veće, tim je topljenje praće jalovine gline veće, a i gubici su veći. Gubici rastu zbog prekomernog usitnjavanja čvrste faze u toku pripremanja suspenzije. Ovi gubici u praksi iznose 40 — 80 g/t ulazne sirovine, a zavise od samog postrojenja za regeneraciju.

Gubici koji nastaju usled pogonskih smetnji ne bi trebalo da budu veliki i oni iznose do 70 g/t ulazne sirovine. Njihovu pojavu je moguće gotovo potpuno izbeći, ali znaju da budu i vanredno veliki, ukoliko se o radu postrojenja ne vodi potrebna pažnja.

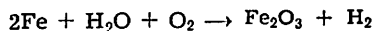
Korozija je dalji uzročnik gubitaka čvrste faze, naročito magnetita i ferosilicija, bilo da se radi o njihovoj primeni u tehnološkom procesu ili pak o njihovom uskladištenju. Da bi se sprečila korozija magnetita ili ferosilicija u suspenziji dovoljno je voditi kontrolu pH vrednosti kupke i paziti da se njena kiselost ne poveća, tj. da pH vrednost ne padne ispod 6,3. U tom slučaju neutralna pH vrednost



postiže se dodavanjem manjih količina kreča ili sode. Gubici zbog korozije u radu suspenzije mogu iznositi i do 10 odnosno 15%.

Za gubitke magnetita i ferossilicija naročito je podesna korozija uskladištenog i to loše uskladištenog materijala. Posledica korozije je aglomeriranje uskladištenog praha, sa više ili manje jakim razvijanjem vodonika.

Reakcija teče po šemi:



Zrna željeza dospevaju u prah magnetita ili ferossilicija i to u znatnim količinama, u procesu mlevenja, dok je kiseonik uvek prisutan.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pojavljuje se u obliku hidrata koji izaziva aglomeriranje. Gubici, u slučaju upotrebe aglomeriranog sitno mlevenog magnetita, mogu postići enormne veličine, pa šta više i potpuno onemogućiti dalji rad postrojenja za čišćenje.

#### Kontrola parametara teške sredine

U pogonu se nije dovoljno ograničiti samo na kontrolu gustoće suspenzije, da bi se time održala konstantnom granica odvajanja, već je neophodno i poznavanje ostalih parametara teške sredine o kojima se prethodno govorilo. Unutar tih parametara postoje određene matematičke zavisnosti, tako da je za njihovo potpuno poznavanje dovoljno utvrditi eksperimentalno samo neke od njih. U prvom redu gustoća pogonske suspenzije ( $\delta$ , kg/l) meri se konstantno u pogonu, pa utvrđivanje njene vrednosti ne čini nikakve poteškoće. Uz istovremeno određivanje parametara specifične težine teških zrna disperzne faze ( $d$ , kg/l), sadržaj teških zrna u teškoj sredini određuje se obrascem:

$$\check{C} = \frac{\delta - 1}{d - 1} \cdot d \cdot 1000 \text{ (g/l)}$$

Njihov zapreminski udeo dat je obrascem

$$V_{\check{C}} = \frac{\check{C} - 1000(-1)}{10} \text{ (\%)} \quad .$$

a zapreminski udeo vode je

$$V = 1000 - V_{\check{C}} \text{ (\%)} \quad .$$

Za utvrđivanje ovih vrednosti ne može se upotrebiti jednostavno specifična težina primenjenog suspenzoida, jer je specifična težina disperzne

faze rezultanta specifičnih težina suspenzoida i dezinintegriranih zrna komponenata tretirane mineralne sirovine. Već prema vrsti mineralne sirovine i fizičkim svojstvima njenih komponenata, zapreminski udeo zrna raste brže ili sporije, a s time u vezi, raste brže ili sporije konzistentnost suspenzije.

Zapreminski udeo čvrstih čestica može se utvrditi posredno, merenjem konzistentnosti suspenzije. Određivanje konzistentnosti suspenzije identično je merenju viskoziteta bilo koje tečnosti, ali samo do određene granice zapreminskog udela zrna jer vreme isticanja suspenzije, kroz otvor određene prečnika, nije u linearnom odnosu sa konzistentcijom. Suspenzija nema karakter Newton-ove tečnosti. Radi toga, su u primeni različiti parametri gornjih vrednosti konzistentnosti, koje u praksi ne treba prenebregnuti, ako se želi normalan rad pogona. Tako je npr. firma PIC za svoje separatore utvrdila „indeks viskoziteta PIC“, u funkciji gornje granice zrna mineralne sirovine koja se u njima tretira, vrednostima datim u tablici 2.

Tablica 2

#### Indeks viskoziteta „PIC“

Mineralne sirovine min. Ø mm zrna	Indeks PIC
6 do 10	6
10 do 20	8
20 do 50	12
50	15

Aparat za merenje konzistentnosti je konus tipa „Ford“, sa nešto povećanim uglom nagiba konusa, radi sprečavanja sedimentacije zrna na steni konusa. Isticanja se vrše kroz kratku cev, koja nema karakter kapilara.

#### Zaključak

U tehnološkim procesima koji se zasnivaju na Arhimedovom zakonu, u tzv. pliva-tone postupcima, postoje pretežno tri različita kružna toka: kružni tok pogonske suspenzije, kružni tok regeneracije teške sredine i kružni tok vode za ispiranje proizvoda. Na postrojenjima za pripremu mineralne sirovine u upotrebi je, kao teška sredina, suspenzija čvrstih teških zrna -- čvrste disperzne faze i vode-disperzne sredine.

Neizbežni pratilac događaja, vezanih za kružne tokove, su gubici čvrste faze -- suspenzoida. Na gubitke, kao i na normalan rad pogona, u prvom redu na oštrinu odvajanja, utiču fizička svojstva

suspenzije: stabilnost i konzistentnost. Oba ova svojstva stoje u međusobnoj uskoj vezi i menjaju se sa promenama čvrste disperzne faze.

Za uspešan rad pogona poželjna je velika stabilnost suspenzije, zbog što manjih variranja granice odvajanja, a s tim u vezi i kvaliteta proizvoda, uz što manju konzistenciju teške sredine, radi što kraćeg zadržavanja mineralne sirovine u njoj.

Sitno mleveni magnetit je najčešće upotrebljavana čvrsta faza suspenzije pri čišćenju uglja, radi

svojih magnetskih svojstava i podesnosti za magnetnu regeneraciju.

Merenje vrednosti gustoće suspenzije i sadržaja zrna čvrste faze u celosti zadovoljava kontrolu rada sistema za regeneraciju. Obe ove vrednosti stoje u međusobnom stalnom odnosu i pomoću njih se može izračunati zapreminski udeo zrna u suspenziji, koji je merodavan za utvrđivanje vrednosti teške sredine.

### Literatura

- Brinkmann, F., 1960: Die Verwendung von groben Schwerstoff in Schwertrübenwäschen und seine Rückgewinnung mit Hilfe der Schwerkraft. — Glückauf, H. 20.
- Kurenkov, I. I., 1936: O prigotovlenii disperznoj fazoj tjaželyh suspenzij metodom droblenija ferosilicija zadannogo sostava.— Naučnye soobščenija, XIX, Gosgortehizdat.
- Mayer, F. W., 1951: Allgemeines über Trübekreisläufe und Trüben der Schwerflüssigkeitsverfahren.— Bergbaurundschau, Nr. 6.
- Mayer, F. W., 1955: Eigenschaften und Verhalten von Schwertrüben in Kohlenwäschen und ihre Überwachung durch Kenngrößen.— Glückauf, 37/38.
- Mayer, F. W., 1958: Die Überwachung der Trüberegeneration in Schwerflüssigkeitwäschen.— Bergfreiheit, Nr. 9.
- Rodis, F., 1955: Herstellung und Eigenschaften von Ferrosilizium für die Schwerflüssigkeitsaufbereitung.— Erzbergbau u. Metallhüttenwesen Band VIII.
- Salzmann, G., 1962: Die Sink-Schwimmaufbereitung von Erzen. — Erzbergbau u. Metallhüttenwesen, Band XV, H. 10.
- Schranz, H., 1954: Die Verwendung von Schwerstoffsuspensionen hoher Wichte und verminderter Konsistenz beim Sinkscheideverfahren. — 2. Internationaler Kongres für Steinkohlenaufbereitung, Essen.
- Schranz, H., Heireich, 1955: Anwendbarkeit der verschiedenen Korngrößen zur Charakterisierung von Wasser-Feststoff Systemen. — Bergbauwissenschaften, Nr. 4.

