

Природно-математички факултет
Радна заједница заједничких послова
НОВИ САД

Примљено:	26. VI. 1979
Орг. д.	Бр. 10/62

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
INSTITUT ZA FIZIKU

KOBILAROV NADEZDA

ISPITIVANJE MINERALOŠKOG SASTAVA
NEKIH BENTONITA

(DIPLOMSKI RAD)

NOVI SAD
1979.

Zahvaljujem se prof. Dr. Slobodanu Cariću, koji je bio mentor ovog rada, na pomoći i veoma korisnim sugestijama koje su doprinele uspešnoj realizaciji ovog rada.

Posebno se zahvaljujem asistentu mr Dragoslavu Petroviću, čije su zalaganje i prižena pomoć daleko prevazilazili njegove obaveze.

SADRŽAJ

	3
1. U V O D	1
1. CILJ ISPITIVANJA BENTONITA	3
2. TEORIJSKI DEO	3
1. ISPITIVANJE RENTGENSKOM DIFRAKCIJOM	5
2. TERMIČKA MERENJA (TG, DTA I DTG ANALIZA)	7
3. SPEKTROSKOPSKA MERENJA	9
4. MAGNETNA MERENJA	13
3. EKSPERIMENTALNI DEO	13
1. OPIS UZORAKA	14
2. REZULTATI MERENJA	14
2.1. Ispitivanje rentgenskom difrakcijom	14
2.2. Termička merenja (TG, DTG i DTA analiza)	22
2.3. Spektroskopska merenja	23
2.4. Magnetna merenja	25
3. INTEGRALNI ZAKLJUČCI	29
4. LITERATURNI PODACI O UTVRDJENIM MINERALNIM KOMPONENTAMA	30
5. ZAKLJUČAK	35
6. LITERATURA	36

1. CILJ ISPITIVANJA BENTONITA

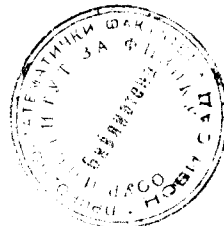
Bentonit spada u grupu sirovina koje se koriste u građevinarstvu i keramičkoj industriji. Sadrži plastične materijale kao što su glinene grupe minerala i prateće mineralne komponente.

Plastične grupe minerala gline nastaju raspadanjem vulkanskih stena, uglavnom granita i gnajsa. Ove stene su uglavnom sastavljene od kvarca, feldspata i liskuna, bez uredjenog poredka njihovih kristala. Duboko pod zemljom stene su veoma stabilne zbog visokog pritiska i počinju se (u većoj ili manjoj meri) raspadati na površinskom sloju zbog delovanja vode, ugljene kiseline, humusnih kiselina i atmosferskih uslova.

Prateći minerali potiču, najvećim delom, od neraspadnutih stena ili nečistoća koje su bile prisutne u "prastenama" (jedinjenja titana, gvoždja itd.).

Osobine pomenutih materijala, kako u toku obrade, tako i u obliku finalnih proizvoda, zavise od mineraloškog sastava gline i odnosa pojedinih mineralnih grupa, kao i pratećih mineralnih komponentata. To zahteva detaljno ispitivanje sirovinskog materijala, pri čemu treba imati u vidu dve činjenice.

1. Zbog različite "istorije" nastanka ovih materijala (razni geološki procesi, kvalitativni i kvantitativni sastav stena, vremensko delovanje, klimatski uslovi itd.), nemoguće je govoriti o jedinstvenim osobinama gline, već je potrebno ispitivanja uzoraka svakog pojedinačnog nalazišta.



2. Zbog veoma malih dimenzija čestica gline (često koloidnog tipa) teško ih je identifikovati i potrebno je koristiti više metoda identifikacije.

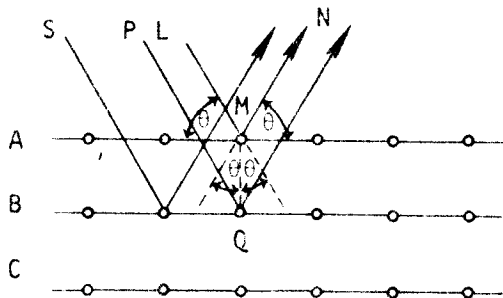
Osnovni cilj ovog rada je bio da se na nizu uzoraka bentonita sa raznih lokacija ispita valjanost i mogućnost primene više različitih metoda: rentgenske analize, TG i DTA analize, magnetnih merenja, kao i rezultate refleksione spektroskopije.

2. TEORIJSKI DEO

1. ISPITIVANJE RENTGENSKOM DIFRAKCIJOM

Rentgenski, ili X-zraci, kao elektromagnetni talasi interaguju sa sredinom kroz koju prolaze. Ukoliko je ispitivani materijal u kristalnom stanju, može doći do difrakcije X-zraka na kristalnoj rešetki, slično difrakciji svetlosti na optičkoj rešetki. Svaki atom može da raseje X-zrake, a intenzitet rasejanja zavisi od broja njegovih elektrona. Svaka ravan kristala ponaša se prema X-zracima kao zarez na optičkoj rešetki prema vidljivoj svetlosti. Kao što položaj difraktovanog vidljivog spektra zavisi od rastojanja zarezova na optičkoj rešetki, na sličan način prirodu difrakcije X-zraka određuje rastojanje između dve uzastopne ravni kristala.

Da bi se bolje i lakše razumela difrakcija na kristalima, Brag je pojavu difrakcije na kristalnoj rešetki sveo na refleksiju sa kristalnih ravni. Pretpostavka je da linije AA, BB, CC (sl. 2.1.) predstavljaju mrežaste difrakcione ravni, a tačke atome na kojima se vrši difrakcija. Primarni snop zraka pada na kristal pod uglom θ .



sl. 2.1.

Jedan deo snopa se reflektuje u pravcu MN, dok drugi deo ulazi u kristal i od Q se reflektuje u pravcu QN, od ravni BB. Putna razlika reflektovanih X-zraka je $2d\sin\theta$. Zbog interferencije reflektovanih zraka, maksimalna refleksija javiće se ako je putna razlika talasa ceo broj (n) talasnih dužina. Ovaj uslov izražen je Bragovom

jednačinom

$$n\lambda = 2d \sin\theta \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Za datu grupu ravni i monohromatske X-zrake d i λ su određeni, pa pojava difrakcije zavisi samo od ugla θ . Ako se θ povećava, nalazi se čitav niz položaja pri kojima se dobija maksimalna refleksija, odvojena mestima u kojima reflektovani zraci nisu u fazi i potiru jedan drugog. Na ovaj način moguće je dobiti "spektar" X-zraka u funkciji od ugla θ i karakterističan je za svaku kristalnu strukturu.

Geometrija i intenzitet difraktovanih X-zraka su funkcija:

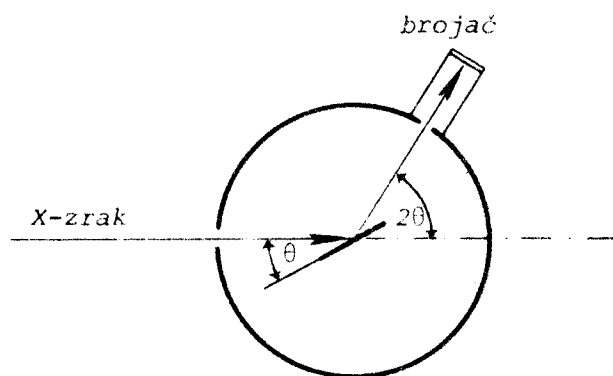
1. Vrste atoma (pošto X-zraci difraktuju na elektronima, sposobnost rasejanja je funkcija rednog broja Z i jonskog stanja elementa).
2. Rasporeda atoma u prostornoj rešetki.

Ove dve osobine predstavljaju karakteristiku svake kristalne strukture. Merenjem difrakcionih linija, može se utvrditi na kakvom materijalu je došlo do difrakcije, upoređujući sa difrakcionim slikama poznatih materijala.

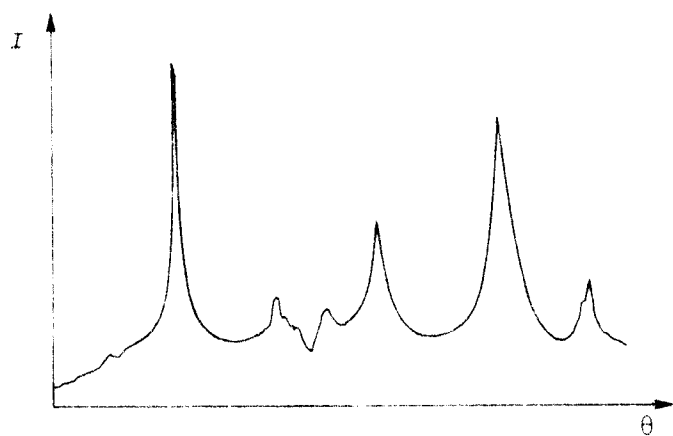
Merenje intenziteta linija difraktometrom

Merenje se u principu sastoji u sledećem:

Monohromatski snop X-zraka pada na kristal ili pogodno pripremljen kristalni prah K (sl. 2.2.) pod uglom θ , koji zadovoljava Bragov uslov, i reflektuje se prema pukotini brojačkog uređjaja. Direktnim merenjem jonizacionog efekta reflektovanog X-zraka meri se njegov intenzitet. Difraktoqram (sl. 2.3.), se dobija kada se intenzitet linija pretstavi u zavisnosti od ug-



Sl. 2.2.



Sl. 2.3.

la θ , bilo pojedinačnim merenjem, ili pomoću automatskog pisača na kraju elektronskog uređaja difrakto metra.

Intenzitet difrakcije omogućuje da se u višekomponentnoj smeši procene procentualni sastavi, ako se raspolaže sa etaloniziranim uzorcima koji bi poslužili kao referentni.

2. TERMIČKA MERENJA (TG, DTG I DTA ANALIZA)

Termogravimetrijska, ili TG merenja, su u principu vrlo jednostavna merenja koja se koriste pri proučavanju i merenju nekih procesa termičke dekompozicije kristala.

Pri zagrevanju kristala može doći do odstranjivanja pojedinih atoma ili molekula iz kristalne rešetke, što dovodi do promene njegove mase. Preciznim merenjem promene mase u zavisnosti od temperature grejanja, dobija se TG kriva.

Merenja se mogu vršiti neposredno, tako što se uzorak prži na određenoj temperaturi, a zatim meri preciznom vagom. Postupak se ponavlja za više temperatura prženja. Savremeniji i pogodniji uređaj sastoji se od precizne termovage sa automatskim pisačem. Uzorak se stavlja u peć na jedan kraj vage i počinje zagrevanje. Vaga je povezana sa pisačem tako da on registruje svaku promenu mase u funkciji temperature ili vremena grejanja.

TG merenjem dobija se:

$$m = f(T \text{ ili } t)$$

t - vreme grejanja

T - temperatura.

DTG (diferencijalnotermogravimetrijska) merenja dopunjavaju TG merenja, jer određuju brzinu promene mase

$$\frac{dm}{dt} = f(T \text{ ili } t)$$

DTG kriva se može dobiti računskim putem diferenciranjem TG krive, ili preciznim instrumentalnim putem. Podaci koji se dobijaju iz DTG krive su sledeći:

1. Maksimum krive određuje na kojoj temperaturi je brzina procesa najveća.

2. Kada se reakcije delimično poklapaju, sa TG krive je teško ustanoviti kolika promena mase odgovara jednoj, a kolika drugoj reakciji. Minimum DTG krive označava završetak jedne i početak druge reakcije.

DTA (diferencijalno-termička) merenja pokazuju promenu temperature u jedinici vremena.

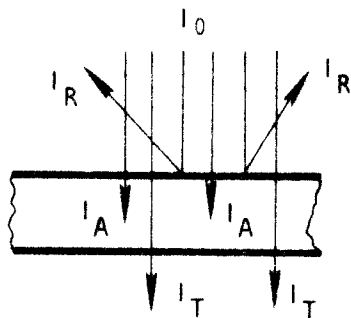
Naime, u procesu kontinualnog zagrevanja materijala na određenoj temperaturi može doći do razgradnje ili formiranja kristalne rešetke, što dovodi do sniženja temperature (endotermna promena) ili povećanja temperature (egzotermna promena).

Maksimumi krive su egzotermni pikovi, a minimumi endotermni. Širina pika zavisi od kvaliteta kristalizacije.

Za ispitivanje i identifikaciju materijala pomoću termičkih merenja bitno je to što su sve tri krive karakteristika materijala i ne zavise od geometrije eksperimenta. Upoređivanjem TG, DTG i DTA krivih nepoznatog materijala sa krivama poznatih materijala sa dosta sigurnosti može se identifikovati materijal.

3. SPEKTROSKOPSKA MERENJA

Kada elektromagnetno zračenje intenziteta I_0 pada na neki materijal, tada se javljaju tri efekta (sl. 2.4.)



- refleksija (intenzitet I_R)

- apsorpcija (intenzitet I_A)

- transparentija (intenzitet I_T)

Sl. 2.4.

Draperov zakon, koji je dat izrazom:

$$\frac{I_A}{I_0} + \frac{I_T}{I_0} + \frac{I_R}{I_0} = 1$$

daje odnos apsorpcione moći (I_A/I_0), refleksione moći (I_R/I_0) i transparentije (I_T/I_0). Za određenu supstancu sve tri veličine zavise od talasne dužine upadnog zračenja, temperature i stanja supstance.

Metoda refleksione spektrometrije svodi se na snimanje difuzno reflektovanog zračenja na neprovidnim uzorcima u obliku praha, ili sa neravnim površinama. Snimanje spektra bazira na pretpostavci da je $I_T \rightarrow 0$, a tada i $T \rightarrow 0$, pa je direktno merljiva veličina I_R . Krajnji cilj snimanja je da se odredi apsorpcioni spektar uzorka, kao posledica određene strukture.

Uz pretpostavku da se reflektovano zračenje vlada po Lambertovom zakonu (sl. 2.5.), može se pisati:

$$d^2\phi_{ref} = L_{ref} ds d\Omega \cos\theta$$

pri čemu je L_{ref} zračenje površine srazmerno njenoj osvetljenosti E .

Pošto je samo jedan deo fluksa reflektovan i to monohromatska reflektanća ρ , važi relacija

$$\rho \cdot E = \pi L_{ref}$$

odnosno

$$d^2\phi_{ref} = \frac{1}{\pi} \rho E ds d\Omega \cos\theta$$

Monohromatska reflektanća ρ je veličina svojstvena materijalu, a njena zavisnost od λ je karakteristična funkcija ispitivanog materijala.

$$\rho = \frac{\phi_{ref}}{\phi_{aps}}$$

Neposredno merenje monohromatske reflektance, povezano je sa mnogim eksperimentalnim teškoćama i zato se najčešće meri relativna monohromatska reflektanća uzorka (R'_{∞}) u odnosu na neki beli standard za dato λ .

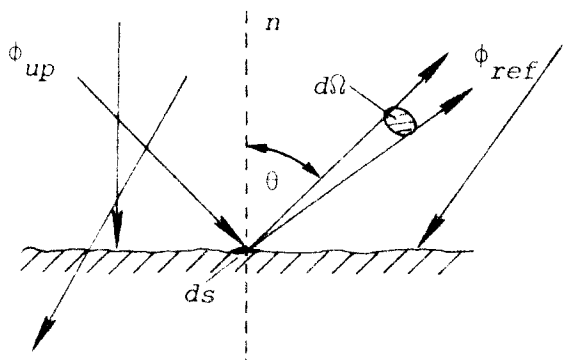
$$R'_{\infty} = \frac{\rho_{uz}}{\rho_{st}}$$

Pošto se radi o uzorcima koji ne propuštaju zračenje, smatra se da im je debljina "beskonačna".

Odredjivanje R'_{∞} omogućuje nalaženje veze izmedju relativne monohromatske reflektance (R'_{∞}) i unutrašnje apsorpcije (k) za svaku talasnu dužinu. Najbolje rezultate daje Kubelka - Munk teorija. Kubelka-Munk funkcija ima oblik

$$F(R') = \frac{(1 - R'_{\infty})^2}{2R'_{\infty}} = \frac{k}{s}$$

gde je k - koeficijent apsorpcije, a s koeficijent rasejanja.



Sl. 2.5.

Jednačina važi samo u slučajevima kada je $s \approx \text{const.}$, i predstavlja apsorbancu uzorka.

R'_∞ određuje se merenjem intenziteta reflektance uzorka (Y_{uz}) i reflektance belog standarda (Y_{st}): $R'_\infty = (Y_{uz}k_{uz})/(Y_{st}k_{st})$, gde k_{uz} , odnosno k_{st} , predstavljaju osetljivost instrumenta za odgovarajuće merenje.

Apsorpcija u vidljivom delu spektra ukazuje na postojanje kompleksnih jedinjenja u datom materijalu sa centralnim jonom gvoždja ili nekih nečistoća.

4. MAGNETNA MERENJA

Magnetne osobine materijala zavise od konfiguracije njegovih elektrona i karakteristika su svakog materijala.

Pod uticajem magnetnog polja H u jedinici zapremine dV indukuje se magnetni moment dm . Polarizacija I definisana je kao magnetni moment u jedinici zapremine.

$$I = \frac{dm}{dV}$$

Magnetna polarizacija (I) proporcionalna je jačini magnetnog polja

$$I = \gamma \cdot H$$

gde je γ - magnetni susceptibilitet, tj. veličina koja predstavlja meru promene namagnetisanja materijala pod uticajem spoljašnjih magnetnih polja.

Magnetna indukcija B povezana je sa jačinom magnetnog polja H relacijom:

$$B = \mu \cdot H$$

gde je μ - relativni magnetni permeabilitet koji za vakuum ili vazduh ima vrednost $\mu = 1$.

Pošto je

$$B = H + 4 \pi I$$

na osnovu gornjih izraza može se naći veza između magnetnog permeabiliteta i susceptibiliteta

$$\frac{\mu - 1}{4 \pi} = \gamma$$

Pored magnetnog susceptibiliteta jedinice zapremine γ , moguće je definisati susceptibilitet jednog grama materijala na sledeći način:

$$\chi = \frac{\gamma}{\rho}$$

gde je ρ - specifična težina.

Zbog uticaja materijala na magnetno polje uvodi se pojam magnetika za sve materijale. Prema vrednosti susceptibiliteta magnetici se dele na:

- paramagnetike
- dijamegnetike i
- feromagnetike.

Paramagnetici poseduju trajni atomski ili molekulski magnetni moment, nezavisan od magnetnog momenta ostalih atoma. Kada nema polja magnetni momenti su orijentisani haotično i ukupni magnetni moment jednak je nuli. Pod dejstvom spoljašnjeg magnetnog polja orijentišu se u pravcu polja i susceptibilitet je pozitivan ($1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-6}$).

Dijamagnetici su oni materijali čije namagnetisanje ima smer suprotan od smera magnetnog polja. Susceptibilitet je negativan sa istom apsolutnom vrednošću ($1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-6}$) kao kod paramagnetika.

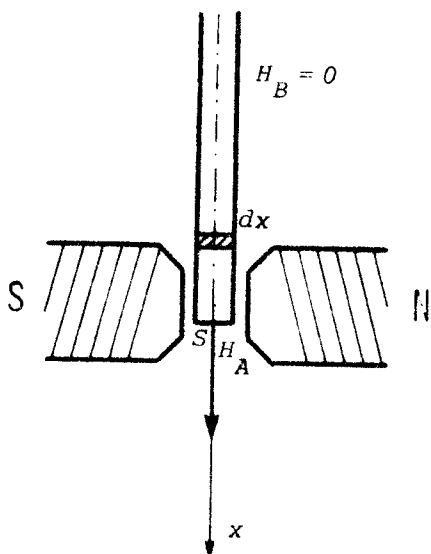
Feromagnetici su materijali kod kojih magnetni susceptibilitet ima vrednost veću od jedinice desetak, a nekad i nekoliko hiljada puta. Polarizacija zavisi od jačine magnetnog polja na veoma složen način.

Za određivanje magnetnih susceptibiliteta koristi se više

metoda. U radu je korišćena Gijova metoda.

Gijova metoda

Magnetni susceptibilitet paramagnetičnih i dijamagnetičnih materijala (magnetičnost ne zavisi od jačine spoljašnjeg magnetnog polja) svodi se na merenje sile koja se javlja pri unošenju supstance u magnetno polje (2.6.).



Sl. 2.6.

Na valjak površine poprečnog preseka S deluje nehomogeno magnetno polje H silom F , zbog koje se uzorak pomera naviše ili naniže u zavisnosti od toga da li je materijal dijamagnetik ili paramagnetik. Magnetni moment jedinice zapremine dat je kao

$$I = \gamma H$$

dok je sam magnetni moment dm dat izrazom

$$dm = \gamma H S dx \quad (Sdx = dV)$$

Sila kojom magnetno polje deluje na ispitivani uzorak je

$$dF = dm \frac{dH}{dx}$$

odnosno,

$$dF = \gamma S H dH$$

$$F = \gamma S \int_{H_B}^{H_A} H dH = \frac{1}{2} \gamma S (H_A^2 - H_B^2)$$

Pošto je eksperimentalni zahtev da gornji kraj uzorka bude van magnetnog polja, H_B je jednako nuli.

$$F = \frac{1}{2} \gamma S H_A^2$$

$$\gamma = \frac{2F}{SH_A^2} = \frac{2F}{SB_A^2}$$

$$\chi = \frac{\gamma}{\rho}$$

Sve veličine izražene su u jedinicama CGS sistema pošto su u njemu date tablice.

Modifikacija montmorijonita sadrži jone gvoždja, ako ne kao sastavne delove kristalne rešetke, tada barem kao sistematske centre nečistoća. S obzirom na drastično značajniji i paramagnetni doprinos gvoždja u odnosu na druge elemente u montmorijonitu, zavisnost magnetnog susceptibiliteta od koncentracije komponente koje sadrže gvoždje morale bi biti veoma uočljive.

Sa tom idejom u eksperimentalnom delu rada odredjeni su susceptibiliteti, jer bi eventualni ozbiljni rezultati uticaja koncentracije na susceptibilitet sugerisale na prisustvo modifikacije montmorijonita sa gvoždjem.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

1. OPIS UZORAKA

Bentonit B - 1. Nalazište: Ćirkovska kosa, bušotina B1/78 na dubini 44-45 m glavnog bentonitnog sloja. Jako je tvrd, nejednako žute boje sa stranim primesama.

Bentonit B - 2. Nalazište: Ćirkovska kosa, bušotina B2/78 na dubini 35-36 m. Izuzetno je tvrd i kompaktno, homogeno tamnosive boje bez stranih primesa.

Bentonit B - 3. Nalazište: Ćirkovska kosa, bušotina B3/78 na dubini 59,5 - 63 m. Umereno tvrd, homogeno sivo-žučkaste boje bez stranih primesa.

Bentonit B - 4. Nalazište: Ćirkovska kosa, bušotina B4/78 na dubini 41,7 - 43,7 m. Tvrd, zelenkasto-žučkaste boje sa žutim primesama.

Bentonit B - 5. Nalazište: Ćirkovska kosa, bušotina B5/78 na dubini 51 - 55 m. Umereno tvrd, jednobožno sive boje sa mestimično stranim primesama.

Bentonit B - 211. Nalazište: "Oborac" - Vrdnik, ležište bentonita i uglja. Bušotina B - 211/78 na dubini 246,4 - 247,5 m. Umereno tvrd, kompozit.

Bentonit B - 212. Nalazište "Oborac" - Vrdnik, bušotina B 212/78 na dubini od 259,6 - 260,4 m. Tvrd, crnosive boje sa sivim primesama. Nesimetrično staklasta masa.

Bentonit B - 213. Nalazište "Oborac" - Vrdnik, bušotina B 213/78 na dubini 220,5 - 238,3 m. Umereno tvrd, kompozit.

Bentonit B - 214. Nalazište "Oborac" - Vrdnik, bušotina B 214/78 na dubini od 42,8 - 43,3 m. Umereno tvrd, kompozit.

2. REZULTATI MERENJA

2.1. Ispitivanje rentgenskom difrakcijom

Pripremanje uzoraka i merenje

Uzorak se drobi do praha, prosejava i presuje u obliku pločice.

Merenja su vršena na rentgenu marke PHILIPS tipa PW-1012/30, sa difraktometrom marke PHILIPS tipa PM - 8000.

Rezultati i analiza rezultata

Na osnovu difrakcionih snimaka (koji su dati u prilogu rada) određeni su d [$\overset{\circ}{\text{Å}}$] i relativni intenziteti difrakcionih linija I/I_0 za svaki pojedini uzorak (TABELE I - IX). Upoređivanjem ovih podataka sa tabličnim vrednostima za d [$\overset{\circ}{\text{Å}}$] i I/I_0 (TAB. X - XI), utvrđeno je da su svi uzorci sličnog mineraloškog sastava sa značajnim prisustvom

- montmorijonita u više modifikacija (montmorijonit $\text{Si}_{3,74}\text{Al}_{2,03}\text{Fe}_{0,03}\text{Mg}_{0,20}\text{O}_{11}$, montmorijonita Al-hlorit, montmorijonit - hlorit)

i u manjim količinama

- α - kvarca,
- kaolinita,
- liskuna,

- kristabalita i
- feldspata.

Učešće montmorijonita u pojedinim uzorcima procenjeno je relativno u odnosu na uzorke B-1 i B-5, koji su najbogatiji ovim mineralom. Uzorak B-2 siromašniji je za oko 39%, B-3 i B-213 za oko 45%, B-4 i B-211 za oko 50% i uzorci B-212 i B-214 za oko 75%.

Prisustvo α -kvarca takodje varira. Uzorak B-1 sadrži oko 4%, B-2 oko 15%, B-3 oko 11%, B-4 oko 24%, B-5 oko 13%, B-212 oko 21%, B-213 oko 13%, B-214 oko 20%, dok uzorci B-211 i B-214 sadrže zanemarljive količine α -kvarca.

Količina kaolinita raste od uzorka B-1 do B-5 ali ne dostiže značajnije vrednosti u odnosu na montmorijonit. Uzorci B-211 i B-214 imaju približno isti odnos kaolinita i montmorijonita. U uzorcima B-211 i B-213 prisustvo kaolinita je beznačajno.

Sadržaj kristabalita značajniji je kod uzoraka B-211, B-212, B-213 i B-214 sa oko 5% do 8%.

U svim uzorcima sadržaj liskuna i feldspata je mali.



TABELA I

B - 1

2θ	d [Å]	I/I_0	d [Å] tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
5,75	15,35	100	15,3	100	M
9	9,81	19,6	9,7	20	M
19,75	4,48	98,82	4,48	100	M
20,75	4,27	25	4,27	25	Q
26,5	3,35	100	3,37	100	Q
27,75	3,21	71,37	3,22	80	M

TABELA II

B - 2

2θ	d [Å]	I/I_0	d [Å] tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
6	14,7	100	14,7	100	M
9,1	9,7	10,7	9,7	20	M
12,5	7,07	100	7,15	100	K
18,1	4,89	20	5,00	27	L
20,1	4,41		4,41	100	M+K
21,1	4,21	19,45	4,25	25	Q
22,2	3,99	100	4,00	100	Kr
23,9	3,71	100	3,59	100	K
25,6	3,47	10	3,49	13	L
28,2	3,16	100	3,10	100	F
30,1	2,96	100	2,95	100	F
35,1	2,55	100	2,56	100	L
36,8	2,43	24,4	2,47	27	L

TABELA III

B - 3

2θ	$d \text{ [Å]}^0$	I/I_0	$d \text{ [Å]}^0$ tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
5,75	15,35	100	15,3	100	M
9	9,81	6,55	9,7	20	M
12,6	7,01	100	7,18	100	K
18,2	4,86	91,6	4,80	100	K
19,9	4,45	30,7	4,45	100	M
20,9	4,24	17,25	4,25	25	Q
25	3,55	100	3,59	100	K
2,68	3,32	100	3,37	100	Q

TABELA IV

B - 4

2θ	$d \text{ [Å]}^0$	I/I_0	$d \text{ [Å]}^0$ tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
6	14,7	100	14,7	100	M
9,2	9,6	12,85	9,7	20	M
12,5	7,07	100	7,15	100	K
18,2	4,86	100	4,80	100	K
20,1	4,41	100	4,41	100	M+K
21,1	4,21	25,9	4,25	25	Q
24,7	3,60	86	3,59	80	K
26,9	3,31	100	3,37	100	Q
28,2	3,16	100	3,10	100	F
31,1	2,87	100	2,95	100	F
35	2,56	100	2,69	100	F

TABELA V

B - 5

2θ	d [Å]	I/I_0	d [Å] tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
15,7	15,48	100	15,3	100	M
9	9,81	5	9,7	20	M
12,4	7,12	100	17,16	100	K
17,9	4,94	84,4	4,80	100	K
19,8	4,47	100	4,48	100	M
20,9	4,24	15,30	25	25	Q
25	3,55	100	3,57	100	K
26,7	3,3	100	3,37	100	Q

TABELA VI

B - 212

2θ	d [Å]	I/I_0	d [Å] tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
5,9	14,96	100	14,7	100	M
8,9	9,92	19,48	9,7	20	M
12,5	7,07	100	7,16	100	K
17,75	4,99	26	5,00	27	L
20,1	4,41	100	4,41	100	M+K
21	4,22	24	4,25	25	Q
22,2	3,99	100	4,04	100	Kr
23,8	3,72	80	3,54	100	K
25,1	3,54	12	3,49	13	L
2,55	3,43	70,6	3,57	80	K
26,8	3,32	100	3,37	100	Q
27,9	3,19	19,2	3,19	20	L
30,1	2,96	44	2,99	47	L
31	2,88	1,9	2,80	3	L

TABELA VII

B - 211

2θ	$d \text{ [Å]}$	I/I_0	$d \text{ [Å]}$ tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
5,8	15,21	100	15,3	100	M
9,7	9,1	60	9,7	60	M
17,5	5,06	100	4,48	100	L+M
19,9	4,45	100	4,45	100	M
22	4,03	100	4,04	100	Kr
26,8	3,32	100	3,37	100	Q
27,9	3,19	100	3,10	100	F
35,5	2,20	100	2,20	100	F

TABELA VIII

B - 213

2θ	$d \text{ [Å]}$	I/I_0	$d \text{ [Å]}$ tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
5,2	16,9	100	15,3	100	M
7,75	11,39	100	11,8	100	M
11,4	7,75	100	7,23	100	K
19,75	4,48	100	4,48	100	M
20,8	4,26	20	4,25	25	Q
22	4,03	100	4,04	100	Kr
23,5	2,75	90	2,33	80	K
24,9	3,57	10	3,49	13	L
26,4	3,37	100	3,37	100	Q
27,7	3,21	100	3,22	100	F
28,5	3,12	100	3,10	100	F
29,9	2,98	100	2,95	100	F

TABELA IX

B - 214

2θ	d [Å]	I/I_0	d [Å] tabl.	I/I_0 tabl.	mineral
6	14,7	100	14,7	100	M
8,8	10,03	100	11,8	100	M
12,4	7,12	100	7,16	100	K
17,8	4,97	20	5,0	27	L
19,7	4,50	100	4,50	100	M
20,8	4,26	20	4,25	25	Q
21,8	4,07	100	4,07	100	Kr
23,5	3,78	100	3,59	100	K
24,3	3,65	10	3,72	13	L
25,4	3,50	100	3,57	100	K
26,6	3,34	100	3,37	100	Q
28	3,18	100	3,22	100	F

TABELA X

d [Å]	6,39	4,11	3,78	3,49	3,22	3,10	2,95	2,69
I/I_0	20	80	60	90	100	100	100	100
<i>f e l d s p a t</i>								

TABELA XI

d [Å]	15,3	4,50	3,07	14,7	2,96	1,49	14,5	3,05	9,7	14,0	4,41	2,51	11,8	4,45	1,49	4,48	3,22	9,7	
I/I ₀	100	100	100	100	50	50	100	50	20	100	100	80	100	90	80	100	80	60	
	Montmorijonit			Montmorijonit Al - hlorit			Montmorijonit hlorit			Montmorijonit sintetik			Montmorijonit			Montmorijonit anhidrid			
	Si _{3,74} Al _{2,03} Fe _{0,03} Mg _{0,20} O ₁₁																		

d [Å]	9,55	7,23	7,18	7,17	7,16	7,15	4,80	4,41	3,59	3,57	2,33	1,49	1,49
I/I ₀	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	90	100	80
	k a o l i n i t												

d [Å]	9,9	5,0	4,47	3,88	3,72	3,49	3,13	3,19	2,99	2,86	2,72	2,56	2,47	2,38	2,29	2,21	2,13
I/I ₀	60	27	53	20	13	13	33	20	47	27	20	100	27	20	7	20	53
	l i s k u n																

d [Å]	4,25	3,37	2,45	2,29	2,23	2,12	1,97	4,30	4,08	3,81	3,43	3,21	2,96	2,80	2,49	2,305	2,08	1,84
I/I ₀	25	100	15	10	6	9	8	100	33	67	1	1	17	3	27	11	5	3
	α - k v a r c																	
	α - k r i s t a b a l i t																	

2.2. Termička merenja (TG, DTG i DTA analiza)

Pripremanje uzoraka i merenje

Uzorak se drobi do praha i količina od 100 mg sipa se u specijalnu posudu koja se stavlja u peć.

Merenja su vršena derivatografom mađarske proizvodnje (MOM). Brzina grejanja bila je 10 °C/min, osetljivost na temperaturu 1000 °C, DTG 1/10 i DTA 1/10.

Rezultati i analiza rezultata

Snimljene krive TG, DTG i DTA svih uzoraka date su u prilogu.

Upoređivanjem DTA krivih sa DTA etaloniranim standardima, može se zaključiti da prvi endotermni pik na oko 100 °C odgovara gubitku međuslojne vode kod montmorijonita.

Drugi endotermni pik na oko 500 °C odgovara termičkoj dekompoziciji kaolinita.

Endotermni pik na oko 800 °C odgovara gubitku kristalne vode kod montmorijonita.

Kod uzorka B-211 sa malim sadržajem kaolinita endotermni pik na oko 700 °C takodje odgovara gubitku kristalne vode kod montmorijonita.

Sa TG krivih može se odrediti procenat kristalne međuslojne vode i u odnosu na etalonirane srodne supstance, odrediti apsolutni iznos učešća montmorijonita. Za uzorke B-1 i B-5 procenjen je na preko 55%.

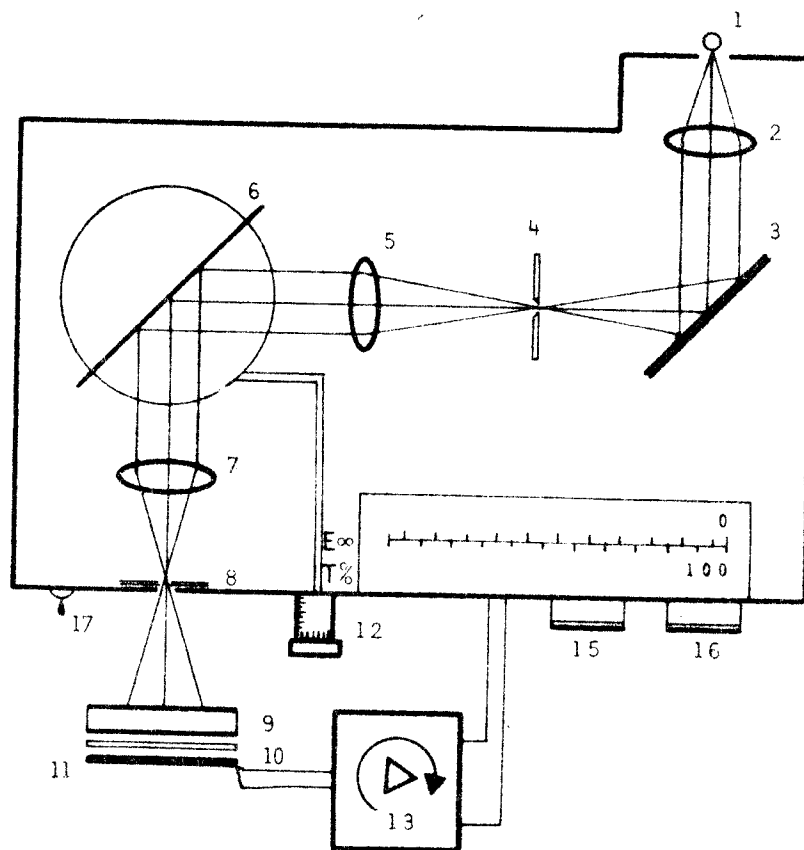
2.3. Spektroskopska merenja

Pripremanje uzoraka

Uzorak se mrviti u ahatnom avanu do praha. Zatim se prah sipa u plastične posude i pažljivo utapkava sloj po sloj da bi se dobila što homogenija gustina. Gornja površina poravnava se staklenom pločicom da se ne bi pojavile pukotine i veće neravnine.

Aparatura za merenje difuzne refleksije i merenje

Merenja su vršena na uređaju SPEKOL sa dodatnim pojačavačem "ZV". Šema uređaja data je na sl. 3.1.



Sl. 3.1.

1. Izvor svetlosti
2. Kondenzorsko sočivo
3. Ogledalo
4. Ulazni otvor
5. Kolimatorski objektiv
6. Refleksiona rešetka
7. Kolimatorski objektiv
8. Izlazni otvor
9. Uzorak
10. Filter boja
11. Selenski foto-elemenat
12. Doboš
13. Tranzistorski pojačavač
14. Skala
15. Dugme za korekciju 100%
16. Dugme za korekciju 0
17. Zatvarač

Spekol je priključen na izvor stabilisanog napona. Svetlost iz izvora (1) preko sistema ogledala (3) i sočiva (2 i 5) pada u paralelnom snopu na difrakcionu rešetku (6). Svetlost sa rešetke prikuplja sočivo (7) i usmerava na izlazni otvor (8). Dobošom (12) podešava se talasna dužina ovako dobijenog monohromatskog zračenja u opsegu od 340 do 850 nm. Monohromatsko zračenje posle interakcije sa uzorkom (9) pada na prijemnik radijacije (11), čija se foto struja preko tranzistorskog pojačavača (13) prenosi na instrument za pokazivanje i skalu (14).

Intenzitet reflektovanog zračenja je dat izrazom

$$Y_i = Y_0 \cdot k$$

Y_0 - intenzitet upadnog zračenja

Y_i - intenzitet difuzno-reflektovanog zračenja

k - osetljivost instrumenta

Snimanje je vršeno na sobnoj temperaturi i normalnom pritisku u intervalu talasnih dužina 340 - 850 nm (3400 - 8500 Å) sa

korakom od 50 Å. Kao beli standard za sve uzorke korišćen je MgO.
Korišćenjem relacije

$$R'_{\infty} = \frac{Y_{uz} \cdot k_{uz}}{Y_{st} \cdot k_{st}}$$

dobija se reflektanca kao funkcija talasne dužine λ .

Apsorbanca kao funkcija talasne dužine dobija se na osnovu Kubelka - Munk funkcije

$$F(R'_{\infty}) = \frac{(1 - R'_{\infty})^2}{2R'_{\infty}}$$

Rezultati merenja i analiza rezultata

Refleksioni spektri u vidljivom delu spektra ne ukazuju na bandove koji bi se mogli očekivati, ako postoje energetske prelazi nastali kao posledica uticaja kristalne rešetke na neke centralne jone. Ovaj rezultat je indirektno u saglasnosti sa rezultatima magnetnih merenja i takođe ukazuje da montmorijonitske komponente ne sadrže gvoždje, što je vrlo čest slučaj.

Ilustrativno su u prilogu dati refleksioni spektri nekih uzoraka.

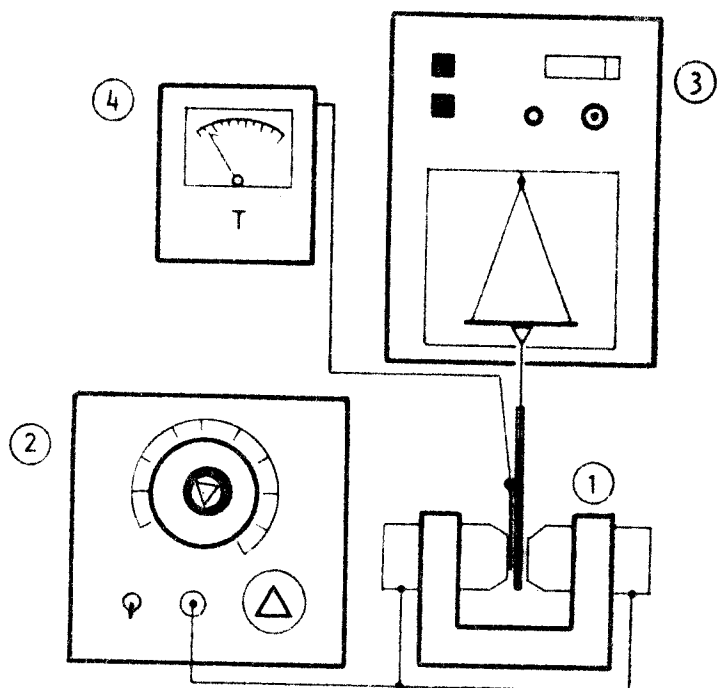
2.4. Magnetna merenja

Pripremanje uzoraka

Uzorak se drobi u ahatnom avanu i nakon toga prosejava kroz gustu sito, da bi se dobila približno ista krupnoća zrna. Praškast materijal se sipa u tanku staklenu cevčicu kružnog preseka (unutrašnjeg poluprečnika $d = 0,25$ cm) do visine od 9 cm.

Aparatura za merenje magnetnog
susceptibiliteta i merenje

Šema uređaja data je na sl. 3.2. Sastoji se od jakog elektromagneta (1) koji daje nehomogeno magnetno polje, uređaja za napajanje električnom strujom (2), precizne vage (3) i mernog instrumenta jačine magnetnog polja (4).



Sl. 3.2.

Uzorak se pomoću končića veša na krak vage, tako da njegov donji kraj bude između polova magneta, a gornji sasvim van polja. Nakon merenja prazne cevčice meri se težina uzorka kada nema dejstva polja a nakon toga u prisustvu polja. Razlika ove dve vrednosti daje silu kojom polje deluje na uzorak. Jačina magnetnog polja za sve uzorke bila je ista i iznosila je 900 gausa. Zapremina uzorka zbog približno ujednačenog pakovanja iznosila je

$$V = S \cdot h = 4,906 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2 \cdot 9 \text{ cm} = 0,4415 \text{ cm}^3$$

Merenjem težine svakog uzorka pojedinačno u cevčici, određena je gustina ρ .

Na osnovu izraza

$$\gamma = \frac{2 F}{S B_A^2} \quad \text{i} \quad \chi = \frac{Y}{\rho}$$

izračunat je magnetni susceptibilitet i susceptibilitet jedinice mase.

Rezultati merenja i analiza rezultata

Rezultati merenja dati su u TABELI XII, pri čemu je:

F_0 [p] - težina prazne cevčice bez prisustva polja

F_{0B} [p] - težina prazne cevčice uz prisustvo polja

ΔF_0 [p] - sila kojom polje deluje na cevčicu

F [p] - težina cevčice i uzorka zajedno bez prisustva polja

F_B [p] - težina cevčice i uzorka zajedno uz prisustvo polja

ΔF_B [p] - sila kojom polje deluje na uzorak i cevčicu zajedno

ΔF [p] = $\Delta F_B - \Delta F_{B_0}$ - sila kojom polje deluje samo na uzorak

Na osnovu dobijenih rezultata merenja može se zaključiti da na vrednost magnetnog susceptibiliteta ne utiče količina montmorijonita u uzorcima. To ukazuje da u montmorijonitskim komponentama nema znatnijih količina gvoždja koje bi, izvesno, uticale na vrednost magnetnog susceptibiliteta.

TABELA XII

Uzorak	F_0 [p]	F_{0B} [p]	ΔF_0 [p]	F [p]	F_B [p]	ΔF [p]	ΔF [D]	γ [10^{-4}]	ρ [$\frac{g}{cm^3}$]	χ [10^{-4}]	ΔF_B [p]
B - 211	12,8992	12,8971	- 0,0021	13,4186	13,4215	$5 \cdot 10^{-3}$	4,905	2,4686	1,1764	2,0984	$2,9 \cdot 10^{-3}$
B - 212	12,8992	12,8971	- 0,0021	13,4549	13,4625	$9,7 \cdot 10^{-3}$	9,5157	4,7892	1,2586	3,8051	$7,6 \cdot 10^{-3}$
B - 213	12,8992	12,8971	- 0,0021	13,4528	13,4586	$7,9 \cdot 10^{-3}$	7,7499	3,9004	1,2539	3,1106	$5,8 \cdot 10^{-3}$
B - 214	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5639	13,5764	$14,6 \cdot 10^{-3}$	14,3226	7,2085	1,2699	5,6764	$12,5 \cdot 10^{-3}$
B - 1	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5367	13,5515	$16,9 \cdot 10^{-3}$	16,5789	8,3441	1,2080	6,9073	$14,8 \cdot 10^{-3}$
B - 2	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5095	13,5267	$19,3 \cdot 10^{-3}$	18,9333	9,5290	1,1467	8,3099	$17,2 \cdot 10^{-3}$
B - 3	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5448	13,5755	$32,8 \cdot 10^{-3}$	32,1768	16,1944	1,2267	13,2016	$30,7 \cdot 10^{-3}$
B - 4	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5189	13,5437	$26,9 \cdot 10^{-3}$	26,3889	13,2814	1,1680	11,3710	$24,8 \cdot 10^{-3}$
B - 5	13,0032	13,0011	- 0,0021	13,5255	13,5528	$29,4 \cdot 10^{-3}$	28,8414	14,5157	1,1830	7,9321	$27,3 \cdot 10^{-3}$

3. INTEGRALNI ZAKLJUČCI

Ispitivanjem uzoraka metodom rentgenske difrakcije dobijena je, pre svega, informacija o kristalnom sastavu uzoraka, što na prvi pogled nije bilo očigledno zbog njihove plastičnosti. Takođe je određjen hemijski sastav uzoraka sa procenom relativnog učešća pojedinih komponenata. Ovom metodom moguće je utvrditi i apsolutni procenat učešća pojedinih komponenata, ukoliko za to postoje provereni standardi u odnosu na koje se vrši merenje.

Termička merenja potvrđuju i dopunjuju rentgenska. Utvrđeno je postojanje mineralnih grupa gline, kao i procenat vezane medjuslojne i kristalne vode. Ova merenja mogu pokazati i eventualno prisustvo organskih primesa. Ona takođe pokazuju i temperaturske intervale u kojima se menja kristalna struktura, što je bitno u procesu obrade ovih materijala.

Spektroskopsim i magnetnim merenjima, utvrđuje se moguće postojanje nečistoća u glinenim komponentama, značajnim za osobine i primenu ovih materijala.

Na osnovu merenja izvršenih u ovom radu, a bez kompletne hemijske analize, može se samo grubo oceniti upotrebna vrednost ovih uzoraka. Zbog velikog sadržaja montmorijonita, ovi materijali spadaju u grupu plastičnih glina, pogodnih za proizvodnju mehaničko i vodo otpornih materijala. Odsustvo gvoždja omogućuje njihovu primenu za proizvodnju vatrostalnih materijala. Mogu se koristiti i kao dodaci manje plastičnim glinama u cilju poboljšanja njihove obradivosti.

4. LITERATURNI PODACI O UTVRDJENIM MINERALNIM KOMPONENTAMA

Analizom mineraloškog sastava utvrđeno je da dati uzorci bentonita sadrže minerale gline kaolinske i montmorijonitske grupe, kao i mineralne komponente kvarca, kristabalita, liskuna i feldspata.

4.1. Minerali kaolinske grupe

Minerali kaolinske grupe nastaju raspadanjem feldspata i imaju stabilnu hemijsku strukturu - $\text{Al}_2\text{SiO}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

Značajan za primenu je kaolinit čija je tvrdoća 1 - 1,25 po Mosu, a specifična težina $2,6 \text{ g/cm}^3$. Može biti bele ili sive boje sa žućkastim ili crvenkastim nijansama, uvek mutnog sjaja. Bublji u vodi i obrazuje plastičnu masu pogodnu za obradu. Ima nisku sposobnost jonske izmene, pa je skupljanje pri sušenju malo, kao i čvrstoća osušenih proizvoda.

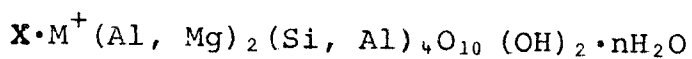
Pri zagrevanju kaolinita dehidratacija do $400 \text{ }^\circ\text{C}$ je vrlo slaba i može nastati zbog gubitka medjuslojne vode, naročito kod loše kristalisanih kaolinita. Na temperaturi 575 do $625 \text{ }^\circ\text{C}$ dehidratacija nastaje zbog gubitka kristalne vode iz OH grupe, u zavisnosti od veličine čestica i kvaliteta kristalizacije (bolje kristalisaní uzorci lakše gube vodu). Proces dehidratacije završava se na temperaturi 750 do $800 \text{ }^\circ\text{C}$. "Bezvodna modifikacija" nije sasvim amorfna već zadržava određeni stepen kristaličnosti. Na temperaturi od 900 do $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ iz amornog SiO_2 i Al_2O_3 nastaje kristal mulita ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) koji značajno utiče na mehanička i termička svojstva smeše. Kaolinit se topi na temperaturi od $1650 \text{ }^\circ\text{C}$ do $1775 \text{ }^\circ\text{C}$ i prelazi u staklastu fazu.

Halojzit $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ se javlja retko u prirodi. Interesantan je jer ima povratnu dehidrataciju na niskim temperaturama, što dovodi do gubitka plastičnosti. Za razliku od kaolinita koji kristališe u obliku heksagonalnih pločica, halojzit kristališe u obliku cevčica, što daje jedinu mogućnost njihovog razlikovanja.

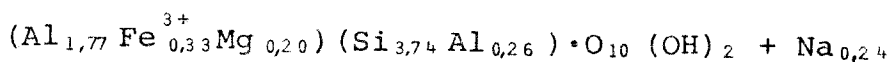
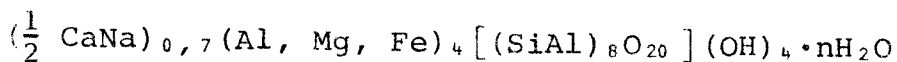
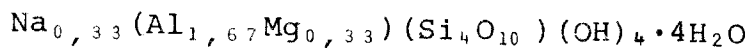
Ostali minerali ove grupe kao što su aneksit, nakrit, dikit i alofin imaju sličnu dehidrataciju, ali su od manjeg značaja za primenu.

4.2. Minerali grupe montmorijonita

Montmorijonitska grupa minerala nastaje raspadanjem liskuna pri čemu voda može da zameni jedan deo alkalija. Zbog toga se ova grupa minerala često naziva hidroliskunskom grupom. Karakteristična formula ove grupe je:



Ovu grupu čini veoma širok spektar minerala sa promenljivom strukturom, koja nastaje supstitucijom pojedinih jona. Silicijumovi joni mogu biti delimično supstituisani aluminijumovim, a aluminijumovi sa litijumovim, magnezijumovim i trovalentnim gvoždjem. Joni kalijuma, natrijuma i kalcijuma ulaze u sastav minerala radi električne neutralizacije posle datih supstitucija. U literaturi se mogu naći još neke formule ovih minerala



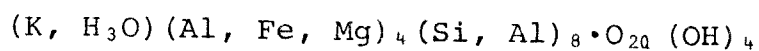
Imaju veliku sposobnost apsorpcije neorganskih materija i time znatno utiču na fizičko-hemijske osobine sredine u kojoj se nalaze.

Minerali montmorijonitske grupe odlikuju se česticama malih dimenzija i velikim jonoizmenjivačkim kapacitetom, tako da im je plastičnost veoma velika, kao i skupljanje pri sušenju.

Zagrevanjem se znatno menjaju fizičke osobine montmorijonita (indeks prelamanja, specifična težina, zapremina itd.). Na temperaturi od 150 °C do 200 °C gubi se medjuslojna voda koje ima mnogo više nego kod ostalih mineralnih grupa gline i karakteristika su ove grupe. Na temperaturi iznad 500 °C gubi se kristalna voda i vrlo brzo razgrađuje kristalna rešetka. Proces se završava na oko 800 °C. "Bezvodna modifikacija" ima kratku temperatursku stabilnost. Već na 900 °C utvrđen je nastanak, rast i kasnije nestanak rubina. Na temperaturama višim od 1050 °C povećava se sadržaj stakla, kao i prisustvo iglica mulita.

4.3. Minerali grupe ilita

Iliti nastaju delimičnim raspadanjem liskuna sa relativno značajnim sadržajem kalijuma. Karakteristična formula je:



Po svojim strukturnim osobinama ovi minerali nalaze se na sredini između montmorijonitske grupe minerala i liskuna. Imaju srednju sposobnost jonske izmene i zato su manje plastični i osetljiviji pri sušenju od glina montmorijonitskog tipa.

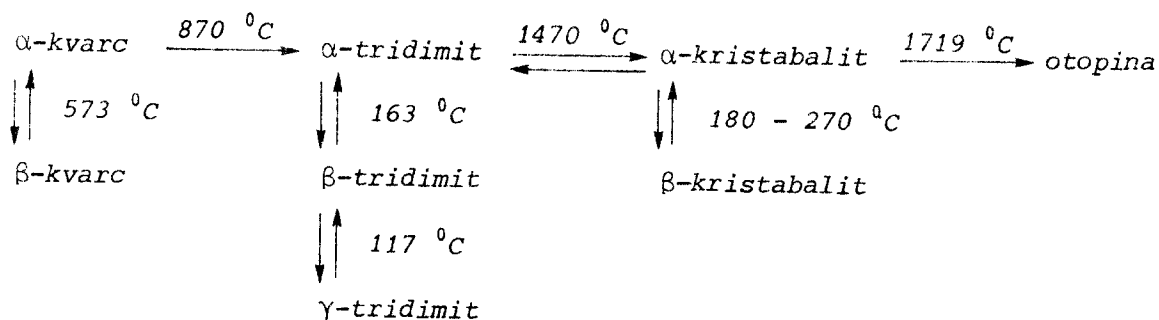
Zagrevanjem dolazi do promene njihove strukture koja je po prirodi nestabilna. Na temperaturi od 350 °C do 600 °C gubi se kristalna voda i nastaje "bezvodna modifikacija", koja se razlaže sve do 700 °C. Termičko razlaganje kristala završava se na oko 900 °C. Na 850 °C obrazuje se rubin reakcijom između Al_2O_3 , Fe_2O_3 i MgO iz ilitskih kristala. Na temperaturi od 1100 °C može se identifikovati staklo sa česticama rubina, koji nestaje na temperaturi od 1300 °C. Mulit počinje da se javlja na temperaturi od 1100 °C i na 1300 do 1400 °C može se mikroskopski identifikovati u obliku iglica raspoređenih u staklu.

Grupa ilita nije identifikovana u datim uzorcima, ali je navedena radi kompletnosti nekih podataka o glinenim grupama minerala.

4.4. Kvarc

Anhidrid silicijumske kiseline (SiO_2) pojavljuje se u raznim prirodnim oblicima. Od tehničkog značaja su tri modifikacije različite po svojim fizičkim i kristalografskim osobinama: kvarc, tridimit i kristabalit.

Slobodan kvarc nalazi se u prirodi u obliku kvarcnog peska, kvarcita, peščara ili kao primesa gline. Čvrstoća mu je 7 po Mosu, specifična težina $2,5 - 2,8 \text{ g/cm}^3$. Stabilan je u obliku α -kvarca i pri povećanju temperature prelazi u neki drugi oblik. Šema prelaza data je na slici 4.1.



Sl. 4.1.

β -kvarc nastaje na oko $573\text{ }^\circ\text{C}$ i pri hladjenju vraća se u α -kvarc, pri čemu može doći do pucanja kristala (nekad se kvarcni pesak i kvarcit žare radi lakšeg drobljenja). α -tridimit nastaje na $870\text{ }^\circ\text{C}$. Redak je u prirodi, jer pri hladjenju prelazi preko forme β -tridimita u γ -tridimit. Na temperaturi $1470\text{ }^\circ\text{C}$ nastaje α -kristabalit koji se takodje retko sreće u prirodi, jer hladjenjem prelazi u β -kristabalit povećavajući svoju zapreminu, ili u α -tridimit. α -kristabalit na $1719\text{ }^\circ\text{C}$ prelazi u otopinu koja se može ohladiti bez kristalizacije. Na šemi vertikalne strelice označavaju brze prelaze, dok horizontalne, spore.

Polimorfne promene SiO_2 vezane su za promene specifične težine i zapremine čak i do 16%.

4.5. Feldspat

U prirodi se javljaju tri tipa feldspata.

Kalijum feldspat - $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ (ortoklas). Tvrdoća mu je 6 po Mosu, specifična težina $2,6 \text{ g/cm}^3$. Može biti različitih boja: žućkast, rozikast, crvenkast, siv, beo, ponekad bezbojan sa staklastim sjajem. Zrnaste je strukture i retko se javlja u vidu većih kristala.

Natrijum feldspat - $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ (albit). Tvrdoća mu je 6 - 6,5 po Mosu, specifična težina $2,62 \text{ g/cm}^3$. Može biti bele, sivkaste, crvenkaste, zelene boje sa različitim prelivima i staklastim sjajem. Potpuno je zrnast, zbijeno-plastične ili odvojene kristalne strukture.

Kalcijum feldspat - $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (anortit). Tvrdoća mu je 6 - 6,5 po Mosu, specifična težina $2,75$ do $2,78 \text{ g/cm}^3$. Boje je bele, sive ili crvenkaste sa slabim staklastim sjajem. Potpuno je zrnaste strukture.

Sve tri vrste feldspata kristališu u više raznih oblika i njihove kristalografske osobine, zajedno sa hemijskim, utiču na osobine smeše u kojoj se nalaze. Svi imaju dugotrajan termički proces raspadanja kristalne rešetke ($1100 \text{ }^\circ\text{C}$ do $1300 \text{ }^\circ\text{C}$). Koriste se kao topitelji i nezatno utiču na smanjenje stezanja pri sušenju.

4.6. Liskun

Tvrdoća mu je 2 - 3 po Mosu, specifična težina $2,76$ do 3 g/cm^3 . Bezbojan je sa raznim nijansama saklastog ili sedefastog sjaja. Uvek je savršeno složen u vidu elastičnih listova ili ljuspica. Utiče na izolatorska svojstva smeše.

5. ZAKLJUČAK

Za određivanje mineraloškog sastava polikristalnih smesa potrebno je koristiti više metoda identifikacije. Svi prikupljeni rezultati daju kompletnu sliku o osobinama materijala i zbog toga je teško dati prioritet jednoj od metoda. Najviše fundamentalnih podataka daje metoda rentgenske difrakcije, ali nisu od manjeg značaja ni rezultati ostalih metoda.

Pored metoda korišćenih u ovom radu za ispitivanje glina mogu se koristiti metode optičke mikroskopije, kombinacija optičke i elektronske mikroskopije, kao i klasične hemijske metode.

6. L I T E R A T U R A

1. Г. Стипл, Г. Липсон - Интерпретация порошковых рентгенограмм изд. "Мир", Москва 1972.
2. W. Eendlant: Thermal methods of analysis, Interscience Publisher, J. Wiley, New York 1964
3. Фейман, Лейтон, Сэндс: Феймановские лекции по физике, 7 - физика сплошных сред, Изд. "Мир", Москва 1977.
4. Samjuel Gleston: Udžbenik fizičke hemije, Naučna knjiga, Beograd, 1970.
5. Prodanov Jovan: Mogućnost odredjivanja konfiguracije spoljašnjih energetskih nivoa na osnovu difuzne refleksije na kristalnom prahu (diplomski rad), PMF Institut za fiziku, Novi Sad, 1979.
6. Charles Kittel: Uvod u fiziku čvrstog stanja, Savremena administracija, Beograd, 1970.
7. B. Ribár i D. Petrović: Praktikum eksperimentalnih vežbi iz elektriciteta, Zavod za fiziku i matematiku, Novi Sad, 1975.
8. Damjan Bujak: Osnovi i odabrana poglavlja tehnologije keramike, Institut za tehnologiju silikata, Zagreb, 1976.
9. Д. Мухор: Основы минералогии и геологии земли, Москва, 1967.
10. Aleksandar Jovanović i Slobodan Isakovski: Ispitivanje gline radi ocene njihove upotrebljivosti za proizvodnju опеке, Izgradnja, 7/78, 1978.
11. Л. И. Миркин: Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов, ГИЗ ФИЗМАТ литературы, Москва, 1961.
12. Index to the X-ray powder data file, American Society for Testing Materials, Philadelphia, 1959.
13. Atlas of Thermoanalytical Curves, Heyden & Son LTD, London - New York - Rheine, 1974.

P R I L O G

1. TG, DTG I DTA DIJAGRAMI
2. DIFRAKSIONI SNIMCI
3. REFLEKSIONI SPEKTRI

