

B
C
U

462132

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE GEOLOGIE-GEOGRAFIE
SECȚIA „INGINERIE GEOLOGICĂ ȘI GEOFIZICĂ“
CATEDRA DE MINERALOGIE

Ing. ANA MERCUS

MINERALOGIE
ȘI
PETROGRAFIE
TEHNICĂ

ÎNDRUMĂTOR PENTRU LUCRĂRI PRACTICE ȘI CURS

BUCUREȘTI, 1981



BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITARĂ
București

Cota III 462132

Inventar 622966

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI

FACULTATEA DE GEOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

Secția "Inginerie geologică și geofizică"

Catedra de Mineralogie

Șef de lucrări ing. ANA MERCUS

12/83

MINERALOGIE ȘI PETROGRAFIE TEHNICĂ

- Indrumător pentru lucrări practice și curs -

BUCUREȘTI

-1981-

~~75.8/473A~~
Biblioteca Centrală Universitară
BUCUREȘTI
Cota: ~~075.8/473A~~
Inventar: 622966

~~75.8/473A~~

BIBLIOTECA UNIVERSITARA
BUCUREȘTI
III 462/132
Cota: III 075.8/2
Inventar: 622966

Prezentul îndrumător este destinat studenților din anii IV și V ai Facultății de Geologie și Geografie, secția Inginerie geologică și geofizică, grupa de aprofundare "Mineralogie tehnică".
Prin conținutul său corespunde programelor analitice și este util studenților geologi precum și geologilor din producție.
Textul a fost analizat în colectivul de Catedra de Mineralogie care s-a declarat de acord cu multiplicarea în actuala redactare.

C U P R I N S

	Pag.
INTRODUCERE	11
I. MATERIALE CERAMICE	16
I.1. Definiție	16
I.2. Materii prime	16
I.2.1. Argile-definiție,compoziție mineralogică . .	16
I.2.2. Clasificarea argilelor	17
I.3. Clasificarea materialelor ceramice	22
I.3.1. Ceramica brută	23
I.3.1.1. Materiale poroase	23
A. Materiale pentru zidărie	23
a) Cărămizi	23
a.1. Caractere microfiziografice ale cărămi- zii	27
b) Blocuri ceramice cu goluri pentru zidărie..	28
c) Corpuri ceramice	28
B. Materiale pentru învelitori	28
a) Țigle	28
a.1. Caractere microfiziografice ale țiglei .	28
b) Coame	33
c) Olane	33
C) Alte materiale ceramice poroase	33
a) Tuburi de drenaj	33
I.3.1.2. Materiale semivitrificate	33
a) Gresia ceramică	33

	Pag.
a.1. Caractere microfiziografice ale gresiei ceramice	36
b) Cărămizi de clincher	36
c) Clincher de pavaj	36
d) Granulitul	37
d.1. Caractere microfiziografice ale granulu- lui	39
I.3.2. Ceramica fină	39
I.3.2.1. Materiale poroase	40
a) Faianța	40
a.1. Caractere microfiziografice ale faianței..	41
b) Cahle	41
I.3.2.2. Materiale semivitrificate	43
a) Semiportelanul	43
b) Majolica	43
I.3.2.3. Materiale vitrificate	43
a) Porțelanul	43
a.1. Caractere microfiziografice ale porțela- nului mullitic	46
b) Gresia ceramică fină	49
I.3.3. Mase ceramice speciale	49
I.3.3.1. Materiale dielectrice (izolatori)	49
a) Caractere microfiziografice ale porțelanului cordierito-mullitic	50
I.3.3.2. Materiale semiconductoare și conductoare.	53
I.3.3.3. Ceramica magnetică (radioporțelanul)	53
I.3.4. Ceramica din oxid de aluminiu	54
II. MATERIALE REFRACTARE	59
II.1. Definiție	59
II.2. Clasificarea materialelor refractare	59

	Pag.
II.3. Principalele materiale refractare	61
II.3.1. Refractare silica	61
II.3.1.1. Caractere microfiziografice ale cărămizii silica	62
II.3.2. Refractare silico-aluminoase	65
II.3.3. Refractare argiloase de șamotă	67
II.3.3.1. Caractere microfiziografice ale unui refrac- tar argilos de șamotă	68
II.3.4. Refractare superaluminoase	70
II.3.4.1. Caractere microfiziografice ale refractaru- lui mullito-corindonic	74
II.3.4.2. Caractere microfiziografice ale refractaru- lui mullitic topit	76
II.3.5. Refractare magnezitice	77
II.3.5.1. Caractere microfiziografice ale refractaru- lui magnezitic	79
II.3.6. Refractare forsteritice	81
II.3.6.1. Caractere microfiziografice ale refractaru- lui forsteritic	84
II.3.7. Refractare spinel-forsteritice	85
II.3.7.1. Caractere microfiziografice ale unui refrac- tar spinel-forsteritic	85
II.3.8. Refractare cromo-magnezitice	88
II.3.8.1. Caractere microfiziografice ale refractaru- lui cromo-magnezitic	88
II.3.9. Refractare dolomitice	89
II.3.10. Superrefractare cu oxizi puri	91
II.3.10.1. Superrefractare pe bază de bioxid de zirconiu	92
a) Caractere microfiziografice ale refracta- rului cu bioxid de zirconiu electrotopit	93
II.4. Determinarea refractarității	96

	Pag.
III. LIANȚI MINERALI	105
III.1. Definiție	105
III.2. Clasificare	106
III.3. Principalele tipuri de lianți	108
III.3.1. Lianți nehidraulici artificiali	108
III.3.1.1. Ipsosul	108
III.3.1.2. Varul gras	112
III.3.1.3. Cimentul magnezian (Sorel)	113
III.3.2. Lianți hidraulici unitari	114
III.3.2.1. Lianți hidraulici neclincherizați - varurile hidraulice	114
III.3.2.2. Lianți hidraulici clincherizați	114
A. Cimentul portland	114
A.1. Caractere microfiziografice ale clincherului de ciment portland alitic	117
A.2. Caractere microfiziografice ale clincherului de ciment portland belitic	119
A.3. Tipuri de cimenturi portland speciale:	
1. Ciment cu rezistențe inițiale mari RIM (122); 2. ciment expansiv (125); 3. cimenturi hidrotehnice (125); 4. Ciment rutier (125); 5. ciment pentru sonde (125); - caractere microfiziografice ale clincherului de ciment de sondă (126); 6. ciment alb (126); caractere microfiziografice ale clincherului de ciment alb (126); 7. cimenturi colorate (128); 8. ciment pe bază de compuși de bariu (128); 9. azbociment(128).	
B. Cimentul aluminos	132
C. Cimentul fosfatic	129
III.3.3. Lianți hidraulici micști	130
III.3.3.1. Cimenturi cu zgură	131
III.3.3.2. Cimenturi cu trass	131
III.3.3.3. Cimenturi cu cenușă de termocentrală	131

	Pag.
IV. BETOANE	134
IV.1. Definiție	134
IV.2. Clasificarea betoanelor	134
IV.3. Clasificarea agregatelor	137
IV.3.1. Condiții de calitate impuse agregatelor..	139
IV.3.1.1. Aspectul exterior (140); 2. Impurități (140);	
3. Granulozitatea și granulometria (141);	
4. Forma granulelor (141); 5. Stabilitatea	
chimică (142)	
IV.4. Betoane speciale	143
IV.4.1. Betoane de mare rezistență (143); 2. Betoane	
antiacide (144); 3. Betoane refractare	
(144); 4. Betoane de protecție împotriva	
radiațiilor nucleare (145); 5. Betoane hi-	
drotehnice (145); 6. Betoane rutiere (146);	
7. Betoane decorative (146); 8. Betoane ar-	
mate cu fibre de sticlă (146); 9. Betoane u-	
șoare (147)	
IV.5. Caractere microfiziografice a unor tipuri	
de betoane	148
IV.5.1. Beton greu obișnuit B 400 cu agregate gre-	
le de râu (148); 2. Beton cu agregate mono-	
calcaroase de carieră B 300 (149); 3. Beton	
ușor cu agregate de tuf vulcanic și cu ni-	
sip (151); 4. Beton ușor cu granulit B 200	
(152); 5. Beton celular autoclavizat B.C.A.	
(153).	
IV.6. Mortarul - caractere microfiziografice . . .	155

V. STICLE TEHNICE

V.1. Definiție	158
V.2. Materii prime	158
V.3. Clasificarea sticlelor	162
V.4. Incluziuni din sticlă	162
V.4.1. Caractere microfiziografice ale sticlei cu devitrit	163
V.5. Principalele tipuri de sticle și produse din sticlă	165
V.5.1. Sticla și produse din sticlă cu structură vitroasă; sticla de ambalaj (165); sticla de menaj (165); sticla spongioasă (165); sticla solubilă (165); geamuri (166); oglinzi (167); sticle colorate (167); opaxitul (167); mozaicul venețian (167); corpuri de sticlă pentru planșe luminoase (167); dale pentru construcția pereților luminoși (167); țigle din sticlă (167); cărămizi din sticlă (167); sticla de cuarț(168); sticla Vycor (168); fibre de sticlă (168); sticla E (168); sticla S (169); vata de sticlă(169); sticla pentru baloanele produselor electrotehnice cu vid (169); sticla pentru tuburile electrotehnice (169); sticla pentru izolatori de înaltă tensiune (169); semiconductori vitroși (170); sticla optică (170); sticla fotosensibilă (170); fibre de sticlă optică(171); sticle de protecție în tehnica nucleară (172); sticle rezistente la acțiunea radiațiilor (172); sticle pentru dozimetria radiațiilor (172); sticla laser (172)...	
V.5.2. Vitroceramul	173
V.5.2.1. Bazaltul topit și recristalizat	174
a) Caractere microfiziografice	175
b) Caracteristici tehnice	177
c) Utilizări	179

	Pag.
VI. ZGURI METALURGICE ȘI CENUȘA DE TERMOCENTRALA	
VI.1. Zgurile metalurgice	182
VI.1.1. Definiție	182
VI.1.2. Clasificarea zgurilor	182
VI.1.3. Caractere microfiziologice ale principalelor tipuri de zguri în funcție de compoziția mine- ralogică	184
VI.1.3.1. Zgură melilitică	186
VI.1.3.2. Zgură cu diopsid	188
VI.1.3.3. Zgură cu wollastonit	190
VI.1.3.4. Zgură fayalitică-ferrromonticellitică . . .	190
VI.1.4. Domenii de utilizare a zgurilor	194
VI.1.4.1. Beton cu agregate grele din produse ceramice neglazurate și din zgură de furnal B 250. .	196
VI.1.4.2. Vitroceram din zgura de cupru	198
VI.2. Cenușa de termocentrală	199
VI.2.1. Definiție	199
VI.2.2. Compoziție chimică	201
VI.2.3. Compoziție mineralogică	201
VI.2.4. Clasificare	201
VI.2.5. Domenii de utilizare	202
 VII. PIATRA NATURALA PENTRU CONSTRUCTII	
VII.1. Definiție - generalități	203
VII.2. Examinarea din punct de vedere mineralogic, pe- trografic și tehnic a rocilor utilizate ca pia- tră naturală pentru construcții	204
VII.2.1. Caracteristici mineralogice-petrografice . .	204
VII.2.2. Caracteristici fizico-mecanice	208
VII.3. Clasificare	212
VII.4. Descrierea macroscopică și microfiziografică a principalelor tipuri de roci ce se exploatează	

in prezent in țara noastră ca piatră naturală pentru construcții de clădiri, drumuri și căi ferate	221
VII.4.1. Granit de Iacobdeal-Fîntina lui Manole	221
VII.4.2. Granit de Meri	224
VII.4.3. Dacit de Poleni	227
VII.4.4. Andezit de Pietroasa	230
VII.4.5. Andezit de Malnaș	231
VII.4.6. Bazalt de Racoș	236
VII.4.7. Bazalt de Sanovița-Lucarăț	240
VII.4.8. Gresia de Urviș	243
VII.5. Piatra naturală utilizată ca înlocuitor al ma- terialelor de construcție artificiale: cărămiși, beton obișnuit, beton celular autoclavizat	245
VII.6. Roci ornamentale	246
VII.6.1. Descrierea principalelor tipuri de roci orna- mentale din țara noastră	249
VII.6.1.1. Marmura de Ruschița	249
VII.6.1.2. Marmura de Alun	250
VII.6.1.3. Calcar de Moneasa	253
VII.6.1.4. Calcar de Vașcău	256
VII.6.1.5. Calcar de Gura Văii-Vărănic	258
VII.6.1.6. Calcar de Căprioara	260
VII.6.1.7. Calcar de Banpotoc	261
VII.6.1.8. Travertin de Borsec	263
VII.6.1.9. Travertin de Cărpiniș	263
VII.6.1.10. Travertin de Geoagiu	264
VII.7. Produse din deșeurile rezultate la prelucrarea rocelor ornamentale	265
BIBLIOGRAFIE	267
INDEX	272

INTRODUCERE

Lucrarea de față reprezintă prima încercare de a redacta un caiet de lucrări practice pentru Cursul de Mineralogie și Petrografie tehnică, care se predă studenților grupei de aprofundare "Mineralogie tehnică" în anul IV sem.II și în anul V, începând din toamna anului 1977, când a luat ființă o astfel de specializare.

Introducerea în planul de învățămînt al secției de Inginerie geologică și geofizică a aceste discipline a apărut ca o necesitate obiectivă, ca urmare a dinamismului de dezvoltare, a mutațiilor produse în economia noastră națională, determinate de revoluția tehnico-științifică contemporană.

Conținutul acestei noi discipline de graniță este de o mare complexitate și actualitate.

Dată fiind goana mondială după materii prime minerale - întrucît acestea nu sînt regenerabile, deci epuizabile - și în același timp creșterea consumului de energie și combustibil și în țara noastră, documentele de partid și de stat cuprind o serie de reorientări, o nouă concepție de descoperire și valorificare a rezervelor existente în cadrul economiei naționale, de utilizare mai eficientă a resurselor minerale și energetice.

Ramurile moderne ale tehnicii solicită materiale, care să aibă caracteristici superioare materialelor tradiționale, uneori chiar excepționale, corespunzătoare noilor exigențe și totodată obținute, cu un consum minim de energie și combustibil, la preț de cost cit mai redus.

Atenția se îndreaptă la câteva direcții principale, astfel: introducerea în circuitul economic de minerale și roci, nevalorificate în trecut în nici un fel, din care, pe baza tehnologiilor moderne se obțin noi materiale; de exemplu perlitul de la Orașu Nou (jud. Maramureș) fiind prelucrat în prezent prin expandare, rezultă materiale termofonoizolante ideale, sau loessul din care se fabrică vata minerală, deasemeni un bun termofonoizolant.

Lipsa unor materii prime minerale este compensată prin introducerea de înlocuitori ai oțelului și fontei - un exemplu tipic constituindu-l bazaltul de Racoș, renumit ca rocă clasică pentru construcții rutiere - piatră de pavaj - astăzi, prin prelucrare - topire, recristalizare și turnare în forme - se obține un vitroceram, material de 4 ori mai rezistent la uzură decât oțelul, de 3 ori mai ușor și de 2 ori mai ieftin decât acesta.

Pe linia valorificării resurselor locale ca înlocuitori se înscrie și folosirea pe scară largă a pietrei naturale, determinată de dezvoltarea tehnicii construcțiilor în țara noastră și de ritmul înalt în care se construiește; recente documente de partid accentuează necesitatea utilizării pietrei naturale, îndeosebi a tufurilor vulcanice și a calcarelor, ca înlocuitori ai materialelor de zidărie artificiale: cărămizi, blocuri ceramice, beton celular autoclavizat, pentru economisirea de combustibil. Deasemeni un avînd nemiîntîlnit a luat folosirea rocilor ornamentale - marmure, travertine, calcare. Prin utilizarea pietre naturale se face economie de ciment, care, se știe că este un mare consumator de energie; valorificarea rațională a pietrei naturale locale, contribuie în același timp la ridicarea economică a unor regiuni și la diversificarea aspectului arhitectonic al clădirilor.

O direcție nouă o constituie și introducerea în circuitul economic a produșilor secundari - zgura de furnal și cenușa de termocentrală, considerate în trecut ca deșeuri industriale, ce erau

abandonate în halde, scoțind din circuit zeci de hectare de teren agricol și poluând atmosfera și apele. Acum, acești produși se valorifică complex, aproape integral, obținându-se o gamă vastă de materiale de construcții, îndeosebi în industria lianților, la fabricarea panourilor pentru construcții, a cărămizilor cu proprietăți termofonozolante, după ce în prealabil au fost extrase o serie de elemente utile.

Diversificarea produselor obținute din aceeași materie primă reprezintă deasemeni o direcție de mare actualitate. Astfel, prin efortul comun al geologilor, tehnologilor, și a altor specialiști, în ultimul timp, în țara noastră s-au obținut - prin prelucrarea unor materii prime indigene - minerale și roci, produse competitive cu cele importante din țări cu vastă tradiție industrială în ramura respectivă, renunțându-se la import. Un exemplu îl constituie cuarțul, materie primă de bază în obținerea sticlei obișnuite, pornind de la nisipul cuarțos. Mai recent au fost descoperite filoane de cuarț de o mare puritate - în Vîrfurile Șiglăului Mare (Munții Vulcan), la sud de Uricani, care sînt folosite la fabricarea sticlei optice și a sticlei laser, cu moderne și multiple utilizări.

De aceste cerințe actuale - menționate mai sus - am ținut seama pe tot parcursul lucrării.

Majoritatea materialelor prezentate sînt sintetice și ele se află în colecția Laboratorului de Mineralogie și Petrografie tehnică, înființat odată cu introducerea aceste discipline.

Ponderea cea mai mare în cadrul lucrărilor practice o are studiul macroscopic și microfiziografic al acestor materiale: ceramice, refractare, lianți minerali, betoane, sticle termice, zguri metalurgice și în final piatra naturală pentru construcții, lucrări ce urmăresc să ilustreze capitolele mari ale cursului.

Scopul caietului de lucrări practice este de a prezenta elementele esențiale pe baza cărora aceste materiale pot fi determinate și caracterizate, schema de prezentare cuprinzînd: definiția,

materii prime naturale și artificiale, clasificare, caracterele microscopice și microfiziografice - structură, textură, compoziție mineralogică, domenii de utilizare.

Prezentarea a fost făcută pe materiale majoritatea artificiale, constând din eşantioane și secțiuni subțiri prin acestea, existente în colecția Laboratorului de Mineralogie și Petrografie tehnică.

Deoarece aproape toate aceste materiale sînt noi pentru studenții geologi am considerat necesară prezentarea și descrierea lor mai pe larg, problemele teoretice fiind dezbătute în cadrul cursului.

Caietul de lucrări practice de Mineralogie și Petrografie tehnică este rezultatul conlucrării permanente cu specialiștii din cercetare, producție sau alte instituții de învățămînt superior de profil apropiat, a integrării pe mai multe linii: cercetare științifică, practică de an, practică de proiecte de diplomă, asistență tehnică, vizite de documentare etc. Considerăm că, mai mult decît alte discipline, Mineralogia și Petrografia tehnică, prin marea sa mobilitate, nu poate fi viabilă, decît avînd această legătură permanentă cu sfera producției și cercetării, care, zi de zi, caută, cercetează și introduce în circuitul economic noi materiale.

Doresc să mulțumesc în primul rînd conducerii catedrei de Mineralogie pentru sprijinul acordat, care, în cadrul unei comisii, în urma recentei analize a activității la această disciplină, ținînd seama de stadiul avansat de elaborare a referatelor de laborator, a și propus multiplicarea caietului de lucrări practice.

Mulțumirile mele se adresează de asemeni tuturor tovarășilor profesori și colegilor din Catedra de Mineralogie, care m-au ajutat în diferite moduri.

Un sprijin deosebit am primit de-a lungul anilor premergători elaborării, lucrării, din partea colegilor și a foștilor studenți, care, în număr din ce în ce mai mare își desfășoară activitatea în ins-

tituții de acest profil, manifestându-și astfel atașamentul față de școala care le-a îndrumat pașii în profesii, sprijin constând în schimb de opinii, documentații și variate materiale sintetice pentru lucrările practice.

Cu acest prilej mulțumesc călduros specialiștilor de la: Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Materialelor de Construcții ICPIMC - București, Colectivul Materii Prime; Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Liașurilor și Azbocimentului ICPILA - București, Colectivul Materii Prime; cadrelor didactice de la Catedra de Tehnologie Silicaților și Compușilor Oxidici - Laboratorul de Ceramică și Refractare, Facultatea de Tehnologie Chimică din Institutul Politehnic București; specialiștilor de la Institutul de Cercetări pentru Sticlă și Ceramică Fină - București - Colectivul Materii Prime; Intreprinderea geologică de Prospeccțiuni pentru Substanțe Minerale Solide - IGPEMS - București, Serviciul Rocă Utile și Laboratorul Determinării de Refractivitate; Centrala Sării și Nemetaliferelor din MMPG - Serviciul Geologic; Centrala de Construcții Căi Ferate - Serviciul Studii și Proiectări.

O parte din desene au fost executate de către studenți, după secțiuni subțiri, îndeosebi de către Stanciu Lucian, Căliman Traian și Porșă Luisa cărora le mulțumesc.

Lucrarea de față rămâne un ghid practic pentru viitorul inginer geolog, care întâlnind un mineral sau o rocă, trebuie să întrevadă finalitatea practică, posibilitatea de utilizare a lor, ținând seama de cerințele de perspectivă și de eficiența economică maximă.

Având în vedere specificul disciplinei și faptul că prezentul caiet este prima lucrare de acest gen care se adresează studenților geologi, voi primi cu plăcere sugestiile tuturor acelor care o vor consulta, în vederea îmbunătățirii edițiilor următoare.

I. MATERIALE CERAMICE

I.1. Definiție

Materiale ceramice sînt acele materiale care se obțin folosind ca materie primă de bază roci argiloase, cu sau fără diferite adaosuri.

Denumirea de "ceramică" derivă de la cuvîntul grecesc "keramos" care înseamnă corn de animale și era atribuit vaselor făcute din argilă uscată, în formă de corn; cu timpul, termenul a fost extins pentru toate produsele obținute din argilă.

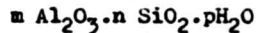
I.2. Materii primeI.2.1. Argilele - definiție, compoziție mineralogică

Argilele sînt roci sedimentare, cu structură pelitică (cu granulația sub 0,01 mm), alcătuite predominant din minerale argiloase și care se caracterizează prin faptul că: devin plastice prin înmuiere cu apa, dau paste care se pot modela, își mențin forma după uscare, pot fi arse în cuptoare, devenind prin ardere nedeformabile și insolubile în apă.

În natură, argilele apar într-un mare număr de varietăți și sînt cele mai răspîndite roci de pe suprafața pămîntului.

Compoziția mineralogică a argilelor cuprinde:

a) minerale argiloase-silicați hidratați de aluminiu, corespunzînd formulei generale:



b) minerale neargiloase

- detritice-cuarț, feldspați, miche, rutil, titanit,
- oxizi de fier
- autigene-carbonați, oxizi și sulfuri de fier, substanțe organice

În mod obișnuit, în ceramică, pentru materia primă se utilizează diferențiat, termenii de: caolin și argilă.

Prin caolin se înțelege produsul de descompunere al rocilor cu conținut ridicat în feldspat (granite, sienite, andezite, gnaise etc), produs, care rămâne pe locul de formare (sau este deplasat la distanță mică) - formațiune primară; el este de culoare albă sau slab gălbuie, puțin plastic și slab impurificat.

Prin termenul de argilă se înțelege roca caolinizată care a fost transportată la distanțe mari de locul de formare, impurificată cu diferite substanțe anorganice și organice și depusă în bazine de sedimentare - formațiune secundară; argilele sînt divers colorate și au în general o plasticitate mare.

I.2.2. Clasificarea argilelor

O clasificare riguroasă a argilelor, care să cuprindă toate tipurile și să țină seama de caracteristicile fizice, chimice, mineralogice etc, este greu de efectuat, datorită mării lor varietăți.

Proprietățile specifice argilelor (plasticitate, capacitate liantă, adsorbție de ioni etc) depind de structura internă a mineralelor argiloase care le constituie; ele sînt filosilicați, alcătuite din plane infinite de tetraedri de SiO_4 , deci au o structură stratificată.

A). După compoziția mineralogică, în funcție de mineralul argilos care predomină și care are o influență determinantă asupra proprietăților materialelor ceramice, se disting următoarele grupe de argile:

a). Argile caolinite-halloisitice - reprezintă grupul principal de materii prime utilizate în industria ceramicii. Ele se subdivid în:

a.1). Caolinuri - au drept component principal mineralul caolin - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sau $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ (triclinic). Sînt destul de pure, fierul apărînd în cantitate redusă. Impuritățile sînt alcătuite din: cuarț, feldspat și mai rar montmorillonit și illit.

Alte minerale din grupa caolinitului (sau a kandinilor), care au aceeași formulă chimică, însă diferă sistemul de cristalizare sînt: dickitul și nacritul; aceste două minerale cristalizează în sistemul monoclinic și se deosebesc după rețeaua cristalină.

a.2). Argile comune - conțin drept mineral argilos predominant halloysitul - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sau $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (sistemul monoclinic) și mai rar caolinit. Mineralele însoțitoare ca feldspații, exercită o acțiune fondantă puternică, determinând înmuierea și topirea argilelor comune la temperaturi situate cu $400 - 500^\circ$ sub cea a caolinurilor.

b). Argile montmorillonitice

În cadrul acestui grup se disting următoarele varietăți:

b.1). Bentonitele - sînt constituite mai ales din montmorillonit căruia i se atribuie formula $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ și mai poate conține Na, Mg, Ca - monoclinic; ele provin din alterarea tufurilor și cenușilor vulcanice. Se remarcă prin capacitatea de adsorbție de cationi și de hidratare, deosebit de ridicate. Hidratarea puternică provoacă o umflare a materialului.

Capacitatea montmorillonitului de a îngloba cantități mari de apă zeolitică, împreună cu dimensiunile reduse ale particulelor, conferă bentonitelor o plasticitate foarte ridicată.

b.2). Argile beidelitice - conțin ca mineral principal beidelitul, în care Al este parțial substituit cu Mg - $(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - monoclinic.

b.3). Argile nontronitice - datorită substituirii parțiale sau totale a Al cu Fe nu pot fi folosite în industria ceramicii, fiind puternic fondante și colorante. Mineralul predominant este nontronitul - $(\text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - criptocristalin.

c). Argile illitice - se caracterizează prin plasticitate ridicată și temperatură de topire scăzută. Mineralul argilos principal este illitul - $\text{KAl}_4[(\text{Al Si}_7)\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ - monoclinic.

B). După comportarea la ardere, argilele se clasifică în trei categorii:

a). Argile fuzibile - sînt argile care se topec foarte ușor (la temperaturi cu puțin mai ridicate de 1000°C), din cauza cantități-

lor mari de impurități. Materialele obținute din aceste argile, ca urmare a eliminării apei de constituție și a degajării gazelor, sînt poroase și conțin cantități neînsemnate de fază lichidă.

b). Argile vitrifiabile - sînt acelea care se caracterizează prin procesul de vitrifiere, adică prin compactizarea progresivă a materialului, sub influența fazei lichide și prin contracție, încît un material este considerat vitrifiat atunci cînd nu mai conține pori deschiși și cînd faza lichidă reprezintă 35 % din volumul produsului. Argilele vitrifiabile conțin mai puține impurități decît cele fuzibile.

Intre temperatura de vitrifiere și cea de topire există un interval destul de mare - interval de vitrifiere - care permite separarea celor două fenomene și oprirea în timp util a arderii, ceea ce nu se întîmplă la argilele fuzibile.

Vitrifierea se produce de obicei între 1250° - 1350° C. Topirea argilelor vitrifiabile are loc în jurul temperaturii de 1500° C.

c). Argile refractare - sînt roci lipsite aproape cu totul de impurități, care de obicei coboară temperatura de topire.

Convențional se definesc drept argile refractare acele argile care se deformează sub propria lor greutate (se topesc), la temperaturi mai mari de 1580° C.

C). După domeniul de folosire, rocele argiloase se clasifică astfel:

a). Caolinuri și argile pentru porțelan și faianță - condiția principală pe care trebuie să o îndeplinească este ca ele să fie destul de pure, încît după ardere să dea o culoare albă sau foarte apropiată de alb.

b). Argile pentru gresii ceramice - sînt cele care vitrifiază la temperaturi relativ joase (1100 - 1300° C), în timp ce topirea se produce la cca. 1600° C. Aceste argile conțin cantități însemnate de oxizi de fier. Este necesară prezența unui exces de bioxid de siliciu fin dispersat care să reacționeze cu oxizii fondanți și să dea silicați cu caracter acid, întrucît multe tipuri de gresii ceramice trebuie să

aiă rezistență ridicată față de acțiunea unor agenți chimici agresivi.

c). Argile pentru majolica și teracote - acestea trebuie să conțină cantități mari de fondanți, cum ar fi CaCO_3 . Ele se ard la temperaturi joase ($900 - 1050^\circ \text{C}$), dând produse cu structură poroasă.

d). Argile pentru materiale ceramice de construcții - cărămizi, tigle.

Aici se încadrează un mare număr de varietăți de argile, cu o largă răspândire și compoziție heterogenă: caolinit, montmorillonit, cuarț, mice, substanță organică. Fondanții: alcaliile, CaCO_3 , compușii fierului, sînt prezenți în proporție însemnată, din care cauză aceste argile se înmoaie la temperaturi scăzute ($1000 - 1150^\circ \text{C}$). Culoarea după ardere este roșie, datorită prezenței oxizilor de fier. Multe argile utilizate în acest scop sînt atît de impurificate, încît cantitatea mineralelor argiloase se reduce pînă la 10 %. Totuși ele se comportă - în calitate de materiale ceramice - ca argilele puțin plastice.

e). Argile expandabile sînt argilele care vitrificază la temperaturi scăzute. Ele conțin cel puțin 3 % Fe_2O_3 și cel mult 8 % oxizi alcalino-pămîntoși. Mineralul argilos caracteristic este montmorillonitul.

f). Argile refractare - au un conținut ridicat de oxid de aluminiu (32 - 37 %) și în același timp un conținut redus de fondanți. Au plasticitate destul de ridicată. Se folosesc la fabricarea materialelor refractare.

g). Argile pentru engobe ^{x)} sînt argile cu granulația fină, caolinitice, care, aplicate sub formă de emulsie la suprafața materialelor ceramice, dau după ardere o colorație uniformă și cu aspect estetic corespunzător.

h). Argile pentru olărit sînt argile comune, feruginoase și

x) Engoba - peliculă de caolin cu care se acoperă peodusele ceramice semifabricate, cu scopul de a masca culoarea argilei arse și rugozitatea și de a asigura aderența glazurii pe ciob.

slab calcaroase, cu plasticitate medie pînă la ridicată, în general galbene după ardere, folosite pentru vase ceramice.

Cunoscînd compoziția chimică a argilelor se pot indica domeniile lor de folosire în tehnică, utilizînd diagrama din fig. 1. Parametrii luați în considerare sînt: raportul Al_2O_3/SiO_2 , figurat pe ordonată și suma oxizilor fondanți ($R_2O + RO + Fe_2O_3$) pe abscisă.

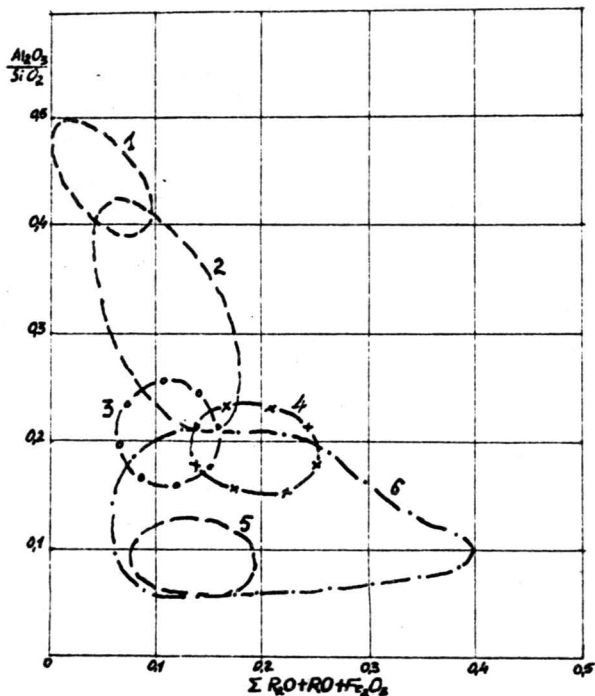


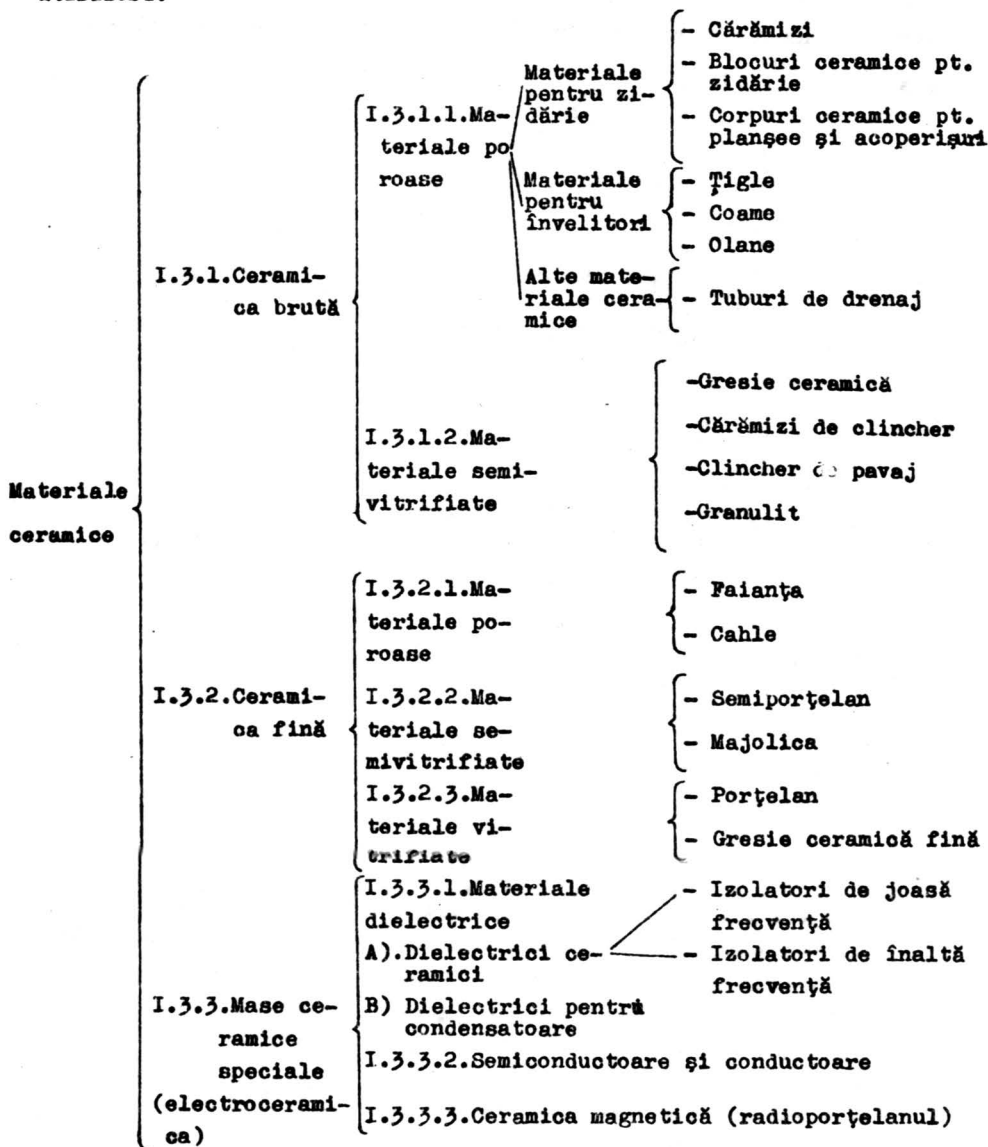
Fig. 1 -Diagrama de determinare a domeniilor de folosire a argilelor, în funcție de compoziția chimică.

- 1 - caolinuri și argile pentru ceramica fină și materiale refractare;
- 2 - argile pentru materiale din gresie ceramică (pentru pardoseli, tuburi de canalizare, gresie antiacidă);
- 3- argile pentru cahle de teracotă și olărit;
- 4 - argile pentru țigle;
- 5 - argile pentru materiale clincherizate;
- 6 - argile pentru cărămizi.

Cda. 110/1981 Fasc. 2

I.3. Clasificarea materialelor ceramice

Gama materialelor ceramice este foarte variată; clasificarea lor se face în funcție de: materia primă, structură, aspectul exterior, utilizări.



I.3.1. Ceramica brută

Ceramica brută cuprinde materiale fabricate din argile comune cu diferite adaosuri (degresanți, fondanți), cu structură grosieră și utilizate în construcții.

Materialele din ceramică brută pot fi: materiale poroase și materiale semivitrificate.

I.3.1.1. Materialele poroase sînt fabricate din argile fuzibile, care prin ardere devin roșii și cu structură poroasă; temperatura de ardere este cuprinsă între 800° - 1150° C.

Materialele poroase cuprind:- materiale pentru zidărie
- materiale pentru invelitori
- alte materiale ceramice poroase

A). Materiale pentru zidărie sînt materialele utilizate pentru executarea zidurilor interioare și exterioare, a pereților portanți și de umplură, la construcțiile civile și industriale.

Din această categorie fac parte:

a). Cărămizile - se obțin prin ardere la temperaturi cu puțin peste 1000° C și sînt de mai multe tipuri:

- cărămizi pline (masive, normale)(fig.2) se fabrică standar-

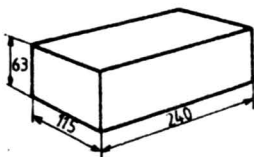


Fig. 2 - Cărămidă masivă

dizate, la dimensiunile de bază: 240 x 115 x 63 mm. Ele se folosesc ca material curent de zidărie de rezistență; la protejerea cablurilor subterane montate direct în săpături; la realizarea canalelor pentru conductele rețelelor termice montate sub pardosea; la zidăriile coșurilor de fum și a coșurilor de ventilare; impregnate cu bitum sînt indicate la fundații, ca material hidrofug.

- cărămizi cu goluri verticale:
- cărămizi cu 15 % goluri verticale, sînt cărămizi de format

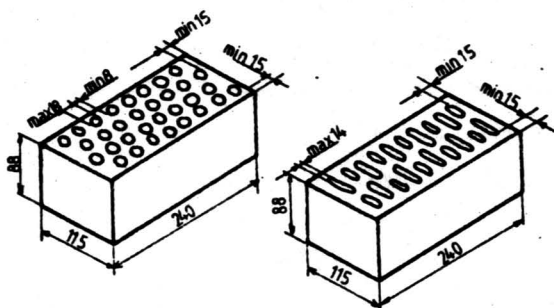


Fig. 3 - Cărămizi cu 15 % goluri verticale

obișnuit, cu un volum de goluri sub 15 % din volumul cărămizii (fig. 3);

- cărămizi cu 30 - 40 % goluri verticale, cunoscute sub denumirea curentă de cărămizi eficiente termic, sînt cărămizi de format obișnuit

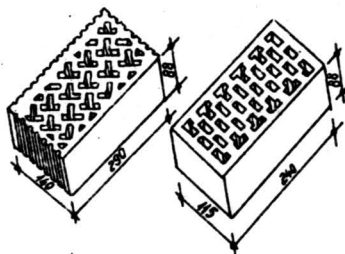


Fig. 4 - Cărămizi eficiente termic

(290 x 140 x 88 mm), la care golurile verticale au un volum de 30 - 40 % din volumul cărămizii; (fig. 4);

- cărămizi cu goluri orizontale au un număr de goluri orizontale, dispuse longitudinal sau transversal. Datorită volumului mare de goluri, capacitatea portantă a acestora este foarte redusă, astfel încît se pot folosi numai la realizarea zidăriei ușoare de umplură sau la compart-

mentarea construcțiilor cu structură portantă din beton armat (fig. 5).

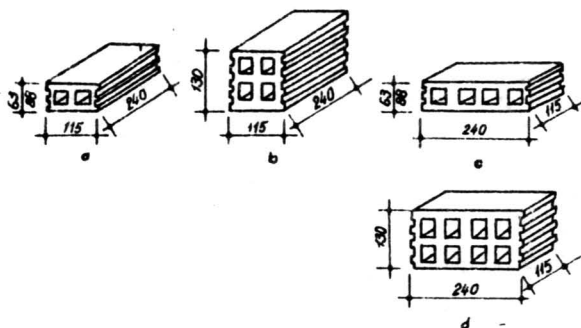


Fig. 5 - Cărămizi cu goluri orizontale: a, b, cărămizi cu goluri longitudinale; c, d, cărămizi cu goluri transversale

- Cărămizi cu goluri cu lambă și uluc ^{x)} ^{xx)} - sînt utilizate la construirea pereților despărțitori ușori. Sînt de dimensiuni și forme variate și prevăzute cu canturi cu uluc și lambă, pentru a asigura o mai bună legătură în zidărie (fig. 6)

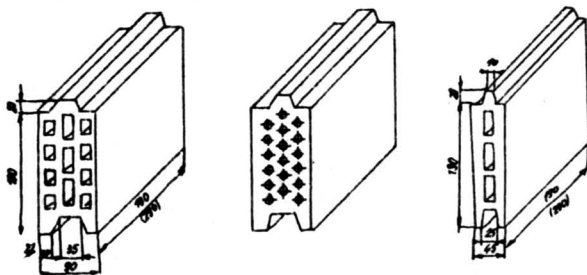


Fig. 6 - Cărămizi cu lambă și uluc: a - cărămidă L U 90 cu găuri dreptunghiulare; b - cărămidă L U 90 cu găuri rotunde; c - cărămidă L U 45

- Cărămizi pentru placașe - sînt folosite la finisarea fațadelor. Ele se separă prin lovire cu un ciocan, rupîndu-se de-a lungul șanțurilor anume prevăzute pe pereții laterali. Se aplică pe zidăria brută cu un mortar de var și ciment (fig. 7).

x x) Lambă - partea proeminentă cu profil în semicerc sau trapezoidal, executată în lungul marginii cărămizii, pentru a intra în uluc și a se îmbina;

xx) Uluc - jgheab.

mortar de var și ciment (fig. 7).

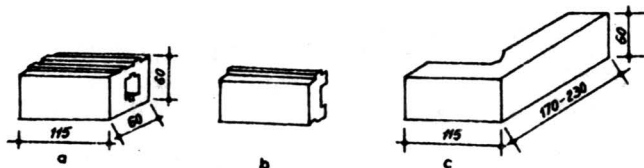


Fig. 7 - Cărămizi pentru placaje: a - corp ceramic, așa cum rezultă din fabricație; b- cărămidă de placaj obținută prin spargerea corpului ceramic; c - cărămidă pentru colțuri de zidărie

- Cărămizi radiale pentru coșuri se folosesc la construirea coșurilor de fum pentru cuptoarele industriale (fig. 8).

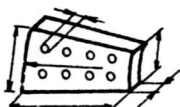


Fig. 8 - Cărămidă radială pentru coșuri

Calitățile pe care trebuie să le aibă cărămizile de construcții pentru ca să corespundă nevoilor constructive sînt:

- omogenitate - trebuie să prezinte o structură uniformă, poroasă, cu granulație fină, fără crăpături și goluri, fără corpuri străine. Să fie bine arse, prezentînd o culoare uniformă și sunet metalic la lovire. Dacă există granule de CaCO_3 , care de fapt se transformă în CaO , diametrul lor trebuie să fie sub 2 mm., iar al granulelor de cuarț sub 6 mm;

- rezistența mecanică la compresiune - cuprinsă între 50 - 200 kgf/cm^2 este necesară pentru a rezista eforturilor la care sînt supuse în construcții. Rezistența la compresiune exprimată în kgf/cm^2 reprezintă marca unei cărămizi. După rezistența la compresiune, cărămizile se încadrează în următoarele 5 mărci:

50, 75, 100, 125, 150 - pentru cele pline

50, 75, 100, 125, 200 - pentru cele cu goluri

- porozitatea cărămizilor trebuie să fie cuprinsă între 8 - 26 % pentru a asigura o bună aderență a mortarului la zidărie;

- în funcție de densitatea aparentă, cărămizile ceramice se clasifică în 3 clase:

- clasa C_1 cu densitatea aparentă de 1000 - 1300 kg/m^3
- clasa C_2 cu densitatea aparentă de 1301 - 1500 kg/m^3
- clasa C_3 cu densitatea aparentă de 1501 - 1800 kg/m^3

Marca, clasa și calitatea cărămizilor sînt condiționate reciproc.

Cărămizile dublu presate, destinate a fi folosite la fațade sau pardoseli, trebuie să reziste la 25 cicluri de îngheț-dezghet.

Cărămizile destinate fațadelor trebuie să nu conțină săruri solubile, care ar putea da eflorescențe pe fața cărămizilor, iar absorbția de apă nu trebuie să depășească 16 %.

a.1). Caractere microfiziografice ale cărămizii

Sub microscop, cărămida apare alcătuită din doi componenți: granule bine individualizate și matricea (fig. 9).

Matricea cărămizii este de tipul cimentului bazal, înflinit la recele psamitice, constituită din minerale argiloase, pigmentată în brun-roșcat cu hematit, provenit din limonitul (de culoare galbenă-brună), care impregna înainte de ardere masa argilei comune.

Din punct de vedere mineralogic, cărămida are o compoziție polimictică, fiind alcătuită din granule colțuroase de cuarț - care predomină - de plagioclaz, ortoză și microclin, la care se adaugă fragmente de cuarțite și pegmatite. Feldspații plagioclazi se evidențiază p în maclațiunea polisintetică după legea albitului, pe cînd microclinul prin macla în rețea, concomitent după legea albitului și periclinului. Ortoza, de regulă nu este maclată, însă prezintă una sau două direcții de clivaj; cînd apare o singură direcție de clivaj, extincția este dreaptă sau asimetrică, cu $c : n_p = 5^\circ$. Atît granulele de cuarț cît și cele de feldspat prezintă orăpături puternice.

Unele fragmente de pegmatite sau cuarțite prezintă conture co-

rodete, cu zone de reacție, sub formă de coroane de sticlă incoloră și cu caracter izotrop. Uneori, în masa fragmentelor de cuarțite se observă recristalizări, încât granulele nu mai au angrenaj dințat, ci aspect pavimentos, ca efect al coacerii. În cadrul matricei, din loc în loc apar porțiuni mai slab pigmentate, cu început de devitrifiere, în care se disting cristale fine, aciculare de mult, cu dispoziție divergentă,

Dintre mineralele micacee se remarcă prezența biotitului, care nu a fost afectat de temperatura la care s-a obținut cărămida.

Cărămida este foarte heterogenă nu numai din punct de vedere al compoziției ei și în ceea ce privește dimensiunile componentilor.

b). Blocuri ceramice cu goluri pentru zidărie - sînt corpuri ceramice de format mai mare decît al cărămizilor și sînt prevăzute cu goluri de forme și amplasare diferite. (fig. 10).

Ele se utilizează la zidăria pereților de umplură ai clădirilor cu structura portantă din beton armat sau din metal, pentru a nu încărca prea mult structura.

c). Corpuri ceramice cu goluri pentru plase și acoperișuri sînt materiale cu goluri longitudinale și fețele laterale striate (fig.11).

B). Materiale pentru invelitori se folosesc la construirea acoperișurilor. Din această categorie fac parte: țiglele, coamele și olanele.

a). Țiglele sînt fabricate din argile mai plastice decît cele pentru cărămizi, deoarece sînt mai subțiri. Argilele cu plasticitate mare se degresează cu nisip sau cu gamotă.

Ele au forme variate și sînt diferit imbinat, astfel:

- țigle - solzi, care pot fi cu un cioc sau două ciocuri de prindere, parțial suprapuse (fig. 12);

- țigle cu două jgheaburi laterale (fig. 13);

- țigle cu un jgheab lateral și un cioc (fig. 14).

a.1). Caractere microfiziografice ale țiglei

Sub microscop, aspectul materialului este foarte heterogen, în ceea ce privește compoziția mineralogică și mai puțin ca dimensi-



Fig. 9 - Căramidă: 1-cuarț, 1' - cuarț cu coroană de sticlă; 2-cuarțit; 3-biotit; 4-matrice
N +, ~ 40 x

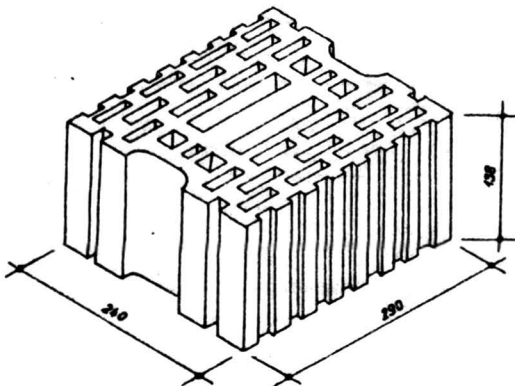


Fig. 10 - Bloc ceramic cu goluri

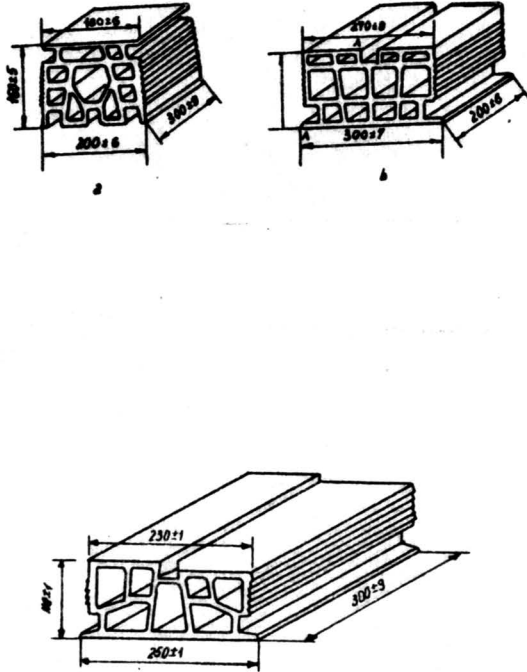


Fig. 11 - Corpuri ceramice cu goluri: a,b - pentru
fii de planee; c- pentru acoperis

uni (fig. 15).

Se observă fragmente bine individualizate de cuarț, care predomină, de forme colțuroase și corodate, apoi granule de feldspați plagioclazi. Din loc în loc, apar și fragmente de șamotă^{x)} alcătuite din agregate fin lamelare, solzoase, de minerale argiloase, ușor cenușii-brune cu un singur nicol și cu birefringență galbenă de ordinul I, înconjurate de coroane de reacție cu sticla.

În cantitate mare apar și mineralele micacee, reprezentate prin biotit și mai puțin muscovit, care și-au păstrat, în mare parte, caracterul lor optic. Micele au o dispoziție orientată, imprimând textura plan paralelă, deoarece țigla a fost fabricată prin presare.

Apar și fragmente de roci parțial asimilate. Pe alocuri, în masa produsului se întilnesc și porțiuni de sticlă incoloră, cu contururi mai mult sau mai puțin izometrice, ocupând fozții pori, pline de incluziuni fin granulare de spinel. Rar, se observă și granule mărunte de minerale opace.

Matricea, în cantitate mică, este de culoare brună-roșcată, datorită impregnării cu oxizi de fier.

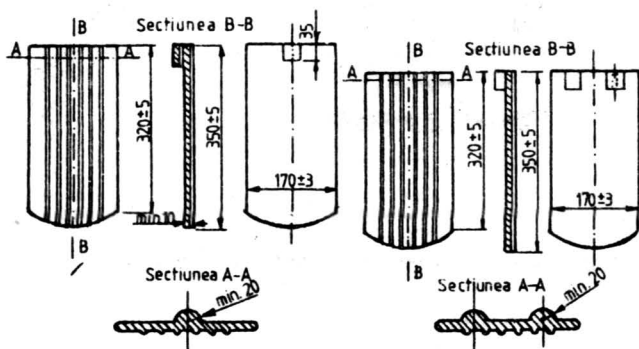


Fig. 12 - Tigle - solzi: a - cu un cioc; b - cu două ciocuri

x) Șamota - este o argilă arsă și măcinată, care se adaugă ca degresant al argilelor plastice.

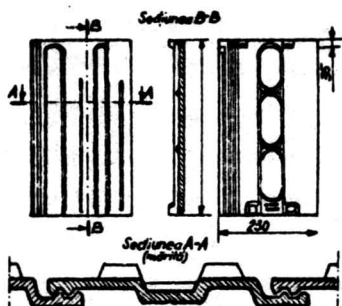


Fig. 13 - Țigle cu două jgheaburi laterale

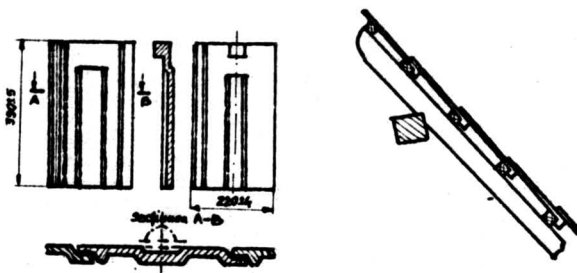


Fig. 14 - Țigle cu un jgheab lateral și un cice

b). Coamele sînt materiale folosite pentru imbinarea invelitorilor din țigle (fig. 16).

c). Olanele au forma unor jumătăți de trunchi de con și se așează pe acoperiș în 2 straturi: stratul inferior cu concavitatea în sus și partea îngustă spre pantă, iar stratul superior cu concavitatea în jos și partea îngustă spre coamă, asigurîndu-se în acest fel o impermeabilitate aproape perfectă (fig. 17). Se fixează cu mortar ciment-var.

C). Alte materiale ceramice poroase sînt tuburile de drenaj - de formă cilindrică la interior, iar la exterior cilindrică sau prismatică, fără mufe de imbinare; lungime 33 cm iar diametrul interior 4-25 cm. (fig. 18). Se folosesc în lucrări hidrotehnice de drenaj sau de captare a apelor subterane.

I.3.1.2. Materiale semivitrificate sînt materiale fabricate din argile greu fuzibile, care se ard la temperaturi de 1150° - 1300°C ; se caracterizează prin duritate mai mare decît a materialelor poroase, prin rezistență mecanică și impermeabilitate la apă și gaze superioare acestora.

Din această categorie fac parte:

a). Gresia ceramică este un material ceramic cu granulație fină, compact, foarte rezistent la uzură, la acțiunea agenților agresivi și la îngheț-dezghet, practic impermeabilă; în schimb are rezistență scăzută la șoc mecanic.

La fabricare se folosește pe lîngă argilă vitrifiabilă, adaos de feldspat și nisip. Se arde la temperaturi de 1200° - 1300°C . Culoarea este foarte variată: albă, gălbuie, cenușie, roșie, brună, în funcție de natura fondanților și de condițiile de ardere.

Cele mai importante produse din gresie ceramică utilizate în construcții sînt: plăci pentru pardoseli industriale - carouri, pișcoturi, plăcuțe hexagonale (fig. 19), cărămizi antiacide, tuburi de canalizare (în locul celor din fontă), recipiente pentru industria chimică etc.

Pentru montare, plăcuțele se lipeșc pe foi de hîrtie, conform desenului dorit și se aplică prin răsturnare pe stratul de mortar, care

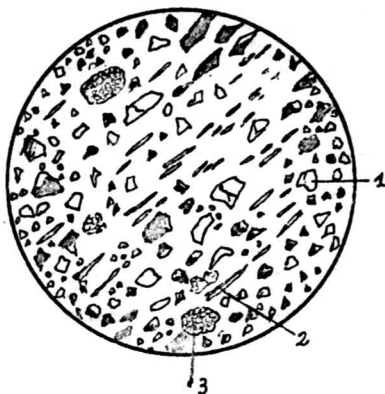


Fig. 15 - Țiglă - 1-fragmente de cuarț; 2-mice;
3 - gamotă; N +, ~ 100 x

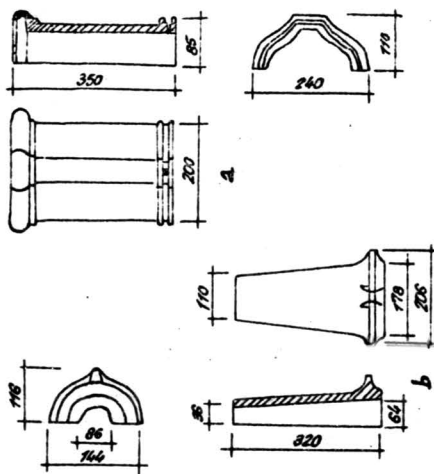
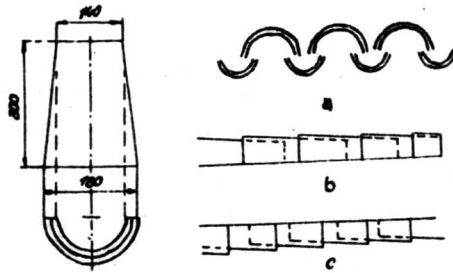
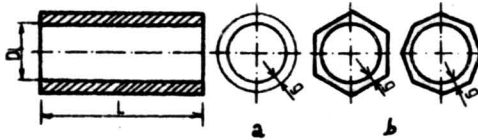


Fig. 16 - Coame pentru invelitori din țigle:
a - cilindrice, b - tronconice



**Fig. 17 - Olan pentru acoperiș (stînga);
așezarea olanelor pe acoperiș (dreapta)**



**Fig. 18 - Tuburi ceramice pentru drenaj: a-forma
exterioară cilindrică; b- forma exterioară
prismatică**

le asigură aderența cu plangeul sau cu pereții. După întărirea mortaru-
lui, hirtia se spală și suprafața plăcuțelor rămâne aparentă. Plăcuțele
de gresie pentru decorații murale pot fi și smălțuite sau glazurate.

a) Caractere microfiziografice ale gresiei ceramice

Sub microscop, materialul este alcătuit dintr-o masă funda-
mentală sticloasă și din granule colțuroase de cuarț, care au intrat în
reacție cu sticla, fiind frecvent corodate (fig. 20). Acești doi compo-
nenți predomină. Adoptînd denumirile de structuri de la rocile piroclasti-
ce, am putea caracteriza structura drept vitrocristaloclastică.

Frecvent, în masa sticloasă se observă tendințe de cristali-
zare: pe de o parte, agregate de cristale fine, aciculare, incolore, cu
dispoziție divergentă, ca la structura intersertală de mulit, care, deși
birefringent, din cauză că prismele sînt foarte fine aceasta nu se poate
sesiza; pe de altă parte, numeroase granule fine, izometrice, izolate, ca
niște picături, cu relief slab pozitiv, de cristobalit, cubic, deci izo-
trop.

În matricea gresiei ceramice, din loc în loc, se mai observă
lamelle de biotit decolorat și granule izometrice, cu relief puternic pozi-
tiv, de culoare cenușie cu nuanță brună, izotrope, de spinel.

De faianță, gresia ceramică se deosebește prin lipsa struc-
turii poroase, iar de porțelan prin prezența unei cantități mai mici de
fază vitoasă.

b). Cărămizile de clincher (clincher^x de zidărie) sînt
cărămizi vitrificate, foarte compacte, fabricate din același material ca
și gresia ceramică, adică din argile cu un conținut mai ridicat de oxizi
de fier; au dimensiuni de 240x110x65 mm sau 220x110x75 mm. Se utilizează
la zidării aparente, la căptușirea canalelor colectoare, a pilelor de
poduri etc.

c). Clincherul de pavaj se prezintă sub formă de calupuri

x) În industria ceramicii, prin clincher se înțeleg masele ceramice com-
pacte, cu aspect sticlos în spărtură, obținute prin arderea argilelor
vitrifiabile pînă la temperaturi la care se produce o vitrifiere avan-
sată, dar nu totală.

prismatice sau dale patrate de culoare gălbuie, cu rezistență mare la uzură, cu fața vizibilă împărțită în calupuri cu funcție antiderapantă; (fig. 21); se fabrică deasemeni din argile vitrifiabile și se folosesc la îmbrăcămintea goselelor moderne de mare trafic.

d). Granulitul, cunoscut și sub denumirea de: Keramzit (lb. rusă), expanded clay (lb. engleză), argile expansées (lb. franceză), Blöhton (lb. germană), qulett sau leca (lb. suedeză), reprezintă agregate ușoare obținute prin expandare în cuptoare rotative, la temperaturi de 1000° - 1350°C , din argile ușor fuzibile, bentonitice, de tip montmorillonitic și cu un conținut ridicat de substanțe organice.

Gradul de expandare al argilei trebuie să fie mai mare decît 4. Argilele cu bune proprietăți de expandare au un conținut de: $\text{SiO}_2 = 50 - 60 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15 - 25 \%$, Fe_2O_3 trebuie să fie în cantitate mare, 6 - 10 %, ceea ce conduce la grade mari de expandare; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 5 - 1,5 \%$. Compușii organici, fin dispersați în argile, aflați în proporție de 0,8 - 1,5 % favorizează expandarea.

Unii constituenți mineralogici ai argilelor au acțiune negativă asupra expandării; astfel, un conținut ridicat de nisip sau de calcar; în orice caz, CaCO_3 trebuie să fie fin dispersat în argilă; CaO nu trebuie să depășească 4 % iar MgO 2 - 3%.

Prin încălzire rapidă partea exterioară a argilei de înmoale, trece în stare piroplastică, devine impermeabilă, iar gazele și vaporii din interior, rezultați prin reacții chimice, produc umflarea și expandarea ei, sub formă de granule sferice sau elipsoidale, netede la suprafață; fayalitul formează o peliculă ce împiedică pătrunderea gazelor din cuptor în interiorul granulei și ieșirea gazelor formate.

După diametrul lor, granulele se încadrează în 3 categorii: 0 - 7,1 mm, 7,1 - 16 mm, 16 - 31,5 mm.

Rezistența la compresiune a granulitului este de 6 - 40 kgf/cm^2 .

În țara noastră se fabrică granulit la Stația Pilot Buftea (jud. Ilfov), temperatura de expandare fiind de 1150°C .

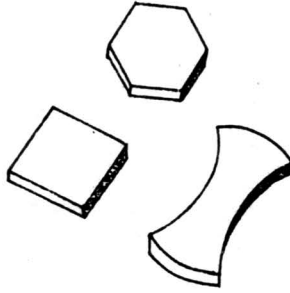


Fig. 19 - Produse din gresie ceramică: carouri, pișcoturi, plăcuțe hexagonale



Fig. 20 - Gresie ceramică: 1-cuarț; 2-mullit; 3-spineli; N II, ~ 100 x

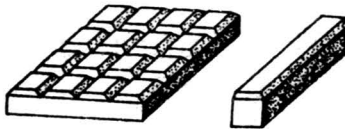


Fig. 21 - Clincher de pavaj

Granulitul se folosește la fabricarea betoanelor ușoare de izolație termică (betoane cu granulit) și pentru izolație termică și rezistență.

d.1.) Caractere microfiziografice ale granulitului

Sub microscop, structura este poroasă, celulară, cu pori de formă izometrică, însă cu conture neregulate, lobate (fig. 22). Mineralele argiloase nu se disting. Singurele care se individualizează sînt granulele de cuarț și feldspat, inconstante ca dimensiuni.

Frecvente sînt bulele de gaze, mărunte, care au apărut în material în procesul de expandare.

I.3. 2. Ceramica fină

Ceramica fină cuprinde materiale obținute din argile pure, cu adaosurile necesare, rezultînd mase bine omogenizate, caracterizate prin granulație fină - diametrul maxim pînă la 0,06 mm, cu grad de finisare ridicat, glazurate.

Materia primă de bază o constituie caolinul.

Cel mai utilizat caolin din țara noastră, reprezentînd totodată și cel mai mare zăcămint, este caolinul de Aghireș (jud. Cluj). Deși impurificat cu oxizi de fier, este preferat în locul altor caolinuri, deoarece nu prezintă fenomenul de tixotropie,^{x)} are o plasticitate foarte bună, rezistență în stare uscată și un conținut scăzut de oxizi de Ca și de Mg. Acest caolin stă la baza întregii industrii ceramice fine de la noi din țară, gradul de alb obținut prin inobilare fiind superior. Conținutul în Al_2O_3 este cuprins între 30 - 34 %, iar cel de Fe_2O_3 între 0,85 - 1,4 % și în funcție de procentul acestor oxizi, caolinul se livrează în 5 calități.

Un al doilea tip de caolin este cel de Harghita (jud. Harghi-

x) Tixotropia este proprietatea unor suspensii argiloase de a se transforma într-o masă rigidă, lăsate în repaus și care poate fi ușor fluidificată prin agitare sau vibrație, trecerea din stare rigidă în cea fluidă fiind reversibilă.

ta), deosebit de plastic, datorită prezenței illitului și montmorilonitului, însă are un conținut destul de ridicat de CaO și MgO , ceea ce conduce la un interval mic de vitrifiere, deci la deformarea produsului, atunci când regimul de ardere nu este respectat cu strictețe și apoi un alt neajuns este un pronunțat fenomen de tixotropie, fapt ce îngreunează fasonarea prin turnare a produselor. Conținutul în Al_2O_3 al caolinului spălat de Harghita este de 27 - 31 % și în Fe_2O_3 de 1 - 1,8 %, fiind livrat în 3 sorturi.

Alte caolinuri sînt la: Parva (jud. Bistrița-Năsăud), Măcin (jud. Tulcea), la Căvnic, Valea Steimpului, Strîmbul Băiuțului, zona Stejerea - Iadăra (jud. Maramureș), zona Brad (jud. Hunedoara) etc.

Caolinurile străine cele mai renumite din Europa se află în: R.S. Cehoslovacă - caolin de Zettlitz, Potschetzau, Leder, Kasnian, Republica Democrată Germană - caolin de Halle, Kemmlitz, Uniunea Sovietică - caolin de Gluhovețk, Proslanov, Eleninsk, Republica Federală a Germaniei - caolin de Bavaria, Anglia - caolin de Cornwall și Franța - caolin de Allier, La Jonchère.

Materialele din ceramică fină pot fi:

- materiale poroase
- materiale semivitrificate și
- materiale vitrificate

I.3.2.1. Materialele poroase cuprind:

a). Faianța reprezintă principalul material de construcție din această categorie. Se obține folosind drept materie primă de bază caolin spălat sau argilă refractară, care în mod obișnuit intră în proporție de 50 - 60 %, la care se adaugă nisip cuarțos ca degresant și feldspat, calcar sau gamotă în calitate de fondanți. Ciobul sau masa produselor din faianță sînt albe.

În funcție de compoziția maselor se disting:

- faianță silicioasă - la compoziția căreia cuarțul participă în proporție de 85 - 95 %;
- faianță feldspatică - avînd drept componenți: caolin și

argilă refractară 55 - 68 %, cuarț 20 - 40 % și feldspat 2 - 10 %;

- faianță calcaroasă cu: 40 - 55 % caolin, 30 - 45 % cuarț și 5 - 20 % calcar.

Plăcile de faianță trebuie să aibă dimensiunile:

150 x 150 x 6,5 mm. Ele se grupează în 3 calități: extra, I și II.

La o placă se pot deosebi: masa sau ciobul poros și glazura compactă, cu care ea este acoperită, spre a o face impermeabilă.

Intre condițiile de calitate menționăm:

- porozitatea 8 - 14 %

- rezistența la încovoiere 150 - 200 kgf/cm²

- aspectul feței smălțuite trebuie să fie uniform, adică să nu prezinte impurități sub formă de granule de gamotă sau nisip, puncte negre etc

- glazura trebuie să adere bine la suprafața plăcii; glazurarea se face numai pe o față, fața opusă prezintă striuri pentru a asigura o bună aderență față de mortar.

Plăcile pot fi albe sau colorate.

Ele se întrebunțează la placarea încăperilor cu un grad ridicat de umiditate sau la acoperirea meselor de laborator.

a.1). Caractere microfiziografice ale faianței

Sub microscop, se observă o masă poroasă, cu o cantitate mică de fază vitroasă, în care sînt înglobate granule fine de cuarț. Porii sînt închiși, adică golurile dintre granulele de cuarț au formă mai mult sau mai puțin rotunjită și sînt izolate, necomunicînd între ele (fig.23).

În cadrul masei sticloase, cu un singur nicol, se disting mici granule izometrice, incolore, izotrope de cristobalit, localizate mai ales la periferia porilor. Cristalele de mulit sînt absente sau rare. Din loc în loc se individualizează granule neregulate, mărunte de spinel, ușor colorate în cenușiu-brun, cu relief puternic pozitiv. Mineralele micacee sînt rare și de dimensiuni reduse.

b). Cahlele sînt materiale fasonate din argile fuzibile colorate și din caolinuri spălate sau argile refractare (60 %), cu adaosuri de

Cda. 40/981 Fasc.3



Fig. 22 - Granulit: 1-fragmente de cuarț;
2 - pori, NII, ~400 x.

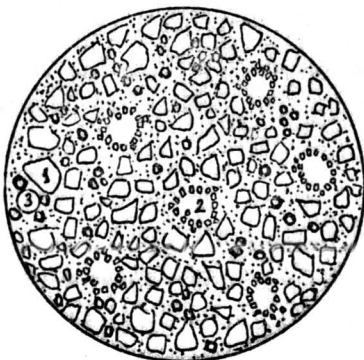


Fig. 23 - Faianță: 1-cuarț; 2-pori cu granule
de cristobalit pe margini; 3-spineli
N II, ~ 100 x

nisip (20 %) și praf de șamotă (20 %), care se angobează și apoi se glazurează. Prezența angobei (sau engobă) este o caracteristică a cahlelor și are următoarea compoziție: argilă refractară 22 %, caolin 22 %, nisip 56 %. Cahlele se fabrică sub formă de plăci (23 x 25 cm) și piese de colț și servesc la placarea sobelor de teracotă. Absorbția de apă trebuie să fie cuprinsă între 12 - 22 %; la încercarea la șoc, trebuie să reziste la căderea unei greutate de 0,5 kg de la înălțimea de 30 cm. Structura trebuie să fie cât mai omogenă.

I.3.2.2. Materiale semivitrificate

a). Semiporțelanul se obține din aceleași materii prime ca și faianța feldspatică, dar are un conținut mai mare de feldspat, ocupînd, prin caracteristicile pe care le are, un loc intermediar între faianță și porțelan. Porozitatea este sub 8 %, ciobul alb. Din semiporțelan se fabrică obiecte tehnico-sanitare glazurate.

b). Majolica se numesc masele ceramice cu ciobul colorat și poros, obținute din argile bogate în carbonat de calciu (15 - 35 %), sau în cazul în care conținutul de CaCO_3 este mai scăzut de 15 %, se compensează prin adaosuri de cretă, marmură sau marne fin măcinate.

Produsele majolica se acoperă cu glazuri opacizate cu bioxid de staniu sau bioxid de ceriu, pentru a masca ciobul care este colorat de la galben pînă la roșu.

Materialul din care este fabricată majolica se aseamănă cu cel al produselor din faianță calcaroasă, cu deosebirea că este colorat.

Introducerea perlitului sau a sienitului nefelinic (20 - 30 %) în compoziția maselor majolica permite coborîrea temperaturii de ardere, deci, ele au rol de fondanți.

I.3.2.3. Materiale vitrificate

a). Porțelanurile sînt mase ceramice complet vitrificate, deci compacte, obținute din argile care ard alb, caolin spălat și argile refractare, în amestec cu nisip și feldspați.

Din punct de vedere mineralogic sînt constituite din

faze cristaline și fază vitroasă, în proporție necesară pentru a asigura lipsa totală a porozității.

Din punct de vedere chimic, după natura cationilor care predomină, porțelanurile pot fi :

- porțelanuri alcaline, care corespund aluminosilicațiilor din sistemul $M_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ (în care M este Na sau K);
- porțelanuri alcalino-pământoase, care corespund aluminosilicațiilor din sistemul $MO - Al_2O_3 - SiO_2$ (în care M poate să fie Mg, Ca sau Ba);
- porțelanuri de titan, care au formula generală $MO-TiO_2$, $MO-SiO_2-TiO_2$, $MO-Al_2O_3-TiO_2$ și $MO-SiO_2-Al_2O_3-TiO_2$, (în care M poate să fie Mg, Ba, Ca, Be, Fe).

În funcție de compoziția masei și de temperatura de ardere se disting următoarele tipuri de porțelanuri:

- porțelan tare - este porțelanul cu un conținut ridicat de component plastic, respectiv caolin + argile refractare și care vitrifiază la temperaturi de 1350 - 1450°C.

Compoziția clasică a porțelanului "tare" se obține din: 50 % caolin + argilă refractară, 25 % cuarț și 25 % feldspat.

- porțelan moale este porțelanul în care componentul fondant apare în cantitate mare; temperatura de vitrifiere este cuprinsă între 1200 - 1300°C. Prezintă rezistență mecanică și rigiditate dielectrică mai scăzute.

Produsele fasonate din porțelan se ard în 2 etape:

- pînă la 850° - 950°C - este "arderea de biscuit," după care se glazurează;

- arderea a doua pînă la 1350 - 1450° C.

În mod obișnuit, caolinul constituie partea principală a masei de porțelan (40 - 60 %) din totalul amestecului).

Argilele plastice refractare se adaugă în jur de 10-15 %, asigurînd calități superioare de fasonare și rezistență suficientă după uscare, condiția principală fiind existența în cantitate cît mai

mică a oxizilor de fier; exemplu argila refractară de Suncuiuș (jud. Bihor)

Caolinurile pentru fabricarea porțelanului trebuie să aibă o plasticitate ridicată și un indice tixotropic de maximum 2, deoarece multe din tehnologii folosesc ca metodă de fasonare, turnarea.

Pentru compensarea caracteristicilor diferitelor loturi, pentru menținerea caracteristicilor masei între anumite limite, în orice rețetă de fabricație se folosesc în amestec mai multe tipuri de caolin. De exemplu, alături de caolinurile indigene de Aghireș (jud. Cluj) și Parva (jud. Bistrița-Năsăud) se folosesc caolinuri importate din Cehoslovacia și Bulgaria.

Dat fiind că argilele și caolinurile au contracția la uscare și ardere foarte ridicate și ca urmare s-ar produce fisurarea și deformarea produselor, în masele de porțelan se introduc degresanți. În calitate de degresant se adaugă nisipuri cuarțoase, de exemplu cele de la Miorcani (jud. Botoșani), și Văleni (jud. Prahova), în proporție de 20-25 %; Fe_2O_3 nu trebuie să depășească 0,1 %.

Ca fondant, care contribuie la vitrifierea materialului se utilizează feldspat din pegmatite, în procent de 25 - 30 %, de exemplu cel din pegmatitele de la Muntele Rece (jud. Cluj) și Armeniș (jud. Caraș-Severin).

S-a constatat că adăugarea unei cantități de 4 - 5 % bentonită în masele de porțelan și faianță, mărește rezistența acestora în stare uscată, favorizează procesul de multizare în timpul arderii și în cazul când acestea au un grad de puritate ridicat, contribuie la creșterea gradului de alb.

Tipurile de bentonite de la noi din țară, utilizate în industria ceramicii sint: cele de la Răzoare și Mujdeni (jud. Maramureș), Rugi (jud. Caraș-Severin) și Tufări (jud. Mehedinți).

Tehnologiile de fabricație a obiectelor de porțelan sint de două tipuri:

- pe bază de paste plastice

- pe bază de barbotină, care este o suspensie de argilă în apă, obținută prin depășirea limitei de curgere, adică a conținutului de apă la care materialul își pierde coerența, transformându-se într-un mfi.

Obiectele de porțelan au grad de finisare ridicat, adică sînt glazurate.

Glazura este stratul subțire de sticlă (0,1 - 0,3 mm), transparent și strălucitor, care se aplică pe suprafața produselor ceramice pentru a impermeabiliza corpul ceramic, a mări durata și rezistența chimică a produselor și de a le imprima aspect estetic.

Materiile prime folosite la fabricarea glazurilor sînt în mare parte cele care participă și la compoziția maselor: caolinuri, nisip, feldspați, cu adaosuri ce imprimă caracterele specifice glazurilor: dolomit, marmură, oxizi de plumb, borax, acid boric; ca opacizanți se folosesc bioxid de staniu, bioxid de zirconiu, bioxid de titan, oxid de zinc, fluorură de calciu, apatit, carbonat de potasiu etc și diferiți pigmenți.

Glazurile pot fi:

- crude, care se obțin direct din materia primă măcinată;
- fritate, rezultate prin insolubilizarea materiilor prime solubile în apă, prin topirea lor și apoi răcirea bruscă în apă; amestecul de silicați insolubil în apă astfel obținut se numește frită.

Materiile prime pentru frite sînt: cuarț, feldspat, borax, acid boric, oxizi de plumb, azotat de potasiu, carbonat de potasiu.

a.1).Caractere microfiziografice ale porțelanului mullitic

În secțiuni subțiri, cu un obiectiv de mărire obișnuită, în N + se observă o masă izotropă și fragmente cu birefringența cenușie de ordinul I, de formă colțuroasă sau corodate (fig. 24).

Masa porțelanului este alcătuită din sticlă, iar fragmentele în majoritate din cuarț, la care se adaugă și granule mărunte de spinel.

Cu un obiectiv care mărește puternic (40 x), în zonele de contact a granulelor minerale, cu masa sticloasă și chiar în cuprinsul ei, cu N II, se observă numeroase cristale fine, aciculare, întrepătrunse, incolore, de mullit.

În porțelanul obținut în condiții industriale se pot întâlni două tipuri de mullit: mullit primar, rezultat din transformarea caolinitului (trecând prin metacaolinit - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), care are o formă prismatică alungită și mullit secundar, de formă aciculară fină, provenit prin topirea la temperaturi ridicate a mullitului primar și recristalizarea din această topitură suprasaturată în mullit. În cazul de față mullitul este secundar.

Caracterele optice ale mullitului - $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Rombic. Cristale prismatice până la aciculare. Clivaj bun după fața (010). Incolor. $n_g = 1,654$; $n_p = 1,642$; (fig. 25).

$n_g - n_p = 0,012$. Extincție dreaptă. Alungire pozitivă. e_{max} .

Biax (+); $2V = 45 - 50^\circ$. Punct de topire 1810°C .

Din cauza dimensiunilor reduse ale cristalelor, caracterele optice ale mullitului nu pot fi determinate în totalitate, chiar birefringența se observă greu.

Granulele de spinel au conture neregulate și relief puternic pozitiv ($n = 1,719 - 2,12$). Culoarea cenușie ușor brună. Izotrop.

Porțelanul se deosebește sub microscop de faianță, prin lipsa structurii poroasă și prin granulația mai fină.

Mullitul este componentul care conferă maselor ceramice proprietăți remarcabile:

- în primul rând, rezistență mecanică mare datorită faptului că, cristalele aciculare, prin poziția lor împinsc și "armeză" masa vitreasă a porțelanului;

- modulul de elasticitate și rezistența la lovire (șoc mecanic), sînt din această cauză, mai bune decît la sticlele tehnice;

- duritatea mullitului este mare, ceea ce se reflectă în bună rezistență la uzură a porțelanului bogat în acest component;

- coeficientul de dilatație termică este redus, iar lipsa stărilor polimorfe, fac din mullit un constituent termostabil, ceea ce contrastează cu cristobalitul și sticla, a căror prezență aduce neajunsuri în privința fragilității la variațiile termice;



Fig. 24 - Porțelan mullitic: 1-mullit; 2-cuart;
3-spineli; 4-masă sticloasă
N II, $\sim 100 \times$

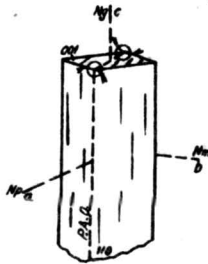


Fig. 25 - Cristal de mullit cu orientarea
optică

- mullitul reprezintă unul din componenții cei mai greu atacați de baze și acizi, spre deosebire de sticlă. Această proprietate îl recomandă drept component valoros în toate masele ceramice tehnice, destinate construcției de utilaje în industria chimică.

- are proprietăți dielectrice bune.

Mullitul apare în proporție variabilă în diferite tipuri de porțelanuri. Astfel, porțelanul "tare" se caracterizează printr-o proporție maximă de mullit, de unde decurg proprietățile bune mecanice ale acestui tip de porțelan. Porțelanul "moale" este caracterizat printr-un conținut minim de mullit, are însă un conținut maxim de masă vitroasă, de unde rezultă transparența lui pronunțată, în schimb rezistențele mecanice sînt mai slabe, fiind fragil la șocuri mecanice și la variațiile termice. Se folosește la fabricarea obiectelor de lux și de artă.

b). Gresia ceramică fină este masa ceramică fină cu ciob alb, neglazurată, obținută dintr-un amestec de următoarea compoziție: 60 % caolin, 25 % nisip cuarțos și 15 % feldspat, prin ardere la 1200°-1300°C. Se deosebește de masele de porțelan prin opacitate.

I.3.3. Mase ceramice speciale

Masele ceramice speciale reprezintă un domeniu mai nou al ceramicii, cu importanță mare în tehnică. Ele sînt porțelanuri cu adaosuri speciale, care le conferă însușiri deosebite ca: rezistență mecanică, rigiditate dielectrică, stabilitate chimică și termică, etanșeități la vid etc. , rezistînd în condiții deosebit de solicitate, la care alte minerale, în mod obișnuit nu rezistă.

Deoarece masele ceramice speciale sînt folosite în deosebi în instalațiile electrotehnice și în electronică, poartă și denumirea de electroceramică sau ultraporțelan.

I.3.3.1. Materialele dielectrice sau izolatorii sînt materiale caracterizate prin rezistență la trecerea curentului electric.

Dielectricii pot fi: A) dielectrici ceramici

B) dielectrici pentru condensatoare

A). Dielectricii ceramici cuprind: izolatorii de joasă frecvență și izolatorii de înaltă frecvență (fig. 26).

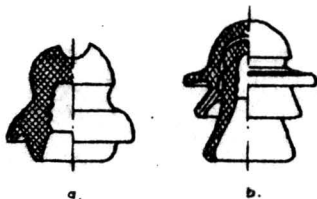


Fig. 26 - Izolatori de porțelan
a - de joasă frecvență; b - de
înaltă frecvență

Izolatorii de joasă frecvență sînt utilizați în toate instalațiile de producere și consum industrial de energie electrică. Masele din care sînt alcătuiți acești izolatori reprezintă porțelanuri alcaline, mai ales sodice, de tip mullitic, obținute dintr-un amestec de 25 -

35 % feldspat, 38 - 47 % caolin și 25 - 40 % cuarț și porțelanuri magnezi-ene de tip steatitic (clinoenstatitice), avînd drept materii prime: talcul ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) în proporție de 85 - 90 %, carbonat de bariu și argilă plastică.

Pentru piesele supuse șocului termic și arcului electric se utilizează mase care au coeficient de dilatare redus așa cum sînt porțelanurile de litiu pe bază de spodumen ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) și petalit ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$) și porțelanuri magneziene pe bază de cordierit ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$).

Caractere microfiziografice ale porțelanului cordierito-mullitic

Materialul este alcătuit din 2 componenți mineralogici: cordierit și mullit. (fig. 27).

Cordieritul formează masa în care sînt înglobate cristalele de mullit. Compoziția sa chimică variază de la $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ pînă la $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$.

Rar se întîlnește sub formă de cristale idiomorfe, prismatice (fig. 28), frecvent ca mase fin granulare, compacte. În cazul de față este în majoritate fibros și acicular, cristalele aciculare fiind grupate în mănunchiuri divergente.

Cordieritul prezintă 2 faze cristaline:

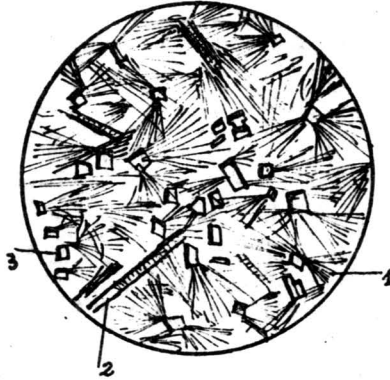


Fig. 27 - Porțelan cordierito-mullitic:
 1-cristale aciculare de cordierit;
 2-mullit prismatic; 3-mullit în
 secțiuni bazale, N II, ~ 100x

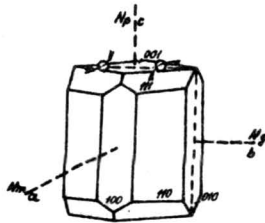


Fig. 28 - Cristal de cordierit cu
 orientarea optică

- una de temperatură scăzută - faza β - hexagonală, care se formează pînă la temperatura de 1200° C;

- a doua, faza α - de temperatură ridicată, rombică, se formează la temperaturi de peste 1200° C.

Cordieritul prezintă clivaj slab după fețele (010) și (001).

Duritate 7 - 7,5. Greutate specifică 2,53 - 2,78.

În secțiuni subțiri este colorat în brun deschis și slab pleocroic, de la brun la gălbui.

Relieful este scăzut, indicii de refracție sînt apropiați de ai Balsamului de Canada: $n_g = 1,527 - 1,578$

$$n_p = 1,522 - 1,558$$

Birefringența $n_g - n_p = 0,005 - 0,020$

Biax (-) sau (+); $2V = 40 - 84^{\circ}$

Mullitul - $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ apare sub formă de cristale prismatice mult alungite, dispuse în toate direcțiile, intersectîndu-se. Se deosebește net de cordierit, nu numai prin habitusul cristalelor larg dezvoltate, ci și prin indicii de refracție, relieful său fiind mai pronunțat: $n_g = 1,610$ și mai ales prin faptul că este incolor, spre deosebire de cordierit, care are culoare slab brună și este pleocroic. Secțiunile transversale prin mullit au formă rombică sau pseudohexagonală. Birefringența este de ordinul I, cenușie-albă-galbenă. Extincția dreaptă.

Masa ceramică cu cordierit s-a obținut dintr-un amestec de alumină tehnică - Al_2O_3 , magnezie - MgO și nisip cuarțos - SiO_2 , încălzite - în cazul de față - la temperatura de 1650° C.

Suporții pentru electrozii din tuburile cu vid, solicitați la temperaturi pînă la 1000° C se obțin din mase magneziene steatitice și mase cu oxizi: MgO, ZrO_2 , BeO, TiO_2 .

Izolatorii de înaltă frecvență sînt mase alcătuite din aceiași componenți cristalini ca și cele de joasă frecvență cu deosebirea că faza vitroasă nu conține alcali ci, oxizi alcalino-pămîntoși: MgO, BaO, CaO sau ZrO_2 , ZnO etc pentru a avea pierderi dielectrice reduse. Acestea

sint porțelanuri alcaline silico-barice de tip corindonic, de tip celsianic, corindon-mullitice și mullitice.

Mai recent, pentru izolatorii de înaltă frecvență se folosesc și alte două materii prime: pirofilitul - $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ (monoclinic), care are proprietăți structurale și fizice asemănătoare talcului și wollastonitul - $CaO \cdot SiO_2$ (triclinic).

B). Dielectricii pentru condensatori, ca și izolatorii pot fi și ei de joasă frecvență și de înaltă frecvență.

Masele condensatorilor de joasă frecvență sint porțelanuri din titași de bariu, pe cînd cele pentru înaltă frecvență sint din titași de calciu, titași de zirconiu ($ZrO_2 \cdot TiO_2$), rutil, iar masele cu permeabilitate electrică ridicată sint titași de La, Ca, Zr și alții.

Traductoarele piezoelectrice, adică dispozitivele ce efectuează operația de traducere într-un sistem tehnic de reglaj automat, de telecomunicație, de măsurare pe cale electrică a mărimilor neelectrice etc; de exemplu celula fotoelectrică, microfonul, tubul video-captor etc, ca și piesele pentru memoria unor mașini de calcul, numite electreți, se fabrică deasemeni din metatitanat de bariu ($BaO \cdot TiO_2$).

Masele cu titași de bariu sint cunoscute sub denumirea de "tibar", iar cele cu titași de calciu - "ticond".

I.3.3.2. Materiale semiconductoare și conductoare au rezistențele liniare ceramice de două tipuri:

- rezistențe din aliaje de Cr, Ni, Mn;
- rezistențe de grafit, Si, SiC.

I.3.3.3. Ceramica magnetică sau radioportelanul este de două categorii:

- materiale feromagnetice pentru înaltă frecvență - sint feritele moi sau permeabile, cu formula $MeO \cdot Fe_2O_3$, în care metalul (Me) poate fi: Mn, Zn și Ni, întrebuințate la mecanismele ce constituie memoria mașinilor electronice de calcul;
- feritele dure - se obțin din Fe_2O_3 și $BaCO_3$ și alți componenți

sub formă de ferită de bariu sau Pb, Sr, care au remanență ridicată, deci sînt magneți permanenți și se utilizează la difuzoarele aparatelor de radio.

I.3.4. Ceramica din oxid de aluminiu reprezintă o categorie de ceramică tehnică cu o importanță deosebită pentru industria modernă.

Datorită caracteristicilor fizico-mecanice, electrice, termice și chimice înalte, acest tip de ceramică a devenit un material de neînlocuit în multe ramuri ale tehnicii și industriei.

La noi în țară, folosirea ceramicii sinterizate din oxid de aluminiu s-a făcut intens la fabricarea izolatoarelor pentru bujile motoarelor cu ardere internă și a diferitelor piese rezistente la uzură și la temperaturi ridicate.

Spre deosebire de alte ceramici oxidice (BeO , MgO , ZrO_2 etc), ceramica din oxid de aluminiu are prețul de cost cel mai scăzut, materiile prime fiind ușor accesibile.

Oxidul de aluminiu se obține din roci cu corindon sau cu hidroxizi de aluminiu. Corindonul natural este incolor sau colorat din cauza impurităților. Hidroxizii de aluminiu reprezintă constituenții mineralogici de bază ai bauxitelor, ale căror varietăți cele mai răspândite sînt: diasporul, boehmitul și gibbsitul (hidrargillitul).

Pentru a fi utilizate la acest tip de ceramică, bauxitele, ca cele mai răspândite materii prime aluminosae, se prelucrează prin calcinare și se obține alumina calcinată ($\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$), cu diferite grade de puritate.

Electrocorindonul sau corindonul sintetic se obține prin topirea în cuptorul electric cu arc a unui amestec de bauxită și cărbune, din care trebuie să se separe pe cale magnetică feroaliajul de siliciu format.

Pe lângă alumina, în compoziția maselor pentru formarea acestei ceramicii se adaugă: caolin, carbonați, talc, oxizi alcalino-pământoși, TiO_2 , ZrO_2 , Cr_2O_3 etc.

Introducerea în compoziția maselor ceramice corindonice a Li_2O , a cordieritului, a titanatului și silicaților de aluminiu duce la micșo-

rarea coeficientului de dilatație termică și prin aceasta la mărirea rezistenței la șoc termic.

Corindonul (α - Al_2O_3) are temperatura de topire 2051°C , iar temperatura limită de folosire 1950°C .

Ceramica fabricată din alumină tehnică este livrată sub diferite denumiri: corindaz, sintercorindon, aluminooxid, monofrax, sintex, micro-lit, Tital, Degussit etc. Aceste produse se obțin în cea mai mare parte prin sinterizare.

Sinterizarea este procesul de aglomerare, densificare și recristalizare, prin activare termică a unor pulberi, în timpul sau după presare, în absența fazei lichide sau în prezența numai a unei cantități mici de topitură.

Temperatura de sinterizare variază între $1500 - 1800^\circ\text{C}$, în funcție de conținutul de oxid de aluminiu, de compoziția masei ceramice și de cantitatea de adaosuri din masă, oricum ea se situează sub temperatura de topire a componentului principala al pulberii.

În fig. 29 este prezentată microfotografia unui porțelan super-aluminos, sinterizat la temperatura de 1840°C , care conține: peste 90 % corindon, 2,5 % sticlă și 5 % pori; alăturat, aspectul unui cristal de corindon. (fig. 30).

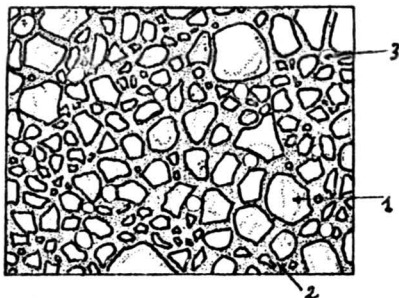


Fig. 29 - Microfotografia unui porțelan corindonic: 1- corindon; 2- sticlă; 3- pori



Fig. 30 - Cristal de corindon

Domeniile de utilizare a ceramicii din oxid de aluminiu sint:

A). In industria electrotehnică:

a). - izolatori pentru bujii auto

Folosirea pe scară din ce în ce mai largă a motoarelor cu combustie internă a impus calități superioare materialelor izolatoare ceramice pentru bujii, care să reziste condițiilor deosebite de solicitare în timpul funcționării motorului (temperatura gazelor aprinse atinge 2000-2600° C, presiunea 48 - 50 atm., tensiunea ajunge la 25 kv și apar vibrații).

Izolatorii de fabricație veche, folosind drept materii prime de bază: caolin + cuarț + feldspat, se distrugeau din cauza transformărilor polimorfe ale SiO₂ și produceau scurtcircuite, datorită conținutului în alcalii a fazei vitroase.

Izolatorii de compoziție corindonică (porțelan superaluminos) **Fig. 31** au calități net superioare: coeficientul de dilatație de aproape două ori mai mare decât al celui mullitic, de tip vechi, deosebindu-se în acest fel, cu puțin de coeficientul de dilatație al blocului motor; conductivitatea termică este de trei ori mai mare decât cea a izolatoarelor din porțelan obișnuit; au o bună rezistență la șoc termic și sunt insensibile la vaporii cu conținut de plumb, degajați de benzină.

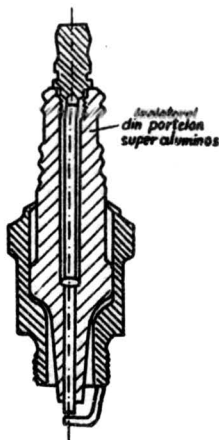


Fig. 31-Bujie cu izolator corindonic

Materiile prime pentru obținerea acestui tip de ceramică sint: alumina calcinată de înaltă puritate sau electrocorindonul (în proporție de 73-99 %), caolin, carbonați și metalele alcalino-pămîntoase, steatit, compuși ai zirconului, ai manganului, cromului și zincului.

b). - elemente pentru tuburi electronice și izolatori pentru înaltă frecvență, sub formă de tuburi, rondelle, inele ceramice și suporturi pentru electrozii de încălzire din alumina sinterizată se folo-

sesc pentru că au pierderi dielectrice extrem de mici și pot lucra pînă la temperatura de incandescență.

Pe lângă alumina tehnică - 89-90 %, ceramica de înaltă frecvență mai conține: SiO_2 , MgO , CaO , Fe_2O_3 (sub 0,5 %), Na_2O , BaO .

c). - Izolatori din porțelan superaluminos - conținutul în oxid de aluminiu este cuprins între 70 - 100 % și în ultimul timp s-au obținut mase cu adăsurii de sienit nefelinic (10 %), caolin (20 %), manganat de litiu și carbonat de calciu.

În prezent, aproape toate circuitele electrice se construiesc cu ghidaje ceramice din porțelan superaluminos; de asemenea acesta se utilizează la: comutatoare electrice, releu etc.

d). - Așa numitele "radomes" - reprezintă o aplicație foarte modernă a ceramicii corindonice. Aceste piese, cu lungimea pînă la 1 m. și diametrul de 3,5 cm., constituie învelișul antenei radar și a unui echipaj de emisie și recepție a semnalelor de undă scurte pe diferite direcții. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească ceramica respectivă sînt: să fie transparentă la undele electromagnetice, să aibă rezistență mecanică și termică înaltă și să reziste la schimbările rapide de temperatură.

B). În industria chimică la:

- fabricarea unor vase net superioare celor din platină, în care se efectuează arderi, reduceri cu hidrogen etc. Astfel, conversia metanului în acetilenă, care are loc la 1600°C , separarea acetilenei din metan, la lucrări de laborator cu diverse metale la temperaturi înalte etc. Ca materie primă, pe lângă alumina pură se mai adăogă oxid de magneziu;

- suportii de catalizatori necesari la cracarea petrolului pe bază de oxid de aluminiu s-au dovedit a fi cei mai indicați în această direcție, datorită bunei conductivități termice, inerției chimice deosebite și rezistenței mecanice;

- garniturile, barele și fittingurile^{x)} din astfel de materiale

Fitting - piesă de legătură folosită la îmbinarea țevelor, a tuburilor, de formă tubulară și în general filetată

sînt de nefolosit în industria chimică.

I.3.4.3. Alte aplicații ale aluminei sinterizate:

- la confecționarea paletelor turboreactoarelor turbinelor;
- la becurile utilizate la sudura oțelurilor inoxidabile în mediu de argon;
- în tehnica frigului ;
- la fabricarea unui nou material "lukalox" - folosit în tehnica temperaturilor înalte, tehnica nucleară și cosmonautică; are densitatea 3,98 g/cm³.

II. MATERIALE REFRACTARE

II.1. Definiție. Sub denumirea de materiale refractare sînt cuprinse acele materiale care au calitatea de a rezista la temperaturi mari fără să se deformeze, convențional se consideră temperaturile mai mari de 1580°C . Refractarele au utilizări în variate domenii industriale și mai ales la căptușirea focarelor, a cuptoarelor de elaborare a fontei, oțelurilor și a metalelor neferoase, a utilajelor de transportat metale lichide, a reactoarelor și a altor utilaje industriale.

II.2. Clasificarea materialelor refractare se face după următoarele criterii:

A) după caracterul chimic refractarele pot fi:

- refractare acide sînt acelea care rezistă la atacul zgurilor cu caracter acid;
- refractare bazice - sînt acelea care rezistă la atacul zgurilor cu caracter bazic;
- refractare neutre - rezistă în aceeași măsură la atacul zgurilor acide și bazice.

B) După compoziția chimică-mineralogică deosebiră următoarele tipuri de materiale refractare:

- a) refractare silica (acide, dinas-uri, silicioase) conțin peste 93% SiO_2 ; materia primă sînt cuarțitele. Compoziția mineralogică: cuarț, tridimit, cristobalit;
- b) refractare silico-aluminoase (semiacide) - conțin peste 65% SiO_2 și sub 35% Al_2O_3 ; materia primă:

- argile caolinoase + nisipuri cuarțoase;
- c) refractare argiloase de șamotă - conțin 30-45% Al_2O_3 ; materia primă - argile refractare;
- d) refractare superaluminose - conțin peste 45% Al_2O_3 ; materia primă - bauxite, alumina tehnică; disten;
- a) multice: 62-72% Al_2O_3
- b) multico-corindonice: 72-92% Al_2O_3 ;
- e) refractare magnezitice - conțin peste 80% MgO;
- materia primă - magnezitul $MgCO_3$ sau brucitul $Mg(OH)_2$;
- compoziția mineralogică: periclaz - MgO;
- f) refractare forsteritice - conțin 35-55% MgO;
- materia primă - dunita, serpentinite;
- compoziția mineralogică - forsterit, spinel (ferit de magneziu);
- g) refractare cromomagnezitice - conțin 40-65% MgO
- materia primă - dunita cu cromit sau serpentine cu cromit;
- compoziția mineralogică: cromit, forsterit, periclaz;
- h) refractare dolomitice - conțin 50-75% MgO;
- materia primă - dolomit;
- i) superrefractare cu oxizi puri: ZrO_2 , BeO , CeO_2 , ThO_2 , MgO , Al_2O_3 , etc;
- j) refractare carborundice au ca materie primă carbura de siliciu SiC (carborundum);
- k) refractare carbonice - au ca materie primă grafitul sau antracitul;
- l) cermeturi (ceramometalice) sînt alcătuite din compuși refractari: carburi, azoturi, boruri, etc., aglomerate cu un metal prin încălzire.

C) după formă deosebită:

- materiale fasonate: cărămizi, blocuri, piese cu formate speciale;
- materiale granulare: pulberi metalurgice, mortare și betoane refractare;

D) după refractaritate:

- materiale cu refractaritate normală cuprinsă între 1580-1770°C (IP = 158 - 177)
- materiale cu refractaritate mare cuprinsă între 1770-2000°C (I P = 177 - 200)
- materiale superrefractare cu temperatura de topire peste 2000°C (I P > 200)

II.3. Principalele materiale refractareII.3.1. Refractare silica (dinas-uri, acide, silicioase)

Sînt acele refractare care au în compoziția lor un procent de peste 93% SiO₂.

Se obțin prin arderea unor materii prime compuse aproape exclusiv din SiO₂ și anume: cuarțite, nisipuri cuarțoase, gresii silicioase.

Cele mai utilizate sînt cuarțitele, care au un conținut de cel puțin 95% SiO₂ și cel mult 1% Fe₂O₃; în funcție de natura materialului inițial și de gradul de metamorfism au fost denumite astfel:

- "felscuarțite" - provin din metamorfozarea unor gresii, la care granulele de cuarț separate inițial prin ciment au crescut prin blasteză pînă la sudarea perfectă.

- "findlingcuarțite" - sînt cuarțitele alcătuite din granule de cuarț cît și dintr-o matrice fin recristalizată, formate - spre deosebire de primele - prin metamorfozare slabă a unor nisipuri cuarțoase.

Dintre toate materiile prime, deosebit de apreciate sînt "find-linguarțitele".

În țara noastră cuarțite pentru refractare silicioase se exploatează în Dobrogea de Nord în D.Piatra Rîioasă, în D.Oliga, D.Priopcea, D.Cernei.

Cuarțitele din D.Cernei sînt de foarte bună calitate. Se extrag 2 sorturi în funcție de refractaritate și compoziție chimică:

- cuarțite cu indice pirosopic cuprins între 173-175, din sectorul central și nordic, utilizate la fabricarea refractarelor silica de bună calitate;

- cuarțite cu refractaritatea 171-173, din sectorul sudic, se folosesc la fabricarea refractarelor semiacide.

Alte zone în care se găsesc cuarțite ce s-au dovedit corespunzătoare din punct de vedere calitativ pentru refractare silica sînt: Botoșel-Delnița (Jud.Suceava), Misarnița și Piatra Băii lângă Baia de Arieș, Valea Mraconiei-Lespezi (în Banat lângă Orșova). Cele mai utilizate produse refractare silica sînt cărămizile. În amestecul pentru fabricarea cărămizilor silica, pe lângă cuarțite se adaugă varul sub formă de lapte de var, în care CaO intră în proporție de 1,5-2,5% cu rolul de a ușura aglomerarea granulelor de cuarț și de a accelera reacțiile de transformare a cuarțului în cursul arderii. Tot în aceleași scopuri, în calitate de mineralizatori se adaugă în proporție de 0,5-0,7 % oxizi de fier și de mangan, sub formă de: minereuri feroase, zguri de sudură, zguri bazice de la cuptoarele Martin.

II.3.1.1. Caractere microfiziografice ale unei cărămizi silica

Fazele mineralogice principale care participă la compoziția unei cărămizi silica, după ardere și pot fi identificate la microscop sînt: cuarțul, tridimitul, cristobalitul, sticla și oxizii de fier (fig. 32).

Alături de acești componenți mai poate fi prezent și pseudo-wollastonitul - (α CaO, SiO₂).

Granulele de tridimit, cristobalit și cuarț au diametrul pînă la 3 mm.

Din punct de vedere cantitativ, predomină fragmentele de cuarț și cuarțite, bine individualizate, de formă neregulată și de diferite mărimi. Ele sînt prinse într-o masă constituită din sticlă și tridimit, cu oxizi de fier.

Fragmentele de cuarțite își păstrează în mare parte structura granoblastică pavimentoasă inițială și textura orientată, de multe ori granulele de cuarț avînd forme alungite, lentilizate.

Un aspect caracteristic, predominant al granulelor de cuarț dar mai ales al fragmentelor de cuarțite este gradul avansat de fisurare, crăpăturile ajungînd să formeze adevărate sisteme de rețele. Cu cît arderea produsului s-a făcut mai rapid și la temperatură mai ridicată, cu atît și fisurile sînt mai numeroase și mai largi fragmentînd granulele. Forma granulelor în ansamblu este mai mult rotunjită, iar conturile adesea prezintă coroziuni. Extincția ondulatorie a cuarțului este deasemeni frecventă.

Studiate cu obiective care măresc puternic, fisurile mai largi arată penetrații ale sticlei pe fondul căreia, în N II se individualizează granule fine, xenomorfe de crystalit, dispuse în șiraguri sau culturi, deasemeni izotrope.

Procesele de cristobalitzare ale cuarțului se produc nu numai pe fisuri, ci și în zonele marginale ale granulelor.

Mentținerea granulelor de cuarț și de cuarțite, ca și prezența, în cantitate apreciabilă a cristalelor de cristobalit și tridimit, dovedesc că această cărămidă a fost arsă la temperaturi de cca. 1300°C, întrucît este știut că la 1250-1300° are loc formarea intensă a cristobalitului, atît pe fisurile granulelor de cuarț est și în masa principală a cărămizii și a tridimitului, iar ridicarea temperaturii la 1500°C determină practic dispariția cuarțului.

Transformarea α -cuarțului în α -cristobalit, dar mai ales în α -tridimit are loc cu o variație bruscă de volum, ceea ce explică prezența atît de evidentă a fisurilor.

Tridimitul este componentul cel mai valoros al cărămizii silica, deoarece reprezintă forma polimorfă de SiO₂ cu cea mai mică variație de volum la răcire și încălzire.

Cristalele de tridimit sînt de formă prismatică, unele bine dezvoltate, lamelare, altele cu aspect fin solzos.

La cristalele bine dezvoltate se observă macle în formă de virf de lance, pană sau ic (fig.33) .

Este hexagonal (forma de temperatură joasă - β - tridimitul, metastabilă) și rombic α - tridimit ($870-1470^{\circ}$).

Clivajul bazal nu se observă. Incolor.

$$n_g = 1,473; \quad n_p = 1,479$$

Duritate 7. Greutate specifică 2,27.

Extincție dreaptă .

$$n_g - n_p = 0,006; \quad 2V = 35^{\circ}. \text{ Semn optic (+).}$$

Faza lichidă pătrunde pe fisurile granulelor de cuarț sau la periferie și le dizolvă parțial și prin saturare precipită tridimitul; acest proces se repetă pînă la dizolvarea totală a granulei de cuarț. Masa vitroasă este incoloră sau ușor brună, din cauza pigmentilor de oxizi de fier, în proporție de cea.15 %.

Oxizii de fier apar individualizați și sub formă de granule mărunte, în toată masa rocii, de culoare brună, gălbuie sau roșcată.

În figurile 32 și 33 sînt prezentate două etadii de transformare polimorfă a cuarțului, în primul caz are loc un început de tridimitizare, iar în al doilea caz, cuarțul a fost complet tridimitizat.

Principalele tipuri de refractare silica, după utilizările lor sînt:

- silica pentru oțelării - trebuie să conțină o cantitate redusă de fondanți și să fie compacte, pentru a nu fi corodate de topitura de oțel și zgură. Transformarea cuarțului poate fi mai puțin avansată, pînă la 50% ;

- silica pentru cocserii, trebuie să aibe constanța de volum perfectă și să asigure în acest fel etanșeitarea la gaze a retortelor, conținutul în tridimit variînd între 50-80% ;

- Silica pentru boltile cuptoarelor de topit sticla si cup-
toare pentru extragerea metalelor neferoase sau sticla compactă, core-
spunzind calitativ celor pentru cocserii, au un conținut de SiO_2 mai
mare de 98 %;

- silica neagră - au un conținut de Fe_2O_3 mai mare de 1,5 %,
ceea ce le conferă o rezistență sporită la zguri, datorită gradului
mai avansat de tridimitizare;

- chromosilica - au un conținut de 30 % cromit fin măcinat;
sînt mai rezistente la șoc termic decît precedentele și se folosesc
la construcția grătarelor regeneratoarelor cuptoarelor Martin;

- silica carborundice - cu 30 % SiC - sînt indicate pentru
cupoarele de cocs sau regeneratoare. Au o rezistență la uzură de 25
de ori mai mare decît a cărămizilor silica normale.

II.3.2. Refractarele silico-aluminoase sau semiacide. Se
obțin din nisipuri cuarțoase și argile caolinoase sau din argile ni-
sipoase, care se mai numesc și argile "grele".

Ele conțin peste 65 % SiO_2 și sub 35 % Al_2O_3 .

Particularitatea acestor refractare - în ceea ce privește
compoziția amestecului de materii prime - o constituie cantitatea re-
dusă de șamotă (10-12 %), fin granulată (sub 0,5 mm) care se adaugă pe
lîngă argilă și cuarț în calitate de degresant; fondanții sînt în pro-
porție de 3-5 %.

Refractarele semiacide se utilizează la căptușirea unor
părți ale cuptoarelor de cocs, care lucrează la temperaturi scăzute.
Refractaritatea lor trebuie să fie de cel puțin 1610°C .



Fig.32 - Căramidă silica cu început de tridimitizare: 1-cuarțite; 2-cristobalit (isotrop) pe fisurile cuarțitului ; 3-cristale de tridimit maclate ; N+,
~ 40 x



Fig.33 - Căramidă silica complet tridimitizată: 1-cristale de tridimit cu macle în formă de vîrf de lance; 2-pori; N +, ~ 100 x

II.3.3. Refractare argiloase de șamotă sînt refractarele alumino-silicioase care se obțin din argile refractare sau caolinuri, degresîndu-le cu șamotă. Ele conțin 30-45% Al_2O_3 .

Prin șamotă se înțelege argilă arsă la temperatura de 1300° , fiind rezultă un material lipsit de plasticitate ce nu se mai contractă la o nouă ardere.

Materia primă de bază pentru refractarele alumino-silicioase, argilele refractare, în țara noastră sînt de mai multe tipuri:

- argilele refractare de Șuncuius (Munții Pădurea Craiului) acoperă cea 80% din cantitatea de argilă refractară extrasă. Ele sînt de natură caolinitică. Se livrează în două sorturi: Șuncuius AR-169 care are refractaritatea IP-158-169 ($SiO_2 = 50-57\%$, $Al_2O_3 + TiO_2 = 25-30\%$, $Fe_2O_3 = 2,8-8,5\%$) și Șuncuius AR-175, cu refractaritatea IP = 173-175 ($SiO_2 = 49-50\%$, $Al_2O_3 = 35-36\%$ și $Fe_2O_3 = 1,6-2,1\%$).

- argile refractare de Cristian-Holbav (jud. Brașov) - au compoziția mineralogică montmorillonit-illitică și IP cuprins între 165-171. La compoziția lor chimică participă $SiO_2 = 50-56\%$; $Al_2O_3 = 25-32\%$ și $Fe_2O_3 = 1,35-4\%$.

- argilă refractară de Anina (Banatul de Sus) reprezintă sortul cel mai bun de astfel de argile din țara noastră, din punct de vedere al purității, al refractarității și al omogenității IP este cuprins între 171-175, iar IP mediu este 173.

Compoziția chimică, exprimată în cei 3 oxizi principali, de care depinde calitatea unei argile refractare este: $SiO_2 = 49-51\%$; $Al_2O_3 + TiO_2 = 32-36\%$; $Fe_2O_3 = 1,4-2$.

- șisturile grafitoase ou pirofilit - de la Schela Viezuroiu (jud. Gorj) constituie de asemeni o materie primă importantă pentru acest tip de refractare. IP = 163-171.

Compoziția chimică $SiO_2 = 55-60\%$; $Al_2O_3 = 28-32\%$; $Fe_2O_3 = 0,6-1,6\%$.

Pirofilitul este cel care imprimă calităţi specifice acestor materiale refractare: contracţii mici la uscare şi ardere, rezistenţă bună la atacul zgurilor, stabilitate termică ridicată.

Dintre ţările care posedă zăcămintele importante de argile refractare cităm: Polonia, Cehoslovacia, R.F.G., Anglia, Statele Unite.

Refractarele argiloase de şamotă se obţin prin ardere în două etape:

- ardere pînă la 1300°C - cînd rezultă şamota, ce se macină la diferite granulaţii şi participă în proporţie de 20-95% la scheletul cărămizii;

- ardere pînă la 1400°C - a produselor fasonate, obţinute din granulele de şamotă, cimentate. între ele cu un liant din argila refractară amestecată cu apă.

II.3.3.1. Caractere microfiziografice ale refractarului argilos de şamotă (obţinut din sisturi grafitoase cu pirofilit de Sche-la Viezuroiu)

Produsul este alcătuit din două părţi distinote: masa fundamentală argilo-silicioasă şi fragmente de şamotă (argilă refractară arsă şi măcinată) (fig.34).

La compoziţia mineralogică a masei fundamentale participă mineralele argiloase de dimensiuni foarte fine, constituind fondul acestei mase în care se individualizează clar granule mărunte de cuarţ şi formaţiuni sferice, provenind din transformarea cloritoidului prezent în argila refractară de Viezuroiu.

Fragmentele de şamotă sînt colţuroase sau uşor corodate, de dimensiuni submilimetrice pînă la aproape 1 cm, de culoare brună-cenuşie; prezintă adesea crăpături şi pigmentaţii de culoare neagră sau brună, de formă neregulată sau sferică, acestea din urmă amintind că şamota, în cea mai mare parte, provine din argila de Viezuroiu cu piro-

fillit $\text{Al}_2(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}$ și cloritoid $\text{FeAl}(\text{OH})_2\text{SiAlO}_4$, dar fiind arsă a doua oară, structura inițială este estompată. Masa fragmentelor de șamotă este adesea izotropizată, cu aspect translucid în $N +$. Pe alocouri, din masa extrem de fină, silicatul de aluminiu hidratat inițial, recristalizează sub formă de germeni de mullit, cu contur prismatic, alungit vizibil la obiective de mărire puternică.

Granulele de cuarț ale masei fundamentale sînt colțuroase sau corodate, răspîndite mai mult sau mai puțin uniform în masa rocii.

Caracteristică este prezența, în cantitate apreciabilă, a acelor sferule, provenind din transformarea porfiroblastelor de cloritoid. Unele au culoare cenușie, altele brună-roșcată. În cea mai mare parte, cele de culoare cenușie sînt constituite din mullit și cristobalit, vizibile la obiective de mărire puternică, fierul din silicatul inițial fiind levigat la periferie sub forma unei zone marginale brun-roșcate de hematit. Cîteodată, în cavitățile circulare, rămase ca mlaje ale fostelor porfiroblaste de cloritoid, mullitul este cristalizat mai bine, sub formă prismatică sau aciculară, cu dispoziție în toate direcțiile.

Refractarele argiloase de șamotă au cea mai largă întrebuintare, ele reprezentînd pe plan mondial circa 75% din totalul produselor refractare utilizat în industrie. La noi în țară ele se folosesc în proporție și mai mare.

Domenii de utilizare:

- la construirea cuptoarelor industriale de toate tipurile (industria metalurgică, a cimentului, a varului etc.) refractaritatea lor variînd în funcție de cantitatea de Al_2O_3 pe care o conțin, ea fiind cuprinsă între 1590-1750°C;

- la fabricarea oalelor de topit stiola
- la fabricarea creuzetelor de șamotă pentru topituri
- la fabricarea capsulelor pentru arderea produselor de ceramică fină (faianță și porțelan).

II.3.4. Refractare superaluminioase

Prin refractare superaluminioase se înțeleg acele refractare care au un conținut ridicat de Al_2O_3 , de peste 45%, proporție care nu se poate realiza decît prin introducerea în amestec a materiilor prime bogate în Al_2O_3 .

Materiile prime utilizate pentru fabricarea acestor refractare pot fi naturale sau artificiale:

a) roci cu silicați de aluminiu anhidri. Ortosilicatul de aluminiu ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) se găsește în natură sub 3 forme: disten (cyanit) -triclinc, andaluzit-rombic, sillimanit -rombic ; cele trei minerale avînd aceeași compoziție chimică se deosebesc prin structură cristalină și prin proprietăți fizico-chimice.

Toate cele 3 minerale, prin ardere trec în mullit ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), fapt ce constituie caracteristica lor tehnologică principală și baza folosirii în industria refractarelor.

Mullitul imprimă proprietăți deosebite acestor materiale refractare: rezistență mecanică, stabilitate termică, stabilitate chimică la acizi și baze.

Dintre cele 3 minerale distenul are temperatura cea mai joasă de transformare în mullit ($1300-1350^\circ C$), iar sillimanitul cea mai ridicată ($1500-1550^\circ C$).

În timpul arderii se produce o creștere importantă a volumului la disten de 16-18 ori, ceea ce împiedică utilizarea acestuia în stare brută; este necesară șamotizarea (arderea prealabilă a concentratului de disten).

În țara noastră distenul se găsește în cristalinelul Carpaților Meridionali în patru zone:

- în Munții Semenic - în micașisturi și cuarțite în proporție de 2-25% la Delinești, Văliug, Vf.Nemanu etc.

Compoziția chimică în oxizii principali: 43% SiO_2 , 47%

Al_2O_3 , 3,5% Fe_2O_3 ;

- în Munții Sebeș în paragneise disten-sillimanitice și granatiferă în cantitate de 5-25%, la Muntele Ștefan, Bătrina, Șurianu, Vîrfu lui Pătru, Bistra etc., distenitele conțin pînă la 50% disten albastru.

Compoziția chimică: 42% SiO_2 , 53% Al_2O_3 , 1,33% Fe_2O_3 .

- în munții Făgăraș, între Vf-Negoiu și Rîul Olt apar paragneise granatiferă cu disten la vest de Șerbota, Vf.Sură, Tătaru, Măgura Ciinenilor.

Compoziția chimică: SiO_2 - 37%, Al_2O_3 - 58%, Fe_2O_3 - 0,8%.

- în Munții Cîbin-Lotru se află zona cea mai bogată în disten către obîrșia văii Sudului-Negovanu Superior, la cataracte, valea Frumoasă, Mănăileasa, Negovanu inferior, cantonat în paragneise și micașturi, în parageneză cu spodumen $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$. Conținutul în disten este de 2-20%.

Compoziția chimică medie a concentratului de disten obținut prin inobilare este: SiO_2 - 35%, Al_2O_3 - 58%, Fe_2O_3 - 1,71%. Refractivitatea IP - 179-192.

În ceea ce privește răspîndirea pe glob, cele mai importante zăcăminte de disten se găsesc în: India, Suedia, SUA, Kenya, URSS, Canada, Africa de Sud, Madagascar, Austria, Franța, Bulgaria.

b) Bauxitele sînt roci sedimentare bogate în hidroxizi de aluminiu. Componentii mineralogici principali sînt: diasporul-hidratul aluminei α - $\alpha \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; hidrargillit (gibbsit)-hidratul aluminei $\tilde{\nu}$ - $\tilde{\nu} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; boehmitul - hidratul aluminei $\tilde{\nu}$ - $\tilde{\nu} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Bauxitele se clasifică după mai multe criterii:

- după natura hidroxidului de aluminiu care predomină pot fi: diasporice, gibbsitice, boehmitice. Cele mai preferate sînt

cele diasporice, deoarece prin concentrare ajung la un conținut de 70-72% Al_2O_3 și refractaritate $1900^{\circ}C$;

- după raportul între Al_2O_3 și SiO_2 - pot fi: alite ($Al_2O_3 / SiO_2 > 1$) și sialite ($Al_2O_3 / SiO_2 < 1$); pentru fabricarea refractarelor superaluminose se folosesc bauxite din grupa alitelor.

- după culoare: bauxite albe - cu 3-5% Fe_2O_3 și se folosesc în stare brută; bauxite roșii cu peste 5% Fe_2O_3 , se folosesc în industria refractarelor după o prealabilă deferizare.

La noi în țară bauxitele se întind în 3 zone, dintre care se exploatează în primele două.

În Munții Pădurea Craiului (Jud. Bihor) - se găsesc principalele rezerve de bauxite la: Aștileu, Bratca, 10 Hotare, Răcaș (Osou), Stina Letea etc., în cazul în care ele sînt de bună calitate conțin peste 60% Al_2O_3 , sub 12% SiO_2 și mai puțin de 8% Fe_2O_3 ;

- în zona Hațeg-Pui-Ponor (jud. Hunedoara);

- la Schodol între Baia de Arieș și Cimpeni (jud. Alba).

În ceea ce privește răspîndirea pe glob a bauxitelor țările cu cele mai importante săcăminte de acest fel sînt: Australia, Arkansas, Alabama, Georgia, Guiana, Surinam, Brazilia de Nord, Indonezia, India, Camerun, Guinea, Jamaica, Cuba, Republica Dominicană, RFG, Spania, Franța, Italia, Grecia, URSS, China.

c) Alumina tehnică - se obține prin calcinarea la $1000-1200^{\circ}C$ a hidroxidului de aluminiu rezultat prin prelucrarea bauxitelor.

Din punct de vedere mineralogic alumina tehnică este α -alumina, compoziția chimică cuprinde: 99-99,5% Al_2O_3 ; 0,25-0,1% SiO_2 ; 0,30-0,50% Na_2O .

d) Hidroxidul de aluminiu tehnic $Al(OH)_3$ - se obține din bauxită, care se tratează cu hidroxidul de Na concentrat în autoclavă la $160-170^{\circ}C$ și apoi din filtrat prin cristalizare rezultă hidroxidul de Al sub formă de hidrargilit.

e) Corindonul sinterizat (sinterkorund) - se obține din alumina tehnică brută prin sinterizare, când forma γ trece în forma α - α - alumina = α - corindon.

f) Corindonul sintetic sau electrocorindonul - rezultă prin topirea electrotermică (la arc electric), fie a bauxitelor, fie a aluminei tehnice.

Tehnologia de fabricare a refractarelor superaluminice se poate realiza în două feluri:

- prin ardere obișnuită, asemănătoare tehnologiei de fabricare a refractarelor de șamotă; în prealabil, materia primă aluminică obținută din bauxită se amestecă cu 10-30% argilă sau șamotă superaluminică, apoi urmează arderea la 1500-1600°C.

Temperatura de formare a mullitului poate fi redusă cu 70-150°C prin adăugarea de mineralizatori în proporție de 1-2%: oxizi de Ca, Mg, Ba, Mn, Be, Fe, Na, K.

- Prin topire electrică (la 2000°C), turnarea în forme și cristalizare.

Refractarele superaluminice, după procentul de Al_2O_3 pot fi:

- mullitice cu 62-72% Al_2O_3
- mullito-corindonice - cu 72-92% Al_2O_3
- corindonice - cu peste 92% Al_2O_3

La compoziția mineralogică a materialelor superaluminice participă: mullit, corindon, tialit ($Al_2O_3 \cdot TiO_2$), fază amorfă (sub 20%).

Cu cât conținutul în mullit este mai mare cu atât refractaritatea este mai ridicată, peste 1600°C.

Datorită cantității mici de fază vitrosă prezintă o mare rezistență la șoc termic și la atacul zgurilor.

II.3.4.1. Caractere microfiziografice

Refractar-mullit-corindon

Se prezintă sub forma unui agregat de cristale de mullit și corindon, intim concreseute (Fig.35).

Mullitul este frecvent idiomorf; apare sub formă de cristale prismatice mult alungite cu dispoziție paralelă, mai rar divergentă. Are olivaj bun, longitudinal, după fața (010).

În secțiuni subțiri este de obicei incolor, însă datorită impurităților de fier și a grosimii mari a secțiunii poate fi colorat și pleocroic, de la: n_g - albastrui la n_p - incolor-gălbui.

Extincția dreaptă. Birefringența normală a mullitului este de ordinul I, însă din cauza grosimii mari a secțiunii, culorile de birefringență pot ajunge la ordinul II. Secțiuni de grosime normală - - 0,02 mm - se obțin greu datorită durității mari a corindonului.

Corindonul - Al_2O_3 - trigonal.

Se prezintă sub formă de cristale prismatice scurte sau granule neregulate, grefate pe cristalele de mullit.

Corindonul se deosebește net de mullit prin indicii de refracție mai ridicați: $n_g = 1,768$; $n_p = 1,760$; nu prezintă olivaj. Este străbătut de fisuri puternice. Ușor colorat în gălbui; slab pleocroic pînă la incolor.

Birefringență $n_g - n_p = 0,008$.

Duritate 9.

Greutatea specifică 3,95-4,4

Temperatura de topire $-2050^{\circ}C$

Oxizii de fier sînt prezenți la limita dintre cristalele de mullit-corindon sau pe fisurile puternice ale corindonului. Au culoare brună-roșcată sau neagră.

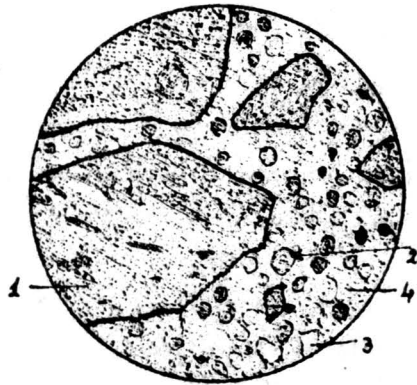


Fig.34 - Refractor argilos de șamotă: 1-fragment de șamotă; 2-sferulite relict de cloritoid; 3-cuarț; 4-matrice argilcoasă, N II, ~ 40 x

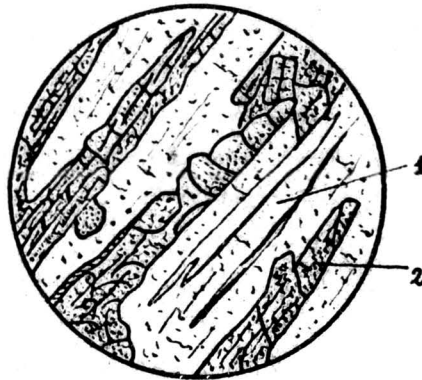


Fig.35 - Refractor mullito-corindonic: 1-mullit; 2-corindon; N II ~ 40 x

II.3.4.2. Caractere microfiziografice

Refractar mullitic topit (corhart)

Materialul este alcătuit în majoritate din mullit, la care se mai adaugă faza vitroasă și materie organică topită (Fig.36).

Se obține prin topirea la temperatura de 2200°C și fasonarea prin turnare în forme a unui amestec de bauxită sau alumină tehnică + argilă sau caolin, astfel dozate, încît să corespundă compoziției mullitului - $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (în care $\text{Al}_2\text{O}_3 = 71,8\%$ iar $\text{SiO}_2 = 28,2\%$). Impuritățile obișnuite sînt oxizii de fier și de titan.

Mullitul este în proporție de peste 90% în produs.

În compoziția masei se mai adaugă rumeguș de lemn sau cocs care favorizează eliminarea gazelor la topire și creează un mediu reductător în topitură.

Separarea fazelor mineralogice la răcirea topiturii și formarea unei anumite structuri în produs se realizează prin răcire controlată, respectiv prin tratament termic.

Mărimea cristalelor este influențată și de prezența și natura impurităților. Astfel, cristalele de mullit sînt mai mari atunci cînd conținutul de SiO_2 în topitură este mic, iar cu creșterea conținutului de SiO_2 dimensiunile cristalelor se reduc mult.

Prezența unor impurități poate împiedica cristalizarea mullitului, astfel: Li_2O , Na_2O , CaO , sau MgO , în timp ce oxizii de fier și de titan nu au o influență importantă.

Mullitul se prezintă sub formă de cristale prismatice mult alungite, întinse paralel, alteori divergent. Deasemeni, sînt caracteristice structurile scheletice, dendritice.

Toate cristalele de mullit prezintă numeroase incluziuni de sticlă, de forme și dimensiuni diferite ce se pot distinge cu obiective de mărire puternică: globulite (de formă circulară și de dimensiuni foarte reduse), cumulite (agregate de globulite); margarite (de formă alungită), triohite (ramificate) etc.

Unele incluziuni sînt mult alungite și cu dispoziție paralelă încît dau impresia de clivaj. Dispoziția lor în cadrul cristalelor de mullit reprezintă o caracteristică pregnantă și imprimă acestora aspecte cu totul aparte.

Prin gruparea radiară a cristalelor de mullit rezultă structuri sferoidale, bine evidențiate, și acestea prezintă incluziuni sticloase orientate. Structura sferulitică o putem considera relictă, ea aparținînd agregatelor inițiale de alumina tehnică din care provine parțial, structura ce nu a fost distrusă complet prin topire.

Mullitul este incolor, relieful puternic pozitiv. Extincția este dreaptă. Birefrigența - în cazul de față - este mai ridicată (ord. II și III) din cauza grosimii mai mari a secțiunii.

Materia organică, care apare larg dezvoltată, îmbracă forme alungite paralele cu cristalele de mullit; are culoare neagră, cu aspect translucid.

Domenii de utilizare

Oxidul de aluminiu este unul din cei mai utilizați oxizi în producerea refractarelor: în industria metalurgică pentru construirea furnalelor și preîncălzitoarelor de aer (cowpere) pentru traseul de turnare al fontei și oțelului, pentru cuptoarele din secțiile de laminare; la căptușirea pereților laterali ai cuptoarelor pentru fabricarea sticlei (Corhart); industria aluminiului și petrochimică solicită din ce în ce mai mult produse de tip mullite-corindonic sau corindonic.

II.3.5. Refractarele magnezitice se definesc drept refractarele ce conțin peste 80% MgO cristalizat, sub forma de periclaz.

Materiile prime utilizate sînt atît naturale cît și artificiale:

- magnezitul- $MgCO_3$ la noi în țară este exploatat din serpentinele magnezitice de la Tisovița (Jud. Mehedinți) care au un conținut de 20-25% magnezit. Pentru a putea fi folosite la refractare nece-

sare industriei metalurgice serpentinele cu magnezit trebuie să conțină minimum 40% MgO și în medie 1,38% CaO; cele de la Tisovița au: 38% MgO, 8% Fe₂O₃ și 1% CaO și se mai adaugă MgO artificial.

← o sursă potențială de MgO mai recent pusă în evidență o constituie calcarele și dolomitele cristaline cu brucit Mg(OH)₂ și periclaz din Munții Bihorului (zona Budureasa);

magnezia sinterizată - se obține prin arderea magnezitului natural la 1500-1600°C; este de culoare brună și se folosește sub 2 forme:

- magnezia metalurgică - un material granular cu dimensiunea maximă a granulelor de 10-15 mm obținut prin măcinarea bulgărilor de magnezie sinterizată și se utilizează pentru repararea vetrelor cuptoarelor metalurgice;

- magnezia pulverulentă - are dimensiunea maximă a granulelor de 2-3 mm, obținută deasemeni prin măcinarea magneziei sinterizate; acesta este materialul din care se fabrică refractarele magnezitice.

- magnezia topită - se fabrică din magnezitul natural sau din magnezia sinterizată, cărora li se adaugă fie CaO, fie SiO₂, în porție necesară pentru ca raportul cantitativ dintre cei 2 oxizi să corespundă compoziției silicatulului bicalcic. Topirea se face în cuptor cu arc.

Materialul are culoare albă sau verzuie deoarece este mai pur decât magnezia sinterizată. Cristalele de periclaz obținute prin acest procedeu sînt foarte mari și prezintă olivaj clar; spre deosebire de cele obținute din magnezia sinterizată, aceste refractare au stabilitate termică mai mare și rezistență la acțiunea zgurilor mai ridicată, însă fabricarea magneziei topite fiind foarte costisitoare, se utilizează doar la refractare speciale.

Refractaritatea materialelor magnezitice este foarte ridicată, ea depășind 2000°C în funcție de puritatea materiei prime.

Arderea se realizează la temperaturi de 1500-1660°C - fabricarea fiind destul de dificilă, datorită faptului că oxidul de Mg este un material lipsit complet de plasticitate de aceea oxidului de magneziu i se adaugă cleiuri organice.

Alte țări cu zăcămintele de magnezit sînt: URSS, Austria, SUA, Grecia, Iugoslavia, Cehoslovacia, Turcia, Coreea.

II.3.5.1. Caractere microfiziografice

Refractar magnezitic

Acest refractar este alcătuit în majoritate din oxid de magneziu - peste 85% - sub formă de periclaz, apoi ferit de magneziu, forsterit, sticlă și bule de gaze (fig.37).

Periclazul - MgO -(peri=rotunjit; Klasis=spărtură - se referă la olivajul perfect). Este componentul principal al produsului. Cristalizează în sistemul cubic; se prezintă sub formă de granule bine dezvoltate, rotunjite, mai rar în cristale idiomorfe, cubice.

Clivaj perfect cubic, după față (100); în secțiuni subțiri se disting clar 2 direcții de clivaj la 90°. Poate să prezinte macle după fața (111), în cristalele rezultate pe cale sintetică.

Duritate 5,5-6.

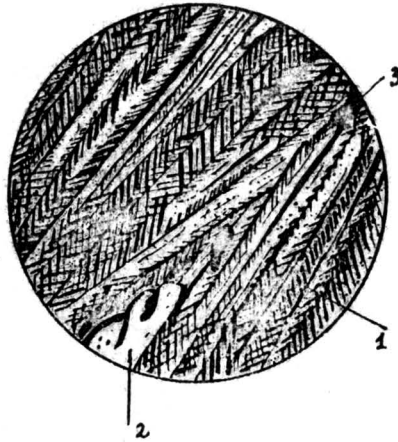
Greutate specifică 3,56-3,65

Se topește la 2800°.

Are indicele de refracție ridicat $n = 1,736$

În secțiuni subțiri este incolor. Izotrop.

Privite cu atenție, la obiective de mărire puternică (40 x, 60 x), adesea granulele de periclaz prezintă incluziuni de ferit de magneziu ($MgO \cdot Fe_2O_3$) - un mineral din grupa spinelilor cu care formează o serie izomorfă continuă. Aceasta apare sub formă lamelară, urmărind direcțiile de clivaj ale periclazului.



**Fig.36 - Refractor mullitic topit: 1-mullit;
2-sticlă; 3-pori; N II, ~ 40 x**



**Fig.37 - Refractor magnezitic - 1-cristale
izometrice de periclaz cu olivaje
după două direcții; 2-fază sticloa-
să ce sudează cristalele; N II,
~ 100 x**

Peritul de magneziu este cubic, de culoare verde-brună cu pleocroism evident, pînă la gălbui și adesea anizotrop, datorită tensiunilor interne create prin dezamestec din periclaz, în urma scăderii temperaturii (la 1000°C).

Peritul de magneziu se mai întilnește și la limita dintre granulele de periclaz, împreună cu forsteritul.

Sticla apare sub formă de plaje, neuniform răspîndită în masa produsului, cu conture dantelate, lobate, corodînd granulele de periclaz. Este incoloră, izotropă.

Forsteritul - Mg_2SiO_4 - are rol de liant al granulelăr de periclaz. Identificarea sa este dificilă, datorită dimensiunilor reduse și formei neregulate, fiind situat în punctele de atingere ale granulelor izometrice de periclaz.

Apare incolor, cu relief pronunțat pozitiv și birefrință albă-galbenă de ordinul I.

Utilizări

Refractarele magnezitice se utilizează la:

- căptușirea cuptoarelor Martin
- căptușirea cuptoarelor din industria cimentului;
- fabricarea orificiilor pentru turnarea oțelului în oalele de turnătorie (orificii magnezitice).
- construirea vetrei și pereților cuptoarelor electrice de topit oțel care lucrează după procedeul bazic de topit oțel.

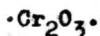
II.3.6. Refractare forsteritice

Sînt refractarele ce se caracterizează printr-un conținut ridicat de ortosilicat de magneziu-forsterit, proporția de MgO fiind cuprinsă între 35-55 %.

Cda 40/981 fase 5

Materiile prime sînt diferite roci cu silicați de Mg, anhidri sau hidratați.

- olivinitele reprezintă cele mai bune materii prime, deoarece au cel mai mare conținut de MgO, nu au apă și prezintă compoziția cea mai apropiată de cea a forsteritului. Pe lângă forsterit, în alcătuirea lor se mai întîlnesc: magnetit și crompicotit (Mg, Fe)O.



Olivinitele folosite pentru acest tip de refractare conțin 85-98% olivină, iar procentul de fayalit al olivinei nu trebuie să depășească 10-15%.

- dunitele se deosebesc de olivinite prin aceea că o parte din granulele de olivină au trecut în serpentină ($3 \text{MgO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), prin produse de autometamorfism. Proprietățile lor sînt determinate de raportul celor 2 minerale, deci de gradul de serpentinizare al olivinei.

Refractaritatea dunitelor este destul de ridicată fiind cuprinsă între 1700- 1800°C.

Ca urmare a prezenței serpentinei, care conține o cantitate considerabilă de apă de constituție, la arderea dunitelor survine o contracție însemnată ceea ce impune șamotizarea prealabilă la 1450°C.

Pentru ridicarea conținutului de forsterit în materialul ars, în vederea obținerii unor produse de calitate se adaugă înainte de ardere pînă la 10% MgO.

- serpentinitele - sînt roci cu silicați de magneziu hidratați; acestea reprezintă materia primă cea mai răspîdită pentru fabricarea refractarelor forsteritice. Conținutul în MgO al serpentinitelor pentru fabricarea acestor refractare trebuie să fie de cel puțin 37%. Serpentinitele mai conțin: spinel (crompicotit), talc, olivină, magnezit, clorit, calcit, oxizi de fier; calcitul și oxizii de fier sînt impurități deosebit de dăunătoare, deoarece coboară puternic refractaritatea.

La noi în țară de-a lungul Dunării, în Fanatul de Sud, între Ogradena și Svinița (jud. Mehedinți) este o zonă de serpentinite cu lungimea de câțiva kilometri și lățime variabilă, de la câțiva metri la 1000 m. Cele mai importante zăcămintele sînt la Flavișevița, Tisovița, Liubotina.

Conținutul destul de ridicat în Al_2O_3 (2-3%) și în Fe_2O_3 (7-9%) scad refractaritatea materiei prime, impunînd ameliorarea ei.

Alte zone cu serpentinite din țara noastră sînt în partea nordică a Pod. Mehedinți (Baia de Aramă) și în Munții Sebeș.

În ceea ce privește răspîndirea pe glob a serpentinitelor ea este destul de mare îndeosebi în jurul Mediteranei: Turcia, Iran, Irak, Grecia, Iugoslavia, Albania; în URSS (Ural, Caucazul de Nord, Armenia, Siberia, Kazahstan), apoi în Cuba.

- rocele talcoase - folosite în industria refractarelor sînt sisturile talcoase care au un conținut variabil de magnezit; sînt preferate varietățile compacte de talc denumite steatit, ca fiind mai pure. Compoziția talcului - silicat hidratat de magneziu - variază de la $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ pînă la $4MgO \cdot 5SiO_2 \cdot H_2O$ - monoclinic.

Rocile talcoase mai pot conține, în afară de mineralele menționate: serpentină, dolomit, calcit, clorit, oxizi de fier, pirită. Pentru fabricarea refractarelor forsteritice aceste roci trebuie să aibă un conținut de MgO de cel puțin 25% iar oxizii de fier ($Fe_2O_3 + FeO$) să nu depășească 6% pentru produse de calitate superioară și de 12-15% pentru materialele de calitate inferioară.

Cele mai dăunătoare sînt impuritățile de CaO (conținut admisibil 2%) și Al_2O_3 (conținut admisibil 2,3%) care contribuie la formarea compuşilor cu punct de topire scăzut: monticelit: - $CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$ (punct de topire $1466-1498^\circ C$) sau cordierit - $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ (temperatura de topire $1440^\circ C$).

Din cauza impurităților talcul se topește la temperaturi joase de $1400-1500^\circ C$.

La noi în țară, talcul se exploatează în Masivul Poiaba Ruscă la Cerișor-Lelese-Govijdia-Ruginosu, partea utilă reprezentând 5-30% din materialul extras; conținutul în MgO este de 14-22%.

În zona Marga-Voislova, la Est de Caransebeș se exploatează de asemeni gîsturi talcoase.

Noi iviri de talc au fost descoperite la Drăgoiasa (comuna Panaci) jud.Suceava.

II.3.6.1. Caractere microfiziografice

Refractar forsteritic

Acest material refractar este alcătuit aproape exclusiv din forsterit. Provine din arderea materiei prime bogată în olivină sau serpentină, ca dunita, serpentină.

Structura echigranulară. Textura masivă (fig.38).

Forsteritul - Mg_2SiO_4 . Cristalizează în sistemul rombic (fig. 39). În secțiuni subțiri se prezintă sub formă de granule izometrice, frecvent cu contur hexagonal. Densitatea 3,22. Duritate 7.

Prezintă clivaj imperfect după fața (010). Incolor, relief pronunțat pozitiv : $n_g = 1,670$; $n_p = 1,635$.

Birefringență $n_g - n_p = 0,035$. În cazul de față polarizează în culori de birefringență de ordinul I-cenușii, albe, galbene și mai rar de ordinul II. Planul axelor optice \parallel (001); $(-)\alpha = 99^\circ$.

Punctul de topire 1890° .

Pe toată suprafața secțiunii se observă prezența în cadrul cristalelor de forsterit a incluziunilor lamelare de ferit de magneziu ($MgO \cdot Fe_2O_3$), care de obicei este izotrop, însă din cauza tensiunilor la care a fost supus, în urma scăderii temperaturii prin dezamestec a devenit anizotrop. Culoarea proprie este brună verzui, cu pleocroism pînă la gălbui.

Utilizări ale refractarelor forsteritice:

- la construirea pereților cuptoarelor Martin pentru oțeluri;

- la căptușirea cuptoarelor rotative pentru arderea cimentului și a dolomitei;
- la căptușirea cuptoarelor cu inducție pentru topirea metalelor neferoase;
- la căptușirea cuptoarelor din industria ceramică puternic solicitate și pentru cea a camerelor regeneratoare a cuptoarelor vană pentru topirea sticlei.

II.3.7. Refractarele spinel-forsteritice sint asemănătoare refractarelor forsteritice, dar conțin pe lângă forsterit și spinel.

Materia primă este un amestec de alumină tehnică sau bauxită și magnezit, care se ard la 1600-1650°C în cuptor electric.

Bauxita nu trebuie să conțină mai mult de 5% SiO₂ și nici oxizi de fier în cantitate mare, deoarece aceștia înrăutățesc proprietățile refractare.

II.3.7.1. Caractere microfiziografice

Refractar spinel-forsteritic

Privit cu un singur micol, materialul are structură granulară, fiind alcătuit din procente aproximativ egale de spinel și forsterit (fig.40).

Spinelul propriuzis - MgO·Al₂O₃ prezent în acest material cristalizează în sistemul cubic, sub formă de octaedrii. Poate prezenta macle după fața (111). Greutatea specifică 3,5-4,6. Duritatea 7,5-8.

Culoarea variază în funcție de impuritățile pe care le conține (Fe, Mn, Zn): albastru, brun, galben, violet, negru, incolor.

În secțiuni subțiri de obicei este incolor, Relief puternic pozitiv -n = 1,719.

Temperatura de topire 2150°C.

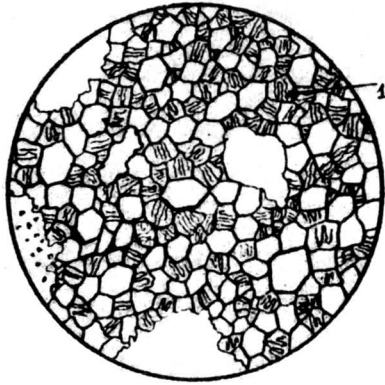


Fig.38 - Refractar forsteritio: 1-cristale de forsterit cu incluziuni lamelare de ferit de magneziu; N II $\sim 100 \times$

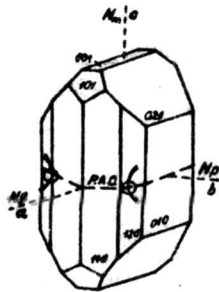


Fig.39 - Cristal de forsterit cu orientarea optică

Compoziția chimică - MgO-28,2; Al₂O₃-71,8.

Spinelul cu fier se numește hercinit: FeO·Al₂O₃.

Pleonastul este termenul intermediar între spinelul propriuzis și hercinit. Picotitul este spinelul cromifer - Cr₂O₃·FeO. Gahnitul este spinelul de zinc - ZnO·Al₂O₃.

În refractarele magneziene pot apărea și alți spineli - magnezioferit - MgFe₂³⁺O₄ (n = 2,38; D = 4,52) și magneziocromit MgCr₂O₄ (n = 2,00; D=4,43).

În cristalele artificiale spinelul propriuzis este miscibil cu MgCr₂O₄, FeCr₂O₄, MnCr₂O₄.

În secțiune, cristalele de spinel au de obicei contur idiomorf, izometric, cubic, rombic și uneori rotunjit.

Este incolor, izotrop. Supus la presiuni devine birefringent. Cristalele de spinel au dimensiuni mai reduse decât cele de forsterit. Se grupează în agregate.

Forsteritul se prezintă sub formă de cristale cu contur hexagonal, rombic sau prismatic ușor alungit, frecvent corodat.

Incolor. Relief mai scăzut decât al spinelului, Birefringență de ordinul I, culori de interferență albe, galbene.

Interesante sînt relațiile dintre spinel și forsterit. Spinelul la început corodează forsteritul, încît acesta apare ca un contur sinuos și apoi pătrunde în interiorul cristalelor sub formă de numeroase incluziuni, ce invadează forsteritul, încît acesta are aspect ciuruit.

Din loc în loc apare sticla, ca plaje mari, mai mult sau mai puțin izometrice, cu incluziuni de spinel în porțiunile periferice.

II.3.8. Refractare cromomagnezitică - au în compoziția lor 40-65% MgO și 5-30% Cr₂O₃.

Materia primă o constituie dunitele sau serpentinitele cu cromit.

Conținutul în Cr₂O₃ în minereu nu trebuie să fie sub 33%, iar cel de fier să nu depășească 16%. Prezența calcitului este deosebit de dăunătoare deoarece constituie cauza formării monticellitului, ușor fuzibil și apoi dă goluri după ardere; de aceea conținutul în CaO nu trebuie să fie mai mare de 1,5%.

Temperatura de ardere a refractarelor cu cromit este de 1500-1600°C.

II.3.8.1. Caractere microfiziografice

Refractar cromomagnezitic

Masa produsului are structură microgranulară.

La compoziția mineralogică participă: periclaz, cromit, forsterit, spineli feromagnezieni, magnezit, crisotil, faza sticloasă (fig.41).

Periclazul - MgO apare răspândit în toată masa sub formă de granule mărunte, izometrice, mai mult sau mai puțin rotunjite. Ele sînt incolore sau colorate în galben intens. Relief puternic pozitiv ($n = 1,736$). Rar se observă cele două direcții de clivaj la 90°. Este izotrop. Uneori, cristalele de periclaz, de formă rotunjită tipică, se grupează în agregate strînse.

Spinelul. Oxidul de crom este legat sub formă de spinel de crom. Mg₂Cr₂O₄ - magneziocromitul proaspăt, se dezvoltă în cristale, în general colțuroase, sau cele de dimensiuni mai reduse, patrater; granulele proaspete sînt opace. De cele mai multe ori este hematitizat, încît are culoare brună-roșcată.

Forsteritul - Mg₂SiO₄ - apare sub formă de cristale xenomorfe, colțuroase, de dimensiuni fine și medii. Incolor, relief pronunțat

pozitiv, fără olivaj, cu fisuri neregulate și birefringență de ord.I., albă-gălbuie. Adesea prezintă dispersie.

Crisotilul se menține sub formă de relice din masa de serpentină cu cromit, care servește ca materie primă pentru acest tip de refractare. Se prezintă ca agregate fibroase, decolorate; relieful este slab pozitiv, cu birefringență cenușie de ord.I și extincție dreaptă în lungul fibrelor.

Magnezitul - $MgCO_3$ - se întâlnește numai sub forma a câtorva cristale relice, care se recunosc după birefringența de ord.IV, cu irizații și pseudopleocroism evident. Clivajele romboedrice abia se disting.

Toate granulele de periclaz, spinel, forsterit și relice de crisotil și magnezit sînt înglobate într-o masă sticloasă, cu nuanță cenușie, izotropă.

Pe toată suprafața produsului se observă plaje, mai mult sau mai puțin izometrice, alcătuite predominant din spinel și subordonat forsterit, intim asociate.

Utilizări ale refractarelor cromomagnezitice: la zidăria cuptoarelor de încălzire și a altor cuptoare unde se cere o rezistență înaltă la acțiunea zgurilor.

II.3.9. Refractare dolomitice sînt refractarele ce se caracterizează prin conținutul ridicat de CaO alături de MgO (MgO este cuprins între 50-75%).

Materia primă o reprezintă dolomitele $CaMg(CO_3)_2$ care în majoritatea cazurilor conțin impurități de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 și Mn_3O_4 .

Dolomitele la noi în țară se exploatează în Munții Poiana Ruscă - dolomitele de Hunedoara, în 2 cariere, situate la V de Hunedoara, Crăciuneasa și Tulea; deasemeni dolomite cristaline sînt și cele de la Voșlăbeni lângă Gheorghieni; alte zone cu dolomite se află în Dobrogea la Ovidiu, Cerna Vodă-Hîrșova, la Surduc (lîngă Turda); Iacobeni-Rarău-Cheile Bicazului.

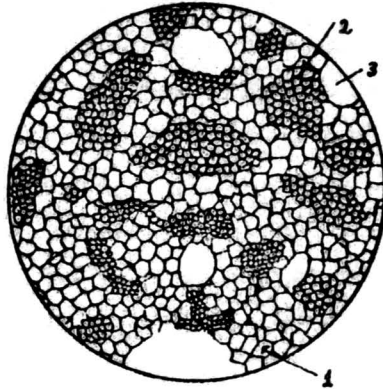


Fig.40 - Refractor spinel-forsteritic: 1-forsterit, 2-spinel, 3-pori; N II ~ 100 x



Fig.41 - Refractor cromo-magnezitic: 1-periclaz, 2-spinel, 3-forsterit; N II, ~ 40 x

Refractarele dolomitice sînt realizate prin sinterizarea amestecului de dolomit cu magnetită, la temperaturi de peste 1800°C.

Prezența silicaților de calciu (silicat bicalcic și silicat tricalcic) precum și a feriților de calciu - componenți cu proprietăți de întărire hidraulică face posibilă obținerea de produse fasonate dolomitice întărite la rece.

Utilizările refractarelor dolomitice se fac sub mai multe forme:

- dolomită metalurgică vitrifiată, folosită la lipirea vetelelor și la îndreptarea pereților și a pantelor cuptoarelor Martin bazice și a cuptoarelor electrice de topit oțel;

- cărămizile de dolomită arsă se folosesc la căptușirea pereților cuptoarelor Martin, a cuptoarelor electrice de topit oțel și a convertizoarelor Thomas, la cuptoarele de ardere a cimentului, la cuptoare de topit nichel și cupru.

- masele bătătorite - pentru pereții cubilourilor^{x)} de topit fonta.

II.3.10. Superrefractare cu oxizi puri

În această grupă sînt cuprinse o serie de materiale refractare reclamate de tehnica nouă, de vîrf, a temperaturilor și presiunilor foarte ridicate, a vidului, a arderii industriale cu oxigen etc.

Aceste refractare se caracterizează prin:

- mare puritate chimică
- compactitate ridicată
- mare stabilitate termică și chimică față de coroziunea metalelor topite în vid și în mediu de diferite gaze;

x) cubilou - cuptor vertical cilindric, format din tablă și căptușit cu cărămidă refractară.

- o bună rezistență mecanică la temperaturi ridicate.

Aceste condiții sînt satisfăcute de unii oxizi chimic puri ZrO_2 , Al_2O_3 ; MgO , CaO , BeO , CeO_2 ; ThO_2 , UO_2 etc.

Ca exemplu vom da superrefractarele cu bioxid de zirconiu.

Principalele tipuri de materii prime zirconice sînt:

- ortosilicatul de zirconiu - zirconul $ZrSiO_4$

Este cel mai răspîdit mineral de zirconiu; deoarece este stabil chimic apare și în aluviuni. Se extrage din nisipuri zirconifere care conțin 65-75% zircon. Frecvent are urme de uraniu și thoriu. Concentratul de zircon trebuie să aibă cel puțin 60% ZrO_2 și cel mult 0,15% Fe_2O_3 .

Importante zăcăminte zirconifere se găsesc în Florida, Madagascar, Australia, Ceylon.

Zirconul se caracterizează prin coeficient de dilatare redus, stabilitate termică și chimică ridicată; este foarte rezistent la acțiunea acizilor;

Materialele zirconice se ard la temperaturi de peste 1500°C.

- bioxidul de zirconiu (zircona) - se găsește în natură sub forma mineralului baddeleyit.

Cele mai importante zăcăminte se găsesc în Brazilia (brazilit).

Impuritățile principale sînt: SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 ; deasemeni 2-4% HfO_2 .

Materiile prime cu conținut de baddeleyit sînt grupate în 2 clase, după conținutul în ZrO_2 :

- zirconfavasul sau favasul - conține 80-98% ZrO_2 ;

- zirkitul, are la rîndul său 2 varietăți:

- cenușie deschisă conține cel puțin 73% ZrO_2

- albastră - are pînă la 80-85% ZrO_2

II.3.10.1. Caractere microfiziografice

Superrefractor pe bază de bioxid de zirconiu electrotopit

Materia primă o constituie zirconul $ZrO_2 \cdot SiO_2$, în amestec cu alumina tehnică în proporție variabilă.

Compoziția mineralogică a produsului este alcătuită din: baddeleyit, corindon, mullit și faza vitroasă (fig.42).

Baddeleyitul - ZrO_2 (fig.43) (conține de obicei impurități de HfO_2 2-4%) se distinge sub microscop prin indicele de refracție foarte ridicat: $n_g = 2,20$, $n_p = 2,13$; birefringență ridicată: $n_g - n_p = 0,070$, culori de birefringență de ord, IV.

Culoarea proprie este brună-gălbuie.

Cristalizează în sistemul monoclinic: $c:n_p = 12^\circ$; $(-)$ $2V = 30^\circ$, olivaj bun bazal. Modificația de temperatură ridicată (peste $1000^\circ C$) este tetragonală. În acest caz extincția este dreaptă.

Temperatura de topire este de $2700^\circ C$. Durețata 7. Greutatea specifică $5,6 \text{ g/cm}^3$.

În refractarul pe bază de zircon apare sub două forme: noduli și dendrite.

Nodulii reprezintă prima formă de separare din topitură a ZrO_2 . Prin sudarea nodulilor, după o singură direcție, rezultă cristale dezvoltate, alungite, cu mai multe gîtuituri. Prin gruparea nodulilor lor după mai multe direcții, rezultă forme asemănătoare dendritelor.

Unii noduli sînt de dimensiuni mai mari și se individualizează foarte clar în masa produsului. pe cînd alții sînt de dimensiuni foarte reduse, cu contururile nedefinite, ca germeni de cristalizare din masa vitroasă.

Din disocierea zirconului rezultă baddeleyitul și SiO_2 .

SiO_2 participă la alcătuirea sticlei.

Corindonul - Al_2O_3 . Se prezintă sub formă de cristale prismatice, adesea alungite, concrescute cu baddeleyitul sau corodate de sti-

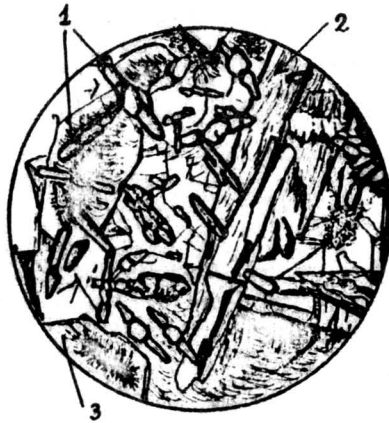


Fig.42 - Superrefractor pe bază de bioxid de zirconiu: 1-baddeleyit, 2-corindon, 3-fază vitroasă; N II, $\sim 100 \times$

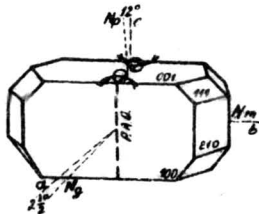


Fig.43 - Cristal de baddeleyit cu orientarea optică

clă. Alteori apar granule xenomorfe străbătute de fisuri puternice. Se deosebesc de baddeleyit prin faptul că sînt incolore sau slab gălbui, indicii de refracție mai scăzuți, iar birefringența este deosemeni mai scăzută, albă și galbenă de ord.I; sînt foarte limpezi. Ex-tincția dreaptă. Din masa sticloasă începe să se separe și germeni de cristale de corindon.

Faza vitroasă. se prezintă sub 2 forme: unele porțiuni sînt de culoare brună, limpezi, pe cînd altele, cu aspect translucid, de culoare cenușie închisă.

Nodulii mai larg dezvoltăți de baddeleyit se separă din sticla de culoare brună, limpede. În același timp, tot în masa sticlei brune apar subordonat cantitativ, cristale de mullit, cu dispoziție divergentă, ce se întretaie în toate direcțiile.

Sticla de culoare cenușie închisă este impurificată de materie organică, adăugată amestecului de refractar electrotopit, sub formă de rumeguș sau alt material, care contribuie prin arderea sa la creșterea temperaturii. Din ea încep să se separe cristale de baddeleyit.

Utilizări

Refractarele pe bază de zircon de calitate superioară conțin pînă la 40% ZrO_2 (baddeleyit), corindon și mullit; sînt cunoscute sub numele de Corhart ZAC și sînt utilizate în porțiunile deosebit de solicitate ale cuptoarelor pentru topirea sticlei;

- la fabricarea creuzetelor pentru topirea metalelor și a compoșilor greu fuzibili (a creuzetelor pentru obținerea platinei și a iridiului de puritate spectrală, pentru topirea poloniului, ruteniului, rodiului, titanului, aluminiului, potasiului, sodiului);

- se confecționează aparatură de laborator;

- pentru plăcile refractare pe care se ard titanajii și ferii;

- pentru orificiile de turnare continuă a oțelului;
- ca adaos în masa produselor de magnezie sinterizată;
- în compoziția unor tencuieli protectoare, care aderă bine la căptușeli refractare de șamotă și corindonice;
- pentru confecționarea rezistențelor cuptoarelor electrice de temperaturi foarte înalte;
- în tehnica nucleară și aerospațială în scopul protejării termice a suprafețelor metalice.

Temperatura maximă de utilizare a produselor din bioxid de zirconiu este de 2500°C .

II.4. Determinarea refractarității

Măsurarea cu precizie a temperaturilor înalte de topire a materiilor prime și a materialelor ceramice (600°C - 2000°C) se face printr-o metodă comparativă, cu ajutorul indicatorilor piroscopici.

Pentru determinarea refractarității sînt necesare următoarele piese: indicatori piroscopici, placă-suport și epruvete.

1. Indicatorii piroscopici - (conuri pirometrice sau conuri Seger) sînt mici trunchiuri de piramidă triunghiulară, alcătuite din amestecuri riguros dozate asemănătoare celor folosite pentru masele ceramice conținînd următoarele substanțe: caolin, feldspat, cuarț, cretă, oxizi de fier și alte substanțe, încît constituie o serie continuă de 59 compoziții ceramice cu refractarități determinate (fig.44).

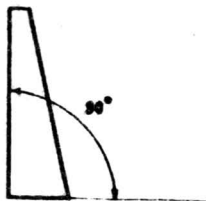


Fig.44 - Indicator piroscopic

În tabelul nr.1 sînt prezentați cei 59 indicatori piroscopici, cu temperaturile de înmuiere în $^{\circ}\text{C}$, grupate în 3 intervale (inferioare, medii și superioare) și conurile Seger (C.S.) corespunzătoare, în notarea veche.

În funcție de dimensiuni, indicatorii piroscopici pot fi: mari, folosiți pentru temperaturi cuprinse între $600-1540^{\circ}\text{C}$ și mici pentru temperaturi cuprinse între $1580-2000^{\circ}\text{C}$; la cei mari $h=58\text{ mm}$, $a=17\text{ mm}$, $b=6,5\text{ mm}$; la indicatorii mici: $h=30\text{ mm}$, $a=8\text{ mm}$, $b=2\text{ mm}$ (fig. 45).



Fig.45 - Indicatori piroscopici:

a - mari, b - mici



Tabelul nr.1

Scara temperaturilor de înmuiere

Grupa inferioară

Numărul indicatorului (I.P.) ^{x)}	Notarea veche (C.S.) ^{xx)}	temperatura de înmuiere $^{\circ}\text{C}$
1	2	3
60	o22	600
63	o21	630
66	o20	660

x) I.P.= indicator piroscopic; xx) C.S.= Con Seger

1	2	3
69	019	690
71	018	710
74	017	740
76	016	760
79	015	790
81	014	810
83	013	830
85	012	850
88	011	880
90	010	900
92	09	920
93	08	930
95	07	960
98	06	980
100	05	1000
102	04	1020
104	03	1040
106	02	1060
108	01	1080
110	1	1100
112	2	1120
114	3	1140
116	4	1160
118	5	1180
Grupa mijlocie		
120	6	1200
123	7	1230
125	8	1250

1	2	3
128	9	128o
13o	1o	13o o
132	11	132o
135	12	135o
138	13	138o
141	14	141o
143	15	143o
146	16	146o
148	17	148o
15o	18	15oo
152	19	152o
154	2o	154o
158	26	158o

Grupa superioară

161	27	161o
163	28	163o
165	29	165o
167	3o	167o
169	31	169o
171	32	171o
173	33	173o
175	34	175o
177	35	177o
179	36	179o
182	37	182o
185	38	185o
188	39	188o
192	4o	192o
196	41	196o
2oo	42	2oo o

Indicatorii piroscopici se notează prescurtat I.P., urmat de numărul indicatorului, care reprezintă $1/10$ din temperatura de înmuiere în $^{\circ}\text{C}$. Astfel I.P. 173 = 1730°C .

Numărul indicatorului piroscopic este marcat pe fața opusă muchier perpendiculară pe bază.

2) Plăcile suport au forma circulară cu grosimea de 8-10 mm și diametre, fie de 55-60 mm, în cazul în care arderea se face în cuptor electric fie de 65-70 mm pentru cuptor cu gaz și oxigen; sînt din mase refractare acoperite cu un strat de pastă refractară cu o compoziție variabilă, în funcție de natura materialului a cărui refractaritate urmează să fie determinată (fig.46).

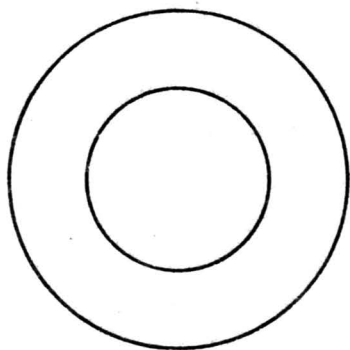


Fig.46 - Placă-suport

Astfel în cazul refractarelor acide (silica, silico-aluminoase) în alcătuirea pastei se introduc electrocorindon și argilă refractară sau caolin; pe cînd pentru refractarele bazice (magnezitiice, forsteritice, dolomitice), pasta se compune din magnezită sau cromagnezită.

3) Eprubetele sînt confecționate din materialul a cărui refractaritate trebuie determinată, avînd forma și dimensiunile indicatorilor piroscopici.

Pentru confecționarea lor se mojarază o cantitate de 50 g din proba medie; pulberea obținută se amestecă în anumite proporții

cu dextrină (produs de degradare al amidonului - $C_6H_{10}O_5$) și apă pînă ce se obține o pastă ce nu se prinde de mînă. Pasta se introduce într-o matrită de bronz, care, în prealabil a fost unsă cu ulei mineral și se nivelează cu ajutorul unei spatule metalice.

După confecționare și scoatere din formă, epruvetele se usucă timp de cîteva zile la temperatura camerei.

Determinarea propriuzisă

Se montează pe placa suport, în stratul de pastă refractară cu baza mare, atît epruvetele uscate cît și indicatorii, în număr total de cel mult 12 bucăți, astfel ca muchia lor scurtă să fie înclinată spre interiorul plăcii, sub un unghi de $80-85^\circ$ (fig.47).

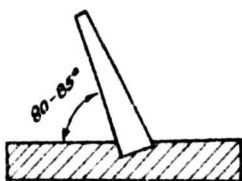


Fig.47 - Montarea înclinată a indicatorilor piroscopici și a epruvetelor pe placa suport

Epruvetele se fixează alternativ cu indicatorii piroscopici sau separat (fig.48).

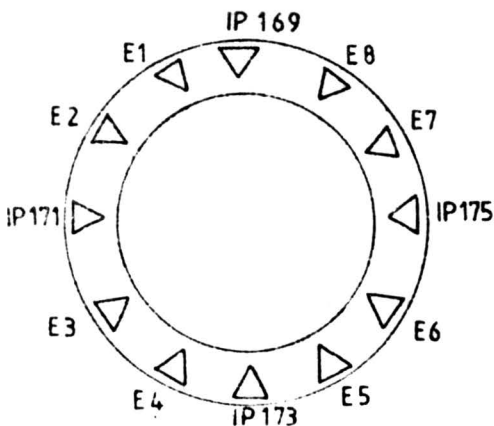


Fig.48 - Așezarea epruvetelor alternativ cu indicatorii piroscopici pe placa suport.

Apoi se încălzește placa suport în etuvă pînă la 110°C - 135°C cînd are loc uscarea completă a pastei. Arderea, în continuare, se face fie în cuptor electric, fie în cuptor cu gaz și oxigen, creșterea temperaturii făcîndu-se între 1000 - 1500°C cu 10 - 15 grade/minut iar între 1500 - 1580° doar cu 2 - 3 grade /minut.

Se urmărește apoi înmuierea epruvetelor, care devin incandescente, cu ajutorul sticlei de cobalt, folosind ca instrument de control al temperaturii pirometrul.

Prin temperatura de înmuiere sau de cădere sau indice de refractaritate se înțelege temperatura la care proba (epruveta) din materialul de analizat se deformează sub greutatea proprie, încît vârful piramidei să atingă nivelul plăcii suport (fig.49).



Fig.49 - Deformarea epruvetei la temperatura de înmuiere: vârful piramidei atinge placa suport

Refractaritatea materialului este caracterizată prin numărul indicatorului piroscopic care a căzut în același timp cu epruveta, sau a cărui temperatură de cădere este cît mai apropiată de cea a epruvetei.

Pentru determinarea exactă a acestei temperaturi se folosesc cel puțin 3 indicatori piroscopici, dintre care unul să corespundă temperaturii de cădere a epruvetei, iar ceilalți doi să fie cu un număr sub și peste această temperatură.

Alegerea indicatorilor piroscopici se face prin apreciere ținînd seama de compoziția chimică și mineralogică a probelor, de locul de proveniență etc.

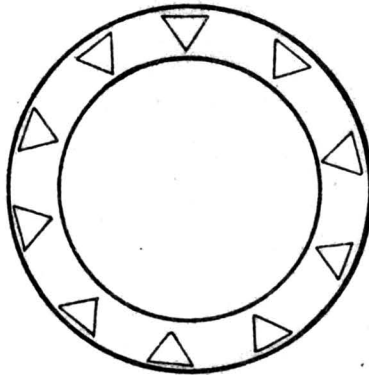
Rezultatele determinării se prezintă sub forma unei fișe sau buletin de analiză (fig.50), care trebuie să cuprindă: denumirea rocii sau mineralului supus determinării; argilă, serpentină, disten etc.; locul de proveniență: șantierul, localitatea; numărul probei, numele trimitătorului; data confecționării plăcuței și a epruvetelor și data executării arderii; tipul de cuptor folosit; refractaritatea în I.P.

ÎNTEPRINDERE

SECTIA PREPARARE PROBE
DETERMINARI REFRACTARITATEFISA DE ANALIZA

Santierul
 Tipul de probă
 Data confecționării plăcuței
 Data executării arderii
 Arderea a fost executată la cuptorul

DIAGRAMA: PROBE INDICATORI ETALON - TOPIRE



NR. PROBEI	LUCRAREA	METRUL	C.S.	IP	TEMP.	Culoarea după ardere	

Fig. 50

Sînt interesante de urmărit transformările mineralogice ale diferitelor roci (argile refractare, serpentine, roci cu disten, cuarțite etc.) supuse acestui tip de determinare, în diferitele etape ale procesului de ardere, prin studiul lor în secțiuni subțiri, pentru a ne explica, căror componenți - formați între timp - li se datoresc rezistența la temperaturi înalte, adică refractaritatea.

III. LIANTII MINERALI

III.1. Definiție.

Lianții minerali sînt sisteme disperse heterogene solid-lichid, ai căror componenți intră în interacțiune fizico-chimică formînd o masă ce poate fi prelucrată, și în condiții determinate, se transformă într-un corp întărit, rezistent.

Lianții minerali reprezintă materiale utilizate pe scară largă în construcții, fie direct, pentru a lega între ele elementele de zidărie (cărămizi, blocuri), fie pentru a lega într-un tot coeziv și unitar materiale granulare, cum ar fi nisipul în cazul mortarelor sau pietrișul + nisipul, în cazul betoanelor.

În legătură cu lianții minerali trebuie să definim următoarele noțiuni specifice acestor materiale.

Priza și întărirea - constituie cele două etape în care se produce trecerea - în timp - a pastei de liant, de la starea plastică la starea rigidă.

Priza este intervalul de timp necesar pastei de liant pentru ca aceasta să-și piardă plasticitatea și să înceapă să se rigidizeze.

Priza se caracterizează printr-un inceput și sfîrșit de priză, care se măsoară în ore și minute.

Se consideră că cimentul are priză normală, atunci cînd aceasta nu începe mai devreme de o oră și nu se termină mai tîrziu de 10 ore.

În timpul prizei au loc schimbări de natură fizică și chimică.

Întărirea este procesul care urmează prizei. Pasta de liant, cu priza terminată se întărește, ceea ce duce la creșterea rezistenței mecanice, pînă la atingerea valorii maxime; în acest interval de timp are loc desăvîrșirea transformărilor chimice începute odată cu priza-

Marca cimentului - reprezintă rezistența minimă la compresiune a unor epruvete cubice cu latura de 7,07 cm confecționate din mortare cu cimentul respectiv de compoziție standard, încercate la 28 zile de întărire, exprimată în da N/cm^2 sau kgf/cm^2 .

Marca cimenturilor portland fabricate la noi în țară se notează cu simbolul P (portland) urmat de o cifră care reprezintă rezistența minimă la compresiune încercată în condițiile de mai sus: P 300, P 400 P 500.

III. 2. Clasificarea

Principalul criteriu de clasificare al lianților îl reprezintă mediul în care și se întăresc; în acest sens lianții pot fi:

- lianți nehidraulici sau aerieni - cuprind totalitatea lianților care se întăresc în aer, în mediu uscat, iar după întărire nu rezistă la acțiunea apei și se dizolvă.

- lianții hidraulici - au drept caracteristică principală faptul că fac priză, se întăresc în mediu umed, sub apă și după întărire rezistă la acțiunea apei fără să-și schimbe forma.

Lianții hidraulici pot fi unitari și miesti.

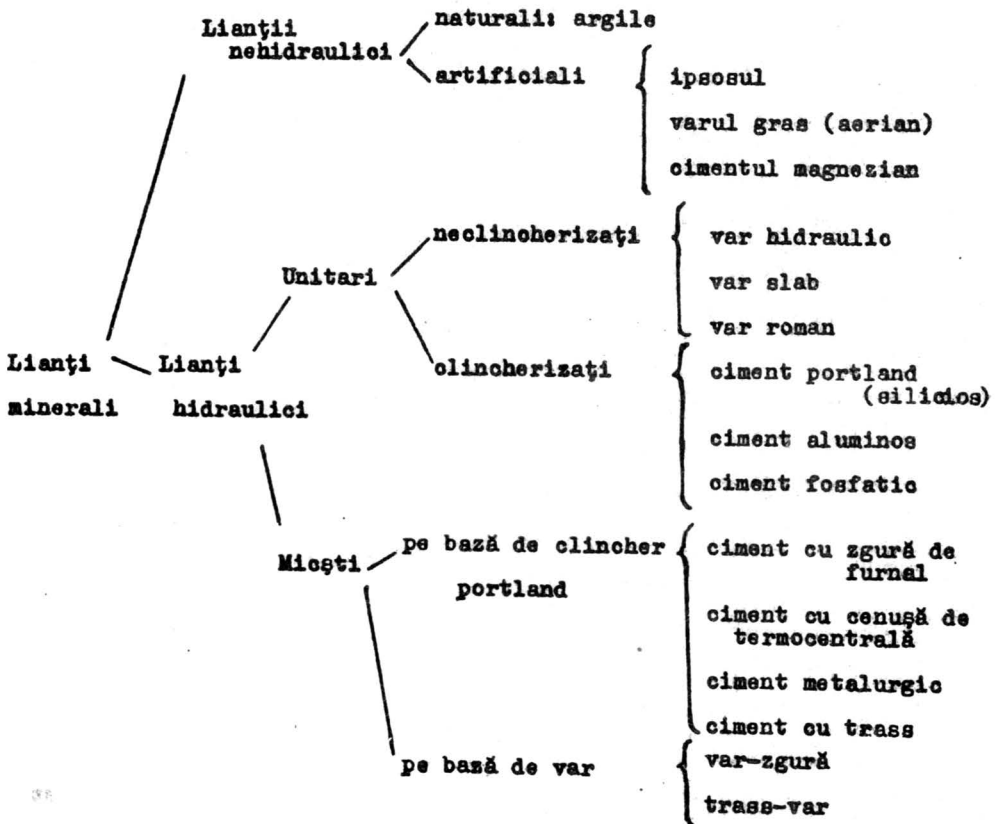
Lianții unitari sau fără adaosuri sînt lianții ce se obțin prin măcinarea unui singur produs de bază sau care conțin maximum 5% adaosuri.

Lianții miesti sau cu adaosuri sînt alcătuiți din lianți unitari, în care la măcinare, se introduc diferite adaosuri active: zguri metalurgice, trass (tufuri vulcanice măcinate), cenușă de termocentrală, al căror procent variază între 5-85% din compoziția lianțului.

Lianții unitari pot fi neclincherizați și clincherizați.

Lianții neclincherizați rezultă din amestecuri de materii prime care se ard la o temperatură inferioară apariției topiturilor parțiale, astfel încît produsul ars rămîne poros. Reacțiile de formare a acestor lianți au loc în stare solidă.

Lianții clincherizați se obțin prin arderea amestecurilor de materii prime la temperaturi la care apar topiturile parțiale. Prin răcire topitura se solidifică în porii produsului ars conferindu-i o structură compactă, proces care poartă denumirea de clincherizare. Acești lianți se numesc cimenturi și sînt amestecuri în care pot să predominie silicații de calciu caz în care lianții se numesc cimenturi portland sau cimenturi silicioase, sau pot să predominie aluminații de calciu și lianții se numesc cimenturi aluminose.



III. 3. Principalele tipuri de lianți

III. 3.1. Lianți nehidraulici artificiali

III. 3.1.1. Ipsosul.

Materii prime. Ipsosul se obține prin încălzire treptată a gipsului care este sulfatul de calciu bihidrat $-Ca SO_4 \cdot 2H_2O$.

Varietatea compactă de gips de culoare albă, cu aspect translucid poartă numele de alabastru.

Gipsul de obicei prezintă impurități de: argile, marnă, calcar, nisip cuarțos.

Conținutul minim în sulfat de calciu al rocii cu gips pentru ca ea să poată constitui materia primă utilizabilă la fabricarea ipsosului este de 83% pentru sortimentele de calitate inferioară și de 96% pentru cele de calitate superioară, iar conținutul maxim în Fe_2O_3 trebuie să fie de 0,5 %.

În țara noastră se găsesc zăcăminte de gips la: Minciu-Cerașu, Slănic (jud. Prahova); Turda (Mihai Viteazu - Copăceni) și Agăbireș (jud. Cluj); Stănești - Corbșori, Cîmpulung-Muscel (jud. Argeș), Fucioasa (Dimbovița) etc.

Alături de gips se mai poate folosi anhidritul ($CaSO_4$).

Fosfogipsul este un deșeu din industria îngrășămintelor chimice - sulfat de calciu hidratat, impurificat cu fosfați, conține 32-34% CaO , 44-46% SO_3 , la noi în țară rezultă prin prelucrarea apatitei de Kola.

La fabricarea ipsosului din gips are loc o deshidratare parțială a acestuia la temperaturi ce nu depășesc $200^{\circ}C$.

Se formează hemihidratul sulfatului de calciu ($CaSO_4 \cdot 0,5 H_2O$), componentul de bază al ipsosului, cu proprietăți liante. Acesta se prezintă în 2 forme polimorfe: α și β $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ în funcție de condițiile tehnologice de obținere. Cele 2 forme se deosebesc prin habitusul lor: forma α se dezvoltă în cristale prismatice de dimensiuni mari care necesită mai puțină apă pentru a da o pastă de consistență normală ceea ce determină obținerea unui ipsos de mare rezistență;

forma β este alcătuită din cristale mici, cu structură stratificată, care necesită o cantitate sporită de apă pentru pasta de consistență normală, de unde și rezistența scăzută a acestui tip de ipsos.

Culoarea ipsosului variază în funcție de impuritățile gipsului de la alb, la alb-gălbui pînă la alb-cenușiu.

Pentru a putea fi utilizat, ipsosul este amestecat cu apă, deci, priza și întărirea sînt o consecință a rehidratării hemihidratului sulfatului de calciu și a separării cristalelor de sulfat de calciu bihidrat.

Caractere microfiziografice ale sulfatului de calciu bihidrat

La microscop se urmărește clar procesul de cristalizare, dacă se pune o cantitate foarte mică de pulbere de ipsos (sulfat de calciu hemihidrat) pe o lamă de sticlă, se picură o picătură de apă și se acoperă sau nu cu o lamelă de protecție. Urmărind ce se produce în câmpul vizual al microscopului, se pot surprinde 3 etape:

- în primul moment cristalele de sulfat de calciu bihidrat ating mărimea dispersiilor coloidale 10^{-7} - 10^{-5} cm și sînt înconjurate de pelicule de apă; aceste cristale pot fi greu observate, la obiective de mărire puternică, nu numai datorită dimensiunilor foarte fine, ci și vitezei mari cu care se produce reacția (fig. 51 a). Structura coloidală imprimă ipsosului plasticitate înțit pasta este ușor preluorabilă, deci poate fi utilizată în construcții;

- după cîteva minute, în apa care umple spațiile dintre granulele pulberii se poate observa apariția bruscă a unor cristale de bihidrat bine individualizate sub formă prismatică alungită pînă la aciculară, de dimensiuni 10^{-5} - 10^{-2} cm și mai rar sub formă de prisme monoclinice, tabulare, care cresc progresiv atît cantitativ cît și în ceea ce privește dimensiunile, pînă la stabilirea unui echilibru higrometric cu mediul ambiant (fig. 51 b).

Ca urmare, pasta își pierde treptat plasticitatea, devenind rigidă.

- perioada a treia se caracterizează prin creșterea în continuare a cristalelor de bihidrat care se suprapun unele peste altele, fiind dispuse rar radiar dar mai ales în toate direcțiile, sub diferite unghiuri alcătuind o împielire de cristale acicuare, asemănătoare structurii intersertale a bazaltelor, un schelet rigid cristalin (fig.51 c).

Unele cristale tabulare prezintă macle polisintetice, paralele cu alungirea, după fața (100). Clivajul longitudinal se observă slab. $n_g = 1,529 - 1,531$; $n_p = 1,519 - 1,521$; birefrigență $n_g - n_p = 0,10$. Culoarea de birefringență este cenușie de ordinul I.

Extincția : asimetrică pe fața (010), $c : n_p = 36^\circ$, dreaptă pe fața (100). Biax (+). Atunci când întreaga cantitate de apă a fost eliminată, înseamnă că a cristalizat în întregime bihidratul. Acest moment coincide cu terminarea procesului de întărire, iar valorile rezistențelor mecanice sînt maxime; în general ele se ating după un interval de 7 zile.

Domenii de utilizare

Ipsosul de construcții se fabrică prin arderea gipsului la o temperatură de $180-300^\circ\text{C}$ și este un amestec de hemihidrat de sulfat de calciu și anhidrit; se utilizează fie ca liant unitar, fie ca liant mixt, la prepararea mortarelor de zidărie și tencuieli; la confecționarea prefabricatelor pentru pereți și tavane în amestec cu agregate ușoare, cum ar fi zgura metalurgică expandată, care au calități de izolație termică și fonică bună densitatea aparentă redusă, sînt neinflamabile și pot fi puse ușor în operă.

Ipsosul alannat sau marmorean se obține din ipsosul de construcții în amestec cu o soluție de alaun (sulfat dublu de aluminiu și potasiu). Se folosește la tencuieli, la excușarea ornamentelor de fațadă și la realizarea de marmure artificiale.

Ipsosul de pardoseală + rezultă prin arderea gipsului la temperaturi de $800 - 1000^\circ\text{C}$ și este un amestec de anhidrit și oxid de calciu, acesta din urmă avînd rolul de activator, mărind solubilitatea an-

hidritului; de aceea ipsosul de pardoseală se caracterizează prin capacitatea proprie de întărire (rezistența mecanică la compresiune - 200 - 300 da N/cm²).

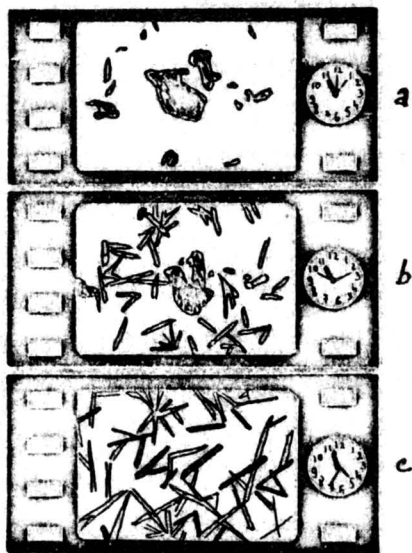


Fig. 51 - Etapele formării sulfatului de calciu bihidrat: a-germeni de cristale de sulfat de calciu bihidrat de mărimea dispersiilor; b- apariția cristalelor aciculare de bihidrat; c- structură de impislire a cristalelor de bihidrat

Ipsosul de mare rezistență - se obține prin deshidratarea parțială a gipsului în autoclave sub presiune de oca 1,3 at. și temperatură de 110-120°C. În aceste condiții se formează cristale de α

hemihidrat care au o structură mai compactă decît cele ale formei β , ce rezultă la deshidratarea gipsului la presiunea atmosferică. Apa de amestecare necesară a hemihidratului fiind în cantitate mai mică, prin întărire dă produse cu rezistență mecanică mai mare decît cele obținute din hemihidrat: rezistența mecanică la compresiune este de 250 - 350 da N/cm². Se folosește la elemente prefabricate ca: blocuri, plăci, panouri.

Ipsosul macroporos se obține din ipsosul obișnuit de construcții prin amestecarea cu o cantitate mare de apă, de 150-200%. În cursul procesului de întărire, prin evaporarea surplusului de apă rezultă o structură foarte poroasă, care conferă proprietăți termo-izolante.

Ipsosul celular - se realizează prin agăogarea în pasta de ipsos a unor substanțe generatoare de gaze sau de spumă ce imprimă structură celulară și în consecință o conductivitate termică redusă.

Ipsosuri mixte, sînt amestecuri constituite din 40-60% gips și 60-40% var, care reprezintă lianți economici cu priză rapidă, folosiți la prepararea mortarelor pentru tencuieli și zidărie.

Cimentul de anhidrit se fabrică din anhidrit, sau din gips care a fost ars la 600-750°C, în amestec cu activatori. Deoarece atît anhidritul natural cît și cel obținut din gips nu posedă capacitatea de întărire, nefiind solubil în apă, se adaugă ca activatori: var, dolomită calcinată, cenușă de termocentrală și altele.

III. 2.1.2. Varul gras (aerian)

Materia primă este calcarul, care în industrie este denumit și piatră de var. Zăcămintele de calcar, folosite atît pentru fabricarea varului cît și a cimentului sînt în: Cheile Bicazului, Cheile Turzii, Lespezi (jud. Dîmbovița); Cerna Vodă, Medgidia (Dobrogea); Gura Văii (jud. Mehedinți); Mateiașu - Cîmpulung (Jud. Argeș), Racoș (jud. Brașov) etc.

Conținutul în CaCO_3 al calcarului trebuie să fie de minimum 95%. Impuritățile sînt reprezentate mai ales prin nisip și argilă.

Varul gras sau oxidul de calciu (CaO) - este produsul obținut prin disocierea termică a CaCO_3 la temperaturi de $1000-1200^\circ\text{C}$. El se livrează șantierelor sub formă de var bulgări. Pentru obținerea varului gras necesar mortarelor, varul gras în bulgări se stinge, adică se tratează cu exces de apă. Se obține lapte de var $\text{Ca}(\text{OH})_2$ care corespunde mineralului portlandit - cristalizat în sistemul hexagonal; cu timpul laptele de var trece în var pastă.

Domenii de utilizare:

- la prepararea mortarelor de zidărie și tencuieli utilizate pentru părțile aeriene ale construcțiilor;
- ca adaos plastifiant al mortarelor și al betoanelor de ciment;
- la fabricarea unor produse industriale: beton celular auto-clavizat, cărămizi și prefabricate silico-calcare, cărămizi și prefabricate din zgură de furnal și var;
- la epurarea apelor prin schimb ionic;
- la stabilizarea pămînturilor;
- la fabricarea lianților hidraulici micși (tras-var, zgură-var etc.)

III. 3.1.3. Cimentul magnezian sau cimentul Sorel

Materia primă este magnezitul (CO_3Mg), care se calcinează moderat pînă la 1200°C . Se obține MgO ; acesta se amestecă cu clorura de Mg -(MgCl_2).

Proporția celor doi componenți în cadrul cimentului magnezian este de 2 părți MgO + 1 parte MgCl_2 - aceasta este oxiclorigura de magneziu, de aceea poartă numele de liant cu oxiclorigură.

Obținerea lui se bazează pe proprietatea unor oxizi ai metalelor ca, amestecați cu o soluție în apă a clorurilor aceluiași metale, să facă priză și să se întărească.

Cimentul magnezian se remarcă printr-o excepțională aderență la fibrele organice și în deosebi la fibrele lemnoase, ceea ce îl recomandă la realizarea fie a unui material de pardoseală-xilolitul în amestec cu rumeguș de lemn sau a unui material izolator fibrolitul- în asociere cu talaș de lemn sau fibră de trestie.

Clorura de magneziu pe care o conține, imprimă cimentului magnezian proprietăți antiseptice.

III. 3.2. Lianții hidraulici unitari.

III.3.2.1. Lianți neclinoherizați sau varurile hidraulice.

Materia primă o constituie amestecurile naturale de calcar + argilă, care pot avea compoziții variabile, ceea ce duce la obținerea unor produse cu proprietăți diferite.

Varul alab este liantul obținut din calcare argiloase, cu un conținut de 5-15% argilă.

Varul hidraulic (mediu și tare) reprezintă liantul obținut din calcare marnoase ce conțin 15-25% argilă.

Varul roman (termen comercial) se obține din marne calcareose cu 25-35% argilă.

Procesul de obținere al varului hidraulic este asemănător cu cel al varului gras în bulgări.

Varurile hidraulice au o importanță practică mai mică datorită potențialului liant redus, cu rezistențe mecanice scăzute, fiind indicate la prepararea mortarelor și betoanelor slab solicitate mecanic, realizându-se economii de ciment.

III.3.2.2. Lianți clincherizați.

III. 3.2.2.1. Cimentul portland sau cimentul silicioș - este primul liant hidraulic clincherizat utilizat în construcții și în același timp cel mai valoros liant, folosit în cele mai diverse domenii ale construcțiilor, datorită proprietăților sale chimice și fizico-mecanice deosebite .

Materiile prime sînt roci calcaroase și roci argiloase astfel:
(tabel nr. 2):

Tabelul nr. 2

Materii prime pentru fabricarea cimentului portland:
(după F.I.Pettijahn, 1957)

Denumirea rocii	Calcit %	argilă %
Calcar	95-100	0- 5
Calcar argilos	85-95	5-15
Calcar marnos	75-85	15-25
Marnă calcaroasă	65-75	25-35
Marnă	35-65	35-65
Marnă argiloasă	15-35	65-85
Argilă marnoasă	5-15	85-95
Argilă	0- 5	95-100

Materiile prime trebuie astfel dozate încît în final compoziția oxidică a cimentului portland să satisfacă condițiile impuse de standarde și să se încadreze în limitele din tabelul nr.3, care cuprind oxizii principali:

Tabelul nr. 3.

Compoziția oxidică a cimentului portland

Oxid	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
Limita inferioară	58	17	5	2		
Limita superioară	68	26	10	6	5	3

În general se folosește un amestec de 75-77% calcar, 23-25% argilă și eventual adaosuri silicioase (diatomit) și feruginoase (cenură de pirită, minereu de fier) care au rolul de a corecta compoziția amestecului de materii prime.

Zăcămintele de marnă folosite pentru fabricarea cimentului portland sînt la: Fieni - Malu Roșu (jud. Dimbovița), Gura Beliei - Comarnic (jud. Prahova), Țepeșeni (Bicaz), Gura Văii, V. Cărbășița (jud. Mehedinți), Birsești - V. Susiței (jud. Gorj), Aleșd (jud. Bihor) etc.

Denumirea provine de la asemănarea cimentului întărit cu calcarele de Portland (Anglia).

Definiție.

Cimentul portland este produsul obținut prin măcinarea clincherului de ciment portland, cu un adaos de 3-5% gips, necesar pentru reglarea timpului de priză.

Clincherul de ciment portland, reprezintă un semifabricat realizat prin arderea pînă la oca 1450°C - 1500°C - începutul vitrifierii, adică pînă la apariția topiturilor parțiale, a unui amestec omogen fin măcinat, de materii prime calcareoase și argiloase, în cuptoare rotative rezultînd granule de 1-3 cm diametru dure, de culoare cenușie închisă, denumite clincher.

Compoziția mineralogică

Compoziția mineralogică a clincherului de ciment portland prezintă o deosebită importanță în ceea ce privește proprietățile cimentului rezultat (timpul de priză, rezistență mecanică, rezistența în timp la uzură etc.).

Principalii componenți ai clincherului au fost denumiți după literele alfabetului: alit, belit, celit.

Acești componenți datorită numeroaselor relații de izomorfie nu au o compoziția chimică riguros determinată:

- Alitul - silicat tricalcic - $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ sau C_3S^x participă în mod obișnuit în proporție de 37,5-60%.

- Belitul - silicat bicalcic - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ sau C_2S în proporție de 15-37,5%.

x) Pentru a simplifica scrierea formulelor, convențional se notează
 $\text{CaO} = \text{C}$; $\text{SiO}_2 = \text{S}$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = \text{A}$ și $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{F}$.

c) Celitul 7-15% - are două moduri de prezentare:

Celit I - ferialuminatul tetracalcic sau Brownmilleritul -



d) Celit II - aluminat tricalcic - $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ sau C_3A . Pot să mai fie prezenți: CaO liber cca 2%, MgO liber, Na_2O , K_2O , TiO_2 și masa vitroasă.

Clasificare

După compoziția mineralogică, cimenturile portland se clasifică ținând seama de valorile limită ale componentilor mineralogici. În acest sens, după raporturile între silicații de calciu - componentii principali - cimenturile portland pot fi de tip:

- alitic - $\text{C}_3\text{S} > 60\%$
- normal - $\text{C}_3\text{S} = 37,5 - 60\%$
- belitice - $\text{C}_3\text{S} < 37,5\%$

Această clasificare prezintă importanță fundamentală pentru alegerea tipului de ciment cu proprietăți fizico-mecanice și chimice, concordante cu exigențele impuse de domeniul de folosire.

Caractere microfiziografice

Clincher de ciment portland alitic

Alitul reprezintă principala fază cristalină din clincher (fig.52). Cristalizează în sistemul trigonal, sub formă de cristale prismatice bine dezvoltate, ușor alungite, mai rar xenomorf. Mărimea cristalelor depinde de condițiile de clincherizare (temperatură, timp și cantitatea de fază lichidă), dar în mod obișnuit au dimensiunea medie de 50μ .

Alitul este incolor sau cenușiu. Greutatea specifică 3,25.

Relieful pronunțat pozitiv, alitul pur are $n_g = 1,722$; $n_p = 1,718$ însă cel din clincherul portland - datorită soluțiilor solide pe care le formează - are valori puțin diferite. Nu prezintă clivaj. Poate prezenta fisuri neregulate, în cazul unei răcirii prea rapide.

Frecvent conține incluziuni vizibile, fie de culoare brună, ușor pleocroice, de feroalumiinați de calciu, fie incolore, luminoase, fine de MgO , formate probabil prin recristalizarea acestuia din soluție solidă de C_2S , printr-o răcire lentă.

Alitul are extincție dreaptă. Birefrigența scăzută. Polarizează în culori cenușii-albe de ord. I. Umiax (-).

Capacitatea de a forma soluții solide cu alți componenți din clincher explică faptul că uneori prezintă structuri zonare și anomalii biaxe-

Belitul apare subordonat cantitativ și împreună cu alitul reprezintă peste 75% din masa clincherului.

Belitul se deosebește de alit prin culoarea gălbuie-brună și forma rotunjită a cristalelor. Nu întotdeauna pe suprafața granulelor se observă striatiunile caracteristice (vezi caracterele optice la descrierea "Clincherului de ciment Portland belitic")

Brownmilleritul cristalizează în sistemul rombic.

În interstițiile dintre cristalele de alit și belit apar granule xenomorfe, relativ mărunte, ca un liant, ce se disting ușor prin culoarea brună, pleocroism intens, de la brun închis la brun reșcat deschis și relief puternic (+) : $n_g = 2,04$ și $n_p = 1,96$; $n_g - n_p = 0,08$. Birefringență de ord. III, însă culorile sînt acoperite de culoarea proprie. Biax negativ (-) $2V = 75^\circ$. Greutatea specifică = 3,72. Punct de topire = 1415° .

Aluminatul tricalcic-Celit II cubic se prezintă sub formă de cristale cu contur patratic sau granule izometrice. Este incolor. Relief puternic pozitiv $N = 1,71$, apropiat de al celor doi silicați de calciu și al sticlei cu aceasta din urmă putînd fi confundat ușor. Aluminatul tricalcic apare numai în clincherele răcite lent și cu conținut scăzut de Fe_2O_3 . Cea mai mare parte din cantitatea de C_2A participă la compoziția sticlei, ocupînd interstițiile.

Caractere microfiziograficeClincher de ciment portland belitic

În compoziția mineralogică a acestui ciment predomină componentul belit - silicat bicalcic - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ sau C_2S ($\text{C} = \text{CaO}$; $\text{S} = \text{SiO}_2$).

Sub microscop, în clincher belitul apare sub 3 forme: belit I, belit II și belit III. Acest component prezintă 4 forme polimorfe (α , α' , β , β') ce nu pot fi sesizate întotdeauna la microscop.

Belitul I se prezintă sub forma unor cristale rotunjite de culoare gălbuie-brună, ușor roșcată, care au striaiuni (maclări) după două direcții în unghi oblic. Ele sînt constituite în deosebi din α' - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ care s-a transformat parțial în β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, de aceea apar striaiuni după 2 direcții (fig. 53).

Belitul I este hexagonal; are $n_p = 1,724$ și $n_g = 1,738$;

$n_g - n_p = 0,014$. Birefringența de ord. I este influențată de culoare proprie. Unitar (+).

Apare în clincherele arse la temperaturi ridicate și răcite brusc.

Belitul II - se prezintă de asemeni sub formă de cristale rotunjite, însă cu striaiuni mai fine și numai după o singură direcție. Abundă în clincherele obișnuite, arse la temperaturi relativ joase și este format din β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Forma β are cele mai bune proprietăți hidraulice.

Belitul III - nu are striaiuni, prezintă însă adesea pete, cu aspectul unor incluziuni. Se interpretează că este β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, care provine din transformarea polimorfă în masă a α' - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

În clincherul de ciment portland, belitul nu corespunde însă formulei $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ pur, în rețeaua sa incluzînd - sub formă de soluție solidă - aluminați, ferizi, compuși ai manganului, alcalii etc.

Alitul - silicatul tricalcic - $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (vezi caracterele optice la "Clincher de ciment portland alitic"). În acest clincher apare cu totul sporadic și exclusiv ca penetrații de cristale prismatice fine,

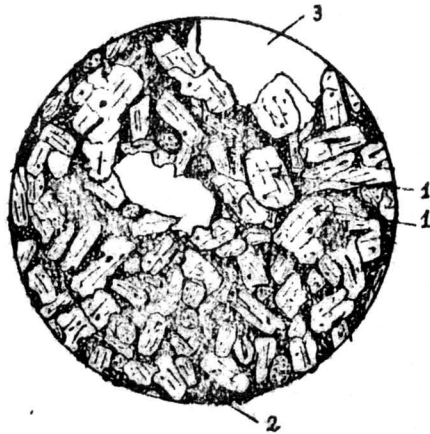


Fig. 52 - Clincher de ciment portland alities:
 a-alit , b-celit I (brownmillerit)
 c- pori; N +, ~ 100 x

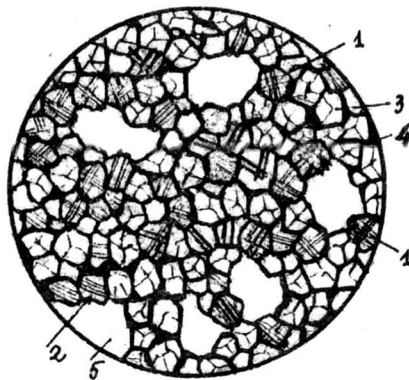


Fig. 53 - Clincher de ciment portland belities:
 1-belit I, 2-belit II, 3-belit III,
 4-celit I, 5-pori; N +, ~ 100 x

cu dispoziție radiară în cadrul cristalelor de belit. În N II alitul se deosebește de belit prin faptul că este incolor, iar fondul belitic de culoare gălbuie - brună; cu N + se observă că alitul are birefrință mai scăzută.

Liantul cristalelor de belit este de culoare brună, mai închisă decât a belitului pleocroic și reprezentat prin ferialuminatul tetracalcic - brownmilleritul.

Faza vitroasă (sticla) este distribuită capricios în masa clincherului, cantitatea sa variind în funcție de condițiile de tratament termic, astfel clincherele răcite brusc conțin până la 22% sticlă iar cele răcite lent, numai 3%.

Indicele de refracție variază între 1,70-1,74.

Se observă clar că în timpul clincherizării cristalele de belit au fost atacate de faza lichidă care pătrunde sinuos printre ele corodându-le puternic.

Compoziția mineralogică a cimentului portland în urma hidrataării.

Pentru ca cimentul portland să devină un liant este necesar să se prepare o pastă de ciment - apă.

Între ciment și apă au loc o serie de reacții complexe care în practică se numesc reacții de hidratare, în urma cărora silicații și aluminații trec în produși hidratați și în timp dau naștere unei mase compacte rigide pasta de ciment întărită.

Imediat după amestecarea cimentului portland cu apa, vor trece în soluție compușii cei mai solubili:

CaO, aluminații de calciu și gipsul, acesta din urmă fiind prezent ca adaos pentru reglarea prizei cimentului.

La început, datorită saturării soluției în sulfat de calciu se formează hidroaluminatul de calciu trisulfat - $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ = ettringitul - hexagonal sub formă de cristale prismatice mult

Cda. 10/1981 Fasc. 7

alungite pînă la aciculare, ce se grupează în snopi sau sferulite (fig. 54 a, b, c). Incolor. Clivaj perfect după (10 $\bar{1}$ 0) - $n_g = 1,646$; $n_p = 1,458$; $n_g - n_p = 0,006$.

Din cauza insolubilității mari, hidroaluminatul de calciu trisulfat precipită mai întâi pe suprafața granulelor și apoi în spațiul intergranular.

Totodată cristalizează în pasta de ciment hidroaluminatii hexagonali - $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - care sînt instabili și trec în formă stabilă hidroaluminat cubic $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Silicații fiind mai greu solubili, interacționează mai încet cu apa; mai repede reacționează silicatul tricalcic - alitul $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, față de belit $\beta \cdot 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

Ca rezultat al hidratării silicaților de calciu se formează hidrosilicați de tip tobermoritic ($3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) slab cristalizați care au dimensiuni extrem de fine, de formă fibroasă și plăcuțe diforme de 10-20 Å grosime, deci nu pot fi cercetați decît cu ajutorul microscopului electronic (fig. 55).

În toate cazurile de tratare a cimentului portland cu apa rezultă o cantitate importantă de hidroxid de calciu $\text{Ca}(\text{OH})_2$, care se prezintă sub forma unor plăcuțe rotunjite, ce cresc în timp și prin alipire formează lanțuri lungi (fig. 56).

Tipuri de cimenturi portland speciale:

1) Ciment cu rezistență inițială mari (RIM) se caracterizează prin viteza de hidratare și întărire rapidă și rezistență mecanică mari, la termene scurte, față de cimentul portland normal.

Acest ciment se obține dintr-un clincher bogat în alit, care îi conferă rezistențe mari.

La noi în țară se fabrică în 2 calități: RIM 200 și RIM 300.

Se utilizează pentru întărirea și decofrarea^{x)} rapidă a prefabricatelor, în vederea scurtării termenelor de execuție, la prepararea

x) Decofrare = demontarea cofrajului în care s-a turnat o piesă.

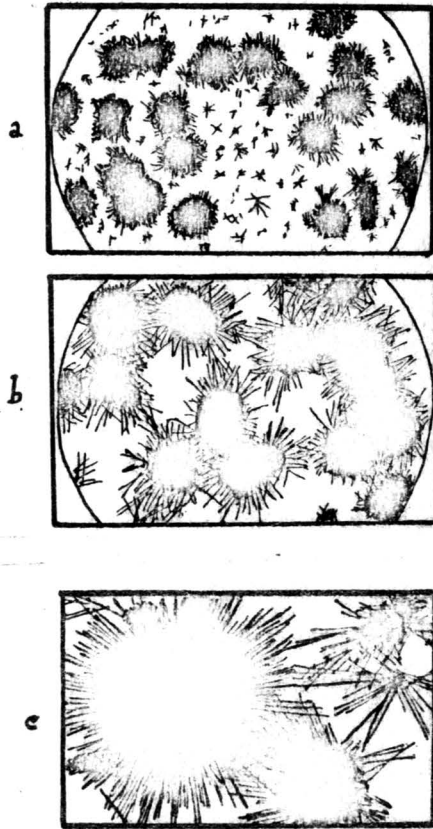


Fig. 54 - Etapele formării ettringitului: a-germeni de cristale, b-cristale aciculare de dimensiuni reduse, c-cristale aciculare cu dispoziție rađiară, larg dezvoltate.



Fig. 55 - Cristale de tobermorit (după fotografie la microscopul electronic);

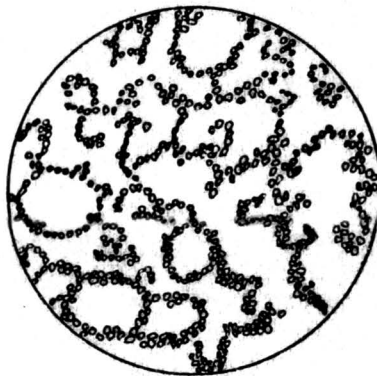


Fig. 56 - Cristale tabulare de portlandit grupate în lanțuri, $N_{II} \sim 100X$

betoanelor simple și armate.

2) Ciment expansiv se caracterizează prin aceea că în timpul hidratării și întăririi prezintă dilatare în loc de contracție; are priză și întărire foarte redusă; se obține din ciment portland cu adaosuri de alumină și gips.

Se folosește pentru etanșarea rosturilor^{xx)} la diverse lucrări (tuneluri, metrouri, diguri).

3) Cimentul hidrotehnic este cimentul folosit la baraje. El trebuie să prezinte o serie de calități, care depind de compoziția mineralogică, suprafața specifică și adaosuri; rezistența mecanică, geleșvitate, impermeabilitate, căldură de hidratare, concentrații, rezistență la agenții chimici.

Tipurile de cimenturi hidrotehnice se aleg, având în vedere zona de lucru a barajului.

Cimenturile care satisfac exigențele menționate mai sus conțin cantități însemnate de belit C_2S și celit C_4AF ; alitul C_3S , trebuie să fie în cantitate mai redusă, însă nu sub 4%, pentru că altfel scade rezistențele mecanice.

Se notează cu H sau cu HZ (în acest din urmă caz, conțin un adaos cu zgură pînă la 20%).

4) Cimentul rutier se caracterizează prin rezistențe mecanice mari la termene scurte, contracții reduse, rezistențe la geleșvitate, permeabilitate mică, deformație redusă sub efectul traficului.

Din punct de vedere mineralogic, componenții care satisfac aceste cerințe sînt: alitul C_3S și celitul C_4AF (peste 13%).

5) Cimentul pentru sonda este liantul folosit la captușirea găurilor de foraj la petrol și gaze, ce ajung la adîncimi pînă la 5000 temperatura poate atinge 100° iar presiune 1200 at.

Pe lîngă ciment portland mai conține maximum 5% MgO și gips pentru reglarea timpului de priză. Se limitează conținutul în C_3A pentru a mări rezistența la acțiunea apelor sulfatice și timpul de priză;

xx) Rost = spațiul strîns care separă 2 elemente de construcție alăturate.

altfel cimentul s-ar rigidiza și nu s-ar mai putea pompa.

Se fabrică 3 tipuri de astfel de cimenturi : S_1 , S_2 , S_3 după rezistența la agresivitatea sulfatică - redusă, moderată, ridicată.

Caractere microfiziografice

Structura este granulară.

În compoziția sa mineralogică predomină belitul și mai ales belit III, care nu prezintă strășniuni, însă are pete, cu aspectul unor incluziuni (vezi caracterele sale optice la clincherul de ciment portland belitic). Aceste granule sînt izometrice, cu contur ușor rotunjit prezintă crăpături accentuate și au culoare gălbuie (fig. 57).

Alitul se întilnește în cantitate mai redusă, sub formă de cristale prismatice, incolore, repartizat printre granulele de belit.

Liantul tuturor granulelor este brownilleritul, brun, ușor, pleocroic, formînd un ciment de atingere.

Rar se observă cîte un granul de periclaz (MgO) incolor cu relief puternic pozitiv și izotrop.

Faza vitroasă este în cantitate redusă.

Apar mici pori de formă circulară sau alungită.

6) Cimentul alb - se fabrică din calcare și argile cît mai pure, cu conținut redus de oxizi de Fe și Mn, mergînd pînă la cretă + caolin. Se notează cu simbolul PA -

Caractere microfiziografice

Structura este granulară și parțial sticloasă.

Compoziția mineralogică: alit, celit II (C_2A) și faza viteasă (fig. 58).

Alitul este compusul net predominant, care se dezvoltă sub formă de cristale prismatice, rar bine formate de obicei nedesăvîrșite și ca granule neregulate. Se prezintă incolore, adesea limpezi, clivaj rar vizibil, uneori incluziuni fine de sticlă.

Extincția este dreaptă. Birefrigență cenusie de ordinul I. Alungire (+). Belitul nu se observă.



Fig. 57 - Clinker de ciment de sondă:
1-belit III, 2-alit, N II,
~100 x

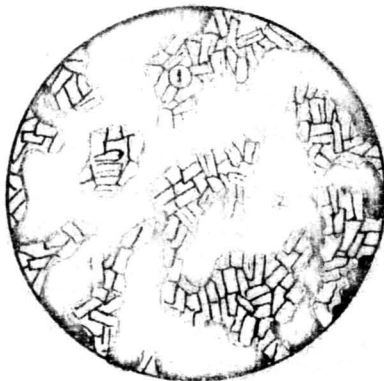


Fig. 58 - Clinker de ciment alb
1- alit, 2- fază vitroasă
N +, ~100 x

Aluminatul tricalcic - celit II - C_3A este incolor, sub formă de granule izometrice cu relief pronunțat pozitiv avînd indice de refracție apropiat de al sticlei în care este înglobat. Cristalizînd în sistemul cubic este izotrop încît în $N +$ nu se distinge de faza sticloasă.

Se utilizează la lucrări decorative și pentru obținerea cimenturilor colorate.

7. Cimenturile colorate. se obțin fie pînă măcinarea clincherului alb cu pigmenți minerali de diferite culori, fie direct din clinchere colorate.

Pigmenții folosiți sînt: oxizii de fier (galben, roșu, brun, negru) oxizi de cupru (negru), MnO_2 (brun-negru), oxid de crom (verde), oxid de cobalt (albastru), în proporție de 0,2-7%.

Se utilizează la prepararea mortarelor și betoanelor decorative.

Se notează cu PV (portland verde), PG (galben), PN (negru), PR (roșu).

8. Ciment pe bază de compuși de bariu

Are compoziția chimică-mineralogică diferită de a cimentului portland, în sensul că conține silicați și aluminați de bariu, în loc de calciu. El rezistă la agenții chimici și la temperaturi ridicate.

Cimentul de bariu cu zgura de furnal este foarte rezistent la apa de mare; iar dacă se adaugă alumină, cimenturile de bariu se recomandă pentru obținerea betoanelor refractare, ce rezistă la temperaturi de peste 1250° și a celor folosite la ecranarea împotriva radiațiilor roentgen.

9. Azbocimentul - reprezintă un material obținut prin preluarea fibrelor de azbest în amestec cu ciment.

Cimentul este componentul de bază al pastei de azbociment în proporție de 80-90% , iar restul azbest.

Folosirea azbestului pentru fabricarea unor materiale se bazează pe o serie de proprietăți ale sale: plasticitate, flexibilitate,

rezistență mecanică, rezistență chimică, desfacere în fibre foarte fine și mai ales rezistență la foc.

Cea mai mare importanță ca materie primă pentru azbociment o are azbestul crisotilic (serpentinic) care este și mai răspândit pe glob $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sau $\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Cimentul trebuie să formeze cu fibrele de azbest prin întărire un tot monolit, de aceea se impune o anumită compoziție a acestuia: să nu conțină mai mult de 1% calce liberă și nu mai mult de 7-8% $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Creșterea conținutului în aluminat tricalcic înrăutățește comportarea azbocimentului la prefasonare și proprietățile fizico-mecanice; conținutul în $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ nu trebuie să fie mai mic de 50%.

Produsele din azbociment au utilizări multiple mai ales la izolații termice: plăci pentru învelitori, plăci de fațadă, plăci pentru scopuri tehnico-sanitare, panouri, pereți despărțitori; tuburi pentru conducte de apă sub presiune, de ape industriale sau pentru irigații; tuburi destinate transportului produselor petroliere și de gaze naturale; tuburi pentru osnalizări; tuburi pentru canale de ventilație și canale de fum.

Rezervele restrinse de azbest de care dispun multe din țările producătoare de azbociment au determinat înlocuirea parțială a azbestului cu fibre artificiale silico-zirconice sau cu fibre de sticlă în compoziția cărora au fost înglobați oxizi ai unor metale: ZnO , MnO , BaO , TiO_2 , Cr_2O_3 .

III. 3.2.2.3. Cimentul fosfatic

Cimentul fosfatic reprezintă liantul, care spre deosebire de toți ceilalți, este utilizat într-un alt domeniu de cît al construcțiilor și anume el este cimentul dentar; se încadrează în categoria lianților de tip oxid-acid.

Cimentul dentar poate fi ciment zincofosfatic și ciment silicofosfatic.

Cimentul zincofosfatic, are drept materie primă de bază oxidul de zinc care înainte de vitrifiere la 1300 - 1350°C se amestecă cu carbonat de magneziu, o cantitate mică de cuarț și alte adaosuri (Bi_2O_3), fluorină, eriolit .

Oxidul de magneziu format prin ardere mărește plasticitatea și adesiunea cimentului, contribuind la creșterea rezistenței mecanice și la reducerea timpului de priză.

Bioxidul de siliciu ajută la o mai bună vitrifiere.

Oxidul de bismut are acțiune mineralizatoare, ca și fluorina și eriolitul, care permit scăderea temperaturii de ardere cu 150-200°C. Pentru prepararea acestui ciment, pulbera obținută din măcinarea fină a clincherului se amestecă cu acid fosforic.

Cimentul silico-fosfatic se caracterizează prin predominarea în compoziția sa a silicaților.

Amestecul de materii prime este alcătuit din: cuarț, alumină, eriolit, fluorină, fosfat de sodiu, salpetru și alți componenți. Arderea se face pînă la topire, la 1370-1450°C.

Astfel cimentul-sinco-fosfatic, cît și cel silico-fosfatic, în calitate de cimente dentare se caracterizează prin priză rapidă (10-12 minute) și rezistență chimică și mecanică.

III. 3.3. Lianți hidraulici minști pe bază de clincher-portland

Acești lianți conțin adaosuri hidraulice, care pot fi naturale; tufuri vulcanice, diatomit; artificiale: agură de furnal, cenușă de termocentrală, bauxită calcinată și gistoful (gel de SiO_2 , obținut la extragerea Al_2O_3 din argile cu ajutorul acidului sulfuric concentrat) .

Adaosurile hidraulice au influență deosebită asupra cimenturilor, producînd modificări ale caracteristicilor fizico-mecanice și chimice: micșorarea căldurii de hidratare, sporirea rezistenței la acțiunea agresivă a substanțelor chimice, încetinirea proceselor de hidra-

tare și întărire inițială, încît după 28 zile să se obțină o rezistență egală cu a cimentului portland de marcă echivalentă.

Se fabrică : - cimenturi cu zgură
- cimenturi cu tras

III. 3.3.1. Cimenturile cu zgură conțin, pe lângă ciment portland și zgură în diferite proporții. Astfel:

a) cimenturile PZ 400 și PZ 500 se fabrică prin măcinarea simultană a clincherului de ciment portland de marcă respectivă cu 15% adaos de zgură granulată.

Pentru lianți se folosesc numai zgurile bazice granulate.

b) Cimenturile metalurgice M 400 și MC 400 conțin primul între 20-30%, iar cel de-al doilea are în plus și 15% cenușă.

c) Cimenturile de furnal F 350 și FC 350 au în compoziția lor, primul 35-50% zgură, iar în cel de-al doilea 15% din zgură a fost înlocuită cu cenușă.

Aceste cimenturi se folosesc pentru blocuri mici din beton, plăci pentru pavaje și la betonări care sînt expuse atacului apelor agresive.

III. 3.3.2. Cimenturi cu tras se obțin prin măcinarea concomitentă a clincherului portland cu tuf vulcanic și gips pentru reglarea timpului de priză.

Astfel de cimenturi la noi au următoarele mărimi:

- PT 400 și PT 500 care admit 5-15% tras și
- T 400 cu 20-25% tras, caracterizate prin grad de impermeabilitate mare; acesta din urmă se utilizează la construcțiile de pe litoral sau în condiții de umiditate ridicată.

III. 3.3.3. Cimenturi cu cenușă termocentrală (sau cenuși zburătoare)

Sînt de mai multe tipuri:

- PC 400 și PC 500 - conțin 6-15% cenușă; se folosesc pentru mortare de zidărie și tencuială la tuburi de beton pentru canalizare.

- PZC 400 și PZC 500 au în compoziție și zgură iar suma celor două adaosuri este de 15%.

Structura sticloasă și compactă a cenușii condiționează comportarea diferită a acesteia în raport cu celelalte tipuri de adaosuri hidraulice, și în primul rând sînt slab hidrofiele.

Se pot utiliza la mortare și betoane rezistente la coroziune, precum și la tuburi de beten pentru canalizări.

III. 3.2.2.2. Cimentul aluminos

Materii prime utilizate sînt bauxitele, în amestec cu calcare. Conținutul în Fe_2O_3 al bauxitei se limitează la 8-10%, pentru a evita formarea în cantitate mare a C_4AF , în locul aluminatului monocalcic, care este componentul valoros al acestui liant.

Componentii mineralogici

- Componentul mineralogic de bază al cimentului aluminos este aluminatul monocalcic $CaO \cdot Al_2O_3$ sau $CaAl_2O_4$ sau CA, care participă în proporție 55-70%.

Caractere optice

Aluminatul monocalcic - cristalizează în sistemul rombic sau monoclinic avînd habitus prismatic pînă la acicular.

Incolor. Clivaj perfect după fața de prismă. Macle pseudoșezagonale după (130). Duritatea 6,5. Greutatea specifică 2,98. Temperatura de topire $1600^{\circ}C$.

Indicii de refracție: $n_g = 1,663$; $n_p = 1,643$

Birefringență : $n_g - n_p = 0,020$

Alungire negativă: $n_p = c$; $n_m = b$

Biax (-) $2V = 56^{\circ}$

Aluminatul monocalcic asigură: rezistențe mecanice, întărire rapidă, stabilitate la agenții chimici și rezistență la temperaturi ridicate.

În cantitate redusă, în cimentul aluminos mai sînt prezenți:

- trialuminatul pentacalcic - $5 \text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ sau C_5A_3 sau $\text{Ca}_5\text{Al}_6\text{O}_{14}$, este dimorf-rombic și cubic. Forma cubică conferă stabilitatea maximă. Este incolor; $n = 1,710$; izotrop;

- dialuminatul monocalcic - $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ sau CA_2 sau CaAl_4O_7 are 2 modificali: α . CA_2 monoclinică stabilă și β . CA_2 - rombică instabilă. Faza este incoloră, are duritatea 6,5. Temperatura de topire 1765°C ; $n_g = 1,651$; $n_p \approx n_m = 1,617$; $n_g - n_m = 0,035$; $C_{in_g} = 39^\circ$; (+) $2V = 0-5^\circ$.

- silicatul bicalcic - β . $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ sau β . C_2S - apare în proporție foarte redusă; prezența sa nu este absolut necesară pentru proprietățile tehnice ale cimentului aluminos.

- Faza vitroasă ocupă un procent de 5-20% și este alcătuită în principal din CA și C_2S .

Domenii de utilizare:

- la construcții care necesită un mare grad de stabilitate, contracții reduse, capacitate de atenuare a radiațiilor, la fabricarea mortarelor și betoanelor ce lucrează la temperaturi pînă la 1760°C ;

- la fabricarea unor cărămizi și blocuri refractare, precum și pentru diferite construcții în industria chimică și refractară.

IV. BETOANE

IV. 1. Definiția.

Betonul reprezintă un material artificial obținut în urma întăririi unui amestec bine omogenizat alcătuit din trei componente: liant, agregat și apă; deci poate fi definit drept un conglomerat artificial sau brechie artificială, după cum agregatele sînt de riu, deci au formă rotunjită sau sînt din piatră spartă, deci sînt colțuroase.

În betoane, partea activă o reprezintă sistemul ciment-apă, iar agregatul - amestec de nisip + pietriș sau piatră spartă - este considerat partea inertă, scheletul rigid.

Liantul sau cimentul - sub formă de pastă - are rolul de a lega într-un tot unitar agregatele și de a umple golurile dintre agregate, de a forma astfel o structură compactă, rezistentă la solicitările mecanice și fizico-chimice.

La compoziția betonului poate să participe în cantități mici diferite tipuri de adaosuri - cunoscute generic sub numele de aditivi cu rol de plastifianți, acceleratori și întîrziatori de priză, substanțe cu rol de impermeabilizare, de caldare etc.

IV. 2. Clasificarea betoanelor.

Există mai multe criterii de clasificare:

IV.2.1.1. După materialele componente:

IV.2.1.1. După natura agregatelor, betoanele pot fi:

- betoane cu balast sau agregate de riu;
- betoane cu piatră concasată de carieră;
- betoane cu argilă expandată (granulit)
- betoane cu zgură concasată etc.

IV.2.1. După mărimea sau granulația agregatelor :

- betoane ciclopiene (agregatele au $\phi > 70$ mm)
- betoane obișnuite (agregatele au $\phi = 15-30$ mm)
- betoane fine (agregatele au $\phi < 10$ mm)

IV.2.1.3. După natura liantului:

- betoane cu ciment portland
- betoane cu ciment aluminos
- betoane cu ciment de trass
- betoane cu ciment din polimeri

IV.2.1.4. După proprietățile betonului:

- în funcție de rezistența mecanică la compresie
care reprezintă caracteristica cea mai importantă,
betoanele se clasifică după mărci.

Marca betonului se notează prescurtat cu simbolul B, urmat de o cifră care reprezintă valoarea minimă a rezistenței la compresie, determinată la 28 de zile de la confecționarea, pe cuburi din betonul respectiv, cu latura de 20 cm, exprimată în kgf/cm^2 sau da N/cm^2 .

Mărcile de beton standardizate sînt: B 15, B 25, B 50, B 75, B 100, B 150, B 200, B 250, B 300, B 400, B 500, B 600, B 700, B 800 etc.

Betoanele cu mărci pînă la 50 se folosesc pentru izolații termice:

- cu mărci pînă la 100 pentru construcții puțin solicitate;
- cu mărci pînă la 250 pentru construcții obișnuite;
- cu mărci mai mari de 300 pentru construcții puternic solicitate.

Betoanele hidrotehnice (B H) au următoarele mărci: H 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500;

- în funcție de rezistența la întindere prin încovoiere, betoanele pot avea următoarele mărci: I 20, I 25, I 30, I 35, I 40, I 50, I 60, I 70 etc;

- după densitatea aparentă, adică densitatea propriu-zisă a corpului + densitatea porilor exprimată în kg/m^3 și notată cu ρ_a sau după greutatea volumetrică γ exprimată în N/m^3 betoanele se clasifică în:

- betoane foarte grele cu $\rho_a > 2500 \text{ kg/m}^3$ sau $\gamma > 25.000 \text{ N/m}^3$
- betoane grele cu $\rho_a = 2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ sau $\gamma = 22.000 - 25.000 \text{ N/m}^3$
- betoane semigrele cu $\rho_a = 1700 - 2000 \text{ kg/m}^3$ sau $\gamma = 17000 - 22.000 \text{ N/m}^3$
- betoane ușoare cu $\rho_a = 1000 - 1700 \text{ kg/m}^3$ sau $\gamma = 10.000 - 17.000 \text{ N/m}^3$
- betoane foarte ușoare cu $\rho_a < 1000 \text{ kg/m}^3$ sau $\gamma < 10.000 \text{ N/m}^3$

- după consistență - exprimată prin tasarea în cm betoanele pot fi:

- foarte vîrtos: 0 - 0,5 cm
- vîrtos : 0,6 - 2 cm
- slab plastic: 2,1 - 5 cm
- plastic : 5,1 - 8 cm
- fluid : 8,1 - 11 cm
- foarte fluid : peste 11 cm

- după gelivitate, care reprezintă numărul maxim de cicluri de îngheț-dezghet la care rezistă betonul fără se să distrugă, acesta poate fi : G 15, G 25, G 50, G 100 ;

- după gradul de impermeabilitate - care dă presiunea maximă a apei la ultima teaptă de încercare în daN/cm^2 există betoane:

P.2, P.4, P.6, P.8, P.12.

IV.2.1.5. După domeniul de utilizare :

- beton greu obișnuit - utilizat larg în construcții de beton
- beton hidrotehnic - pentru baraje, ecluze, construcții portuare;
- beton pentru planșee și ziduri despărțitoare (beton ușor)
- beton termoizolant (beton foarte ușor)

- beton pentru drumuri
- beton decorativ
- beton refractar
- beton de protecție împotriva radiațiilor

IV. 3. Clasificarea agregatelor

Agregatele sînt alcătuite din diferite fragmente de minerale și roci sau din materiale artificiale.

Ele se clasifică după greutatea volumetrică a granulelor:

- agregate grele cu greutatea volumetrică $\gamma > 18.000 \text{ N/m}^3$
- agregate ușoare cu greutatea volumetrică $\gamma < 18.000 \text{ N/m}^3$

Agregatele naturale grele pot proveni din sfărîmarea naturală a rocilor. După proveniență se clasifică în:

- agregate de rîu:

- nisip - reprezintă fracțiunea de agregat care trece în întregime prin ochiurile sitei de $\phi = 7 \text{ mm}$
- pietriș - fracțiunea de agregat ce nu trece prin ochiurile sitei de $\phi = 7 \text{ mm}$ dar trece integral prin sita cu $\phi = 70 \text{ mm}$
- bolovani - fracțiunea de agregat care nu trece prin sita cu ochiurile de $\phi = 70 \text{ mm}$ dar trece integral prin sita cu $\phi = 150 \text{ mm}$.

- agregate de carieră - se obțin prin concasare:

- nisip de concasare cu granulația $\phi = 0 - 7 \text{ mm}$
- piatră spartă normal cu granulație $\phi = 7-70 \text{ mm}$
- piatră spartă mare cu granulația $\phi = 70-150 \text{ mm}$

În prezent se constată că agregatele de rîu nu mai satisfac cerințele mereu crescînde, determinate de ritmul accelerat al construcțiilor. Dintre înlocuitori, piatra concasată a dat cele mai bune rezultate, obținute prin sfărîmarea unor roci dure (bazalte, granite, etc.) .

Betoanele rezultate sînt betoane cu mărei superioare B 600 - B 800, din care se pot confecționa elemente de structuri de rezistență cu ductibilitate sporită, recomandate în construcțiile din zonele seismice; în plus folosirea agregatelor concasate aduce mari economii de oțel și ciment, încadrîndu-se în politica actuală de folosire rațională a materialelor și energiei.

Ca agregate grale artificiale se folosesc spărturi de cărămizi, de țigle, coame, olane și alte produse ceramice neglazurate.

Agregatele usoare naturale sînt :

- piatra ponce - rocă vulcanică, provenită prin răcirea bruscă a lavel, de compoziție sodico-aluminoasă, cu structură spongioasă cu aspect de spumă, de culoare deschisă. Se găsește la Tușnad (jud. Harghita).
- țufuri vulcanice - roci sedimentare piroclastice cu structură psamitică al căror material provine din explozii vulcanice și depunere în aer sau în apă. Sînt răspîndite la noi în țară: în munții Perșani, în bazinul Transilvaniei, la Ocnele Mari (jud. Vîlcea) și la Slănic-Prahova.
- diatomitul - rocă sedimentară silicioasă alcătuită din schelete silicioase (frustule) de diatomee, bogată în silice amorfă. Se exploatează la : Pătîrlagele (jud. Buzău), Miniș (jud. Arad), Adamclisi (jud. Constanța), Filia (Jud. Covasna).
- scoria bazaltică - rocă vulcanică - rezultată prin răcirea bruscă a lavelor de compoziție bazaltică, cu structură poroasă, de culoare neagră. Se exploatează la Racoș (jud. Brașov).

Agregate usoare artificiale

- produse secundare industriale
- zgurile din focarele cazanelor

- zguri de furnal - granulată sau expandată

- agloporit - agregat rezultat prin arderea pînă la vitrifiere sub formă de bulgări, de culoare închisă a sterilului de la exploatarea carbonifere, care nu trebuie să conțină particule de cărbune nears, ce ar produce expansiuni în beton.

- produse fabricate

- argilă expandată sau granulit

- perlit expandat - se obține din perlitul natural (sticlă vulcanică) - prin expandare.

Perlitul măcinat supus șocului termic ($750-1250^{\circ}\text{C}$), în cupetoare rotative, pierde apa de constituție (4%), și își mărește volumul pînă la 20 de ori, deci greutatea volumetrică scade pînă la $80-200 \text{ kg/m}^3$; este un material granular, poros, de culoare albă-cenușie, asemănător grișului. Se găsește la noi în țară la Orașu Nou (jud. Maramureș).

IV.3.1. Condiții de calitate impuse agregatelor

Problematica betoanelor este foarte complexă ea vizînd toate cele trei componente ale acestuia: agregate, liant și apă.

Pentru geolog prezintă deosebit interes agregatele, care participă în proporție de 75 -90% în masa unui beton, ele constituînd piatra de încercare a petrografilor; aici pot să apară toate speciile minerale și toate tipurile de roci.

Cercetătorii betoanelor sînt confrunțați cu multe probleme de mineralogie și petrografie privind: compoziția mineralogică a agregatelor, structura, forma, mărimea lor, greutatea specifică, stabilitatea fizică și chimică etc., toate aceste proprietăți putînd să influențeze calitatea betonului, mai ales după întărire.

Dacă un agregat este considerat deficitar din mai multe puncte de vedere, este puțin probabil că va da un beton de calitate corespunzătoare, înocît încercările prealabile ale caracteristicilor sale pot furniza date asupra oportunității folosirii la betoane.

Deci, examinarea mineralogică a agregatelor este de mare utilitate pentru aprecierea calității acestora, pentru detectarea unor componenți dăunători.

La un agregat se examinează:

IV.3.1.1. Aspectul exterior . Se cercetează dacă granulele au suprafața netedă lucioasă sau aspră, rugoasă, adică se constată textura suprafeței care influențează considerabil rezistența betonului. O suprafață mai neregulată cum este aceea a agregatelor concasate conduce la o aderență mai bună.

IV.3.1.2. Impurități.

- Argila sub formă de peliculă pe granulele de agregat este foarte dăunătoare deoarece împiedică adeziunea liant-agregat; fragmentele de argilă nu trebuie să fie mai mari de $0,5 \text{ cm}^3$; proporția mare de argilă determină sensibilitatea betoanelor la îngheț-dezghet și înțetinirea uscărilor;

- conținutul de mică liberă în nisip nu trebuie să fie mai mare de 1%; acesta contribuie la micșorarea rezistențelor mecanice;

- resturile de cărbuni nu trebuie să depășească 0,5%; ei conțin sulf, care prin oxidarea dă sulfați, ceea ce conduce la distrugerea betonului prin expansiune;

- substanțele humice prin caracterul lor acid influențează negativ, pe de o parte pentru că formează pelicule în jurul granulelor de agregat micșorând adeziunea cimentului, iar pe de altă parte, pentru că reacționează cu cimentul;

- sărurile solubile (sulfați) nu trebuie să depășească 1% deoarece produc eflorescențe;

- pirita produce defecte de estetică prin descompunere, prin apariția petelor și a "impuscăturilor" mai ales în condițiile unei clime calde și umede;

- conținutul în părți levigabile adică substanțe argiloase cu diametrul foarte redus, - argilă, ml, praf, nu trebuie să depă-

șească 3% în nisip și 1% în pietriș; se îndepărtează prin spălare cu apă.

IV.3.1.3. Granulozitatea și granulometria

Agregatele se separă în fracțiuni de granulații diferite, cu ajutorul unei serii de ciururi cu ochiuri rotunde cu diametrul de: 1, 3, 5, 7, 10, 15, 30, 40, 70, 100, 120, 150 mm.

Cînd un agregat este format din mai multe fracțiuni de granulații diferite separate procentual atunci o caracteristică a sa este granulozitatea sau compoziția granulometrică.

Granulometria este operația de laborator de determinare a granulozității.

Granulozitatea agregatelor se reprezintă grafic printr-o curbă într-un sistem de coordonate rectangular, pe axa absciselor se ia diametrul ochiurilor ciururilor utilizate, la scară obișnuită, la scară logaritmică și combinată, iar pe axa ordonatelor se notează cantitatea procentuală de material ce trece prin ciurul sau sita respectivă. Astfel de grafice sînt date în standarde, fiind trecute curbela limită ce definesc domeniul utilizabil în care trebuie să se situeze curba agregatului analizat.

Granulozitatea agregatelor prezintă o importanță deosebită pentru proprietățile betonului, deoarece influențează volumul de goluri de care depinde consumul de ciment, compactitatea, rezistența mecanică, permeabilitatea, gelivitatea, etc.

Fracțiunea fină are o influență esențială asupra caracteristicilor betonului: astfel, cu cît crește cantitatea de fracțiune fină este necesară mai multă apă de amestecare, pentru a umezi întreaga suprafață a agranulelor, ceea ce produce o înfoiere a nisipului, deci reducerea dozajului de ciment, o pastă de calitate slabă, cu goluri.

IV.3.1.4. Forma granulelor se determină la agregatele cu diametrul ≥ 7 mm, deci piatră spartă.

Aceste agregate trebuie să aibă granule de formă cît mai apre-

Cda. 140/301 F25c.8

piatră de cea sferică sau cubică; în aceste condiții se obțin betoane ușor lucrabile.

Dacă granulele sînt lamelare sau turtite, la îndesare acestea se așează perpendicular pe direcția de îndesare și dau un beton cu structură stratificată, care este neomogen, avînd rezistența la compresiune mai mare în direcția de îndesare și mai mică în direcție perpendiculară.

Dacă granulele sînt așchioase, betonul se îndesă greu și dă un produs final poros și cu rezistențe mecanice scăzute.

Determinarea formei granulelor se face pe fracțiuni de pietriș sau piatră spartă, luînd la întîmplare cel puțin 30 de granule din fracțiunea 7/15 și 30 granule din fracțiunile mai mari decît 15 mm și măsurînd la fiecare granulă lungimea a , lățimea b și grosimea c (fig. 59).

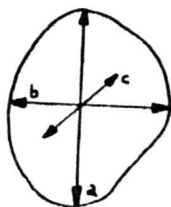


Fig. 59

Forma izometrică a granulelor agregatelor: $a \approx b \approx c$.

Aceste dimensiuni, măsurate în milimetri, se trec într-o tabelă în care se mai notează numărul de ordine al granulelor, și valoarea rapoartelor b/a și c/a , calculate pentru fiecare granulă.

La sfîrșitul tabelii se face suma rapoartelor și media lor aritmetică.

În funcție de valoarea medie a rapoartelor, agregatele se consideră că au formă granulelor bună, dacă valorile medii pentru $b/a \geq 0,66$ și $c/a \geq 0,33$.

IV.3.1.5. Stabilitatea chimică a agregatelor.

Cercetările mai recente au arătat că deși sînt considerate materiale inerte în raport cu sistemul ciment - apă, în timp îndelungat și mai ales la fracțiunea fină-caracterizată prin suprafața specifică mare - se observă reacții superficiale cu produșii de hidra-

tare ai cimentului, acestea depinzând de structura și compoziția chimică mineralogică a agregatului.

Agregate respective sînt acelea care conțin componenți acizi sau componenți amorfii.

Compozenții acizi : opal, calcedonie, tridimit, cristobalit, obsidian, riolit, etc., în prezența alcaliilor din ciment (în proporție de peste 1%) interacționează chimic prin formarea de geluri care se umflă și duc la distrugerea betonului. De aceea conținutul în opal al agregatului se limitează la 3-5%, iar pentru mineralele mai puțin active la 10-20%.

În același timp, compozenții amorfii, cum este opalul sînt nestabili, au tendința de a trece în minerale cristalizate; astfel creșterea noilor cristale, în anumite direcții preferențiale produce presiuni mari în agregat încît coeziunea materialului este depășită și granulele se pulverizează treptat de la suprafață spre interior. În consecință are loc o micșorare a aderenței dintre mortar și granulele agregatului se formează numeroase fisuri, care scad rezistențele mecanice și durabilitatea în timp a betonului.

Prezența mineralului dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ acționează distructiv numai în cazul betoanelor cu ciment bogat în oxizi alcalini ($\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$). Se produce un fenomen de dedolomitizare, dolomitul transformîndu-se într-un amestec de CaCO_3 și $\text{Mg}(\text{OH})_2$, care are proprietăți expansive.

Agregate inerte, stabile sînt considerate agregatele din granit, gresie silicioasă, cuarț, cuarțite, bazalt, gnais.

În concluzie, este necesar să se aleagă agregate stabile la agenții chimici respectivi, compatibile cu cimentul.

IV.4. Betoane speciale

Sînt denumite astfel acele betoane destinate construcțiilor ce se desfășoară în condiții grele de exploatare.

IV.4.1. Betoane de mare rezistență sînt acele betoane cu marcă mai mare de 600 da N/cm^2 .

La realizarea acestor betoane se folosesc agregate de concasaaj din cele mai rezistente roci: granite, bazalte, gresii cuarțoase; nisipul este cuarțos, de înaltă puritate, iar cimenturile trebuie să fie de marcă superioară (P 500, PZ 500, RIM 300).

Se utilizează la construcții din beton cu deschideri mari, elemente armate, puternic solicitate.

IV.4.2. Betoane antiacide sînt betoanele de protecție anticorrosivă.

Agregatele provin din minerale și roci rezistente la agenții chimici agresivi și trebuie să aibă o granulozitate bună: cuarț, granit, sienit, diorit, bazalt, tufuri vulcanice, etc.

Lianții folosiți se bazează pe silicatul de sodiu (sticla solubilă) sau pe cei de natură organică cum sînt rășinile pe bază de polimeri.

Este contraindicată folosirea ca liant a cimenturilor normale și a agregatelor cu conținut de carbonat deoarece sînt ușor atacate de acizi.

Aceste betoane - alături de mortarele antiacidă se utilizează la construcțiile combinatelor chimice, ca strate de protecție la rezervoare și bazine, la căptușirea utilajelor și agregatelor, la rosturile pardoselilor din plăcile antiacide etc.

IV.4.3. Betoane refractare sînt impropriu denumite astfel, ținînd seama de definiția refractarității, întrucît ele se utilizează la căptușirea agregatelor termice din industria siderurgică, a metalurgiei neferoase, a sticlei, cimentului și în tehnica nucleară, care funcționează la temperaturi între 1200-1400°C.

Agregatele folosite sînt atît nerefractare: bazalt, granolit, perlit expadat, dar mai ales refractare, cunoscute din capitulul referitor la materialele refractare: șamote argiloase, materiale mullitice, corindonice, bauxită calcinată, magnezie, sinterizată sau topită, agregate cromo-magnezitice, forsteritice, carborundumul, bioxidul de zirconiu stabilizat.

Se execută cu ciment aluminos, care se pretează cel mai bine, iar în ultimul timp a început să fie folosit tot mai mult cimentul portland, cărui trebuie să i se adauge un stabilizator : zgură metalurgică, argilă refractară, șamotă etc.

IV. 4.4. Betoanele de protecție împotriva radiațiilor nucleare se caracterizează prin greutate volumică mare, conținut de hidrogen cât mai ridicat și prin prezența unor substanțe absorbante.

Având în vedere condițiile menționate , în locul agregatelor obișnuite, silicioase se utilizează: baritina, limonitul, cromitul, zgurile cu plumb, deșeurile metalice cu plumb și fier, sub formă de pulbere sau granule nu mai mari de 20 mm. Folosindu-se baritina se obțin betoane cu greutatea volumică de 33.000-36.000 N/m³, în timp ce agregatele de plumb dau o greutate volumică de 90.000 - 95.000 N/m³.

Hidrogenul se introduce prin intermediul agregatelor de tipul: serpentinei-silicat de magneziu hidratat cu 13% apă, limonitului - oxid de fier hidratat cu 10% apă.

Borul ca absorbant de neutroni termici rezultă din pandemit ($6B_2O_3 \cdot 5CaO \cdot 9H_2O$), care și el conține 18% apă și colemanit ($3B_2O_3 \cdot 2CaO \cdot 5H_2O$) cu același conținut aproximativ de apă. Ca liant se folosește mai ales ciment portland.

Ca material de atenuare a radiațiilor nucleare penetrante, betonul foarte greu reprezintă materialul cel mai ieftin, deci cel mai folosit.

IV.4.5. Betoanele hidrotehnice se notează cu indicativul BH urmat de rezistența la compresiune la 90 zile în da N/cm², rezistența la întindere T, gradul de impermeabilitate P și gradul de gelivitate G.

Deoarece aceste betoane sînt supuse la cele mai diferite solicitări, față de care trebuie să se comporte bine, ele au o compoziție variată, în primul rînd în funcție de poziția lor în cadrul construcției hidrotehnice; beton aflat permanent sub apă - trebuie să satisfacă

condiții stricte de impermeabilitate; beton aflat în zona de variație a nivelului apei trebuie să fie în primul rând rezistent la acțiunea de îngheț-dezghet; pentru ambele betoane menționate se impune și rezistență la acțiunea apelor cu care vin în contact în ceea ce privește presiunea și compoziția chimică.

Trebuie să se asigure alegerea atât a agregatelor cât și a naturii cimentului, având în vedere exigențele menționate.

IV.4.6. Betoane rutiere sînt betoanele folosite la fundații de drumuri sau la îmbrăcăminți rutiere și pentru aerodromuri.

Principala lor caracteristică este rezistența la încovoiere ($40 - 55 \text{ da N/cm}^2$) corespunzătoare unor mărci ale betoanelor de 300-500; de asemenea trebuie să manifeste rezistență la șoc și la gelivitate.

Betoanele ce satisfac aceste cerințe se fabrică din cimenturi cu conținut ridicat, în alit, iar conținutul în aluminat tricalcic se limitează la 8%. Agregatele pot fi din roci eruptive și în acest caz rezistența lor este de 1200 da N/cm^2 sau din roci sedimentare cu rezistență de 800 da N/cm^2 .

Pentru îmbrăcămințile rutiere se folosesc pe scară largă betoane asfaltice, care, avînd în compoziția lor criblură de 3-25 mm poartă denumirea de binder cu rol de strat de legătură între fundația unui drum și stratul de uzură.

IV.4.7. Betoanele decorative sînt betoane cu cimenturi albe și colorate, utilizate cu scop decorativ la: stâlpi, socluri, scări, placaje, panouri de fațadă etc.

Se confecționează din nisip cuarțos, pietriș, făină de cuarț margalită și cimenturi albe sau colorate.

IV.4.8. Betoane armate cu fibre de sticlă sînt betoane recent obținute, fine, în care agregatul mineral cuarțos are $\phi = 1-3 \text{ mm}$ cu SiO_2 peste 98%.

Armarea se realizează cu fibre de sticlă zirconică răspindite în masa lui. Aceste betoane au o mai bună stabilitate la mediul alcalin și rezistențe la compresiune și întindere din încovoiere superioare betoanelor obișnuite.

IV.4.9. Betoane ușoare sînt betoanele cu β_a (densitatea aparentă) cuprinsă între 1000-1700 kg/m³. Fabricarea acestor betoane cunoaște în prezent o mare dezvoltare din cauză că ele satisfac condiții impuse de tehnica modernă a construcțiilor ca: reducerea greutății proprii a construcțiilor, au proprietăți termofoncoizolante, se realizează economii de transport, posibilități de prefabricare, mecanizare, tipizare etc.

Betoanele ușoare sînt de trei tipuri:

IV.4.9.1. Betoane ușoare propriu-zise se execută după tehnologia betoanelor obișnuite, prin utilizarea cimenturilor cunoscute, dar agregatele sînt ușoare. Se folosesc din ce în ce mai mult, în ultima vreme, în construcții civile din zonele seismice, și în construcții industriale și de poduri, putînd fi și armate.

IV.4.9. 2. Betoanele macroporoase se caracterizează printr-un volum mare de goluri, care rezultă în urma eliminării fracțiunii fine de agregat. Dozajul de ciment este astfel calculat încît pasta de ciment învelește doar ca o peliculă granulele de agregat, iar prin întărire formează un conglomerat sudat în punctele de contact. Poate fi utilizat la construcții cu înălțimi mari pînă la 20 etaje.

IV.4.9.3. Betonul celular (sau aerat) se caracterizează prin structura poroasă, la care - spre deosebire de betoanele macroporoase, porii sînt preponderent închiși și de dimensiuni mult mai reduse (mai mici de 1,5 mm). Numărul mare de pori este distribuit omogen și separat printr-un schelet mineral rezistent.

Liantul este cimentul portland cu sau fără adaos de var. Agregatul folosit este numai material silicios cu minimum 70% SiO₂ fin măcinat: nisip silicios, cenușă de termocentrală, diatomit, trass, iar

recent perlit expandat sau zgură expandată.

La rindul lor betoanele celulare pot fi de două feluri, după metoda de aerare adică de creare a gelurilor în pasta de ciment.

- gazobetoanele (B.G.A. = beton celular autoclavisat) au cea mai mare utilizare dintre toate betoanele celulare fiind obținute prin provocarea unei reacții chimice urmată de o degajare de gaz în pasta de ciment ori într-un mortar de ciment + var, în autoclavă, sub presiune. Conțin în cantitate mare alit și belit.

Folosirea largă a acestui beton la izolări termice se datorește - conductivității termice reduse, rezistenței la foc, poate fi tăiat cu fierăstrăul și permite baterea de cuie.

- betonul spumos se obține adăugind la amestec un agent generator de spumă, de obicei o proteină hidrolizantă.

După densitatea aparentă betoanele celulare pot fi:

- betoane celulare de izolație cu $\gamma_a < 600 \text{ kg/m}^3$

- betoane celulare de izolație și rezistență cu $\gamma_a = 600 - 1200 \text{ kg/m}^3$

- betoane celulare de rezistență cu $\gamma_a > 1200 \text{ kg/m}^3$.

IV.5. Caractere microfiziografice ale unor tipuri de betoane

Beton obișnuit B 400 cu agregate grele de riu

Structura este asemănătoare unui conglomerat, agregatele care alcătuiesc betonul avind o compoziție foarte heterogenă, forme rotunjite și mărimi variate (fig.60), Cele arătate ne conduc la concluzia că, componentele agregatului provin din balast (amestec de pietriș și nisip), sau agregat de riu.

Din punct de vedere mineralogic, în compoziția agregatului predomină fragmentele de cuarț, cuarțite și șisturi sericito-cuarțitice. Unele cuarțite sînt foarte pure, au structură granoblastică și textura masivă; extincția ondulatorie a cuarțului este foarte evidentă.

Șisturile sericito-cuarțite se deosebesc de cuarțite, nu numai prin prezența sericitului care imprimă o slabă șistozitate, ci și prin forma lentilizată a microgranoblastelor de cuarț.

Pe lângă aceste două minerale, în compoziția unor șisturi sericitoase apar și granule izometrice sau ușor alungite de zoizit sau clinozoizit.

În afară de aceste trei tipuri de fragmente predominante net cantitativ - mai apar felspați, îndeosebi plagioclazi, fie proaspeți fie alterați într-un agregat de sericit, fragmente de aplite, sporadic mice și minerale grele; acestea din urmă sînt reprezentate prin granați, staurolit. Macroscopic se observă în masa betonului și fragmente de silixuri de culoare gălbuie-brună.

Liantul este incolor, foarte pur, cu structura ușor poroasă însă aderă bine la granule exercitînd uneori și o acțiune de coroziune asupra acelor de dimensiuni mai reduse.

Este ciment de furnal, în a cărui compoziție intră zgură de furnal granulată (răcită brusc), în proporție de 30-70% și ciment portland, fin măcinat.

Beton cu agregate monocarboase de carieră B 300

Structura este asemănătoare rocilor psefitice. Textura masivă. La alcătuirea conglomeratului apar doi componenți: agregatele (fragmentele de minerale și roci) și liantul.

B 300 înseamnă marca betonului.

Fragmentele ce predomină în acest conglomerat sînt calcarele recristalizate. Ele au dimensiunile cele mai mari. Au structură granoblastică. Textura masivă. Sînt foarte pure, alcătuite exclusiv din calcit (fig. 61).

În ordinea frecvenței urmează fragmentele de cuarț și cuarțite ce se deosebesc între ele prin structura granoblastică pe care o prezintă cele din urmă. Unele cuarțite au textura masivă, altele orientate, în care granulele de cuarț sînt lentilizate, alungite; în unele apar muscovitul și granații.

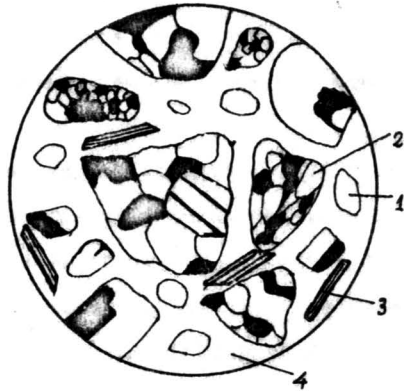


Fig. 60 - Beton obișnuit B 400 cu agregatele grele de riu: 1-cuarț, 2-cuarțit, 3-mișe, 4-ciment; N +, ~ 25 x .



Fig. 61 - Beton cu agregate monoclastice de carieră B 300: 1-calcar recristalizat, 2-cuarțit, 3-leucogranit, 4- ciment N +, ~ 25 x.

Fragmentele de leucogranite au structură granulară și sînt alcătuite din feldspați potasici (microclin) larg cristalizat, plagioclazi și cuarț, toate mineralele fiind foarte proaspete.

Fragmentele de feldspat apar izolate în masă și sînt reprezentate prin microclin și plagioclazi. Rar feldspații sînt transformați în agregate de sericit. Se întîlnesc sporadic lamele de muscovit și dintre mineralele grele disten și granați.

Prezența alături de calcare și a altor fragmente de roci și minerale se datorează adăosului de nisip, fapt confirmat de dimensiunile în general reduse, psamitice, ale acestora din urmă în raport cu calcarele. Se observă lipsa fragmentelor de argilă care se evită, deoarece liantul nu aderă bine la suprafața lor.

Liantul este din ciment portland, care, în urma hidratării a trecut într-un agregat de aluminat tricalcic hidratat ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$) - incolor, cubic, izotrop, geluri de silicați de calciu hidratați și cristale fine solzoase, cu birefrigență de ordinul II de $Ca(OH)_2$ - portlandit . hexagonal.

Presărate prin întreaga masă a liantului se întîlnesc microagregate foarte clare, alcătuite din alit și belit adică fragmente de clincher al cimentului portland. În compoziția unora dintre aceste microagregate predomină alitul care este incolor, ușor prismatic și cu birefringență cenușie de ordinul I; agregatele de belit sînt echigranulare, au culoarea gălbuie-brună, cristalele sînt de formă rotunjită și au birefringență acoperită de culoarea proprie; nu se observă striuri de macle.

Beton ușor cu agregate de tuf vulcanic și cu nisip

(sort fin $\phi < 3$ mm)

Sub microscop, aceste betoane prezintă o structură breicioasă dată de fragmentele de roci și minerale înglobate în masa liantului (fig. 62).

Fragmentele de tufuri sînt colțuroase, cu dimensiuni de

4-16 mm . Au culoare alb-cenușie, prezentînd o bordură brună-roșcată, care se datorează reacției cu cimentul.

Tufurile prezintă structură vitrocrystaloclastică , cu granulație fină, în care masa silicioasă prevealează net cantitativ asupra granulelor elastice, reprezentate prin cuarț în cantitate mare, lamele de biotit și feldspat plagioclasi.

Quarțitele și granitele prezintă contururi rotunjite, ele provenind din nisipurile de rîu, adăugate ca sort fin. În granite pe lângă cuarț se pot determina felspați potasici - mai ales microclin, feldspați plagioclază și mica.

Rar se pot observa în masa betonului fragmente de micașturi biotite - muscovitice.

Liantul este alcătuit din ciment portland, care în urma reacției puternice cu apa a recristalizat în etapa finală, sub formă de granule fine de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - portlandit, hexagonal, incolor, cu clivaj bazal perfect, care în cazul de față nu se observă, datorită dimensiunilor reduse ale granulelor; birefringentă este de ordinul II.

În liant se pot forma cristale incolore, izotrope de $3\text{Ca}\cdot\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

În întreaga masă a liantului betonului se întîlnesc granule mărunte, foarte clare, de clincher de ciment portland, în care se disting componenții mineralogici caracteristici - alitul și belitul ce nu au fost hidratați. Acest beton are calități termofonoizolante.

Beton ușor cu granulit B 200

Acest tip de beton face parte din categoria betoanelor ușoare, cu densitatea aparentă $\rho_a < 1700 \text{ kg/m}^3$.

Agregatul folosit este artificial, fabricat în mod special granulit-argilă ușor fuzibilă (cu conținut ridicat în fier), expandată în cuptoare rotative la 1100 - 1300°C.

Caracteristica principală a structurii acestor betoane este compacitatea realizată prin umplerea cu mortar a golurilor dintre

granule. Greutatea lor redusă se datorește exclusiv porozității agregatelor. Dimensiunea obișnuită a granulelor este sub 1 cm diametru.

Granulele se caracterizează prin structură microporoasă, avînd culoare cenușie la interior și o bordură de 1-2 mm grosime de culoare brună-roșcată, care se datorește probabil unei reacții cu pasta de ciment (fig. 63).

Masa granulelor este constituită din minerale argiloase foarte fine, solzoase ce nu pot fi determinate exact, impregnate cu oxizi de fier. Singurele minerale bine distincte în cadrul granulitului sînt fragmentele colțuroase de cuarț și cu totul subordonat cele de feldspați.

În afară de granulit, ca agregate în beton, s-a mai adăugat o cantitate foarte redusă de agregate grele: pietriș și nisip. Din punct de vedere mineralogic, aceste agregate sînt constituite din cuarț și fragmente de cuarțite, la care se adăogă feldspați și fragmente de granite.

Liantul este alcătuit din ciment portland, dar prin reacția puternică cu apa a recristalizat - în etapa finală sub formă de granule fine de Ca(OH)_2 - portlandit, mineral cristalizat în sistemul hexagonal incolor, cu olivajul perfect bazal - în cazul de față nu se observă datorită dimensiunii reduse a cristelilor. Duritatea 2; greutatea specifică 2,23; $n_g = 1,574$, $n_p = 1,545$; $n_g - n_p = 0,029$. Culoarea de birefrin³¹gență, de ordinul II. Uni³¹ax (-). Trece cu ușurință în CaCO_3 .

Se mai pot forma în cadrul liantului, pe lângă Ca(OH)_2 , cristale și $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, cubic, deci izotrop, incolor, cu $n=1,604$, și geluri de silicați de calciu hidratați.

Beton celular autoclavizat - B.C.A.

Acest beton face parte din categoria betoanelor ușoare ($\rho_a < 1700 \text{ kg/m}^3$), care au o structură caracteristică poroasă, însă, spre deosebire de betoanele macroporoase, porii sînt preponderent închiși, mult mai mici, cu dimensiunea maximă de 1,5 mm, frecvent 0,5-1 mm. Prezintă culoarea albă, ușor cenușie.



Fig. 62 - Beton ușor cu agregate de tuf vulcanic și cu nisip: 1- fragment de tuf cu zonă de reacție cu cimentul; 2-cuarțit, 3-feldspat, 4-ciment; N + , ~ 40 x

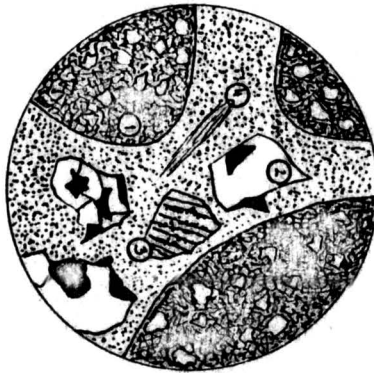


Fig. 63 - Beton ușor cu granulit B 200: 1-granulit, 2-cuarțit, 3-feldspat, 4-mice, 5-ciment N + , ~40 x

In cazul de față agregatul este alcătuit din granule colțuroase de cuarț și subordonat feldspați, miche și minerale grele (fig.64).

Liantul folosit este cimentul portland cu sau fără adaosuri sau varul.

Sub microscop se constată că liantul este în cea mai mare parte din Ca(OH)_2 , provenit prin reacția de hidroliză a alitului și belitului. Acesta se recunoaște prin relieful slab (+), indicii de refracție acoperiți de al Balsamului de Canada, este incolor și are culori de birefringență de ordinul II, roșii, galbene. Pe lângă Ca(OH)_2 portlandit, datorită apei adăugate în ciment, se formează și geluri de silicați de calciu hidratați - $\text{CaO.SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$. Din loc în loc, în masa liantului apar aglomerări de CaCO_3 criptocristalin, în general sub formă globulară, provenit din transformarea unei părți din Ca(OH)_2 care este instabil - sub influența CO_2 ; acesta se formează datorită microadaosurilor pentru reglarea reacției de degajare a gazului.

Mortarul

Mortarul este un amestec bine omogenizat de nisip, liant și apă, care se întărește aerian sau hidraulic, în funcție de natura liantului utilizat. Mortarele servesc la legarea între ele a cărămizilor sau la tencuiele.

Structura este asemănătoare rocilor psamitice, textura masivă. Se observă două componente: granulele nisipului și cimentul.

Fragmentele au dimensiuni sub 2 mm - și sînt reprezentate prin diferite tipuri de minerale și roci (fig. 65).

Predomină fragmentele de cuarț și cuarțite de formă semirotonjită și colțuroasă.

Fragmentele de cuarțite au structura granoblastică dințată, sînt foarte limpezi și au adesea extincție ondulatorie. Textura lor este masivă sau orietată, în acest din urmă caz fiind dată de dispoziția paralelă a lamelilor de miche și de forma lentilizată a granulelor de cuarț. Se întîlnesc și sisturi sericito-cuarțitice.

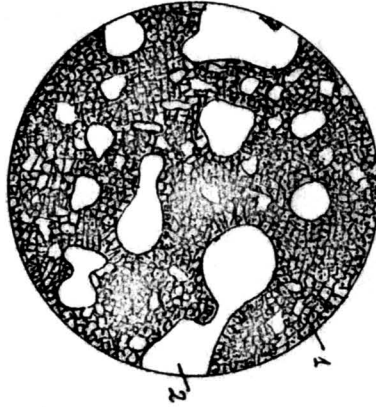


Fig. 64 - Beton celular autoclavizat (B.C.A.) :
 1-masa betonului , 2-porii inchisi ;
 N II , ~ 100 x.



**Fig. 65 - Mortar - 1-cuarțit, 2-liant, 3-feldspat
 plagioclaz, 4-calcar, 5-mică, 6-micro-
 clin; N +, ~ 40 x.**

Fragmentele de felspați plagioclazi și microclin adesea sînt proaspete și uneori alterate. Feldspații plagioclazi sînt maciați poli-sintetic după legea albitului sau simplu din doi indivizi; cristalele de albit conțin incluziuni orientate de zoizit și minerale opace.

Microclinul se recunoaște ușor după maciarea caracteristică concomitent după legea albitului și a periclinului, în rețea. În cazul alterării feldspaților apar agregate de caolinit cu birefrigență albă cenușie de ord. I, solzoase sau lamele ceva mai dezvoltate de sericit, cu birefringență de ordinul II.

Se întilnesc și fragmente de calcar cu structură microcristalină pînă la criptocristalină.

Lamelele de biotit și muscovit sînt răspîndite în toată roca.

Dintre mineralele grele ale nisipului utilizat apar: granați, staurolit, clinohipersten și rare minerale opace.

Liantul este varul (CaO) izotrop, cubic, incolor, temperatura de topire 2570°C cu $n = 1,833$, care prin hidratare trece în Ca(OH)_2 - portlandit.

Produsul nu se poate confunda cu cărămida, deși granulația este asemănătoare, deoarece liantul la cărămidă este argila comună de obicei impurificată cu oxizi de fier, iar portlanditul este incolor. Componentii cărămizii prezintă zone de reacție periferice cu formarea fazei vitoase pe margini și coroziuni.

V. STICLELE TEHNICE

V.1. Definiția

Prin termenul de sticlă se înțeleg toate corpurile amorfe obținute prin subrăcirea unor topituri, de compoziție variabilă și care, ca rezultat al creșterii treptate a viscozității, prezintă proprietățile mecanice ale corpurilor solide.

Subrăcirea înseamnă frinarea proceselor de cristalizare prin variația vitezei de răcire a unei topituri, substanța rămânând în stare topită, chiar sub temperatura de solidificare; deci este vorba de o stare metastabilă.

Variația treptată, în limite foarte largi a viscozității - aspect caracteristic sticlelor - permite utilizarea unei game variate de metode de fasonare a obiectelor din sticlă.

Sticla mai poate fi definită drept un produs industrial obținut prin topirea și apoi solidificarea unui amestec de nisip cuarțos + carbonat de sodiu (sodă) + calcar + diferite adaosuri .

V. 2. Materiile prime utilizate la fabricarea sticlei sînt de două feluri:

- materii prime principale și materii prime auxiliare.

V.2.1. Materiile prime principale la rîndul lor sînt cele ce aduc oxizii principali :

V.2.1.1. - oxizii acizi - sînt formatorii de rețea, deci au rolul principal în realizarea scheletului structural al sticlei, înfîit ei participă în cantități mari în amestec:

a) SiO₂ (cuarțuk) provine din nisipul cuarțos, care trebuie să fie în procent peste 98%, iar oxizii de fier în cantități mai mici de 0,2%, deoarece imprimă sticlei nuanța galbenă verzuie.

Pentru fabricarea sticlei prezintă interes și compoziția granulometrică a nisipului, fracțiunile prea fine nefiind de dorit, deoarece în ele sînt cuprinși oxizii coloranți, ce se depun pe canale și regeneratoare accelerînd uzura acestora, deasemeni reduc plasticitatea pastei. Frațiunea cuprinsă între 0,1 - 0,5 mm trebuie să reprezinte peste 80% din masa nisipului. În ceea ce privește forma granulelor are și ea importanță în sensul că sînt considerate bune nisipurile cu granule neregulate și nu cele rotunjite.

În țara noastră se găsesc importante zăcăminte de nisipuri coarțoase la: Vălenii de Munte (jud. Prahova), Miorcani (jud. Botoșani) și Aghireș (jud. Cluj).

La Vălenii nisipul provine din dezagregarea gresiei de Eliwa oligocenă. Se livrează 3 sorturi de nisip = V_1 cu 98% SiO_2 și 0,1% Fe_2O_3 ; V_2 cu 98% SiO_2 și 0,2% Fe_2O_3 și V_3 cu 92% SiO_2 și 0,5% Fe_2O_3 .

Nisipul de Miorcani este de vîrstă tertoniană inferioară, de două sorturi: calitatea I-a, de culoare albă, cu un conținut de SiO_2 peste 85%, iar Fe_2O_3 - 1,4 - 0,06%; calitatea a II-a are culoare gălbuie cu un conținut de SiO_2 sub 85% și procent ridicat de $CaCO_3$ și oxizi de fier; acesta din urmă se innobilează prin spălare.

Nisipul de Aghireș - rezultă din spălarea caolinului utilizat în industria ceramicii fine.

Mai recent, a fost descoperită o nouă materie primă valoroasă pentru industria sticlei - cuarțul de Uricani (Virful Siglău) - de o mare puritate utilizat pentru fabricarea sticlei optice.

b) anhidrida borică B_2O_3 se extrage din următoarele minerale: colemanit - $2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$, pandermit - $4NaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 7H_2O$ sau bórax - $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot H_2O$. Se folosește la fabricarea sticlelor tehnice: sticle electrotehnice, pentru vase de laborator, imprimîndu-le stabilitatea termică și chimică ridicată;

c) Pentaoxidul de fosfor P_2O_5 - este componentul sticlelor fosfatice cu proprietăți optice, electrice și chimice interesante. Ca

materie primă se folosește apatitul. Opalescența becurilor se datorește apatitei fin dispersate în masa sticlei.

d) Oxidul de aluminiu Al_2O_3 îmbunătățește proprietățile mecanice și chimice și micșorează tendința de devitrifiere.

Se obține din feldspat (pegmatite), bauxite, caolin.

V.2.1.2. Oxizi alcalini se introduc în amestecul de materii prime cu rol de fondanți, deoarece nisipul cuarțos are temperatura de topire foarte ridicată (în jur de $1700^{\circ}C$) și ar necesita consum mare de energie.

a) Oxidul de sodiu este introdus fie sub formă de carbonat de sodiu (anhidru sau sodă calcinată Na_2CO_3 sau ca sodă cristalizată - $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$) sau sub formă de sulfat de sodiu (thenardit Na_2SO_4 sau mirabilit $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$).

b) oxidul de potasiu este component al unor sticle optice, electrotehnice și de menaj; se obține fie din azotat de potasiu KNO_3 (salpetru de India) sau din bicarbonat de potasiu $KHCO_3$ - kalicinat. K_2O ameliorază luciul și culoarea sticlelor, însă este un material scump.

c) oxidul de litiu se obține din sodumen $LiAl(SiO_3)_2$. Se utilizează la opacizarea sticlei.

V.2.1.3. Oxizi alcalino-pământosi și oxizi ai unor metale grele - au rol stabilizant în formarea sticlei.

a) oxidul de calciu se introduce în amestec sub formă de calcar măcinat. În acest scop se exploatează la Racoș (jud. Brașov) și la Buru (jud. Cluj).

b) oxidul de magneziu - are rolul de a reduce tendința de devitrifiere și de creștere a stabilității chimice și a rezistenței mecanice a sticlei. Ca materii prime se folosesc: dolomitul și magnesitul.

c) oxidul de bariu se extrage fie din bartitină (SO_4Ba) de la Ostra (jud. Suceava) sau Somova (jud. Tulcea), fie din witherit

(CO_3Ba). Se folosește la fabricarea sticlelor optice a cristalului și a sticlei de menaj de calitate, deoarece contribuie la creșterea indicelui de refracție și prin acesta la obținerea unui luciu puternic.

d) oxidul de beriliu se extrage din mineralul beril

$\text{Al}_2\text{Be} [\text{Si}_6\text{O}_{18}]$. Introdus în masa unor sticle speciale contribuie la creșterea transparenței acestora față de radiațiile ultraviolete (sticle lumino tehnice și pentru aparatura Roentgen).

e) oxidul de plumb - reprezintă unul din principalii oxizi folosiți la obținerea sticlei optice, a sticlei cristal și a altor sticle de calitate, cu indice de refracție ridicat și greutate specifică mare. Se extrage din miniu de plumb Pb_3O_4 sau din litargă PbO .

V.2.2. Materii prime auxiliare - se introduc în cantități mici în amestec, pentru a imprima sticlei proprietăți particulare.

Afinanții au rolul de a înlesni limpezirea sticlei topite prin dejajarea de gaze ce măresc dimensiunile bulelor existente în sticlă și accelerează ridicarea lor la suprafață. Se folosesc trioxidul de arsen, sulfatul de sodiu, azotatul de sodiu, sulfatul de calciu.

Decoloranții - Se introduc în masa sticlei pentru a înlătura culoarea imprimată de oxizii de fier care sînt prezenți întotdeauna. Aceasta se realizează în două moduri:

- prin oxidarea FeO la Fe_2O_3 cu ajutorul As_2O_3 și Na_2SO_4 ;
- prin compensarea culorii imprimată de oxizii de fier cu ajutorul altor substanțe: MnO_2 , Co_2O_3 , NiO .

- Acceleratorii de topire intensifică reacțiile în stare solidă și scad temperatura de apariție a fazei lichide: CaF_2 , NaCl , Na_2SiF_6 .

- Coloranții reprezintă o multitudine de substanțe care imprimă sticlei diferite culori: oxizii de fier-galben-verzui; oxizii de cobalt albastru; oxizii de crom-verde; sulfura de cadmiu - galben intens, oxidul de nichel violet-roșcat etc.

Cda. 40/981 Fasc 3

Opacizantii se folosesc pentru obținerea sticlelor cu aspect alb-lăptos, care difuzează lumina: ericlitul, fluorina, apatitul, bioxidul de staniu, bioxidul de zirconiu.

V.3. Clasificarea sticlelor se face după compoziția chimică :

- sticla silico-calce sodică - este alcătuită din SiO_2 , Na_2SiO_3 și CaSiO_3 ; are o bună transparență, este verde în spărtură din cauza fierului; reprezintă sticla obișnuită, din care se fabrică majoritatea materialelor de construcții, sticla pentru ambalaj și articole de menaj.

- sticla silico-calce-potasică, constituită din SiO_2 , K_2SiO_3 și CaSiO_3 , este o sticlă de calitate mai bună decât prima, cunoscută sub denumirea de cristal de Boemia sau semicristal. Se folosește la fabricarea obiectelor de laborator și pentru industria chimică.

- sticla silico-plumbo-potasică conține SiO_2 , K_2SiO_3 și PbSiO_3 , este sticla perfect omogenă și incoloră - așa numitul cristal folosit la fabricarea lentilelor, prismelor optice pentru aparate foto, lunete, telescoape etc.

- sticla de cuarț - are un conținut foarte ridicat de SiO_2 (peste 99%). Reprezintă un sortiment cu rezistențe chimice și termice deosebite și proprietăți electrice excepționale, încât este folosită în electronică, electrotehnică, optică.

V.4. Incluziunile din sticlă se datorează unor defecte de topitură și pot fi: gazoase și solide.

În general, sticla se comportă ca un material izotrop; anisotropiile sunt determinate de tensiunile interne generate de acțiunea tratamentelor termice și a solicitărilor mecanice.

Gazele din masa de sticlă pot să apară ca bule sau incluziuni gazoase. Când au dimensiuni sub 0,3 mm se numesc musculițe, iar dacă depășesc această dimensiune se numesc bășici sau bule. Cauzele apariției incluziunilor gazoase sunt numeroase; descompunerea unor resturi de componente ai masei de sticlă în zona de răcire a sticlei, pătrun-

derea gazelor din atmosferă cuptorului în masa de sticlă sau a aerului etc.

Incluziunile gazoase din sticlă apar la microscop în lumină naturală cu N II, sub formă unor bule cu contur pregnant, datorită diferenței mari între indicii lor de refracție și ai balsamului (fig.66).

În cazul sticlei optice, care trebuie să îndeplinească condiții severe în ce privește conținutul și dimensiunea bulelor, se folosește ocularul cu rețea planimetrică pentru aprecierea lor cantitativă.

Incluziunile solide pot fi din sticlă sau din diferite specii minerale.

Incluziunile de sticlă în sticlă pot apărea sub formă de ațe fine, valuri sau picături. Ele devin vizibile datorită diferenței între indicii de refracție ai celor două tipuri de sticle, care se deosebesc și în ceea ce privește compoziția chimică.

Incluziunile solide de diferite minerale pot să provină fie din amestecul de materii prime sub formă de componente nedigerate, fie din refractarele cuptorului care nu au fost asimilate în topitura de sticlă, fie prin devitrifierea sticlei însăși. În acest ultim caz cristalizează fie devitritul fie formele polimorfe ale silicei (cristobalit, tridimit), fie wollastonitul.

Caracterele microfiziografice ale sticlei cu devitrit

Din masa de sticlă incoloră, fisurată, se individualizează cristale aciculare fine, extrem de subțiri de devitrit.

Devitritul - $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ - rombic

În secțiuni subțiri este incolor habitus acicular (fig.67).

Relief moderat pozitiv: $n_g \pm 1,579$; $n_p = 1,564$. Birefrigența: $n_g - n_p = 0,015$ - culori de birefrigență albe, gălbui de ordinul I. Extincție dreaptă. Alungire (+). Unghiul (+) $2V = 75^\circ$. În secțiune se mai observă relicte de granule nedigerate de cuarț din materia primă-nisipul.



Fig. 66 - Sticlă cu incluziuni gazoase: 1- masa sticloasă, 2- bule de gaze ; N II , $\sim 100 \times$

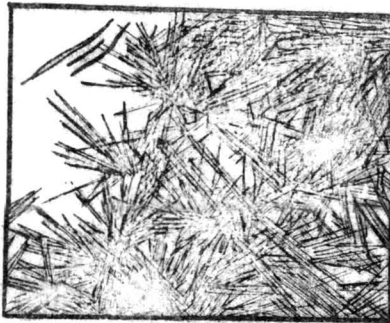


Fig. 67 - Cristale aciculare de devitrit
(după P. Baltă, 1966) .

V.5. Principalele tipuri de sticlă și produse din sticlă

V.5.1. Sticlă și produse din sticlă cu structură vitroasă

Sticla pentru ambalaj (butelii sau borcane) este o sticlă silico-calco-sodică, obișnuită, mai săracă în oxizi alcalini, cu stabilitate chimică și termică mai ridicată.

Sticla de menaj este o sticlă silico-calco-sodică sau silico-calco-potasică care trebuie să aibă o suprafață curată lucioasă, cu bună stabilitate termică și chimică.

Sticla spongioasă. Se fabrică prin topirea unui amestec de pulbere de sticlă (din cioburi de la fabricarea geamurilor) cu o substanță producătoare de pori (sodă, cretă, coacăș).

Gazele produse de porofor difuzează în masa sticlei imprimându-i o structură spongioasă, deci densitate aparentă mică de 200-700 kg/m³. Se folosește la izolații termice și fonice.

Sticla solubilă este o sticlă de obicei binară $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O}$ care folosește drept materie primă fie un amestec de nisip cuarțos și carbonat sau sulfat de sodiu, fie de silice amorfă (diatomit, deșeurile industriale silicioase) și soluție de Na OH. Utilizările acestei sticle care se prezintă măcinată și pentru a fi folosită se dizolvă în apă, sînt foarte variate: ca materie primă la fabricarea sticlei (în stare anhidră) ca liant pentru șturi, cleiuri, la protejarea betoanelor proaspăt turnate, a metalelor; la prepararea vopselelor anorganice, prin adăogarea de pigmenți; ca electrolit la prepararea barbotinelor în industria ceramică, a cimentului antiacid, în amestec cu azbest și mică, la dedurizarea apei, în industria textilă, a hîrtiei, în metalurgie etc.

Geamurile reprezintă produsul cu cea mai largă întrebuințare dat de industria sticlei. Geamurile sînt plăci de sticlă obținute prin tragere sau laminare din masa topită, caracterizate prin planșitatea fețelor și transparență.

Se obțin din sticlă obișnuită silico-calco-sodică.

Geamurile prelucrate

- geamuri mate - obținute prin sablarea (abraziunea cu nisip) a unei fețe;
- geamuri muslin - obținute prin sablarea cu ajutorul unui șablon cu modele care se imprimă pe geam;
- geamuri givrate - obținute prin aplicarea de clei topit pe o față, care prin contracție la uscare, rupe din geam stratul de suprafață, dând naștere la figuri de gheață;
- geamuri ornamentale - se obțin prin turnarea pe o placă metalică a masei de sticlă, care apoi se vâlțuiește cu un rulo cu model decorativ în relief sau prin laminare pe linii de laminare continuă a sticlei;
- geamuri riglate - sînt geamuri care au pe una din fețe striuri paralele obținute prin turnarea în forme metalice cu striuri pe fund sau prin laminarea între valțuri, dintre care unul are striuri;
- geamuri armate - sînt geamuri în care s-a înglobat o plasă din sîrmă de oțel, executate prin laminare sau turnare, iar prin spargere sîrma reține cioburile;
- geamuri securit - sînt geamuri obținute prin răcire bruscă și uniformă (călire). Se caracterizează prin rezistență mecanică și termică mare, prin cioburi mici cu muchii tocite, nepericuloase, sînt ușoare. Se utilizează la parbrizele autovehiculelor, la ecrane de televizoare, la uși și pereți despărțitori;
- geamuri triplex - sînt geamuri alcătuite din două sau trei foi subțiri de sticlă, lipite între ele cu adeziv din rășină sintetică; prin spargere crapă fără ca cioburile să sară, ci rămîn lipite pe pelicula elastică;
- geamul U.V. lasă să treacă o mare parte din razele ultraviolete, pe care sticla obișnuită le reține;
- geamul dublu termoizolant sau termopan este alcătuit din două foi de geam obișnuit sau securizat, montate paralel într-o ramă

metalică astfel încât între ele rămâne închis ermetic un strat de aer. Se utilizează în studiouri de înregistrare radio-televizione, la cabine de izolare fonică, hale industriale etc)

- geamul dublu izolat cu fibre de sticlă sau termolux este format din două foi de geam obișnuit sau securizat între care se află un strat de 1-5 mm de împielitură din fibre de sticlă.

Oglinzile se obțin din geamuri acoperite cu o peliculă de metal, de obicei argint, care asigură un coeficient de reflexie de 85-95%. Argintul rezultă din azotatul de argint și se protejează cu miniu de plumb sau soluție de bachelită.

Sticlele colorate se obțin prin adăugarea în topitură de sticlă a diferiților oxizi metalici. Ele pot fi folosite într-o singură culoare sau asociate în diverse combinații în vitralii sau vitrouri.

Opaxitul material de placaj ce poate înlocui faianța, obținut din sticlă colorată și opalizată, sub forma unor plăci groase, cu o față netedă și alta striată.

Mozaicul venețian sau mozaicul de sticlă se obține tot dintr-o masă de sticlă colorată prin tăiere în pătrățele mici, având mare valoare decorativă, cu numeroase tonuri și strălucire deosebită a culorilor.

Corpuri de sticlă pentru planșee luminoase sau rotalit sînt corpuri de formă rotundă, cu fața superioară prevăzută cu stîiuri, laturile adîncite și striate, iar fața inferioară scobită.

Dale pentru construcția peretilor luminoși sau nevada - sînt dale pline sau goale pe dinăuntru pentru o mai bună izolare termică și fonică.

Tiglele din sticlă se aseamănă cu cele ceramice și se folosesc intercalate printre acestea pentru luminarea podurilor clădirilor.

Cărămizile de sticlă - Se fabrică prin presarea a 2 capace sudate cu bandă metalică sau mastic organic, spațiul interior fiind plin sau vidat de aer. Se utilizează la acoperișuri sau la pereții unor

încăperi unde este necesară o temperatură constantă sau care au o umiditate ridicată.

Sticla de cuarț reprezintă o sticlă specială care folosește drept materie primă fie nisip cuarțos, foarte pur, cu peste 99,5% SiO_2 , fie, în cazul celei transparente - cristal de stincă - 99,7%-99,8% SiO_2 ; această sticlă se utilizează în electrotehnică, electronică, optică.

Sticla vycor este o sticlă silico-boro-sodică ($\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$) cu proprietăți asemănătoare sticlei de cuarț, ce se folosește la fabricarea termometrelor, a obiectelor de laborator etc.

Fibrele de sticlă - se obțin din sticle alumo-borosilicatică cu puține alcalii. Se caracterizează prin conductibilitate termică foarte redusă, încît în principal se folosesc la realizarea de izolații termice; rezistă pînă la temperaturi de 700° .

Fibrele se pot țese în benzi pentru înfășurarea bobinelor electrice; se folosesc în industria chimică pentru confecționarea filtrelor, care au o durată de 20-30 ori mai mare decît țesăturile din fibre organice, la fabricarea sticlo-textolitului - țesătură mixtă din fibre de sticlă și bumbac, folosită în electrotehnică.

Rovingul este un ansamblu de filamente continue de sticlă, mai mult sau mai puțin paralele, grupate sub formă de șuvițe. Se folosesc la obținerea sticlo-plasticelor, adică mase plastice armate cu fibre de sticlă, care sînt materiale deosebit de prețioase, pentru cele mai variate domenii ale tehnicii, ce pot înlocui metalele, datorită rezistenței mecanice mari, concurend cu materialele cu armături metalice. Astfel, se utilizează pentru confecționarea diferitelor piese în construcția de mașini, pentru construirea integrală a ambarcațiunilor de mici dimensiuni, caroserii de autovehicule, vagoane, conducte, acoperișuri pentru clădiri ușoare, pentru placarea anticorozivă a pereților în industria chimică, pentru obținerea de țesături lucioase utilizate la decorațiuni interioare (draperii, tapiserii).

Sticla E este tipul de sticlă cel mai utilizat în practică pentru armarea polimerilor sintetici, deoarece se prelucrează ușor,

intr-o mare varietate de materiale: fibre, şuviţe, ţesături, microsferă.

Compoziţia acestei sticle este constituită din boresilicat de calciu şi aluminiu, la care se adaugă un procent de oxizi alcalini pînă la 1%.

Sticla S reprezintă unul din cele mai noi tipuri de sticlă ce poate fi trasă uşor în fire. S-a obţinut dintr-un amestec de oxizi de siliciu, aluminiu şi magneziu. Filamentele de sticlă S sînt superioare calitativ sticlei E: au o rezistenţă mecanică cu 40% mai mare şi o stabilitate termică cu 100°C mai ridicată, Din cauza preţului ridicat, fibrele de sticlă S se întrebunţează numai pentru vehicule spaţiale sau tehnică militară.

Vata de sticlă obţinută din fibre scurte conţine 90-95% aer şi numai 5-10% sticlă: se utilizează ca termoizolant. Greutatea volumetrică a vatei de sticlă este extrem de redusă faţă de cea a altor materiale. Astfel, ea are $100-150\text{ kg/m}^3$, pe cînd azbestul 500 kg/m^3 . Proprietăţile electrice ale fibrelor de sticlă sînt mai bune faţă de sticla masivă, datorită conţinutului ridicat de aer între fibre. Impulsivitatea din fibre de sticlă se foloseşte pentru izolarea conductelor.

Sticla pentru baloanele diferitelor produse electrotehnice cu vid (beouri cu incandescentă, tuburi luminescente etc.) sînt sticle ieftine silico-calco-magneziene; în cazul sticlei opacizate magneziul este înlocuit cu fluor şi oxizi alcalini, iar la tuburile luminescente se foloseşte un strat luminifer din aluminat sau silicat de zinc.

Sticla pentru tuburile electronice (tuburi radio, tuburi catodice, pentru televiziune, tuburi roentgen) este o sticlă borosilicată (SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , Na_2O , CaO) cu stabilitate termică ridicată, conductibilitate electrică redusă şi pierderi dielectrice mici.

Sticla pentru izolatori de înaltă tensiune reprezintă o nouă; este o sticlă borosilicată, aşa zisa sticlă fără alcalii, ce conţine în special oxizi ai metalelor alcalino-terose, cu proprietăţi

izolante, în general bune - cu o tehnologie de fabricație mai simplă la care se adaugă și calități mai bune în exploatare, în raport cu izolatorii din porțelan electrotehnic, utilizați pînă în prezent.

Semiconductorii vitroși sînt sticle ce posedă conductivități electrice ridicate sau sticle semiconductoare, ce conțin cantități mari de pentaoxid de vanadiu (V_2O_5), trioxid de wolfram (WO_3) sau trioxid de molibden (MoO_3); pentru a obține sticle stabile se mai adaugă și P_2O_5 , As_2O_3 , TiO_2 , Sc_2O_3 .

Sticla optică - este sticla caracterizată prin omogenitate și transparență perfectă.

Pe baza indicelui de refracție și al dispersiei^{x)} aceste sticle se grupează în două mari categorii:

- sticle cron (de la englezescul crown - coroană) - care au indicii de refracție mici și dispersii mari; din punct de vedere al compoziției sînt apropiate de sticlele silico-calco-sodice obișnuite cu deosebire că mai conțin proporții variabile de alți oxizi sau fluoruri: BaO , P_2O_5 , Al_2O_3 , NaF , La_2O_3 , CdO etc.

- sticle flint (cresmene) au indicii de refracție ridicați și dispersii mici; se caracterizează printr-un conținut ridicat de PbO și de alți oxizi ai metalelor grele ca: TiO_2 , CdO , La_2O_3 , Bi_2O_3 , TeO_2 .

Sticla fotosensibilă este sticla pe care se pot reproduce imagini ca pe orice material fotografic. În compoziția sa intră trioxid de ceriu (în proporție de cca 0,05) și ioni de Ag , Au , Cu , pe lângă SiO_2 , Na_2O , Al_2O_3 , B_2O_3 , KBr , Na_2SiF_6 , Sb_2O_3 . Aceste sticle au aplicații la obținerea panourilor cu motive decorative, a produselor vitroceraam etc. O varietate nouă de sticlă fotosensibilă este sticla fototropică sau fotocromică, care conține în cantități mari (de ordinul procentelor) halogenuri de argint cu proprietatea ca sub influența

x) Dispersia γ - dependența indicelui de refracție de lungimea de undă a luminii.

luminii intense să se descompună punînd în libertate argint metalic, ce devine vizibil, colorînd sticla și micșorîndu-i transparența, iar la întuneric argintul se recombina cu halogenul și redevine incoloră. Printre utilizări: ochelari de soare, la parbrizele autovehiculelor, la geamuri pentru locuințele din regiunile calde, în fizică la diferite dispozitive, ca adevărate comutatoare de lumină. Prețul de cost al acestor sticle este încă ridicat.

Un domeniu mai puțin explorat îl constituie sticlele optice pentru extremitățile invizibile ale spectrului: pentru domeniul infra-roșu, atît de interesant pentru tehnica modernă se studiază sticlele calcogenidice - constituite din sulfuri, seleniuri și telururi ale arsenului și ale altor elemente (Th, I₂, Br₂ etc); ele sînt negre netransparente, pentru spectrul vizibil; pentru domeniul ultraviolet apropiat, cele mai corespunzătoare sînt sticlele fosfatice. Aceste sticle se folosesc la fabricarea, fotorezistențelor, care au largi utilizări în automatizări.

Fibrele de sticlă optică (bazate pe proprietatea lor de a conduce lumina de-a lungul firului de sticlă, așa cum un fir metalic conduce curentul electric) au o utilizare foarte nouă la fabricarea așa numiților conductori de lumină care au aplicații nenumărate în optica electronică, la diferite aparate de măsurare, instalații de transmitere sau reflexie a luminii, la mașini de calcul ultrarapide în care circuitele electronice sînt înlocuite cu circuite optice, în sistemele de holografie^{x)} etc.

Fibrele optice se folosesc și la fabricarea ecranelor televizoarelor, datorită rezistenței lor la presiunea exercitată de atmosferă (3-4 t) în raport cu vidul înaintat din interiorul tuburilor cinescoape.

x) Holografie = o nouă metodă de obținere a imaginilor fotografice în relief fără a folosi vreun obiectiv fotografic, ci, cu ajutorul luminii laserului.

Sticla de protecție în tehnica nucleară este sticla absorbantă de radiații γ și X , care conține 80% PbO sau WO_3 , Nb_2O_3 ; cele mai bune proprietăți absorbante le au sticlele cu conținut de indiu; aceste sticle servesc la fabricarea ferestrelor și vizoarelor prin care se urmăresc procesele ce au loc în unele părți ale reactoarelor.

Sticle rezistente la acțiunea radiațiilor în tehnica nucleară sînt sticle ce nu își schimbă culoarea la acțiunea acestor radiații și au în compoziția lor pînă la 2% CeO_2 .

Sticla pentru dozimetria radiațiilor este sticla care are proprietatea de a se colora sub influența radiațiilor, pierdîndu-și treptat transparența. Pentru a putea fi folosite drept dozimetre, trebuie ca, între anumite limite, intensitatea colorării sticlelor să varieze liniar cu doza de radiații primită.

Pentru doze de radiație între 1000 și 5000 roentgeni poate fi folosită o sticlă de compoziție: SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , B_2O_3 , CaO ; pentru limite cuprinse între 10^2 și 10^6 roentgeni se recomandă sticle ce conțin SiO_2 , Na_2O , B_2O_3 , Al_2O_3 , Co_2O_3 . Se studiază și sticle fosfatice ce conțin: P_2O_5 , Al_2O_3 , Na_2O , BeO , Ag_2O , Li_2O .

Unele categorii de sticlă se utilizează și la construirea contoarelor de particule cu scintilație; acestea conțin cantități mari de B_2O_3 și puțin Ce_2O_3 .

Sticla laser - reprezintă una din aplicațiile cele mai moderne ale fibrelor optice. Se știe că prin laser se denumește un dispozitiv care realizează emisia stimulată a luminii.

Se folosesc sticle silicioase cu oxid de litiu, oxid de potasiu, de sodiu, oxid de magneziu și cu adăsurii de oxizi ai unor pămînturi rare, pentru realizarea emisiei stimulate, cum sînt trioxidul de niobiu (Nb_2O_3) sau oxidul de yterbiu (Yb_2O_3) etc.

La noi în țară s-au obținut sticle optice și sticle laser de bună calitate din cuarțul de Uricani, virful Șiglăul Mare (jud. Hunedoara) activîndu-le cu trioxid de neodim (Nd_2O_3).

V.5.2. VITROCERAMUL

Sub denumirea de vitroceram sînt cuprinse materiale neobișnuite, care, pe de o parte se obțin din sticlă (vitro), printr-un proces de cristalizare controlată, iar pe de altă parte au aspect și proprietăți asemănătoare maselor ceramice- (ceram).

Deși se fabrică de puțină vreme, datorită caracteristicilor remarcabile: rezistență mecanică excepțională, stabilitate chimică deosebită, rezistență ridicată la șoc termic, proprietăți dielectrice etc. aceste materiale și-au găsit un cîmp larg și nou de aplicație.

Procesul de cristalizare controlată are trei etape: nucleația - perioada în care se formează nucleii de cristalizare; cristalizarea - perioada în care nucleii se dezvoltă sub forma de cristale; maturarea - perioada în care cristalele capătă forme și dimensiuni, în echilibru termodinamic cu cele din sistem.

Sticlele pentru vitroceram fac parte din sistemul:

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ - MgO-CaO-BaO-ZnO -alcali.

Ca agenți de nucleație sau catalizatori de cristalizare se folosesc: florurile, oxizii metalelor cu cîmp electrostatic puternic (TiO_2 , ZrO_2 , P_2O_5 , V_2O_5 , Cr_2O_3 , WO_3) primii trei fiind cei mai utilizați, metale nobile: Pt, Au, Ag și chiar Cu, în proporție sub 1%.

În compoziția mineralogică a vitroceramului, faza cristalină apare într-un procent ridicat (pînă la 90%) ceea ce atrage o serie de proprietăți (fizice, mecanice și optice) diferite și superioare atît sticlei din care provine, cît și masei ceramice, de compoziție corespunzătoare, obținută prin sinterizare sau vitrifiere: structură cristalină uniformă, de granulație foarte fină, (3-5 μ), și lipsită de pori, aspectul exterior plăcut.

Tehnologia este mai simplă decît a materialelor ceramice, el prelucîndu-se prin turnare, laminare, presare. Vitroceramul poate fi transparent și opac.

Utilizări: vitroceramul opac se folosește la ustensilele de laborator, plăci pentru interior și exterior, mai ales în medii corozive; în tehnica nucleară (baghete de control pentru reactoare); în electronică - ca suport și piese pentru depozitarea informațiilor, schimbătoare de căldură, în industria aviației (carcasele și virfurile rachetelor teleghidate), piese pentru vid, rulmenți și lagăre. Vitroceramul transparent, ca vizoare la instalații termice, la lămpile cu arc și recent, în tehnica opticii astrale.

Având în vedere rezistența sa mecanică mare s-au construit incinte etanșe - submarine, care pot să se acufunde în deplină siguranță la adâncimi mai mari decât cele mai profunde fosse din oceanele Terrei.

O sticlă ternară cu SiO_2 , Li_2O și Al_2O_3 este folosită la fabricarea unor mase vitroceramice pentru vase de bucătărie rezistente la foc.

Placaje vitroceramice anticorozive s-au realizat și dintr-o masă de compoziție simplă - bisilicat de litiu - $\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Drept consecință a reorientărilor privind utilizarea produșilor secundării și a ciclurilor industriale închise se situează și folosirea zgurilor de furnal la fabricarea vitroceramului. Așa cum sînt extrase din furnal în stare topită, se introduce în cuptoare, unde li se corectează compoziția, adăogîndu-se și agenți nucleatori, după care se fasonază (vezi cap.VI, zguri metalurgice - vitroceram din zgară de cupru).

V.5.2.1. Bazaltul topit

Bazaltul topit reprezintă un nou tip de vitroceram, încă unul din numeroasele exemple de valorificare superioară a rocilor din țara noastră.

Se folosesc bazalte cu un conținut de 43-46% SiO_2 . Topirea are loc la 1350-1400°C, apoi se fasonază prin turnarea în forme.

Bazaltul are o mare tendință de cristalizare, iar gradul de cristalizare depinde de viteza de răcire în timpul formării, care se

reglează în funcție de proprietățile cerute produselor. Astfel, printr-o răcire rapidă, structura rămâne vitroasă dezordonată, bazaltul este fragil (are rezistență mecanică scăzută) în schimb este un bun izolant. Structura obținută poate fi și cristalină - cu cristale mari, sau microcristalină.

Pe măsură ce structura este mai apropiată de cea microcristalină, cresc și caracteristicile mecanice.

În studierea maselor vitroceramice este de mare importanță să se obțină date asupra cantității de cristale existente, alături de sticlă, asupra naturii și dimensiunii cristalelor și asupra cineticii procesului de cristalizare, ceea ce se realizează cu ajutorul microscopului polarizant, la obiective de mărire puternică.

Macroscopic, bazaltul topit este de culoare neagră, mai închisă decât a bazaltului obișnuit, cu spărtură așchioasă pînă la concoidală; aspect compact; cu ochiul liber nu se distinge aproape nici un mineral, din cauza granulației foarte fine; doar din loc în loc apar cristale submilimetrice de olivină.

a) Caractere microfiziografice ale bazaltului topit și recristalizat

Structura este microcristalină, sferulitică, textura masivă.

La prima vedere, materialul pare monomineral. Privit însă, cu obiective de mărire puternică, se disting următoarele faze cristaline: piroxen, feldspat plagioclaz, olivină și magnetit (fig.68).

În cadrul sferulitelor, care au diametrul mediu de 0,10 mm, se deosebesc cristale scheletice, aciculare și penate.

Cristalele aciculare constituie axele sferulitelor, care pot fi în număr variabil, de obicei două sau trei, și se intersectează, sub unghiuri diferite. Axele sînt simple, duble sau alcătuite din mai multe cristale cu dispoziție paralelă.

Alteori, cristalele aciculare se grupează în mănunchiuri cu dispoziție divergentă, bine individualizate, drepte sau arcuite, adesea

intrepătruse, limpezi, incolore sau gălbui, cu relief pronunțat pozitiv ($n \approx 1,6$).

Cu totul accidental, dispuse pe fisuri, cristalele aciculare au așezare subparalelă între ele, și în același timp sînt perpendiculare pe pereții fisurii.

Unghiul de extincție al cristalelor aciculare este mic și adesea nu poate fi determinat cu exactitate. Alungirea este pozitivă.

Mineralul acicular este un piroxen din grupa clinocstenitelor (clinocstatit), confirmat și de analiza roentgen.

Pe aceste cristale aciculare se grețează - fiind intim concrescute - minerale cu habitus fibros sau fin gramular, cu refringență mai scăzută decît a piroxenului, incolore, identificate a fi feldspați placiocelazi. Fibrele au și ele dispoziție radiară, încît imprimă aspectul penat. (fig. 69)

Atît cristalele aciculare cît și cele fibroase au birefringență de ordinul I, cenușie, albă, gălbuie.

Din cauză că toate aceste cristale sînt scheletice, deci nedesăvîrșite, nu se pot determina caracterul optic și nici semnul optic.

Structura aceasta, caracterizată prin concreșterile intime între indivizii piroxenului și placiocelazului explică rezistența mare la uzură a pieselor din bazalt topit.

Olivina se întîlnește sub formă de cristale relict - prismă cu bipiramidă rombică, sau în secțiuni bazale, cu contur pseudohexagonal. Aceste conture au adesea aspect sinuos, datorită coroziunii de către masa bazaltului topit, cu structură sferulitică.

Olivina este incoloră, fără clivaj, cu crăpături puternice.

Relieful este pronunțat pozitiv, mai puternic decît al piroxenului. Extincția dreaptă. Birefrigența este de ordinul I-II.

Magnetitul se prezintă sub două aspecte: fie constituie nucleul unor sferulite, fie se concentrează la periferia sferulitelor și în zonele lor de contact.

În calitate de nucleu al sferulitelor, apare în cristale cu contur patrat sau că granule izometrice. De jur împrejurul lor, fierul a difuzat, pigmentînd în brun - gălbui, atît piroxenul cît și plagio-clazul, sub formă de aureolă, care se pierde spre periferia sferulitelor.

Wollastonitul apare sporadic, sub forma cîtorva cristale scheletice, avînd un ax fin, care se fasciculizează spre extremități. Este incolor, relief pronunțat pozitiv. Alungire negativă, Extincție asimetrică, cu unghiul $c: n_p = 31^\circ$. Birefringență este cenușie, albă de ordinul I.

Faza vitroasă - în cantitate redusă - are rol de liant al sferulitelor; este incoloră, în proporție pînă la 10%; în calitatea pe care o are, contribuie și ea la realizarea rezistențelor mecanice ridicate.

b) Caracteristici tehnice ale bazaltului topit și recristalizat.

Prin turnarea în forme a bazaltului topit se obțin diverse produse, cu următoarele calități:

- rezistența la uzură prin frecare este una din principalele sale calități; această rezistență este de patru ori mai mare decît la produsele fabricate din fontă sau oțel, depășind și pe cea a oțelurilor înalt aliate;

- rezistență la umiditate, la temperaturi coborîte și ridicate;

- stabilitate față de acizii tari (sulfuric, clorhidric etc.) cu excepția acidului fluorhidric și față de bazele tari (hidroxidul de sodiu, hidroxidul de calciu);

- bazaltul topit este de trei ori mai ușor decît oțelul și rău conducător de căldură;

- dilatația termică este inferioară celei a metalelor;

- este un material izolant, de aceeași factură cu sticla;

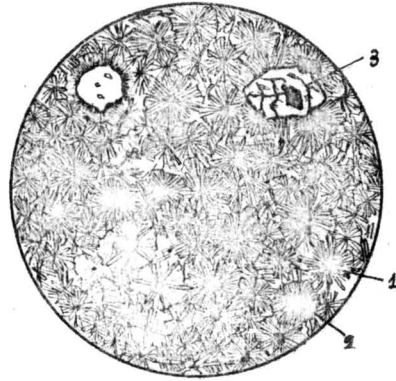


Fig. 68 - Bazalt topit și recristalizat cu structură sferulitică; 1-sferulit cu axele formate din piroxen; 2-magnetit formînd nucleul sferulitelor; 3-cristal reclit de olivină; N II, $\approx 100 \times$.

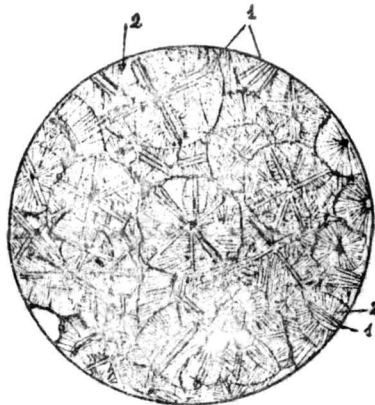


Fig. 69 - Bazalt topit și recristalizat-detaliu: 1-piroxenu acicular formează axele sferulitelor și mănunchiuri divergente, 2-plagioclazul fibros, grefat pe axele sferulitelor N+, $\approx 400 \times$.

- prin longevitatea lui, economisește cheltuieli importante impuse prin reparații sau înlocuire de alte materiale, prin întreruperi frecvente în funcționare; tot odată asigură și o securitate mai mare;
- piesele din bazalt sînt de două ori mai ieftine decît cele din oțel sau fontă;

Greutate specifică: $2,9 \text{ g/cm}^3$;

Porozitate totală: 1-1,5

Duritate (după scara Mohs): 8-8,5

Temperatura maximă de utilizare: pînă la 400°C

Absorbția apei: 1,0%

Rezistența la uzură: maximum $0,5 \text{ gf/cm}^2$

Rezistența la compresiune: minimum 2000 kgf/cm^2

Rezistența la încovoiere: 150 kgf/cm^2

Rezistența la tracțiune : 120 kgf/cm^2

Conductibilitate termică: $\lambda = 1,2 \text{ kcal/m.h}^{\circ}\text{C}$

Stabilitatea la acid sulfuric 30% : 99,3%

c) Utilizări :

- pardoseli rezistente la abraziune mecanică sau agresivitate chimică sau la acțiunea lor combinată; în hale industriale, în secții din industria chimică, din industria ușoară cu procese chimice, fabrici de celuloză și hîrtie, întreprinderi metalurgice (turnătorii, cazangerii, ateliere decapaj metale), electrolitice, galvanizări și nichelări, cromări, uzine cocso-chimice, secții de concentrare a minereurilor, industria cauciucului);

- căptușeli de bazine sau reactoare cu acizi sau baze, în industria chimică, metalurgică, alimentară, construcții de mașini;

- căptușeli de instalații industriale solicitate la uzură și abraziune;

- la căptușirea camerelor de măcinare fină în morile cu bile, bile pentru mori cu bile;

- tuburi pentru transportul lichidelor corozive;

- jgheaburi pentru deversarea zgurii;
- căptușeli de jgheaburi și rigole în exploatarea hidromecanică, pentru transportul de cărbune, minereu, nisip, cocs, piatră spartă, cenușă de termocentrală;
- pereți de buncăre cu flux de materiale;
- căptușeli de separatoare, cicloane, exhaustoare, hidrecicloane, în industria materialelor de construcții, aluminei etc;
- conducte de protecție pentru rețelele de telecomunicații subterane (cabluri) împotriva curenților vagabonzi;
- agregate cu densitate mare pentru zidurile de protecție ale reactoarelor nucleare;
- chituri pentru lipirea produselor din bazalt topit și recristalizat;
- vată minerală-izolator termic și fonic ideal;
- fire și fibre care pot înlocui azbestul.

La noi în țară se fabrică produse din bazalt topit la Întreprinderea pentru lianți Brașov, utilizând bazalt de Racoș.

VI. ZGURI METALURGICE SI CENUȘA DE TERMOCENTRALA

Aceste două materiale reprezentau în trecut deșeuri industriale, care erau depozitate în halde și abandonate.

Datorită noii concepții tehnologice, de utilizare integrală a resurselor secundare și crearea unor tehnologii care să ducă la o reducere substanțială a volumului de deșeuri, la trecerea treptată de la procese tehnologice lineare la așa numitele "cicluri închise", concepție promovată de conducerea de partid și de stat, zgurile metalurgice și cenușa de termocentrală au devenit în prezent materii prime importante mai ales că prețul lor este practic nul, totodată ele contribuind la reducerea consumului de combustibil și energie electrică.

În urma depozitării lor apăreau o serie de neajunsuri : suprafețe mari de terenuri erau scoase din circuitul agricol, erau necesare cheltuieli de depozitare suplimentare, reprezentau surse de poluare; prin unele substanțe pe care le conțin contaminează apele freatice și acestea devin agresive față de betoane atacându-le, degradându-le și periclitând siguranța clădirilor.

Documentele Congresului al XII-lea prevăd folosirea pe scară largă în economie a zgurilor de furnal și a cenușii de termocentrală; în cincinalul 1981-1985, prin valorificarea produșilor secundari se vor obține pe întreaga economie un spor anual de producție de 6 miliarde lei.

Promovarea celor două materiale mai ales în construcții, în țara noastră, a fost stimulată puternic prin aprobarea unor programe speciale de măsuri privind intensificarea utilizării lor, datorită proprietăților care le asigură competitivitate tehnică și economică.

VI.1. Zgurile metalurgice

VI.1.1. Definiție

Zgurile metalurgice sînt produse de consolidare a unor topituri alcătuite predominant din siliceați, provenite de la extragerea metalelor din minereuri sau de la topirea metalelor, deci sînt siliceați artificiali.

În toate procesele metalurgice apar 2 faze lichide nemiscibile din cauza diferenței mari de densitate și insolubilității reciproce: baia metalică și zgura.

Zgurificarea are loc la temperaturi de 1200-1300°C.

VI.1.2. Clasificarea zgurilor

Se face după mai multe criterii:

VI.1.2.1. În funcție de compoziția chimică, adică după conținutul în oxizi principali zgurile pot fi:

- zguri acide
- zguri bazice

Încadrarea zgurilor în una din cele două categorii este determinată de indicele de bazicitate, care în unele țări este dat de formula:

$$I_B = \frac{\% \text{CaO} + \% \text{MgO}}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3}$$

În alte țări, cum este cazul și la noi în țară se folosește o formulă mai simplă, diferențele nefiind esențiale:

$$I_B = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2}$$

Se consideră drept zгурă bazică aceea care are $I_B > 1$ și zгурă acidă cu $I_B < 1$.

Stabilirea caracterului acid sau bazic al unei zguri este foarte importantă deoarece acesta indică posibilitățile de prelucrare ulterioară a sa.

Zgurile acide conțin următoarele minerale: tridimit, cristobalit, wollastonit, anortit, fayalit, tefroit, spinel magnezian etc.

Zgurile bazice au în compoziția lor: melilit, silicat bicalcic, monticellit, periclaz, oxid de calciu.

VI.1.2.2. După tipul procesului metalurgic de la care provin zgurile se clasifică astfel:

- zgură de furnal - provine din cadrul siderurgiei, adică din procesul de obținere a fontei în furnale, unde are loc topirea minereului de fier, amestecat cu cocs și cu fondanți; dolomit sau calcar dolomit.

În creuzetul furnalului, la partea inferioară se obține fonta care este mai densă, iar la partea superioară zgura, mai ușoară.

Zgura topită se deversează în cale de zgură și poate fi apoi transportată sau se evacuează în haldă. Mineralele caracteristice acestor zguri sînt: melilita - cele mai importante, silicatul bicalcic merwinitul pseudowollastonitul, rankinitul, monticellitul.

- Zgura de oțelărie - rezultă în procesul de obținere a oțelului prin diferite procedee: cuptor Martin, convertizor și cuptor electric.

Caracteristicile acestor zguri sînt foarte deosebite față de ale zgurilor de furnal, atît în ceea ce privește compoziția chimică, cît și posibilitățile de prelucrare. Mineralele caracteristice sînt: silicat bicalcic, silicat tricalcic, wüstitul, periclaz, manganozit, brownmillerit, spinel magnezian, compuși ai fosforului.

- Zgura de la extragerea metalelor neferoase - spre deosebire de primele două tipuri de zguri, conține cantități importante de oxizi de fier (magnetit), de silicați cu conținut de fier: (hedenbergit, fayalit, ferroăkermanit etc.) și cantități reduse de oxizi metalici neferoși.

VI.1.2.3. După regimul de răcire zgurile pot fi: zguri răcite brusc și zguri răcite lent.

a) Zgurile răcite brusc la rîndul lor sînt de două tipuri:

- zguri metalurgice granulate - se obțin prin răcirea bruscă a masei topite de zgură, cu cantități mari de apă, în bazine sau jgheaburi (sau su aer umezit), ceea ce conduce la obținerea unui nisip de zgură, friabil și ușor de măcinat. Aceste granule, la exterior au o zonă alcătuită din sticlă, iar nucleul este bogat în indivizii microcristalini. Cu cît zgura este mai acidă, cu atît conținutul de sticlă este mai ridicat.

- Zgură de furnal expandată - rezultă prin răcirea masei topite de zgură cu o cantitate limitată de apă, cînd, datorită evaporării apei, a evacuării vaporilor formați și a gazelor conținute în zgura fluidă, se obține o masă spongioasă care crapă și se desface în bucăți mari. Cu cît temperatura zgurei este mai ridicată, cu atît gradul de expandare este mai mare, adică minimum 1300°C.

b) Zguri răcite lent - reprezintă acele zguri în care componenții mineralogici sînt cristalizați, bine individualizați.

Cantitatea de fază cristalină depinde de compoziția mineralogică a zgurii și de regimul de răcire.

Componenții mineralogici cei mai frecvenți în zguri sînt prezentați în tabelul nr.4. La aceste minerale-silicați, se mai adaugă:

- sulfuri: oldhamit CaS ; alabandină MnS ; piretină FeS ;
- oxizi: periclaz MgO ; wüstit FeO , manganzit MnO ;
- spineli: spinel magnezian $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$; magnetit $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

După mineralul predominant zgurile pot fi: melilitice, wolastonitice, piroxenice etc.

VI.1.3. Caractere microfiziografice ale principalelor tipuri de zguri, în funcție de compoziția mineralogică.

Dintre multiplele metode de cercetare ale zgurilor utilizate în prezent cele pe bază de microscop reușesc să elucideze cel mai bine

MINERALE COMPONENTE ALE ZGURILOR

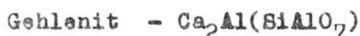
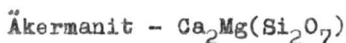
DENUM. ZGURI	DENUMIREA MINERALULUI	FORMULA MINERALULUI	SISTEM CRISTALIZARE	N_g	N_p	N_g-N_p	EXTINCTIE	SEMN OPTIC	$2V$
ZGURI MELILITICE	AKERMANTIT	$Ca_2Mg[Si_2O_7]$	TETRAGONAL	1,640	1,032	0,008	DREAPTA	(+)	
	FERROAKERMANTIT	$Ca_2Fe[Si_2O_7]$	TETRAGONAL	1,690	1,673	0,017	DREAPTA	(-)	
	GEHLENT	$Ca_2Al[SiAlO_7]$	TETRAGONAL	1,669	1,658	0,011	DREAPTA	(-)	
	MELITIT SODIC	$CaNa[AlSi_2O_7]$	TETRAGONAL	1,580	1,575	0,005	DREAPTA		
	HARDYSTONIT	$Ca_2Zn[Si_2O_7]$	TETRAGONAL	1,678	1,662	0,009	DREAPTA	(-)	
ZGURI WOLLASTONITICE	PSEUDO-WOLLASTONIT	$Ca[SiO_3]$	TRICLINIC (PSEUDOHEXAGONAL)	1,654	1,610	0,044	$a:N_p=2^\circ$	(+)	<i>f. mic</i>
	WOLLASTONIT	$Ca[SiO_3]$	TRICLINIC	1,634	1,620	0,014	$c:N_p=31^\circ$	(-)	39°
	PARA WOLLASTONIT	$Ca[SiO_3]$	MONOCLINIC	1,631	1,614	0,017	$c:N_p=34^\circ$	(-)	$35^\circ-40^\circ$
ZGURI OLIVINICE	FORSTERIT	$Mg_2[SiO_4]$	ROMBIC	1,670	1,635	0,035	DREAPTA	(+)	82°
	FAYALIT	$Fe_2[SiO_4]$	ROMBIC	1,675	1,624	0,051	DREAPTA	(-)	47°
	KNEBELIT	$(Mn,Fe)_2[SiO_4]$	ROMBIC	1,626 1,667	1,775 1,815	0,046 0,051	DREAPTA	(-)	$44^\circ-61^\circ$
	TEFROIT	$Mn_2[SiO_4]$	ROMBIC	1,617 1,625	1,770 1,778	0,040 0,045	DREAPTA	(-)	$60^\circ-70^\circ$
	MONTICELLIT	$CaMg[SiO_4]$	ROMBIC	1,633 1,674	1,639 1,654	0,012 0,020	DREAPTA	(-)	$72^\circ-82^\circ$
ZGURI PIROXENICE	CLINOENSTATIT	$Mg[SiO_3]$	MONOCLINIC	1,660	1,651	0,009	$c:N_g=22^\circ$	(+)	53°
	DIOPSID	$CaMg[Si_2O_6]$	MONOCLINIC	1,694	1,664	0,030	$c:N_g=38^\circ-46^\circ$	(+)	$50^\circ-60^\circ$
	HENDENBERGIT	$CaFe[SiO_6]$	MONOCLINIC	1,757	1,732	0,025	$c:N_g=42^\circ-48^\circ$	(+)	$52^\circ-62^\circ$
	AUGIT	$(Ca, Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti, Al)_2SiAl_2O_6$	MONOCLINIC	1,703 1,765	1,677 1,735	0,018	$c:N_g=36^\circ-48^\circ$	(+)	$25^\circ-60^\circ$
ZGURI CU SILICAT-BICALCICE	$\alpha-Ca_2SiO_4$		HEXAGONAL	1,738	1,724	0,014	DREAPTA		
	BREDGHIT	$\alpha-Ca_2SiO_4$	ROMBIC	1,725	1,712	0,013	$N_p=b$ $N_m=a$	(+)	30°
	LARNIT	$\beta-Ca_2SiO_4$	MONOCLINIC	1,730	1,707	0,023	$c:N_p=13^\circ-14^\circ$ $N_g=b$	(+)	MEDIU
	SCHENNONIT	$\gamma-Ca_2SiO_4$	ROMBIC	1,634	1,642	0,012	DREAPTA	(+)	5°
	RODONIT	$(Mn, Fe, Ca)[SiO_3]$	TRICLINIC	1,724 1,751	1,711 1,738	0,011 0,014	$c:N_g=25^\circ$ $a:N_p=5^\circ$	(+)	$63^\circ-76^\circ$
	RANKINIT	$Ca_3Si_2O_7$	MONOCLINIC	1,650	1,641	0,009	$a:N_p=15^\circ$	(+)	64°
	MERWINT	$Ca_3Mg[SiO_7]$	MONOCLINIC	1,724	1,706	0,018	$c:N_p=36^\circ$	(+)	66°
	SPURRIT	$Ca_5CO_3[SiO_4]_2$	MONOCLINIC	1,679	1,640	0,034	$a:N_g=2^\circ$	(-)	39°

compoziția lor și apoi, în raport cu aceasta să se poată indica direcția de folosire.

VI.1.3.1. Zgura melilitică

Zgura melilitică este o zgură bazică.

Mineralele din grupa melilitelor reprezintă componenții principali ai acestor zguri. Din punct de vedere chimic formează o serie izomorfă a cărei termeni extremi sînt:



Toate melilitele cristalizează în sistemul patratic. Atunci cînd cristalizarea se face lent, formele sînt prismatice, bine dezvoltate; dac a aceasta se produce repede, apar forme scheletice, cu aspecte foarte variate.

Cei mai r asp indiți termeni în zguri sînt \AAkermanitul și gehlenitul.

\AAkermanitul prezintă clivaj după (001) și (100) (fig.70).

Incolor. Duritate 5-6. Greutate specifică 2,95.

Punct de topire 1458^o.

$$n_g = 1,640; n_p = 1,632; n_g - n_p = 0,008.$$

Extincție dreaptă. Alungire (+). Unitax (+).

Gehlenitul (fig.71) este incolor. Relief pronunțat (+);

$$n_g = 1,669; n_p = 1,658; n_g - n_p = 0,011. \text{ Alungire } (-). \text{ Extincție dreaptă. Clivaj bun după (001) și moderat după (110).}$$

Unitax (-). Duritate 5-6. Greutate specifică 3,04.

Punct de topire 1590^o.

Zgura de față (fig. 72) este alcătuită dintr-o singură fază cristalină, fiind monomineral . Cristalele se dezvoltă sub formă de prisme scurte dispuse în toate direcțiile, adesea intersect ndu-se la 90^o sau sub unghiuri diferite.

După alungirea pozitivă, asociată celorlalte caractere optice specifice menționate mai sus deducem că mineralul este \AAkermanit.

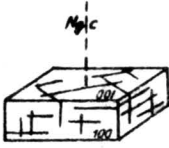


Fig. 70 - Cristal de
ăkermanit.

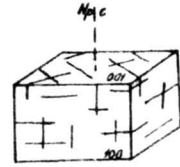


Fig. 71 - Cristal de
gehlenit.

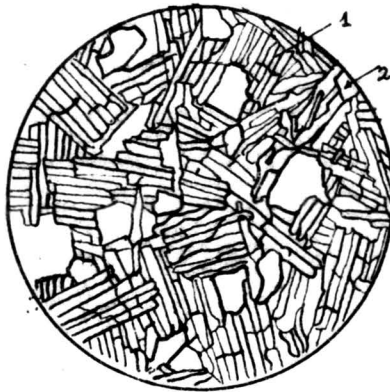


Fig. 72 - Zgură melilitică: 1 - ăkermanit;
2 - pori; N II, ≈ 100

În masa zgurii se observă din loc în loc pori și interstiții libere de formă triunghiulară.

VI.1.3.2. Zgură cu diopsid

Zgura cu diopsid este alcătuită din 2 componente: faza cristalină, care este reprezentată prin diopsid și faza sticloasă (fig.73).

Diopsidul $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ este un piroxen monoclinic. Se dezvoltă sub formă de cristale idiomorfe, având conture monoclinice perfecte, mai frecvente fiind fețele (010), (100), (110), (001) și (101) (fig.74).

Este incolor sau ușor verzui. Relief pronunțat pozitiv.

$$n_g = 1,694$$

$$n_p = 1,664$$

Olivaj bun după fețele de prismă (110) și ($\bar{1}\bar{1}0$) cu unghiul dintre ele de $87-93^\circ$. În secțiunile de formă alungită, paralele cu (100) sau (010) este vizibilă o singură direcție, iar în cele bazale paralele cu (001), de formă izometrică, octogonală, apar 2 direcții de olivaj.

Frecvent, cristalele de diopsid conțin incluziuni de sticlă, de diferite forme și dimensiuni, unele din ele fiind mult alungite și dispuse paralel cu direcția olivajului.

Se întâlnesc și concreșteri între cristalele prismatice alungite de diopsid, sub diferite unghiuri.

Birefringență de ord. II, $n_g - n_p = 0,030$. Polarizează în culori intense roșii, albastre, verzi.

Extincția este asimetrică pe fața (010) cu ct: $n_g = 36-48^\circ$.

Alungire (+).

Poate prezenta macle după fața (100).

Biax (+) $2V = 58^\circ$

Duritate 5-6. Greutate specifică 3,27.

Punct de topire 1391.

Toate cristalele de diopsid sînt înglobate în masa fundamentală de sticlă incoloră, cu numeroase crăpături, izotropă.

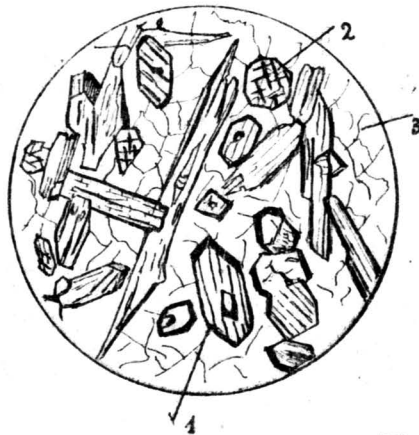


Fig. 73

Fig. 73 - Zgură cu diopsid: 1- cristal prismatic de diopsid cu contur monoclinic, 2-secțiune bazală în diopsid de formă octogonală și cu 2 direcții de clivaj, 3-sticlă; N II, $\approx 40 \times$.

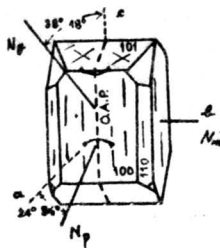


Fig. 74 - Cristal de diopsid cu orientarea optică.

VI.1.3.3. Zgură cu wollastonit

În cadrul acestei zguri se disting 2 faze: una cristalizată și alta sticloasă-

Structura este similară celei intersertale, în care cristalele aciculare de wollastonit sînt dispuse în toate direcțiile intersectîndu-se, iar în interstiții apare sticla (fig. 75).

Wollastonitul (fig.76) reprezintă modificarea δ a $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ - cristalizat în sistemul triclinic, spre deosebire de celelalte două modificări polimorfe ale $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ și anume: pseudowollastonitul care este modificarea α (triclinic, pseudohexagonal) și parawollastonitul (fig. 77) - modificarea β - monoclinic. Este incolor. Clivaj perfect după (100) și bun după (001).

$$n_g = 1,634$$

$$n_m = 1,632$$

$$n_p = 1,620$$

$$n_g - n_p = 0,014$$

Birefringență scăzută, polarizează în culori cenușii albe gălbui de ord. I.

$$\text{Extincție } a: n_p = 31^\circ, b: n_m = 4^\circ$$

Alungire (-)

$$\text{Biax (-)} ; 2V = 39^\circ$$

Macle după $\{100\}$.

Punct de topire 1540° .

Din loc în loc se observă și cristale scheletice, în secțiuni bazale.

Masa sticloasă are nuanță brună și cu numeroși pori, străbătută de crăpături.

VI.1.3.4. Zgura fayalitică - ferromonticelitică.

Această zgură se prezintă sub forma unui agregat de cristale de fayalit și de ferromonticellit, cu dispoziție mai mult sau mai puțin divergentă, la care se adaugă oxizi de fier (fig. 78).

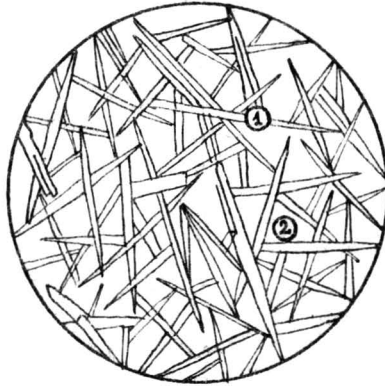


Fig. 75 - Zgură cu wollastonit: 1 - cristale aciculare de wollastonit, 2 - masa sticloasă, N II, $\approx 100 \times$.

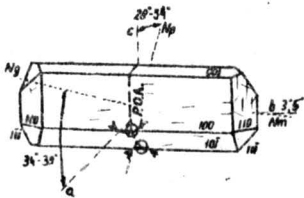


Fig. 76 - Cristal de wollastonit

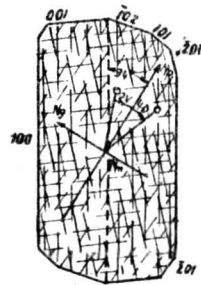


Fig. 77 - Orientarea optică la parawollastonit

Componentul mineralogic care predomină este fayalitul.

Fayalitul - Fe_2SiO_4 - rombic (fig.79), termenul ferifer al seriei izomorfe a olivinelor fayalit-forsterit, se prezintă sub formă de cristale prismatice bine dezvoltate, alungite, fără fețe terminale. Olivaj vizibil II (010).

Culoarea roz - roz brună, roz violacee.

Pleocroism intens de la roz-brun la incolor.

Relief puternic (+): $n_g = 1,875$; $n_p = 1,824$;

$n_g - n_p = 0,051$

Culori de birefrință de ordinul III. Alungire după n_m .

Extincție dreaptă. Biax (-) $2V = 47^\circ$. Greutatea specifică

4,4,

Temperatura de topire 1205° .

Adesea fayalitul prezintă structuri se dezamestec cu magnetitul, cu un grad de concreștere de ordinul zecimilor și sutimelor de mm.

Forma și cristalinitatea fayalitului sînt determinate, în mare măsură de condițiile de răcire a zgurii, astfel că, după larga dezvoltare a majorității cristalelor rezultă că răcirea s-a făcut lent, dimensiunile lor atingînd 1mm.

În toate cazurile fayalitul conține incluziuni de magnetit.

Ferromonticellitul - CaMgSiO_4 - rombic, formează separații în masa fayalitului, sub formă de cristale prismatice mai scurte decît ale acestuia și chiar granule, la care nu se observă olivaj, ci fisuri neregulate (Monticellit - fig 80).

Culoarea este albastră, adesea cu pete brune oliv.

Prezintă pleocroism vizibil de la albastru intens la albastru deschis, gălbui.

Relief pronunțat (+), $N_g = 1,730$. Birefrigența $n_g - n_p = 0,040$.

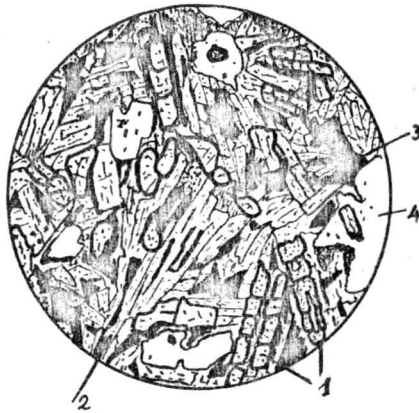


Fig. 78 - Zgură fayalitică-ferromonticellitică: 1-fayalit, 2-ferromonticellit, 3-magnetit, 4-pori; N II, ≈ 100 x.

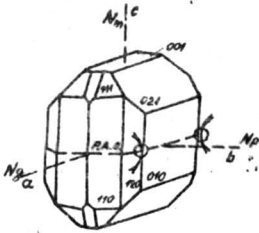


Fig. 79 - Cristal de fayalit;

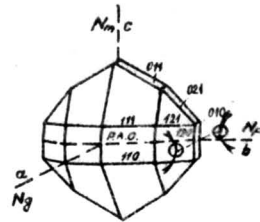


Fig. 80 - Cristal de monticellit

Extincție dreaptă. Alungire după n_m .

Biax (+) $2V = 60^\circ$.

Uneori se observă concreșteri și între ferromonticellit și fayalit, nucleul fiind din ferromonticellit, mai rar concreșteri între ferromonticellit și magnetit.

Din loc în loc în zgură apar pori.

Zgura provine de la o topitorie de cupru.

VI.1.4. Domenii de utilizare.

Utilizările zgurilor se bazează pe proprietățile lor, care sînt legate de compoziția chimică-mineralogică, direcția principală fiind industria materialelor de construcții.

Astfel, zgurile bazice au cea mai largă întrebuințare ca adaosuri la cimenturi, pe cînd cele acide se folosesc fie ca zguri expandate, fie ca vata minerală din care se fabrică numeroase materiale termofonizolante.

Zgurile de furnal bazice granulate au proprietăți hidraulice de întărire "latente", adică prin simpla amestecare cu apă nu fac priză, nu se întăresc; dacă însă sînt "activate" prin adaosuri potrivite ele se întăresc și ating rezistențe mecanice comparabile cu ale cimentului portland de marcă corespunzătoare. De altfel zgura conține aceiași oxizi ca și cimentul portland: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , dar nu în aceeași proporție; cu cît o zgură are indicele de bazicitate mai mare cu atît este mai activă.

Activarea se face pe două căi:

- activarea alcalină - cu ajutorul hidroxizilor alcalini ($NaOH$) sau alcalino-pămîntoși $Ca(OH)_2$ - sau se adaugă o materie primă sau un alt produs ce poate dona $Ca(OH)_2$, cum ar fi dolomită arsă, ciment portland, zguri bazice etc. În practică se folosesc adaosuri de var stins, în cazul cimentului zgură - var sau adaosuri de ciment portland în cazul cimentului metalurgic (30-70% ciment portland);

- activarea sulfatică se realizează prin adăugarea de sulfati alcalini sau alcalino-pămîntoși, în proporție de 10-15% în prezența hidroxizilor respectivi. Astfel se folosește gipsul sau anhidritul, în prezența de: var, dolomit calcinat sau clincher portland. Se obține cimentul din zgură sulfată, care are o serie de proprietăți remarcabile: contracția foarte mică, căldură mică de hidratare, rezistențe mecanice mari, stabilitate la acțiunea apelor de mare.

Zgurile de furnal acide expandate - au greutate specifică mică, încît se folosesc în termoizolații și ca agregate ușoare pentru betoane.

Vata minerală se obține de asemeni din zguri de furnal acide prin fibrilizare, prin acțiunea vaporilor de apă sau a aerului comprimat asupra unui jet de zgură topită. Avantajele acestui material: este foarte ușor și în contact cu apa nu putrezește.

Zgurile de oțelărie ca și cele de la metalurgia neferoasă avînd fier în stare liberă, ca și oxizi de Mn și Mg nu pot fi expandate și nici să fie folosite la lianți, datorită pericolului corozionilor, încît din zgura ieșită din furnal se toarnă în forme, blocuri pentru zidărie și pavele; de asemeni este concasată ca piatră spartă pentru: fundații de drumuri, balastări de căi ferate, impietruiri de drumuri, agregate pentru betoane.

Unele din aceste zguri, bogate fie în fosfați, fie în oxid de calciu se folosesc drept îngrășămint complex în agricultură.

În țara noastră, se găsește mari cantități de zguri metalurgice provenite de la furnalele combinatelor siderurgice Reșița, Hunedoara etc.

Mai recent zgurile de la metalurgia neferoasă se folosesc la fabricarea vitroceramului, care prezintă proprietăți fizice și mecanice deosebite, încît poate fi utilizat ca înlocuitor al pieselor metalice: rulmenți, lagăre, cuțite de strung etc. (vezi cap. "sticle tehnice").

VI.1.4.1. Beton cu agregate grele din produse ceramice
neglazurate și din zgură de furnal B 250

Caractere microfiziografice

Structura betonului este asemănătoare unei brăcii, deoarece fragmentele constitutive au mărime peste 1-2 mm și formă colțuroasă.

Acesta este un beton obișnuit cu marca B 250, clasificat după greutatea volumetrică în categoria betoanelor grele, sau după densitatea aparentă $\rho_a = 2.200 - 2,500 \text{ kg/m}^2$.

Agregatul este alcătuit din deșeuri de produse ceramice neglazurate (țigle, coame, olane) și zgură, iar liantul din ciment portland (fig. 81).

Agregatele din deșeuri ceramice au dimensiunile cele mai mari și predomină cantitativ. Culoarea lor este brună-roșcată-cărâmbie sau brună închisă, structura aleuritică și aleuro-pelitică, iar textura masivă, alteori orientată.

Fiecare fragment ceramic este constituit, pe de o parte dintr-o masă fină argiloasă, impurificată cu oxizi de fier, care îi imprimă culoarea brună de diferite nuanțe și din fragmente detritice de diferite minerale.

În cazul agregatelor se întâlnesc și fragmente de cuarț de formă colțuroasă și semicolțuroasă, care predomină, silixuri - constituite din agregate fine de calcedonie cryptocristalină sau fibroasă, cu dispoziție în rozetă sau snopi; sporadic, apare câte un feldspat plagioclaz cu macle polisintetice.

Mineralele micacee au dispoziție orientată și se prezintă sub formă de lamele, fie incolore - în cazul sericitului, fie brune, dacă este prezent biotitul.

Oxizii de fier formează granule fine, opace, sau de culoare brună - roșcată. Rutilul apare sporadic, sub formă de cristale scurt prismatice sau izometrice, ușor rotunjite, de culoare roșcată, cu relief puternic pozitiv și birefringentă ridicată, alb de ordinul IV.

La contactul fragmentelor ceramice cu cimentul se observă zone înguste de reacție, în care componenții acestuia sînt ceva mai bine cristalizați și au un grad mai mare de puritate.

Agregatele de zgură sînt agregate ușoare (densitatea aparentă $\rho_a < 1.700 \text{ kg/m}^3$), reprezentate prin zgură de furnal expandată, ce se obține prin răcirea bruscă a masei topite de zgură, în cantități limitate de apă.

Faptul că răcirea s-a făcut brusc o dovedesc numeroasele fragmente de zgură alcătuite numai din faza sticloasă, străbătute de numeroase crăpături și cu structură poroasă, vacuolară.

Sticla este incoloră, cu relief pronunțat pozitiv și izotropă.

În unele fragmente de zgură se individualizează din masa sticloasă cristalele de silicat bicalcic (β - Ca_2SiO_4 - Larnit), cu aspect de granule mici, izometrice, rotunjite, izolate, dar mai ales grupate în șiruri drepte, asemănătoare margaritelor sau ramificate, dendritice, alteori intersectîndu-se în formă de cruce. Granulele sînt incolore, cu relief pronunțat pozitiv: $n_g = 1,730$; $n_m = 1,715$; $n_p = 1,707$. Clivaj după (100). Poate să orezinte macle polisintetice după (100); c: $n_p = 13' - 14^\circ$; $n_g = b$; $n_g - n_p = 0,023$; (+) 2V = mediu. Este stabil între $1420 - 675^\circ$. Este monoclinic. Prin răcire forma β trece în forma γ cu mărirea substanțială a volumului, ceea ce duce la o afinare a zgurii.

În secțiune se observă cum, la trecerea din forma β în forma γ - Ca_2SiO_4 , acesta ia aspect fibros și are birefrigența mai scăzută, fibrele fiind grefate pe granulele de β - Ca_2SiO_4 , care au rol de nucleu.

Se întîlnesc și fragmente de zgură alcătuite exclusiv din cristale fibroase de γ - Ca_2SiO_4 . În acest caz ele se grupează în mănunchiuri, mai subțiri în partea mediană și rigide și mai evazate la extremitați, fasciculizîndu-se; apar și forme scheletice. Mănunchiurile de fibre au dimensiuni apropiate și sînt dispuse în toate direcțiile.

uneori intersectându-se; au nuanță brună-cenușie, cu birefrință mai scăzută decât la forma : $n_g = 1,654$; $n_p = 1,642$; $n_g - n_p = 0,012$; alungire (+) extincție dreaptă; culori de birefrință cenușii-albe de ordinul I; (+) $2V = 52^\circ$; este rombio.

Si în masa fragmentelor de zgură parțial cristalizate se observă prezența a numeroși pori și crăpături, ca efect al răcirii rapide.

VI.1.4.2. Vitroceraam din zgură de cupru, caractere microfi-zigrafice.

Vitroceraamul este un produs cu aspect și proprietăți de ceraamică obținut din zgură de cupru, prin topirea acestuia la temperatura de 1350°C și prin cristalizare controlată, adăugându-se drept agent de nucleație CaF_2 (5%).

Structura este uniformă, lipsită de porozitate, cu granulație fină, ceea ce în conferă caracteristicile fizice, mecanice, electrice și optice remarcabile.

Compoziția chimică: SiO_2 - 26,20%; Al_2O_3 - 14,90%; Fe_2O_3 - 22,90%; CaO - 18,20%, MgO - 1,46%, CuO - 2,60%; Cr_2O_3 - 0,22%; ZnO - 6,30%; Na_2O - 3,89%, K_2O - 0,55%; TiO_2 - 0,79%, Mn_3O_4 - 1,37%.

Compoziția mineralogică: spinel (hercinit), willemit, sticlă (fig.82).

Hercinitul - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ - cubic

În secțiuni subțiri se prezintă mai ales sub formă de cristale scheletice larg dezvoltate după mai multe planuri, adesea intersectându-se la 90° . Culorea sa este neagră sau brună-negricioasă.

Duritatea 7,3. Greutatea specifică 4,39. Punct de topire 1750° , $n = 1,83$. Izotrop.

Mai rar se observă cristalele idiomorfe de hercinit, de formă pătrată sau rombică-secțiuni prin cristale octaedrice-de dimensiuni reduse, grupate mai multe la un loc, înconjurate de o fază sticloasă, încoloră, de la care pornesc apoi cristalele scheletice de hercinit, ce ocupă

cea mai mare parte a zgurii. Formele scheletice denotă o cristalizare destul de rapidă.

Willemitul - $ZnSiO_4$ - hexagonal

Apare sub formă de cristale prismatice foarte fine, aciculare care au drept suport cristalele scheletice de hercinit. Dispoziția cristalelor de willemit este adesea radiară.

Se prezintă incolor. Duritate 5,5. Greutate specifică 3,9-4,2.

Punct de topire $1510^{\circ}C$

Extincție dreaptă. $n_m = 1,680$; $n_g - n_p = 0,009$

Culcarea de birefrigență de ord. I alb-gălbui.

Deși au dimensiuni foarte reduse, cristalele de willemit apar în număr mare în cadrul secțiunii.

Faza sticloasă reprezintă masa incoloră în care sînt înglobate cristalele scheletice de hercinit și cele de willemit. Pe alocuri prezintă crăpături de răcire.

Este izotropă. Indicele de refracție al sticlei este mai mic decît al willemitului.

VI.2. Genușa de termocentrală (cenușă zburătoare)

VI.2.1. Definiție.

Genușile de termocentrală sînt materiale granulare, necoezive de culoare cenușie pînă la neagră, rezultate sub forma unor produse secundare la arderea în aer la temperaturi de cca $1300^{\circ}C$, în focarele termocentralelor, a cărbunilor fin măcinați.

Ele fac parte din categoria tras-urilor (pazzolanelor) artificiale, adică a materialelor silicioase sau silico-aluminoase cu proprietăți de întărire hidraulică "latente", adică amestecate cu var și apă fac priză și se întăresc.

Impuritățile minerale pe care le conțin cărbunii (sterilul) sînt silicați, carbonați, sulfatați, oxizi de aluminiu, fier, calciu, magneziu, potasiu și sodiu; în cantități reduse: silice, fosfați și oxizi ai metalelor rare.



Fig. 81 - Beton cu agregate grele din produse ceramice neglazurate și din zgură de furnal B 250; 1- agregate din produse ceramice, 2- agregate din zgură de furnal cu structură vitroasă, 3- agregate din zgură de furnal cu β Ca₂SiO₄ granular, 4- agregate din zgură cu δ Ca₂SiO₄ fibros N II, \approx 40 x .

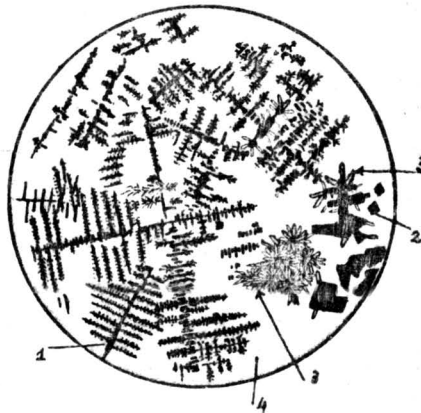


Fig. 82 - Vitroceraam din zgură de cupru: 1-hercinit cu structură scheletică, 2-hercinit - cristale izometrice, 3-willemit - cristale aciculare, 4-masa sticloasă; N II, \approx 100 x .

VI.2.2. Compoziție chimică.

Principalii compuși oxidici prezenți în cenuși sînt: silica SiO_2 , alumina Al_2O_3 , oxizii de fier - în deosebi Fe_2O_3 , dar și sub formă de FeO și Fe_3O_4 , calcea CaO , oxidul de magneziu MgO , oxidul de sodiu Na_2O , oxidul de potasiu K_2O , anhidrida sulfurică SO_3 ; în cantități reduse se mai întîlnesc sub forma diferitelor combinații: titan, beriliu, germaniu, fosfor, bor, molibden, mangan.

VI.2.3. Compoziția mineralogică

Decarece topitura este supusă unei răcirii rapide trece în cea mai mare parte în stare vitroasă, încît în compoziția sa sticla ocupă 50-90% iar restul sînt componenți cristalizați: mullit 9-35%, cuarț 1-12%, magnetit 0-5%; hematit 0-8%; mai pot apare feldspați, anhidrit.

VI.2.4. Clasificare

a) După criteriul chimic:

- cenuși silicoaluminice, în compoziția cărora predomină

SiO_2 și Al_2O_3

- cenuși sulfocalcice - avînd drept compuși principali CaO

și SO_3 ;

- cenuși netipice - a căror compoziție nu este dominată de

nici unul din oxizii principali menționați mai sus.

b) După vîrsta geologică a cărbunilor, din arderea cărora

provin, se deosebesc:

- cenuși de uilă

- cenuși de cărbune brun

- cenuși de lignit

Cenușile de termocentrală din țara noastră sînt silico-aluminice și provin din arderea hulei, cărbunilor brun, lignitului și șisturilor bituminice.

În majoritatea termocentralelor din țară se folosesc pentru combustie ligniți.

Dintre termocentralele din țară, cele de la Mintia și Paroșeni (jud. Hunedoara) utilizează cărbuni bruni și huile din V. Jiului sau de la Anina, iar celelalte: Ișalnița (jud. Dolj), Rovinari (jud. Gorj), Oradea (jud. Bihor) Doicești (jud. Dimbovița) și Ovidiu (jud. Constanța) lignit.

VI.2.5. Domenii de utilizare

Cantitățile mari de cenușă de termocentrală care ating milioane de tone pe an, ocupând suprafețe importante de teren au pus mai ales în ultimii ani - problema valorificării lor.

Pe prim plan se situează folosirea la obținerea lianților, caracterizați prin: rezistență mai bună la îngheț-dezgeț, prin căldura mai redusă de hidratare și contracție mai mică la uscare, decât a cimentului portland.

Aceste cimenturi se utilizează la confecționarea betoanelor cu mărci pînă la B 250, pentru construcții hidrotehnice; Ia betoane ușoare și betoane celulare autoclavizate (PC 300 și PC 400).

Menționăm că cenușile de termocentrală sînt folosite în industria materialelor de construcții, de fapt ca un subprodus industrial, după ce, prin anumite procedee, s-au extras din ele oxizii de fier, și alumina; în mod neașteptat după această separare a oxizilor, calitățile specifice ale cenușilor se ameliorează.

Alte domenii de utilizare:

- panouri pentru pereți; plăci izolatoare; blocuri de zidărie; straturi rutiere de bază și de fundație;
- prefabricate din beton, tuburi din beton;
- prefabricate armate cu fibre de sticlă;
- produse speciale refractare și antiacide;
- injecții, ecrane, substraturi drenante.

VII. PIATRA NATURALA PENTRU CONSTRUCTII

VII.1. Definiție-generalități

Prin termenul de piatră naturală pentru construcții se înțeleg rocile magmatice, metamorfice și sedimentare, utilizate în stare naturală, sparte sau prelucrate ca materiale de zidărie, la lucrări de finisaj interioare și exterioare, la lucrări de drumuri, căi ferate și monumente.

Datorită calităților deosebite ale multor roci sau "pietre naturale" și în deosebi a durabilității lor în timp, ușurinței întreținerii și frumuseții culorilor, în istoria amenirii acestea au fost larg folosite în construcții, fie sub formă de blocuri pentru fundații și ziduri, fie după o oarecare prelucrare manuală sau mecanică - ca ornamente ale clădirilor sau în sculptură. Așa se explică, de ce, cu toate greutatea prelucrării și transportului, pînă la descoperirea unor materiale artificiale - și în primul rînd al betonului - marile lucrări de artă - palate, temple, catedrale; lucrări ingineresti: tunele, poduri, apeducte, drumuri - au fost executate aproape exclusiv din piatră naturală.

În țara noastră remarcabile lucrări monumentale ale civilizației antice sînt construite din piatră autohtonă dintre care amintim cetatea Sarmizegetuza, la care s-a folosit marmură de Bucova (jud. Caraș Severin) și andezite de Uroiu (jud. Hunedoara) - monumentul de la Adamclisi), construit din calcare numolitice eocene de la Lespezi (jud. Constanța); de asemeni mănăstiri din epoca feudală, dintre care cele mai renumite sînt: mănăstirea Curtea de Argeș - din calcare eocene de la Albești-Muscel, cunoscute și sub numele de "Piatră de Cîmpulung" sau biserica Trei Ierarhi din Iași și mănăstirea Putna - din gresile albe oligocene de tip Kliwa de la Molid (jud. Suceava), la care au lucrat generații de pietrari iscusiți.

Calitatea pietrei naturale românești a făcut ca ea să fie utilizată încă de demult și la unele construcții în străinătate cum ar fi grănitul din nordul Dobrogei - la pietruirea străzilor din Constantinopol și Odesa și calcarele grezoase eocene de la Baciu (jud. Cluj), la construirea parlamentului din Budapesta.

VII.2. Cercetări de ordin mineralogic-petrografic și tehnice ce se efectuează asupra rocilor utilizate ca piatră naturală pentru construcții.

Diversitatea formelor sub care se găsește piatra naturală și a caracteristicilor ei, precum și diversitatea lucrărilor de construcții și a elementelor ce le compun, impune ca alegerea acestora pentru astfel de lucrări să se facă în urma stabilirii pe de o parte a caracteristicilor mineralogice-petrografice, iar pe de altă parte, a caracteristicilor fizico-mecanice. Cercetările ce se efectuează asupra rocilor în vederea utilizării lor în construcții constau în observații și analize, atât pe teren, cât și în laborator. În cadrul acestei lucrări vom menționa numai pe cele de laborator.

VII.2.1. În urma examinării probelor de roci, macroscopic și cu ajutorul microscopului se stabilesc următoarele caracteristici mineralogice-petrografice:

Structura și textura - permit să se determine raporturile dintre componentii mineralogici, cât și dispoziția în spațiu a diferitelor părți din rocă: grad de cristalizare, dimensiunile granulelor, grad de sortare, modul în care sînt unite între ele granulele, compactitatea și să se aprecieze influența lor asupra calităților de rezistență, omogenitate, porozitate etc.

Astfel, structurile echigranulare generează valori constante ale caracteristicilor fizico-mecanice, iar mărimile acestor valori sînt influențate, în cadrul aceleiași structuri, de mărimea granulelor: structurile microcristaline echigranulare vor fi caracterizate prin valori ale caracteristicilor fizico-mecanice mai ridicate decît acelea inechi-

granulare, încît, ca urmare a neomogenității structurale, la majoritatea rocilor magmatice din faciesul efusiv, porfiric, se vor întilni valori mai mici decît la cele intrusive.

Compoziții mineralogici pot să aple în contact direct între ei, încît sînt uniți prin simplă adeziune; acesta este cazul rocilor magmatice cu structură granulară, al șisturilor cristaline și al rocilor sedimentare de tipul calcarelor compacte. Rezistența acestor roci crește atunci cînd compoziții mineralogici au conture dințate și se angrenează reciproc; de asemeni și în cazul în care compoziții cei mai duri, cum ar fi curțul, sînt răspîndiți uniform în masa rocii.

Compoziția mineralogică-chimică

Stabilirea compoziției mineralogice - chimice are o importanță deosebită deoarece este o strînsă legătură între aceasta și rezistența rocilor la eforturile mecanice la care vor fi supuse în urma utilizării lor și la acțiunea agenților externi.

Prezența compozițiilor vitroși micșorează considerabil rezistența rocilor; astfel: bazaltul cu olivină cristalizat, cu granulația fină poate atinge rezistența la compresiune de 5.000 kgf/cm^2 pe cînd lava bazaltică vitroasă are rezistența de $150-300 \text{ kgf/cm}^2$. Predominarea mineralelor cu duritate mare contribuie la îmbunătățirea rezistenței mecanice a rocilor.

Prezența apei în roci pînă la saturare diminuează în general caracteristicile fizico-mecanice cu 25-30%.

Odată stabilită compoziția mineralogică permite să se determine natura petrografică și în același timp clasificarea tehnico-geologică imediată; pe această bază se poate aprecia cu aproximație calitatea și posibilitățile de utilizare a rocii.

Astfel, rocile magmatice și în deosebi cele bazice, sînt cele mai rezistente; urmează rocile metamorfice de grad înalt și șistozitate redusă și în cele din urmă rocile sedimentare cimentate cum sînt gresile și conglomeratele cuarțitice, calcarele etc.

Culoarea rocilor - reprezintă un criteriu important în alegerea lor pentru construcții, deoarece aceasta determină posibilitatea utilizării sau nu, ca piatră ornamentală și totodată ajută la stabilirea gradului de alterație.

Din punct de vedere al coloritului se deosebesc: roci monocrome și roci policrome.

Rocile monocrome - sînt roci ~~monominerals~~ care își datorează culoarea, culorii naturale a mineralului ce le alcătuiesc, astfel: marmurele, calcarele, amfibolitele. Culorile: alb, verde, negru, roz - dau o calitate superioară. În cadrul aceleiași culori însă, nuanțele și venaturile au de asemenea un rol important în determinarea calității.

Rocile policrome - sînt roci poliminerale; culorile proprii ale mineralelor se combină într-un colorit care este cu atît mai uniform cît granulația este mai fină. Atunci cînd unul din minerale predomină asupra celorlalte, culoarea lui determină culoarea rocii.

Astfel, în cazul rocilor magmatice culoarea roz este dată de către ortoză sau microclin, cea albă de feldspatul plagioclaz, culoarea verde deschisă de către olivină sau epidot, iar cea neagră de piroxeni și amfiboli.

Culoarea rocilor sedimentare este determinată de diferiți pigmenti sau granule fine de minerale: culoarea brună se datorește limonitului, cea cenușie-neagră, substanțelor organice etc.

În alegerea rocilor mai ales a celor ornamentale, trebuie avut în vedere că repartiția inegală a culorilor este foarte importantă din punct de vedere al aspectului și că acțiunea agenților atmosferici joacă un rol important, deoarece sub influența acestora ~~majoritatea~~ își schimbă aspectul: unele roci cu timpul capătă o tonalitate caldă, foarte plăcută ca urmare a alterării mineralelor fin diseminate iar altele se pătează tot datorită alterației unor minerale concentrate în anumite puncte.

Din punct de vedere practic interesează și durata culorii unei roci care depinde de:

- compoziția chimică-mineralogică, structură și textură;
- mediul în care sînt expuse: în interiorul construcțiilor culorile durează mai mult decît la exterior;

- netezimea suprafețelor: rocile bine lustruite nu numai că devin mai strălucitoare, dar nu absorb gaze, și pe ele nu se depune praf și nu se fixează organisme vegetale, care le-ar dezagrega. Cel mai bine se lustruiesc rocile alcătuite din minerale cu aceeași duritate cum ar fi granitele sau cele monominerale ca marmura; rocile compacte se lustruiesc mai bine decît cele poroase.

Spărtura rocilor poate să fie foarte variată; cele mai multe au spărtură neregulată, altele așchioasă, concoidală etc.

Gradul de alterație al rocilor este determinat de acțiunea agenților exogeni. Indicații asupra alterării îl dau: argilizarea feldstațiilor, limonitizarea mineralelor feromagneziene, decolorarea rocilor colorate, ușoara sfărîmare, aspectul mat al spărturii precum și mirosul de argilă obținut prin aburirea rocilor magmatice sau metamorfice.

Omogenitatea rocilor reprezintă de asemeni o caracteristică esențială, care le recomandă sau nu spre a fi utilizate ca material de construcție.

O rocă este considerată omogenă atunci cînd îndeplinește următoarele condiții: să nu aibă fisuri sau goluri umplute cu material străin și să nu aibă porțiuni moi sau concrețiuni dure care ar constitui impedimente la tăiere.

Omogenitatea se verifică prin sunetul pe care rocile îl dau la lovire cu ciocanul. O rocă fără defecte dă un sunet clar și se sparge în fragmente, pe cînd o rocă cu defecte dă un sunet surd și se sfarmă în praf.

VII.2.2. Caracteristicile fizico-mecanice

O cercetare realistă trebuie să aibă în vedere pe lângă rezultatele observațiilor și a analizelor mineralogice-petrografice-chimice și rezultatele încercărilor fizico-mecanice, pentru recomandarea direcțiilor în care vor trebui folosite rocile în domeniul construcțiilor.

S-a arătat mai înainte corelația strinsă care există între compoziția mineralogică și structură, pe de o parte, și comportamentul rocii față de acțiunea agenților fizici și chimici și a solicitărilor mecanice pe de altă parte.

Deoarece în standardele de Stat în vigoare, la fiecare rocă din țara noastră care se exploatează în mod organizat și este utilizată ca piatră naturală pentru construcții se dau caracteristicile fizico-mecanice, ele trebuie să fie cunoscute, deci considerăm necesară precizarea definiției acestor caracteristici.

1) Densitatea ρ Prin densitate se înțelege masa unității de volum efectiv al rocii (fără pori sau goluri), exprimată în kg/m^3 sau g/cm^3 . Se definește prin raportul $\rho = \frac{m}{V}$.

2) Densitatea aparentă ρ_a - reprezintă raportul dintre masa m și volumul aparent V_a al rocii, exprimată în kg/m^3 sau g/cm^3 .

Prin volumul aparent V_a se înțelege volumul propriu-zis al rocii la care se adaugă volumul porilor și al golurilor $\rho_a = \frac{m}{V_a}$

Densitatea în grămadă sau în vrac ρ_g - se referă la materialele alcătuite din granule, între care există goluri (ciment, nisip, pietriș, etc.) și reprezintă raportul dintre masa m a materialului granular și volumul său în grămadă V_g , care cuprinde volumul solid al materialului, porii granulelor și golurile dintre granule:

$$\rho_g = \frac{m}{V_g}$$

3) Compactitatea-c - reprezintă volumul materialului solid din unitatea de volum aparent al rocii și se exprimă în procente. Se calculează astfel:

$$c\% = \frac{V}{V_a} \times 100 \quad \text{sau} \quad c\% = \frac{f_a}{\rho} \times 100$$

4) Porozitatea-n - caracterizează gradul de neumplere al volumului unui material cu substanță solidă. În funcție de natura porilor se deosebesc 2 tipuri de porozități: totală și aparentă (deschisă).

În mod curent se ia în considerație doar porozitatea totală n, care reprezintă volumul total al porilor V_p - închiși și deschiși - din unitatea de volum aparent al rocii și se exprimă în procente:

$$n\% = \frac{V_p}{V_a} \times 100$$

Rocile magmatice intrusive și cele metamorfice au porozități între 1-5%. Granitele au porozitatea mai mare decât gabbrourele (1-2%). Rocile efusive au porozitatea și mai mare, cuprinsă între 5-30%.

5) Absorbția de apă - a_1 - este cantitatea de apă distilată reținută în pori pînă la saturație de unitatea de masă uscată a rocii; se exprimă în procente:

$$a_1\% = \frac{m_1 - m}{m} \times 100 \quad \text{în care: } m = \text{masa epruvetei uscată la } 105 - 110^\circ\text{C.}$$

m_1 = masa epruvetei saturată cu apă la temperatura normală.

Absorbția de apă este mai mică decât porozitatea totală, deoarece apa nu pătrunde în porii închiși și nu este reținută de porii mari.

6) Coefficientul de saturație S - reprezintă gradul de umplere cu apă a porilor deschiși, la presiune și temperatură normală, față de cel obținut în alte condiții de temperatură și presiune (menționate în STAS - 6200/13 - 73).

$$S = \frac{a_j}{a_1} \quad \text{în care: } a_1 = \text{absorbția de apă la temperatura și presiune normală (\%)}$$

$$j = 2, 3, 4.$$

7) Rezistența la compresiune σ_{rc} - este rezistența pe care rocile o opun tendinței de rupere prin strivire, încercare ce se efectuează de obicei pe epruvete cubice, cu latura de 5 cm, se măsoară în daN/cm².

Se calculează după formula:

$$\sigma_{rc} = \frac{F_r}{A_0} \quad \text{în care: } F_r = \text{încărcerea maximă înregistrată la ruperea epruvetei în daN.}$$

A_0 = aria inițială a secțiunii transversale a epruvetei în cm².

Rezistența la compresiune reprezintă criteriul după care s-ar putea stabili "marca" rocii, așa cum este ea stabilită la diferite materiale de construcție artificiale: betoane, cimenturi etc.

De obicei rezistența la compresiune se notează cu σ_{rcu} - rezistența la compresiune în stare uscată.

8) Rezistența la gelivitate σ_{rcg} sau rezistența la îngheț-dezghet reprezintă numărul de cicluri succesive îngheț-dezghet pe care le poate suporta o rocă fără ca micșorarea rezistențelor mecanice și pierderea de greutate să scadă sub anumite limite stabilite prin norme.

Determinările se fac pe epruvete cu $l = 5$, supuse la un număr de 25 cicluri de îngheț și dezghet.

Coefficientul de înmuiere la gelivitate: $\eta_g = \frac{R_{cu} - R_{cgg}}{R_{cu}} \times 100$

unde

R_{cu} = rezistența de rupere la compresiune a epruvetei în stare uscată.

R_{cgg} = rezistența de rupere la compresiune după solicitarea la îngheț-dezghet.

Coefficientul de gelivitate: $\mu_g = \frac{m_s - m_g}{m} \times 100$

în care

m - masa epruvetelor uscate

m_g - masa epruvetelor după solicitarea la îngheț-dezghet

m_s - masa epruvetelor saturate cu apă înainte de ciclul de

îngheț-dezghet.

9) Rezistența la uzură prin frecare U - se exprimă prin pierderea de masă a unei roci prin șlefuire, raportată la suprafața de șlefuit și se exprimă în g/cm^2 .

$$U = \frac{m - m_1}{A_0} \quad \text{în care: } m = \text{masa inițială a epruvetei în g.}$$

$m_1 = \text{masa finală a epruvetei în g.}$

$A_0 = \text{aria inițială a feței pe care se exercită șlefuirea în cm}^2$.

10) Rezistența la șoc mecanic-k - reprezintă rezistența la lovituri repetate și se exprimă în daN cm/cm^3 .

Se calculează după formula:

$$k = \frac{L}{V_a} = \frac{Ghn(n+1)}{2V_a} \quad \text{în care: } L = \text{lucru mecanic de sfărîmărire în daNxcn.}$$

$V_a = \text{volumul aparent al epruvetei în cm}^3$

$G = \text{greutatea berbecului în daN.}$

$h = \text{înălțimea inițială de cădere în cm.}$

$n = \text{numărul de lovituri.}$

11) Modulul de elasticitate static la compresiune-E - se definește ca raportul între creșterea efortului unitar normal și creșterea deformației specifice corespunzătoare, înregistrată între $0,05 R_{pr}$ și $0,30 R_{pr}$ (R_{pr} reprezintă rezistența prismatică a rocilor tari). Modulul de elasticitate se exprimă în daN/cm^2 sau kgf/cm^2 și se calculează după formula:

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = \frac{\sigma_i - \sigma_d}{\varepsilon_i - \varepsilon_d} \quad \text{în care: } \sigma_i = 0,30 R_{pr} \text{ în daN/cm}^2$$

$\sigma_d = 0,05 R_{pr} \text{ în daN/cm}^2$

$\varepsilon_i = \text{deformația specifică la efortul unitar } \sigma_i$.

ϵ_d = deformația specifică
la efortul unitar $\bar{\sigma}_d$.

În lucrările mai noi, unele din caracteristicile fizico-mecanice sînt exprimate astfel:

- greutatea volumetrică γ - dată în N/m^3 - reprezintă raportul dintre greutatea rocii și volumul aparent al acesteia (inclusiv volumul porilor).

- umiditatea este cantitatea de apă pe care o conține un material la un moment dat, notată cu W și exprimată în procente %. Se calculează după formula:

$$w = \frac{G_1}{G_s} \times 100 \text{ în care: } G_1 = \text{greutatea apei din porii rocii în g.}$$

$$G_s = \text{greutatea rocii în stare uscată în g.}$$

- în cadrul deformațiilor elastice ale rocilor se utilizează coeficientul lui Poisson - μ coeficientul de contracție transversală care este raportul dintre contracția laterală și dilatația longitudinală, în cazul unei bare alungite elastic, sub acțiunea unui stress de tracțiune sau, raportul dintre dilatația laterală și scurtare, în cazul unei bare scurtate elastic, sub acțiunea stressului de compresiune.

Cele două tipuri de stress se deosebesc numai prin semn.

VII.3. Clasificarea pietrei naturale pentru construcții.

Piatra naturală pentru construcții se clasifică după mai multe criterii, dintre care vom lua în considerare pe cele mai folosite:

VII.3.1. După geneză se deosebesc:

- roci magmatice
- roci metamorfice
- roci sedimentare

VII.3.2. După direcția de utilizare a rocilor în construcții:

- piatră naturală pentru construcții de clădiri
- piatră naturală pentru drumuri

- piatră naturală pentru căi ferate
- piatră ornamentală

Pentru aceste patru direcții de utilizare sînt indicate toate tipurile genetice de roci.

Următoarele tipuri de roci magmatice sînt indicate pentru primele trei categorii de lucrări ("piatră ornamentală" va fi tratată separat): granite, diorite, gabbrouri, porfire, dacite, andezite, bazalte; pentru primele două categorii se indică și granodioritele; în lucrările de drumuri ordinea preferințelor cuprinde mai întîi pe cele efusive și anume; porfire, andezite, dacite.

În STAS-uri (1974) sînt prezentate următoarele roci magmatice care se exploatează în prezent în țara noastră ca piatră naturală pentru primele trei categorii de lucrări:

- Andezit de Chileni-Suseni - STAS - 6771 -74
- Andezit de Malnaș-Bixad - STAS - 6621-70 și 77
- Andezit de Pietroasa - STAS - 7010-74.
- Bazalt de Măgura Sîrbi - STAS - 7962-76
- Bazalt de Racoș - STAS 6817-63
- Bazalt de Sanovița-Lucărăț-Zăbrani-STAS - 8075-76
- Dacit și andezit de Ilva - STAS - 7125 - 65
- Dacit de Poieni - STAS - 7199-74
- Granit de Iacobdeal și Fîntîna lui Manole - STAS - 6770-73
- Granit de Meri- STAS - 7499-66

Dintre rocile sedimentare:

- ca piatră pentru construcții de clădiri: gresii, calcare, tufuri vulcanice, dolomite, conglomerate, nisipuri, pietrișuri, bolovănișuri;
- ca piatră pentru drumuri: gresii, calcare, dolomite, conglomerate;
- ca piatră pentru construcții de căi ferate: gresii, calcare, conglomerate, grohotișuri, bolovănișuri.

In STAS este prezentată ca rocă sedimentară pentru construcțiile sus amintite: - Gresia de Urviș - STAS-7289-76.

Dintre rocile metamorfice sînt puține indicate a fi folosite ca materiale de construcție; astfel, pentru toate primele trei categorii de lucrări se recomandă: gnaise și cuarțite iar pentru prima, în plus și amfibolitele.

VII.3.3. După locul de proveniență:

- produse de balastieră
- produse ca carieră

Produse de balastieră

Aceste produse se prezintă sub formă de granule de diferite dimensiuni și se obțin prin extragerea din depozite naturale aluvionare; se folosesc ca atare sau după o prealabilă sortare și uneori și spălare în funcție de necesitățile cerute în construcții.

În mod curent, produsele de balastieră sînt denumite agregate naturale grele, avînd densitatea în grămadă în stare uscată și afinată de minimum 1200 kg/m^3 .

Produsele de balastieră se clasifică în funcție de mărimea granulelor în:

- nisip
- pietriș
- bolovani
- balast
- Nisipul este fracțiunea de agregat compusă din granule de

la 0,02 la 7 mm. În funcție de dimensiunile granulelor nisipul poate fi:

- nisip fin - 0,02 - 0,2 mm
- nisip mijlociu - 0,2 - 1 mm
- nisip mare 1 - 3 mm
- nisip grăunțos 3 - 7 mm

Utilizări:

La fabricarea betoanelor , a mortarelor, drept suport la pardoseli și pavaže, ca strat de protecție la cartoanele și pânzele bitumate etc.

Pietrișul reprezintă agregatul natural cu granulele cuprinse între 7-70 mm și se clasifică după mărimea granulelor în următoarele sorturi:

- pietriș mărgăritar : 7-16 mm
- pietriș mărunt: 16-31 mm
- pietriș mare: 31-71 mm

Utilizări: la confecționarea betoanelor, la lucrări de drumuri și în alte lucrări de construcție.

Bolovanii de râu - se caracterizează prin dimensiuni cuprinse între 71-160 mm și se folosesc la betoane masive și lucrări de drumuri.

Balastul este amestecul natural de nisip și pietriș în diferite proporții. Se produc următoarele sorturi:

- balast brut, neciuruit 0-160 mm - folosit la lucrări de drumuri;

- balast ciuruit care la rîndul său este de două tipuri: 0-31 mm și 0-71 mm utilizat ca agregat la betoane de mărci mici.

În țara noastră balastierele sînt numeroase, în aproape toate regiunile ; cităm pe cele mai importante: Doaga - pe V.Siretului lângă Tecuci; Ionești pe V.Argeșului lângă Gălești; Sebeș pe V.Oltului în apropiere de Sibiu; Ghioroc pe V.Mureșului în apropiere de Arad.

Produse de carieră

Piatra naturală rezultată prin exploatarea "la zi" în cariere se prezintă sub următoarele forme:

- piatră brută neprelucrată
- piatră prelucrată
- piatră obținută prin concasare
- piatră obținută prin măcinare.

Piatra brută este reprezentată prin blocuri mari, de formă neregulată, așa cum rezultă din exploatarea carierelor de roci stâncoase.

După destinație, piatra poate fi:

- piatră pentru anrocamente - se prezintă sub formă de blocuri mari pînă la $2m^3$ și este utilizată pentru consolidarea taluzurilor aflate sub apă, la baraje, diguri;

- piatră pentru pereuri, adică pentru construirea îmbrăcămintelor cu care se câptușesc taluzurile, malurile și șanțurile pentru a le proteja împotriva eroziunii apei și a murpărilor de pământ; se livrează sub formă de blocuri cu laturile cuprinse între 30-50 cm, prelucrate sumar cu ciocanul pentru a atenua neregularitățile de formă;

- piatra brută pentru fundații este reprezentată prin blocuri cioplite sumar cu ciocanul pentru a căpăta forme apropiate de trunchiul de piramidă și utilizată la fundații grele, lucrări de drumuri, etc;

- piatra brută pentru pavaie - rezultă prin cioplirea cu ciocanul, astfel încît să prezinte o față plană de formă poligonală; este utilizată la pavarea drumurilor cu trafic greu, laterale și de acces.

Piatra prelucrată în funcție de gradul de prelucrare și de destinație, poate fi de următoarele tipuri:

Moloane - blocuri prelucrate numai pe o singură față - cea aparentă - care este plană, de formă dreptunghiulară și pe fețele adiacente pe o adîncime de 3-7 cm, pentru a permite rostuirea; restul rămîne sub formă brută (fig. 83 a,b). Au dimensiuni de 25-60/18-25 / 20-40 cm; masa maximă 25 kg. Se folosesc la zidării masive; ziduri de sprijin, poduri de piatră etc.

Piatră de talie se prezintă ca blocuri de formă regulată, avînd 4,5 sau toate fețele prelucrate (fig. 84). Se utilizează la zidăria construcțiilor de importanță deosebită, monumentale; zidăria din piatră de talie se deosebește de toate celelalte zidării din piatră naturală prin aceea că rosturile sînt plane și paralele pe toată grosimea zidului.

Dale sau plăci de piatră au fața văzută pătrată sau dreptunghiulară, de diferite dimensiuni în funcție de solicitările arhitectonice de construcție, șlefuită sau lustruită, cu grosimea de 2 cm pentru piatra dură folosită la interior și de 4-6 cm pentru cele mai moi și folosite la exterior. Se utilizează la pardoseli și placașe, la pavarea aleilor trotuarelor, refugiilor.

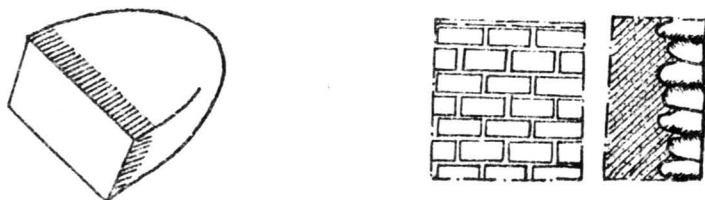


Fig. 83 - a - molon; b - zidărie din moloane;

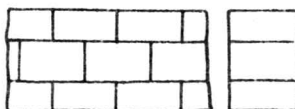


Fig. 84 - Zidărie din piatră de talie

Bordurile sînt blocuri de piatră naturală utilizate în lucrările de construire a drumurilor avînd următoarele dimensiuni: lungime 30-50 cm; lățime 12-30 cm; înălțime 13-25 cm; se livrează în 2 tipuri: de trotuar sau aparente pentru delimitarea trotuarului de partea carosabilă și îngropate pentru delimitarea îmbrăcăminților rutiere, cu o singură față văzută.

Bordurile au fețele văzute plane, cu muchii drepte și colțuri evidente; restul fețelor sînt cioplite grosier, cu denivelări pînă la 5 cm.

Pavelele - reprezintă de asemeni materiale de construcții pentru drumuri. Ele se clasifică în: pavele normale și abnorme.

Pavelele normale la rîndul lor sînt de 2 tipuri: dobrogean și transilvănean.

- Tipul dobrogean prezintă secțiune dreptunghiulară cu următoarele dimensiuni : 18 x 12 x 13 cm ;

- tipul transilvănean au secțiune patrată și înălțime egală cu a primului tip : 17 x 17 x 13 cm.

Pavelele abnorme au formă asemănătoare cu a pavelelor de tip dobrogean însă dimensiunile mai reduse (12-16 / 8-11 / 10-13 cm).

Pavelele trebuie să aibă fața aparentă, plană, cu muchii regulate și unghiuri drepte.

Butisele sînt pavele asemănătoare cu cele normale, însă au lungimea mai mare de 1,5 ori. Se folosesc pentru pavajul de rigolă.

Calupurile sînt cuburi de piatră cu latura de 9 cm. Se obțin manual prin cioplire sau mecanic.

Bolțar - piatră prelucrată după forma bolții în care este zidită.

Bornă de piatră - stîlp de piatră naturală cioplită, folosit pentru delimitări la drumuri, marcarea punctelor topografice și indicarea distanțelor de-a lungul căilor de comunicație.

Piatra obținută prin concasare, constă din două sorturi principale:

piatră spartă și criblură

Piatra spartă este denumită și agregat natural de carieră sfărîmat artificial. Se obține prin concasarea rocilor și are la rîndul ei mai multe sorturi , în funcție de dimensiunile granulelor.

- savura are granulația 0/8 mm

- splitul este de trei dimensiuni : 8/16; 16/25; 25/40 mm;

- piatra spartă normală 40/60 mm este denumită impropriu "macadam" și se utilizează ca piatră rezistentă la macadamuri x).

- piatra spartă mare 60/90 mm

Criblura este agregatul de carieră cu granulație de 3,15/25mm rezultat din dubla concasare a rocilor. Se livrează în 3 sorturi: 3,15/8; 8/15; 15/25 mm. Tot în categoria criblurilor intră și nisipul de concasaj cu dimensiunea de 0/3 mm.

Piatra de mozaic este materialul alcătuit din granule de dimensiuni 0/35,5 mm (selecționate în sorturi) sau din fragmente poliedrice avînd 2 fețe paralele cu laturile cuprinse între 20 și 150 mm și cu grosimea de 20-30 mm. Aceasta se obține din roci masive concasate sau din deșeuri rezultate la prelucrarea rocilor (mai ales din calcare și marmure) și se utilizează la confecționarea betoanelor mozaicate pentru pardoseli și alte lucrări.

Utilizări

Savura, sp. litul și criblura se întrebuintează pentru mixturi asfaltice și betoane de ciment, pentru fundații de drumuri și împietruiri.

Binder-ul reprezintă stratul de beton asfaltic, confecționat cu criblură de 3-25 mm, folosit ca strat de legătură între fundația unui drum și stratul de uzură, ce fundatîe la trotuarele de asfalt etc.

Piatra spartă normal și mare este destinată lucrărilor de drumuri; pentru balastarea căilor ferate, piatra spartă se livrează în dimensiunile:

- 20-70 mm pentru linii ferate normale.

- 20-50 mm pentru linii ferate înguste.

x) Macadam = îmbrăcăminte rutieră care constă din mai multe straturi succesive de piatră spartă, așezarea fiecărui strat fiind urmată de comprimarea cu compresorul.

Piatra obținută prin măcinare

Prin măcinarea fină a pietrei naturale concasată se obțin pulberi cuprinse sub denumirea de filere, cu granulație maximă de 0,09 mm.

Cel mai folosit în construcții este filerul de calcar; conținutul de carbonat de calciu al calcarului în acest caz trebuie să fie de cel puțin 90%. Se utilizează la obținerea produselor pe bază de lianți bituminoși (masticuri^x) asfaltice, mortare, betoane).

VII.3.4. d. Un alt criteriu de clasificare a pietrei naturale pentru construcție are la bază caracteristicile fizice și mecanice.

Astfel, având în vedere simultan, rezistența la compresiune în stare uscată și duritatea mineralelor care predomină în rocă (după scara de duritate a lui Mohs) acestea se clasifică astfel:

- roci foarte moi (cu rezistență la compresiune foarte slabă) duritatea 1-2 și cu rezistență sub 150 da N/cm². Exemple: argilele nisipoase, loessul;

- roci moi (cu rezistență la compresiune slabă) - duritatea 2-3 și rezistență cuprinsă între 150-600 da N/cm². Exemple: granite alterate, argile, marne, șisturi argiloase, unele calcare și gresii moi bauxită, tufuri vulcanice;

- roci cu duritate mijlocie (cu rezistență la compresiune medie) duritate 3-5 și rezistență cuprinsă între 601-1200 daN/cm². Exemple: calcare, breccii calcaroase, gresii, șisturi argiloase tari, șisturi micacee, cipolinuri, marmure moi, serpenti ne, trahite etc.

- roci dure (cu rezistențe la compresiune mare) duritate 5-6 și rezistență la compresiune 1201-2000 da N/cm². Exemple: rocile magmatice nealterate (andezite, diorite, gabbrouri, granite, pegmatite, porfire roșii, sienite, amfibolite marmure tari, gnaise, dolomite tari.

x) Mastic - liant preparat dintr-un amestec de substanțe minerale (praf de cretă) și substanțe vegetale (ulei de in), care se întărește în aer și servește la umplerea crăpăturilor, a orificiilor, făcând să adere obiecte de natură diferită.

- roci foarte dure (cu rezistență la compresiune foarte mare) duritatea 6 și rezistență peste 2000 da N/cm². Exemple: bazalte, corneene, gresii și conglomerate cuarțitice, cuarțite, diabaze, gabbrouri tari, peridotite, riolite, silex.

VII.4. Descoperirea principalelor tipuri de roci ce se exploatează în prezent în țara noastră ca piatra naturală pentru construcții de clădiri, drumuri și căi ferate.

VII.4.1. Granit de Iacobdeal

Localizare. Carierele de granit sînt situate în culmile Iacobdeal și Turcoaia (dealul lui Manole din Dobrogea de nord) care aparțin Munților Măcin (jud Tulcea).

Caractere petrografice

Granitul de Iacobdeal este un granit alcalin, rocă magmatică intrusivă. Caracterul său alcalin este determinat de prezența felspațiilor potasici și sodo-potasici dintre mineralele leucocrate și în deosebi a riebeckitului și mai puțin a egrinului, dintre mineralele mafice.

Macroscopic, acest granit are aspect compact culoarea în ansamblu este cenușie, cu nuanțe gălbui sau roz.

Structura este holocristalină, hipidiomorf granulară sau alotriomorf granulară, de granulație medie, rareori cu structură aplică sau micro pegmatitică.

Textura este masivă.

Compoziția mineralogică: feldspați alcalini, cuarț, amfiboli alcalini, piroxeni alcalini, zircon, minerale opace, minerale secundare. Sub microscop se constată că felspații sînt reprezentați prin ortoza și microclin-micropertitice și foarte rar prin plagioclaz albitic; aceștia participă în proporție de 60-65% (fig. 85) .

Ortoza apare sub formă de cristale ușor alungite, cu contur neregulat, dantelat, adesea maclată după legea lui Karlsbad și cu aspect

încrătit, datorită concreșterii micropertitice cu albitul.

Frecvent prezintă incluziuni aciculare de riebeckit, divers orientate.

Microclin partitul se recunoaște datorită macelațiunii caracteristice în rețea, concomitent după legea albitului și periclinului.

Dimensiunile feldspaților ajung pînă la 5 mm.

Atît ortoza cît și microclinul prezintă adesea aspect tulbure datorită proceselor de argilizare.

Albitul de obicei lipsește, dar dacă apare în proporție redusă - își trădează prezența prin macle polisintetice după legea albitului.

Quartțul este allotriomorf, sub formă de granule larg dezvoltate pînă la 3 mm diametru, frecvent cu extincție ondulatorie, în proporție de cca 30-35 %.

Riebeckitul $\text{Na}_2\text{Fe}_3^{++}\text{Fe}_2^{+++} [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$ este mineralul mafic caracteristic și cel mai răspîndit al acestor granite. Se prezintă xenomorf, cu dimensiuni pînă la 0-3 mm, de culoare verde-albastră pînă la verde-neagră, cu pleocroism latent: n_p - verde albastru închis verde negru; n_g = brun-gălbui. Relief pronunțat pozitiv. Birefringență scăzută: $n_g - n_p = 0,006 - 0,016$, cenușie-albă de ord. I, acoperită de culoarea proprie. Alungire negativă.

Extincție asimetrică $c : n_p = 1-8^0$. Mineral biax (-); $2V = 40-90^0$. Proporția de riebeckit este de cca 5-10 %. Uneori riebeckitul este transformat periferic într-o varietate de azbest-crocidolit. Rar, mai pot fi prezenți și alți amfiboli alcalini: arfvedsonitul sau hastingsitul.

Dintre piroxenii sodici în unele varietăți apar egirinul și egirin-augitul.

Egirinul $\text{NaFe} [\text{SiO}_3]_2$ se deosebește de riebeckit prin culoarea verde deschisă, cu pleocroism accentuat ie la verde deschis după n_p pînă la gălbui maroniu deschis după n_g . Cristalele sînt prismatice, pînă la aciculare.

Relieful este puternic pozitiv. Birefringență ridicată; polarizează în culori roz-verzui de ord. III, influențate de culoarea proprie. Alungire negativă. Extincție asimetrică $C: n_p = 8^\circ$, Biax (-) $2V = 60-70^\circ$.

Dintre mineralele accesorii este prezent zirconul, sub formă de cristale scurte sau granule izometrice, cu relief puternic pozitiv și birefringență ridicată roz-verzui de ord. III.

Mineralele secundare : epidotul și crocidolitul.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valorii medii) conform STAS 6770-73.

Caracteristici fizico-mecanice.	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră concasată
Densitate kg/dm^3	2,66	2,66
Densitate aparentă kg/dm^3	2,63	2,63
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1,455-1,505
Compactitate	98,80	98,80
Porozitate totală %	1,20	1,20
Absorbția de apă %	0,21	0,9-1,05
Rezistență la compresiune: - în stare uscată da N/cm^2	2300	
- după 25 cicluri de îngheț-dezghet	2100	
Rezistență la uzură în stare uscată g/cm^2	0,02	
Rezistență la șoc mecanic da $\text{N cm}/\text{cm}^3$	45	
Rezistență la sfărîmarea prin șoc %:		85
Rezistență la sfărîmarea prin compresiune % în stare uscată:		74
Coefficient de gelevitate %		1%

Utilizări

Piatră pentru drumuri, căi ferate și construcții de clădiri, sub formă de piatră brută, piatră concasată și piatră cioplită; pot fi folosite și ca placaje ornamentale pentru că se lustruiesc bine, însă sînt roci dure, ceea ce necesită o cantitate mai mare de energie decît alte roci (calcare, marmure etc.).

VII.4.2. Granit de Meri

Localizare

Extragerea granitului se face din versantul stîng al Văii Bratcu, afluent drept al V.Jiului (jud.Gorj).

Caractere petrografice

Granitul de Meri este o rocă magmatică intrusivă și reprezintă un facies al plutonului de Susița (Munții Vulcan) care este alcătuit preponderent din roci cu compoziția granodioritică sau adamelică, mai rar granitică.

Macroscopic, roca este compactă, de culoare cenușie, pînă la cenușie-verzuie.

Structura este holocristalină, hipidiomorf granulară, uneori microgranulară. Textura masivă, cu tendință de orientare.

Compoziția mineralogică: feldspați, cuarț, hornblendă, biotit, zircon, apatit allanit (ortit), oxizi de fier și foarte rar monazit.

Dintre mineralele leucocrate feldspații sînt reprezentați în deosebi prin placioclazii (de compoziție oligoclaz-andezin) adesea idiomorfi, macleți polisintetic după legea albitului sau complexul albit + Karlsbad, mai rar periclin, uneori cu structură zonală alcătuită dintr-un nucleu (cu 8-12% An) adesea alterat și o aureolă de albit (4-5% An) (fig.86). În urma alterației placioclazul este înlocuit cu un agregat fin sericitos-caolinos, la care se adaugă granule mărunte de zirconit, ceea ce contribuie la pierderea transparenței.

Feldspatul potasic-ortaza micropertitică apare xenomorfă. Dimensiunea maximă la care ajung feldspații este de 5 mm și proporția 50-70%.



Fig. 85 - Granit de Iacobdeal : 1-cuarț, 2-ortoză perititică , 3-riebeckit; N +, ~40 x



Fig. 86 - Granit de Meri: 1-feldspat plagioclaz, 2-ortoză cu maclă de Karlsbad, 3-cuarț, 4-hornblendă comună, 5-biotit; N +, ~25 x.

Quartul este xenomorf , în proporție de 15-30%.

Ca minerale melanocrate, amfibolul de tip hornblendă, se prezintă sub formă de cristale prismatice alungite; are pleocroism evident: n_g - verde brun, n_p - gălbui; $c_{1n_g} = 24^0$; în unele varietăți foarte acide, lipsește. Proporția în rocă este de 2-10%. Un alt mineral mafic este biotitul; o varietate brună, intens pleocroică, de obicei subordonat cantitativ hornbledei. Remarcăm gradul mai mult sau mai puțin avansat de alterație, atât al feldspaților, cât și al mineralelor mafice.

Astfel, pe lângă argilizarea plagioclazului, are loc înlocuirea feldspatului potasic cu albit fin maclat de temperatură scăzută - schachbrettalbit; hornblendă primară se transformă într-un amfibol fibros de culoare slab verzui; biotitul este frecvent eleritizat.

Pe fisurile din cadrul rocilor se observă uneori filonașe cu un amfibol fibros din seria actinot-tremolit.

Rocile transformate prezintă o culoare verzui, caracteristică zonelor de hidrotermalizare ale granitoidului de Sasșița.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

Conform STAS 7499 - 75:

Caracteristici fizico-mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră spartă.
1	2	3
Densitate kg/dm ³	2,78	2,76
Densitate aparentă kg/dm ³	2,74	2,67
Densitate în grămadă în stare uscată t/m ³		1,350
Compactitate %	98	97
Porozitate totală %	2	3
Absorbția de apă %	0,30	0,45 - 0,90
Rezistența la compresiune		
- în stare uscată daN/cm ²	1400	
- după 25 cicluri îngheț-dezgeț	1050	

1	2	3
Rezistență la uzură în stare uscată g/cm ²	0,10	
Rezistență la șoc mecanic de N cm/cm ³	50	
Rezistența la sfărâmare prin șoc %		87
Rezistența la sfărâmare prin compres. în stare uscată %		75
Coeșicient de gel vitate %	0,04	0,05

Utilizări : ca piatră brută și piatră spartă, în deosebi pentru drumuri, căi ferate și diferite alte tipuri de construcții (criblură, pavele, moloane).

VII.4.3. Dacit de Poieni

Localizare

Aceste dacite se exploatează în carierele situate în versantul stîng al V.Crișului, în apropierea stației CFR Poieni (jud.Cluj).

Caractere petrografice

Dacitul de Poieni este o rocă magmatică efusivă sau vulcanică.

Macroscopic prezintă în ansamblu culoarea cenușie deschisă.

Se caracterizează prin structură porfiroică tipică, determinată de prezența fenocristalelor de feldspați-albe - care predomină, de cuarț-încolor, sticloase, de hornblendă și biotit - negre, toate înglobate într-o pastă de culoare cenușie.

Sub microscop se observă că (fig. 87) feldspații sînt reprezentați prin plagioclazi sub formă de cristale larg dezvoltate, idiomorfe, prismatice, cu lungimea de obicei de 3-7 mm, în proporție de cca 25%-35% de tip oligoclaz-andezin. Frecvent sînt maclați polisintetic, după legea albitului sau după complexul albit + Karlsbad; unele cristale au structuri zonare evidente. Rareori plagioclazii sînt proac-

peți de obicei sînt străbătuți de microfisuri, mai dese la periferia cristalelor și mai mult sau mai puțin paralele între ele, cu alură ondulată; aceste fisuri constituie căi de acces, pe care se propagă argilizarea sau carbonatizarea.

Feldspatul potasic - orteza - apare foarte rar sub formă de fenocristale, în mod obișnuit participă la compoziția pastei microcristaline ca microfenocristale prismatice, ușor alungite cu margini dantelate maclate după legea de Karlsbad și slab argilizate.

Cuarțul apare atît ca fenocristale, caracterizate prin conture puternic corodate, sinuoase, cît și în pastă, ca granule izometrice imprimîndu-i aspect micropavimentos. Fenocristalele de cuarț conțin uneori incluziuni de pastă microcristalină ; proporția 5-10%.

Hornblenda comună se prezintă sub formă de fenocristale prismatice alungite sau în secțiuni bazale pseudohexagonale, cu 2 direcții de clivaj la 124° , de culoare verde-brună , cu pleocroism intens de la verde-brun la gălbui-verzui. Extincția $e : n_g = 11-14^{\circ}$. Adesea prezintă macle din 2 indivizi sau polisintetice și fisuri transversale. Dimensiunile cristalelor de hornblendă sînt mai reduse decît cele ale feldspaților plagioclazi 3-5 mm, iar proporția de 2-6%.

Biotitul se întîlnește cu habitusul caracteristic lamelar cu pleocroism puternic de la brun închis la gălbui uneori cloritizat avînd dimensiuni de 2-3 mm și în procent de 3-5%.

Apatitul este mineralul accesoriu comun al acestor dacite sub formă de cristale prismatice fine, în cadrul pastei.

Mineralele opace apar ca granule fine de magnetit. Pasta este microcristalină, constituită din feldspați și cuarț sau criptocristalină .

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

STAS 7199 - 74

Caracteristici fizico-mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră spartă.
Densitate kg/dm^3	2,70	2,66
Densitate aparentă kg/dm^3	2,60	2,50
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1,280-1,475
Compactitate %	96	97
Porozitate totală %	4	3
Absorbția de apă %	0,46	1,13
Rezistența la compresiune:		
- în stare uscată da N/cm^2	1600	
- după 25 cicluri îngheț-dezghet	1400	
Rezistența la uzură în stare uscată g/cm^2	0,05	
Rezistența la șoc mecanic da N/cm^3	22	
Rezistența la sfărîmare prin șoc %		90
Rezistența la sfărîmare prin compresiune în stare uscată%		77
Coefficient de gelivitate %		0,02

Utilizări. Sub formă de piatră brută, piatră concasată și piatră cioplită se folosește la construcții de drumuri, de căi ferate oit și la agregate grele pentru betoane.

VII.4.4. Andezit de PietroasaLocalizare

Cariera se află în dealul Pietroasa la SV de Deva (jud. Hunedoara).

Caractere petrografice

Andezitul de Pietroasa este un andezit amfibolic rocă magmatică efuzivă sau vulcanică, de culoare cenușie deschisă, cu structură porfirică tipică, dată atât de fenocristalele de feldspați cât și de hornblendă.

Textura este masivă pînă la fluidală.

Feldspatul larg dezvoltat, sub formă de cristale prismatice cu lungimea medie de 3-5 mm este un plagioclaz de tip andezin-labrador, cu un conținut în anortit de 35-55 % în proporție de 25-45% din compoziția rocii (fig. 88).

Adesea plagioclazii sînt macelați, după legea albitului, albit + Karlsbad și albit - periclin, prezentînd structuri zonare normale și recurente. Conțin incluziuni de hornblendă, biotit și pastă. Sînt parțial argilizați și calcitizați, aceste procese de transformare fiind frecvente pe olivajele și fisurile neregulate ale feldspaților.

Hornblenda comună verde este mai rar proaspătă, frecvent se prezintă opacitatea marginal sau complet și parțial calcitizată; conținutul acestor cristale este idiomorf, prismatic alungit pînă la acicular cu dimensiuni mai reduse de cît ale feldspaților plagioclazi (2-4 mm). Proporția de hornblendă este de 5-12%.

Biotitul se întîlnește rar, sub formă de lamele fine, izolate, intens pleocroice de la brun la gălbui uneori opacizat marginal, în procent ce nu depășește 2%.

Ca minerale accesorii apar : apatitul și mineralele opace (magnetit).

Dintre mineralele secundare pot fi prezente: calcitul, format pe seama plagioclazului cît și a hornblendei și magnetitul provenit parțial din transformarea celui de-al doilea mineral primar, hornblenda.

Masa fundamentală sau pasta este hemicristalină, hialopilitică, alcătuită dintr-un agregat de microlite de plagioclazi, hornblendă, apatit și minerale opace îmbibate cu sticlă vulcanică.

În masa fundamentală se mai întâlnesc enclave de șisturi cristaline și roci sedimentare puternic cornificate, precum și enclave de microdiorite, de culoare cenușie-închisă.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

STAS 7010 - 74

Densitate kg/dm^3 - 2,67

Densitate aparentă kg/dm^3 - 2,44

Compactitate % - 91

Porozitate totală % - 9

Absorbție de apă % - 3,20

Rezistență la compresiune: - în

stare uscată da N/cm^2 - 1200

- după 25 cicluri de îngheț-dezghet - 850

Rezistența la uzură în stare uscată g/cm^2 - 0,17

Rezistență la șoc mecanic - da N cm/cm^3 - 40

Utilizări: în diferite construcții ca piatră brută, piatră spartă, criblură; plăci ~~finisate~~ pentru placaje, dale, trepte coloane.

VII. 4.5. Andezit de Malnaș

Localizare - Extragerea andezitelor se face din mai multe cariere situate pe Valea Oltului, de-a lungul căii ferate Brașov-Ciceu în partea sudică a Munților Harghita, în apropierea localităților Malnaș și Malnaș-Băi (jud. Covasna).

Caractere petrografice

Andezitul de Malnaș este o rocă efuzivă sau vulcanică. Prezintă două tipuri petrografice:

andezite cu augit și hipersten și andezite bazaltice care predomină.

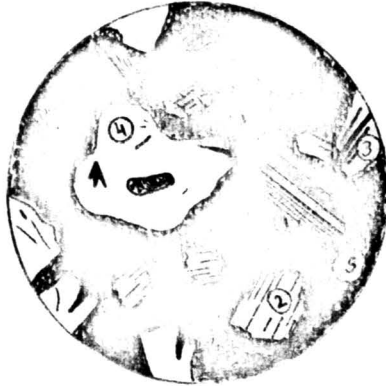


Fig. 87 - Dacit de Poieni - 1-feldspat plagioclaz,
2-biotit , 3-hornblendă, 4-cuarț corodat,
5- pasta microcristalină; N +, ~ 40 x

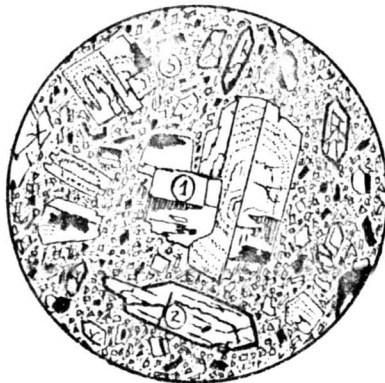


Fig. 88 - Andezit de Pietroasa - 1-feldspat plagioclaz
cu structură zonală , 2-hornblendă comună ,
3- pasta hialopilitică; N +, ~ 30 x

Andezite cu augit și hipersten sînt roci de culoare cenușie cu structură euporfirică, unde, în pasta pilotaxitică, alcătuită din microlite de plagioclaz, piroxeni și sticlă sînt prinse fenocristale de plagioclazi, hipersten și augit.

Textura este fluidală sau masivă.

Plagioclazul ca fenocristale este de tip andezian-labrador, maclat polisintetic și zonat, sub formă de cristale prismatice alungite.

Hiperstenul apare de asemeni cu contur idiomorf, prismatic ușor alungit, uneori prismele fiind rotunjite la capete; este proaspăt cu un început de bastitizare pe fisuri.

Cristalele de augit sînt multe mai rare, scurt prismatice. Uneori se observă concreșteri între piroxenul monoclinic și cel rombic.

Andezitele bazaltice în funcție de culoare pot fi: negre, cenușii și brune.

La compoziția lor mineralogică, participă aceleași specii minerale, diferența de culoare fiind determinată de raportul cantitativ dintre componenți.

Studiul în secțiuni pubțiri pune în evidență structura porfirică, roca fiind alcătuită dintr-o masă fundamentală pilotaxitică bazaltică, constituită din microlite de plagioclazi și granule mărunte de augit, în care sînt prinse fenocristale de augit și minerale opace (fig.89).

Textura este masivă și mai rar fluidă.

Microlitele de plagioclaz sînt cristale prismatice mici, suple, proaspete, maclate frecvent polisintetic după legea albitului, cu contururi cantelate, de compoziția labradorului. Unele din cristalele de plagioclazi ale pastei au formă tabulară, sînt de asemeni proaspete și prezintă structuri zonare evidente, zona centrală ocupînd $\frac{3}{4}$ din suprafața mineralului.

Feldspatul plagioclaz reprezintă un procent de 65-75% din volumul rocii.

Augitul se întâlnește atât sub formă de fenocristale idiomorfe - imprimând structura porfirică, cât și sub formă de granule fine presărate în pastă.

Fenocristalele au formă prismatică scurtă cu fețe terminale sau în secțiuni bazale de formă octogonală, cu 2 direcții de olivaj, frecvent cu macle polisintetice.

Augitul este în proporție de 15-20%.

Caracteristică pentru aceste andezite bazaltice este prezența numeroaselor xenolite de: cuarț, hornblendă bazaltică, biotit și feldspați plagioclazi, prinse din celelalte roci cu care au venit în contact, toate având zone de reacție cu pasta.

Xenolitele de cuarț au forme rotunjite, corodate, prezintă crăpături puternice și coroane de reacție constituite din microlite de augit impregnate cu o pulbere opacă.

Xenolitele de hornblendă bazaltică, de cele mai multe ori au fost complet opacitizate încât prezența lor este trădată doar de conturile monoclinice prismatice mult alungite și mai ales de secțiunile bazale de formă pseudohexagonală. Pe alocuri se mai păstrează câte un cristal numai cu zonă periferică de opacit, iar nucleul are culoarea brună roșcată intensă și pleocroismul puternic caracteristic hornblendei bazaltice.

Biotitul prezintă de asemeni zonă de opacit, granulele fine de minerale opace insinuându-se pe clivajele acestuia de la periferie spre centru.

Xenolitele de plagioclazi se întâlnesc rar, sînt limpezi și prezintă structuri zonare tipice.

Mineralele opace ale andezitului bazaltic ocupă 5-15% din volumul rocii, ele contribuind, în bună măsură, la o colorație a rocii în negru sau brun.

Cu totul sporadic, în pasta rocii apare argonit sub formă de nodule alcătuite din fibre cu dispoziție radiară, umplând unele vacuole.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valorii medii)

STAS 6621-77

Caracteristici fizico -mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră concasată
Densitate kg/dm^3	2,77-2,75	2,70-2,74
Densitate aparentă	2,53-2,63	2,51-2,58
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1300-1475
Compactitate %	91,25-95,50	91-94
Porozitate totală %	8,75-4,50	9-6
Absorbție de apă %	2,40-0,85	1,90-3,10
Rezistență la compresiune - în stare uscată daN/cm^2	1400-1780	
- după 25 cicluri de îngheț-dezgeț	1115-1440	
Rezistență la uzură în stare uscată %		3,8-3,5
Rezistență la șoc mecanic daN cm/cm^3	55-70	
Rezistență la sfărîmarea prin șoc %		83,5-84,5
Rezistență la sfărîmarea prin compresiune în stare uscată %		72-74
Coeficient de gelivitate %	0,20-0,15	

Utilizări. Sub formă de piatră brută, piatră concasată măcinată și fasonată se utilizează la balastarea căilor ferate, la construcții de drumuri și ca agregate pentru betoane.

VII. Bazalt de Racoș

Localizare

Extragerea acestui bazalt se face din câteva cariere situate în apropierea localității Racoșul de Jos-Mții Perșani (jud. Brașov).

Caractere petrografice

Bazaltul de Racoș este o rocă magmatică efusivă sau vulcanică. După structură, se deosebesc mai multe varietăți: bazalt compact, bazalt vacuolar și scorie bazaltică, avînd însă compoziție mineralogică asemănătoare.

Bazaltul compact - macroscopic prezintă o culoare cenușie-negricioasă în spărtură proaspătă; granulația sa este foarte fină încît nu se pot distinge - cu ochiul liber - decît rareori fenocristale de olivină cu diametrul de 3-8 mm, de culoare verde deschisă și luciu sticlos; de asemeni apar enclave de cuarț de forme și mărimi variate, diametrul lor maxim fiind de 2 cm. Spărtura caracteristică este concoidală sau așchioasă.

Sub microscop structura este holocristalină, hipidiomorf granulară, intersertală, porfirică (fig. 90).

Textura masivă sau fluidală.

La compoziția mineralogică a bazaltelor de Racoș participă: feldspat plagioclaz 45-50%, augit 30-35%, olivină 13-20%, minerale opace 2-5 %, calcit.

Masa fundamentală a rocii are o structură afanitică intersertală, fiind alcătuită din microlite prismatice de plagioclazi, cu dimensiuni de 0,1-0,2 mm., compoziția lor corespunde termenilor de laborator cu trecere spre bytownit. În interstițiile pastei se mai observă grănule fine de augit, olivină și magnetit.

Rar, plagioclazul se dezvoltă ca fenocristale.

Augitul apare atît sub formă de fenocristale idiomorfe și hipidiomorfe, cît și ca microlite, alcătuiind împreună cu olivina asociația microfirică melanocrată a bazaltului. Fenocristalele au contur

prismatic ușor alungit cu unghiul de extincție $\alpha: n_g(O10) = 42-46^\circ$.

Extincția cristalelor nu este uniformă, evidențiind variația compoziției chimice a cristalului ceea ce generează structura în "ceas de nisip". La unele cristale apar macle simple sau polisintetice. Majoritatea cristalelor de augit prezintă fisuri neregulate și incluziuni granulare de magnetit.

Dimensiunile cristalelor de augit sînt de regulă submilimetrice.

Olivina reprezintă componentul macroporfiric al acestor roci, în comparație cu celelalte specii minerale, sub formă de cristale idiomorfe, scurt prismatice sau hipidiomorfe. Este distribuită uniform în masa rocii. Se deosebește de augit prin faptul că este incoloră (augitul are nuanță brună-cenușie), practic nu prezintă clivaj, ci este străbătută de fisuri puternice neregulate și are extincție dreaptă. Frecvent prezintă alterație feruginoasă sub forma unor borduri de culoare brună-galbuie sau brun-roșcată la periferia cristalelor sau pe fisurile olivinei.

În unele cazuri se pot surprinde aspecte particulare ale fenocristalelor de olivină, care evidențiază activitatea corozivă a megmei. Astfel apar structuri scheletice, microlitele pastei pătrunzînd adînc în masa cristalului de olivină, din care rămîn numai fragmente neregulate, lobate.

Magnetitul ca mineral opac, apare diseminat în masa fundamentală ca granule izometrice umblînd interstițiile dintre baghetele de reldspați plagioclazi.

Calcitul se întîlnește sporadic ca mineral secundar sub formă de impregnații în pastă, neuniform repartizate.

Bazaltul vacuolar are culoare asemănătoare cu a bazaltului compact însă este plin de pori și goluri veziculare cu dimensiuni cuprinse între 1-10 mm.

În secțiuni subțiri se întîlnesc aceleași minerale și aceeași pastă ca și în varietatea descrisă anterior. Ca o particularitate petrografică este însă marea dezvoltare a cristalelor de olivină, atât ca dimensiuni, cât și ca frecvență, însoțită de reducerea frecvenței fenocristalelor și granulelor de augit.

Olivina se remarcă prin apariția fenomenului de călire, care constă în prezența unei zone de culoare roșie-cărămizie ce urmărește conturul cristalului.

Xenolitele de cuarț sînt puternic fracturate, cu structură mozaicată, fragmentele rezultate avînd orientare optică diferită. În jurul acestor xenolite apar zone de reacție cu pasta, constituite din agregate de cristale aciculare de piroxen, dispuse divergent, prinse într-o masă sticloasă izotropă.

Scoria bazaltică se prezintă sub formă de fragmente neregulate, colțuroase, cu spărtură foarte tăioasă; culoarea este variabilă: brună-cenușie, cărămizie sau gălbuie-portocalii. Cavitățile veziculare sînt adesea foarte mari și au forme neregulate. Contrar aspectului, roca este extrem de dură.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

STAS 6817 - 63

Caracteristici fizico-mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră spartă.
Densitate kg/cm^3	2,98-2,96	2,98-2,96
Densitate aparentă kg/dm^3	2,80-2,49	2,80-2,49
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1,4-1,6
Compactitate %	94-84	94-84
Porozitate totală %	6-16	6-16
Absorbția de apă %	max. 1,20-2,50	1-2,7
Rezistență la compresiune: -în stare uscată de N/cm^2 -după 25 cicluri de îngheț-dezghet	1000-3000 500-2000	
Rezistență la uzură în stare uscată g/cm^2 max	0,08-0,04	
Rezistență la șoc mecanic daNcm/cm	45-75	
Rezist. la sfărîmarea prin șoc %		92,5-92
Rezistență la sfărîmarea prin compresiune în stare uscată %	75-45	82,3-73,8



Fig. 89 - Andezit bazaltic de Malnaș: 1-pasta, 2-augit, 3-hornblendă bazaltică cu zonă marginală de opacit, 4-xenolit de cuarț corodat cu zonă de reacție; N +, ~ 40 x



Fig. 90 - Bazalt de Racoș: 1- masa fundamentală din microlite de plagioclaz, cu structură intersertală; 2-fenocristal de augit; 3-fenocristal de olivină; N +, ~ 40 x.

Utilizări

Inițial, bazaltul de Racoș a fost folosit local ca piatră de construcție a clădirilor; apoi acesta s-a bucurat de renume ca piatră pentru construcții rutiere sub formă de pavele, piatră spartă în diferite sorturi și borduri, ca agregat pentru betoane grele speciale.

În prezent, bazaltul prelucrat, adică adus în stare de fuziune în anumite condiții - vitroceram (vezi cap. "sticle tehnice") se poate turna în forme obținându-se diverse profile, rezistente la uzură, șoc și atac chimic, cu variate întrebuințări în industria modernă, înlocuind cu succes piesele din fontă și oțel.

De asemeni din bazaltul topit se pot obține și alte produse: vata minerală un bun izolator termic și fonic, fire și fibre care înlocuiesc azbestul.

Scoriile bazaltice concasate sînt întrebuințate la fabricarea betoanelor ușoare sau a țiglelor și a cărămizilor prefabricate cu greutate specifică redusă și calități termofonozolante bune și proprietăți fizico-mecanice superioare.

VII.4.7. Bazalt de Sanovita-Lucarăț-Zăbrani

Localizare:

Acest bazalt se exploatează în câteva oariere situate pe teritoriul localității Sanovița (jud. Timiș) în apropiere de V.Bega între Timișoara și Lugoj.

Caractere petrografice: Bazaltul de Sanovița este o rocă magmatică efusivă sau vulcanică. Se deosebesc trei varietăți de bazalt care au compoziție mineralogică asemănătoare, însă diferă prin structură: bazalt compact, bazalt vacuolar și bazalt granular.

Bazaltul compact are culoare cenușie și granulația foarte fină încît cu ochiul liber nu se disting decît rare granule de cea 2 mm diametru, de culoare neagră de augit sau de culoare verde cu luciu sticlos de olivină. Spărtura este concoidală așchiasă sau neregulată.

Sub microscop se observă o masă de bază cu structură intersertală, în care sînt înglobate fenocristale de olivină și augit, ceea ce imprimă rocii o structură porfirică.

Masa fundamentală este constituită din microlite de plagioclaz de formă prismatică alungită. Plagioclazul apare maclat polisintetic sau nemaclat. Aceste microlite se asociază în mănunchiuri care pot fi atît paralele cu contrurul fenocristalelor de olivină și augit cît și cu dispoziția radiară. Majoritatea microlitelor au dimensiuni cuprinse între 0,09 și 0,12 mm.

Compoziția plagioclazului variază de la oligoclaz cu 27% A pînă la andezin cu 48% An, ocupînd un procent de cca 62% din rocă.

Fenocristalele sînt reprezentate în deosebi, prin olivină și subordonat augit.

Fenocristalele de olivină prezintă contur hipidiomorf și uneori idiomorf, cel mai ades contur allotriomorf. Ele sînt străbătute de numeroase fisuri orientate în toate direcțiile. Atît pe fisuri, cît și pe marginea cristalelor se remarcă o zonă de alterație de culoare brună-gălbuie, alcătuită din lamele fine de hematit și bowlingit.

Incluzi în olivină se întîlnesc octaedrii de magnetit. Dimensiunile cristalelor de olivină care predomină sînt submilimetrice. Olivina ocupă cca 20% din rocă.

Fenocristalele de augit, subordonate cantitativ celor de olivină, au habitus scurt prismatic. Sînt întotdeauna proaspete și adesea în asocieri de mai multe cristale. Dimensiunile cristalelor de augit sînt apropiate de cele de olivină.

Cel mai frecvent, augitul apare, sub forma unor microagregate împreună cu olivina.

Augitul participă în proporție de cca 12% din compoziția rocii.

Calcitul apare ca mineral secundar, ce umple pe alocuri unele goluri din pastă.

Cda 140/981 Fasc 13

Mineralele opace sînt magnetitul și hematitul, primul, fie sub formă de octaedrii incluși în cristalele de olivină, fie ca mici aglomerări în pastă, iar cel de-al doilea ca depuneri la periferia sau pe crăpăturile cristalelor de olivină.

Calciul și mineralele opace reprezintă oca 6 %.

Bazaltul vacuolar are structură spongioasă vacuolară și din această cauză local este denumit "Schweitzer". Unele vacuole sînt umplute cu calcit.

Bazaltul granular are aspectul unui aglomerat bazaltic cu spărtură neregulată, este fisurat și o rezistență slabă. Dat fiind aspectul său granular este cunoscut și sub denumirea de "cumuruz".

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

STAS 8075 - 76

Caracteristici fizico-mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră spartă
Densitate kg/dm^3	2,96-2,94	2,84
Densitate aparentă kg/dm^3	2,76-2,14	2,62
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1,550
Compactitate %	93,25-72,80	92
Porozitate totală %	6,75-27,20	8
Absorbția de apă %	0,70-2,30	2,21
Rezistența la compresiune- în stare uscată da N/cm^2	1750-510	
- după 25 cicluri îngheț-dezghet	1500-380	
Rezistență la uzură în stare uscată g/cm^3	0,33-0,28	
Rezistență la șoc mecanic da Ncm/cm^3	41-16	
Rezistență la sfărîmarea prin șoc %		86
Rezistență la sfărîmarea prin compresiune în stare uscată %		74
Coefficient de gelivitate %	0,20-0,40	0,2

Utilizări: ca piatră brută, concasată și cioplită pentru construcții de drumuri, balastarea căilor ferate etc.

VII. 4.8. GRESIA DE URVIȘ

Localizare

Cariera este situată în versantul drept al văii Crișului Negru, în apropierea comunei Urviș de Beiuș (jud. Bihor), în partea nord-vestică a Munților Codru Moma. Vîrsta acestei gresii este triasică.

Caractere petrografice.

Gresia de Urviș este o gresie cuarțitică, rocă sedimentară detritică, de culoare cenușie-gălbuie pînă la brună-gălbuie, foarte compactă.

Sub microscop se constată predominarea în compoziția sa mineralogică a cuarțului, a fragmentelor de cuarțite și a sillexurilor (fig. 91).

Structura este psamitică inechigranulară pînă la psamo-psefitică, textura masivă. Cimentul este argilos, de atingere.

Elementele de cuarț (cca 60-70%) și de cuarțite (25 - 30%) se prezintă sub formă de granule rotunjite și semirotunjite, bine sudate.

Granulele de cuarț au adesea extincție ondulatorie și dimensiuni medii de 2mm diametru.

Fragmentele de cuarțite, care au diametrul de 3-4 mm prezintă adesea structură graboblastică dințată sau sînt alcătuite din grablaste lentilizate, rezultînd o textură plan-paralelă.

Sillexurile sînt rare și au structură criptocristalină. Sporadic se întîlnesc și feldspați, mai ales ortoză sub formă de granule semirotunjite, destul de proaspătă, ușor fisurată, incoloră, limpede cu clivaje clare și birefringență cenușie de ordinul I.

Mineralele opace sînt rare, reprezentate prin oxizi de fier.

Cimentul rocii este constituit din minerale argiloase, fin lamelare, incolor, cu birefringență cenușie-aloă-gălbuie de ordinul I, în proporție de 7-8%.

Caracteristici fizico-mecanice importante (valori medii)

STAS 7289 - 76

Caracteristici fizico-mecanice	Determinări pe epruvete	Determinări pe piatră spartă
Densitate kg/dm^3	2,67	2,67
Densitate aparentă kg/dm^3	2,58	2,58
Densitate în grămadă în stare uscată t/m^3		1,400-1,425
Compactitate %	97	97
Porozitate totală %	3	3
Absorbție de apă %	0,34	1,57
Rezistență la compresiune:		
- în stare uscată daN/cm^2	1500	
- după 25 cicluri îngheț-dezgeț	1200	
Rezistență la uzură în stare uscată g/cm^2	0,19	
Rezistență la șoc mecanic daNcm/cm^3	53	
Rezistență la sfărîmarea prin șoc %		83
Rezistență la sfărîmarea prin compresiune în stare uscată %		75
Coefficient de gelevitare %	0	0,02

Utilizări

Ca piatră brută, piatră cioplită și piatră spartă, este folosită la lucrările de construcții inginerești, pentru lucrări de drumuri și căi ferate.

VII.5. PIATRA NATURALA

Utilizată ca înlocuitor al materialelor de construcții artificiale: cărămizi, beton obișnuit, beton celular autoclavizat.

În ultimii ani dezvoltarea accelerată a țării noastre a impus orientări noi în ceea ce privește identificarea și valorificarea de noi resurse de materii prime, în condiții mai economice și calitativ superioare, cu un consum de energie redus.

Atenția a fost concentrată, îndeosebi în anul trecut, asupra tufurilor vulcanice și calcarelor moi, în vederea folosirii lor ca înlocuitori ai materialelor de construcții artificiale: cărămizi, beton, beton celular autoclavizat etc, rezervele geologice care se pot exploata "la zi" în cariere fiind la ordinul a miliarde de metri cubi, iar compoziția lor chimică-mineralogică și caracteristicile fizico-mecanice recomandându-le în acest scop.

Astfel au fost identificate noi zone sau extinse cercetările asupra tufurilor din zonele deja cunoscute: Perșani (jud. Brașov), Liviu Rebreanu (jud. Bistrița-Năsăud), Tioc-Cornești (jud. Cluj), Guruslău (jud. Sălaj), Ocnele Mari (jud. Vâlcea), Slănic (jud. Prahova) etc.

Tufurile vulcanice pot înlocui toate tipurile de cărămizi, încât se recomandă spre a fi valorificate pe plan local, atât la construirea de locuințe individuale, cât și la executarea clădirilor agrozootehnice, sociale și culturale.

Din cărămizi și blocuri de tuf, tăiate direct din zăcămint se pot înălța și fără structuri de rezistență, clădiri pînă la două nivele, iar în schelet de beton armat, orice tip de construcție, cu oricîte etaje.

Cărămizile din tuf prezintă o serie de avantaje: au greutatea specifică mai mică decît a oricărui tip de cărămidă, prezintă proprie-

tăți termo-fonoizolante superioare acestora și obținerea lor necesită mult mai puțină energie și combustibili (cu cca 10-25%) decât oricare alt tip clasic și modern de materiale de construcții (B.C.A., cărămidă beton precomprimat).

În aceeași măsură tufurile vulcanice pot fi folosite ca plăci ornamentale.

De asemeni deosebit de avantajoasă este utilizarea tufurilor la prepararea unei mari varietăți de betoane, de la semigrele (cu marca 300) până la betoane expandate, foarte ușoare, cu calități superioare betonului celular autoclavizat, folosit în prezent; pe lângă consumul mai redus de ciment, de energie, materialul este foarte bun termo și fono-izolant, mai puțin casant decât betonul, se prepară și se pune în operă foarte ușor. Tufurile vulcanice constituie și materie primă pentru cimentul alb și ciment portland.

Au fost puse în valoare și noi zone cu calcare moi, cu caracteristici similare tufurilor la: Podeni (jud. Cluj), Anina (jud. Caraș Severin), Deleni și Lespezi (jud. Constanța) etc.

VII.6. ROCI ORNAMENTALE

Definiție - generalități

Rocile ornamentale sînt acele roci cu un aspect decorativ deosebit și caracteristici tehnice corespunzătoare, utilizate pentru placarea ornamentală a construcțiilor sau pentru lucrările de artă cu caracter monumental.

Sînt cunoscute în întreaga lume obeliscurile, statuile, vasele și alte obiecte datînd din timpul faraonilor făcute din granite roșii de Assuan (Egipt) sau din porfirul de Djebel Dukhan (Egipt) "porfido rosso antico" și "porfido verdi antico"; statuile lui Phidias, în antichitatea greacă din marmura de Paros (Grecia) sau ale lui Michelangelo în epoca renașterii italiene din marmură de Carrara (M. Apennini), au supraviețuit de-a lungul veacurilor.

Alte roci ornamentale renumite: marmura de Pentelikon (Grecia) marmura de Pirinei-Franța (Saint Béat, Sarrâucoline, Saint Anne), marmura de Filfila - Algeria; granitele finlandeze de Rapakiwi și Viipuri, cele suedeze de Virbo, granitul de asemeni roșu de Ucraina, granitele italiene de Baveno și Monte Orfano etc.

În prezent, utilizarea cea mai largă ca roci ornamentale o au marmurele, care în termeni comerciali cuprind atât calcare cristaline cât și calcarele sedimentare, roci ce se pretează în mod deosebit la șlefuire și lustruire, oferind în același tip și o gamă variată de culori.

Urmează apoi travertinele sau tufuri calcaroase, mult apreciate ca piatră ornamentală grație aspectului lor vacuolar, original.

Dintre rocile magmatice, dure, se utilizează o parte, însă numai pentru lucrări cu destinație specială, datorită costului ridicat legat de prelucrarea lor : granite, diorite, gabrouri și mai rar andezite.

ROCI ORNAMENTALE ÎN TARA NOASTRA

În țara noastră există importante resurse de roci ornamentale de bună calitate, într-o gamă bogată de varietăți dintre care multe au fost date în exploatare în ultimii ani.

Acestea asigură necesitățile interne, creînd în același timp disponibilități pentru export, pe o perioadă îndelungată.

Este suficient să arătăm că în prezent se exploatează peste 16 tipuri de roci ornamentale, față de 8 tipuri ce se extrăgeau în anul 1971.

Menționăm că cercetările geologice pentru identificarea de noi tipuri de roci ca piatră ornamentală, care să satisfacă cererile interne și externe atât cantitativ cât și calitativ s-au intensificat în mod deosebit.

În urma ședinței din 12 septembrie 1979 în legătură cu perfecționarea activității în domeniul economiei materialelor de construcții și la Congresul al XII-lea al P.C.R. s-a recomandat să se pună un accent mai mare pe exploatarea resurselor naturale tradiționale de construcție: granit, marmură, calcare și tufuri deci acoperirea necesarului de materii prime prin valorificarea resurselor interne, în condiții de eficiență sporită, cu consumuri cât mai reduse de energie.

Rocile ornamentale se exportă sub formă de blocuri, plăci, mozaic sau dale mozaicale în diferite țări: Cehoslovacia, Ungaria, R.F.Germania, Japonia, Liban, Italia, Belgia, Elveția, Franța și Cipru.

Pe lângă tipurile de roci ornamentale bine cunoscute din trecut: marmurele de Ruschița și Alun, calcarele de Moneasa, Vașcău, Căprioara și Banpotoc, travertinele de Borseac și Cărpiniș au fost cercetate noi zone, unele date deja în exploatare: marmura de la Chișcău și Băița (jud. Bihor), Buteasa (jud. Maramureș), Luncii - V. Cormăia, Parve-Gușețel (jud. Bistrița-Năsăud), Bucova (jud. Caraș-Severin), Porumbacu Arpașu (jud. Sibiu), Schodol (jud. Alba), calcare la Gura Văii-Vărănic (jud. Mehedinți), Babadag (jud. Tulcea), Deleni (jud. Constanța), granite roșii la Sacăr Bair (jud. Tulcea), diorite și gabbrouri la Surduc - Forotic (jud. Caraș-Severin) etc.

Pe lângă întreprinderile cu tradiție în prelucrarea rocilor ornamentale: "Marmura"-București și "Marmura"-Simeria (jud. Hunedoara), descoperirea noilor zone sau extinderea carierelor vechi de roci ornamentale a contribuit la crearea de noi unități importante în această ramură cum sînt: întreprinderea de prelucrarea marmurei Vașcău (jud. Bihor) sau cea de la Tulcea.

VII.6.1. DESCRIEREA PRINCIPALELOR TIPURI DE ROCI
ORNAMENTALE DIN R.S.R.

VII.6.1.1. MARMURA DE RUSCHITA

Localizare

Cariera de marmură este situată în Munții Poiana Ruscăi, (jud. Caraș Severin) la Nord de com. Rusca Montană, în versantul drept al Pîrifului cu Raci, la confluența cu V. Ruschița.

Caractere petrografice

Marmura de Rușchița reprezintă principalul tip de marmură din țara noastră, renumită în lume prin frumusețe și calitățile sale tehnice, mult solicitată atât pe plan intern cît și pentru export.

Este o rocă metamorfică, formată prin metamorfism regional și aparține seriei cristaline epimetamorfice din Munții Poiana Ruscă.

Macroscopic, se caracterizează prin prezența cristalelor de calcit bine dezvoltate, cu aspect zaharoid, foarte compactă.

După culoarea de fond și nuanțele în care se prezintă, marmura de Rușchița se livrează în 3 varietăți:

- marmura albă statuară cu reflexe albe strălucitoare;
- marmura albă-albăstruie cu venatură regulată cu nuanță cenușie;
- marmură albă-roz și roz, cu venatură regulată cenușie;

acest sortiment este aproape unic în Europa.

Datorită coloritului său cald, marmura de Rușchița permite o asamblare estetică a placajelor dînd contraste și efecte deosebite.

Sub microscop, structura este granoblastică.

Textura masivă.

Compoziția mineralogică: calcit, cuarț, muscovit, rar biotit, pirită.

Granoblastele de calcit, cu diametrul de 1-2 mm reprezintă 95-100 % din rocă; acestea au olivaje clare, după fața de romboedru, în unghi oblic, cu macle polisintetice. Se observă pseudo-pleocroismul

calcitului și birefringența cenușie de ordinul IV cu irizații.

Cuarțul constituie granoblaste de dimensiuni mult mai reduse decât cele de calcit (0,2 - 0,5 mm) în proporție de 1-2 %.

Muscovitul și biotitul atunci când apar se prezintă sub formă de lamele fine, răspândite neregulat în rocă.

Pirită este sporadică mărunț granulară, uneori cu zone de alterație superficială în limonit, de culoare gălbuie-brună.

Caracteristici fizico-mecanice importante

STAS 3415-72

Densitatea: 2,72 kg/dm³

Compactitate: 99 %

Absorbția de apă la presiune și temperatură normală: 0,12 %

Rezistența de rupere la compresiune: 900 da N/cm²

Rezistența la uzură prin frecare cu nisip: 0,58 g/cm²

Rezistența la șoc: 27 daN/cm² ;

Rezistența la compresiune după 25
cicluri îngheț-dezgeț: 800 daN/cm²

Domenii de utilizare

Sînt executate curent placaje brute și finite pentru lucrări exterioare și interioare pentru pereți, coloane, pardoseli, plinte, treptă și contratrepte, șeminee și diferite piese sculptate. Plăcile au dimensiuni maxime 150/200/1,2-3,4 cm.

Datorită caracteristicilor dielectrice superioare se recomandă ca un bun material pentru confecționarea de tablouri de distribuție electrică.

VII.6.1.2. MARMURA DE ALUN

Localizare

Cariera este situată în Munții Poiana Ruscă pe teritoriul localității Alun (jud. Hunedoara), la Vest de șos. Teliuc-Chelar.

Caractere petrografice

Marmura de Alun este o rocă metamorfică ce aparține seriei cristaline epimetamorfice din Munții Poiana Ruscă.

După colorit prezintă mai multe varietăți:

- o varietate albă cu venatură fină cenușie-albăstrui;
- o varietate galbenă-pal cu venatură ondulată ruginie și
- o varietate albă-violetă cu nuanțe verzui și venaturi pronunțate.

Macroscopic

Aspect ornamental deosebit de plăcut, datorită coloritului de fond și a zonelor diferit colorate. Este foarte compactă, cu granulație fină. Spărtură neregulată.

Sub microscop

Structura: granoblastică, homoblastică (fig. 92).

Textura: masivă

Compoziția mineralogică: calcit, muscovit, clorit, cuarț, minerale opace (pirită, hematit, limonit).

Calcitul se prezintă sub formă de granoblaste submilimetrice, uniforme ca dimensiuni, foarte limpezi, în procent de peste 95%.

Muscovitul și cloritul sînt dispersate sub formă de lamele fine în întreaga masă a rocii, în proporție de 1-2 %, în unele porțiuni constituind benzi subțiri, mai mult sau mai puțin paralele și atunci procentul lor crește.

Cuarțul apare în granule foarte fine (0,5 mm) în cantitate de cel mult 2 %.

Mineralele opace, în deosebi limonitul contribuie adesea la imprimarea nuanței gălbui-ruginii .

Marmura de Alun este cunoscută în Europa de multă vreme și rivalizează ca aspect și culoare cu marmura italiană denumită "cipolino" (marmură cu benzi micacee) .



Fig. 91 - Gresie de Urviș; 1-granul de cuarț, 2-granul de cuarțit, 3-fragment de silix 4-ciment argilos de atingere; N +, ~40



Fig. 92 - Marmură de Alun, N +, ~ 40 x

CARACTERISTICI FIZICO-MECANICE

STAS 6815-73

Densitate: 2,74 kg/dm³

Compactitate: 99,47 %

Absorbția de apă la temperatura și presiunea normală: 0,15 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1150 daN/cm²

Rezistență de rupere la compresiune după

25 cicluri de îngheț-dezghet: 1000 daN/cm²Rezistența la uzură prin frecare: 0,35 g/cm²Rezistența la șoc : 20 daNcm/cm³Domenii de întrebuințare:

Se valorifică sub formă de plăci decorative lustruite și obiecte decorative: plăcile sau ștraifurile, în combinație cu alte roci în culori contrastante duc la obținerea unor finisaje de înalt nivel estetic.

VII.6.1.3. CALCAR DE MONEASALocalizare:

Renunuta carieră de calcar este situată în Munții Codru-Moma, în apropierea stațiunii Moneasa-Băi, pe partea dreaptă a văii Moneasa în Dealul Teiului (jud. Arad). Vîrsta acestor calcare este jurasică inferioară (liasică).

Caractere petrografice

Calcarul de Moneasa este un calcar policrom, cunoscut în două varietăți: roșu și negru.

Varietatea de calcar roșu (Moneasa roșu) este de fapt un calcar policrom ce se caracterizează prin structura breicioasă sau pseudo-breicioasă. Culoarea roșie predominantă este dată de conținutul ridicat de oxizi de fier. La rîndul ei această varietate are 2 sorturi:

- roșie intensă cu aspect granitos;
- roșie portocalie înflorată;

Există și un sortiment în care alternează cele două tipuri precedente. Aspectul decorativ este dat în plus și de diacelazele cu răspândire relativ uniformă, umplute cu calcit alb și de resturile de organisme calcaroase.

Textura este masivă.

Varietatea "granitos" se referă la calcarele encrințite, de culoare roșie închisă până la violacee, dure, compacte, străbătute de vine de calcit și caracterizate prin abundența resturilor fosile: entroce de crinoide - care predomină - belemniti și lamelibranhiate.

Sub microscop structura este heterogenă: masa rocii este alcătuită din granule fine de calcit primar în care apar porțiuni mai larg cristalizate, cu aspect celular sau diacelaze de asemeni cu calcit secundar, foarte limpede și cu macle polisintetice.

Calcitul reprezintă un procent de cca. 95 %.

Cuartțul se întilnește sub formă de granule fine, semirotonjite în proporție de maximum 2 %.

Mineralele opace formează pelicule de culoare gălbuie sau brună-roșcată în jurul granulelor de calcit sau sînt fin dispersate în masa calcitului microcristalin.

Varietatea „inflată”^α - cuprinde calcare cu structură breicioasă fragmentele fiind prinse într-o matrice roșie argiloasă. În ansamblu, culoarea este roșie cărămizie, cu porțiuni mai închise până la violaceu și porțiuni mai slab colorate în roz-gălbui.

Intreaga masă a rocii este traversată de numeroase diacelaze cu calcit alb.

Culoarea roșie este imprimată de oxizii de fier, îndeosebi hematit, care pătrund capricios pe fisuri sau în masa rocii, constituind pigmentul unui ciment fin ce leagă între ele elementele angulare de calcare gălbui-rôz sau cenușii.

Sub microscop acest sort are structura heterogenă, breicioasă, este de fapt un biomicit cu faună alcătuită din spiculi de spongieri,

nodozarii și rare fragmente de lamelibranhiate și brahiopode.

Compoziții mineralogici care se individualizează sînt: în primul rînd calcitul și sporadic cuarțul, prinse într-o masă argilooasă în amestec cu calcit criptocristalin și oxizi de fier.

Caracteristici fizico-mecanice (valori medii)

STAS 6531-72

Densitate: 2,73 kg/dm³

Compactitate: 99,08 %

Absorbția de apă la presiune normală: 0,13 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1100 daN/cm²

Rezistența de rupere la compresiune după

25 cicluri de îngheț/dezghet: 1000 daN/cm²

Rezistența la uzură prin frecare: 8,28 g/cm²

Rezistență la șoc: 21 daN.cm/cm³

Varietatea de calcar negru (Moneasa negru) are culoarea neagră uniformă, gălbuie pe fețele alterate. Caracteristică este prezența diaclazelor albe de calcit, de dimensiuni variate.

Spărtura neregulată.

Aceste calcare conțin o bogată faună de belemniti, pectinide și brahiopode. Pe baza exemplarelor de *Aristites bisulcatus* Brug și a formei *Involutina liasica*, care au fost identificate aici, li s-a atribuit vîrsta juraSică inferioară (liasic inf.).

Sub microscop structura este organogenă, cuprinzînd numeroase plăci de echinoderme, deci roca este un encrinit.

Compoziții mineralogici: calcit, cuarț muscovit, minerale opace. Calcitul microcristalin constituie masa rocii, în care se individualizează diaclazele cu calcit larg cristalizat, acest mineral participînd în procent de peste 90 %.

Caracteristici fizico-mecanice (valori medii)

STAS 6531 - 72

Densitate: 2,75 kg/dm³

Compactitate: 99,01 %

Absorbție de apă la temperatură și presiune normală: 0,22 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1300 daN/cm²

Rezistența de rupere la compresiune după

25 cicluri de îngheț/dezghet: 1200 daN/cm²Rezistența la uzură prin frecare: 0,14 g/cm²VII.6.1.4. CALCAR DE VAȘCĂULocalizare

Aceste calcare alcătuiesc platoul Vașcăului, cu extindere între localitățile Vașcău și Călugări (jud. Bihor). Vîrsta lor este triasică.

Caractere petrografice

Calcarele de Vașcău prezintă o mare diversitate de culori și aspecte armonios îmbinate.

Majoritatea sînt calcare policrome, unele roșcate asemănătoare cu cele de la Moneasa. Fondul rocilor este de obicei cenușiu negricios, cu porțiuni variat colorate în roșu, portocaliu, galben roz, ruginiu, alb, negru crem.

Unele calcare au aspect breicios, fiind constituite din fragmente colțuroase prinse într-un ciment calcaros. Prezintă și diaclaze care au fost umplute cu calcit secundar, de obicei alb, constituind venatura caracteristică, mult apreciată.

Local, calcarele masive breicioase arată treceri la texturi paralele sau concentrice și structuri de la macrocristaline la microcristaline.

În funcție de structuri, combinațiile de culori întâlnite și după desenele ce rezultă, aceste calcare poartă diferite denumiri: salamandă, floarea munților, ochi de pisică, agatiforme, mozaic natural etc.

"Salamandă" - imită coloritul salamandrei : cenușiu sau negru cu pete roșii, portocalii sau galbene.

- Varietatea "ochi de pisică" - culoarea în ansamblu este cenușie, iar din loc în loc apar pete galbene cu conture lenticulare.

- "Blana de leopard" - o asociere de brun-roșcat cu cenușiu și albicios, cu aspect sinuos.

- Varietatea "agatiforme" - fondul de asemeni cenușiu, pe care se conturează benzi concentrice, divers colorate, imitând agatul.

- Varietatea "mozaic natural" are aspectul unei brezii, în care elementele au mărimi și culori diferite (galben, portocaliu, roșu, brun, alb, cenușiu); matricea este de culoare roșcată-cafenie.

Calcarul de Vașcău se șlefuește și lustruiește foarte bine, căpătând un luciu oglindă.

Sub microscop, compoziția mineralogică este destul de constantă, mineralul principal fiind calcitul în proporție de 90-95 % iar secundar se întâlnesc dolomitul (1-4 %), limonitul (1-3 %) și minerale argiloase (1-4 %).

Calcitul apare atât microcristalin cât și criptocristalin, uneori ca granule colțuroase cu pigment roșu, mai rar forme ovoidale constituie din benzi concentrice divers colorate, sau conservând relicte coraligene.

În această masă predominant microcristalină de calcit, se disting agregate de granule de calcit secundar sau diaclaze, pe care aceasta este larg cristalinizat.

Dolomitul apare sporadic în masa calcitului, pe diaclaze, sub formă de mici romboedrii izolați.

Limonitul constituie impregnații în masa calcitului, depuneri pe diaclaze sau pelicule îmbrăcînd unele granule de calcit.

Mineralele argiloase însoțesc limonitul ele cimentînd fragmentele calcaroase sau ocupînd parțial diaclazele, alcătuite de limonit.

Mult mai rar apar granule fine de cuarț și oxizi de mangan.

Caracteristici fizico-mecanice

STAS 8343/69

Densitate : 2,7 kg/dm³

Compactitate: 99,7 %

Absorbția de apă la presiune și temperatură normală: 0,27 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1150 daN/cm²

Rezistența de rupere la compresiune după

25 cicluri de îngheț/dezghet: 980 daN/cm²

Rezistența la uzură prin frecare la 440 rot./min.: 0,35 g/cm²

Rezistența la șoc : 17,5 daN.cm/cm³

Domenii de utilizare : Blocuri brute, plăci brute și finite utilizate în construcții, la decorațiuni interioare ca material pentru placaje, dale, plinte, glafuri, coloane, mozaic etc.

VII.6.1.5. CALCAR DE GURA VĂII - VARANIC

Localizare - cariera Gura Văii - Vărănic este situată pe teritoriul comunei Gura Văii (jud. Mehedinți) în dealul Pîrlipatului, în versantul stîng al văii Jindoștița. Vîrsta lor este tithon-neocomiană.

Caractere petrografice

Macroscopic, în funcție de colorație, aceste caloare prezintă două varietăți:

- caloare albe-gălbui, adesea cu aspect breicios;
- caloare bej cu nuanțe cafenii.

Calcarele albe-gălbui au granulația fină, sînt compacte, adesea tectonizate, cu fețe de fricțiune, diaclaze umplute cu argilă reziduală și spărtură concoidală, așchioasă.

Elementele brechiei calcaroase sînt cuprinse între 0,5 - 3 cm.

Sub microscop se constată că aceste elemente colțuroase sînt alcătuite exclusiv dintr-un singur tip de rocă - calcar alb, iar cimentul sau materialul interstițial îl formează calcarul gălbui-brun.

Tipul de calcar breicios este traversat de diaclaze de calcit alb sau gălbui și roșu.

Calcarul alb-gălbui are structura criptocristalină pe alocuri pseudoolitică. Acesta conține ca macrofaună corali - din abundență - mai ales genul *Ellipsactinia* pe baza căruia i s-a atribuit vîrsta sus menționată. Microfauna identificată constă în plăci de echinoderme și milliolide.

Calcarele bej-cafenii își datoresc culoarea impurităților de oxizi de fier.

Caracteristici fizico-mecanice :

STAS 8672-70

Densitate 2,72 kg/dm³

Compactitate : 98,7%

Absorbție de apă la temperatură și presiune normală: 0,30 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1200 daN/cm²

Rezistența de rupere la compresiune după

25 cicluri îngheț-dezgeț: 900 kgf/cm²

Rezistența la uzură prin frecare : 0,25 g/cm²

Rezistența la șoc: 5,6 daN.cm/cm³

Domenii de utilizare: plăci brute, plăci finite utilizate în construcții la lucrările interioare, ca material pentru placaje, dale,

plinte^{x)}, glafuri, piese profilate etc.

VII. 6.1.6. - CALCAR DE CĂPRIOARA

Localizare: carierele sînt situate în apropierea comunei Căprioara (jud. Arad), la 7 km sud-est de localitatea Săvirșin, în versantul sudic al V. Mureșului.

Vîrsta jurasică.

Caractere petrografice :

Macroscopic

Culoarea acestui calcar este crem deschisă, care predomină. Totuși apar varietăți coloristice: roz, verzui și cafenii. Are granulația fină. Este compact. Spărtura neregulată.

Efectele decorative se datoresc distribuției uniforme a culorilor, a diaclazelor și a venaturii, determinată de pigmentarea produsă de oxidul feric. Caracteristic pentru acest calcar este prezența în masa sa a unui sistem de diaclaze întinse, umplute cu calcit alb sau colorat în brun, gălbui, datorită oxidilor de fier.

Structura microcristalină.

Textura : masivă.

Compoziția mineralogică : Masa rocii este alcătuită din calcit de granulație fină; fiind străbătută de diaclaze de calcit larg cristalizat.

Caracteristici fizico-mecanice

STAS

Densitatea : 2,71 kg/dm³

Compactitatea: 98,70 %

Absorbția de apă : 0,30 %

Rezistența de rupere la compresiune: 1100-1600 daN/cm²

x) Plintă - piesă de piatră care se aplică la partea de jos a pereților unei încăperi pentru a-i apăra împotriva loviturilor și a umezelii sau pentru a acoperii rostul dintre pardoseală și perete.

Rezistența la uzură prin frecare : $0,20 \text{ g/cm}^2$

Rezistența la șoc: $5,50 \text{ daNm/cm}^3$

Domenii de utilizare:

Avînd un înalt grad de rezistență la uzură, acest calcar este utilizat în construcții la clădiri cu mare aflux de populație, la plăci pentru pardoseli, placoaje pentru pereți, blaturi pentru mese, glafuri^{x)} pentru ferestre, piese sculptate etc. Se lustruiește bine, ușor.

VII.6.1.7. - CALCAR DE BANPOTOC

Localizare : - cariera este situată la N E de localitatea Banpotoc în dealul Răchitașu (jud. Hunedoara).

Vîrsta cuaternară.

Caractere petrografice

Calcarul de Bonpotoc este o rocă sedimentară de precipitație chimică formată în apropierea travertinului de Cărpiniș prin procese similare, adică prin precipitarea și depunerea carbonatului de calciu din apele izvoarelor bicarbonatate.

Culoarea acestei roci este albă-gălbuie, gălbuie-cenușie sau cafenie-gălbuie, cu rare diaclaze în aceeași culoare; aspectul decorativ este imprimat de benzile subțiri sau pete, în nuanțe mai închise sau mai deschise decît coloritul de fond. Porii sînt răspîndiți neuniform, avînd mărimi variabile, de obicei sub 5 mm. Spărtură neregulată.

Calcarul de Bonpotoc prezintă două varietăți:

- varietate compactă
- varietate poroasă

x) Glaf = pervaz = element de construcție care căptușește partea inferioară a golului unei ferestre.

Sub microscop structura este în ansamblu microcristalină, masa rocii fiind alcătuită în proporție de peste 90 % din granule fine de calcit ($\phi < 0,05$ mm). Pe alocuri se observă porțiuni în care calcitul este (5-10 %) mai larg cristalizat ($\phi = 0,1 - 0,4$ mm).

Caracteristici fizico-mecanice

STAS 6035 - 73

Densitate : $\text{kg/dm}^3 - 2,66$

Compactitate : 95,1 %

Absorbția de apă la temperatură și presiune normală: 1,45 %

Rezistența de rupere la compresiune : 950 daN/cm^2

după 25 cicluri de îngheț-dezghet : 775 da N/cm^2

Rezistența la uzură prin frecare : $0,36 \text{ g/cm}^2$

Rezistență la șoc mecanic: 15 daN cm/cm^3

Domenii de întrebuințare: "Piatra de Bonpotoc" așa cum este cunoscută ca piatră monumentală reprezintă un material tare , sănătos, și rezistent la agenții atmosferici, negelivă, la climatul țării noastre, care se pretează pentru sculptură, mărturie sînt în primul rînd capodoperele marelui Constantin Brîncuși (Poarta Săratului, Masa Tăcerii, Aleea Scaunelor din parcul din Tirgu Jiu) care își păstrează frumusețea neîntinată.

Se utilizează la placoaje, lambriuri^{x)}, trepte de scări, dale, coloane, basoreliefuli , etc.

x) Lambriu = îmbrăcăminte din piatră naturală sau artificială, mozaic, cu care se căptușesc pereții interiori ai unei încăperi, în întregime sau pînă la o anumită înălțime de la pardoseală, în scopuri decorative sau de protecție.

VII.6.1.8. TRAVERTIN DE BORSEC

Localizare: Cariera de travertin este situată în partea sud-estică a stațiunii Borsec (jud. Harghita) pe șoseaua națională Toplița Tulgheș.

Roca are o culoare albă-gălbuie, cu structura poroasă-cavernoasă imitând foarte bine lemnul cariat, vacuolele avînd o distribuție în benzi paralele cu planul de stratificație. Diaclazele și venatura au dimensiuni reduse; venatura este continuă, cu benzi paralele.

În compoziția mineralogică a travertinului se întîlnește aproape exclusiv calcit microcristalin. Accidental apare cuarțul fin granular.

Caracteristici fizico-mecanice

Densitate: $2,69 \text{ kg/dm}^3$

Compactitate: 91,2 %

Porozitate maximă: 8,8 %

Absorbție de apă: 2,67 %

Rezistența de rupere: la compresiune: 325 kgf/cm^2

Rezistența la uzură prin frecare: $0,44 \text{ g/cm}^2$

Rezistența la șoc: 10 daN cm/cm^3

VII.6.1.9. TRAVERTIN DE CARPINIS

Localizare: Cariera Cărpiniș este situată la Nord de Simeria, în dealul Răchitașu, în apropierea comunei Bonpotac (jud. Hunedoara).

Caractere petrografice

Rocă de culoare galbenă-cenușie pînă la brună-gălbuie, destul de uniformă. Structura este poroasă, cu aspect cavernos, asemănător structurii lemnului cariat, cu distribuția vacuolelor în plane paralele cu planele de stratificație. Diaclazele și venatura au mărimi variabile și culori discrete; adesea apar pete gălbui-brune datorită oxidizilor de fier.

Roca este constituită din calcit microcristalin.

Caracteristici fizico-mecanice :Densitatea: $2,7 \text{ kg/dm}^3$

Compactitatea: 88 %

Porozitatea maximă: 12%

Absorbția de apă: 1,60 %

Rezistența de rupere la compresiune: 375 kgf/cm^2 Rezistența la uzură prin frecare la 440 rot./min: $0,22 \text{ g/cm}^2$ Rezistența la șoc : 11 daN. cm/cm^3 VII.6.1.10. TRAVERTIN DE GEOAGIU

Localizare: Cariera se află la sud de stațiunea Geoagiu Băi (jud. Hunedoara).

Aspect - caractere petrografice

Roca are culoare gălbuie, cu aspect cavernos, cu distribuție adesea uniformă a vacuolelor. Prin lustruire capătă culoarea galbenă-brună cu efect decorativ plăcut.

Caracteristici fizico-mecaniceDensitatea: $2,7 \text{ kg/dm}^3$

Compactitatea: 89,3 %

Porozitatea max. 10,7 %

Absorbție de apă: 1,8 %

Rezistență de rupere la compresiune: 510 kgf/cm^2 Rezistență la uzură prin frecare la 440 rot./min : $0,70 \text{ g/cm}^2$ Rezistența la șoc: $6,6 \text{ daN cm/cm}^3$

Domenii de utilizare: In ultimii ani travertitul a devenit una din cele mai solicitate roci, ornamentale, deoarece datorită durității scăzute poate fi prelucrată ușor. Se folosește la: placaje interioare și exterioare, la pereți și pardoseli, piese profilate. Imbinând câte două dintre cele trei tipuri de travertine, se poate ajunge la crearea de pardoseli similare ca aspect cu cele realizate din parchet.

VII. 7. PRODUSE DIN DESEURILE REZULTATE

LA PRELUCRAREA ROCILOR ORNAMENTALE

În ultimii ani, plecînd de la ideea valorificării complexe și economice a pietrei naturale, s-a trecut la fabricarea unor produse prin utilizarea deșeurilor rămase de la prelucrarea rocilor ornamentale:

- placaje MARMOCIM - obținute prin tăierea blocurilor prefabricate, realizate prin lierea cu ajutorul cimenturilor albe sau colorate a agregatelor din diferite tipuri de marmură. Ele imită marmurele colorate. Dimensiuni: max. 100 x 40 x 2 cm. Sînt destinate pardoselilor și placajelor.

- dale din marmură concasată AGLOMAR - sînt constituite dintr-un strat de bază din beton obișnuit și un strat de suprafață din beton cu agregate din marmură de diferite dimensiuni și culori. Finisarea se face prin șlefuire, iar lustruirea se execută după montare. Dimensiuni: 20 - 40 / 20 - 40 / 2 - 4 cm.

- piatră de mozaic - se obține prin concasarea rocilor ornamentale magmatice, metamorfice și sedimentare sub formă de granule de diferite sorturi sau fragmente mai mari poliedrice (20-30 mm), în culorile naturale ale rocilor utilizate. Duritatea minimă: 3. Piatră de mozaic, în amestec cu cimentul de diferite culori este larg folosită în construcțiile moderne pentru executarea de pardoseli, scări decorative și la fabricarea dalelor de mozaic.

- MARMOROCUL este un produs realizat pe bază de brevet românesc - material de finisaj alcătuit din granule mărunte de marmură sau din alte roci albe sau colorate (calcare, tufuri), aglomerate și aplicate pe un suport textil sau din fibre de sticlă, cu ajutorul unor rășini sintetice, care asigură o adeziune perfectă, atât între granule cât și între acestea și suport; se folosesc mai multe sorturi de granulatii, uni sau combinate.

Produsul este rezistent la variații de temperatură și în medii cu pînă la 60% umiditate. Se întreține ușor prin spălare cu apă.

Se utilizează la finisarea pereților interiori, cît și la exteriorul construcțiilor industriale , social-culturale și de locuit.

B I B L I O G R A F I E

- ALMĂȘAN B., DINU C., LĂZĂRESCU V., MERCUS ANA, MERCUS D., BENEȘ ȘT., BOÎGIUC M., (1980) - Condiții stratigrafice și structurale de zăcămint ale antracitului și șisturilor pirofilitice din zona Viezuroiu - Mine, Petrol, Gaze, vol. 31, nr.8, aug. 1980, București.
- APOSTOLESCU RODICA, VANDERDÎLLEANA, CÎPEA LUCIA, TUDOR MIHAELA, VICOL A., RĂDUCU P., STANCIU P., (1975) - Studiul unor minerale din zgurile neferoase de la Baia Mare, în vederea valorificării lor industriale. Materiale de Construcții, Buc., nr.1, vol. V.
- ASTREVA O.M., (1959) - Petrografia viajuščih materialov. Gosstroizdat, Moskva.
- AUGUSTINIK A.I., (1975) - Keramika, Stroizdat, Leningradskoe otделение, Leningrad.
- BALTĂ P., (1966) - Tehnologia sticlei, Ed.did. și pedag., Buc.
- BALTĂ P., (1969) - Sticla și aplicațiile ei actuale. Ed. Enciclopedică Română, Buc.
- BALTA P., BARNA S., DOLLINGER L., (1976) - Contribuții la studiul sticlelor laser. Rev. Mat. de Constr. a ICPIMC Buc., nr.2, VI.
- BECHERESCU D., CRISTEA V., MARX FR., MENESSY I., WINTER FR., (1977) - Metode fizice în chimia silicaților. Ed. științifică și enciclopedică, Buc.
- BELJANKIN D.S., LAPIN V.V., IWANOV B.V., (1960) - Technische petrographie von erzaugnissen der feuerfest Feinkeramik und Bindemittelindustrie. VEB Verlag Technik, Berlin.
- BIKOV B.Z., et al., (1977) - Tehnologia prelucrării pieselor optice. (vol. I,II), Ed. Tehnică, Buc.
- BOB C., VELICA P., (1978) - Materiale de construcții. Ed.did. și pedag. București.
- BOMBOE P., (1973) - Geologie inginerească - Atel. Multipl. IPGG., Buc.

- BRANA V., (1967) - Zăcămintele nemetalifere din România. Ed. Tehnică, București.
- BURGHLEA VIRGINIA (1979) - Echilibre termice și mecanisme de cristalizare în sistemul $\text{Na}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, cu aplicații la vitroceramica transparentă (rezumatul tezei de doctorat). Institutul Politehnic București, Inst. Național de Chimie, Fac. de Tehnologie Chimică.
- BUTUCESCU N., CIOCANEL STELA, IOVU GABRIELA (1977) - Contribuția microscopiei electronice în cunoașterea structurii materialelor de construcții. Rev. Mat. de Constr. ICPIMC Buc., nr.1, vol. VII.
- CIONTEA N., POPA V., MORAR MARIA (1976) - Contribuții la valorificarea cuarțului de la Uricani - Hunedoara. Mat. De Constr., nr.3, vol. VI, Buc.
- CIONTEA N., ROSCA I., DUCA V., (1977) - Considerații asupra vitroceramului de tip transilvanit. Rev. Mat. de Constr., ICPIMC Buc., nr. 3, vol. VII.
- CODARCEA AL., (1965) - Mineralogie. vol. I, Cristalografia. Ed. did. și pedag., Buc.
- COTEA I., FRĂȚILĂ V., HAROSA S., (1978) - Studiu geologic și tehnologic asupra rocilor cu gips și anhidrit de la Cerașu (jud. Prahova), între P.Bradului și V.Drajnei. Arhiva ICPIA.
- COTEA I., ONEA I., CURELARU NICULINA (1975) - Contribuții la valorificarea șisturilor bituminoase în industria cimentului. Rev. Mat. de Constr. a ICPIMC Buc., nr.4, vol. V.
- DEER W., HOWIE R.A., ZUSSMAN J., (1965) - Rock Forming Minerals. vol. I-V, Longmans, London.
- DINESCU R., (1966) Bazele tehnologiei ceramicii și refractarelor. Ed. Tehnică, Buc.
- DINESCU R., BURGHLEA VIRGINIA, POPESCU DANIELA (1976) - Ceramica de construcții vitrifiată din zgura de cupru. Rev. Mat. de Constr. a ICPIMC Buc., nr.2, vol. VI.
- DINESCU R., SURDEANU T., (1979) - Ceramica din oxid de aluminiu. Ed. Tehnică, Buc.
- DINESCU ADRIANA, POPESCU GABRIELA, (1978) - Tehnologia materialelor de construcții. Ed. did. și pedag., Buc.

- FLOREA M., (1971) - Geomecanică. Centrul de Multipl. al IPGG., Buc.
- FRATILĂ V., HAROSA S., CRÎNGAȘU I., DRAGU C., (1978) - Cercetări pentru stabilirea caracteristicilor fizico-chimice și tehnologice ale materiilor prime de la cariera Malu Roșu - Fieni . Arhiva ICPIIA Buc.
- GANEA I., (1979) - Materiale sintetice noi. Edit. Militară, Buc.
- GEORGESCU D., MARINESCU C., BENEA ST, (1971) - Determinarea caracteristicilor mecanice ale rocilor . Ed. Tehnică, Buc.
- HARDT D., (1976) - Materiale pentru construcții și finisaje. Ed. did. și pedag., Buc.
- IANOVICI V., STIOPOL V., CONSTANTINESCU EM., (1979) - Mineralogie. Ed. did. și pedag., Buc.
- INSLEX H., FRECHETTE V.D., (1955) - Microscopy of Ceramic\$ and Cements including glasses, slags and foundry sands. Academic Press. Inc., Publishers, New York.
- MASATACAN GH., MASTACAN IULIA , (1976) - Mineralogie. vol. I, II., Ed. Tehnică, Buc.
- MIHAILESCU N., GRIGORE I., SCHMIEDIGEN V., (1957) - Piatra naturală în construcții. Ed. Tehnică, Buc.
- MÎNZARARU LIDIA, (1957) - Observații asupra zgurilor vechi din regiunile: Baia Borșa, Rodna Veche, Zlatna și Moneasa. Analele Univ. "G.I.Parhon" Buc., Seria St. Nat., nr. 14.
- MOȘANU GH., (1965) - Cercetări geologice-tehnice privind calcarele policrome din zona Vașcău. Comunic. de Geol. Soc. de St. Nat și Geogr. din RSR., vol. III, Buc.
- MOȘ GH., (1973) - Studiul geologic al calcarelor policrome de la Vașcău jud. Bihor. Arhiva ICPIIMC Buc.
- MOȘ GH., PETCU GH., (1974) - Studii geologice și tehnologice privind tufurile vulcanice din zona Perșani, jud. Brașov, pentru utilizarea lor ca înlocuitori de blocuri ceramice și cărămizi. Arh. ICPIIMC Buc.
- MOȘ GH., (1977) - Cercetări asupra agregatelor și betoanelor pentru folosirea granitelor de Pietroasa la realizarea betoanelor de înaltă rezistență B_{600} - B_{800} în unități de prefabricate. Arhiva ICPIIMC Buc.
- NEVILLE A., (1979) - Proprietățile betonului (trad. din lb. engl.), Ed. Tehnică, Buc.

- PAVELESCU L., (1976) - Petrologia rocilor eruptive și metamorfice, ed. a III-a . Tipografia Univ. Buc.
- PAVELESCU L., MERCUS D., MERCUS ANA., (1971) - Studii și cercetări prin prospecțiunii geologice pentru noi materii prime necesare industriei materialelor de construcții în jud. Gorj. Contract de cerc.șt. nr. 247/1971, între IPGG Buc., și ICPMC Buc.
- PAVELESCU L., MERCUD D., MERCUS ANA., (1971) - Studiu geologic de sinteză privind potențialul de roci utile ce se pot folosi în industria materialelor de construcții pe teritoriul jud. Mehedinți. Contract de cerc. șt. nr. 220/1971, între IPGG Buc., și Inst. de Cerc.pt.Mat. de Constr. Buc.
- PAVELESCU L., MERCUS D., DRAGHICI I., (1972) - Studii și cercetări prin prospecțiunii geologice pentru noi materii prime necesare industriei materialelor de construcții în jud. Covasna. Contract de Cerc.șt. nr. 249/1972) între IPGG Buc. și Inst. de Cerc pt. Mat. de Contr. Buc.
- PAVELESCU L., MERCUS ANA, MERCUS D., ALEXE I., ALBU D., (1976) - Mineralogie descriptivă - lucrări practice, Ed. a II-a Tipografia Univ. Buc.
- PAVELESCU L., DIMITRESCU R., (1958) - Contribuții la studiul mineralogie al zgurilor metalurgice de la Călan. Studii și Cerc. de Geol. Acad. R.P.R., tom. III, nr. 3-4, Buc.
- PÂRVU G., MOCANU GH., HIBOMVSCHI C., GRECESCU A., (1977) - Roci utile din România. Ed. Tehnică, Buc.
- PETRULIAN N., (1973) - Zăcămintele de minerale utile. Ed. Tehnică , Buc.
- PETTIJOHN F.J., (1957) - Sedimentary Rocks. Harper & Brothers, New York.
- PREDA I., (1965) - Geologie inginerescă . Ed. did. i pedagog., Buc.
- PREDA MARIA, BURGHELEA VIRGINIA (1977) - Metode de analiză și control în industria produselor ceramice și refractare. Centrul de Multiplicare al Inst. Politehnic Buc.
- PREDA MARIA, BURGHELEA VIRGINIA, MERCUS ANA, (1980) - Mecanismul de cristalizare a bazaltului topit. Comunicare la Sesiunea științifică a cadrelor did. din Institut. Politehnic București, Inst.Național de Chimie, Secția Tehnologia Silicaților și Comp. Oxidici, Buc., 25-26 oct. 1980.

- RADULESCU D., P., (1952) - Contribuții la studiul mineralogic al zgurilor metalurgice. Buletin științific al Acad. R.P.R. secț.șt.biol., agron., geol., geogr., tom. IV, nr.4 Buc.
- ROBERSTS W., L., RAPP G., WEBER J., (1974) - Encyclopedia of Minerals. Van Nostrand Reinhold Company ., New York.
- ROMAN CONSTANTA, (1977) - Cercetări asupra betoanelor armate cu fibre de sticlă, Rev. Mat. de Constr. a ICPIMC Buc., nr.3, vol.VII.
- SAVU H., (1970) - Structura granitoidului de Susița (Carp.Merid.) - D.S.Inst.Geol, LVI/5 (1968-1969). Buc.
- SBELEY W., (1960) - Industrial Minerals and Rocks. Amer. Inst.Min.Metal, Petr., Engin., New York.
- SOLACOLU S., (1968) - Chimia fizică a silicaților tehnici. Ed. Tehnică Buc.
- STAMATIU M., (1962) - Mecanica rocilor . Ed. did. și pedag., Buc.
- STEOPOE Al., (1964) - Materiale de construcții . Ed. Tehnică, Buc.
- TEOREANU I., (1975) - Bazele tehnologiei lianților. Ed. Tehnică, Buc.
- TEOREANU I., MOLDOVAN V., GEORGESCU M., MUNTEANU M., PURI A., (1972) - Bazele fizico-chimice ale întăririi lianților anorganici. Ed. did. și pedag., București.
- TEOREANU I., (1977) - Tehnologia betoanelor și azbocimentului. Ed.did. și pedag., Buc.
- TRIPSA I., HATARASCU I., IORDANESCU P., ROZALIMO P., (1980) - Mică enciclopedie de metalurgie. Ed. științifică, Buc.
- TRÖGER W., E., (1952) - Tabellen zur optischen Bestimmung der Gesteins-bilden Minerale, Stuttgart.
- VOINA N., (1974) - Materiale de construcții. Ed. Tehnică, Buc.
- WINCHELL A., N., WINCHELL H., (1964) - The microscopical characters of artificial inorganic solid substances: optical properties of artificial minerals., Academic Press New York and London.
- x x x Materiale de construcții (Colecția STAS) (1974), Biblioteca Standardizării , Seria Tehnică A 36 a, vol. I, II, Ed. Tehnică, București.

I N D E X

A

Absorbția de apă 209
 Activare alcalină 194
 Activare sulfatică 195
 Aditivi 134
 Afinanți 161
 Aglomer 265
 Agloporit 139
 Agregate 134
 Agregate grele artificiale 138
 Agregate de carieră 137
 Agregate de rîu 137
 Agregate naturale grele 137
 Agregate ușoare artificiale 138
 Agregate ușoare naturale 138
 Åkermanit 186
 Alit 117
 Alite 72
 Alumină tehnică 72
 Aluminat monocalcic 132
 Aluminat tricalcic 118
 Andezit de Malnaș 231
 Andezit de Pietroasa 230
 Anhidrida borică 159
 Anhidrit 108
 Ardere de biscuit 44
 Argile beidelitice 18
 Argilă comună 18
 Argile expandabile 20
 Argile fuzibile 18
 Argile illitice 18

A

Argile nontronitice 18
 Argile pentru engobe 20
 Argile refractare 20
 Argile vitrifiabile 19
 Azbociment 128

B

Baddeleyit 93
 Balast 215
 Barbotină 46
 Bauxită 71
 Bauxită albă 72
 Bauxită roșie 72
 Bazalt de Racoș 236
 Bazalt de Sanovița 240
 Bazalt topit și recristalizat 174
 B.C.A. 153
 Beidelit 18
 Belit 119
 Bentonit 18
 Betoane antiacide 144
 Betoane asfaltice 146
 Betoane de mare rezistență 143
 Betoane de protecție împotriva radiațiilor 145
 Betoane grele 136
 Betoane hidrotehnice 145
 Betoane refractare 144
 Betoane speciale 143

B

Betoane ușoare 147
 Beton 134
 Beton armat cu fibre de sticlă 146
 Beton celular 147
 Beton celular autoclavizat 153
 Beton ciclopian 135
 Beton cu agregate grele de riu 148
 Beton cu agregate monocalcareoase de carieră 149
 Beton cu zgură de furnal și agregate din produse ceramice 196
 Beton decorativ 146
 Beton fin 135
 Beton macroporos 147
 Beton obișnuit 135
 Beton rutier 146
 Beton cu agregate de tuf vulcanic 151
 Beton ușor cu granolit 152
 Binder 219
 Blocuri ceramice 28
 Boehmit 71
 Bolțar 218
 Borduri 217
 Bornă de piatră 218
 Brownmillerit 117
 Butisă 218

C

Cahle 41
 Calcar de Banpotoc 261
 Calcar de Căprioara 260
 Calcar de Gura Văii 258
 Calcar de Moneasa 253
 Calcar de Vașcău 256
 Calupuri 218
 Caolin 17
 Caolin de Aghireș 39
 Caolin de Harghita 39
 Caolinit 17
 Cărămizi 23
 Cărămizi cu goluri 24
 Cărămizi de clincher 36
 Cărămizi de sticlă 167
 Cărămizi pentru placașe 25
 Cărămizi pline 23
 Cărămizi radiale 26
 Cărămizi silica 62
 Celit 117
 Cenușa de termocentrală 199
 Ceramică 16
 Ceramică brută 23
 Ceramică din oxid de aluminiu 54
 Ceramică fină 39
 Ceramică magnetică 53
 Cermeturi 60

C

Ciment alb 126
 Ciment aluminos 132
 Ciment colorat 128
 Ciment cu cenușă de termocentrală 131
 Ciment cu rezistențe inițiale mari 122
 Ciment cu trass 131
 Ciment cu șgură 131
 Ciment cu anhidrit 112
 Ciment de furnal 131
 Ciment dentar 129
 Ciment din șgură sulfatică 195
 Ciment expansiv 125
 Ciment fosfatic 129
 Ciment hidrotehnic 125
 Ciment magnezian 113
 Ciment metalurgic 131
 Ciment pe bază de compuși de bariu 128
 Ciment PC 400 131
 Ciment pentru sonde 125
 Ciment portland 114
 Ciment portland alitic 117

C

Ciment portland belitic 117
 Ciment portland normal 117
 Ciment PZ 400
 Ciment RIM 122
 Ciment rutier 125
 Ciment silicios 114
 Ciment silico-fosfatic 130
 Ciment Sorel 113
 Ciment zinc-fosfatic 130
 Cipolino 251
 Clincher 116
 Clincher de ciment portland alitic 117
 Clincher de ciment portland belitic 119
 Clincher de pavaj 36
 Clincherizare 107
 Coame 33

C

Coeficient de inmuiere la gelevitate 210	
Coeficient de saturație 209	
Coeficientul lui Poisson 212	
Coloranți 161	
Compactitate 209	
Conuri pirometrice 96	
Conuri Seger 96	
Cordierit 50	
Corindon 74	
Corindon sinterizat 73	
Corindon sintetic 73	
Corpuri ceramice 28	
Criblură 219	
Cristal 162	
Cristal de Boemia 162	
Cristobalit 63	
Cromosilica 65	
Cubilou 91	

D

Dacit de Poieni 227	
Dale de piatră 217	
Dale Nevada 167	
Decoloranți 161	
Densitate (a rocii) 208	
Densitate aparentă 208	
Densitate în grămadă 208	
Densitate în vrac 208	
Devitrit 163	
Dialuminat manocalcic 133	

D

Diaspor 71	
Diatomit 138	
Dickit 17	
Dielectrici ceramici 50	
Dinas 61	
Diopsid 186	
Dolomită metalurgică 91	
Dunit 82	

E

Electreți 53	
Electroceramică 49	
Electrocorindon 73	
Engobă 20	
Ettringit 121	

F

Faianță 40	
Faianță calcaroasă 41	
Faianță feldspatică 40	
Faianță silicioasă 40	
Favas 92	
Fayalit 192	
Felscuartite 61	
Ferit de magneziu 81	
Ferite dure 53	
Ferite moi 53	
Ferromonticellit 192	
Fibre de sticlă 168	

F

Fibre de sticlă
optică 171

Fibrolit 114
Filer 220
Findlingcuartțite 61

Fiting 57

Forsterit 84

Fosfogips 108

Frită 46

G

Gazobetoane 148

Geamuri 165

Geamuri armate 166

Geamuri dublu izolate
cu fibre de sticlă 167

Geamuri givrate 166

Geamuri mate 166

Geamuri muslin 166

Geamuri ornamentale 166

Geamuri riglate 166

Geamuri securit 166

Geamuri triplex 166

Geamuri U.V. 166

Gehlenit 186

Gelivitate 136

Gibbsit 71

Gips 108

Glaf 261

Glazură 46

Granit de Iacobdeal 221

Granit de Meri 224

Granulit 37

G

Granulometria 141

Granulozitatea 141

Gresie ceramică 33

Gresie ceramică fină 49

Gresie de Urviș 243

Greutate volumetrică 212

H

Halloysit 18

Hemihidratul sulfatului de
calciu 108

Heroinit 198

Hidrargilit 71

Hidroaluminat de calciu
trisulfatat 121

Hidroxid de aluminiu
tehnice 72

Holografie 171

I

Ililit 18

Indicatori piroscopici 96

Indice de bazicitate 182

Incluziunile din sticlă 162

Intărirea 105

Ipsos 108

Ipsos alauat 110

Ipsos celular 112

Ipsos de construcții 110

Ipsos de mare rezistență 111

I

Ipsos de pardoseală	110
Ipsos macroporos	112
Ipsos marmorean	110
Ipsosuri mixte	112
Izolatori pentru bujii	56
Izolatori de înaltă frecvență	52
Izolatori de joasă frecvență	50

K

Kandite 17

L

Lambriu	262
Lapte de var	113
Lianți aerieni	106
Lianți clincherizați	107
Lianți hidraulici	106
Lianți micști	106
Lianți minerali	105
Lianți neclincherizați	106
Lianți nehidraulici	106
Lianți unitari	106
Lukalox	58

M

Macadam	219
Magnezie metalurgică	78
Magnezie pulverulentă	78
Magnezie sintezată	78
Magnezie topită	78

M

Magnezit	77
Majolica	43
Marca betonului	135
Marca cimentului	106
Marmocim	265
Marmoroc	265
Marmură de Alun	250
Marmură de Ruschița	249
Mase ceramice speciale	49
Mastic	220
Materiale dielectrice	49
Materiale refractare	59
Maturare	173
Mărgăritar	215
Melilite	186
Modul de elasticitate	211
Molon	216
Moneasa negru	255
Moneasa roșu	253
Monticellit	193
Montmorillonit	18
Mortar	155
Mozaic de sticlă	167
Mozaic venețian	167
Mullit	47

N

Nacrit	17
Nisip	214
Nisip cuarțos	158
Nisip de Aghireș	159
Nisip de concasaj	219
Nisip de Miercani	159
Nisip de Văleni	159
Nontronit	18
Nucleație	173
O	
Oglinzi	167
Olane	33
Oldhamit	184
Olivinite	82
Opacizanți	162
Opaxit	167
Ortosilicatul de zirconiu	92
Oxidul de aluminiu	160
Oxidul de bariu	160
Oxidul de beriliu	161
Oxidul de calciu	160
Oxidul de litiu	160
Oxidul de magneziu	160
Oxidul de plumb	161
Oxidul de potasiu	160
Oxidul de sodiu	160

P

Parawollastonit	190
Pavele	218
Pavele anormale	218
Părți levigabile	140
Pentaoxidul de fosfor	159
Periclaz	79
Perlit expandat	139
Petalit	50
Piatră brută	216
Piatră brută pentru fundații	216
Piatră brută pentru pavaje	216
Piatră de Banpotoș	262
Piatră de mozaic	219
Piatră de talie	216
Piatră naturală	203
Piatră pentru anrocamente	216
Piatră pentru pereuri	216
Piatră ponce	138
Piatră spartă	218
Piatră spartă mare	219
Piatră spartă normal	219
Pietriș	215
Pietriș mărgăritar	215
Pirofilit	68
Plintă	260
Porozitate	209
Portlandit	113

P

Porțelan 43
 Porțelan cordierito-
 mullitic 50
 Porțelan moale 44
 Porțelan mullitic 46
 Porțelan tare 44
 Priza 105
 Priza normală 105
 Produse de balastieră 214
 Pseudowollastonit 190

R

Radomes 57
 Radioporțelan 53
 Refractare (materiale) 59
 Refractare acide 61
 Refractare argiloase
 de șamotă 67
 Refractare bazice 59
 Refractare carbonice 60
 Refractare carborundice 60
 Refractare corhart 76
 Refractare cromo-magnezitice 88
 Refractare dolomitice 89
 Refractare forsteritice 81
 Refractare magnezitice 79
 Refractare mullitice 76
 Refractare mullito-
 corindonice 74
 Refractare silica 61
 Refractare silicioase 61

R

Refractare silico-alumi-
 noase 65
 Refractare semiacide 65
 Refractare spinel-
 forsteritice 85
 Refractare super-
 aluminose 70
 Rezistența la compre-
 siune 210
 Rezistența la gelivi-
 tate 210
 Rezistența la șoc
 mecanic 211
 Rezistența la uzură prin
 frecare 211

Roci monocrome 206
 Roci ornamentale 246
 Roci policrome 206
 Rotalit 167
 Roving 168

S

Savură 218
 Scorie bazaltică 138
 Semiconductori
 vitroși 170
 Semiconductoare 53
 Semicristal 162
 Semioporțelan 43
 Serpentinit 82
 Sialite 72
 Silica 61
 Silica carborundice 65
 Silica neagră 65

S

Silica pentru cocserii 64
 Silica pentru oțelării 64
 Sinterizare 55
 Sinterkorund 73
 Spinel 85
 Split 218
 Spodumen 50
 Steatit 83
 Sticlă cron 170
 Sticlă de cuarț 168
 Sticlă de menaj 165
 Sticlă de protecție în
 tehnica nucleară 172
 Sticlă F 168
 Sticlă flint 170
 Sticlă fotocromică 170
 Sticlă fotosensibilă 170
 Sticlă fototropică 170
 Sticlă laser 172
 Sticlă optică 170
 Sticlă cu devitrit 163
 Sticlă pentru ambalaj 165
 Sticlă pentru baloanele pro-
 duselor electrotehnice cu
 vid 169
 Sticlă pentru izolatoni de
 înaltă tensiune 169
 Sticlă pentru tuburi
 catodice 169
 Sticlă pentru tuburi
 electronice 169
 Sticla pentru tuburi
 radio 169

S

Sticla pentru tuburi
 roentgen 169
 Sticla S 169
 Sticla solubilă 165
 Sticla spongioasă 165
 Sticla vycor 168
 Sticle calcogeni-
 dice 171
 Sticle colorate 167
 Sticle rezistente la
 acțiunea radiațiilor 172
 Sticle tehnice 158
 Sticloplastice 168
 Sticlo-textelit 168
 Subrăcirea 158
 Sulfat de calciu
 bihidrat 109
 Superrefractare cu dioxid
 de zirconiu 92
 Soperrefractare cu oxizi
 puri 91

Ș

Șanotă 67
 Șistoful 130

T

Tibar 53
 Tioand 53
 Tixotropia 39
 Tobermorit 122
 Traductoare piezoelec-
 trice 53

T

Travertin de Borseo 263
 Travertin de Cărpiniș 263
 Travertin de Geoagiu 264
 Trialuminat pentacalcic 133
 Tridimit 63
 Tufuri vulcanice 138
 Tuburi de drenaj 33

Ț

Țigle 28
 Țigle de sticlă 167

U

Umiditate 212
 Ultraportelan 49

V

Var aerian 112
 Var gras 112
 Var hidraulic 114
 Var roman 114
 Var slab 114
 Vată minerală 195
 Vată de sticlă 169
 Vibratii 167
 Vitroceram 173
 Vitroceram din zgură de
 cupru 198

W

Willemit 199
 Wollastonit 190
 Wüstit 180

X

Xilolit 114

Z

Zgură acidă 183
 Zgură bazică 183
 Zgură cu diopsid 188
 Zgură cu wollastonit 190
 Zgură de furnal 183
 Zgură de furnal
 expandată 184
 Zgură de la extragerea
 metalelor neferoase 183
 Zgură de oțelărie 183
 Zgură fayalitică-
 ferromonticelitică 190
 Zgură melilitică 186
 Zgură metalurgică
 granulată 184
 Zguri metalurgice 183
 Zircon 92
 Zircona 92
 Zirconofavașul 92
 Zirkitul 92

VERIFICAT
2017

VERIFICAT
2007



VERIFICAT
1987

Bun de tipar 6.04.81 Apărut 04.981

Tiraj 366 Coli tipar (Fasc.) 14

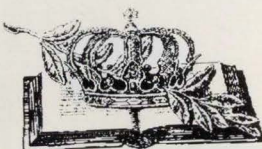
Tipar executat sub comanda nr. 140/81

Tipografia Universității București

DATA RESTITUIRII

10 MAR 2009		
11. MAI 2009	29 MAI 2009	
	29 MAI 2009	
16 FEB 2009	1 SEP. 2009	
18 FEB 2009	<i>nu s-a</i>	
12 MAR 2009		
12 MAR 2009		

BIBLIOTECA CENTRALA
UNIVERSITARA „CAROL I”



DE SPIRITU ET ANIMA

Lei 18,70