

B-I.G

93270  
INSTITUTUL GEOLOGIC  
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

---

SERIA B

*Chimie*

Nr. 48

---

STUDII DE CHIMIE—  
PREPARAREA MINEREURILOR



BUCUREŞTI  
1972



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

INSTITUTUL GEOLOGIC  
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

---

SERIA B

*Chimie*

Nr. 48

---

STUDII DE CHIMIE—  
PREPARAREA MINEREURILOR



BUCUREŞTI  
1972



Institutul Geologic al României

## C O N T E N U

(Résumés)

|                                                                                                                                                                                    | <u>Page.</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, I. Ene, C. Mușăteanu, Maria Borcea. Recherches sur la préparation de quelques minerais complexes auro-argentifères des Monts Metallifères. . . . . | 24           |
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, Adela Drăgulescu. Recherches sur les conditions de préparation du minerai complexe de la partie septentrionale des Carpates Orientales . . . . .   | 35           |
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, Adela Drăgulescu, Sabina Mitu. Recherches sur les conditions de préparation du minerai cuprifère de la partie NW des Carpates Orientales . . . . . | 58           |
| B. Georgescu, Ana Nicolescu, Adela Drăgulescu. Recherches afin d'établir la technologie de valorisation de minerai de mercure de — Harghita                                        | 86           |
| C. Pandeleescu, Maria Dumitrescu, Maria Borcea, Michaela Pop. Recherches concernant la valorisation d'un minerai cuprifère dans la partie Ouest des Carpates Méridionales. . . . . | 108          |
| Gheorghe Polici, Adela Drăgulescu. Recherches sur les conditions de préparation du minerai de fer de Ruschița — Valea Morii . . . . .                                              | 124          |



## C U P R I N S

Pac.

|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, I. Ene, C. Mușăteanu, Maria Borcea. Cercetări privind prepararea unor minereuri complexe auro-argentifere din Munții Metaliferi . . . . .                 | 7   |
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, Adela Drăgulescu. Cercetări pentru stabilirea condițiilor de preparare a minereului complex din nordul Carpaților Orientali . . . . .                     | 27  |
| B. Georgescu, Maria Dumitrescu, Adela Drăgulescu, Sabina Mitu. Cercetări pentru stabilirea condițiilor de preparare a minereului cuprifer din nord-vestul Carpaților Orientali . . . . .  | 37  |
| B. Georgescu, Ana Nicolescu, Adela Drăgulescu. Cercetări pentru stabilirea tehnologiei de valorificare a mincreului de mercur din munții Harghita . . . . .                               | 61  |
| C. Pandeleșcu, Maria Dumitrescu, Maria Borcea. Mihaela Pop. Cercetări privind stabilirea posibilităților de preparare a unui minereu cuprifer din vestul Carpaților Meridionali . . . . . | 89  |
| Georgeta Polici, Adela Drăgulescu. Cercetări pentru stabilirea condițiilor de preparare a minereului de fier de la Ruschița – Valea Morii . . . . .                                       | 111 |





Institutul Geologic al României

# CERCETĂRI PRIVIND PREPARAREA UNOR MINEREURI COMPLEXE AURO-ARGENTIFERE DIN MUNȚII METALIFERI<sup>1</sup>

DE

BUJOR GEORGESCU, MARIA DUMITRESCU, IOAN ENE, CRISTIAN MUȘĂTEANU  
MARIA BORCEA

## Abstract

Researches Relating to the Dressing of Some Complex Gold-Silver ores from the Metaliferi Mountains. The authors present the results of the dressing research work as regards three samples of ore from the Metaliferi Mounts deposit. These three samples contained: 0.3–4 g/t Au; 11–46 g/t Ag; 0.7–1.6% Zn; 0.5–0.9 Pb; 6.7–16.2 S. By means of flotation there may be obtained concentrates of Pb–Zn with 30–48% Zn and 9.9–18.2% Pb, the recovery of metal representing 70.6–93.3% for Zn, and 47.9–77.2% for Pb, as well as pyrite concentrates with 42.9–46% S, corresponding to recoveries of sulf ranging from 70 to 83%. About 90% of gold and 10–50% of silver contained in the pyrite concentrates obtained at two samples of the three ones, may be recovered by cyanidation (30–70% of silver are found in the Pb–Zn concentrate).

Cercetările de laborator efectuate au urmărit obținerea unor informații privind posibilitățile de concentrare a unor minereuri din Munții Metaliferi, puse în evidență prin lucrări de redeschidere și explorare executate în 1967 și 1968 de către IGEX.

Probele au provenit din : Sectorul I (proba 1), Sectorul II (proba 2) și sectorul III (proba 3).

Date fiind caracterele de zăcămînt diferite, ca și perspectivele diferite ale rezultatelor explorărilor pentru fiecare sector în parte, cele trei probe au fost cercetate separat.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 24 aprilie 1970.

<sup>2</sup> Institutul Geologic, Sos. Kiseleff 55, București.



### I. PROBA DIN SECTORUL I

#### A) CARACTERELE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

Proba a fost alcătuită, în cea mai mare parte, din fragmente de andezite și brecii andezitice sterile sau slab mineralizate și, într-o mai mică măsură, din fragmente de brecii sau de filon de calcit, mineralizate cu sulfuri complexe.

TABELUL 1

*Compoziția chimică principală conținută în probele cercetate*

|                                | Proba 1<br>% | Proba 2<br>% | Proba 3<br>% |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Au g/t                         | 4 – 5        | 0,8          | 0,3          |
| Ag g/t                         | 11 – 14      | 46,0         | 26           |
| Zn                             | 1,6          | 0,7          | 1,3          |
| Pb                             | 0,5          | 0,5          | 0,9          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21,2         | 8,3          | 14,7         |
| S                              | 16,2         | 6,7          | 10,9         |
| Cu                             | lipsă        | urme         | 0,2          |
| SiO <sub>2</sub>               | 22,2         | 61,0         | 56,4         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,1          | 8,8          | 9,2          |
| CaO                            | 8,5          | 4,7          | 1,7          |
| MgO                            | 1,2          | 2,3          | 1,1          |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,1          | 0,2          | 0,1          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,8          | 1,8          | 2,2          |
| P. C.                          | 26,3         | 6,5          | 9,6          |

TABELUL 2

*Mineralele principale conținute de probele cercetate*

| Mineralul   | Proba 1<br>% | Proba 2<br>% | Proba 3<br>% |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Pirită      | 29           | 9            | 18           |
| Marcasită   | —            | 3            | —            |
| Blendă      | 2,5          | 1            | 2            |
| Galenă      | 0,5          | 0,7          | 1            |
| Calcopirită | —            | 0,1          | 0,6          |
| Cuarț       | 8            | 20           | 25           |
| Calcit      | 20           | 6            | —            |
| Roca gazdă  | 40           | 60           | 53           |

Analiza chimică (tab. 1) a arătat că proba conține ca elemente utile principale : 4–5 g/t Au ; 11–14 g/t Ag ; 1,6 % Zn ; 0,5 % Pb ; 16,2 % S.

Mineralizația este constituită din sulfuri complexe (preponderent pirită și cantități mici de blendă și galenă) asociate cu argint și aur (tab. 2).



*Pirita* se prezintă sub formă de cristale cuprinse între 0,03 – 3 mm. Este frecvent asociată cu ganga și blenda, mai rar cu galena și sporadic cu calcopirita, la dimensiuni de 0,06 – 0,5 mm (Pl. I ; fig. 1,2).

*Blenda* formează cristale mari de 0,1 – 0,7 mm, neregulate, de obicei insinuate în pirită mai puțin în gangă și cuprinde unele incluziuni fine, punctiforme de calcopirită de 0,003 – 0,007 mm (Pl. II, fig. 1).

Caracteristică pentru acest zăcămînt este asociația avansată a galenei cu blendă. Galena este depusă aproape în totalitate în interiorul cristalelor de blendă sub forma unor granule extrem de neregulate ce pătrund pe fisuri fine și plane de clivaj. Dimensiunile de asociere sunt cuprinse între 0,01 – 0,3 mm (Pl. II ; fig. 2).

*Cristale de aur* liber sau minerale aurifere nu s-au observat microscopic. Presupunem că aurul este prezent în granule submicroscopice incluse în sulfuri, respectiv în pirită.

*Ganga* mineralizației o constituie roca gazdă (andezitele și breciile andezitice) intens transformate, precum și fragmentele de filon de calcit și cuarț prezente în masa mineralizației.

#### B) CERCETĂRI DE PREPARARE

Cercetările au fost executate după o schemă urmărind obținerea prin flotație a unui concentrat colectiv Pb—Zn, a unui concentrat de pirită și recuperarea prin cianurare a aurului și argintului din concentratele de pirită.

Conținuturile scăzute de plumb și zinc, ca și asocierea foarte avansată dintre blendă și galenă, împiedică obținerea în condiții avantajoase a unor concentrate separate de blendă, respectiv galenă.

##### 1. Flotația sulfurilor

a) **Flotația blendei și galenei.** În prima etapă s-a urmărit obținerea unor concentrate colective primare Pb—Zn cu extracții cât mai ridicate, iar în etapa următoare, îmbunătățirea lor calitativă prin operații de refloatare.

Depresarea piritei și creearea mediului alcalin favorabil flotației blendei și galenei ( $\text{pH} = 9 - 9,5$ ), s-a efectuat cu ajutorul varului adăugat în moară și în celulă în combinație cu carbonatul de sodiu ; ca activant pentru blendă s-a utilizat sulfatul de cupru. Reactivii colectori încercați au fost aerofloatul 242 și aeroflatul 243.

Pentru ilustrare, în tabelul 3, se dă rezultatele unora din experimentările efectuate în diferite condiții de lucru. După cum se vede, rezultatele



cele mai bune s-au obținut utilizând în moară : var — 500 g/t și carbonat de sodiu — 2.000 g/t, iar în celulă : var — 1.000 g/t, silicat de sodiu — 500 g/t, sulfat de cupru — 700 g/t, aerofloat 243 — 52 g/t și flotanol — 33 g/t.

Concentratul colectiv obținut în aceste condiții are un conținut de circa 26% Zn și 8,5 % Pb corespunzător unor recuperări de 92 % pentru zinc și 94% pentru plumb.

TABELUL 3

*Rezultatele flotașiei colective primare Pb-Zn, efectuate înaintea flotașiei piritei*

| Moară                            | Reactivi g/t |                       | Produse | Extracție<br>în greutate<br>% | Zinc  |       | Plumb<br>conținut<br>% |
|----------------------------------|--------------|-----------------------|---------|-------------------------------|-------|-------|------------------------|
|                                  | 1            | 2                     |         |                               | 3     | 4     |                        |
| Var                              | 1000         | Concentrat blendă     | Produse | 8,4                           | 20,00 | 90,0  |                        |
|                                  | 500          | Concentrat pirită     |         | 24,8                          | 0,69  | 8,5   |                        |
|                                  | 700          | Steril                |         | 66,8                          | 0,05  | 1,5   |                        |
|                                  | 243          |                       |         |                               |       |       |                        |
|                                  | 104          |                       |         |                               |       |       |                        |
|                                  | 33           | Alimentare            |         | 100,0                         | 1,7   | 100,0 |                        |
| Var 500                          | 1000         | Concentrat blendă     |         | 7,6                           | 25,80 | 92,5  | 8,5                    |
|                                  | 500          | Concentrate           |         |                               |       |       |                        |
|                                  | 700          | Pirită                |         | 31,8                          | 0,30  | 6,0   |                        |
|                                  | 243          | Steril                |         | 60,6                          | 0,04  | 1,5   |                        |
|                                  | 52           |                       |         |                               |       |       |                        |
|                                  | 33           | Alimentare            |         | 100,0                         | 1,5   | 100,0 |                        |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$<br>2000 | 1000         | Concentrate<br>blendă | Produse | 4,0                           | 30,20 | 76,7  | 8,1                    |
|                                  |              | 1,9                   |         |                               | 9,26  | 11,1  |                        |
|                                  |              | Concentrate pirită    |         | 21,4                          | 0,73  | 9,9   |                        |
|                                  |              | Steril                |         | 72,7                          | 0,05  | 2,3   |                        |
|                                  |              | Alimentare            |         | 100,0                         | 1,6   | 100,0 |                        |
|                                  |              |                       |         |                               |       |       |                        |
|                                  | 500          | Concentrate           |         | 4,8                           | 29,00 | 79,7  |                        |
|                                  |              | Concentrate blendă    |         | 2,7                           | 5,23  | 8,2   |                        |
|                                  |              | Concentrate           |         |                               |       |       |                        |
|                                  |              | pirită                |         | 30,9                          | 0,59  | 10,3  |                        |
|                                  |              | Steril                |         | 61,6                          | 0,05  | 1,8   |                        |
|                                  |              | Alimentare            |         | 100,0                         | 1,7   | 100,0 |                        |
|                                  | 500          | Concentrate<br>blendă | Produse | 5,5                           | 24,50 | 77,7  |                        |
|                                  |              | Concentrate pirită    |         | 34,1                          | 0,95  | 20,8  |                        |
|                                  |              | Steril                |         | 60,4                          | 0,04  | 1,5   |                        |
|                                  |              | Alimentare            |         | 100,0                         | 1,6   | 100,0 |                        |
|                                  |              |                       |         |                               |       |       |                        |
|                                  |              |                       |         |                               |       |       |                        |



În vederea îmbunătățirii calității concentratelor colective primare, s-au efectuat în continuare operații de reflotare.

Reactivii utilizati la experimentările de reflotare au fost: varul, pentru crearea mediului alcalin favorabil ( $\text{pH} = 9 - 9,5$ ), silicatul de sodiu pentru depresarea mineralelor de gangă și aerofloatul 243 drept colector. După o singură reflotare (tab. 4) s-a obținut un concentrat colectiv final cu conținuturi de 39 – 40% Zn; 11,5% Pb și cu recuperări

TABELUL 4

*Rezultatele obținute la reflotarea concentratului primar colectiv Pb-Zn*

| Produse                                     | Extracția<br>în con-<br>centrat<br>% | Zinc          |                      | Plumb         |                      | Sulf          |                      |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
|                                             |                                      | Conținut<br>% | Recupe-<br>rare<br>% | Conținut<br>% | Recupe-<br>rare<br>% | Conținut<br>% | Recupe-<br>rare<br>% |
| 1                                           | 2                                    | 3             | 4                    | 5             | 6                    | 7             | 8                    |
| Concentrat $C_1$<br>final                   | 3,7                                  | 40,1          | 85,3                 | 11,40         | 81,0                 | 28,8          | 10,2                 |
| Produs inter-<br>mediar I                   | 2,3                                  | 5,0           | 6,8                  | 2,87          | 12,9                 |               |                      |
| Concentrat<br>colectiv<br>$C_1 + I$         | 6,0                                  | 26,6          | 92,1                 | 8,13          | 93,9                 |               |                      |
| Concentrat<br>pirită                        | 31,4                                 | 0,3           | 6,1                  | 0,04          | 2,4                  | 45,0          | 83,2                 |
| Steril                                      | 62,6                                 | 0,05          | 1,8                  | 0,03          | 3,7                  | 1,8           | 6,6                  |
| Alimentare                                  | 100,0                                | 1,6           | 100,0                | 0,51          | 100,0                | 17,0          | 100,0                |
| Concentrat<br>final $C_1$                   | 3,7                                  | 39,0          | 86,3                 | 11,50         | 83,3                 | 27,7          | 9,4                  |
| Produs inter-<br>mediar I                   | 2,1                                  | 5,0           | 6,3                  | 2,51          | 10,3                 |               |                      |
| Concentrat<br>colectiv<br>$C_1 + I$         | 5,8                                  | 26,6          | 92,6                 | 8,25          | 93,6                 |               |                      |
| Concentrat<br>pirită                        | 31,0                                 | 0,3           | 5,6                  | 0,03          | 0,2                  | 44,5          | 81,3                 |
| Steril                                      | 63,2                                 | 0,05          | 1,8                  | 0,05          | 6,2                  | 2,5           | 9,3                  |
| Alimentare                                  | 100,0                                | 1,6           | 100,0                | 0,51          | 100,0                | 17,0          | 100,0                |
| Concentrat<br>final $C_1$                   | 2,6                                  | 48,0          | 70,6                 | 13,80         | 67,7                 |               |                      |
| Produs inter-<br>mediar $I_1$               | 1,1                                  | 22,6          | 14,7                 | 6,20          | 13,3                 |               |                      |
| Produs inter-<br>mediar $I_2$               | 2,3                                  | 5,0           | 6,8                  | 2,87          | 12,9                 |               |                      |
| Concentrat<br>colectiv<br>$C_1 + I_1 + I_2$ | 6,0                                  | 26,6          | 92,1                 | 8,13          | 93,9                 |               |                      |



de 85,3 — 86,3% pentru zinc și 81,0 — 83,0% pentru plumb. Compoziția chimică a unui astfel de concentrat a fost următoarea : 2,6 % Fe ; 24% S ; 3,8 %  $\text{SiO}_2$  ; 4,7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ; 4,5% CaO ; 0,024% As. Spectrografic, s-a mai determinat prezența următoarelor elemente : 0,001 % Bi ; 0,3 % Cd ; 0,003 % Ga, 0,003 % Mo ; 0,03 — 0,1 % Sn ; 0,003 % Ni ; 0,03 % Sb ; 0,1 % Ti ; 0,3 % Mn.

Refloțind de două ori concentratul primar, a rezultat un concentrat colectiv de calitate superioară, care a conținut 48 % Zn, 13,8% Pb și două produse intermediare ; primul produs intermediar are 22,6% Zn și 6,20 % Pb, iar al doilea are 5 % Zn și 2,9 % Pb. Extracțiile de metal corespunzătoare concentratului colectiv final au fost 70,6% Zn și 68 % Pb ; dacă luăm în considerare zincul și plumbul ce se pot recupera prin retratarea produselor intermediare, putem aprecia extracția finală de 81 % pentru zinc și 80 % pentru plumb.

Pierderile de zinc și plumb în sterile și concentratele pirotoase sunt mici : circa 8 % pentru zinc și circa 6% pentru plumb.

Concentratul colectiv obținut poate fi prelucrat prin procedeul metalurgic ISP, deoarece îndeplinește condiția calitativă principală (conținutul de Pb + Zn în concentrat mai mare de 50 %).

Repartizarea aurului în produsele de la flotație, conform analizelor chimice, a fost următoarea : circa 6—9 % din aur este legat de sulfurile de zinc și plumb și circa 90 % de pirită.

b) Flotația piritei. Încercările au arătat că în anumite condiții de lucru (1000 g/t acid sulfuric, 36 g/t xantat etilic de potasiu, 26 g/t flotanol) se poate obține un concentrat de pirită cu cel puțin 45% S și o extracție de concentrat de 31%. Circa 83 % din sulful existent în minereu se recuperă în concentratele pirotoase, circa 10% în concentratele de blendă, iar circa 7 % se pierde în steril (tab. 4).

Compoziția chimică a unui concentrat de pirită a fost aproximativ următoarea : 45% S ; 41,35% Fe ; 0,56 % As ; 1,77 %  $\text{SiO}_2$  ; 3,7 % CaO ; 2,5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ; 0,33 % Zn ; 0,04% Pb ; 11—14 g/t Au ; 25—30 g/t Ag.

Analiza spectrografică a mai arătat prezența următoarelor elemente : 0,001 % Bi ; 0,01 % Cd ; 0,01 % Ga ; 0,003 % Ge ; 0,01 % Mo ; 0,003 % Sn ; 0,003 — 0,01 % V ; 0,003 % Ni ; 0,3 % Ti ; 0,1 % Mn.

Cea mai mare parte din aurul și argintul conținute în minereul brut (circa 91% din aur și 71—81 % din argint) se recuperă în concentratul de pirită.



## 2. Cianurarea concentratelor de pirită

Pentru recuperarea aurului și argintului din concentratele de pirită s-a utilizat dizolvarea cu soluții de cianură.

Încercările de dizolvare au fost făcute prin agitarea probelor de concentrate piritoase în soluții de cianură de sodiu, urmărindu-se influența concentrației soluției, a cantității de var, a diluției și a timpului de cianurare.

Pentru aprecierea duratei de cianurare necesare și a consumului de cianură, s-a dozat cianura liberă în soluție la anumite intervale de timp de la începerea procesului de agitare (32, 56, 96, 123, 168 ore) și s-au analizat conținuturile de aur și argint rămase nedizolvate.

Rezultatele cele mai bune s-au obținut la un consum de cianură de 0,9 kg/t pirită (0,3 kg/t) cu o soluție de 0,5 % cianură. Alcalinitatea protectoare (consumul de var) a fost de circa 1 kg/t pirită, iar diluția 1,7/1.

În condițiile arătate s-au realizat extracții de cca 95% pentru aur și 50% pentru argint.

Considerind că prin precipitarea aurului și argintului din soluțiile de cianură se recuperează circa 95% din metal și ținând seama și de extractia obținută la flotație, putem aprecia extractia finală la circa 85% pentru aur și 45% pentru argint.

## II. PROBA DIN SECTORUL II

### A) CARACTERELE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

Proba a fost colectată din mineralizația filoniană întâlnită în zona de redeschidere a unei galerii vechi.

Mineralizația, de natură hidrotermală, se prezintă sub forma unui filon de quart, rareori asociat cu calcit, impregnat cu sulfuri și înconjurat de o salbandă argiloasă, rezultată în urma alterării rocii gazdă (breccii și aglomerate bazaltice sau bazalto-dacitice).

Conținuturile de elemente utile (Pb, Zn, S, Au) ale probei cercetate (tab. 1) sunt sub limitele la care în mod obișnuit un minereu este considerat valorificabil.

Mineralele care ar putea prezenta interes pentru o eventuală valorificare sunt : pirită (9%), blendă (1%), galenă (0,7%) (tab. 2).

Structura mineralizației este granulară, cu o dezvoltare medie de 0,1 – 0,3 mm.

*Pirita* se prezintă în granule cu forme cubice sau neregulate, cu dimensiuni de 0,03 – 2 mm, de obicei asociate între ele, formînd cuiburi care sunt prinse în gangă. În gurile și fisurile fine din masa piritoasă se găsesc



dispersate cristale mărunte de marcasită, mai puțin de blendă (Pl. III; fig. 2).

*Blendă* apare atât în varietatea brună cît și în cea neagră, formând cristale bine dezvoltate (0,1 – 3 mm), cu un contur mai mult sau mai puțin neregulat, de obicei prinse în gangă, rareori în pirită (Pl. III; fig. 3).

*Galena*, prezentă în cristale de 0,03 – 5 mm, frecvent 0,05 – 0,7 mm, este prinsă în cea mai mare parte în pirită; cristalele de galenă sub 0,1 mm sunt total oxidate, iar cele cu dimensiuni superioare prezintă marginal o franjă oxidată de 0,05 – 0,15 mm (Pl. III; fig. 3, 4).

Această oxidare accentuată a galenei afectează o cantitate din plumbul conținut în probă, precum și o parte din argint, acesta fiind prins în galenă.

*Calcopirita*, sub formă de granule cu dimensiuni sub 0,1 mm, ocupă spații dendriforme în pirită și mai rar în blendă sau galenă.

*Aur* sau *argint* liber nu a fost identificat microscopic. Se presupune că aurul este prins în rețeaua cristalină a piritei iar argintul în galenă.

*Ganga* este formată preponderent din roca gazdă, respectiv breeci și aglomerate intens argilizate și dintr-o cantitate redusă de quart și caleit filonian.

#### B) CERCETĂRI DE PREPARARE

Date fiind compoziția chimică și caracterele mineralogice ale minereului, cercetările au urmărit obținerea unui concentrat colectiv de Zn – Pb și a unui concentrat de pirită. Conținutul mic de galenă (cca 0,7%) în parte oxidată nu ar justifica încercarea de a obține un concentrat separat de galenă.

Deoarece, în timpul cercetărilor, s-a constatat că în concentratul de pirită conținutul de aur ajunge la 6 – 8 g/t s-au executat și încercări de recuperare prin cianurare a aurului din aceste concentrate.

#### 1. Flotația sulfurilor

a) **Flotația blendei și galenei.** Flotația concentratului colectiv Zn – Pb s-a făcut fie cu aerofloat 211, aerofloat 242, aerofloat 243 fie cu xantat etilic de potasiu. Pentru alcalinizare s-a utilizat oxidul de caleiu singur sau în combinație cu carbonatul sau hidratul de sodiu. Pentru activarea blendei s-a folosit sulfatul de cupru (300 – 1000 g/t).

Finețea de măcinare a fost – în general – cuprinsă între 0,15 și 0,2 mm, o finețe mai înaintată dovedindu-se a nu fi necesară. De altfel și observațiile mineralogice au arătat o asociere grobă între blendă și pirită.



TABELUL 5

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la flotația colectivă (blendă + galenă) – selectivă (pirită)*

| Consumul de reactivi<br>g/t | Produse | Extrac-<br>ția în<br>greu-<br>te % | Conținuturi<br>% |            |            | Extracții de ele-<br>ment util |              |             |
|-----------------------------|---------|------------------------------------|------------------|------------|------------|--------------------------------|--------------|-------------|
|                             |         |                                    | Pb               | Zn         | S          | Pb                             | Zn           | S           |
| <b>În moară :</b>           |         |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| var                         | 2.600   | Concentrate<br>blendă +<br>galenă  |                  |            |            |                                |              |             |
| silicat<br>de sodiu         | 750     | pirită                             | 8,3<br>28,3      | 2,2<br>0,3 | 8,3<br>0,1 | 8,3<br>21,3                    | 60,7<br>21,5 | 93,7<br>3,5 |
| <b>În celulă :</b>          |         |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| var                         | 250     | Steril                             | 68,4             | 0,08       | 0,03       | 1,2                            | 17,8         | 2,8         |
| Carbonat de sodiu           |         |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| sulfat de cupru             | 500     | Alimentare                         | 100,0            | 0,3        | 0,73       | 6,5                            | 100,0        | 100,0       |
| aerofloat 211               | 500     |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| acid sulfuric               | 20      |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| xantat etilic               | 3.000   |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| flotanol                    | 55      |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
|                             | 4       |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| <b>În moară :</b>           |         |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| var                         | 2.000   | Concentrate<br>blendă +<br>galenă  |                  |            |            |                                |              |             |
| silicat de sodiu            | 2.000   |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| <b>În celulă :</b>          |         |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| carbonat de sodiu           | 1600    | pirită                             | 7,2              | 2,4        | 12,1       | 8,7                            | 50,8         | 86,0        |
| sulfat de cupru             | 500     | Steril                             | 25,8             | 0,5        | 0,4        | 19,7                           | 37,1         | 12,6        |
| aerofloat 211               | 200     |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| acid sulfuric               | 1.600   |                                    |                  |            |            |                                |              |             |
| xantat etilic               | 55      | Alimentare                         | 67,0             | 0,06       | 0,02       | 0,9                            | 12,1         | 1,4         |
| flotanol                    | 6       |                                    |                  |            |            |                                |              |             |

Pentru depresarea piritei s-a folosit varul 2–3 kg/t și mici cantități de cianură (40 g/t).

La flotația primară s-au putut obține concentrate de blendă + galenă cu 8,3 – 12,1 % Zn și 2,2–2,4 % Pb, corespunzînd unor extracții de 93,7 – 86,0 % pentru zinc și de 60,7 – 60,8 % pentru plumb. În tabelul 5 sunt arătate, pentru ilustrare, rezultatele și condițiile de lucru la două din încercările executate.

Pentru îmbunătățirea calității concentratului primar s-au făcut încercări de reflotare.

Prinț-o singură reflotare, conținutul de zinc al concentratului colectiv Zn-Pb poate fi ridicat de la 8 – 12 % Zn pînă la 30 – 39% cu recupe-



*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la refloarea concentratului primar colectiv blendă + galenă*

| Consumul de reactivi<br>g/t | Produse                                  | Extracția<br>în greutate<br>% | Conținuturi<br>% |             |             | Extracții de elemente utile<br>% |             |            |  |  |
|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------|--|--|
|                             |                                          |                               | Pb               | Zn          | S           | Pb                               | Zn          | S          |  |  |
| <i>Prima refloare</i>       |                                          |                               |                  |             |             |                                  |             |            |  |  |
| <i>A doua refloare</i>      |                                          |                               |                  |             |             |                                  |             |            |  |  |
| sulfat de cupru 250         | Concentrat I<br>Produs intermediu I      | 2,2<br>6,1                    | 7,4<br>0,37      | 30,4<br>0,4 | 17,7<br>4,9 | 53,4<br>7,3                      | 90,5<br>3,2 | 6,0<br>4,6 |  |  |
| carbonat de sodiu 250       | Concentrat primar                        | 8,3                           | 2,3              | 8,3         | 8,3         | 60,7                             | 93,7        | 10,6       |  |  |
| aerofloat 211 9             |                                          |                               |                  |             |             |                                  |             |            |  |  |
| var 65                      | Concentrat I<br>Produs intermediu I      | 1,9<br>5,3                    | 7,9<br>0,4       | 39,3<br>0,5 | 18,5<br>5,2 | 42,5<br>8,3                      | 82,9<br>3,1 | 5,5<br>4,3 |  |  |
| aerofloat 211 120           | Concentrat primar                        | 7,2                           | 2,4              | 12,1        | 8,7         | 50,8                             | 86,0        | 9,8        |  |  |
| <i>A doua refloare</i>      |                                          |                               |                  |             |             |                                  |             |            |  |  |
| aerofloat 211 7             | Concentrat final<br>Produs intermediu II | 1,5<br>0,7                    | 10,0<br>2,0      | 42,6<br>4,3 | 22,2<br>8,0 | 50,0<br>3,4                      | 86,4<br>4,1 | 5,1<br>0,9 |  |  |
|                             | Concentrat I                             | 2,2                           | 7,4              | 30,4        | 17,7        | 53,4                             | 90,5        | 6,0        |  |  |
| aerofloat 211 5             | Concentrat final<br>Produs intermediu II | 1,2<br>0,8                    | 9,9<br>0,5       | 43,4<br>7,0 | 22,8<br>9,8 | 47,9<br>1,4                      | 78,4<br>8,0 | 4,2<br>1,0 |  |  |
|                             | Concentrat I                             | 2,0                           | 6,2              | 29,4        | 17,8        | 49,3                             | 86,4        | 5,3        |  |  |



rări foarte bune (numai 3% din zinc rămîne în produsele intermediare !) iar printr-o nouă reflotare, conținutul poate ajunge la peste 40% Zn (tab. 6).

De asemenea conținutul de plumb crește sensibil (de la 2,3 — 2,9 % la 9,9 — 10%), dar pierderile în produsele intermediare sunt ceva mai mari.

b) Flotația piritei. Flotația piritei din sterilul de la flotația colectivă Zn—Pb s-a făcut cu xantat etilic de potasiu în mediu acid, utilizând ca spumant flotanol Höchst și pentru activarea piritei, acid sulfuric (1,6 — 3,0 kg/t). S-au putut obține concentrate primare cu 19,7 — 21,3 % S corespunzînd unor extracții de 80,5 — 76,4 % (tab. 5).

Conținutul de sulf a putut fi mărit printr-o singură reflotare de la 18 — 20% S la 42 — 43 % S (tab. 7).

TABELUL 7

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la reflotarea concentratului de pirită*

| Consumul de reactivi g/t                   | Produse            | Extracția în greutate % | Conținuturi % |     |      | Extracția de elemente utile % |      |      |
|--------------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----|------|-------------------------------|------|------|
|                                            |                    |                         | Pb            | Zn  | S    | Pb                            | Zn   | S    |
| acid sulfuric<br>xantat etilic<br>flotanol | Concentrat final   | 10,9                    | 1,0           | 0,4 | 42,9 | —                             | 5,9  | 73,8 |
|                                            | Produs intermediar | 13,8                    | —             | 0,4 | 2,8  | —                             | 6,7  | 6,1  |
|                                            | Concentrat primar  | 24,7                    | —             | 0,4 | 18,0 | —                             | 12,6 | 79,9 |
| acid sulfuric<br>xantat etilic<br>flotanol | Concentrat final   | 11,4                    | 1,1           | 0,9 | 42,2 | 31,2                          | 13,4 | 72,5 |
|                                            | Produs intermediar | 14,0                    | 0,2           | 0,1 | 2,8  | 7,6                           | 1,7  | 5,8  |
|                                            | Concentrat primar  | 25,4                    | 0,8           | 0,5 | 20,5 | 38,8                          | 15,1 | 78,3 |

Conținutul de aur al concentratelor de pirită este de 6 — 8 g/t.

## 2. Cianurarea concentratelor de pirită

Pentru recuperarea aurului din concentratele de pirită, s-au făcut încercări de cianurare, urmărindu-se să se stabilească dacă concentratul este cianurabil și în ce condiții (diluție, concentrația soluției de cianură, etc.) se obțin extracții maxime.

Încercările au arătat că se poate extrage prin cianurarea concentratelor crude de pirită peste 97 % din aur la o diluție a tulburelui de 4/1 și o



concentrație în oxid de calciu de 0,1 %, folosind o soluție de cianură de de 0,5 %.

Menționăm că dintr-o tonă de minereu brut se obțin aproximativ 0,11 t concentrate de pirită, ceea ce înseamnă că la un conținut al concentratelor de 6g/t, revine la o tonă de minereu o cantitate de aur recuperată de aproximativ 0,64 g.

### III. PROBA DIN SECTORUL III

#### A) CARACTERELE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

Proba a fost colectată dintr-o zonă de brecii.

Analiza chimică (tab. 1) a arătat că proba reprezintă un minereu foarte sărac. Elementele principale — plumbul, zincul și sulful — care ar putea prezenta interes pentru valorificare, sunt în proporție redusă, conținutul fiind sub limitele considerate în general valorificabile.

Conținutul de aur este de asemenea foarte mic și nu prezintă practic interes (0,3 g/t).

Parageneza minerală a zăcămîntului este constituită din pirită, blendă, galenă, calcopirită, asociate cu o gangă de cuarț și calcit (tab. 2).

În cea mai mare parte minereul este friabil din cauza intensei transformări hidrotermale, favorizată de o textură breciformă.

Structura mineralizației este granulară, preponderent submiliometrică. Macroscopic și microscopic se evidențiază plasarea mineralizației cu precădere în cimentul argilos al breciei.

Asociațiile dintre mineralele metalice sau între acestea și mineralele de gangă în genere, nu sunt foarte înaintate. Numai o parte din blendă este asociată la dimensiuni reduse cu galena și calcopirita. Cantitativ 10 – 20 % din galenă apare asociată cu blenda la dimensiuni cuprinse între 0,05 – 0,1 mm (Pl. IV ; fig. 1).

Mineralele metalice formează de obicei cristale idiomorfe sau hipidiomorfe (pirita, marcasita, blendă – Pl. IV, fig. 2). Cristale caracteristice apar la galenă, acestea fiind foarte neregulate, cu prelungiri filamentare marginale și cu dimensiuni cuprinse între 0,2 – 0,6 mm.

O parte din pirită cuprinde în compoziția sa chimică un conținut de arsen sau prezintă transformări parțiale în marcasită.

Microscopic nu s-au observat granule de aur liber. Presupunem că aurul se prezintă cu dimensiuni submicroscopice și este legat de sulfuri sau de cuarț.

Ganga mineralizației este reprezentată preponderent din brecii andezitice, mai puțin din cuarț.



### B) CERCETĂRI DE PREPARARE

Ca și în cazul celorlalte două probe, s-a urmărit obținerea unui concentrat colectiv Pb — Zn și a unui concentrat de pirită. Dat fiind raportul Pb/Zn ceva mai favorabil în cazul acestei probe pentru o eventuală obținere a unor concentrate separate de galenă, respectiv blendă, s-au făcut cîteva experimentări și în acest sens.

#### 1. Flotația blendei și galenei

a) **Flotația colectivă.** Majoritatea experiențelor s-au făcut cu minereu măcinat la 0,18 mm (65% <0,075 mm), constatăndu-se că la încercările cu minereu măcinat la 0,99 mm, nu s-au obținut rezultate mai bune.

Pentru depresarea piritei s-a folosit varul și soda împreună cu mici cantități de cianură. S-au folosit diversi colectori (xantat etilic de sodiu, aerofloat 242, aerofloat 243) separat sau în amestec.

TABELUL 8

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la flotația colectiv  
(blendă + galenă) — selectivă (pirită)*

| Consumul de reactivi g/t | Produse | Extracția în greutate % | Conținuturi % |    | Extracții de metal % |    |
|--------------------------|---------|-------------------------|---------------|----|----------------------|----|
|                          |         |                         | Pb            | Zn | Pb                   | Zn |
| <b>În moară :</b>        |         |                         |               |    |                      |    |
| var                      | 2.750   |                         |               |    |                      |    |
| carbonat de sodiu        | 3.000   |                         |               |    |                      |    |
| cianură de potasiu       | 50      |                         |               |    |                      |    |
| <b>În celulă :</b>       |         |                         |               |    |                      |    |
| silicat de sodiu         | 500     |                         |               |    |                      |    |
| var                      | 250     |                         |               |    |                      |    |
| sulfat de cupru          | 250     |                         |               |    |                      |    |
| aerofloat 242            | 40      |                         |               |    |                      |    |
| aerofloat 243            | 50      |                         |               |    |                      |    |
| <b>În moară :</b>        |         |                         |               |    |                      |    |
| var                      | 2.750   |                         |               |    |                      |    |
| carbonat de sodiu        | 3.000   |                         |               |    |                      |    |
| sodiu                    |         |                         |               |    |                      |    |
| cianură de potasiu       | 50      |                         |               |    |                      |    |
| <b>În celulă :</b>       |         |                         |               |    |                      |    |
| silicat de sodiu         | 500     |                         |               |    |                      |    |
| var                      | 250     |                         |               |    |                      |    |
| sulfat de cupru          | 250     |                         |               |    |                      |    |
| xantat etilic            | 40      |                         |               |    |                      |    |
| flotanol                 | 10      |                         |               |    |                      |    |



Rezultatele unei încercări dintr-o serie la care depresarea piritei s-a făcut cu var, sodă și cianură, iar ca reactivi colectori s-au folosit aerofloatul 242 și aerofloatul 243, sint arătate în tabelul 8.

**TABELUL 9**  
*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la reflotarea concentratului colectiv blendă + galenă*

| Consumul de reactivi<br>g/t | Produse | Extracția<br>în greutate | Conținuturi<br>% |       | Extracția de<br>metal<br>% |      |
|-----------------------------|---------|--------------------------|------------------|-------|----------------------------|------|
|                             |         |                          | Pb               | Zn    | Pb                         | Zn   |
| silicat de sodiu            | 200     | Concentrat final         | 4,6              | 18,20 | 30,00                      | 77,2 |
| var                         | 200     | fracțiunea I             | 3,8              | 18,50 | 30,80                      | 65,0 |
| sulfat de cupru             | 100     | fracțiunea II            | 0,8              | 15,50 | 26,20                      | 12,2 |
| sodă                        | 300     | Produs intermediar       | 3,2              | 0,5   | 0,3                        | 1,5  |
| aerofloat 243               | 30      |                          |                  |       |                            | 0,7  |
|                             |         | Concentrat primar        | 7,8              | 9,0   | 17,8                       | 78,7 |
|                             |         | Concentrat final         | 4,6              | 17,2  | 27,0                       | 64,5 |
|                             |         | Produs intermediar       | 4,8              | 2,3   | 0,7                        | 9,1  |
|                             |         | Concentrat primar        | 9,4              | 9,5   | 13,4                       | 73,6 |
|                             |         | Produs intermediar       | 2,6              | 3,4   | 0,4                        | 7,0  |
|                             |         | primar                   |                  |       |                            | 0,8  |
|                             |         | Concentrat primar        | 12,0             | 8,2   | 10,6                       | 80,6 |
|                             |         | total                    |                  |       |                            | 88,6 |

Se poate vedea că prima fracțiune de concentrat ( $C_1$ ) a avut : 8,83 % Pb și 17,6 % Zn ; fracțiunea a doua ( $C_2$ ) a avut : 7,95 % Pb și 3,75 % Zn, împreună dind un produs cu 8,42 % Pb respectiv 11,5 % Zn cu recuperări corespunzătoare de peste 90%.

Înlăuirea unei părți din aerofloat cu xantat etilic de potasiu duce la rezultate comparabile, dar în cazul xantatului singur, rezultatele sunt mai slabe. Dacă se mărește consumul de xantat (la peste 50 g/t), în spumă este antrenată o mare cantitate de pirită.

Prin reflotare — după diferite scheme — calitatea concentratelor poate fi îmbunătățită. În tabelul 9 sunt arătate rezultatele obținute la una din încercările de reflotare.

Se vede că, printr-o reflotare, calitatea concentratului cu circa 9 % Pb și 17—18 % Zn poate fi ridicată pînă la 18—19 % Pb și 30—31 % Zn. Diferența, dintre calitatea concentratului obținut prin reflotare și produsul intermediar rămas în celulă ( $R_3$ ), este netă.

Peste 95% din plumbul și zincul existent în produsul supus reflotării trece în concentratul final.



Cantitățile mici de concentrate obținute la flotația primară, au limitat numărul reflotărilor unui produs la o singură operație de reflotare.

Compoziția chimică a unui concentrat colectiv a fost aproximativ următoarea : 18–19 % Pb ; 30–31 % Zn ; sub 10 % Fe ; 0,5–1 g/t Au ; 200–260 g/t Ag ; Pb + Zn = 48 – 50% ; Cu sub 1%.

b) Flotația diferențială. La flotația galenei s-au folosit ca reactivi : varul și carbonatul de sodiu pentru alcalinizarea tulburelui și depresarea piritei ; silicatul de sodiu ; cianura ca depresant pentru belndă și pirită ; aerofloatul 242. Rezultatele obținute la cîteva din încercările care au urmărit obținerea unui concentrat separat de galenă sunt arătate în tabelul 10.

TABELUL 10

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la flotația selectivă blendă-galenă-pirită*

| Consumul de reactiv<br>g/t | Produs | Ex-<br>tracția<br>în gre-<br>utate | Conținuturi<br>% |      |      | Extracția de metal<br>% |       |       |
|----------------------------|--------|------------------------------------|------------------|------|------|-------------------------|-------|-------|
|                            |        |                                    | Pb               | Zn   | Fe   | Pb                      | Zn    | Fe    |
| În moară :                 |        |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| var                        | 3.500  | Concentrate :                      |                  |      |      |                         |       |       |
| cianură de sodiu           | 50     | galenă                             | 3,5              | 21,2 | 3,5  | 20,0                    | 73,0  | 8,7   |
| aerofloat 242              | 35     | blendă                             | 8,4              | 1,5  | 13,7 | 9,7                     | 11,8  | 82,0  |
| În celulă :                |        |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| var                        | 500    | pirită                             | 20,2             | 0,2  | 0,5  | 40,3                    | 8,9   | 7,4   |
| silicat de sodiu           | 500    | Steril                             | 67,9             | 0,17 | 0,04 | 2,4                     | 11,3  | 1,9   |
| sulfat de cupru            | 250    | Alimentare                         | 100,0            | 1,02 | 1,40 | 11,26                   | 100,0 | 100,0 |
| aerofloat 242              | 70     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| aerofloat 243              | 40     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| În moară :                 |        |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| var                        | 3.000  | Concentrate :                      |                  |      |      |                         |       |       |
| cianură de sodiu           | 50     | galenă                             | 4,8              | 14,1 | 3,6  | 11,5                    | 70,6  | 13,1  |
| aerofloat 242              | 35     | blendă                             | 8,0              | 1,8  | 13,1 | 16,5                    | 14,8  | 78,8  |
| În celulă :                |        |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| var                        | 500    | pirită                             | 17,3             | 0,3  | 0,1  | 39,8                    | 5,4   | 0,8   |
| Steril                     |        |                                    | 69,9             | 0,13 | 0,14 | 2,6                     | 9,2   | 7,3   |
| silicat de sodiu           | 500    | Alimentare                         | 100,0            | 0,96 | 1,33 | 9,2                     | 100,0 | 100,0 |
| sulfat de cupru            | 250    |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| aerofloat 242              | 70     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| aerofloat 243              | 40     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| acid sulfuric              | 500    |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| xantat etilic              | 80     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |
| aerofloat 25               | 70     |                                    |                  |      |      |                         |       |       |



Se vede că în anumite condiții se pot obține concentrate primare cu 14 – 23% Pb ; 3,5 % Zn ; 11,5% Fe cu extracții corespunzătoare pentru plumb de 73 – 77%.

Pentru îmbunătățirea calității concentratelor primare de galenă s-au făcut încercări de reflotare a acestora. Cantitățile mici de concentrate obținute la flotația primară au limitat numărul reflatărilor unui produs la una singură. Plecindu-se de la concentrate cu 10–11% Pb printr-o singură reflotare conținutul a putut fi ridicat la 37 – 38 % Pb, extracția de plumb la operația de reflotare fiind de peste 92 % (tab. 11).

TABELUL 11

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la reflotarea concentratelor de blendă și a celor de galenă*

| Consumul de reactivi<br>g/t                | Produse | Extracția<br>în greutate<br>% | Conținuturi<br>% |      | Extracții de<br>metal<br>% |      |
|--------------------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|------|----------------------------|------|
|                                            |         |                               | Pb               | Zn   | Pb                         | Zn   |
| <i>Reflatarea concentratului de galenă</i> |         |                               |                  |      |                            |      |
| silicat de sodiu                           | 200     | Concentrat final              | 1,5              | 37,4 | 4,0                        | 62,0 |
| sodă                                       | 300     | Produs intermediar            | 4,4              | 1,1  | 1,5                        | 5,2  |
| var                                        | 250     |                               |                  |      |                            |      |
| aerofloat 243                              | 35      | Concentrat primar             | 5,9              | 10,4 | 2,2                        | 67,2 |
| <i>Reflatarea concentratului de blendă</i> |         |                               |                  |      |                            |      |
| silicat de sodiu                           | 200     | Concentrat final              | 2,7              | 2,2  | 36,6                       | 6,7  |
| var                                        | 250     | Produs intermediar            | 7,0              | 0,7  | 2,3                        | 5,5  |
| aerofloat 243                              | 20      | Concentrat primar             | 9,7              | 1,1  | 11,7                       | 12,2 |
|                                            |         |                               |                  |      |                            | 85,2 |

După flotația galenei tulbureala a fost alcalinizată pînă la pH = 9 – 10, utilizîndu-se 0,5 kg/t var ; apoi s-a început flotația blendei după o prealabilă activare cu sulfat de cupru (0,5 kg/t). Ca reactivi colectori au fost utilizati aerofloații 243 și 242, ultimul avînd și proprietate spumantă.

Pentru ilustrare, în tabelul 11 sint date rezultatele cîtorva încercări. În funcție de condițiiile de lucru și timpul de colectare, la flotația primară se obțin concentrate cu 11,7 ... 19,5 % Zn, cu extracții de 85,2 – 79 %.

Pierderile de zinc în steril sint relativ mici (5 ... 8%), o parte din zinc trecînd în concentratul de galenă.

Ca și în cazul galenei, pentru îmbunătățirea calității concentratelor de blendă, s-a încercat o reflotare a produsului primar. Printr-o singură



reflotare s-a reușit să se ridice conținutul de zinc la peste 36% plecîndu-se de la produse cu 11—12% Zn. Peste 87% din zincul aflat în produsul supus reflotării trece în concentratul final.

## 2. Flotația piritei

Cercetările au arătat că, în general pirita rămasă în sterilul de la flotația colectivă sau diferențială a galenei, flotează relativ ușor cu xantat etilic și aerofoamă 25.

În funcție de pH-ul tulburelui după flotația blendei, a fost uneori nevoie să se adauge mici cantități de acid sulfuric (0,250 kg/t).

Concentratele primare de pirită au avut circa 41—42% S iar printr-o reflotare conținutul a ajuns la peste 49% (tab. 12).

TABELUL 12

*Condițiile de lucru și rezultatele obținute la reflotarea concentratului primar de pirită*

| Consum de reactivi<br>g/t                                     | Producție             | Extracția<br>în greutate<br>% | Conținuturi<br>% |      |      | Extracții de ele-<br>ment util<br>% |     |      |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-------------------------------------|-----|------|
|                                                               |                       |                               | Pb               | Zn   | S    | Pb                                  | Zn  | S    |
| În celulă :<br>acid sulfuric<br>xantat etilic<br>aerofoamă 25 | Concentrat<br>final   | 10,0                          | 1,35             | 0,45 | 49,7 | 11,0                                | 3,1 | 45,4 |
|                                                               | Produs<br>intermediar | 3,6                           | 0,4              | 0,25 | 19,0 | 1,1                                 | 0,6 | 6,3  |
|                                                               | Concentrat<br>primar  | 13,6                          |                  |      |      | 12,1                                | 3,7 | 51,7 |

## IV. CONCLUZII

Cercetările efectuate cu cele trei probe au urmărit stabilirea tehnologiei de preparare pentru valorificarea zincului, plumbului, sulfului, aurului și argintului.

Încercările executate au dus la concluzia că prin flotație colectiv-selectivă s-au putut obține :

la proba din sectorul I

concentrate colective cu 40% Zn, 11,5 Pb și cu recuperări de 85,3% pentru zinc și 81% pentru plumb;

concentrate de pirită cu 45% S și recuperări de 83 %.

la proba din sectorul II

concentrate colective cu 40—43% Zn, 6—10% Pb și cu recuperări de 88—86% pentru zinc și 27—50% pentru plumb ;



concentrate de pirită cu 41,5% S și recuperări de 78% la proba din sectorul III  
 concentrate colective cu 31% Zn, 18% Pb și cu recuperări de 90% pentru zinc și 85% pentru plumb;  
 concentrate de pirită cu 46% Fe și recuperări de 70%.  
 Pentru valorificarea aurului legat de concentratele piroitoase s-au efectuat operații de cianurare, prin care s-a putut recupera peste 90% din cantitatea de aur conținut în minereu.

## RECHERCHES SUR LA PRÉPARATION DE QUELEQUES MINÉRAIS COMPLEXES AURO-ARGENTIFÈRES DES MONTS MÉTALLIFÈRES

(Résumés)

Les recherches de laboratoire ont eu pour but d'obtenir des informations sur les possibilités de mettre en valeur le minerai complexe des Monts Métallifères.

Les échantillons ont été prélevés du secteur I (échantillon 1), du secteur II (échantillon 2) et du secteur III (échantillon 3). On a effectué des recherches pour chaque échantillon. L'analyse chimique a mis en évidence les teneurs suivantes pour les métaux qui pourraient présenter un certain intérêt pour la valorisation

| Echantillon | Au  | Ag    | Zn  | Pb  | S    | Cu     |
|-------------|-----|-------|-----|-----|------|--------|
|             | g/t | g/t   | %   | %   | %    | %      |
| I           | 4–5 | 11–14 | 1,6 | 0,5 | 16,2 | absent |
| II          | 0,8 | 46    | 0,7 | 0,5 | 6,7  | traces |
| III         | 0,3 | 26    | 1,3 | 0,9 | 10,9 | 0,2    |

L'analyse minéralogique a mis en évidence les teneurs suivantes :

| Echantillon | Pyrite | Marcassite | Blende | Galène | Chalcopyrite |
|-------------|--------|------------|--------|--------|--------------|
| I           | 29     | —          | 2,5    | 0,5    | —            |
| II          | 9      | 3          | 1      | 0,7    | 0,1          |
| III         | 18     | —          | 2      | 1,0    | 0,6          |

La gangue est constituée de brèches andésitiques intensément métamorphisées, quartz, calcite, etc.

Une caractéristique commune à tous les échantillons est l'association avancée de la galène avec la blende. Dans l'échantillon II, la galène est aussi associée avec la pyrite et présente un haut degré d'oxydation. On n'a pas identifié au microscope de l'or ou de l'argent libres. On suppose que l'or soit compris dans le réseau cristallin de la pyrite, et l'argent dans la galène.



Les recherches de préparation ont eu pour but d'obtenir part flottation un concentré collectif de Pb-Zn et un concentré de pyrite. Pour les échantillons I et II on a aussi effectué des recherches de récupération par cianuration de l'or et de l'argent se trouvant dans les concentrés de pyrite. Les résultats obtenus lors de la flottation des trois échantillons sont les suivants :

| Echantillon | Concentré de Pb-Zn |      |           |      | Concentré de pyrite    |               |
|-------------|--------------------|------|-----------|------|------------------------|---------------|
|             | Extraction de      |      | Teneur en |      | Extraction de pyrite % | Teneur en S % |
|             | Zn %               | Pb % | Zn %      | Pb % |                        |               |
| I           | 70,6               | 68   | 48        | 13,8 | 83                     | 45            |
| II          | 78,4               | 47,9 | 43,9      | 9,9  | 73,8                   | 42,9          |
| III         | 93,3               | 77,2 | 30,0      | 18,2 | 70,0                   | 46,0          |

Par la cianuration des concentrés de pyrite on peut récupérer environ 95% Au et 50% Ag au cas de l'échantillon I, et 90% Au et 10% Ag pour l'échantillon II.

En conclusion, bien que les teneurs en éléments utiles du minerai étudié soient petites, on peut obtenir par préparation des concentrés valorisables pour extractions acceptables de métaux. Au point de vue économique l'opération n'est pas rentable car les teneurs en métaux sont très petites et seulement après la mise en évidence de certaines zones à teneurs plus élevées les minéraux pourraient présenter un intérêt économique.



## PLANŞA I

Fig. 1. — Cristale idiomorfe de pirită prinse în gangă;

a, pirită; b, gangă; N //;  $\times 180$ .

Cristaux idiomorphes de pyrite compris dans la gangue;

a, pyrite; b, gangue; N //;  $\times 180$ .

Fig. 2. — Asociația pirită – blendă este frecventă;

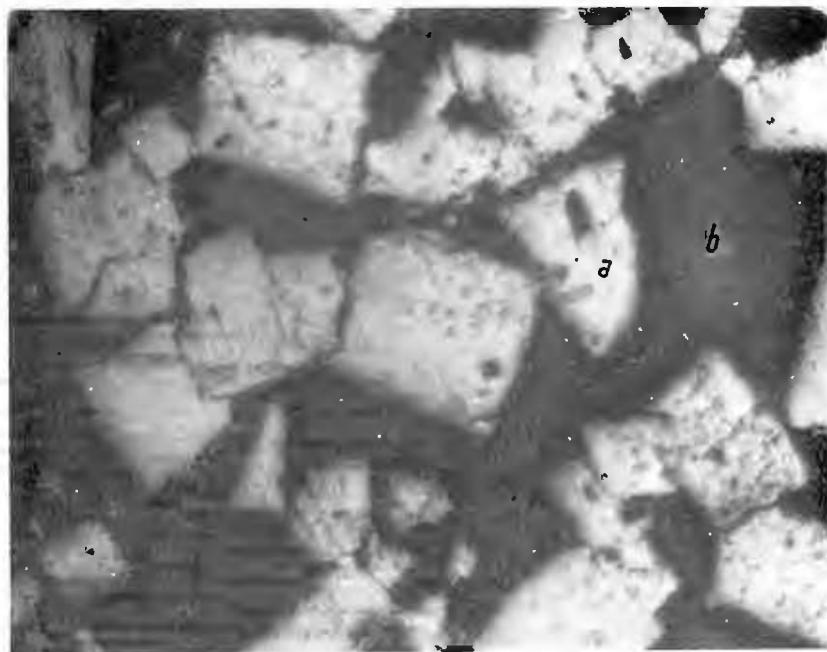
a, pirită; b, blendă; c, gangă; N//;  $\times 180$ .

L'association pyrite-blende est fréquente;

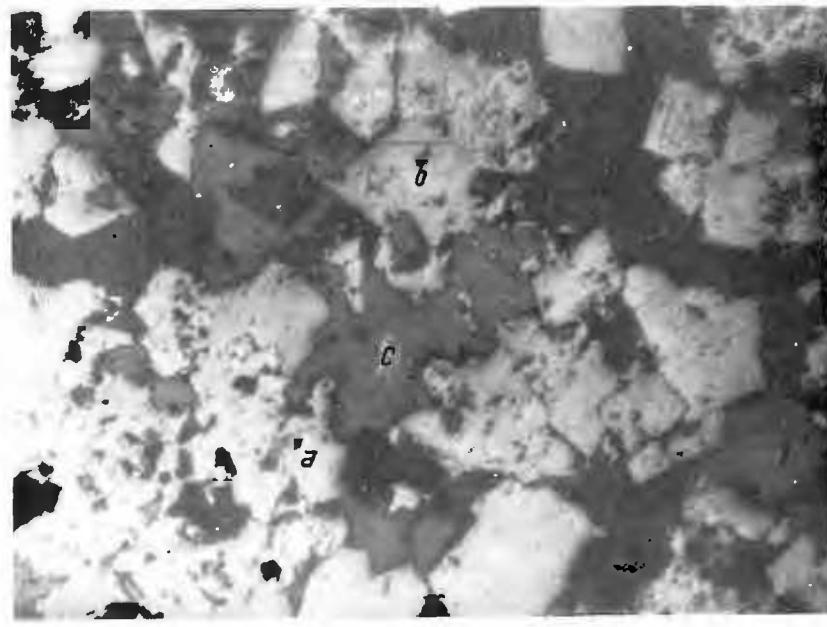
a, pyrite; b, blonde; c, gangue; N//;  $\times 180$ .



B. GEORGESCU et al. Minereul auro-argentifer din Munții Metaliferi. Pl. I.



1



2

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

## PLANŞA II

- Fig. 1. Incluzuni de pirită și calcopirită în blendă ; a, pirită ; b, calcopirită ; c, blendă ; N<sup>°</sup> : X 180.  
Inclusions de pyrite et de chalcopyrite en blonde; a, pyrite; b, chalcopyrite; c, blonde; N<sup>°</sup>: X 180.
- Fig. 2. Asociația blendă – galenă este avansată ;  
a, blendă ; b, galenă ; N<sup>°</sup> : X 180.  
L'association blonde-galène est avancée ;  
a, blonde ; b, galène ; N<sup>°</sup> : X 180.

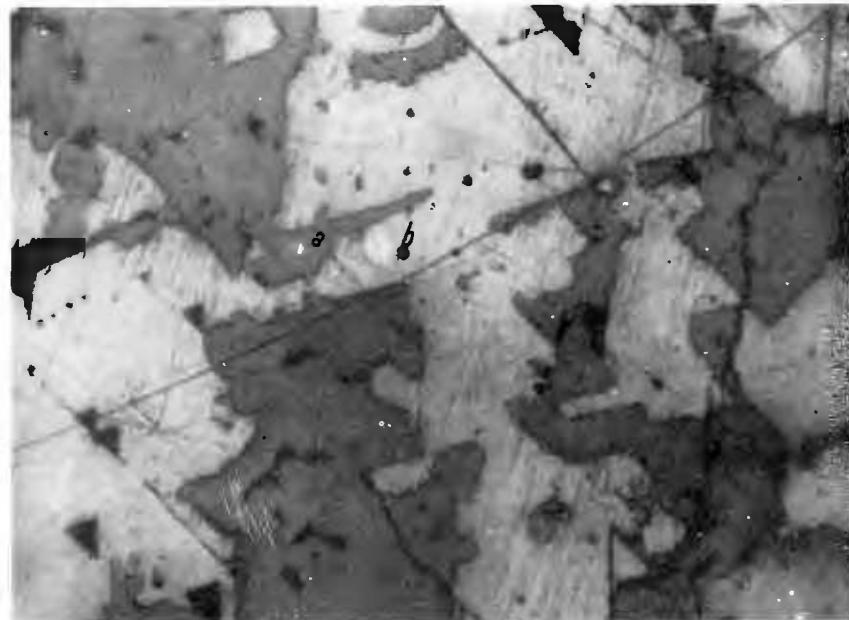


Institutul Geologic al României

B. GEORGESCU et al. Minereul auro-argentifer din Munții Metaliferi. Pl. II.



1



2

Studii tehnice și economice, serie B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

### PLANŞA III

Fig. 1. — Marcasită măruntă dispersată în pirită ;  
a, marcasită ; b, pirită ; N + ;  $\times$  70.

Marcassite menue dispersée en pyrite ;  
a, marcassite ; b, pyrite ; N + ;  $\times$  70.

Fig. 2. — Blendă asociată cu pirită și galenă ;  
a, blendă ; b, pirită ; c, galenă ; N // ; X 70.

Blende associée avec pyrite et galène ;  
a, blonde ; b, pyrite ; c, galène ; N // ;  $\times$  70.

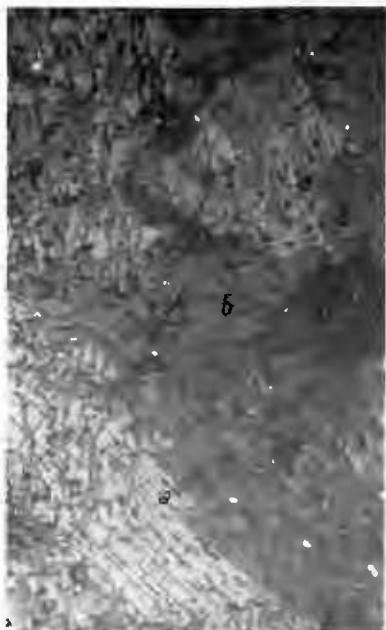
Fig. 3. — Cristale de galenă total oxidate, prinse în pirită ;  
a, pirită ; b, galenă ; N // ; X 70.

Cristaux de galène complètement oxydés, compris en pyrite ;  
a, pyrite ; b) galène ; N // ;  $\times$  70.

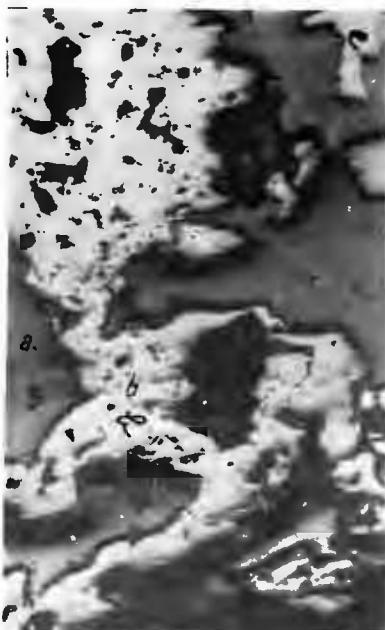
Fig. 4. — Cristal mare de galenă oxidat marginal ; N // ; X 70.  
Cristal grand de galène marginalement oxydé ; N // ;  $\times$  70.



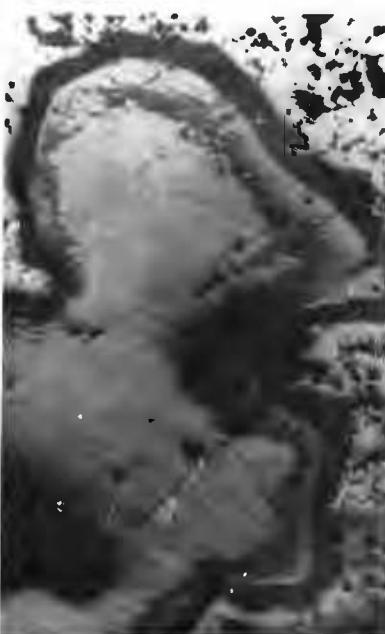
B. GEORGESCU et al. Minereul auro-argentifer din Munții Metaliferi. Pl. III.



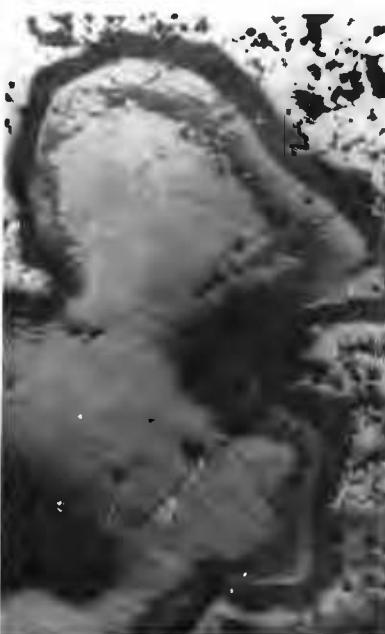
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

## PLANŞA IV

- Fig. 1. — Asociația blendă — galenă. — calcopirită ;  
a, blendă ; b, galenă ; c, calcopirită ; N / / ; x 180.  
b, galène ; c, chalcopyrite ;  
Association blonde-galène-chalcopyrite ; a, blonde ;  
N / / ; x 180.
- Fig. 2 — Pirită și marcasită asociată cu ganga ; a, pirită ;  
b, marcasită ; c, gangă ; N / / ; x 150.  
Pyrite et marcassite associées avec la gangue ; a, pyrite ;  
b, marcassite ; c, gangue ;  
N / / ; x 150.



Institutul Geologic al României

B. GEORGESCU et al. Minereul auro-argentifer din Muntii Metaliferi.

Pl. IV.



1 Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



2

CERCETĂRI PENTRU STABILIREA CONDIȚIILOR DE  
PREPARARE A UNUI MINEREU COMPLEX DIN NORDUL  
CARPAȚILOR ORIENTALI<sup>1</sup>

DE

BUJOR GEORGESCU, MARIA DUMITRESCU, ADELA DRĂGULESCU<sup>2</sup>

**Abstract**

Researches Regarding the Establishment of Dressing Conditions for the Complex Ore Deposit from the Northern Part of the East Carpathians. Recherches were carried out on a sample from the ore deposit, which contained: 14.8% S; 14.2% Fe; 0.17% Cu. Dressing experiments proved that by means of flotation, according to a scheme comprising a primary flotation, followed by a reflotation, there may be finally obtained a pyrite concentrate, with 50% S and a recovery of 90%; the copper which is obtained in a separated concentrate, enriched for thirty times with respect to the raw ore, also presents an actual interest.

Cercetările privind posibilitățile de valorificare tehnologică a mineralizațiilor pirotoase și complexe din zona I explorată în nordul Carpaților Orientali puse în evidență de lucrările de prospecțiuni și explorări executate în această zonă, au fost continuante în cursul anului 1970, prin cercetarea unei probe colectată la nivelul galeriilor 18 și 23 din această zonă.

S-a urmărit prin aceste cercetări, obținerea de informații privind comportarea la operații de concentrare și pentru mineralizația explorată cu galeriile 18 și 23 situate la distanțe relativ mari față de mineralizațiile cureauțe în anii trecuți.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 19 mai 1971.

<sup>2</sup> Institutul Geologic, Șos. Kiseleff nr. 55, București.



### I. CARACTERISTICILE CHIMICE ȘI MINERALOGICE ALE PROBEI

Analiza chimică generală, executată pe o probă medie luată, prin reducere, din proba tehnologică a indicat următoarele conținuturi :

|                  | %     |                                | %    |                               | %          |
|------------------|-------|--------------------------------|------|-------------------------------|------------|
| SiO <sub>2</sub> | 45,10 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9,00 | Pc                            | 9,10       |
| Fe               | 14,21 | CaO                            | 1,42 | Mn, Mo, Mg                    |            |
| S                | 14,84 | MgO                            | 4,38 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | lipsă      |
| Cu               | 0,17  | TiO <sub>2</sub>               | 0,37 | Au                            | $<0,6$ g/t |
| Pb               | 0,17  | Na <sub>2</sub> O              | 0,42 | Ag                            | 19,4 g/t   |
| Zn               | 0,30  | K <sub>2</sub> O               | 0,71 |                               |            |

Prin analiza spectrală au mai fost puse în evidență următoarele elemente :

|    |                 |    |                |
|----|-----------------|----|----------------|
| Sn | 30–100 p. p. m. | Co | 10–30 p. p. m. |
| Cd | 30              | Sb | 10–30          |
| Ni | 3–10            | „  | „              |

Față de probele cercetate anterior de către Institutul Geologic și ICEMIN, proba cercetată în cursul anului 1970, a diferit fie prin natura mineralizației, fie prin conținuturile de minerale utile, care sunt foarte scăzute. Conținuturile de cupru, plumb, zinc, care au prezentat interes în

TABELUL 1  
*Caracteristicile probelor cercetate*

| Compoziția chimică | Probă * minereu impregn. labor. ICEMIN 1959 | Probă ** minereu impregn. pilot ICEMIN | Probă minereu complex labor. ICEMIN 1959 | Probă minereu complex labor. ICEMIN 1961 | Probă minereu complex pilot ICEMIN 1962 | Probă minereu complex labor. Inst. Geol. Roșu, 1965 | Probă minereu complex labor. Inst. Geol. Pirul Caprei 1968 | Probă minereu complex labor. Inst. Geol. 1970 |
|--------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                    |                                             |                                        |                                          |                                          |                                         |                                                     |                                                            |                                               |
|                    | %                                           | %                                      | %                                        | %                                        | %                                       | %                                                   | %                                                          | %                                             |
| Cupru              | 1,1                                         | 0,58                                   | 0,4                                      | 0,25                                     | 0,17                                    | 0,46                                                | 0,53                                                       | 0,17                                          |
| Zinc               | 1,1                                         | 0,20                                   | 0,8                                      | 5,70                                     | 5,80                                    | 2,28                                                | 2,32                                                       | 0,30                                          |
| Plumb              | 0,5                                         | 0,16                                   | 3,6                                      | 2,40                                     | 2,50                                    | 0,30                                                | 0,40                                                       | 0,17                                          |
| Sulf               | 11,6                                        | 6,42                                   | 32,8                                     | 37,40                                    | 36,30                                   | 42,90                                               | 37,30                                                      | 14,84                                         |
| SiO <sub>2</sub>   |                                             | 52,70                                  | 19,0                                     | 17,30                                    | 18,90                                   | 10,10                                               | 15,61                                                      | 45,10                                         |

\* circa 15 % din probă era alcătuită din bucăți de minereu complex provenit din zonele vecine zonelor de impregnație.

\*\* Proba era alcătuită în proporție de 98 % din șisturi sericito-cloritoase impregnate cu sulfuri și 2 % din fragmente de minereu compact.



cazul altor probe, sănt sub limitele considerate în mod obișnuit valorifice, atât din punct de vedere economic cît și tehnologic (Cu : 0,17% ; Pb ; 0,17% ; Zn ; 0,30%).

Pentru comparație, în tabelul 1 sănt date conținuturile principale ale citorva probe care au făcut obiectul unor cercetări anterioare.

Compoziția mineralogică medie a probei, determinată pe baza analizei chimice generale și a observațiilor mineralogice a fost următoarea :

|                   |      |                                                                                                   |           |
|-------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| pirită            | 27%  | galenă                                                                                            | 0,2%      |
| blendă            | 0,4% | casererit                                                                                         | 0,01%     |
| calcopirită circa | 0,5% | ganga (cuarț, calcit, clorit, sericit, feldspat, minerale argiloase, epidot, titanit, turmalină). | circa 72% |

#### Mineralele metalice prezintă următoarele caracteristici

*Pirita* se prezintă în cristale cu conture idiomorfe cu dimensiuni foarte variate (0,007 — 1,20 mm obișnuit 0,2 — 0,3 mm) răspândite neuniform în rocă, uneori prezentind dispoziții preferențiale. Plajele mari (2,40/3,30 mm) sănt rare și în aceste cazuri sănt străbătute de numeroase fisuri fine (0,007 — 0,035 mm grosime) umplute cu calcopirită P1. I, fig. 1). În porțiunile invadate de calcopirită habitusul piritei se schimbă, contruale devin rotunjite și este prinsă parțial sau total în plaje mai mici sau mai mari de calcopirită (Pl. I, fig. 2 și 3 ; Pl. II, fig. 2). Alteori pirita se prezintă în cristale cu conture angulare sau rotunjite izolate sau asociate, prinse într-o masă cuarțoasă. În acest caz granulele de pirită sănt fisurate și conțin numeroase incluziuni de cuarț.

Cea mai mare parte a piritei este asociată cu ganga, la dimensiuni de 0,2 mm și numai o mică parte este asociată cu sulfurile.

*Blenda* este în mod obișnuit asociată cu calcopirita fie formind desene variate (Pl. II, fig. 2 ; Pl. II, fig. 3) fie apărînd aşanumita „blendă cu structură pătată” mulînd cristalele de pirită (Pl. II, fig. 2). Blenda se întilnește frecvent și sub formă de incluziuni ovoidale fine (0,03 — 0,21 mm) în granulele de pirită (Pl. I, fig. 4).

*Calcopirita* formează plaje cu dimensiuni și forme foarte variate, în mod frecvent asociată cu blenda, cimentînd cristalele de pirită pe care le corodează (Pl. I, fig. 2 și 3 ; Pl. II fig. 2 ; Pl. II, fig. 3).

Asociația calcopiritei cu pirita este frecventă la dimensiuni de 0,1 mm.

*Galenă* se întilnește sporadic, în granule mici (0,013 — 0,13), angulare, asociată frecvent cu blenda (Pl. I, fig. 4 și Pl. II, fig. 1)



În cantități infime (0,01%) apar cristale mărunte de casiterit (0,03 – 0,2 mm) (Pl. II, fig. 4).

*Ganga* mineralizației este reprezentată de o gamă variată de șisturi epimetamorfice: șisturi clorito-sericitice în cea mai mare parte, șisturi cuarțitice micacee și șisturi cloritoase cu porfiroblaste de albit.

Mineralele constituente sunt: cuarț, clorit, sericit, calcit, feldspat, minerale argiloase, iar ca minerale accesori: epidot, titanit, turmalină.

Cuarțul se prezintă sub două aspecte: 1) granoblastic, cu dimensiuni mari (0,22/0,28 mm) cu conture dințate, cu extincție onduloasă dispuse conform orientării rocii și 2) cuarț prismatic alungit, dispus perpendicular pe fețele de cristal ale piritei.

Acest din urmă mod de prezentare al cuarțului precum și prezența casiteritei atestă un aport hidrotermal. Asocierea acestor parageneze cu clorit și sericit metamorfic reprezintă acumulări ferifere metamorfozate regional.

Mineralizația de sulfuri complexe din sectorul cercetat este de natură sedimentar vulcanogenă cu aporturi hidrotermale metamorfozată regional împreună cu șisturile gazdă.

## II. CERCETĂRI TEHNOLOGICE

Conținuturile scăzute de elemente utile, cu excepția sulfului, fac ca minereul reprezentat de proba cercetată să aibă o valoare economică redusă; practic, nu poate fi luată în considerare decât valorificarea piritei putându-se spera să se obțină prin flotație concentrate valorificabile pentru fabricarea acidului sulfuric.

Ca urmare, cercetările au urmărit stabilirea condițiilor în care se poate obține un concentrat de pirită.

Totuși, deși conținutul de cupru al probei a fost foarte scăzut, considerind că:

pe de o parte, făcindu-se flotație pentru pirită, procesul nu s-ar scumpi cu mult dacă s-ar putea face și o separare a unui concentrat de caleopirită, putându-se spera să se obțină o extracție de concentrat echivalentă cu 1 kg. cupru/t minereu;

pe de altă parte, în eventualitatea creșterii conținutului de cupru pe măsura conturării rezervelor, ar fi util să existe unele informații asupra modului în care se comportă minereul la separarea unui concentrat cupros, s-au executat și cîteva încercări de concentrare a calcopiritei.

### A) Flotația piritei

Majoritatea experimentărilor de flotație pentru pirită au fost executate la o măcinare de – 0,18 mm, finețe, care, conform observațiilor mieros-



copice asupra probei, a părut suficientă pentru dezasocierea piritei de gangă.

Cercetările pentru determinarea condițiilor de flotație a piritei au urmărit influența principalilor factori (consumul de colector și de spumant, depresantul pentru gangă, pH-ul etc.) asupra calității concentratului de pirită. Silicatul de sodiu dat în scopul depresării mineralelor de gangă, a fost adăugat la măcinare (consum : 1.000 g/t).

Cercetările experimentale au arătat că, în general, pirita flotează ușor cu xantat etilic de potasiu, cantitatea de colector variind între 47—68 g/t; uneori, acesta s-a adăugat în moară, dar s-a dovedit a nu avea o influență favorabilă asupra îmbunătățirii indicilor de flotație. Pentru spumare, s-a utilizat flotanol Hoechst (6 — 16 g/t).

TABELUL 2

*Rezultatele experimentărilor de flotație ale piritei*

| Reactivi         |            |                   | Producție | Extracția de concentrat % | Sulf          |              | Fier         |              |
|------------------|------------|-------------------|-----------|---------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Moară            | Consum g/t | Celulă Consum g/t |           |                           | Conținut %    | Recuperare % | Conținut %   | Recuperare % |
| Silicat de sodiu | 1.000      | Xantat etilic     | 51        | Concentrat pirită         | 30,0          | 43,3         | 95,0         | 41,0         |
|                  | 17         | Flotanol H        |           | Steril Alimentare         | 70,0<br>100,0 | 1,0<br>13,7  | 5,0<br>100,0 | 3,0<br>14,4  |
| Silicat de sodiu | 1.000      | Xantat etilic     | 51        | Concentrat pirită         | 29,2          | 47,5         | 95,4         | 41,6         |
|                  |            | Flotanol H        |           | Steril Alimentare         | 70,8<br>100,0 | 0,95<br>14,5 | 4,6<br>100,0 | 2,9<br>14,2  |
| Silicat de sodiu | 1.000      | Xantat etilic     | 47        | Concentrat pirită         | 30,2          | 46,7         | 95,4         | 43,6         |
|                  |            | Flotanol H        |           | Steril Alimentare         | 69,8<br>100,0 | 0,92<br>14,7 | 4,6<br>100,0 | 3,0<br>15,3  |
| Silicat de sodiu | 1.000      | Xantat etilic     | 51        | Concentrat pirită         | 30,1          | 46,8         | 94,0         | 44,0         |
|                  |            | Flotanol H        |           | Steril Alimentare         | 69,9<br>100,0 | 1,3<br>15,0  | 6,0<br>100,0 | 3,2<br>15,5  |
| Silicat de sodiu | 1.000      | Xantat etilic     | 68        | Concentrat pirită         | 31,7          | 44,9         | 97,1         | 42,2         |
|                  |            | Flotanol H        |           | Steril Alimentare         | 68,3<br>100,0 | 0,6<br>14,6  | 2,9<br>100,0 | 2,4<br>15,0  |



Experimentările au arătat (tab. 2) că, prin flotație se poate obține un concentrat primar cu 47,5 % S, aproximativ 96% din sulful conținut de minereu recuperindu-se în concentratul piritos. Sterilul obținut are conținut redus de sulf ( $C_s = 0,95\%$ ), ceea ce reprezintă o pierdere de sulf de 4,6%, dar are un conținut mai mare de fier ( $C_{Fe} = 2,9\%$ ), explicabil prin prezența mineralelor de gangă purtătoare de fier.

În scopul îmbunătățirii calității concentratului primar de pirită obținut, s-au efectuat experimentări de reflotare a acestuia. La aceste experimentări s-a utilizat numai silicat de sodiu pentru depresarea mineralelor de gangă.

**TABELUL 3**  
*Rezultatele experimentărilor de flotație primară urmată de reflotare*

| Produse                                  | Greutate % | Sulf                 |             | Fier Continut % |
|------------------------------------------|------------|----------------------|-------------|-----------------|
|                                          |            | Conținut %           | Extracție % |                 |
| Concentrat final de pirită               | 25,7       | 50,20                | 89,3        | 43,70           |
| Produs intermediar de pirită             | 4,3        | 20,89                | 6,1         | 19,07           |
| Concentrat primar de pirită              | 30,0       | 46,60                | 95,4        |                 |
| Steril                                   | 70,0       | 0,96                 | 4,6         | 2,42            |
| Alimentare                               | 100,0      | 14,64                | 100,0       | 13,72           |
| <b>Condiții de lucru</b>                 |            |                      |             |                 |
| La reflotarea concentratului de pirită : |            |                      |             |                 |
| Silicat de sodiu                         | 300 g/t    | Timp de condiționare |             | 6 min.          |
| pH                                       | 6          | Timp de flotație     |             | 3 min.          |

Rezultatele obținute și condițiile de lucru sunt prezentate în tabelul 3. Se vede că reflotind o singură dată concentratul primar, se poate obține un concentrat final de pirită cu 50,2 % S, concentrat care reprezintă 25,7% din tot materialul, extracția de sulf fiind de 89,3 %. Luând în considerare și sulful ce se poate recupera din retratarea produselor intermediare, se poate aprecia extracția finală de sulf ca fiind de peste 92 %.

Analiza chimică a concentratului final de pirită a indicat prezența următoarelor elemente: Cu – 0,37%, Pb – 0,35%, Zn – 0,86%,  $SiO_2$  – 3,2 %, Fe – 42,82%, As – 0,05 %, Au < 0,2 g/t, Ag < 11 g/t.

### B) Flotația calcopiritei

Așa cum s-a arătat, s-au efectuat și cîteva experimentări pentru obținerea unui concentrat separat de calcopirită.

Flotația calcopiritei s-a făcut înaintea flotației piritei, la experimentări utilizîndu-se următorii reactivi: var, pentru crearea mediului alcalin favorabil flotației calcopiritei și totodată pentru depresarea piritei, silicat,



pentru depresarea mineralelor de gangă, xantat etilic de potasiu drept colector, iar pentru spumare s-a utilizat flotanolul Hoechst.

Rezultatele obținute la cîteva din aceste experimentări ca și condițiile de lucru sint arătate în tabelul 4. Se vede că se poate recupera peste 65% din cuprul existent în minereu, într-un concentrat primar cu 5,1—5,7% Cu, ceea ce înseamnă o, îmbogățire de peste 30 ori față de conținutul

TABELUL 4  
*Rezultatele experimentărilor de flotație ale calcopiritei*

| Produse                | Extracția de concentrat % | Cupru    |                  | Conținut sulf % |
|------------------------|---------------------------|----------|------------------|-----------------|
|                        |                           | Conținut | Recuperare       |                 |
| Concentrat calcopirită | 2,1                       | 5,08     | 65,5             | 30,8            |
| Concentrat pirită      | 28,7                      | 0,1      | 17,6             | 48,2            |
| Steril                 | 69,2                      | 0,04     | 16,9             | 0,7             |
| Alimentare             | 100,0                     | 0,16     | 100,0            | 14,9            |
| Concentrat calcopirită | 1,9                       | 5,08     | 49,2             | 19,8            |
| Concentrat pirită      | 30,0                      | 0,22     | 33,4             | 45,1            |
| Steril                 | 68,1                      | 0,05     | 17,4             | 0,6             |
| Alimentare             | 100,0                     | 0,19     | 100,0            | 14,4            |
| Concentrat calcopirită | 2,0                       | 5,70     | 67,7             |                 |
| Concentrat pirită      | 31,5                      | 0,13     | 24,4             |                 |
| Steril                 | 66,5                      | 0,02     | 7,9              |                 |
| Alimentare             | 100,0                     | 0,17     | 100,0            |                 |
| reactivi               |                           |          |                  |                 |
| În moară:              |                           |          | În celulă:       |                 |
| var silicat de sodiu   | 1500 g/t                  |          | xantat etilic    | 16 g/t          |
|                        | 1000 „,                   |          | flotanol Hoechst | 2 „,            |

de cupru al minereului brut (5,1 — 5,7 față de aproximativ 0,17% Cu). Cantitățile mici de concentrat obținute ne-au împiedicat să executăm operații de reflatore sistematice, dar, gradul mare de îmbogățire obținut la flotația primară, ne permite să afirmăm că, cu mare probabilitate, conținutul concentratului cupros ar putea fi ridicat pînă la cel puțin 14 — 15% Cu, printr-una sau mai multe operații de reflatore, precedate eventual de remăcinarea concentratului primar pentru desfacerea asociațiilor calco-pirită-pirită (flotația piritei nu necesită o măcinare mai avansată de 0,15 — 0,18 mm).



Deși încercările de concentrare a calcopiritei nu au urmărit să determine nici extracțiile maxime și nici cele mai bune condiții de lucru, totuși rezultatele arată evident că este posibilă obținerea calcopiritei într-un concentrat separat, putîndu-se afirma cu suficientă certitudine că în cazul în care — păstrînd toate celelalte caracteristici aceleași — conținutul de cupru ar fi mai ridicat, separarea calcopiritei nu va prezenta dificultăți.

### III. CONCLUZII

Proba cercetată, colectată din galeriile 18 și 23 a avut: 14,8% S; 14,2% Fe; 0,17% Cu; 0,3% Zn; 0,17% Pb și datorită conținuturilor scăzute de elemente utile, reprezintă un minereu piroș sârac.

Singurul mineral util a cărui valorificare poate fi luată în considerare este pirita. S-a arătat că prin flotația primară se pot obține concentrate cu 47 % S al căror conținut poate fi ridicat, prin refloare, la peste 50% S. Conținutul de arsen este de circa 0,05%. Extracția de sulf în concentratele finale care reprezintă circa 30 % din minereu, depășește 90 %.

Cîteva experimentări au arătat că este posibilă și separarea, înainte de flotația piritei, a unui concentrat de calcopirită. Într-un concentrat primar, separat printr-o singură flotație, se obține o îmbogățire de peste 30 ori, conținutul concentratului fiind de peste 5 % Cu. Aceasta permite să se afirme că în cazul unor conținuturi mai favorabile de cupru, obținerea unui concentrat valorificabil de calcopirită nu va prezenta dificultăți.

Valoarea economică a minereului, chiar în ipoteza recuperării și a cuprului, este redusă; într-adevăr, la actualele prețuri de vînzare a sulfului și cuprului din concentrate valoarea acestor elemente recuperate dintr-o tonă de minereu nu depășește 70 lei.

Chiar în cazul unor condiții favorabile de exploatare și transport, este foarte probabil că valoarea elementelor utile nu va putea acoperi cheltuielile de exploatare și concentrare.



## RECHERCHIES SUR LES CONDITIONS DE PRÉPARATION DU MINERAÎ COMPLEXE DE LA PARTIE SEPTENTRIONALE DES CARPATES ORIENTALES

(Résumés)

On a effectué cette étude sur un nouvel échantillon prélevé d'un gisement des sulfures complexes de la partie septentrionale des Carpates Orientales afin de déterminer les possibilités de préparation.

L'analyse chimique générale a mis en évidence les teneurs suivantes plus importantes : 14,8 % S; 14,2 % Fe; 0,17 % Cu.

La pyrite est le seul minéral utile dont la mise en valeur puisse être prise en considération. On a démontré que par la flottation primaire on pouvait obtenir des concentrés à 47 % S, dont la teneur peut être élevée, par reflottation, à plus de 50 % S. La teneur en arsénic est d'environ 0,05 %. L'extraction de soufre des concentrés finals dépasse 90 %.

Quelques expérimentations ont démontré qu'il était aussi possible la séparation d'un concentré de chalcopyrite. Dans un concentré primaire, séparé par une seule flottation, on obtient un enrichissement de plus de 30 fois, la teneur du concentré étant de plus de 5 %.

La valeur économique du minéral, même si l'hypothèse du récupération du cuivre est prise en considération, est réduite, ne justifiant point les dépenses occasionnées par l'exploitation et la concentration.



## PLANŞA I

Fig. 1 — Plajă de pirită ( $\pi$ ), cu calcopirită (c) pe fisuri;  $N \parallel \times 10$ .

Plage de pyrite ( $\pi$ ), avec chalcopyrite (c) dans les fissures;  $N \parallel \times 10$ .

Fig. 2 — Asociația pirită-calcopirită; cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ), corodate de calcopirită (c);  $N \parallel \times 10$ .

Association pyrite-chalcopyrite; cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ), corrodés par chalcopyrite (c),  $N \parallel, \times 10$ .

Fig. 3. — Asociația pirită ( $\pi$ ) — calcopirită (c);  $N \parallel \times 70$ .

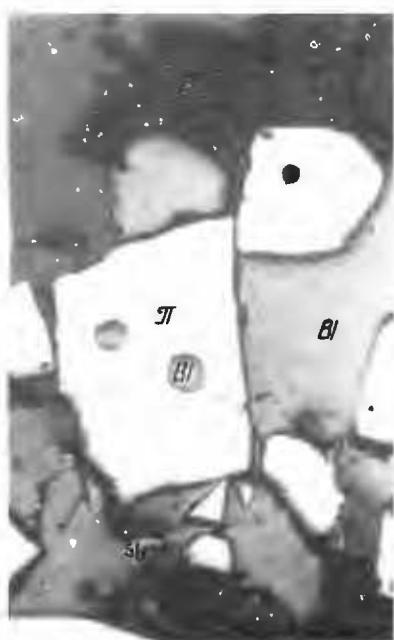
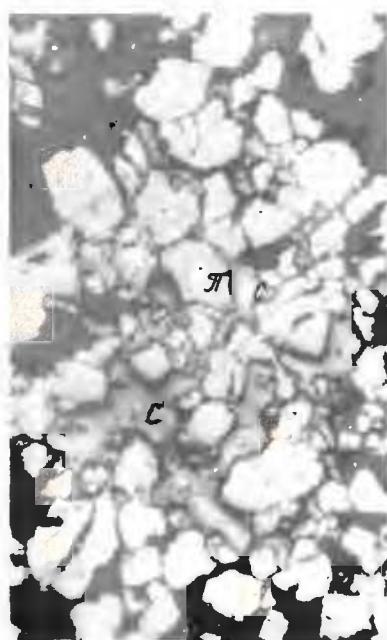
Association pyrite ( $\pi$ ) — chalcopyrite (c).  $N, \times 70$ .

Fig. 4. — Asociația pirită ( $\pi$ ) — blendă (Bl) Galenă (Gl);  $N \parallel \times 70$ .

Association pyrite ( $\pi$ ) — blonde (Bl) Galène (Gl)  $N \parallel \times 70$ .



B. GEORGESCU et al. Minereul complex din N Carpaților Orientali. Pl. I.



Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



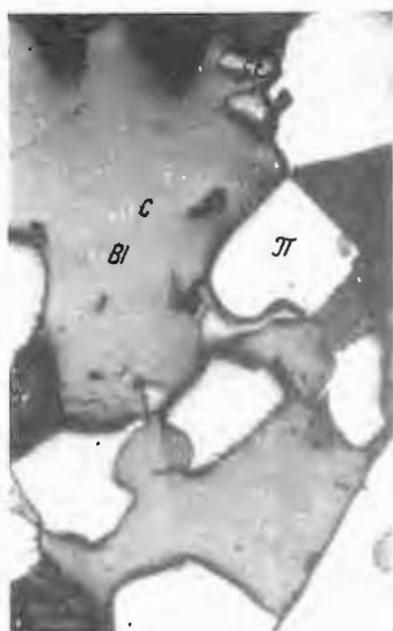
Institutul Geologic al României

## PLANSA II

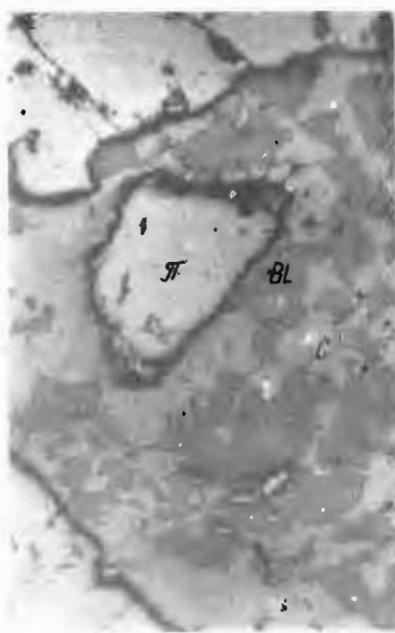
- Fig. 1. - Blendă (Bl) cu evoluții micronice de calecopirită (C) mulțind cristale de pirită ( $\pi$ ) Galena (G); N = 70.  
Blende (Bl) avec évolutions microniques de chalcopyrite (c) qui revêtent les cristaux de pirite ( $\pi$ ) Galène (G); N = 70.
- Fig. 2. - Asociația pirită ( $\pi$ ) - calcopirită (C)-blendă (Bl); N = 70.  
Association pyrite ( $\pi$ ) - chalcopyrite (C)-blende (Bl); N = 70.
- Fig. 3. - Asociația calcopirită (C) - blendă (Bl) - gangă (G); N = 70.  
Association chalcopyrite (C)-blende (Bl)-gangue (G); N = 70.
- Fig. 4. - Sist eurăitic sericitic, impregnat cu pirită ( $\pi$ ) și casiterit (Ct) N = 100.  
Schiste quartzitique sériciteux, imprégné de pyrite ( $\pi$ ) et de casiterite (Ct); N = 100.



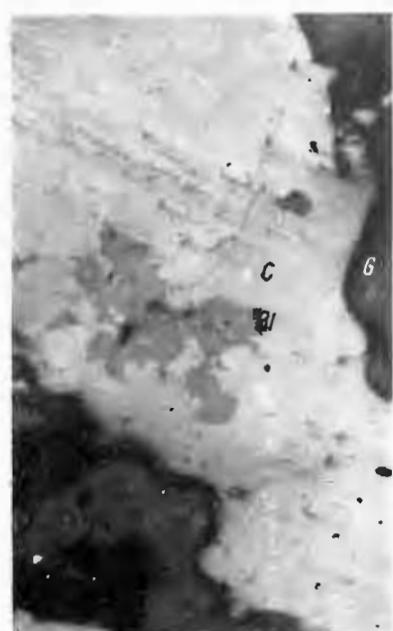
B. GEORGESCU et al. Minereul complex din N Carpaților Orientali. Pl. II.



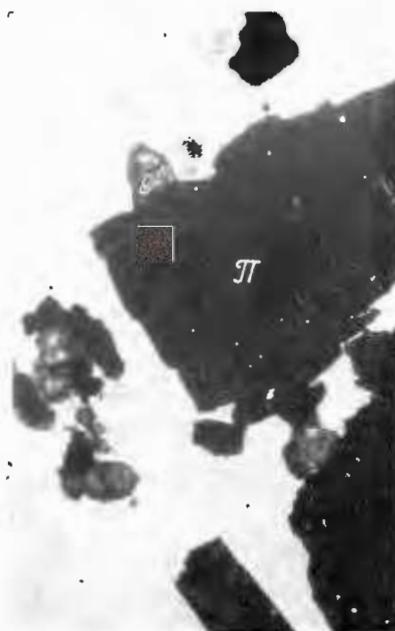
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

CERCETĂRI PENTRU STABILIREA CONDIȚIILOR  
DE PREPARARE A UNUI MINEREU CUPRIFER DIN  
NORD VESTUL CARPAȚILOR ORIENTALI<sup>1</sup>

DE

BUJOR GEORGESCU, MARIA DUMITRESCU, ADELA DRĂGULESCU,  
SABINA MITU<sup>2</sup>

**Abstract**

Researches with a View to Establish Dressing Conditions for the Cupriferous Ore Deposit from the North-Western Part of the East Carpathians. Researches were carried out on a sample collected from the Băiuț - Galeria Cizma ore deposit, which contained 1.15% Cu, 0.9–1% Pb, 31% S, 28.2% Fe, 7–9.5 g/t Au, 50 g/t Ag. Experimental researches proved the possibility to obtain separated concentrates of calcopyrite, galena and pyrite displaying high contents and recoveries. Gold and silver contained in the concentrate of calcopyrite and galena are recovered in metallurgy, whereas from pyrite they are extracted by cyanidation.

Proba tehnologică studiată a fost colectată dintr-un filon prezentând interes în special pentru conținuturile de cupru, aur și pirită.

În anul 1969, a mai fost studiată de către Institutul Geologie, o probă tehnologică din același zăcămînt însă din alt filon. Proba din 1969 a avut caractere diferite de ale probei cercetată în anul 1970, în sensul că a prezentat interes pentru valorificarea galenei, blendei și piritei, proba avînd 3,6% Pb, 2,6% Zn, 16,5% S, cuprul fiind prezent doar ca urme.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 19 mai, 1971.

<sup>2</sup> Institutul Geologic, Șoseaua Kiseleff nr. 55, București.



## I. CARACTERISTICILE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

Analiza chimică efectuată asupra probei tehnologice a indicat:

|                                | %     |                               | %          |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|------------|
| Cu                             | 1,15  | MgO                           | 0,45       |
| Pb                             | 1,00  | TiO <sub>2</sub>              | 0,28       |
| Zn                             | 0,17  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,11       |
| Fe                             | 28,22 | Na <sub>2</sub> O             | 0,11       |
| S                              | 31,40 | K <sub>2</sub> O              | 0,24       |
| SiO <sub>2</sub>               | 29,60 | As                            | 0,12       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,40  | Au                            | 7–9,50 g/t |
| CaO                            | 1,03  | Ag                            | 50 g/t     |

Conținuturile de plumb și cupru recalculate pe baza bilanțurilor înceercărilor au variat între 1–1,2% pentru cupru și 0,9–1,1 pentru plumb mediile fiind de 1,1% pentru cupru și 1% pentru plumb.

În afara acestor elemente, prin analiză spectrală s-au mai determinat:

| Elemente | %              | Elemente | %             |
|----------|----------------|----------|---------------|
| Sb       | 0,1 – 0,3      | Mn       | 0,01 – 0,03   |
| Mo       | 0,0003 – 0,001 | Cr       | 0,001 – 0,003 |
| Ni       | 0,001 – 0,003  | Ba       | < 0,001       |
| V        | 0,0003 – 0,001 | Bi       | 0,001 – 0,003 |

Compoziția mineralologică stabilită prin corelarea studiului microseopie cu datele analizei chimice generale este următoarea:

|                          |            |                             |            |
|--------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Sulfuri de fier          | cca 56,6 % | Silicați de cupru           | sporadic   |
| pirită                   |            | crisocol                    |            |
| marcasită                |            | Minerale de plumb           | cca 1,15 % |
| melnicovit               |            | galenă                      |            |
| Sulfuri de cupru         | cca 3,5 %  | anglezit                    |            |
| calcocipirită            |            | ceruzit                     |            |
| tetraedrit și freibergit |            | Gangă                       | cca 39 %   |
| calcozină                |            | cuarț filonian              |            |
| bornit                   |            | carbonați (calcit, siderit) |            |
| Sulfură de zinc          | cca 0,15 % | caolinit                    |            |
| blendă                   |            | roci gazdă                  |            |
| Oxizi de fier            | sporadic   |                             |            |
| oligist                  |            |                             |            |

Proba tehnologică a cuprins fragmente de filon de cuarț cu o mineralizație de impregnație, în cuiburi și benzi, fragmente din roca gazdă (roci sedimentare măruno-grezoase, intens transformate la contact — silicificate, cornificate —), slab mineralizate și, caolinit provenit din alterarea andezitelor cu piroxeni din care se mai văd mici fragmente cu structura complet stearsă.



Pe unele fragmente se observă mici geode căptușite cu cuarț în cristale bipiramidate însorit de pirită idiomorfă și acoperit adesea cu cruste limonitice.

Mineralizatia este alcătuită predominant din sulfuri de fier (pirită, marcasită melnicovit), subordonat sulfuri de cupru (calcopirită, tetraedrit + freibergit), calcozină, bornit, covelină și în proporții scăzute galenă și blendă; oligistul și crisocoul apărind sporadic.

*Pirita* este prezentă atât în filon cît și în roca gazdă, apărind în cristale idiomorfe de diferite dimensiuni, agregate compacte, concrețiuni cu structură radiară și mase reniforme.

Celealte sulfuri sunt localizate aproape exclusiv în filonul de cuarț, în plaje și cuiburi monominerale, sau sunt asociate între ele. Foarte rar, se observă cu ochiul liber, mase colomorfe de crisocoul format ulterior, din soluții neutre.

Ganga este constituită din cuarțul filonian, minerale argiloase, carbonați și roci gazdă.

Din observațiile microscopice asupra minereului rezultă predominantă bisulfurilor de fier, reprezentate prin pirită, marcasită, melnicovit, asupra celorlalte sulfuri în filonul de cuarț și prezența singulară a piritei în roca gazdă.

Pirita formează de regulă cristale idiomorfe, hipidiomorfe și alotriomorfe, de la dimensiuni micronice — îndeosebi în roca gazdă — pînă la 1 cm, frecvent 0,05 – 0,1 mm. Uneori pirita conține incluse ace fine de oligist.

Pirita este asociată intim atât cu ganga cît și cu toate celealte sulfuri.

Asociația pirită-gangă este frecventă și foarte înaintată, atât în filonul de cuarț cît și în rocile gazdă, la dimensiuni foarte reduse (0,02 – 0,15 mm).

Adesea cristalele de pirită sunt cimentate fie cu marcasită granulară (Pl. I, fig. 1) sau colomorfă (Pl. I, fig. 2), fie cu calcopirită singulară (Pl. I, fig. 3), fie cu calcopirită asociată cu tetraedrit (Pl. I, fig. 4). Alteori se observă depuneri succesive de marcasită în jurul cristalelor idiomorfe de pirită în masa filonului de cuarț (Pl. II, fig. 1). Asociația pirită-marcasită este cuprinsă între 0,007 – 0,3 mm frecvent 0,06 mm, iar asociația pirită-calcopirită-tetraedrit este cuprinsă între 0,01 – 0,4 mm frecvent 0,1 mm.

*Marcasita* făcînd parte din lotul ultimelor minerale formate, mulează celealte minerale utile și de gangă formate anterior sau pătrunde pe fisuri sub forma unor brațe alungite mult, care întîlnesc alte terminații cu care se anastomozează, formînd adevarate rețele (Pl. II, fig. 2). Alt mod de apariție al marcasitei este acela de depuneri colomorfe sau în cristale lanceolate



și aciculare ce formează aggregate fasciculare, uneori cu dispoziții radiare (Pl. I, fig. 2; Pl. II, fig. 3).

*Melnicovitul*, bisulfura de fier coloidală și metacoloidală, se întâlnește sporadic formând frumoase desene caracteristice înconjurînd atât marcasita și pirita cît și calcozina (Pl. III, fig. 3).

Dintre sulfurile de cupru, calcopirita și tetraedritul apar în proporții sensibil egale, ocupînd cam 90% din totalul sulfurilor de cupru, asociate frecvent între ele, cu predominanța unuia sau altuia.

Celealte sulfuri de cupru secundare (calcozina, bornitul, covelina) apar sporadic.

*Calcopirita* formează plaje de dimensiuni foarte variate, de la 0,01 – 0,9 mm, cu conture neregulate, rotunjite, sinuoase sau angulare. Ca și marcasita, calcopirita mulează cristalele idiomorfe de pirită pe care le înglobează în masa ei (Pl. I, fig. 3 și 4).

Calcopirita este asociată atât cu mineralele de gangă cît și cu celealte sulfuri. Cea mai frecventă asociație este cu tetraedritul încît rareori se găsesc plaje singulare de calcopirită (Pl. I, fig. 3, 4; Pl. II, fig. 4; Pl. III, fig. 1).

Asociația calcopirită-tetraedrit este cuprinsă între 0,02 – 0,9 mm.

Asociația calcopirită-pirită este de asemenea frecventă, cuprinsă între 0,01 – 0,2 mm (Pl. I, fig. 3).

Asociația calcopirită-galenă este înaintată, frecvent la dimensiuni mai mici de 0,1 mm (Pl. III, fig. 2).

*Tetraedritul și freibergitul* formează plaje întinse pînă la 0,5 mm asociat în mod frecvent cu calcopirita, străbătut adesea de o rețea de fisuri cu marcasită (Pl. II, fig. 2, 4).

*Calcozina* este redusă cantitativ (cca 0,3%) formînd mici granule sau plaje (0,1 – 0,3 mm) cu conture neregulate. Calcozina a exercitat un proces de înlocuire al calcopiritei, din care se mai văd borduri fine, la periferia plajelor de calcozină (Pl. III, fig. 3).

*Bornitul și covelina*, formate de asemenea pe seama calcopiritei, formează borduri la periferia plajelor de calcopirită (Pl. III, fig. 1).

*Crisocolul* apare numai pe fisuri, în aggregate sferice, alb-verzui de 0,01 – 0,2 mm asociate cu calcit.

*Galena* apare rar, în cristale hipidiomorfe și alotriomorfe, mai rar idiomorfe cu dimensiuni cuprinse între 0,001 – 0,4 mm frecvent 0,02 mm, asociată cu ganga și cu calcopirita, pirlita și blenda (Pl. III, fig. 2).

Galena este în parte oxidată. Produsele de oxidare ale galenei – anglezitul și ceruzitul – sunt pigmentate puternic cu oxizi de fier, care îi fac greu de recunoscut.



*Blenda* ia parte în proporții scăzute la alcătuirea minereului. Cel mai frecvent întîlnit mod de prezentare al blendei este de plaje cu dimensiuni variabile (pînă la 0,3 mm) cu conture foarte neregulate, adesea sinuoase, dințate sau angulare.

Plajele de blendă au adesea forme mult alungite, cu conture angulare, rezultate din depunerea blendei printre cristalele hipidomorfe de cuarț.

În mod obișnuit blenda este asociată cu celelalte sulfuri. Cea mai frecventă asociatie este aceea dintre blendă și calcopirită în incluziuni fine, rezultînd aşa numita blendă cu structură pătată.

*Oligistul* apare atîn inclus în pirită cît și în cristale fine, izolate în masa de gangă (Pl. III, fig. 4). Prezintă o anizotropie pronunțată și reflexe interne roșii.

Din modul de prezentare al oligistului rezultă două generații de oligist. Un oligist depus în prima fază de mineralizare, din primele soluții, înaintea piritei I — în care se găsește inclus — și un al doilea oligist, depus într-o generație mult mai nouă, reprezentat prin ace fine, cu limite difuze, disperseate în masa de gangă.

Formarea oligistului din prima fază se explică prin reducerea potențialului de oxigen, odată cu desfășurarea procesului hidrotermal. Aproape întreaga cantitate de oxigen se consumă chiar de la început pentru formarea oligistului iar procesele au loc ulterior în mediu de  $H_2S$ , carbonați și sulfați, care explică separarea în continuare a sulfurii de fier și apoi a celorlalte sulfuri. Primele soluții hidrotermale, avînd un caracter acid și mediul fiind destul de oxigenat, a permis separarea fierului mai întîi sub formă de oligist. Compoziția soluțiilor trecînd de la acid spre alcalin, mediul devenind reducător, fierul s-a separat în continuare sub formă de pirită. Urmează depunerea celorlalte sulfuri; blenda, contemporană cu calcopirita I, cu care formează dezamestecuri. Blendei îi urmează galena și simultan cu aceasta în faza ei finală începe formarea calcopiritei — din a doua fază — în cantități mari și a tetraedritului cu care aceasta este intim asociată. Faza de mineralizare se încheie cu depunerea oligistului de a doua generație și a marcasitei.

*Ganga* mineralizației de sulfuri polimetalice este alcătuită din roci gazdă (cca 14%) și din minerale secundare reprezentate în cea mai mare parte prin cuarțul filonian (cca 20%) carbonați de fier și calciu (siderit, calcit) cca 1%, caolinit (cca 4%). Rocile gazdă sunt reprezentate în cea mai mare parte prin roci sedimentare marno-grezoase intens transformate la contact și andezite, de asemenea transformate încît cu greu se mai recunoaște structura inițială.



Transformările hidrotermale se manifestă prin caolinizare urmată de o silicifiere însoțită de piritizare și limonitizare.

## II. CERCETĂRI PRIVIND POSIBILITĂȚILE DE CONCENTRARE

Caracterele chimico-mineralogice ale minereului au făcut ca cercetările să fie axate pe o schemă tehnologică prin care inițial s-a urmărit :

obținerea prin flotație a unui concentrat cuprifer (urmată eventual de separarea plumbului din acest concentrat) ;

obținerea prin flotație a unui concentrat piritos ;

separarea aurului din concentratul piritos (în cazul în care aurul ar fi fost legat de pirită) ;

separarea aurului din sterile rămase de la flotație (în care aurul ar fi fost legat în proporție mai mare de cuarțul prezent în minereu).

Greutățile pe care le-am întâmpinat în prima parte a cercetărilor cu separarea mai netă dintre mineralele purtătoare de cupru și pirită ca și cu pierderile de minerale de cupru și plumb în sterile, nu ne-au permis să facem o apreciere corectă a modului în care se va repartiza aurul în concentrate.

Cea mai mare parte a aurului părea legată de pirită (în concentratele inițiale de pirită, cu un conținut destul de ridicat în cupru, trecind peste 50% din aur !). De asemenea în sterile rămînea peste 2 g/t aur, fapt care s-ar fi putut datora prezenței aurului inclus în cuarț.

Părea de aceea, ca fiind absolut necesare și încercări de recuperare a aurului din sterile (prin cianurare sau altfel).

Ulterior, cînd s-a reușit să se facă o separare mai bună între pirită și mineralele de cupru și plumb și să se reducă pierderile de cupru în sterile, s-a constatat că cea mai mare parte din aur și argint se recuperează în concentratul colectiv de cupru-plumb, cca o treime în pirită, iar pierderile de aur în sterile sunt foarte mici. Aceasta ne-a făcut să tragem concluzia că probabil cea mai mare parte din aur și argint este legată de mineralele de cupru și plumb (observațiile mineralogice au pus în evidență printre alte minerale prezența freybergitului, varietate de tetraedrit bogată în argint), și că practic, nu există aur inclus în cuarț. Ca urmare, pentru aurul din concentratul (respectiv concentratele) Cu-Pb, nu am mai făcut nici un fel de încercări de separare, întrucât el se recuperează în procesul pirometallurgic pentru extragerea plumbului, respectiv cuprului, iar încercările de recuperare a aurului din sterile nu au mai fost necesare.

Faptul că galena prezentă în proporție redusă, dar nu neglijabilă – era parțial oxidată, în minereu fiind semnalate și mici cantități de anglezit



și ceruzit — făcea inițial incertă posibilitatea recuperării plumbului într-un concentrat plumbos separat. Concentratele cuproase primare pe care le-am obținut, ca și concentratele finale, deși au avut conținuturi bune de cupru (peste 10% Cu, respectiv peste 20%) au avut și conținuturi inacceptabil de mari de plumb (uneori peste 10% Pb), ceea ce constituie un impediment pentru metalurgie. Acest lucru a impus executarea unor încercări de separare a mineralelor de plumb din concentratele cuproase; încercările au dat rezultate bune arătind nu numai posibilitatea scăderii conținutului de plumb în concentratele cuproase dar chiar și obținerii unor concentrații plumboase valorificabile.

### 1. Cereetări privind obținerea unui concentrat cuprifer

a) **Obținerea unui concentrat colectiv Cu-Pb.** Cercetările au urmărit determinarea condițiilor în care se poate obține un concentrat cuprifer cu conținut cît mai ridicat de cupru și recuperări avantajoase, urmărindu-se o separare cît mai bună în raport cu pirita care reprezintă 56% din minereu!.

S-au încercat diversi colectori (xantat etilic de potasiu și izoamilic de potasiu, de amestec TT, fosocresol, aerofloat 242) și diverse condiții de lueru variindu-se cantitatele de colectori, locul de adăugare, pH-ul etc.

Pentru alcalinizarea tulburelui și depresarea piritei s-a folosit varul; de asemenea, pentru depresarea piritei s-au folosit și mici cantități de ciarnură.

Pentru depresarea mineralelor de gangă s-a utilizat silicatul de sodiu, iar ca spumant, flotanol Hoechst.

Majoritatea experimentărilor au fost făcute cu minereu măcinat la 0,09 mm, finețe de măcinare considerată necesară pe baza observațiilor microscopice.

La primele încercări, flotația s-a făcut după o schemă clasică; deși s-au variat diferite condiții de lueru — și în special tipurile și cantitățile de colectori — nu s-au putut obține rezultate satisfăcătoare. Așa cum se poate vedea din tabelul 1, fracțiunile de concentrat colectate în primele 1—2 minute, au avut, contrar așteptărilor, conținuturi mici (1,3 — 4,9% Cu) și numai fracțiunile următoare au avut conținuturi mai ridicate. Presupunind că acest lueru se datoră prezenței melanocovitului (gel de pirită) care dă naștere unui mil fin, s-au făcut încercări de flotație cu o deslamare prealabilă, care însă nu au condus la rezultate bune (încercarea nr. 34 tabelul 1).

Plecându-se de la ideea că îmbunătățirea calității fracțiunilor următoare de concentrat se datoră influenței aerăției tulburelui în timpul colectării



**TABELUL 1**  
*Rezultatele experimentale obținute la flotația calcopiritei*

| Incer-<br>care<br>nr. | Măci-<br>nare<br>mm | Colector                                 |                                   | Producție                                                 | Extracția<br>în greu-<br>te<br>%      | Cupru                                 |                                       |
|-----------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                       |                     | În moară<br>g/t                          | În celulă<br>g/t                  |                                                           |                                       | Continut<br>%                         | Recuperă-<br>re<br>%                  |
| 13                    | 0,075               | —                                        | Fozocrezol<br>140                 | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 12,6<br>11,4<br>51,6<br>24,4<br>100,0 | 1,73<br>7,08<br>0,19<br>0,08<br>1,14  | 19,1<br>70,7<br>8,5<br>1,7<br>100,0   |
| 10                    | 0,09                | —                                        | Fozocrezol<br>140                 | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 9,1<br>5,1<br>57,6<br>28,2<br>100,0   | 1,24<br>13,04<br>0,66<br>0,13<br>1,19 | 9,8<br>55,6<br>31,6<br>3,0<br>100,0   |
| 14                    | 0,09                | Fozocrezol<br>28<br>Xantat etilic<br>150 | Fozocrezol<br>56                  | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 5,5<br>6,2<br>58,7<br>29,6<br>100,0   | 1,96<br>9,53<br>0,29<br>0,13<br>0,91  | 11,9<br>65,0<br>18,9<br>4,2<br>100,0  |
| 27                    | 0,09                | Aerofloat<br>242<br><br>34               | Aerofloat<br>242<br><br>68        | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 12,9<br>7,7<br>53,9<br>25,5<br>100,0  | 1,39<br>9,90<br>0,33<br>0,14<br>1,15  | 15,6<br>65,8<br>15,5<br>3,1<br>100,0  |
| 17                    | 0,09                | Aerofloat<br>242<br>34                   | Aerofloat<br>242<br>34            | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 6,5<br>9,4<br>55,3<br>28,8<br>100,0   | 1,32<br>9,22<br>0,23<br>0,07<br>1,10  | 7,8<br>78,5<br>11,9<br>1,8<br>100,0   |
| 34                    | 0,09                | var<br>3,000<br>silicat<br>1,000         | Deșlamare<br>Xantat etilic<br>292 | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 6,7<br>6,3<br>42,8<br>44,2<br>100,0   | 2,23<br>12,40<br>0,44<br>0,12<br>1,05 | 2,9<br>74,1<br>17,9<br>5,1<br>100,0   |
| 9                     | 0,09                | var<br>3,000<br>silicat<br>1,000         | Xantat etilic<br>275              | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită + steril<br>Alimentare  | 17,5<br>2,2<br>3,3<br>77,0<br>100,0   | 2,26<br>11,23<br>7,27<br>0,35<br>1,15 | 34,4<br>21,6<br>20,7<br>23,3<br>100,0 |
| 7                     | 0,09                | var<br>3,000<br>silicat<br>1,000         | Xantat etilic<br>200              | Concentrate<br>cuproase<br>Steril<br>Alimentare<br>Pirită | 2,5<br>3,4<br>60,4<br>33,7<br>100,0   | 1,73<br>11,02<br>1,21<br>0,22<br>1,20 | 3,6<br>29,1<br>61,1<br>6,2<br>100,0   |



**TABELUL 2**  
*Influența aerării asupra flotatiei calcopiritei*

| Incer-<br>care<br>nr. | Timp<br>aerație<br>min                                                                      | Producție                        | Extracția<br>în greu-<br>tate<br>% | C u p r u         |                      |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------|
|                       |                                                                                             |                                  |                                    | Conținut<br>%     | Recu-<br>perare<br>% |
| 1                     | 2                                                                                           | 3                                | 4                                  | 5                 | 6                    |
| 38                    | 25 min. aerație<br>înainte de<br>introducerea<br>reactivilor                                | Concentrate<br>cuproase          | 27,5<br>25,9                       | 3,65<br>0,72      | 77,9<br>14,6         |
|                       |                                                                                             | Pirită                           | 9,7                                | 0,32              | 2,3                  |
|                       |                                                                                             | Steril                           | 36,9                               | 0,18              | 5,2                  |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       | 100,0                              | 1,20              | 100,0                |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |
| 51                    | 5 minute la<br>primul<br>concentrat<br>$C_1$                                                | Concentrate<br>cuproase          | $C_1^1$<br>$C_2$<br>$C_3$          | 8,0<br>3,0<br>3,2 | 6,48<br>4,03<br>6,27 |
|                       |                                                                                             | Pirită                           |                                    | 46,3              | 0,37                 |
|                       |                                                                                             | Steril                           |                                    | 39,5              | 0,11                 |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       |                                    | 100,0             | 1,05                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |
| 50                    | 10 minute<br>la primul<br>concentrat<br>$C_1$                                               | Concentrate cuproase $C_1 + C_2$ |                                    | 8,9               | 7,50                 |
|                       |                                                                                             | Produs intermediar               |                                    | 1,6               | 8,96                 |
|                       |                                                                                             | Pirită                           |                                    | 55,4              | 0,52                 |
|                       |                                                                                             | Steril                           |                                    | 34,1              | 0,10                 |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       |                                    | 100,0             | 1,13                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |
| 44                    | 15 minute la<br>primul concentrat<br>$C_1$<br>8 min la al doilea<br>concentrat<br>$C_2$     | Concentrate cuproase $C_1 + C_2$ |                                    | 7,1               | 13,42                |
|                       |                                                                                             | Produse intermediare             |                                    | 3,4               | 5,30                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    | 2,0               | 1,73                 |
|                       |                                                                                             | Pirită                           |                                    | 52,9              | 0,12                 |
|                       |                                                                                             | Steril                           |                                    | 34,6              | 0,09                 |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       |                                    | 100,0             | 1,20                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |
| 33                    | 25 min la primul<br>concentrat<br>$C_1$<br>15 min la al<br>doilea concentrat<br>$C_2$       | Concentrate<br>cuproase          | $\{C_1$<br>$C_2\}$                 | 4,7<br>4,0        | 12,90<br>33,0        |
|                       |                                                                                             | Produs intermediar               |                                    | 1,1               | 1,94                 |
|                       |                                                                                             | Pirită                           |                                    | 43,1              | 0,23                 |
|                       |                                                                                             | Steril                           |                                    | 47,1              | 0,06                 |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       |                                    | 100,0             | 1,12                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |
| 58                    | 25 minute la<br>primul concentrat<br>$C_1$<br>15 minute la al<br>doilea concentrat<br>$C_2$ | Concentrate<br>cuproase          | $\{C_1$<br>$C_2\}$                 | 5,4<br>5,2        | 15,65<br>25,4        |
|                       |                                                                                             | Pirită                           |                                    | 58,3              | 0,12                 |
|                       |                                                                                             | Steril                           |                                    | 31,1              | 0,08                 |
|                       |                                                                                             | Alimentare                       |                                    | 100,0             | 1,20                 |
|                       |                                                                                             |                                  |                                    |                   |                      |



**TABELUL 3**  
*Rezultatele experimentale funcție de cantitatea și calitatea de colecțor utilizată*

| Incerari<br>nr. | Colector - g/l |                                         | Produse                                                |                                                          | Extractia<br>in greutate<br>%                                  | Continut<br>%                                                            | Cupru<br>Recuperare<br>%                                       | Plumb<br>Continut<br>% |
|-----------------|----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|
|                 | In măsură      | In ceculă                               | 4                                                      | 5                                                        |                                                                |                                                                          |                                                                |                        |
| 1               | 2              | 3                                       | 4                                                      | 5                                                        | 6                                                              | 7                                                                        | 8                                                              |                        |
| 33              | —              | Xantat etilic 176                       | Concentrate cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 8,7<br>1,1<br>43,1<br>47,1<br>100,0                      | 11,39<br>1,94<br>0,23<br>0,06<br>1,12                          | 87,0<br>1,9<br>8,7<br>2,4<br>100,0                                       |                                                                |                        |
| 58              |                | Xantat izoamilic 53<br>Xantat etilic 78 | Concentrat cupros<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare    | 10,6<br>58,3<br>31,1<br>100,0                            | 11,0<br>0,12<br>0,08<br>1,2                                    | 92,5<br>5,5<br>2,0<br>100,0                                              |                                                                |                        |
| 43              |                | Xantat etilic 195                       | Concentrate cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 9,9<br>4,8<br>44,4<br>40,9<br>100,0                      | 10,4<br>0,59<br>0,16<br>0,02<br>1,14                           | 90,6<br>2,5<br>6,2<br>0,7<br>100,0                                       |                                                                |                        |
| 48              |                | Xantat etilic 176                       | Concentrat cupros<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare    | 11,3<br>56,0<br>32,7<br>100,0                            | 9,11<br>0,18<br>0,10<br>1,17                                   | 88,5<br>8,7<br>2,8<br>100,0                                              | 6,58<br>0,51<br>0,29<br>1,10                                   |                        |
| 57              |                | Xantat izoamilic 95                     | Concentrate cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 2,0<br>3,2<br>1,3<br>2,0<br>1,5<br>47,8<br>42,2<br>100,0 | 16,74<br>15,28<br>4,42<br>2,35<br>0,86<br>0,10<br>0,04<br>1,00 | 33,8<br>48,7<br>5,7<br>6,58<br>4,7<br>3,15<br>1,3<br>0,7<br>1,0<br>100,0 | 8,93<br>19,32<br>3,15<br>1,33<br>0,13<br>0,21<br>1,11<br>100,0 |                        |



|    |                                                |                                                           |                                     |                                       |                                      |                               |
|----|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 75 | Xantat<br>izoamfic<br>220                      | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită + steril<br>Alimentare  | 7,2<br>5,3<br>88,5<br>100,0         | 17,84<br>3,43<br>0,49<br>1,15         | 80,5<br>15,7<br>3,8<br>1,00          | 3,50<br>11,40<br>0,84<br>1,00 |
| 65 | Xantat<br>izoamfic<br>95                       | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 7,5<br>2,6<br>3,7<br>86,2<br>100,0  | 12,10<br>1,04<br>0,74<br>0,10<br>1,05 | 86,7<br>2,6<br>2,6<br>8,1<br>100,0   |                               |
| 35 | Xantat<br>etilic<br>39                         | Concentrate<br>cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare | 9,1<br>6,1<br>40,0<br>44,8<br>100,0 | 8,90<br>2,46<br>0,14<br>0,11<br>1,06  | 76,0<br>14,1<br>5,3<br>4,6<br>100,0  |                               |
| 60 | Aerofloat 242<br>75<br>Xantat<br>etilic<br>117 | Concentrat cupros<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare       | 10,2<br>52,4<br>37,4<br>100,0       | 8,30<br>0,38<br>0,11<br>1,08          | 77,9<br>18,3<br>3,8<br>100,0         |                               |
| 53 | Amestec<br>TT<br>240                           | Concentrate cuproase<br>Pirită<br>Steril<br>Alimentare    | 3,8<br>4,0<br>37,9<br>54,3<br>100,0 | 3,64<br>18,12<br>0,29<br>0,10<br>1,02 | 13,4<br>70,5<br>10,8<br>5,3<br>100,0 |                               |
| 64 | Aerofloat 242<br>109                           | Concentrate cuproase<br>Pirită + steril<br>Alimentare     | 6,0<br>6,1<br>87,9<br>100,0         | 2,49<br>12,33<br>0,15<br>1,03         | 14,5<br>72,6<br>12,9<br>100,0        |                               |



primelor fracțiuni, s-au executat experimentări la care tulbureala a fost „aerată” timp de 5 — 25 minute înainte de a se începe colectarea concentratului (evidență și înainte de a se adăuga spumantul). Aerarea s-a făcut în două variante; înainte sau după adăugarea reactivilor colectori.

Așa cum se poate vedea din rezultatele prezentate în tabelul 2, aerarea prealabilă introducerii colectorului a dus la creșterea conținutului de cupru al primei fracțiuni numai pînă la 3,65% Cu (încercarea nr. 38).

Aerarea făcută după introducerea colectorului îmbunătățește sensibil rezultatele flotației.

La o aerare de 15 — 25 minute înaintea colectării primelor fracțiuni, conținutul primelor fracțiuni crește pînă la peste 13% Cu (încercările 33 și 58 tab. 3) iar extracțiile obținute prin însumarea tuturor fracțiunilor ajung la 85 — 90%, pentru un conținut mediu de peste 10% Cu; sterilele, au în general sub 0,1% Cu.

Deși aerarea îmbunătățește rezultatele oricare ar fi colectorul utilizat, din rezultatele obținute se vede că îmbunătățirea este mult mai accentuată în cazul xantașilor (etilic și izoamilic de potasiu), așa cum rezultă din datele comparative prezentate în tabelul 3; toate încercările prezentate în tabelul 3 sunt făcute aproximativ în aceleași condiții de aerăție. În cazul amestecului TT sau aerofloatului 242 folosiți singuri (încercările 53 și 64) prima fracțiune de concentrat continuă să aibă un conținut mai scăzut de cupru decît următoarele.

Condițiile în care s-au obținut cele mai bune rezultate au fost: (concentrate cu 11% Cu; extracții de cca 90%)

|                    |          |                   |              |
|--------------------|----------|-------------------|--------------|
| măcinare           | 0,09 mm  | xantat etil sau   | 195 g/t      |
| reactivi în moară  |          | xantat izoamil    | 53 g/t       |
| var                | 3000 g/t | xantat etilic sau | 78 g/t       |
| silicat de sodiu   | 1000 g/t | xantat izoamil    | 23 g/t       |
| reactivi în celulă |          | aerare            | 15—25 minute |
| silicat de sodiu   | 1000 g/t | flotanol Hoechst  | 26 g/t       |
| var                | 6000 g/t | pH                | 10           |
| cianură de sodiu   | 80 g/t   |                   |              |

În scopul îmbunătățirii calității concentratului primar de cupru obținut, au fost executate experimentări de reflotare a concentratului primar. Reflotările s-au făcut după scheme simple cu o singură reflotare sau după scheme cu două reflotări, la care s-au mai reflotat și produsele intermediare rezultate la prima reflotare (fig. 1 și 2). În tabelul 4 sunt prezentate rezultatele precum și condițiile de lucru ale unor încercări după aceste variante. Se poate constata că printr-o reflotare (încercarea 42) calitatea concentratelor cu 8,4% Cu, a putut fi ridicată la 15% Cu, extractia



de metal fiind de 84,5%. Luînd în considerare și cuprul ce se poate recupera prin retratarea produselor intermediare putem aprecia extractia de cupru în concentrate cu 15% Cu ca fiind 88 %. Produsul intermediar rămas de la reflotare și ultima fracțiune primară de cupru au avut conținuturi asemă-

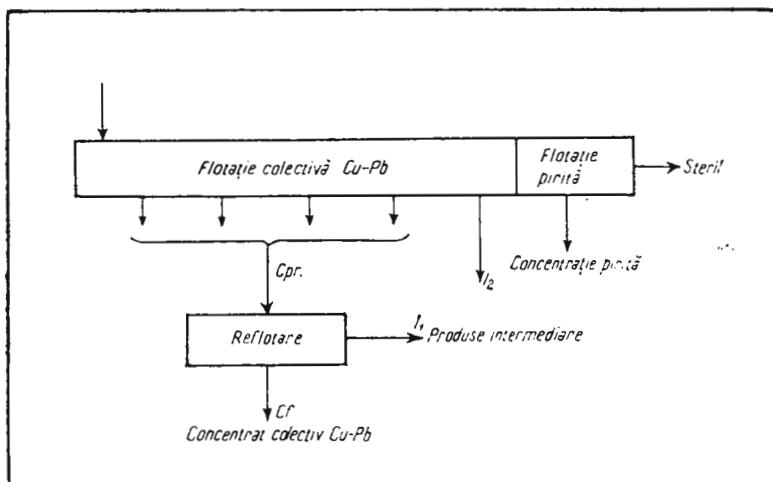


Fig. 1. — Schema experimentărilor cu o singură reflotare.  
Schéma des expérimentations avec une seule reflootation

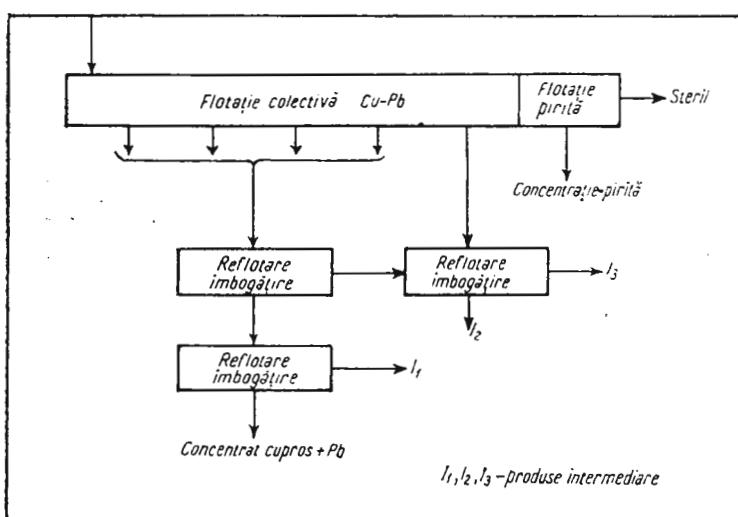


Fig. 2. — Schema experimentărilor cu reflotare repetată și cu reflotarea produsului intermediar.

Schéma des expérimentations avec reflootation répétée et avec la reflootation du produit intermédiaire.

TABELUL 4

Rezultatele flotașiei primare urmată de reflotare

| Încercare nr. | Produse                                    | Extracția de concentrat % | Cupru      |              | Plumb      |              | Zinc       |              |
|---------------|--------------------------------------------|---------------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
|               |                                            |                           | Conținut % | Recuperare % | Conținut % | Recuperare % | Conținut % | Recuperare % |
| 42            | Concentrat cuprifer final Cf               | 6,3                       | 15,01      | 84,5         |            |              |            |              |
|               | Producse intermediare de cupru             | 5,8                       | 1,13       | 5,8          |            |              |            |              |
|               | Concentrat primar de Cupru C <sub>pr</sub> | I <sub>1</sub>            | 1,8        | 1,42         | 2,2        |              |            |              |
|               |                                            | I <sub>2</sub>            | 12,1       | 8,36         | 90,0       |              |            |              |
|               |                                            |                           | 53,7       | 0,11         | 3,4        |              |            |              |
|               |                                            |                           | 32,7       | 0,07         | 4,1        |              |            |              |
| 48            | Alimentare                                 | 100,0                     | 1,11       | 100,0        |            |              |            |              |
|               | Concentrat cuprifer final + Pb - Cf        | 2,8                       | 28,11      | 67,6         | 14,84      | 27,7         | 2,60       | 40,3         |
|               | Producse Intermediare cuprifere            | I <sub>1</sub>            | 1,2        | 8,91         | 9,2        | 8,96         | 9,7        | 0,78         |
|               | Produse cuprifere cumulate                 | I <sub>2</sub>            | 1,9        | 5,62         | 9,2        | 9,45         | 17,7       | 1,19         |
|               |                                            | I <sub>3</sub>            | 5,4        | 0,54         | 2,5        | 0,75         | 3,4        | 0,13         |
|               |                                            |                           | 11,3       | 9,11         | 88,5       | 6,58         | 58,5       | 0,94         |
|               | Pirită                                     |                           | 56,0       | 0,18         | 8,7        | 0,51         | 30,9       | 0,10         |
|               | Steril                                     |                           | 32,7       | 0,10         | 2,8        | 0,29         | 10,6       | 0,04         |
|               | Alimentare                                 | 100,0                     | 1,16       | 100,0        | 1,10       | 10,6         | 0,18       | 100,0        |

nătoare. Din acest motiv, la încercările conform variantei a două (fig. 2, încercarea 48) produsele cu conținuturi asemănătoare au fost amestecate și reflotate din nou, iar produsul final rezultat de la prima reflotare a fost reflotat a doua oară.

Rezultatele încercării 48, arată că reflotarea de două ori a unui concentrat primar a dus la obținerea unui produs cu 28% Cu ; produsele intermediare care în cazul fluxurilor industriale se reintroduc în circuit au conținuturi de 6—9% Cu.

Compoziția chimică a unui alt concentrat cuprifer obținut printr-o dublă reflotare a fost aproximativ următoarea : 23,5% Cu, 14% Pb, 1,7% Zn, 25,7% Fe, 35% S, 5,5% SiO<sub>2</sub>, 0,1% As, 0,1% Sb, 0,03% Bi, 40 g/t Au, 330 g/t Ag.

b) Separarea mineralelor de plumb din concentratul cupros. Așa cum s-a arătat mai înainte concentratele cuproase au conținuturi de peste 7—8% Pb, ele putind fi considerate mai de grabă concentrate colective



Cu—Pb, fapt care a impus executarea unor încercări de reducere a conținutului de plumb din aceste concentratice.

S-a încercat mai întii reflotarea concentratelor în prezența bieromatului de potasiu ca depresant pentru galenă. Rezultatele nu au fost încurajatoare și ca urmare, în continuare s-a încercat reflotarea în prezența

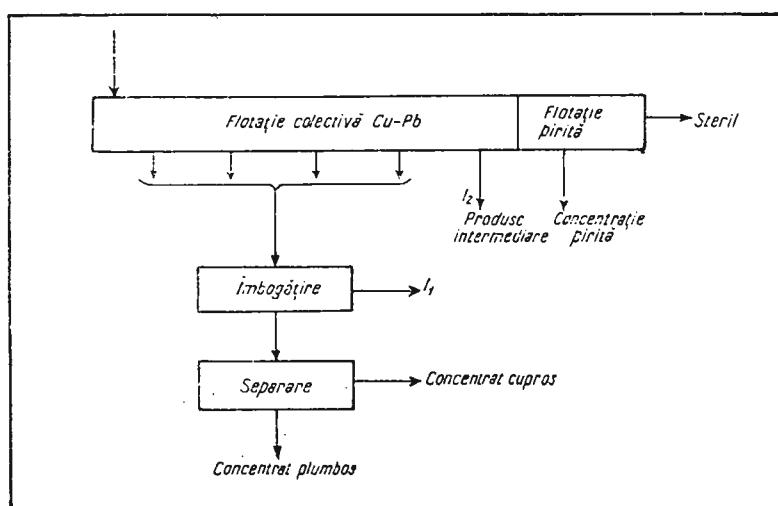


Fig. 3. — Schema experimentărilor de separare a concentratului plumbos de cel cupros.

Schème des expérimentations de séparation du concentré plombifère de celui cuprifère.

cianurii de potasiu, cu intenția de a depresa mineralele de cupru și de a flota mineralele de plumb.

Reflotarea în prezența cianurei s-a făcut după o prealabilă reflotare de îmbogățire a concentratului cupros (fig. 3).

Rezultatele obținute au arătat că pe această cale (reflotare în prezența cianurii) este posibilă reducerea conținutului de plumb în concentratul cupros sub 5% ; mai mult, produsul care flotează constituie un bun concentrat plumbos (cu peste 50% Pb).

În tabelul 5 sunt redatate rezultatele a 3 din încercările de reflotare în prezența cianurii. Deși variațiile rezultatelor de la o încercare la alta sunt relativ mari, deoarece datorită cantităților mici de produse obținute la flotația primară și utilizate la reflotare, nu se pot păstra constante condițiile de lucru (diluție, modul de evacuare a spumei etc.), totuși rezultatele sunt concluzioane. La încercarea nr. 73 concentratul plumbos a avut

TABELUL 5

*Rezultatele experimentale obținute la reflotare*

| Incercare nr.                  | Produse                 | Extracția de concentrat % | Conținuturi % |                  | Repartizare % |       |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|------------------|---------------|-------|
|                                |                         |                           | Cu            | Pb               | Cu            | Pb    |
|                                |                         |                           |               |                  |               |       |
| 71                             | Concentrat final galenă | 0,8                       | 7,60          | 50,61            | 5,9           | 39,5  |
|                                | Concentrat final cupros | 3,4                       | 21,75         | 4,88             | 71,2          | 16,2  |
|                                | Produse intermediare    | { 1,3                     | 8,86          | 14,00            | 11,1          | 17,8  |
|                                | Concentrat primar       | { 5,0                     | 0,86          | 1,51             | 4,1           | 7,4   |
|                                | Pirită + steril         | 10,5                      | 9,13          | 13,59            | 92,3          | 80,9  |
|                                | Alimentare              | 89,5                      | 0,09          | 0,22             | 7,7           | 19,1  |
|                                |                         | 100,0                     | 1,03          | 1,02             | 100,0         | 100,0 |
| 72                             | Concentrat final galenă | 0,5                       | 6,27          | 59,12            | 3,0           | 29,7  |
|                                | Concentrat final cupros | 3,1                       | 22,94         | 4,73             | 68,7          | 14,7  |
|                                | Produse intermediare    | { 0,7                     | 16,79         | 18,85            | 11,3          | 13,2  |
|                                | Concentrat primar       | { 4,6                     | 2,23          | 2,06             | 9,9           | 9,5   |
|                                | Pirită + steril         | 8,9                       | 10,81         | 7,51             | 92,9          | 67,1  |
|                                | Alimentare              | 91,1                      | 0,08          | 0,36             | 7,1           | 32,9  |
|                                |                         | 100,0                     | 1,03          | 1,00             | 100,0         | 100,0 |
| 73                             | Concentrat final galenă | 1,2                       | 6,80          | 48,50            | 7,1           | 58,1  |
|                                | Concentrat final cupros | 4,5                       | 19,32         | 1,22             | 75,1          | 5,5   |
|                                | Produse intermediare    | { 4,2                     | 2,83          | 3,98             | 10,3          | 16,7  |
|                                | Concentrat primar       | { 2,7                     | 0,96          | 1,80             | 2,2           | 4,9   |
|                                | Pirită + steril         | 12,6                      | 8,50          | 6,40             | 94,7          | 85,2  |
|                                | Alimentare              | 87,4                      | 0,07          | 0,17             | 5,3           | 14,8  |
|                                |                         | 100,0                     | 1,10          | 1,00             | 100,0         | 100,0 |
| Condiții de lucru la reflotare |                         |                           |               |                  |               |       |
| Reactivi                       |                         |                           |               |                  |               |       |
| var                            |                         | 1000 g/t minereu brut     |               | xantat izoamilic |               | 6     |
| silicat                        | 700                     | " " "                     |               | pH               |               | 10    |
| cianură                        | 200                     | " " "                     |               | timp flotație    |               | 6'    |

48,5% Pb, la celelalte două încercări, 50,6% Pb, respectiv 59%, conținutul de cupru fiind de 6—7%.

Concentratele cuproase au avut între 19,3 % Cu și 22,9% Cu și 1,2—4,9% Pb. Înînd seama de faptul că în cazul unei scheme industriale produsele intermediare se reintroduc în circuit, se poate aprecia recuperarea de cupru în concentratul cupros la cel puțin 80%, restul cuprului din concentratul colectiv (6—8%) rămînind în concentratul plumbos <sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Cuprul din concentratul plumbos este recuperabil în procesul pirometalurgic.



În ceea ce privește plumbul se poate aprecia că 55–60% se recupează în concentratul plumbos, iar 15–20% rămîne în concentratul cupros.

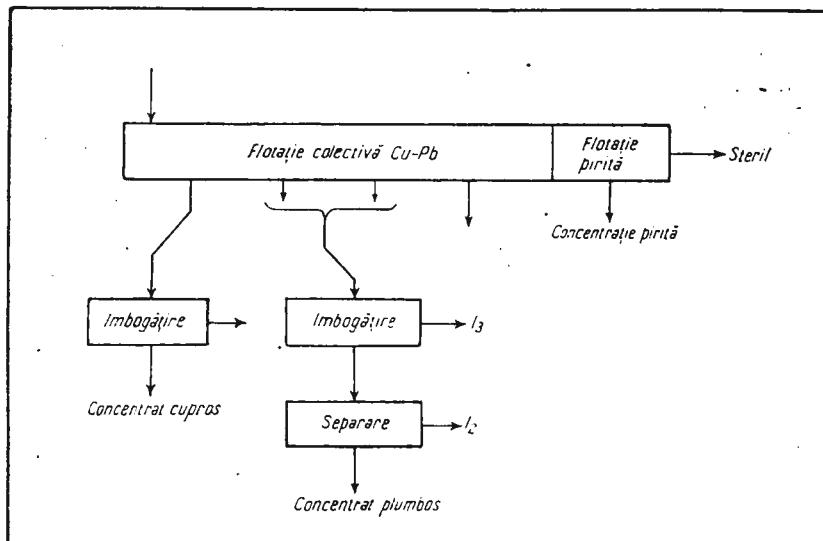


Fig. 4. — Schema experimentărilor de flotajie separată a concentratului cupros și plumbos.  
Schéma des expérimentations de flotation séparée du concentré cuprifère et de celui plombifère.

TABELUL 6

Rezultatele flotajiei primare urmată de reflotare

| Incer-<br>carea<br>nr. | Producție               | Extracția<br>în concen-<br>trat % | Conținuturi |       | Repartizare |       |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-------|-------------|-------|
|                        |                         |                                   | %           |       | Cu          | Pb    |
| 75                     | Concentrat final galenă | 0,5                               | 3,26        | 65,83 | 1,4         | 32,6  |
|                        | Concentrat final cupros | 3,0                               | 25,00       | 2,41  | 65,0        | 7,2   |
|                        | Poduse intermediare     | 4,2                               | 4,27        | 4,31  | 15,5        | 17,9  |
|                        |                         | 2,1                               | 5,80        | 8,63  | 10,5        | 17,9  |
|                        |                         | 2,7                               | 1,63        | 3,41  | 3,8         | 9,2   |
|                        | Concentrat primar       | 12,5                              | 8,60        | 6,84  | 96,2        | 84,8  |
|                        | Pirită + steril         | 87,5                              | 0,05        | 17,6  | 3,8         | 15,2  |
|                        | Alimentare              | 100,0                             | 1,15        | 1,00  | 100,0       | 100,0 |

Observîndu-se că vitezele de flotajie ale mineralelor de cupru respectiv de plumb sunt într-o oarecare măsură diferite — în sensul că după aerare, primele fracțiuni de concentrat primar colectiv sunt mai bogate în cupru și mai săracă în plumb decît următoarele (tab. 3 ; încercarea

nr. 57), s-a făcut și o încercare — conform schemei din fig. 3, la care prima fracțiune de concentrat a fost supusă unei flotări simple, reflotarea cu cianură făcindu-se numai pentru fracțiunile următoare. Rezultatele redate în tabelul 6, arată că și pe această cale se poate obține o bună separare între mineralele de cupru și cele de plumb. Concentratul plumbos a avut 65,8% Pb și 3,26 Cu iar concentratul cupros 25% Cu și 2,4% Pb.

## 2. Cercetări privind obținerea unui concentrat piroz

În condițiile la care s-au obținut cele mai bune rezultate la flotația calcopiritei, s-au executat încercări, care au urmărit să stabilească parametri principali ai flotației piritei. Rezultatele unor asemenea încercări

TABELUL 7  
*Rezultatele experimentale ale flotației piritei*

| Incer-<br>care<br>nr. | Produse                     | Extracția<br>de concen-<br>trat % | Sulf          |                 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|
|                       |                             |                                   | Conținut<br>% | Recuperare<br>% |
| 42                    | Concentrat final de cupru   | 6,3                               | 34,68         | 6,9             |
|                       | Produse intermedii de cupru | { 5,8                             | 23,16         | 4,2             |
|                       |                             | { 1,8                             | 34,64         | 2,0             |
|                       | Pirite                      | 53,7                              | 48,95         | 83,1            |
|                       | Steril                      | 32,4                              | 3,73          | 3,8             |
| 47                    | Alimentare                  | 100,0                             | 31,64         | 100,0           |
|                       | Concentrat final de cupru   | 2,8                               | 34,33         | 2,9             |
|                       | Produse intermedii de cupru | { 3,2                             | 43,69         | 4,3             |
|                       |                             | { 5,8                             | 39,70         | 7,1             |
|                       | Pirite                      | 55,9                              | 47,80         | 82,1            |
| 48                    | Steril                      | 32,3                              | 3,65          | 3,6             |
|                       | Alimentare                  | 100,0                             | 32,65         | 100,0           |
|                       | Concentrat final de cupru   | 2,8                               | 23,51         | 2,1             |
|                       | Produse interm. de cupru    | { 3,1                             | 32,93         | 3,2             |
|                       |                             | { 5,4                             | 24,54         | 4,2             |
| 48                    | Pirite                      | 56,0                              | 49,13         | 86,2            |
|                       | Steril                      | 32,7                              | 4,18          | 4,3             |
|                       | Alimentare                  | 100,0                             | 31,88         | 100,0           |

prezentate în tabelul 7 arată că la flotația piritei s-au obținut recuperări de sulf ridicate (86%) și concentrații suficiente de curate cu 49% S, la consumuri scăzute de reactivi (xantat etilic de potasiu 195 g/t, flotanol 20 g/t) și fără activare. În concentratele cuproase se recuperăază aproximativ 10% din sulful existent în minereu, iar cca 4% din sulf se pierde în steril.



Compoziția chimică a conținuturilor în elemente minore a concentratelor de pirită a fost aproximativ următoarea : Cu 0,1—0,2% ; Pb 0,2—0,4% Zn 0,1—0,5% ; SiO<sub>2</sub> 2,18% ; S 49% ; Fe 46,6% As 0,1% ; Sb 0,01% ; Bi 0,03% ; Mn 0,01—0,03% ; Mo 0,001—0,003% ; Ni 0,003% ; Au 6—4 g/t ; Ag 10—20% g/t.

### 3. Cerecări privind recuperarea aurului

Deoarece nu a fost observat aur liber sau minerale care cuprind aur în formula lor chimică, am presupus că aurul se prezintă în particule foarte mici, submicroscopice, diseminat în rețeaua cristalină a sulfurilor și mai puțin în cuart; de aceea indicațiile despre repartizarea aurului pe produsele rezultate la flotație ne-au fost date numai de analiza chimică. În tabelul 8 sunt prezentate conținuturile în aur și argint a concentratelor

TABELUL 8

*Conținuturile de Au, Ag ale produselor obținute la flotație*

| Incepere nr. | Produse               | Extracția de concentrat % | Cupru      | Aur          |              | Argint       |              |
|--------------|-----------------------|---------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              |                       |                           | Conținut % | Conținut g/t | Recuperare % | Conținut g/t | Recuperare % |
| 49           | Concentrate cuprifere | 7,6                       | 11,6       | 44,8         | 46,7         | 328,4        | 48,7         |
|              | Pirită                | 11,8                      | 0,75       | 5,8          | 9,4          | 78,0         | 17,9         |
|              | Steril                | 46,70                     | 0,10       | 6,8          | 43,5         | 23,9         | 21,8         |
|              | Alimentare            | 33,9                      | 0,10       | 0,1          | 0,4          | 17,6         | 11,6         |
| 52           | Concentrat cuprifer   | 100,0                     | 1,10       | 7,3          | 100,0        | 51,3         | 100,0        |
|              | Pirită                | 17,0                      | 5,90       | 19,2         | 51,3         | 164,2        | 69,2         |
|              | Steril                | 49,5                      | 0,22       | 6,0          | 46,6         | 18,3         | 22,5         |
|              | Alimentare            | 33,5                      | 0,10       | 0,4          | 2,1          | 10,0         | 8,3          |
| 61           | Concentrat cuprifer   | 100,0                     | 1,17       | 6,4          | 100,0        | 40,3         | 100,0        |
|              | Pirită                | 15,6                      | 5,93       | 37,2         | 72,6         | 201,4        | 65,7         |
|              | Steril                | 48,6                      | 0,19       | 4,2          | 25,6         | 25,4         | 25,6         |
|              | Alimentare            | 35,8                      | 0,02       | 0,4          | 1,8          | 11,6         | 8,7          |
|              |                       | 100,0                     | 1,02       | 8,0          | 100,0        | 47,8         | 100,0        |

cuproase și pirotoase rezultate la flotația diferențială. După cum se vede, produsele cuproase au 20—45 g/t aur (fracțiunea cea mai curată având 45 g/t aur și 328 g/t argint) și peste 150 g/t Ag, ceea ce corespunde la 55—65% din aurul total și cca 60—70% din argintul total ; pirlita conține 4—6 g/t Au și 10—20 g/t Ag ceea ce corespunde la o extracție de 40—30% pentru aur și 30—20% pentru argint. Sterilele au conținuturi de aur re-



duse ; 0,1—0,4 g/t Au și sub 20 g/t Ag. Ținind cont că aurul din concentratele cuprifere se recuperează în procesul metalurgic, ne-am preocupat de extragerea prin cianurare a aurului numai din concentratele piritoase. La operațiile de cianurare, s-a urmărit să se determine dacă concentratul piritos este cianurabil și în ce condiții (diluție, concentrația de oxid de calciu, concentrația de cianură de sodiu) se obține extracția maximă de aur.

Încercările efectuate cu pirite având 4,2 g/t Au și 25 g/t Ag au dus la concluzia că din concentratul de pirită se poate extrage în nămolul aurifer peste 80% din aur (piritele sărace răminind cu 0,6 g/t Au), în cazul cînd diluția tulburelui L/S este de 2/1, concentrația de oxid de calciu este de 0,2%, iar concentrația de cianură de sodiu este de 1%. Durata de agitare a tulburelui cu cianură a fost de 24 ore plus 62 ore timp în care concentratul a rămas în contact cu solutia de cianură.

În ceea ce privește argintul, determinările de conținuturi de Ag ale piritelor după cianurare, nu au fost concludente, ca urmare nu se poate face nici o apreciere asupra extracției de argint prin operația de cianurare.

S-au executat și cîteva încercări informative de cianurare pe concentrate de pirită care în prealabil au fost prăjite la cca 700°C, dar nu au dus la extracții sensibil mai bune (piritele rămîn cu același conținut de 0,6—0,8 g/t).

Ținînd seama de recuperările de aur în concentratele Cu—Pb (care pot fi considerate în medie de 60%) și că din aurul din pirită, care reprezintă aproximativ 35%, se poate extrage în nămolul de la cianurare cel puțin 80% (adică cca 28% din tot aurul), se poate considera că extracția de aur în produse valorificabile va fi de cel puțin  $60 + 80 \times 35/100 = 88\%$ .

Pentru argint, se poate considera în mod acoperitor numai extracția din concentratele plumbo-cuproase, care este de ordinul a 70%, cca 25% trecînd în pirite.

### III. CONCLUZII

Cercetările au urmărit stabilirea tehnologiei de preparare și a rezultatelor probabile ce se pot obține prin această tehnologie prelucrînd un mineru avînd următoarele conținuturi principale :

1,15% Cu ; 0,9 — 1,1% Pb ; 31% S ; 28,22% Fe ; 7—9,5% g/t Au ; 50 g/t Ag.

Elementele utile a căror recuperare în concentrate valorificabile s-a urmărit, au fost : Cu, Pb, S, Au, Ag.

Cercetările au arătat posibilitatea obținerii prin flotație a unor concentrate separate : cuproase, plumboase, piritoase, cca 60% aur și cca 70%



din argint se recuperează în concentratele cuproase și plumboase și cca 35% din aur respectiv 25% din argint în concentratele pirotoase. Din concentratul plumbos și cupros, aurul se recuperează în procesele piro-metalurgice de extragere a plumbului și cuprului metalic iar din concentratul piritos s-a arătat că aurul se poate extraage prin cianurare. În ceea ce privește argintul din pirită, rezultatele de recuperare prin cianurare nu au fost concluzante.

Pe baza rezultatelor obținute în laborator se poate aprecia că industrial se vor putea obține cu mare probabilitate rezultatele arătate în tabelul 9.

TABELUL 9

*Rezultate medii probabile pentru Cu, Pb, S, obținute într-un flux industrial*

| Produs             | Greutate % | Conținuturi % |      |    | Repartizare % |      |      |
|--------------------|------------|---------------|------|----|---------------|------|------|
|                    |            | Cu            | Pb   | S  | Cu            | Pb   | S    |
| Minereu brut       | 100        | 1,15          | 1,0  | 31 | 100           | 100  | 100  |
| Concentrat cupros  | 4,8        | 20            | 3,0  | 30 | 84,0          | 13,6 | 4,6  |
| Concentrat plumbos | 1,2        | 5             | 59,0 | 25 | 5,2           | 68,4 | 1,0  |
| Concentrat piritos | 58,0       | 0,15          | 0,2  | 49 | 7,6           | 11,0 | 91,0 |
| Steril             | 36,0       | 0,1           | 0,2  | 3  | 3,2           | 7,0  | 3,4  |

\* Valori recalculate pe baza conținuturilor și extracțiilor probabile.

O schemă principală a fluxului industrial este arătată în fig. 5.

Valoarea elementelor utile recuperate în concentrate, dintr-o tonă de minereu brut, este aproximativ următoarea :

|                                           |                                                              |     |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|
| Cupru în concentratele cuproase           | $\frac{1,15}{100} \times \frac{89}{100} \times 17,500$ lei/t | 179 |
| Plumb în concentratul plumbos             | $\frac{1,0}{100} \times \frac{68}{100} \times 4,780$ lei/t   | 32  |
| Aur în concentratele cupros și plumbos    | $8 \times \frac{60}{100} \times 37,2$ lei/g                  | 179 |
| Argint în concentratele cupros și plumbos | $50 \times \frac{70}{100} \times 0,97$ lei/g                 | 34  |
| Aur în nămol cianurare                    | $8 \times \frac{28}{100} \times 45,5$ lei/g                  | 10  |
| Sulf în concentratul cupros și piritos    | $\frac{31}{100} \times \frac{90}{100} \times 417$ lei/t      | 116 |
|                                           | Total lei                                                    | 550 |



Valoarea acestor elemente depășește cu mult cheltuielile de exploatare și preparare, care chiar în condiții defavorabile de exploatare nu pot fi mai mari de 250.300 lei/t. Se poate deci afirma că exploatarea unui

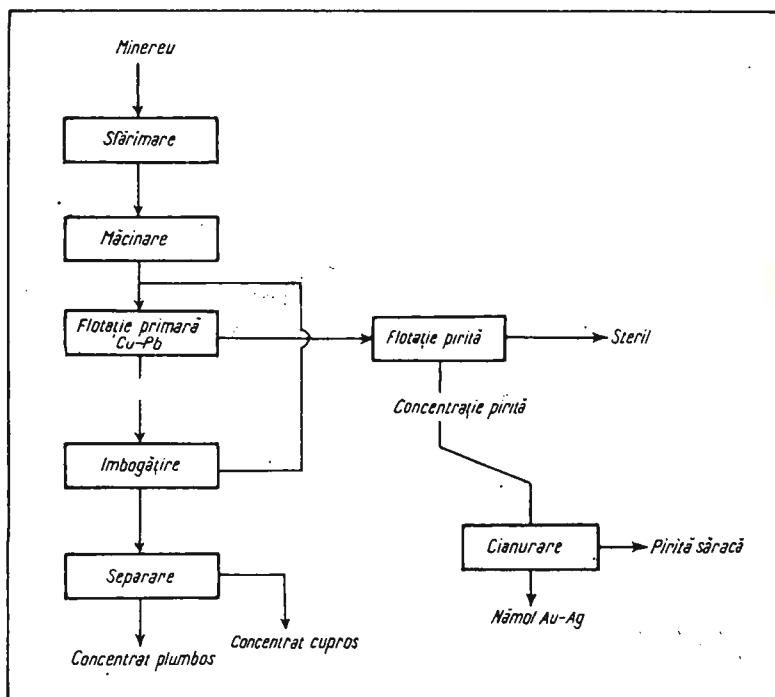


Fig. 5. — Schema principală pentru fluxul tehnologic.  
Schéma principal pour le flux technologique.

minereu cu caracteristicile probei cercetate este nu numai posibilă din punct de vedere tehnologic dar și foarte avantajoasă din punct de vedere economic.

## RECHERCHES SUR LES CONDITIONS DE PRÉPARTITION DU MINERAU CUPRIFÈRE DE LA PARTIE NW DES CARPATES ORIENTALES

(Résumé)

Le but de cette étude a été de déterminer les possibilités de préparer le minerau polymétallique du gisement de la partie de NW des Carpates Orientales.



L'analyse chimique générale, exécutée sur l'échantillon prélevé de ce gisement, a indiqué les suivantes teneurs plus importantes : 1,15 % Cu, 0,9 à 1,1 % Pb, 31 % S, 28,22 % Fe, 7 à 9,5 g/t Au, 50 g/t Ag.

Les recherches ont démontré la possibilité d'obtenir par flottation des concentrés cuprifères (20% Cu et récupération 84%), plombifères (59 % Pb et récupération 68, 4 %), pyriteux (49 % S et récupération 91%). Environ 60 % or et 70 % argent sont récupérés des concentrés cuprifères et plombifères, et environ 35 % or et respectivement 25 % argent des concentrés pyriteux. L'or est récupéré des concentrés plombifère et cuprifère pendant les processus pyrométallurgiques d'extraction du plomb et du cuivre métallique. L'or peut être extrait du concentré pyriteux par cianuration.

---





Institutul Geologic al României

## PLANŞA I



Institutul Geologic al României

## PLANŞA I

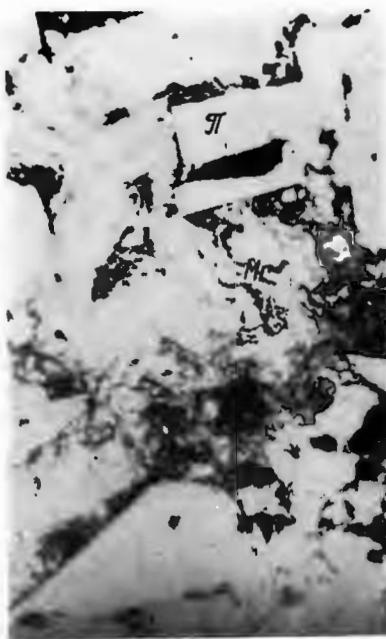
- Fig. 1 — Cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ), cimentate cu marcasită (Mr) granulară; N + ;  $\times 70$ .  
Cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ), cimentés avec marcassite (Mr) granulaire; N + ;  $\times 70$ .
- Fig. 2 — Cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ) cimentate cu depuneri colomorfice de marcasită (Mr); N / /;  $\times 100$ .  
Cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ) commentés avec dépôts collomorphes de marcassite (Mr); N / /;  $\times 100$ .
- Fig. 3 — Plaje de calcopirită (C) incluzând cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ); N / /;  $\times 70$ .  
Plages de chalcopyrite (C) comprenant des cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ); N / /;  $\times 70$ .
- Fig. 4 — Tetraedrit (T) asociat cu calcopirită (C) cimentează cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ); N / /;  $\times 70$ .  
Tetraedrite (T) associée avec chalcopyrite (C) cimentant des cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ); N / /;  $\times 70$ .



B. GEORGESCU et al. Minereul cuprifer din NW Carpaților Orientali. Pl. I.



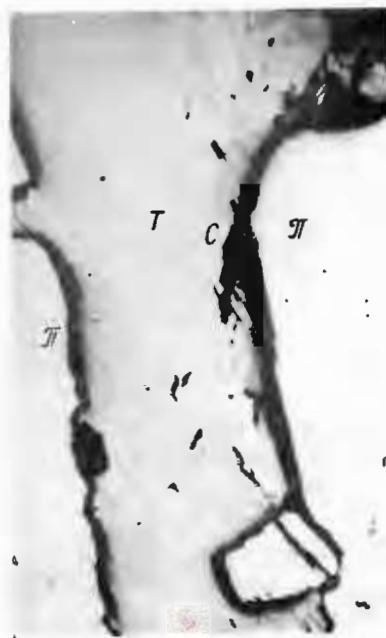
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

## PLANŞA II

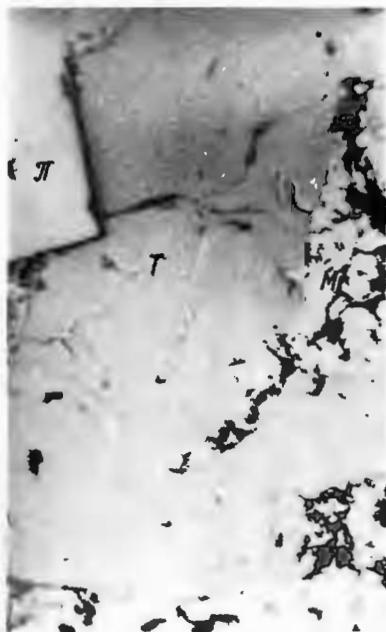
- Fig. 1. — Depuneri succesive de marcasită (Mr) în jurul cristalelor idiomorfe de pirită ( $\pi$ ) ; N // ;  $\times 70$ .  
Dépôts successifs de marcassite (Mr) autour des cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ) ; N // ;  $\times 70$ .
- Fig. 2. — Pirită ( $\pi$ ) idiomorfă cimentată cu tetraedrit (T) și marcasită (Mr) granulară care pătrunde pe fisuri formând o rețea ; N / / ;  $\times 100$ .  
Pyrite ( $\pi$ ) idiomorphe cimentée avec tétrahédrite (T) et marcassite (Mr) granulaire qui pénètre dans les fissures en formant un réseau ; N / / ;  $\times 100$ .
- Fig. 3. — Marcasită (Mr) în cristale aciculare ; N / / ;  $\times 100$ .  
Marcassite (Mr) en cristaux aciculaires ; N / / ;  $\times 100$ .
- Fig. 4. — Asociația tetraedrit (T), calcopirită (C) care include pirită ( $\pi$ ), înconjurate de depuneri colomorfe de marcasită (Mr) ; N / / ;  $\times 70$ .  
Association tétrahédrite (T), chalcopyrite (C) qui comprend pyrite ( $\pi$ ), entourées de dépôts collomorphes de marcassite (Mr) ; N / / ;  $\times 70$ .



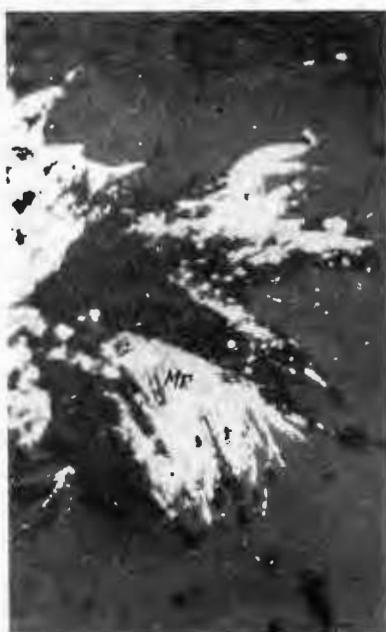
B. GEORGESCU et al. Minereul cuprifer din NW Carpaților Orientali. Pl. II



1



2



Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48



Institutul Geologic al României

### PLANŞA III

Fig. 1 — Asociația calcopirită (C), tetraedrit (T), pirită ( $\pi$ ), bornit (B); pe fisuri marcassită (Mr) granulară; N //;  $\times$  100.

Association chalcopyrite (C), tetraedrite (T), pyrite ( $\pi$ ), bornite (B); marcassite (Mr) granulaire dans les fissures; N //;  $\times$  100.

Fig. 2 — Asociația galenă (Gl), gangă (G), blendă (B), calcopirită (C); N //;  $\times$  70.

Association galène (Gl), gangue (G), blende (B), chalcopyrite (C); N //;  $\times$  70.

Fig. 3 — Calcozină (Cz) cu resturi de calcopirită (C) la periferie, ce include cristale idiomorfe de pirită ( $\pi$ ), inconjurate de depuneri colomorfe de melcovit (MI); N //;  $\times$  70.

Calcosine (Cz) avec débris de chalcopyrite (C) à la périphérie, comprenant des cristaux idiomorphes de pyrite ( $\pi$ ), entourés de dépôts collomorphes de melnicovite (MI); N //;  $\times$  70.

Fig. 4 — Cristale aciculare d'oligist (O) în gangă; N //;  $\times$  100.

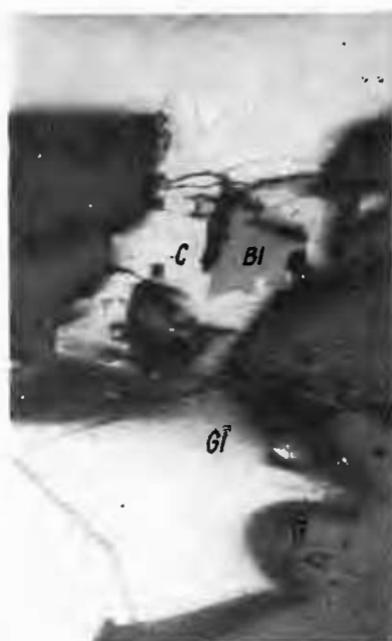
Cristaux aciculaires d'oligiste (O) en gangue; N //;  $\times$  100.



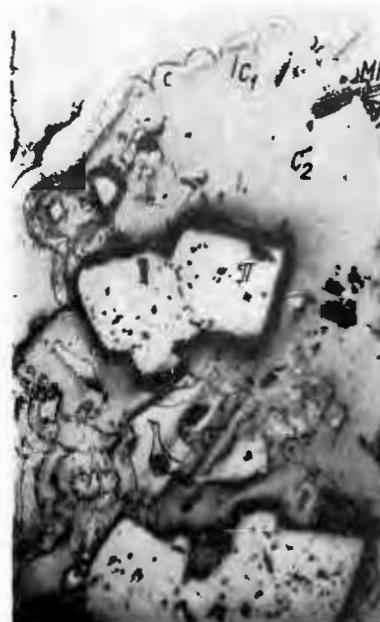
B. GEORGESCU et al. Minereul cuprifer din NW Carpaților Orientali Pl. III.



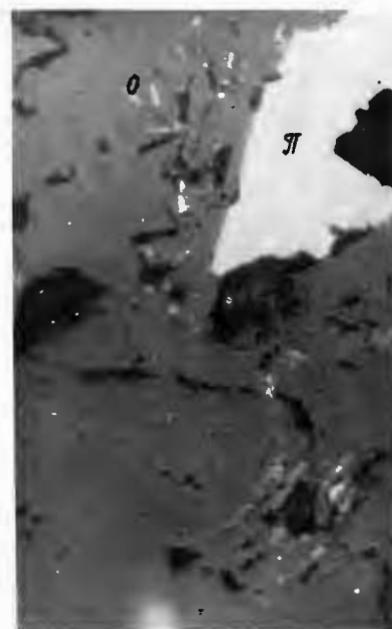
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

CERCETĂRI PENTRU STABILIREA TEHNOLOGIEI  
DE VALORIZARE A MINEREULUI DE MERCUR  
DIN MUNTII HARGHITA<sup>1</sup>

DE

BUJOR GEORGESCU, ANA NICOLESCU, ADELA DRĂGULESCU<sup>2</sup>

**Abstract**

Researches Related to the Establishment of the Beneficiation Technology of the Mercury Ore Deposit from the Harghita Mountains. The general chemical analysis indicated the following more important results; 0.10% Hg; 4.00% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1.50% S; 18.90% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 62.70% SiO<sub>2</sub>. The research work for recovery of a clay fraction has proved that owing both to the lack of kaolinite and the high Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content (min. 2%) the clay fraction (under 10–20 µ) is unusable in the fine ceramics industry, fact also confirmed by its behaviour when undergoing combustion (marked shrinkage, bending, bubbles, a dirty grey-green colour). However, its utilization for coarse ceramics (bricks or other construction material) is not out of question, either only of the clay fraction or of the whole sterile gangue resulting from flotation. Researches as regards the concentration by flotation confirmed once more the possibility of obtaining — without any particular technological difficulties — of some concentrates with sufficiently high contents (minimum 4% Hg), which would allow the metallurgical dressing to be carried out under favourable conditions

După cum este știut, ivirile de mercur din Munții Harghita, fac de mai mulți ani obiectul cercetărilor geologice de prospectare și explorare ca și al cercetărilor tehnologice.

Cercetările tehnologice de laborator efectuate în anii 1962, 1963 și 1969<sup>3,4</sup> au arătat posibilitatea recuperării avantajoase a mercurului, sub

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 19 mai 1971.

<sup>2</sup> Institutul Geologic, Șos. Kiseleff nr. 55 București.

<sup>3</sup> B. Georgescu, Angela Oprescu. Raport privind încercările de preparare executate pe o probă de minereu de cinabru de la Sintimbru-Ciumani. 1962 Arh. Inst. Geol. București.

<sup>4</sup> I. Huber-Panu, Angela Oprescu, Ana Niculescu, Adela Drăgulescu. Raport privind prepararea minereului cinabriter de la Sintimbruc-Ciuc 1969 Arh. Inst. Geol. București.



formă de concentrate cinabrifere, din care, prin distilare se poate extrage mercurul.

Rezultatele bune ale cercetărilor tehnologice și perspectivele economice favorabile au făcut ca lucrările de explorare să se continue, atât pentru precizarea rezervelor lucrărilor miniere executate (2 galerii) și în extindere, cât și în afara zonei deja explorate.

Deși în mare măsură, aspectele tehnologice ale valorificării minereului pentru mercur sunt cunoscute, caracterul numai parțial reprezentativ al probelor cercetate pînă în anul 1970, a făcut necesară verificarea comportării la concentrare a unei probe noi și în același timp, valorificarea și a altor compoziții ai minereului și în special a fracțiunii argiloase, considerată a avea prin analogie cu roca exploatată la Harghita, un conținut interesant de caolinit.

Ca urmare, în planul de cercetări al Institutului Geologic pe anul 1970 a fost introdusă sarcina cercetării tehnologice de laborator a unei probe colectată din lucrările miniere ale galeriei II, cu scopul :

aprecierii oportunității recuperării fracțiunii argiloase,

verificării comportării la concentrare în raport cu probele anterioare, și mai ales, în ipoteza în care, eventuala recuperare a fracțiunii argiloase ar influența procesul de concentrare.

Acste cercetări fiind de fapt o continuare și o completare a cercetărilor anterioare, în cuprins au fost prezentate sumar și rezultatele cercetărilor din 1962, 1963 și 1969, de laborator și semipilot<sup>5</sup>.

#### I. CERCETĂRI DE PREPARARE EXECUTATE ANTERIOR

În vederea stabilirii posibilităților de valorificare a mercurului din minereu, secția de preparare din Institutul Geologic a efectuat în anii 1962, 1963 și 1969 o serie de cercetări tehnologice de preparare în fază de laborator.

Primele cercetări tehnologice s-au executat în anul 1962 pe o probă cu un conținut mediu de 0,07 – 0,08% Hg colectată de pe lungimea de 137 m a galeriei I și apoi în anul 1963 pe probe cu caracter mai reprezentativ pentru toate lucrările miniere de la nivelul galeriei I, cu un conținut mediu de 0,12% Hg.

Rezultatele cercetărilor efectuate pe aceste probe au arătat posibilitatea valorificării tehnologice a minereului, obținându-se prin flotație

<sup>5</sup> Cercetările semi-pilot au fost executate de serviciul de cercetări al Întreprinderii miniere Barza.



concentrate cu un conținut de peste 2–3% Hg cu o extracție de 72–77% sau concentrate cu un conținut de 18% Hg cu o extracție de peste 70%.

La sfîrșitul anului 1967 zăcământul a fost deschis și prin galeria a II-a amplasată la circa 300 m ENE de gura galeriei I, la circa 30 m sub nivelul acesteia.

În ceea ce privește cercetările, secția de preparare a efectuat în cea de a doua jumătate a anului 1969 noi cercetări pe o probă cu un conținut mediu de 0,3% Hg colectată din noile lucrări de explorare executate la nivelul galeriei II pînă la data de 30 VI 1969.

Comportarea la flotație a acestei probe a fost asemănătoare cu a celorlalte, conținutul mai ridicat al probei, favorizînd obținerea de concentrate cu conținuturi mai ridicate la extracții de metal mai mari: 3,5% Hg și respectiv 81% sau concentrate cu 9,2% Hg cu o extracție de 75%.

În 1970 (iulie-august) utilizind datele furnizate de studiile de laborator, serviciul de cercetări al Intreprinderii miniere Barza (centrala Deva) a executat cercetări în flux continuu (mic pilot)<sup>6</sup>, într-o instalație cu 10 celule de flotație a 2,5 l (capacitate aproximativ 0,3 t/24 ore), pe 3 probe colectate din lucrările de la nivelul galeriei II și anume:

o probă colectată din porțiunile puternic mineralizate, cu un conținut de 0,95–0,12% Hg (14 m din galeria II; 6 m din laterală 500 dreapta; 15 m din laterală 500 stînga; 7 m din galeria 102 dreapta – laterală 500 stînga),

o probă colectată din porțiunile slab mineralizate cu un conținut de 0,014–0,018% Hg (31 m din galeria II; 49 m din laterală 500 dreapta; 125 m din galeria 500 stînga; 43 m din laterală 102 dreapta – laterală 500 stînga),

o probă colectată din toate zonele, pe o lungime de 290 m, cu un conținut de 0,17–0,23% Hg.

Ultima probă a fost considerată ca avînd un caracter reprezentativ pentru lucrările probate.

Rezultatele obținute la încercările în flux continuu confirmînd rezultatele obținute în laborator au arătat că plecînd, fie de la un minereu foarte sărac (0,014% Hg), fie de la un minereu cu conținuturi mai ridicate (peste 0,1% Hg) se pot obține concentrate cu conținuturi acceptabile

<sup>6</sup> D. Kheil. Cercetări privind prepararea prin flotație în stație pilot a minereului cinabriger de la Sintimbru-Ciuc. Serviciul Cercetări al Întreprinderii Miniere Barza. 1970. Arh. Întrep. Miniere Barza.

(pînă la peste 20% Hg în cazul probei mai bogate) și extracții de mercur de peste 80% (în cazul probei mai bogate, de peste 95%), fără dificultăți tehnologice.

## II. CARACTERISTICILE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

### A) Proveniența probei

Cercetările tehnologice din 1970 au fost efectuate pe o probă de 700 kg, colectată din lucrările miniere de la nivelul galeriei II, prin execuțarea unei brazde orizontale în peretele stîng al lăcerărilor minere, care au interceptat zonele mineralizate.

Intervalul probat a fost de 290 m și anume:

|                                 |      |                                  |       |
|---------------------------------|------|----------------------------------|-------|
| Galeria II                      | 45 m | Laterală 500 stînga galeria II   | 140 m |
| Laterală 500 dreapta/galeria II | 55 m | Laterală 102 dreapta/ 500 stînga | 50 m  |

Pentru cercetările experimentale și pentru analizele chimice proba a fost pregătită prin operații de omogenizare - sfărîmare-reducere.

### B) Compoziția chimică

Compoziția chimică a probei a fost determinată printr-o analiză chimică generală<sup>7</sup>, ale cărei rezultate sunt arătate în tabelul 1.

TABELUL 1

#### Compoziția chimică elementară

|                                   |             |                                |         |     |        |                   |        |
|-----------------------------------|-------------|--------------------------------|---------|-----|--------|-------------------|--------|
| Hg                                | 0,10 %      | S                              | 1,50 %  | Au  | lipsă  | Na <sub>2</sub> O | 0,15 % |
| Fe                                | 2,80 %      | Mn                             | lipsă   | Ag  | 3 g/t  | K <sub>2</sub> O  | 0,50 % |
| (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 4 %         | As                             | lipsă   | CaO | 1,10 % | P. C.             | 7,65 % |
| Cu                                | sub         | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18,90 % | MgO | 0,70 % |                   |        |
| Pb                                | { limita    | SiO <sub>2</sub>               | 62,70 % |     |        |                   |        |
| Zn                                | { de dozare | TiO <sub>2</sub>               | 0,60 %  |     |        |                   |        |

Singurul element metalic care prezintă interes, pus în evidență de analiza chimică, a fost mercurul. Mai multe rezultate obținute la analize chimice repede pentru determinarea conținutului de mercur s-au situat în jurul a 0,1% dar au fost și valori cu mult mai mici.

<sup>7</sup> Analiza chimică generală ca și toate analizele chimice pentru Hg, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc; ale produselor obținute la experimentări au fost executate de secția analize chimice, Întreprinderea geologică de prospecții București.



Conținutul de 0,1% pare mai aproape de realitate deși a fost numai în parte confirmat de conținuturile determinate prin calcule de bilanț pe baza conținuturilor produselor obținute prin operațiile de concentrare.

Majoritatea valorilor obținute prin calcul se situează între 0,06 – 0,09% Hg.

Nici analiza spectrală nu a semnalat prezența în concentrații interesante a vreunui din elementele căutate, rezultatele analizei fiind cele din tabelul 2.

TABELUL 2

*Rezultatele analizei spectrale.*

|    |           |    |          |    |     |    |     |
|----|-----------|----|----------|----|-----|----|-----|
| Sn | 3 g/t     | B  | 3000 g/t | Co | SLD | Nb | SLD |
| Ni | 3 „       | Ba | 3–10     | Sb | „   | W  | „   |
| V  | 10–30 g/t | As | 10–30 „  | Cr | „   | Ga | „   |
| Mn | 10 g/t    | Li | 10 g/t   | Cd | „   | Te | „   |
| Bi | 3 „       | Sv | 10 „     | Be | „   | Se | „   |
| Sc | 3 „       | Ag | urmare   | Ge | „   | In | „   |
| Mo | SLD       | Zr | SLD      |    |     |    |     |

*C) Observații microscopicice*

Studiul microscopic este foarte dificil din cauza transformărilor pe care le-au suferit rocile și care maschează mineralele existente. Nu s-au întîlnit roci proaspete.

Sub influența soluțiilor de natură geizeriană, mofetică și hidrotermal-epitermală rocile au suferit o gamă variată de transformări manifestate prin : cloritizări, sericitizări, argilizări, silicificieri, piritizări, limonitzări, hematitzări și impregnații cu cinabru auripigment și sulf. Aceste fenomene se întrepătrund adesea încit nu mai pot fi urmărite separat.

Observațiile microscopicice fac posibilă determinarea următoarelor tipuri de roci : andezite cuartifere, microagglomerate și tufuri.

*Andezitele cuartifere* — tipul de rocă cel mai frecvent întâlnit — sunt constituite din fenocristale în proporție de 40–45% și pastă 55–60%. Fenocristalele sunt reprezentate de feldspat plagioclaz, cuarț și minerale melanocrate. Pasta este vitroasă sau microgranulară, distingându-se microlite bacilare ale acelorași minerale care constituie fenocristalele.

Procesul de alterare este atât de avansat uneori încit cu greu se mai recunosc conturele mineralelor.

Pe seama feldspatului plagioclaz s-au format următoarele minerale : clorit, muscovit, sericit, minerale argiloase, zeoliți și pirită.



*Cloritul* este reprezentat prin clinoclor. În cele mai frecvente cazuri este mascat de dezvoltarea sericitului.

*Muscovitul* formează lamele divergente.

*Sericitul* se prezintă sub două aspecte. În cazul în care se formează direct pe feldspat, se încadrează în structura acestuia, pietele dispunindu-se după două direcții aproximativ perpendiculare între ele (Pl. I, fig. 1), iar cînd se formează pe seama pseudomorfozelor cloritice ale feldspatului, lamelele de sericit au dispoziții divergente. Rareori se mai poate identifica vag o structură zonară (Pl. I fig. 2).

Fenocristalele de plagioclaz prezintă în unele cazuri un produs de alterație lamelar sau criptocristalin, avînd o colorație de impregnație roșietică sau gălbui, gălbui-brună. Refringența scăzută ( $N < 1,54$ ) încadrează acest mineral printre zeoliți. Studiul în lumină convergentă nu a permis să se determine caracterul optic al acestui zeolit.

Alteori feldspatul a suferit o argilizare pronunțată.

Într-o singură secțiune se poate observa un mineral gălbui-cenușiu în bastonașe alungite care au birefringență scăzută pînă la izotrop-caolinit?

*Pirita* substituie uneori în întregime fenocristalele de plagioclaz, care se recunoște după habitusul tabular.

Mineralele melanocrate sunt și ele transformate. Hornblenda este substituită de clorit, pe seama căruia se dezvoltă apoi sericit și calcedonie, iar conturele sunt marcate de o pulbere fină opacă ce uneori ocupă întregul cristal (Pl. I, fig. 3 și 4).

Alteori se recunoște prisme alungite, decolorate, ce conțin pe margini leucoxen și în interior granule de sfen.

*Piroxenul* rombic se recunoaște prin conture dreptunghiulare. Uneori e complet bastitizat avînd o colorație verzuie în care se observă un agregat de lamele foarte fine. Alteori se recunoște cristale scurt prismatice de piroxen, sericitizate și brunificate.

Fenocristalele de cuart prezintă contururi de resorbție și într-un singur caz a fost observat substituirea acestuia de către clorit și sericit (Pl. II, fig. 1).

*Hematitul* se dezvoltă în conturele mineralelor melanocrate pe seama cloritului lamelar.

În pastă, transformările se manifestă prin procese de umplere a fisurilor preexistente și a cavităților formate prin dizolvare de către soluții care circulă (Pl. II, fig. 2).

Silificierea se manifestă prin prezența calcedoniei și a cuarțului secundar depus în cuiburi și diaclaze. Se observă sectoare ocupate de calcedonie și sectoare în care fenocristalele de cuarț cu conture corodate sunt



prinse într-un agregat echigranular de cristale de cuarț secundar, care contrastează cu cuarțul primar prin faptul că conțin numeroase incluziuni.

Procesul de silicifiere este uneori atât de avansat încât afectează întreaga pastă a rocii și fenocristalele al căror contur — în aceste cazuri — nu se poate remarcă.

Din cauza oxidării piritei, soluții feruginoase au depus hidroxizi de fier, pseudomorfozind atât fenocristalele de plagioclazi cât și cele de minerale melanocrate, scurt prismatice. Pasta rocei este uneori invadată de oxizi de fier.

Microaglomeratele sunt constituite din fragmente semiangulare (circa 40%) conplet substituite de cuarț și clorit sferulitic în interstiții prinse într-o masă cineritică (circa 60%) aproape izotropă și în parte cloritizată sau sericitizată, sericitul formând o rețea.

Se pot recunoaște mici fragmente de andezit cuarțifer, fenocristale angulare de cuarț protoclastic și minerale melanocrate a căror prezență este trădată de o pulbere fină opacă. Feldspații sunt în întregime brunificați.

Tuful vitrocrystaloclastie este constituit din cristale de cuart, idiomorfe, angulare, semiangulare sau rotunjite, complet substituite de cuarț și clorit radiar, sferulitic, prinse într-o masă cineritică fină în parte izotropă. Uneori se observă piroxeni sericitizați și fragmente rotunjite, în parte argilizate, conținând cuarț fin granular. Masa cineritică este străbătută de o rețea de sericit dispusă octogonal, în care se recunosc centre silicificate.

Mineralizația de minerale metalice este reprezentată în principal prin pirită, marcasită și cinabru, cu totul sporadic apărind blendă, galenă, magnetit, hematit și limonit.

Cinabrusul asociat cu metacinabru constituie granule cu forme și dimensiuni foarte variate, de la submicronice pînă la 0,5 mm diametru.

Acesta impregnează capricios roca, observîndu-se o concentrare în unele fragmente ale aglomeratelor și împrejurul acestora.

Granulele mai mari de cinabru sunt întotdeauna înconjurate de o pulbere fină (de dimensiuni submicronice) de cinabru ce impregnează roca înconjurătoare (Pl. II, fig. 3). Același fenomen se observă și în cazul umplerii fisurilor de către cinabru, prerieții fisurii fiind impregnați cu o pulbere fină de cinabru (Pl. II, fig. 4).

Asociația cinabru-gangă este foarte avansată fiind cuprinsă de la dimensiuni submicronice pînă la 0,08 mm (Pl. II, fig. 3 și 4); (Pl. III, fig. 1).

Asociația cinabru-pirită-gangă este de asemenea foarte avansată fiind cuprinsă de la dimensiuni submicronice pînă la 0,1 mm (Pl. III,



fig. 1). Pe unele fisuri se observă cinabru depus pe marginile fisurii și pirită în centru, alteori cinabru formează o bordură în jurul granulelor de pirită (Pl. III, fig. 2 și 3).

*Pirita*, asociată cu *marcasita*, și proporții apropriate, impregnează unele roci în mod uniform, în granule cu conture și dimensiuni foarte variante, sau formează aggregate granulare și plaje poikilitice asociate sau nu cu cinabru. Dimensiunile granulelor sunt cuprinse între submicronice și 2–3 mm, frecvent 0,3 mm. O a doua generație de pirită, umple fisurile din rocă.

Asociația pirită-gangă este de asemenea foarte avansată de la dimensiuni submicronice pînă la 0,1 mm.

*Blenda* apare sporadic, în granule mici (0,02 – 0,09 mm) asociată cu galena sau pirita.

*Galena* este întîlnită de asemenea sporadic în granule cu dimensiuni pînă la 0,08 mm diametru, asociată de obicei cu blenda (Pl. III, fig. 4).

*Magnetitul*, *hematitul* și *limonitul* formează granule mici și plaje cu extindere redusă, în procente foarte scăzute.

#### D) Concluzii privind caracteristicile chimico-mineralogice ale probei

Rezultă din observațiile macroscopice și microscopice că proba a fost constituită din andezite cuartifere, microaglomerate și cinerite, transformate hidrotermal.

În afară de cinabru și metacinaibru a fost semnalată prezența în proporții reduse sau sporadic lipsite de importanță economică și a altor minerale metalice: hematit, limonit, pirită, marcasită, etc.

Ganga este alcătuită din mineralele rocei gazdă: cuarț, feldspat, minerale melanocrate, clorit, sericit, minerale argiloase, etc. cea mai mare parte din mineralele de gangă provenind din alterarea mineralelor primare ale rocei.

Compoziția mineralologică stabilită pe baza observațiilor macro și microscopice și a datelor analizei chimice elementară este arătată în tabelul 3.

TABELUL 3

#### Compoziția mineralologică

|              |          |             |          |                                    |                                 |            |
|--------------|----------|-------------|----------|------------------------------------|---------------------------------|------------|
| Cinabru      | {        | <0,1 %      | Galenă   | sporadic                           | Cuarț secundar                  | circa 10 % |
| Metacinaibru |          |             | Hematit  | { circa 1,5 %                      | Roca gazdă (cuarț,              |            |
| Pirită       |          | ,, 2,7 %    | Limonit  |                                    | feldspat, minerale              |            |
| Marcasită    |          |             | Magnetit |                                    | melanocrate, clorit, circa 83 % |            |
| Blendă       | sporadic | Auripigment | sporadic | sericit (minerale argiloase, etc.) |                                 |            |



Cinabrus și metacinaabrul se prezintă sub formă de impregnații difuze în rocă sau aglomerări în cuiburi și pe fisuri, de la dimensiuni submicronice pînă la cîteva zecimi de milimetru.

Pirita și marcasita au dimensiuni de la fracțiuni de micron pînă la 2–3 mm, fiind destul de frecvente granulele de 0,2–0,3 mm.

Asociația cinabru-pirită, este ca și asociația cinabru-gangă, foarte avansată începînd de la dimensiuni submicronice.

Observațiile microscopice au fost completate cu analize roentgenografice și termofiderențiale pe probe din materialul brut și o probă din fracțiunea bogată în substanță argiloasă. Toate aceste determinări au exclus prezența caolinitului în proporție decelabilă, arătînd că partea argiloasă este alcătuită din minerale care din punct de vedere al analizelor roentgen și termofiderențiale sunt cuprinse în grupa hidromicelor.

### III. CERCETĂRI DE PREPARARE

#### A) Cercetări pentru recuperarea fracțiunii argiloase

După cum s-a arătat, cu ocazia prezentării caracteristicilor chimico-mineralogice ale probei, prezența caolinitului nu a fost determinată nici în minereul brut și nici în fracțiunile argiloase separate din minereu. Din această cauză, probabilitatea de a obține prin separare un material cu proprietăți acceptabile pentru industria ceramică era mică; posibilitatea ca materialul argilos să aibă caracteristici convenabile pentru alte utilizări (industria hîrtiei, a cauciucului, etc.) nu era însă exclusă. Ca urmare, aspectul „argilos” al minereului a condus la efectuarea unor cercetări de determinare a conținutului recuperabil și de separare a fracțiunii argiloase ca și la determinarea informativă a unora din caracteristicile materialului argilos.

Încercările de separare ale materialului argilos s-au efectuat după scheme asemănătoare procesului industrial și anume după 3 scheme principale care cuprind :

sfârîmire la — 3 mm, înmuiere cu apă, agitare îndelungată a materialului înmuiat pentru dezintegrarea fracțiunii argiloase și trecerea ei în suspensie și separarea suspensiei de restul materialului (fig. 1);

sfârîmire la — 3 mm, măcinare la — 0,2 mm, flotația întregului material măcinat la — 0,2 mm și separarea materialului argilos din sterilul flotației (fig. 2);

fracționarea la 0,06 mm a materialului sfârîmat la — 3 mm, flotarea fracțiunii — 0,06 mm și separarea materialului argilos din sterilul flotației (fig. 3).



1. Experimentări de dezintegrare și separare a fracțiunii argiloase, cu material sfărîmat la  $-3$  mm. Aceste experimentări s-au efectuat după schema din fig. 1.

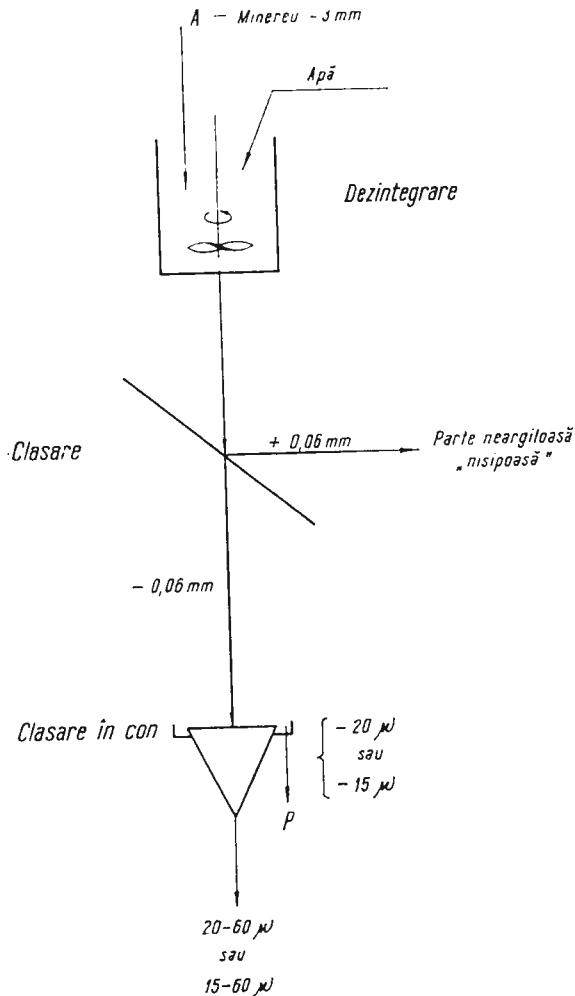


Fig. 1. — Schema operațiilor de dezintegrare și separare a fracțiunii argiloase, cu material sfărîmat la  $-3$  mm.  
Schéma des opérations de désintégration et séparation de la fraction argileuse, avec matériau broyé à  $-3$  mm.

Schema prezintă unele avantaje pentru flotație, la flotație ajungînd un material deșlamat, dar, așa cum au arătat încercările, materialul argilos a rămas cu un conținut ridicat de fier și mercur.



Dimensiunea de 3 mm a materialului a fost impusă de caracterul probei de lucru pentru a realiza omogenizări și reduceri corecte și pentru a asigura o dezintegrare mai ușoară și mai rapidă a fractiunii argiloase.

Mai multe analize granulometrice a materialului sfărmat la — 3 mm au dat următoarele rezultate :

**TABELUL 4**  
*Granulometria materialului sfărmat la — 3 mm*

| Clasa mm   | Numărul analizei |        |        |          | Media |
|------------|------------------|--------|--------|----------|-------|
|            | I—IV             | V—VIII | IX—XII | XIII—XVI |       |
|            | %                | %      | %      | %        | %     |
| 3 — 2      | 19,4             | 19,1   | 20,2   | 21,4     | 20,0  |
| 2 — 1      | 23,0             | 23,0   | 23,0   | 22,3     | 22,8  |
| 1 — 0,5    | 19,6             | 19,5   | 18,5   | 18,7     | 19,0  |
| 0,5 — 0,2  | 17,7             | 16,9   | 17,3   | 17,0     | 17,3  |
| 0,2 — 0,1  | 7,5              | 7,2    | 8,0    | 8,1      | 7,7   |
| 0,1 — 0,06 | 4,7              | 4,3    | 4,6    | 4,5      | 4,6   |
| <0,06      | 8,1              | 10,0   | 8,4    | 8,0      | 8,6   |
| suma       | 100,0            | 100,0  | 100,0  | 100,0    | 100,0 |

Trecerea în suspensie a părții argiloase s-a realizat prin înmuiere în apă timp de 24 ore, cu cantități variabile de apă (raport lichid/solid/ 1/1 ; 3/1 ; 5/1 ; 10/1) urmată de agitare timp de o oră într-un agitator cu elice.

Granulometria materialului după dezintegrare a fost următoarea :

**TABELUL 5**  
*Granulometria materialului după dezintegrare*

| Clasa mm   | Numărul analizei |        |        |          | Media |
|------------|------------------|--------|--------|----------|-------|
|            | I—IV             | V—VIII | IX—XII | XIII—XVI |       |
| L : S      | 1 : 5            | 1 : 3  | 1 : 10 | 1 : 1    |       |
|            | %                | %      | %      | %        | %     |
| 3 — 2      | 11,3             | 10,7   | 11,5   | 11,3     | 11,2  |
| 2 — 1      | 18,5             | 19,5   | 19,9   | 21,0     | 19,7  |
| 1 — 0,5    | 11,9             | 11,4   | 12,4   | 12,1     | 12,0  |
| 0,5 — 0,2  | 12,7             | 12,7   | 17,0   | 14,9     | 14,3  |
| 0,2 — 0,1  | 5,4              | 5,5    | 5,5    | 5,0      | 5,3   |
| 0,1 — 0,06 | 3,8              | 4,0    | 3,7    | 3,5      | 3,8   |
| <0,06      | 36,4             | 36,0   | 30,0   | 32,2     | 33,7  |
| suma       | 100,0            | 100,0  | 100,0  | 100,0    | 100,0 |

Dupădezintegrare, în condițiile arătate mai sus, proporția de material — 60  $\mu$  a crescut de la 8,6% la 33,7%.



Nu s-au observat diferențe semnificative între granulometriile materialelor obținute la valori diferite ale raportului lichid/solid (la raportul lichid/solid 1 :1, barbotina a avut însă o viscozitate mare iar agitarea s-a făcut greu ; la raportul 3 :1 barbotina a fost fluidă).

Fracționarea la 60  $\mu$  și uneori la 40 $\mu$ , după operația de dezintegrare, s-a făcut, de obicei, prin cernere umedă pe site standard.

Pentru obținerea fracțiunilor argiloase (adică pentru separarea fracțiunilor foarte fine) din materialul — 60  $\mu$  sau — 40  $\mu$ , fracționarea mai departe a materialului la dimensiunile de 20  $\mu$  sau 15  $\mu$  (uneori 10  $\mu$ ) s-a făcut prin clasare într-un clasor cu curent vertical de apă.

Fracțiunea — 20 $\mu$  obținută la clasare în con a reprezentat în medie aproximativ 23% din tot materialul și aproximativ 70% din materialul — 60  $\mu$ ; fracțiunea — 15  $\mu$  a reprezentat în medie aproximativ 18% din tot materialul și aproximativ 55% din materialul — 60  $\mu$ .

Conținutul de  $Fe_2O_3$  a fost de 3,4 — 3,7% iar de  $Al_2O_3$  de ordinul a 23 — 25%.

De asemenea s-au făcut și cîteva fracționări ale clasei — 40 $\mu$  cu ajutorul unui microhidrociclon cu  $\varnothing = 20$  mm. Pentru a compensa efectul presiunii reduse cu care s-a lucrat la hidrociclon (nu a existat posibilitatea obținerii unor presiuni mai mari de 0,3 kg/cm<sup>2</sup>) hidrociclonarea a fost repetată de mai multe ori obținindu-se 3 produse : un produs foarte fin, un produs intermedian și un produs grob.

Rezultatele fracționării în hidrociclon sunt arătate în tabelul 6.

TABELUL 6  
Rezultatele fracționării în hidrociclon

| Produsul           | Numărul încercării |       |       |       | Media |       |
|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | H 104              | H 105 | H 106 | H 107 |       |       |
|                    | %                  |       |       |       | %     | %     |
| Produs fin         | 32,4               | 34,4  | 34,1  | 37,6  | 34,6  | 10,9  |
| Produs intermedian | 21,6               | 18,2  | 20,2  | 17,3  | 19,6  | 6,2   |
| Produs grob        | 46,0               | 47,4  | 45,7  | 44,1  | 45,8  | 14,4  |
| suma               | 100,0              | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

\* raportat la tot materialul

Conținutul de  $Fe_2O_3$  al materialului din revârsare (produsul fin) a fost de 3,5—4% iar conținutul de Hg a fost de 0,105 — 0,025%, mai



scăzute, evident, decit ale minereului brut, dar în general mai mari, decit conținutul sterilelor, care se obțin, de obicei, la flotație ( $0,005 - 0,010\%$  Hg).

Materialul argilos obținut fie la conul clasor fie la hidrocilon dă cu apa o pastă foarte plastică, care se modelează ușor.

Culoarea în pulbere uscată este albă-gri, gradul de alb fiind de ordinul a 55% (gradul de alb redus se datorește conținutului ridicat de fier:  $3,5 - 4,5\%$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Pentru a avea și unele informații în legătură cu comportarea ca material ceramic, din fracțiunea foarte fină obținută la conul clasor sau la hidrocilon, s-au modelat plăcuțe de  $5 \times 5 \times 1$  cm, care au fost uscate timp de 4 ore la  $100^\circ\text{C}$  și apoi arse în cuptor la  $1000^\circ\text{C}$  și la circa  $1300^\circ\text{C}$ .

La uscare, plăcuțele au avut o contracție de circa 10%.

În urma arderii la  $1000^\circ\text{C}$  culoarea este roz iar pe suprafață încep să se vadă umflături și fisuri.

La  $1300^\circ\text{C}$ , culoarea este gri-verzuie murdar iar suprafața prezintă numeroase umflături și bășicuțe.

**2. Experimentări de dezintegrare și separare a fracțiunii argiloase din minereul măcinat la — 0,2 mm și în combinație cu operații de flotație**  
După cum s-a mai arătat, aceste experimentări s-au efectuat după două scheme și anume :

sfărîmire la — 3 mm, măcinare la — 0,2 mm, flotația întregului material măcinat la — 0,2 mm și separarea materialului argilos din sterilul flotației (fig. 2);

fracționarea la 0,06 mm a materialului sfărîmat la — 3 mm, flotația fracțiunii — 0,06 mm și separarea materialului argilos din sterilul flotației (fig. 3).

Materialul măcinat la — 0,2 mm a avut compoziția granulometrică medie, arătată în tabelul 7.

TABELUL 7

*Granulometria medie a materialului măcinat la — 0,2 mm*

| Clasa mm  | %     |
|-----------|-------|
| + 0,1     | 17,2  |
| 0,1—0,07  | 15,0  |
| 0,07—0,06 | 4,6   |
| 0,06—0,04 | 4,8   |
| — 0,04    | 58,4  |
| sumă      | 100,0 |



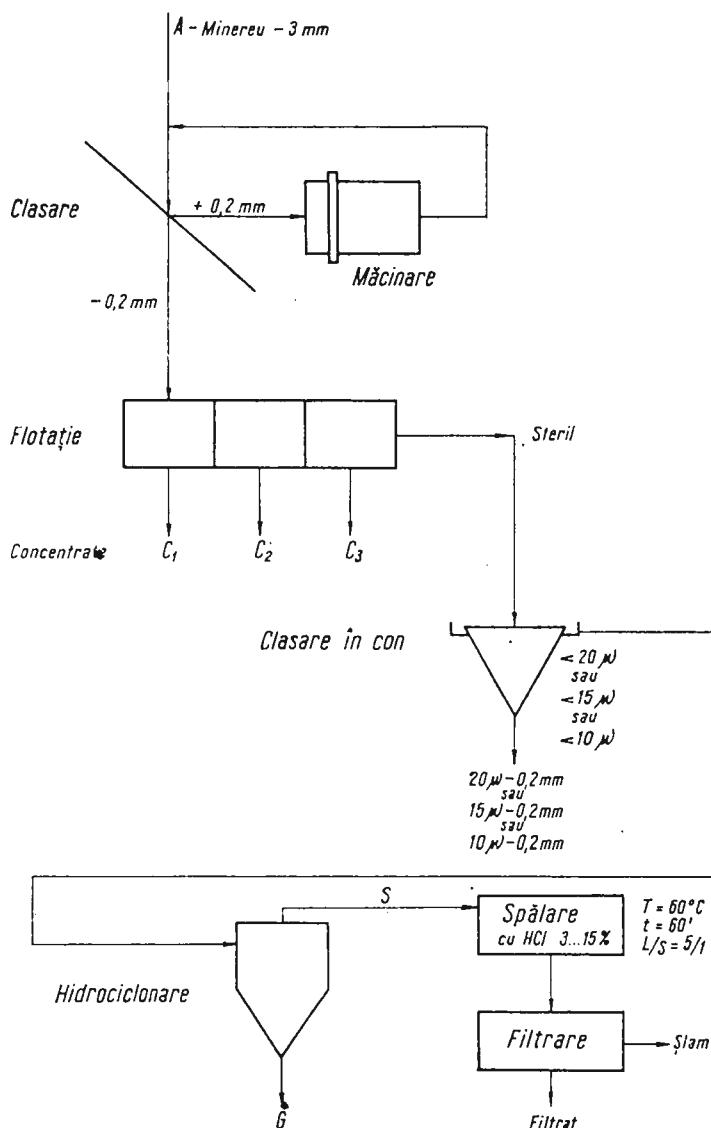


Fig. 2. — Schema operațiilor de dezintegrare și separare a fracțiunii argiloase din minereul măcinat la  $-0,2\text{ mm}$  și în combinație cu operații de flotărie.

Schéma des opérations de désintégrations et de séparation de la fraction argileuse du mineraï broyé à  $-0,2\text{ mm}$ , combinées avec des opérations de flottation.

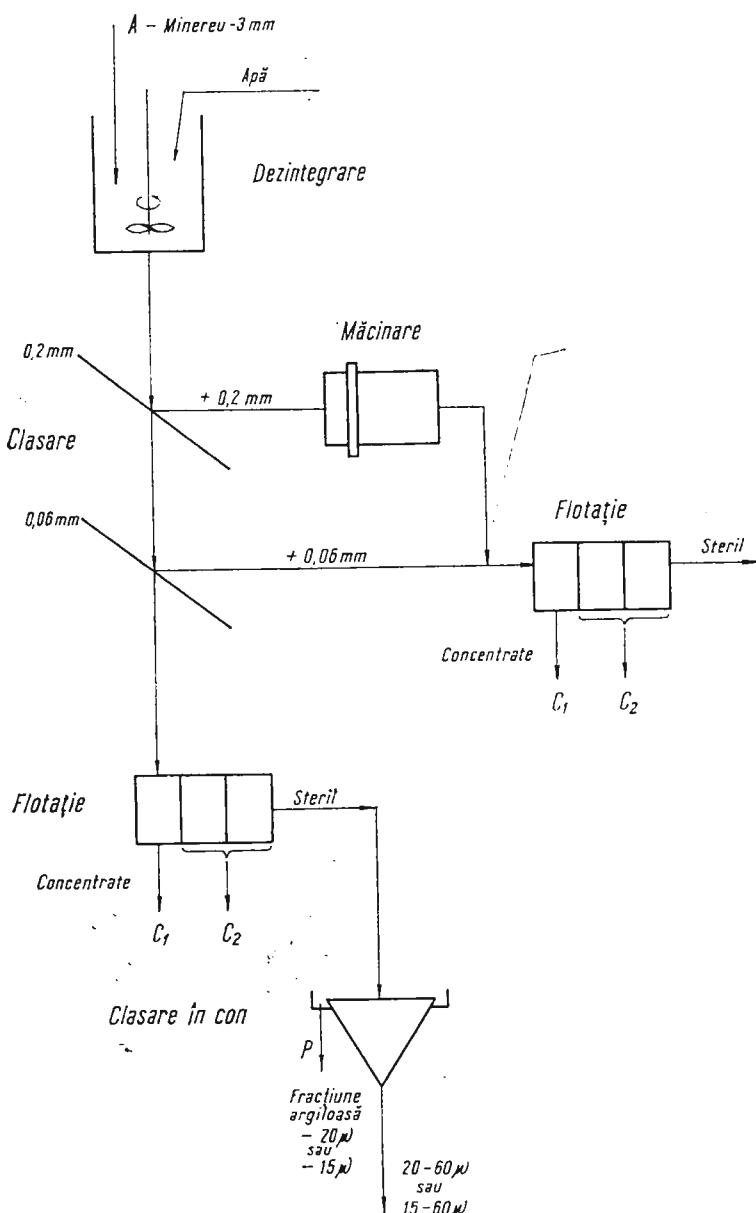


Fig. 3. -- Schema operațiilor de dezintegrare și separare a fracțiunii argiloase din minereul măcinat la 0,2 mm și în combinație cu operații de flotație. Schéma des opérations de désintégration et de séparation de la fraction argileuse du minerai broyé à 0,2 mm, combinées avec des opérations de flottations.

În cazul primei scheme s-a considerat că dezintegrarea materialului argilos se produce în timpul măcinării în moară și agitării în celula de flotație, astfel că, spre deosebire de încercările cu material sfărîmat la — 3 mm nu s-a mai făcut o operație specială de trecere în suspensie a materialului argilos.

În comparație cu materialul sfărîmat la — 3 mm și supus operației de dezintegrare, proporția de material — 60  $\mu$  la materialul măcinat la — 0,2 mm a fost sensibil mai mare și anume 63% față de 33,7%.

În urma flotației, prin extragerea în concentratul de cinabru a unei bune părți din pirită, conținutul de fier al sterilelor a fost mai mic decât al minereului brut și anume 2,5 — 3%  $Fe_2O_3$ .

Prin clasare în conul clasor a sterilului flotației, se recuperează 20—30% ca material foarte fin (sub 15—20  $\mu$ ) în care conținutul de fier este ceva mai scăzut, decât în cazul separării înainte de flotație, dar rămîne totuși destul de ridicat 2,1 — 2,5%  $Fe_2O_3$ .

Hidrociclonarea fracțiunii — 10 $\mu$  obținută prin clasare în con, nu a dus la obținerea unei scăderi mai accentuate a conținutului de fier.

În cazul celei de a doua scheme, materialul argilos obținut din sterilul rămas la flotația fracțiunii — 0,06 mm a avut aceleasi caracteristici chimice (circa 2,2%  $Fe_2O_3$ ) dar, proporțional a reprezentat numai 12—14% din tot minereul.

La aceste scheme, separarea fracțiunii argiloase făcîndu-se după flotație au existat șanse ca materialul argilos să aibă conținuturi mai mici de fier și mercur (cel mult de ordinul conținuturilor sterilelor de la flotație).

O încercare de ardere cu materialul obținut prin hidrociclonare a dat rezultate ceva mai bune decât materialul cu 3,5—4%  $Fe_2O_3$ , obținut direct din minereul măcinat la — 3 mm, totuși atât comportarea la uscare cît și culoarea după ardere rămîn cu totul nesatisfăcătoare.

Considerind că o parte din fierul obținut în fracțiunea argiloasă ar putea fi solubil în soluții de HCl, s-au făcut încercări de „spălare” cu HCl pe cîteva probe de material argilos separat din sterilul flotației prin clasare în con și hidrociclonare.

Încercările au fost făcute agitînd timp de 60' probe de 10 gr de material argilos în soluții de HCl, cu concentrații de 3—15%, la o temperatură de 60°C și un raport lichid/solid de 5 :1. Separarea șlamului s-a făcut pe filtru iar în filtrat s-a pus în evidență, printr-o reacție calitativă prezența fierului, dar determinările de conținut de fier în produsul solid nu au pus în evidență scăderi semnificative (de ordinul 2—3 zecimi de procent, practic în limitele erorilor de analiză) și nici aspectul în pulbere sau culoarea după ardere nu s-au îmbunătățit.



### B) Cercetări de concentrare prin flotație

Așa cum s-a arătat, experimentările de flotație au avut ca scop, în primul rînd, să verifice ipoteza comportării asemănătoare a noii probe, cu probele anterioare și numai în măsura în care apăreau diferențe de comportare, trebuiau precizați parametrii caracteristici flotației noii probe.

Ca urmare, cele mai multe dintre încercările de flotație s-au executat după schema principală a experimentărilor anterioare și schema care a stat la baza încercărilor pilot executate de serviciul de cercetări al Întreprinderii miniere Barza și anume : flotația directă a minereului măcinat.

S-a executat însă și o serie de încercări de flotație după scheme modificate în ipoteza recuperării fracțiunii argiloase, înaintea operației de flotație.

**1. Flotația directă.** S-a efectuat cu probe de 1 kg în celule de laborator tip WEDAG, materialul fiind măcinat în mori de laborator cu bile, de obicei, la dimensiunea — 0,2 mm (58% sub 70  $\mu$ ).

S-a urmărit calitatea concentratelor, gradul de îmbogățire, extracția de metal la flotațiile primare, executîndu-se și cîteva încercări de reflotare a concentratelor.

Rezultatele cîtorva din încercările reprezentative sunt arătate în tabelul 8.

Reflotarea o singură dată a unor concentrate cu aproximativ 1,12% mercur a dus la obținerea de concentrate cu peste 4% mercur.

Din sterilele obținute la cîteva experimentări de flotație s-a încercat recuperarea fracțiunii argiloase. Rezultatele acestor încercări au fost arătate mai înainte.

**2. Flotația combinată cu separarea fracțiunilor argiloase.** Această flotație s-a efectuat în ipoteza mai multor scheme de flux posibile.

Una dintre scheme este arătată în fig. 4.

Materialul brut, sfărîmat la — 3 mm, a fost agitat în apă pentru dezintegrarea fracțiunii argiloase și apoi clasat pe sita de 0,2 mm. Materialul — 0,2 mm a fost clasat, într-un con clasor la 20  $\mu$ . Fracțiunea fină (— 20  $\mu$ ) reprezentind circa 23% din tot materialul a fost considerată fracțiune argiloasă.

Materialul + 0,2 mm a fost măcinat la dimensiuni sub 0,2 mm și împreună cu fracțiunea 0,02 — 0,2 mm obținută la conul clasor a constituit alimentarea flotației.



TABELUL 8  
*Incercări de flotație primară directă*

| Numărul incercării | Produse                   | Greutate v % | Conținut Hg % | Repartizare Hg % |
|--------------------|---------------------------|--------------|---------------|------------------|
| 1                  | Concentrat C              | 9,4          | 0,59          | 92,6             |
|                    | Steril B                  | 90,6         | 0,005         | 7,4              |
|                    | Alimentare A              | 100,0        | 0,061         | 100,0            |
| 10                 | Concentrat C <sub>1</sub> | 3,9          | 1,10          | 70,3             |
|                    | Concentrat C <sub>2</sub> | 0,7          | 0,82          | 9,3              |
|                    | Concentrat C <sub>3</sub> | 1,2          | 0,54          | 10,7             |
|                    | Steril B                  | 94,2         | 0,006         | 9,7              |
|                    | Alimentare A              | 100,0        | 0,061         | 100,0            |
| 16                 | Concentrat C              | 6,5          | 1,20          | 87,4             |
|                    | Steril B                  | 93,5         | 0,012         | 12,6             |
|                    | Alimentare A              | 100,0        | 0,089         | 100,0            |
| 19                 | Concentrat C              | 6,1          | 1,12          | 84,0             |
|                    | Steril B                  | 93,9         | 0,015         | 16,0             |
|                    | Alimentare A              | 100,0        | 0,088         | 100,0            |

Consumurile de reactivi la aceste incercări au fost :

|                        | Numărul incercării | 1   | 10   | 16   | 19  |
|------------------------|--------------------|-----|------|------|-----|
|                        |                    | 1   | 10   | 16   | 19  |
| Var                    | g/t                | 500 | —    | —    | 500 |
| Silicat de sodiu       | „                  | —   | 1000 | 1400 | —   |
| Xantat etilic de Na    | „                  | 200 | —    | 190  | 190 |
| Xantat izoamilic de Na | „                  | —   | 130  | —    | —   |
| Flotanol               | „                  | 25  | 28   | 25   | 21  |

În tabelul 9 sînt date rezultatele medii obținute la mai multe clasări în con și flotația cu fracțiunile deșlamate.

TABELUL 9  
*Flotația combinată cu separarea fracțiunii argiloase conform schemei din fig. 4*

| Produse            | Greutate % | Conținut Hg % | Repartizare Hg % |
|--------------------|------------|---------------|------------------|
| Concentrat C       | 5          | 1,20          | 84,6             |
| Steril B           | 72         | 0,007         | 7,2              |
| Material argilos P | 23         | 0,025         | 8,2              |
| Alimentare A       | 100        | 0,071         | 100,0            |



Pentru calculul de bilanț s-a considerat pentru sterile un conținut mediu de aproximativ 0,007%, deși în general sterilele de la flotațiile cu material deșlamat au fost mai sărace decit în cazul flotației directe (uneori analizele au indicat conținuturi de numai 0,001% Hg).

În cazul schemei din fig. 5, flotația s-a făcut separat pe fracțiunea  $-0,06$  mm, în care s-a presupus că s-a recuperat fracțiunea argiloasă și

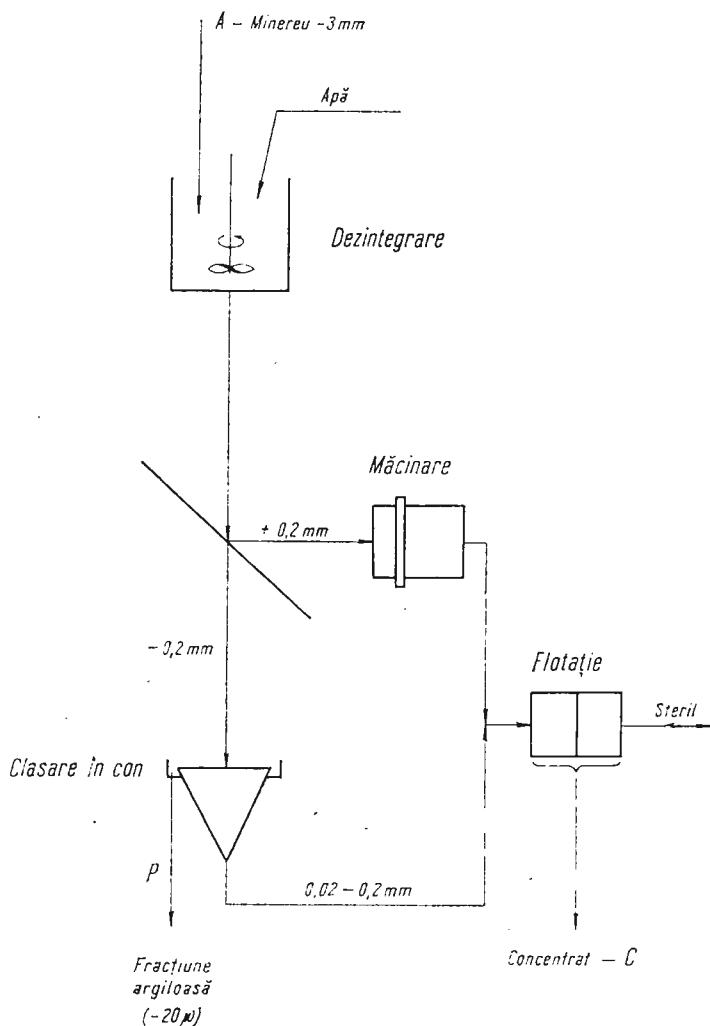


Fig. 4. — Schema operațiilor de flotație combinată cu separarea fracțiunilor argiloase.

Schéma des opérations de flottation combinée avec la séparation des fractions argileuses.

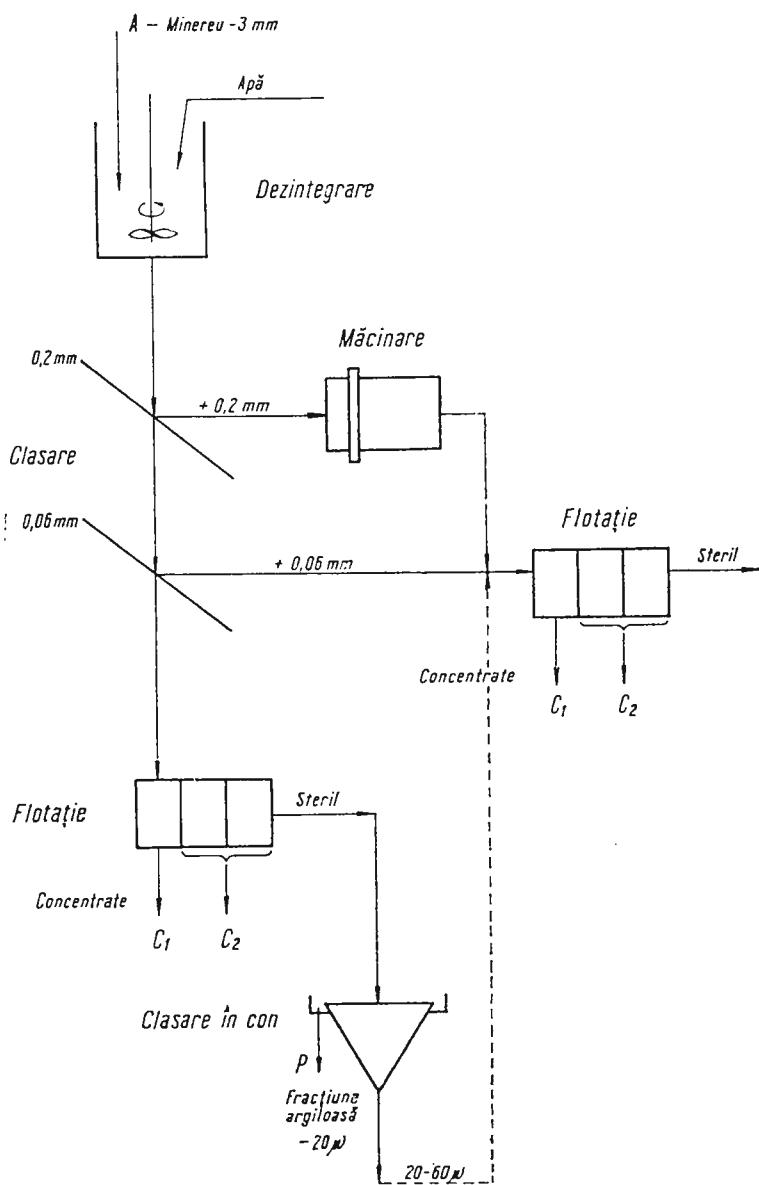


Fig. 5. — Schema operațiilor de flotatie combinată cu separarea fracțiunilor argiloase

Schéma des opérations de flottation combinée avec la séparation des fractions argileuses.

separat pe fracțiunea 0,06 — 0,2 mm, lipsită de mîluri. Așa cum era de așteptat, s-au obținut rezultate mai bune la flotația fracțiunii + 0,06 mm (tabelul 10) care a reprezentat circa 67% din minereul brut și rezultate

TABELUL 10  
*Flotație conform schemei din fig. 5*

| Frac-<br>țiunea<br>mm | Produs                                  | Greutate<br>%        |                             | Conținut<br>Hg<br>% | RepartizareHg<br>%   |                             |
|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|
|                       |                                         | Față de<br>fracțiuni | Față de<br>minereul<br>brut |                     | Față de<br>fracțiuni | Față de<br>minereul<br>brut |
| -0,06                 | Concentrat C <sub>1</sub>               | 6,1                  | 2,0                         | 0,76                | 65,4                 | 23,2                        |
|                       | Concentrat C <sub>2</sub>               | 7,4                  | 2,4                         | 0,04                | 4,2                  | 1,5                         |
|                       | Steril B                                | 86,5                 | 28,6                        | 0,025               | 30,4                 | 10,7                        |
|                       | Alimentare (sumă)<br>flotație - 0,06 mm | 100,0                | 33,0                        | 0,071               | 100,0                | 35,4                        |
| +0,06                 | Concentrat C <sub>1</sub>               | 5,1                  | 3,5                         | 1,20                | 87,2                 | 56,3                        |
|                       | Concentrat C <sub>2</sub>               | 0,08                 | 0,5                         | 0,34                | 4,2                  | 2,7                         |
|                       | Steril B                                | 93,6                 | 63,0                        | 0,006               | 8,6                  | 5,6                         |
|                       | Alimentare<br>(sumă) flotație + 0,06 mm | 100,0                | 67,0                        | 0,064               | 100,0                | 64,6                        |
|                       | Minereu brut                            |                      | 100,0                       | 0,067               |                      | 100,0                       |

mai slabe la fracțiunea - 0,06 mm (concentrate cu 1,2% Hg și sterile cu 0,006% Hg, față de concentrate cu 0,7—0,8% Hg și sterile cu 0,025% Hg).

#### IV. CONCLUZIILE CERCETĂRILOR ȘI OBSERVAȚII PRIVIND FLUXUL UNEI INSTALAȚII INDUSTRIALE

##### A) Concluzii privind recuperarea fracțiunii argiloase

Proba cercetată a conținut o cantitate însemnată de material argilos ; astfel, după sfârșirea la - 3 mm și dezintegrare s-a putut separa 23% material - 20 $\mu$  plastic, de culoare alb-gri cu grad de alb de 50 — 55% și 3,4 — 4,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Materialul argilos separat după flotația cinabrusului a avut mai puțin fier (2,2 — 2,3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dar nici prin prelungirea flotației nici prin extracție cu HCl, conținutul de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nu a scăzut sub 20%.



Datorită lipsei caolinitului ca și conținutului ridicat de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , fracțiunea argiloasă este neutilizabilă în industria ceramicei fine<sup>8</sup> fapt confirmat și prin modul de comportare la ardere (contrație mare, deformări, bule, culoare gri-verde murdar). Nu este însă exclusă posibilitatea utilizării pentru ceramica brută (cărămizi sau alte materiale de construcții) fie numai a fracțiunii argiloase, fie a sterilului integral de la flotație.

### B) Concluzii privind flotația cinabrusului

Comparate cu rezultatele obținute la flotație cu celelalte probe, rezultatele obținute în anul 1970 sunt asemănătoare confirmând încă odată posibilitatea obținerii prin flotație, fără dificultăți tehnologice deosebite, a unor concentrații cu conținuturi suficient de mari pentru a putea fi prelucrate metalurgic în condiții avantajoase.

Pe baza rezultatelor cercetărilor executate pînă în prezent inclusiv cercetările pilot de la Gura Barza, se poate admite, cu o probabilitate destul de mare, că într-o instalație industrială se vor putea realiza indicatorii tehnologici, arătați în tabelul 11, privind extracțiile de concentrat și extracțiile de metal în funcție de calitatea minereului și calitatea concentratului. S-au admis concentrații cu cel mult 4% Hg în cazul unui minereu

TABELUL 11

*Indicatori tehnologici privind extracțiile de concentrat și extracție de metal*

| Conținutul minereului a % Hg | Conținutul concentratului c % Hg | Greutatea concentratului raportată la minereu v % | Extracția de metal m % |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| 0,04                         | 2                                | 1,60                                              | 80,0                   |
| 0,04                         | 4                                | 0,70                                              | 70,0                   |
| 0,08                         | 4                                | 1,71                                              | 85,5                   |
| 0,08                         | 5                                | 1,38                                              | 84,0                   |
| 0,08                         | 8                                | 0,81                                              | 81,0                   |
| 0,10                         | 5                                | 1,75                                              | 87,5                   |
| 0,10                         | 10                               | 0,83                                              | 83,0                   |
| 0,12                         | 5                                | 2,11                                              | 88,0                   |
| 0,12                         | 10                               | 1,02                                              | 85,0                   |
| 0,15                         | 5                                | 2,67                                              | 89,0                   |
| 0,15                         | 10                               | 1,31                                              | 87,0                   |
| 0,20                         | 5                                | 3,61                                              | 90,5                   |
| 0,20                         | 10                               | 1,78                                              | 89,0                   |

<sup>8</sup> Pentru ceramica fină se cere un produs argilos constituit în special din caolinit cu minimum 60% caolinit.



cu 0,04% Hg, respectiv cu 8% Hg pentru un minereu cu 0,08% Hg<sup>9</sup> și 10% Hg pentru minereuri mai bogate.

### C) Fluxul tehnologic industrial

Valoarea de 23% a fracțiunii argiloase (material – 20  $\mu$ ), face ca recuperarea ei să nu prezinte, cel puțin în stadiul actual de cunoaștere a zăcământului, un interes deosebit. Ca urmare, fluxul tehnologic recomandat pe baza cercetărilor anterioare se confirmă și prin cercetările din 1970: un flux clasic de concentrare prin flotație, completat cu un proces de distilare a mercurului din concentrate, pentru obținerea mercurului metalic ca produs finit.

Fluxul cuprinde următoarele operații principale: sfârîmarea, măcinarea, flotația (cu flotație de curățire și refloțări de îmbogățire) filtrarea concentratelor, depozitarea sterilelor în iaz și recuperarea parțială a apei limpezite, distilarea mercurului din concentrate (precedată de o eventuală uscare a concentratelor), redistilarea mercurului metalic, pentru obținerea unui mercur chimic pur (99,9% Hg).

În legătură cu realizarea acestor operații, pe baza rezultatelor încercărilor de laborator și pilot sau a observațiilor calitative făcute cu ocazia acestor încercări se pot face următoarele precizări:

**1. Sfârîmarea.** Materialul uscat se sfârîmă relativ ușor într-un con casor cu fălcii, roca avînd părți dure dar și părți alterate, argiloase ușor de dezintegrat. Dar, la exploatare, materialul va rezulta probabil umed în majoritatea lucrărilor miniere actuale existind infiltrații de apă, astfel că se poate afirma cu destulă siguranță că în instalația industrială sfârîmarea inconcasoare cu fălcii va produce dificultăți și că în nici un caz nu se pot folosi inconcasoare cu ciocan.

Problele pentru încercările pilot de la Gura Barza au avut aproximativ următoarea compoziție granulometrică:

| Dimensiuni mm | Proporții % | Dimensiuni mm | Proporții % |
|---------------|-------------|---------------|-------------|
| + 100         | 18          | 50–20         | 24          |
| 100–80        | 10          | 20–10         | 10          |
| 80–50         | 20          | –10           | 18          |

**2. Măcinarea.** Pentru realizarea flotației este necesară o măcinare la –0,2 mm (aproximativ 60% sub 0,075 mm), în moară cu bile (eventual

<sup>9</sup> Adică, s-a admis un grad de îmbogățire de maximum 100, deși în laborator s-au realizat și grade de îmbogățire mai mari.



cu bare) pentru a micșora cantitatea de material foarte fin), lucrînd în circuit cu un clasor hidraulic.

Pînă în prezent nu există informații în legătură cu granulometria materialului care va rezulta în urma explotării industriale. Dată fiind prezența în minereu a unor părți mai dure și a altora mai moi, trebuie avută în vedere posibilitatea realizării prin măcinare autogenă a treptelor de sfârîmare intermediară — măcinare, evitîndu-se în felul acesta dificultățile care pot apărea la sfârîmare datorită prezenței argilei.

**3. Flotația.** Pentru reducerea pierderilor de cinabru în sterile este necesar să se continue flotația primară cu o flotație de curătire iar pentru obținerea unor concentrate cu conținuturi mai ridicate de mercur este necesară reflotarea, de două sau de mai multe ori a concentratelor primare.

Reactivii și consumurile respective sunt aproximativ următoarele :

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| Xantat etilic                             | 200 g/t |
| Flotanol (sau alt spumant)                | 50 „    |
| Silicat de sodiu                          | 1500 „  |
| Sedipur                                   | 20 „    |
| Var (folosit la filtrarea concentratelor) | 100 „   |

Diluția tulburelui la alimentarea celulelor de flotație trebuie să fie aproximativ 4,5 t apă/1 minereu, ceea ce echivalează cu un volum de tulbură reală de aproximativ 4,85 m<sup>3</sup> pentru 1 tonă minereu (densitatea minereului 2,7 t/in<sup>3</sup>; densitatea tulburelui 1,13 t/m<sup>3</sup>).

Timpul total de flotație utilizat la Gura Barza a fost de 30'.

La acest timp revine un volum de celule de flotație pentru prelucrarea a 1 t/24 ore de :

$$v = \frac{1,2 \times 1 \times 30 \times 4,85}{1440} = 0,12 \text{ m}^3/\text{t}/\text{24 ore}$$

Acest volum pare puțin cam mare. Este posibil ca la încercările în fază pilot la scară mai mare să se ajungă la un volum specific mai mic.

**4. Filtrarea concentratelor.** Nu s-au făcut încercări pentru determinarea parametrilor operației de filtrare : cantitățile de concentrate care rezultă sunt însă mici, încit probabil chiar în condiții de filtrare dificilă, suprafetele de filtrare vor fi mici.

Totuși, din observațiile de laborator, rezultă că filtrarea concentratelor nu va prezenta dificultăți deosebite, deși din cauza prezenței mîlurilor fine viteza de filtrare este mai mică decît în cazul altor minereuri. Obser-



vațiile făcute la Gura Barza arată că adaosul varului înainte de filtrare, ușurează filtrarea.

**5. Uscare.** Pentru asigurarea desfășurării în bune condiții a procesului de prăjire este necesar ca umiditatea concentratului să fie cât mai mică. De aceea concentratele care, probabil, după filtrare vor avea 15—20% apă, trebuie uscate. Pentru a evita descompunerea cinabrusului în timpul procesului de uscare, se recomandă ca temperatura de încălzire a concentratelor să nu depășească 105—110°C.

**6. Distilarea mercurului din concentrate<sup>10</sup>.** Recuperarea mercurului din concentrate se poate face prin încălzire în prezența aerului sau a unui reducător, la temperatură de 600—650°C (temperatură care asigură descompunerea sulfurii de mercur și trecerea mercurului în stare de vaporii).

Încălzirea se poate realiza fie în retorte, fie într-un cuptor cu funcționare continuă (cuptor rotativ orizontal, cuptor vertical, etc.).

Prin analogie cu alte instalații de prăjire a minereurilor se poate considera un coeficient de utilizare a căldurii de 25 — 30%.

O bună parte din mercurul condensat va fi probabil obținut cu o puritate suficient de mare pentru a putea fi îmbuteliat (mercurul condensat în prima parte a sistemului de condensare). O parte din mercur va trebui redistilată dar instalația de redistilare — dat fiind volumul mic de mercur — a fost apreciată ca fiind foarte simplă (asemănătoare cu instalațiile folosite în laborator).

Recuperarea realizată în urma procesului de prăjire va fi de cel puțin 95%. Pierderile sunt mai ales pierderi la condensare (mercur depus sub formă de bobîte foarte fine în stup și pierderi în gazele care părăsesc sistemul de condensare) și mai puțin pierderi prin rămînerea mercurului în rezidiile din cuptor. Recuperarea poate fi îmbunătățită prin răcirea cu apă a tuburilor de condensare pentru a asigura răcirea gazelor sub 50—60°C și prin prelucrarea îngrijită a stupului.

## BIBLIOGRAFIE

Georgeescu B., Oprescu Angela (1963) Cercetări privind posibilitățile de valorificare a minereului cinabriser din zăcămîntul de la Sintimbru-Ciuc. D. S. Inst. Geol. L/1 București.

<sup>10</sup> Parte din informații privind operația de distilare au fost primite de la catedra de metalurgie neferoasă de la Institutul Politehnic București (Prof. F. Oprescu).



- Georgescu B., Oprescu Angela (1966) Contribuții la studiul posibilităților de valorificare tehnologică a minereului de mercur de la Sintibru-Ciuc. *St. tehn. econ. Ser. B*, 44. București.
- Vasilescu Al. (1964) Asupra prezenței cinabrulei în munții Harghita (la Sintimbru-Ciuc). *D. S. Inst. Geol. L/2*. București.
- (1962) Cercetări geologice și petrografice în partea de sud-est a munților Harghita. *D. S. Com. Geol. L/2*. București.

## RECHERCHES AFIN D'ÉTABLIR LA TECHNOLOGIE DE VALORISATION DU MINERAU DE MERCURE D'UN GISEMENT DES MONTS HARGHITA

(Résumé)

Bien que la technologie de la valorisation du minerau de mercure fut pour la plupart connue, le caractère seulement en partie représentatif des échantillons étudiés en 1962, 1963 et 1969 a rendu nécessaire la vérification du comportement à la concentration d'un échantillon nouveau et, en même temps, la valorisation d'autres composants du minerau, surtout de la fraction argileuse, considérée par analogie avec la riche exploitée à Harghita — comme ayant une importante teneur en kaolinite.

Comme suite, l'Institut géologique a inclus dans son plan de recherches pour 1970 l'étude technologique de laboratoire d'un échantillon récolté par I. P. E. G. „Harghita” dans la galerie II, ayant pour but :

- d'appréhender l'opportunité de la récupération de la fraction argileuse;
- de vérifier le comportement à la concentration par rapport aux échantillons antérieurs et surtout si la récupération de la fraction argileuse influencerait le processus de concentration.

L'analyse chimique générale a mis en évidence les teneurs suivantes, plus importantes : 0,10% IIg, 4,00% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,50% S, 18,90% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 62,70% SiO<sub>2</sub>.

On a mis en évidence au microscope des andésites quartzifères, des microconglomérats et des cinérites qui, affectés par des solutions de nature geyserienne, mofétique et hydrothermal-épithermale, ont subi des transformations variées, manifestées par des processus de chloritisation, muscovitisation (séricitisation), argilisation, silicifications, pyritisation, limonitisation, hématitisation, et imprégnation à cinabre, auripigment et soufre. Souvent ces phénomènes se superposent si bien qu'on ne saurait plus les suivre séparément. Le processus le plus répandu est la muscovitisation-séricitisation (environ 70%), le moins répandu étant l'argillation (sporadique).

Le cinabre et le métacinabre sont en proportion d'environ 0,1%, la pyrite et la marcasite d'environ 2,7%, l'hématite, la limonite et la magnétite d'environ 1,5%.

La gangue est constituée de quartz, de feldspath, de minéraux mélanocrates, comme minéraux primaires, et de minéraux résultés des processus susmentionnés : muscovite + sérécite (environ 70%) - chlorite (environ 10%), quartz secondaire + calcedoine (environ 10%), minéraux argileux (sporadiques), etc.

Les observations microscopiques ont été complétées par des analyses röntgenographiques et thermodifférentielles sur des échantillons de matériau brut et sur un échantillon de fraction riche en substance argileuse. Ses déterminations ont exclu la présence de la kaolinite en propor-



tion décelable, en démontrant que la partie argileuse est constituée de minéraux qui au point de vue des analyses röntgenographiques et thermodifférentielles sont compris dans le groupe des hydromicas.

Les recherches technologiques de préparation ont consisté en :

Recherches pour récupérer la fraction argileuse qui ont compris :  
des expérimentations de désintégration et de séparation de la fraction argileuse sur matériau broyé à - 3 mm et

des expérimentations de désintégration et de séparation de la fraction argileuse du mineraï broyé à - 0,2 mm, combinées avec des opérations de flottation.

Recherches de concentration par flottation qui ont compris :

la flottation directe

la flottation combinée avec la séparation des fractions argileuses.

Quant à la récupération de la fraction argileuse, la valeur de 23 % du matériau très fin (moins de 20  $\mu$ ) confère à cette opération un moindre intérêt. La poussière sèche est blanc-gris, le degré de blanc est de 50 à 55%, et la teneur en  $Fe_2O_3$  du matériau argileux séparé du matériau broyé à - 3 mm est de 3,4 à 4,5%.

La matériau argileux séparé après la flottation du cinabre (des stériles de la flottations) a eu moins de fer (2,2 ou 2,3 %  $Fe_2O_3$ ), mais la teneur en  $F_2O_3$  n'est descendue sous 2% ni après la prolongation de la flottation, ni par l'extraction avec HCl.

A cause de l'absence de la kaolinite et de la haute teneur en  $Fe_2O_3$ , la fraction argileuse n'est pas utilisable dans l'industrie de la céramique fine, fait confirmé par son comportement à la cuisson (grande contraction, déformation, boules, couleur gris-vert trouble). Il n'est pas quand même exclue la possibilité d'employer pour la céramique brute (briques ou d'autres matériaux de construction) soit seulement la fraction argileuse, soit le stérile intégral de la flottation.

Les résultats de la 1970 sur la flottation du cinabre sont ressemblants aux résultats obtenu par la flottation d'autres échantillons, ce qui confirme encore une fois la possibilité d'obtenir par flottation, sans difficultés technologiques particulières, des concentrés à assez grandes teneurs (minimum 4% Hg) pour pouvoir être employés en métallurgie en conditions avantageuses





Institutul Geologic al României

## **PLANŞA I**



Institutul Geologic al României

## PLANŞA I

Fig. 1. — Plagioclaz sericitizat ; lamelele de sericit (s) sint dispuse după două direcții, aproximativ perpendiculare între ele ; N +,  $\times 70$ .

Plagioclase sérichtisé ; les lames de séricite (s) sont disposées selon deux directions, perpendiculaires l'une sur l'autre ; N +,  $\times 70$ .

Fig. 2. — Plagioclaz muscovitizat în care se mai recunoaște structura zonară ; N + 10  $\times$ .

Plagioclase muscovitisé où l'on reconnaît encore la structure zonaire ; N +,  $\times 10$ .

Fig. 3. — Hornblendă substituită de clorit, cu conturele opacitizate secțiune bazală ; N +, 100  $\times$ .

Hornblende substituée de chlorite, avec contours opacisés section basale ; N +,  $\times 100$ .

Fig. 4. — Hornblendă substituită de clorit, sericit și calcedonie ; N +, 100  $\times$ .

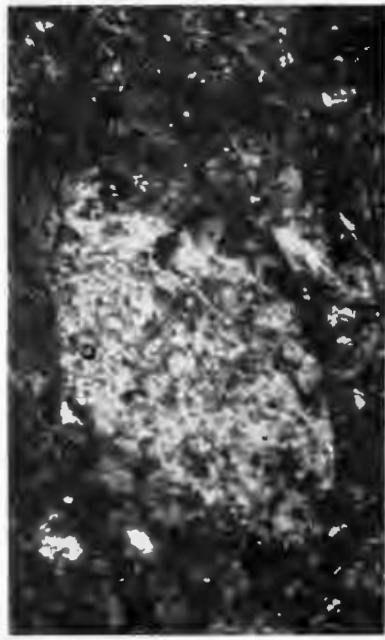
Hornblende substituée de chlorite, séricite et calcedoïne ; N +, 100.



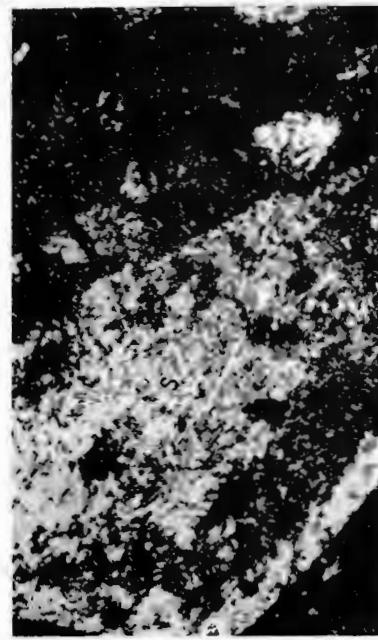
4



2



1



3

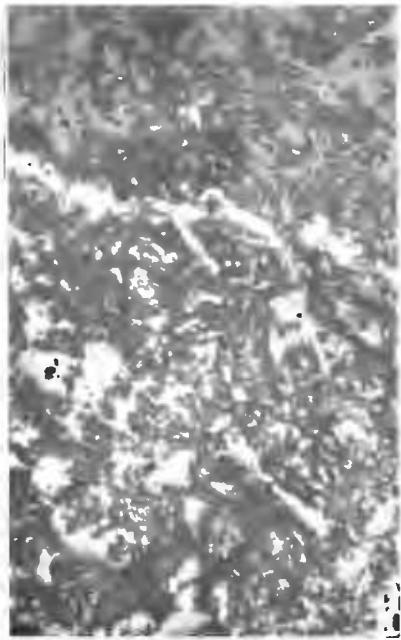
## PLANŞA II

- Fig. 1. — Cuarț magmatic substituit de clorit și sericit; N+,  $\times 100$ .  
Quartz magmatique substitué de chlorite et de sericite; N+,  $\times 100$ .
- Fig. 2. — Depunerea cloritului (Cl) în cavități și fisuri; N+, 100  $\times$ .  
Sédimentation de la chlorite (Cl) en cavités et fissures; N+,  $\times 100$ .
- Fig. 3. — Cinabru (c) granular și pulbere fină de cinabru (cf) ce impregnează roca gazză (g), pirită ( $\pi$ ); N II, 70  $\times$ ,  
Cinabre (c) granulaire et poussière fine de cinabre (cf) qui imprégne la roche-hôte (g) pyrite ( $\pi$ ); N II,  $\times 70$ ,
- Fig. 4. — Fisură umplută cu cinabru, care impregnează și pereții fisurii; N II,  $\times 100$ .  
Fissure remplie de cinabre, qui imprégne aussi les parois de la fissure; N II,  $\times 100$ ,

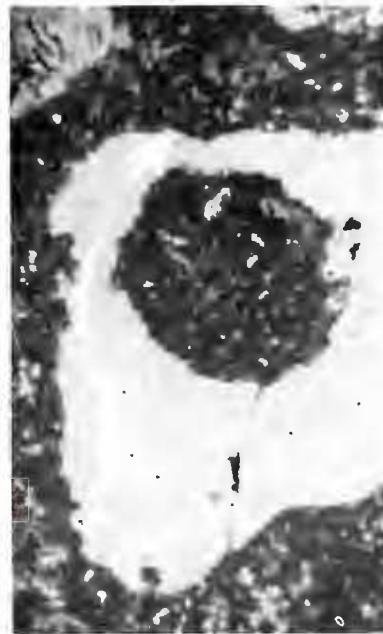




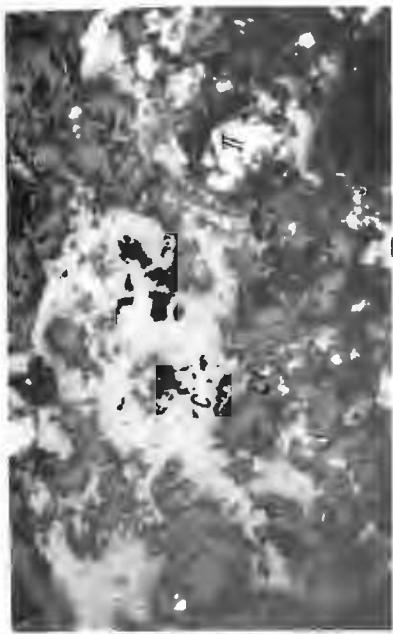
1



2



3



4

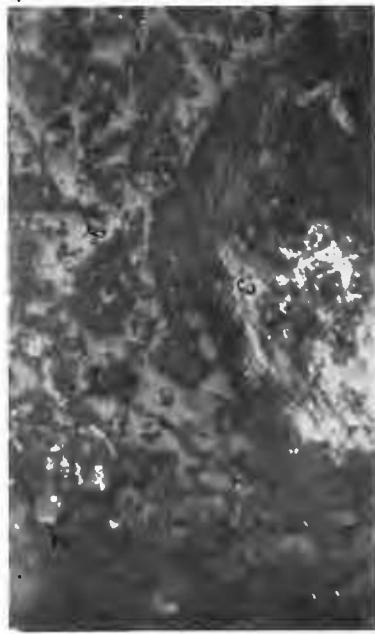
Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.

### PLANŞA III

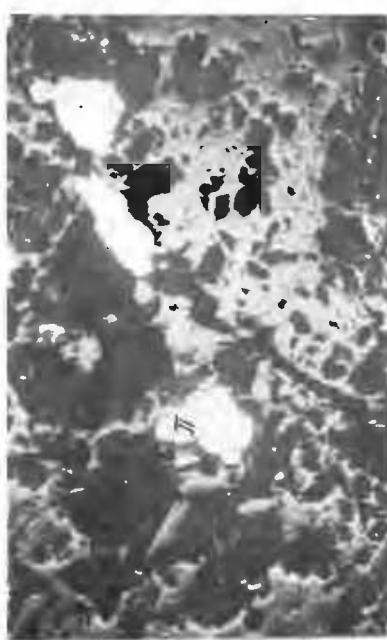
- Fig. 1. — Asociația cinabru (c) — gangă (G) — pirită ( $\pi$ ) ; N II,  $\times 70$ .  
Association cinabre (c) — gangue (G) — pyrite ( $\pi$ ) ; N II,  $\times 70$ .
- Fig. 2. — Granule de pirită ( $\pi$ ) înconjurate de cinabru (c) ; N II,  $\times 10$ .  
Granules de pyrite ( $\pi$ ) entourés de cinabre (c) ; N II,  $\times 10$ .
- Fig. 3. — Granule de pirită ( $\pi$ ) cu cinabru (c) la periferie ; N II,  $\times 70$ .  
Granules de pyrite ( $\pi$ ) avec cinabre à la périphérie ; N II,  $\times 70$ .
- Fig. 4. — Asociația galenă (Gl) — blendă (Bl) — gangă (G) ; N II,  $\times 100$ .  
Association galène (Gl) — blende (Bl) — gangue (G) ; N II,  $\times 100$ .



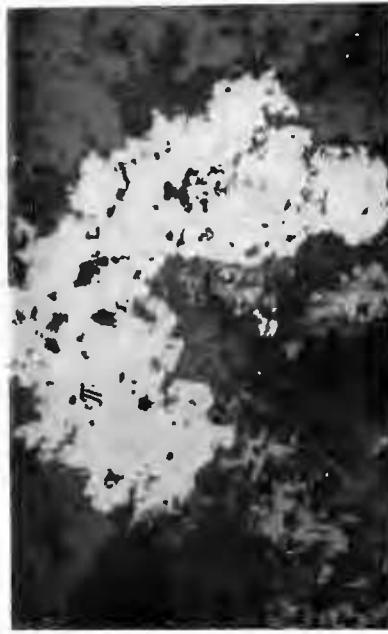
Institutul Geologic al României



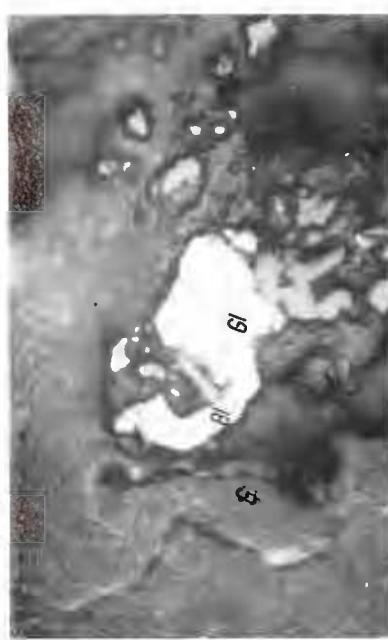
1



2



3



4

# CERCETĂRI PRIVIND STABILIREA POSIBILITĂȚILOR DE PREPARARE A UNUI MINEREU CUPRIFER DIN VESTUL CARPAȚILOR MERIDIONALI<sup>1</sup>

DE

CORNELIU PANDELESCU, MARIA DUMITRESCU, MARIA BORCEA, MIHAELA POP<sup>2</sup>

## Abstract

Research Related to the Beneficiation Possibilities of an Cupriferous Ore Deposit of the Western Part of the South Carpathians. The research has been carried out on a sample collected from the cupriferous ore deposit from the Western part of the South Carpathians which contained 1.27% Cu; 14.32% S; 16.55% Fe; 31.4% SiO<sub>2</sub>; 15.6% CaO and 50 g/t Mo. The dressing experiments proved that by means of flotation, according to a scheme comprising the primary flotation, regrinding and reflotation operations, there may be finally obtained a cupriferous concentrate, metallurgically valuable with 15% Cu, the recovery of metal being about 81%. Likewise the molybdenum contained in the cupriferous concentrate (about 600 g/t Mo), which could be recovered as by-product from this concentrate, is of interest.

Cercetări asupra posibilităților de valorificare a minereului cuprifer din vestul Carpaților Meridionali au mai fost executate în cadrul Institutului Geologic în anii 1966 și 1967. Astfel, în anul 1967 (Pandeleșcu, Dumitrescu, 1969) cercetările de preparare au fost făcute asupra unei probe medii alcătuită prin comasarea și omogenizarea probelor martor din 11 foraje din această zonă. Proba a cuprins o mineralizație cupriferă reprezentată prin calcopirită (circa 3%), însotită de o cantitate redusă de pirită (circa 6%). Analiza chimică generală a indicat prezența următoarelor elemente principale: 1,2% Cu; 3% S; 33,9%; SiO<sub>2</sub>; 27,6%

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 19 mai 1971

<sup>2</sup> Institutul Geologic, Șos. Kiseleff nr. 55, București.



$\text{CaO}$ ; 13,10% Fe; 40 g/t Mo. Cercetările efectuate au arătat că prin flotație se pot obține concentrate cuprifere, valorificabile metalurgic, cu un conținut de 14—22% Cu (funcție de numărul de reflocați) și extracții de metal de 80—83,5%.

În anul 1967 s-a mai cercetat o probă din aceeași zonă (Pandeleșcu, Dumitrescu, 1969) — (laterală 94 stg. și lateralele anexe, de la m 177). Analiza chimică generală a probei a indicat următoarele conținuturi mai importante: 2,01—2,01% Cu; 35,05% S; 38,47% Fe; 17,24%  $\text{SiO}_2$ ; 7% CaO. Caracterul mineralologic determinant al probei a fost prezența în cantitate foarte ridicată a piritei (60—70%), precum și faptul că conținutul de cupru era dat îndeosebi de mineralele cuprifere de oxidație — cuprit și cupru nativ (cirea 3% — și în măsură redusă de sulfuri de cupru — caleozină, covelină, bornit (sub 1%).

Caracterul mineralologic al acestei probe a impus aplicarea unor scheme speciale de preparare, dintre care rezultate favorabile au dat:

Flotația colectivă pirită - minerale sulfuroase de cupru, urmată de flotația mineralelor oxidice de cupru, după prealabilă sulfurare. Prin aplicarea acestei scheme s-a putut obține: 1) un concentrat colectiv, reprezentând 72—75% din întreg materialul cu circa 84% S și 2—2,2% Cu; extracția de sulf a fost de peste 93% iar extracția de cupru de circa 65% și 2) un concentrat de cupru cu circa 15% Cu — tratabil pirometallurgic — reprezentând 2,9% din întreg materialul; extracția de cupru în acest concentrat a fost de circa 20%. Cuprul din concentratul colectiv poate fi recuperat prin tratarea hidrometalurgică a cenușilor rezultate de la prăjirea pentru recuperarea sulfului. Experimentările efectuate au arătat că în acest mod se poate recupera peste 95% din cuprul aflat în cenușă; rezultă deci că recuperarea totală de cupru este în acest caz de circa 82%.

Tratarea hidrometalurgică directă a minereului brut, după prealabilă prăjire pentru recuperarea sulfului, prin care se poate recupera peste 95% din cuprul aflat în minereu.

#### A) PREZENTAREA PROBEI

Proba care a stat la baza cercetărilor de preparare efectuate în 1970/1971 a fost colectată din aceeași zonă de către IPEG Banatul — din următoarele lucrări: Orizontul + 281 m orizontul + 375 m și orizontul + 525 m).

Proba a fost constituită predominant din fragmente de calcare cristaline și scarne cenușii, dure, cu spărtură aşchioasă și cu o mineralizație



de impregnație dispersată în granule izolate sau sub formă de ochiuri și fisuri neregulate și cu dimensiuni reduse. O mică parte din fragmente cuprinde o mineralizație mai intensă în cuiburi mai mari și fisuri frecvente.

În aceste zone se observă și o depunere accentuată de minerale secundare, cuarț și calcit; acestea apar în mare parte în cristale mărunte, aglomerate în cuiburi și filonașe și prind în masa lor mineralele metalice.

Mineralizația este alcătuită dintr-o cantitate mai mare de pirită (cca 25%), din minerale cuprifere (calcopirită 3%, calcozină, covelină, bornit sub 1%) și din magnetit (cca 1,5%).

Ganga reprezintă aproximativ 70% din probă și este constituită din roca gazdă (calcare, scarne) cea 40% și din minerale secundare (cuarț, calcit), aproximativ 30%.

Analiza chimică generală<sup>3</sup> a indicat următoarele conținuturi:

|                                | %     |                   | %     |    | %        |
|--------------------------------|-------|-------------------|-------|----|----------|
| Cu                             | 1,27  | Pc                | 14,20 | Cd | 0,002    |
| S                              | 14,32 | MgO               | 0,82  | Pb | 0,02     |
| Fe                             | 16,55 | TiO <sub>2</sub>  | 0,30  | Zn | 0,07     |
| SiO <sub>2</sub>               | 31,40 | MnO               | 0,21  | Mo | 0,005    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,40  | Na <sub>2</sub> O | 0,26  | Au | 0,2 g/t  |
| CaO                            | 15,60 | K <sub>2</sub> O  | 0,54  | Ag | 11,7 g/t |

În afara elementelor indicate mai sus, prin analiză spectrală<sup>4</sup> au mai fost determinate următoarele conținuturi:

|    | %           |                 | %           |
|----|-------------|-----------------|-------------|
| As | 0,05–0,1    | In              | 0,001–0,005 |
| Co | < 0,001     | Ni              | 0,001–0,005 |
| Sn | 0,001–0,005 | V               | 0,005–0,01  |
| Ga | 0,001–0,005 | Ge, Be, Cr      | Iipsă       |
| Ti | 0,05–0,1    | Th <sup>5</sup> | 0,001       |
| Bi | 0,001–0,005 |                 |             |

Corelarea observațiilor mineralogice efectuate cu datele analizei chimice generale a permis stabilirea următoarei compozиtii mineralogice (medie):

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Calcopirită                 | cca 3%   |
| Pirită                      | cca 25%  |
| Magnetită                   | cca 1,5% |
| Calcozină, Covelină, Bornit | sub 1%   |
| Calcit                      | cca 10%  |
| Cuarț                       | cca 20%  |
| Scarne, calcare cristaline  | cca 40%  |

<sup>3</sup> Executată de laboratorul de analize chimice din ICEMIN.

<sup>4</sup> Determinate prin spectrometrie energetică -- radiații gama -- (Institutul de Geofizică Aplicată).



## B) OBSERVAȚII MINERALOGICE

### 1. Considerații geologice

Zăcămîntul de minereu cuprifer din această zonă se datorește intruziunilor banatitice care au străpuns formațiunile mezozoice și au format în această regiune mai multe corpuri de granodiorite aliniate după direcția NS; acestea la rîndul lor au dat fenomene de contact în formațiunile sedimentare înconjurătoare.

Astfel au luat naștere roci de contact reprezentate prin scarne și calcare cristaline precum și mineralizația cupriferă identificată în această regiune.

Zăcămîntul euprifer respectiv a făcut obiectul cercetărilor în cadrul fostului Comitet de Stat al Geologiei, prin lueările de exploatare executate de ISEM, care au fost consemnate în două studii privind perioadele 1958—1964 și 1964—1966<sup>6,7</sup>.

Studii petrografice-mineralogice au fost executate pe materialul rezultat din luerările de explorare în cadrul I. G. P., iar rezultatele au fost inserse în rapoarte anuale depuse la arhiva I. G. P.<sup>8</sup>.

În luerările menționate se arată că mineralizația apare sub forma mai multor corpuri lenticulare cantonate în zona de contact a corpurilor granodioritice, în scarne și calcare cristaline, mai puțin în rocile banatitice.

Parogeneza minerală a zăcămîntului este constituită din pirită, sulfuri primare de cupru (calcopirită, bornit, covelină, calcozină) și magnetit. Local s-a identificat o mineralizație de oxidație formată din minerale secundare de cupru (cuprit, calcozină, covelină, bornit, cupru nativ, carbonați de cupru) însoțite de o cantitate foarte ridicată de pirită; (Pandeleșcu, Dumitrescu, Borcea, 1970).

Mineralizația cupriferă primară de la Sasca Montană este legată de granodioritele cu biotit și genetic este formată pe cale metasomatic-pneumatolică și prin depuneri hidrotermale.

<sup>6</sup> I. Rogoz, I. Slabu. Raport geologic Sasca Montană 1958—1964. Arh. I.F.L.G.S. București.

<sup>7</sup> I. Slabu, T. Murar. Raport geologic Sasca Montană — Platoul Stinăpari 1964—1966. 1966. Arh. I.F.L.G.S. București.

<sup>8</sup> Angela Rafalea. Studii petrografice asupra zăcămîntului de la Sasca Montană 1962—1966. Arh. I.G.P. București.



## 2. Descrierea microscopică

Sub microscop, mineralele metalice apar cu forme foarte variate, de la un habitus idiomorf sau hipidiomorf la conture foarte neregulate pînă la scheletice.

Gradul de mărime este de asemenea foarte diferit : unele granule de pirită ajung pînă la 5—7 mm iar cele de magnetit și mai puțin de calcopirită, formează cuiburi monominerale de 2—4 mm ; toate sunt însă, străbătute de numeroase fisuri fine umplute cu gangă. În același timp granulele și plajele izolate ating valori foarte reduse, pînă la micronice.

*Pirita* este mineralul metalic predominant și apare de obicei în cristale mari, sparte, brecificate și cimentate cu gangă și mai puțin în cristale idiomorfe, izolate (Pl. I, fig. 1).

O parte din pirită este prezentă și sub forma granulelor foarte mărunte sau ca plaje fine dendriforme, rezultate în urma unor coroziuni intense de gangă. Dimensiunile acestui mineral sunt cuprinse deci în limite foarte largi — de la cîțiva mm la cîțiva microni (Pl. I, fig. 2).

Asociația pirită-gangă este întîlnită în mod obișnuit ; cea mai mare parte din pirită este prinsă în roca gazdă sau în mineralele secundare (cuarț și calcit) iar dimensiunile de asociere sunt foarte variate. O parte din pirită apare totuși asociată foarte intim cu gangă, limitele de asociere fiind cuprinse între 0,02 — 0,005 mm (Pl. I, fig. 2).

Asociația pirită-calcopirită este parțial foarte avansată ; o parte din plajele de calcopirită cuprind inclusiuni mărunte pirotoase, frecvent cuprinse între 0,01 — 0,02 mm sau granule de calcopirite mărunte și foarte neregulate sunt prinse în cuiburile de pirită ; acestea au dimensiuni de 0,005 — 0,05 mm. Se apreciază că aproximativ 20% din cantitatea totală de calcopirită este asociată cu pirita sub 0,07 mm (Pl. I, fig. 3).

Asociația pirită-magnetit se întâlnește rar, dar atunci apare într-un stadiu avansat ; granule mărunte de 0,01 — 0,03 mm și foarte neregulate de pirită pătrund în masa de magnetit, pe fisuri, în goluri sau în jurul cristalilor.

Asociația pirită-calcozină s-a observat întotdeauna cînd apare calcozina ; aceasta este parțial ciuruită de granule fine de pirită, din care cauză gradul de asociere este foarte avansat (0,007 — 0,05 mm) (Pl. I, fig. 4).

Asociațiile pirită-covelină, pirită-bornit nu s-au întîlnit.

*Calcopirita* apare sub formă de plaje mari de 1 — 3 mm, mai rar pînă la 5 mm și granule mărunte (submilimetrice) care ajung pînă la cîțiva microni. Forma tuturor agregatelor de calcopirită este foarte neregulată,



cu margini dințate sau filamentare care uneori se prelungesc adânc în gangă (Pl. II, fig. 1).

Asociația calcopirită-gangă este parțial foarte avansată ; granulele mărunte precum și prelungirile filamentate ale plajelor mai dezvoltate care pătrund în gangă ating valori de 0,005 – 0,07 mm și reprezintă aproximativ 10–15 % din cantitatea totală de calcopirită (Pl. II, fig. 2). Pe de altă parte, granulele de calcopirită cuprind frecvente incluziuni mici de gangă de 0,005 – 0,03 mm.

Asociația calcopirită-magnetit se întâlnește rareori, dar la dimensiuni reduse (0,01 – 0,1 mm).

Asociația calcopirită-calcozină s-a observat foarte rar sub forma unor mici incluziuni de calcopirită de 0,007 – 0,01 mm în calcozină.

Asociația calcopirită-bornit și calcopirită-covelină s-a întâlnit extrem de rar.

*Calcozina* formează cuiburi rare cu cristale foarte neregulate, cu conurile sinuoase, prinse în gangă sau în pirită. Rare se observă cristale mari, alotriomorfe. Dimensiunile granulelor de calcozină sunt cuprinse între 0,007 – 0,3 mm, frecvent 0,01 – 0,07 mm (Pl. II, fig. 3).

Asociația calcozină-gangă este foarte înaintată și obișnuită și este cuprinsă între 0,007 – 0,1 mm (Pl. II, fig. 4).

Asociația calcozină-covelină apare sub forma unor granule rare și foarte mărunte de covelină dispuse pe marginea sau în golurile cristalilor de calcozină (Pl. II, fig. 4).

Asociația calcozină-bornit este extrem de rară iar asociația calcozină-magnetit nu s-a întâlnit,

*Covelină* apare în cristale foarte rare, neregulate și mărunte de 0,01 – 0,02 mm, disperse în cuiburile de caleozină.

*Bornitul* a fost observat numai în concentratele de sulfuri rezultate la încercările de flotație în care apare ca granule rare și mici de 0,02 – – 0,08 mm.

*Magnetitul* formează cîteva cuiburi foarte neregulate de cîțiva milimetri pînă la 2 – 3 cm, înconjurate de pirită sau gangă.

Ordinea de cristalizare a mineralelor metalice stabilită prin studiul calcografic, este următoarea : magnetit, pirită, calcopirită, calcozină, covelină, bornit.

*Scarnele și calcarele cristaline* în care este prinsă mineralizația cupriferă, sănt roci intens transformate hidrotermal, din care cauză structura și compoziția lor mineralologică inițială este în mare parte înlocuită. Apare acum o masă preponderent calcaroasă criptocristalină, impregnată cu



silice amorfă sau microcristalină ; se mai observă foarte rare granule de silicăți de calciu (piroxeni, hornblende, clorite) și granați.

*Cuarțul și calcitul secundar* însotesc de obicei impregnațiile de minerale metalice și formează cuiburi neregulate, fișii sau ochiuri mărunte cu cristale de la cîțiva milimetri la cîțiva microni. Granulele de cuarț și calcit sunt strîns asociate între ele și în parte cu mineralele metalice, constituind liantul acestora.

### 3. Concluzii

Minereul cercetat cuprinde ca mineral cuprifer important calcopirita, care reprezintă aproximativ 3% din masa probei tehnologice. Celelalte minerale de cupru apar în proporții reduse (sub 1%). Mineralul metalic însotitor, pirita, constituie circa 25% din probă.

Caracteristic pentru această mineralizație cupriferă este asociația foarte intimă a unei părți din calcopirita cu ganga și cu pirita. Se apreciază că aproximativ o treime din cantitatea totală de calcopirita este asociată la dimensiuni sub 0,07 mm cu ganga și pirita.

## C) CERCETĂRI DE PREPARARE

Analizele chimică și mineralologică efectuate arată că minereul cercetat prezintă interes pentru valorificarea sulfurilor de cupru și a piritei. Conținutul de Mo al minereului (50 g/t) ar putea pune și problema valorificării molibdenitului care, după cum este cunoscut, la flotație se concentreză în general împreună cu sulfurile de cupru ; ca urmare, în paralel, s-a dat atenție și posibilității recuperării molibdenitului.

Ținând seamă de caracteristicile mineralogice ale probei, dintre care se menționează îndeosebi asociația foarte intimă a unei părți din calcopirita cu ganga și cu pirita, s-a aplicat flotația diferențială în scopul obținerii unor concentrate finale de cupru și respectiv de pirită, de calitate corespunzătoare.

### 1. Flotația sulfurilor de cupru

a) **Flotația primară.** În prima etapă s-a urmărit obținerea unui concentrat cuprifer, la o extracție de metal cît mai ridicată, care supus apoi unor operații de refloare să permită realizarea unui concentrat final de calitate corespunzătoare.

La experimentările de flotație primară s-a cercetat influența unor parametri mai importanți, ca : gradul de măcinare, felul și consumul reactivilor modificadori, respectiv colectori, timpul de flotație.



Experimentările la care s-a urmărit influența gradului de măcinare au fost executate cu minereu măcinat la — 0,25 mm ; — 18 mm ; — 0,10 mm și — 0,07 mm.

Rezultatele acestor experimentări, precum și condițiile de lucru în care au fost executate, sunt prezentate în tabelul 1. Examinarea datelor

TABELUL 1

*Rezultatele flotației funcție de gradul de măcinare al minereului*

| Măci-nare | Produse               | Timp flotație min. | Extracția în greutate % |         | Conținut de cupru % |         | Extracția de cupru % |         |
|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
|           |                       |                    | cumulat                 | cumulat | cumulat             | cumulat | cumulat              | cumulat |
| —0,25     | Concentrate cuprifere | 5                  | 13,9                    | 13,9    | 6,04                | 6,04    | 68,5                 | 68,5    |
|           |                       | 3                  | 12,1                    | 26,0    | 1,50                | 4,00    | 14,8                 | 83,3    |
|           | Concentrat pirită     | 2                  | 6,4                     | 32,4    | 1,02                | 3,39    | 5,3                  | 88,6    |
|           |                       | 8                  | 7,3                     |         | 0,67                |         | 4,0                  |         |
|           | Steril                |                    | 60,3                    |         | 0,15                |         | 7,4                  |         |
|           | Alimentare            |                    | 100,0                   |         | 1,23                |         | 100,0                |         |
| —0,18     | Concentrate cuprifere | 5                  | 10,7                    | 10,7    | 8,98                | 8,98    | 75,0                 | 75,0    |
|           |                       | 3                  | 6,5                     | 17,2    | 1,39                | 5,25    | 7,0                  | 82,0    |
|           | Concentrat pirită     | 2                  | 8,2                     | 25,4    | 0,50                | 4,14    | 3,2                  | 85,2    |
|           |                       | 8                  | 12,8                    |         | 0,56                |         | 5,6                  |         |
|           | Steril                |                    | 61,8                    |         | 0,19                |         | 9,2                  |         |
|           | Alimentare            |                    | 100,0                   |         | 1,28                |         | 100,0                |         |
| —0,10     | Concentrate cuprifere | 5                  | 11,1                    | 11,1    | 8,75                | 8,75    | 75,1                 | 75,1    |
|           |                       | 3                  | 7,4                     | 18,5    | 1,44                | 5,40    | 8,2                  | 83,3    |
|           | Concentrat pirită     | 2                  | 3,9                     | 22,4    | 0,63                | 4,92    | 1,9                  | 85,2    |
|           |                       | 8                  | 19,1                    |         | 0,42                |         | 6,2                  |         |
|           | Steril                |                    | 58,5                    |         | 0,19                |         | 8,6                  |         |
|           | Alimentare            |                    | 100,0                   |         | 1,29                |         | 100,0                |         |
| —0,07     | Concentrate cuprifere | 5                  | 10,8                    | 10,8    | 8,23                | 8,2     | 76,5                 | 76,5    |
|           |                       | 3                  | 7,6                     | 18,4    | 1,11                | 5,2     | 7,3                  | 83,8    |
|           | Concentrat pirită     | 2                  | 1,8                     | 20,2    | 0,62                | 4,9     | 0,9                  | 84,7    |
|           |                       | 8                  | 22,3                    |         | 0,41                |         | 7,8                  |         |
|           | Steril                |                    | 57,5                    |         | 0,19                |         | 7,5                  |         |
|           | Alimentare            |                    | 100,0                   |         | 1,15                |         | 100,0                |         |

Condiții de lucru  
măcinare :

diluția (S/L)

1/3

reactivi

în moară

var 2000 g/t  
silicat de sodiu 1000 g/t

în celulă

a) la flotația calcopiritei

silicat de sodiu 1000 g/t

var 750 „

xantat izoamilic 89 „

phosocrezol 28 „

flotanol 12 „

temp de condi-

ționare 35 min

pH 9–10

b) la flotația piritei

acid sulfuric 1000 g/t

xantat etilic 47 „

flotanol 6 „

temp de condi-

ționare 19 min.

pH 8



din acest tabel arată că creșterea fineții de măcinare duce la creșterea conținutului de Cu în concentratul cuprifer (de la 3,39 la 4,8 – 4,9% în cel global și de la 6,04% la 8,2 – 9% în prima fracțiune) și, ca urmare a desfacerii mai accentuate a asociației pirită-calcopirită, la o sensibilă creștere a extracției în greutate a concentratului de pirită (de la 7,3 % la 22,3). Datorită asociației intime a unei părți din calcopirită cu pirită, conținutul de cupru în concentratul de pirită se menține peste 0,4% chiar la măcinarea sub 0,07 mm.

În ceea ce privește extracția de Cu, se constată că ea este mai ridicată (88,6%) în cazul măcinării mai grobe, aceasta însă în dauna calității concentratului cuprifer care – după cum au arătat observațiile microscopice – este puternic impurificat în acest caz cu pirită (în deosebi crescută cu calcopirita). Extracția de Cu se menține apoi constantă – la circa 85 % – cu creșterea fineții de măcinare.

Ca urmare a celor de mai sus s-a considerat indicată o măcinare a minereului la – 0,18 mm.

Pentru crearea mediului alcalin favorabil flotației calcopiritei și totodată pentru depresarea piritei s-a folosit var, care a fost adăugat parte în moară, parte în celula de flotație. Rezultatele încercărilor cu diferite cantități de var sunt prezentate în tabelul 2. Limitele între care au fost variate cantitățile de var adăugate în celula de flotație au fost 750 – 1500 g/t, păstrându-se constantă cantitatea de var adăugată în moară (2.000 g/t).

După cum observăm, creșterea cantității de var duce la creșterea conținutului de Cu, la peste 6% în concentratul cuprifer global și la peste 14% în prima fracțiune; de remarcat că la consumurile mai mari de var (peste 3000 g/t), extracția de metal în concentratul cuprifer prezintă o ușoară scădere; aceasta ca urmare a faptului că prin mărirea cantității de var s-a realizat o mai puternică depresare a piritei, ce s-a extins și asupra concreșterilor pirită-calcopirită. De altfel, cu creșterea cantității de var la flotația calcopiritei, se constată apoi o sensibilă creștere a extracției în greutate a concentratului de pirită. În concluzie s-a apreciat ca optim un consum de var de 3000 g/t (2000 g/t în moară și 1000 g/t în celula de flotație).

În scopul asigurării unei depresări mai puternice a piritei, s-au executat cîteva încercări cu adaos de cantități mici de cianură de potasiu (20 g/t). Examinarea datelor prezentate comparativ în tabelul 3 arată că adaosul de cianură determină o ușoară creștere a conținutului de cupru în concentratele cuprifere; se constată însă în același timp o ușoară scădere

TABELUL 2

Rezultatele flotației în funcție de cantitatea de var utilizată

| Var<br>g/t | pH    | Produse                                                               | Timp<br>de<br>flotație<br>min | Extracția în<br>greutate<br>% |         | Conținut de<br>cupru<br>% |         | Extracția de<br>cupru<br>% |         |
|------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|---------------------------|---------|----------------------------|---------|
|            |       |                                                                       |                               |                               | cumulat |                           | cumulat |                            | cumulat |
| 2750       | 9-10  | Concentrate<br>cuprifere<br>Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare | 1                             | 5,0                           | 5,0     | 10,78                     | 10,78   | 46,6                       | 46,6    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 4,9                           | 9,9     | 5,56                      | 9,13    | 23,6                       | 70,2    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 2,7                           | 12,6    | 2,81                      | 7,04    | 6,6                        | 76,8    |
|            |       |                                                                       | 5                             | 11,2                          | 23,8    | 0,88                      | 4,14    | 8,5                        | 85,3    |
|            |       |                                                                       | 8                             | 16,3                          |         | 0,53                      |         | 7,5                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 59,9                          |         | 0,14                      |         | 7,2                        |         |
| 3000       | 10-11 | Concentrate<br>cuprifere<br>Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare |                               | 100,0                         |         | 1,15                      |         | 100,0                      |         |
|            |       |                                                                       | 1                             | 3,5                           | 3,5     | 15,47                     | 15,47   | 42,3                       | 42,3    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 4,2                           | 7,7     | 8,16                      | 11,48   | 26,8                       | 69,1    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 3,0                           | 10,7    | 3,78                      | 8,86    | 8,8                        | 77,9    |
|            |       |                                                                       | 5                             | 6,4                           | 17,1    | 1,46                      | 6,09    | 7,2                        | 85,1    |
|            |       |                                                                       | 8                             | 21,1                          |         | 0,46                      |         | 7,6                        |         |
| 3250       | 11-12 | Concentrate<br>cuprifere<br>Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare |                               | 61,8                          |         | 0,15                      |         | 7,3                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 100,0                         |         | 1,28                      |         | 100,0                      |         |
|            |       |                                                                       | 1                             | 5,2                           | 5,2     | 13,29                     | 13,28   | 53,4                       | 53,4    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 3,7                           | 8,9     | 5,90                      | 10,21   | 16,9                       | 70,3    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 2,3                           | 11,2    | 2,89                      | 8,71    | 5,1                        | 75,4    |
|            |       |                                                                       | 5                             | 6,9                           | 18,1    | 1,62                      | 6,07    | 8,6                        | 84,0    |
| 3500       | 12    | Concentrate<br>cuprifere<br>Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare |                               | 23,1                          |         | 0,51                      |         | 9,1                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 58,8                          |         | 0,20                      |         | 6,9                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 100,0                         |         | 1,29                      |         | 100,0                      |         |
|            |       |                                                                       | 1                             | 4,0                           | 4,0     | 14,06                     | 14,06   | 43,8                       | 43,8    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 4,3                           | 8,3     | 7,28                      | 10,54   | 24,4                       | 68,2    |
|            |       |                                                                       | 2                             | 2,6                           | 10,9    | 3,50                      | 8,86    | 7,1                        | 75,3    |
|            |       | Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare                             | 8                             | 24,2                          |         | 0,50                      |         | 9,4                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 60,1                          |         | 0,17                      |         | 8,0                        |         |
|            |       |                                                                       |                               | 100,0                         |         | 1,28                      |         | 100,0                      |         |

Condiții de lucru  
măcinare — 0,18 mm  
diluția (S/L) 1/3  
reactivi  
in moară  
var 2000 g/t  
silicat de sodiu 1000 „,  
în celulă;

a) la flotația calcopiritei  
var.....  
silicat de sodiu 1000 g/t  
xantat izoamilic 89 „,  
phosocrezol 28 „,  
flotanol 12 „,  
timp de condiționare 25 min.

b) la flotația piritei  
acid sulfuric 1000 g/t  
xantat etilic 47 „,  
flotanol 6 „,  
timp de condiționare 19 min.,  
pH 8

a recuperărilor de cupru, ceva mai accentuată atunci cînd s-a lucrat cu o cantitate mai mare de var.

În concluzie, s-a apreciat ca favorabilă utilizarea la flotația calcopiritei a unor cantități mici de cianură de potasiu : 20 g/t (în condițiile cînd conșumul total de var nu depășește 3000 g/t).



TABELUL 3

Rezultatele flotației funcție de cantitatea de cianură utilizată

| Colec<br>tor<br>g/t                 | Var<br>in<br>celula<br>flot.<br>g/t | Cianu-<br>ra<br>g/t | Produse                  | Timp-<br>ul de<br>flota-<br>tie<br>min | Extractia<br>în greutate<br>% |                        | Conținut<br>de cupru<br>% |       | Extractia<br>de cupru<br>% |      |  |  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-------|----------------------------|------|--|--|
|                                     |                                     |                     |                          |                                        | cumu<br>lat                   | 7                      | cumu<br>lat               | 9     | cumu<br>lat                | 10   |  |  |
| 1                                   | 2                                   | 3                   | 4                        | 5                                      | 6                             | 7                      | 8                         | 9     | 10                         | 11   |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>59 | 1600                                | —                   | Concentrate<br>cuprifere | 1                                      | 5,6                           | 5,6                    | 13,00                     | 13,00 | 57,4                       | 57,4 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 4                                      | 6,4                           | 12,0                   | 4,05                      | 4,54  | 20,4                       | 77,6 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 7                                      | 6,3                           | 18,3                   | 1,47                      | 5,90  | 7,3                        | 85,1 |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrat pirită        | 8                                      | 20,0                          |                        | 0,48                      |       | 7,7                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Steril                   |                                        | 61,7                          |                        | 0,15                      |       | 7,2                        |      |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>59 | 1600                                | 20                  | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,27                      |       | 100,0                      |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrate              | 1                                      | 5,2                           | 5,2                    | 12,82                     | 12,82 | 54,2                       | 54,2 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 4                                      | 5,5                           | 10,7                   | 4,76                      | 8,62  | 21,2                       | 75,4 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 7                                      | 3,3                           | 14,0                   | 2,59                      | 7,30  | 6,9                        | 82,3 |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrat pirită        | 8                                      | 22,2                          |                        | 0,52                      |       | 9,3                        |      |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>89 | 1600                                | —                   | Steril                   |                                        | 63,8                          |                        | 0,16                      |       | 8,4                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,23                      |       | 100,0                      |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrate              | 1                                      | 6,6                           | 6,6                    | 11,30                     | 11,30 | 63,2                       | 63,2 |  |  |
|                                     |                                     |                     | cuprifere                | 4                                      | 3,6                           | 10,2                   | 4,60                      | 9,80  | 12,9                       | 76,8 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 7                                      | 6,8                           | 17,0                   | 1,62                      | 5,90  | 9,0                        | 85,1 |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>89 | 1600                                | 20                  | Concentrat pirită        | 8                                      | 22,8                          |                        | 0,40                      |       | 7,7                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Steril                   |                                        | 60,2                          |                        | 0,14                      |       | 7,2                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,18                      |       | 100,0                      |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrate              | 1                                      | 4,1                           | 4,1                    | 13,91                     | 13,91 | 49,0                       | 49,0 |  |  |
|                                     |                                     |                     | cuprifere                | 4                                      | 3,7                           | 7,8                    | 6,20                      | 6,20  | 21,6                       | 70,6 |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>59 | 1000                                | —                   | Concentrat pirită        | 7                                      | 6,1                           | 13,9                   | 2,40                      | 7,10  | 12,9                       | 83,5 |  |  |
|                                     |                                     |                     | Steril                   |                                        | 64,4                          |                        | 0,13                      |       | 7,2                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,17                      |       | 100,0                      |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrate              | 1                                      | 2,0                           | 2,0                    | 18,38                     | 18,38 | 30,3                       | 30,3 |  |  |
|                                     |                                     |                     | cuprifere                | 4                                      | 4,6                           | 6,6                    | 9,40                      | 12,1  | 35,6                       | 65,9 |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>59 | 1000                                | —                   |                          | 7                                      | 13,0                          | 19,6                   | 1,95                      | 5,4   | 21,0                       | 86,9 |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrat pirită        | 8                                      | 23,8                          |                        | 0,31                      |       | 6,1                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Steril                   |                                        | 56,6                          |                        | 0,15                      |       | 7,0                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,18                      |       | 100,0                      |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrate              | 1                                      | 1,4                           | 1,4                    | 19,84                     | 19,84 | 21,1                       | 21,1 |  |  |
| Xan-<br>tat<br>izoa-<br>milic<br>59 | 1000                                | 20                  | cuprifere                | 4                                      | 3,1                           | 4,5                    | 12,34                     | 14,67 | 29,0                       | 50,1 |  |  |
|                                     |                                     |                     |                          | 7                                      | 11,1                          | 15,6                   | 4,11                      | 7,2   | 34,6                       | 84,7 |  |  |
|                                     |                                     |                     | Concentrat pirită        | 8                                      | 23,3                          |                        | 0,42                      |       | 7,4                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Steril                   |                                        | 61,1                          |                        | 0,17                      |       | 7,9                        |      |  |  |
|                                     |                                     |                     | Alimentare               |                                        | 100,0                         |                        | 1,30                      |       | 100,0                      |      |  |  |
| Condiții de lucru                   |                                     |                     |                          | a) la flotația calcopiritei            |                               | b) la flotația piritei |                           |       |                            |      |  |  |
| măcinare : -0,18 mm                 |                                     |                     |                          | var                                    | ....                          | acid sulfuric          | 1000 g/t                  |       |                            |      |  |  |
| reactivi                            |                                     |                     |                          | cianură de K                           |                               | xantat etilic          | 47 „                      |       |                            |      |  |  |
| diluția (S/L) 1/3                   |                                     |                     |                          | xantat izoameric                       |                               | flotanol               | 6 „                       |       |                            |      |  |  |
| în moară :                          |                                     |                     |                          | flotanol                               | 12 g/t                        | temp de condiționare   | 45 min                    |       |                            |      |  |  |
| var 200 g/t                         |                                     |                     |                          | pH                                     | 8                             | pH                     | 8                         |       |                            |      |  |  |
| silicat de sodiu 1000 „             |                                     |                     |                          |                                        |                               |                        |                           |       |                            |      |  |  |
| în celulă :                         |                                     |                     |                          |                                        |                               |                        |                           |       |                            |      |  |  |



TABELUL 4  
*Rezultatele flotării funcție de felul și cantitatea de colector utilizată*

| Colector<br>g/t                 | Var<br>g/t | Producție                                    | Timp de<br>flotare<br>min. | Extractia în<br>grăutate<br>% |      | Conținut de<br>cupru<br>% |       | Extracția de<br>metal<br>% |      |
|---------------------------------|------------|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------|---------------------------|-------|----------------------------|------|
|                                 |            |                                              |                            | 4                             | 5    | 6                         | 7     | 8                          | 9    |
| Xantat<br>etilic<br>46          | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 5                          | 2,9                           | 2,9  | 14,49                     | 14,49 | 36,4                       | 36,4 |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare | 3                          | 3,7                           | 6,6  | 5,85                      | 9,70  | 18,8                       | 55,2 |
|                                 |            |                                              | 4                          | 5,8                           | 12,4 | 3,90                      | 7,0   | 19,6                       | 74,8 |
| Xantat<br>etilic<br>65          | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 8                          | 28,4                          | 59,2 | 0,73                      |       | 18,0                       |      |
|                                 |            |                                              |                            | 100,0                         |      | 0,14                      |       | 7,2                        |      |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare | 5                          | 3,2                           | 3,2  | 14,62                     | 14,62 | 38,4                       | 38,4 |
| Xantat<br>izoa-<br>mistic<br>59 | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 3                          | 2,8                           | 6,0  | 7,72                      | 11,40 | 17,6                       | 56,0 |
|                                 |            |                                              | 4                          | 8,1                           | 14,1 | 3,66                      | 6,9   | 24,2                       | 80,2 |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare |                            |                               |      |                           |       |                            |      |
| Xantat<br>izoa-<br>mistic<br>90 | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 8                          | 20,3                          | 20,3 | 0,52                      |       | 11,9                       |      |
|                                 |            |                                              |                            | 65,6                          |      | 0,16                      |       | 7,9                        |      |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare |                            | 100,0                         |      | 1,22                      |       | 100,0                      |      |
| Xantat<br>izoa-<br>mistic<br>59 | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 5                          | 8,2                           | 8,2  | 9,33                      | 9,3   | 60,5                       | 60,5 |
|                                 |            |                                              | 3                          | 8,2                           | 16,4 | 2,51                      | 5,9   | 16,3                       | 76,8 |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare | 4                          | 10,6                          | 27,0 | 0,93                      | 4,0   | 7,8                        | 84,6 |
| Xantat<br>izoa-<br>mistic<br>59 | 3000       | Concentrate<br>cupriferă                     | 8                          | 15,4                          | 57,6 | 0,53                      |       | 6,4                        |      |
|                                 |            |                                              |                            | 100,0                         |      | 0,20                      |       | 9,0                        |      |
|                                 |            | Concentrat<br>pirită<br>Steril<br>Alimentare |                            |                               |      | 1,26                      |       | 100,0                      |      |

|                                                       |      |                                                     |                                           |                                                                                                    |                       |                                      |                                    |
|-------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| milic<br>74                                           | 3000 | Xantat<br>izoamilic<br>74                           | Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare | 8                                                                                                  | 23,8<br>56,6<br>100,0 | 0,31<br>0,15<br>1,18                 | 6,1<br>7,0<br>100,0                |
|                                                       | 3250 | Xantat<br>izoamilic<br>89<br>Phozo-<br>crezol<br>28 | Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare | 5                                                                                                  | 6,6<br>6,8<br>3,6     | 6,6<br>13,4<br>17,0                  | 11,30<br>3,20<br>1,20              |
|                                                       | 2750 |                                                     | Concentrate<br>cuprifere                  | 3<br>4                                                                                             | 4,9<br>13,9           | 5,0<br>23,8                          | 10,78<br>1,26<br>4,14              |
|                                                       |      |                                                     | Concentrat pirită<br>Steril               | 8                                                                                                  | 16,3<br>59,9          | 0,53<br>0,14                         | 10,78<br>4,14                      |
|                                                       | 3600 | Aerofloat<br>238<br>60                              | Alimentare                                |                                                                                                    | 100,0                 | 1,15                                 | 7,7<br>7,2                         |
|                                                       |      |                                                     | Concentrate<br>cuprifere                  | 5                                                                                                  | 4,6<br>6,5<br>1,1     | 13,50<br>11,1<br>12,2                | 100,0                              |
|                                                       |      |                                                     | Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare | 3<br>4<br>8                                                                                        | 25,4<br>62,4<br>100,0 | 4,61<br>1,97<br>0,63<br>0,13<br>1,20 | 52,4<br>25,4<br>7,7<br>13,5<br>6,8 |
|                                                       |      |                                                     | Concentrate<br>cuprifere                  | 5                                                                                                  | 4,3<br>8,3<br>1,8     | 14,20<br>12,6<br>14,4                | 100,0                              |
|                                                       | 3600 | Aero-<br>float<br>238<br>100                        | Concentrat pirită<br>Steril<br>Alimentare | 8                                                                                                  | 25,1<br>60,5<br>100,0 | 0,55<br>0,16<br>1,24                 | 49,3<br>29,5<br>2,3                |
|                                                       |      |                                                     |                                           |                                                                                                    |                       |                                      | 49,3<br>78,8<br>81,1               |
|                                                       |      |                                                     |                                           |                                                                                                    |                       |                                      | 100,0                              |
| măcinare:<br>diluția (S/L)<br>reactivi                |      | Condiții de lucru                                   |                                           | a) la flotăția calecopiritei<br>colector var<br>flotanol<br>temp de condiționare<br>pH             |                       |                                      |                                    |
| în moară:<br>var<br>silicate de potasiu<br>în celulă: |      | -0,18 mm<br>1,3                                     |                                           | b) la flotăția piritei<br>acid sulfuric<br>xantat etitic<br>flotanol<br>temp de condiționare<br>pH |                       |                                      |                                    |
|                                                       |      |                                                     |                                           | 1000 g/t<br>47 „<br>6 „<br>19 min.<br>8                                                            |                       |                                      |                                    |



Pentru depresarea mineralelor de gangă s-a utilizat silicatul de sodiu, care a fost adăugat atât în moară (1000 g/t) cît și în celula de flotație (1000 g/t). Pe linia stabilirii condițiilor optime de separare calcopirită-pirită, s-a insistat îndeosebi asupra alegerii colectorului adecvat și a consumului necesar. Astfel, au fost încercăți xantatul etilic, de potasiu, xantatul izoamilic de potasiu — colectori folosiți în mod curent la flotația sulfurilor — precum și unii colectori cu acțiune selectivă față de sulfurile de cupru și putere colectoare mai redusă față de pirită, ca : aerofloatul 238 și phozocrezolul. La unele încercări a fost combinată acțiunea colectorilor (ex. : xantat izoamilic + phozocrezol).

Rezultatele mai semnificative obținute la experimentările cu diferiți colectori sunt prezentate în tabelul 4.

Observăm că rezultate favorabile atât din punct de vedere al conținutului de Cu în concentratul cuprifer, cît și din punct de vedere al recuperării cuprului se obțin la utilizarea unor cantități relativ mici de xantat izoamilic de potasiu (59 — 60 g/t). Folosirea aerofloatului 238 — colector deosebit de selectiv pentru sulfuri de cupru și în special pentru calcopirită— duce la rezultate ușor superioare în ceea ce privește calitatea concentratului cuprifer, extractia de cupru în concentrat este însă cu cîteva puncte mai mică.

Analiza datelor obținute la experimentările executate arată că datorită faptului că parte din calcopirită (aproximativ o treime din cantitatea totală) este intim asociată (la dimensiuni sub 0,07 mm) cu ganga și pirita nu se pot obține la flotația primară a sulfurilor de cupru recuperări mai mari de circa 85 %, într-un concentrat cuprifer global cu circa 7 %. Se constată că aproximativ 50 % din cupru se recuperează într-o primă fracțiune (timp de flotație 5 min) a concentratului cuprifer, avind circa 14 — 15 % Cu ; restul de 35 % din cuprul recuperat (în deosebi cel legat de concreșterile cu pirită și ganga) se găsește în fracțiunea următoare a concentratului cuprifer (timp de flotație 7 min), avind circa 4,1 % Cu.

Condiții de lucru în care au fost obținute rezultatele optime menționate, la flotația primară a sulfurilor de cupru, sunt următoarele :

|                              |           |                   |            |
|------------------------------|-----------|-------------------|------------|
| — măcinare                   | — 0,18 mm | var               | 1000 g/t   |
| — diluția (S:L)              | 1 : 3     | cianură de K      | 20 „       |
| — reactivi                   |           | xantat izoamilic  | 59 „       |
| în moară                     |           | flotanol          | 12 „       |
| var                          | 2000 g/t  | timp condiționare | 45 min     |
| silicat de Na                | 1000 g/t  | timp flotație     | 12 min     |
| în celula de flotație la     |           |                   | pH : 10—11 |
| flotația sulfurilor de cupru |           |                   |            |
| silicat de Na                | 1000 g/t  |                   |            |



b) Reflotarea concentratului cuprifer primar. În scopul obținerii unui concentrat cuprifer final de calitate corespunzătoare valorificării lui metalurgice, au fost executate experimentări de reflatore a produselor primare ; ținind seama de caracteristicile minereului și de rezultatele obținute la flotația primară, experimentările au fost executate după schemele prezentate în fig. 1 și 2.

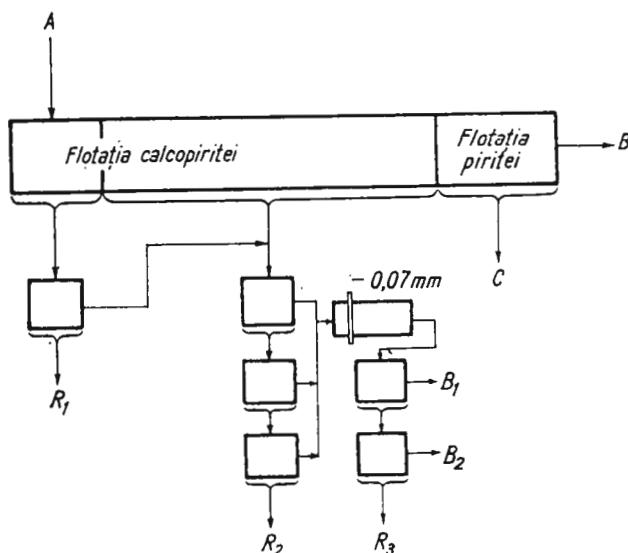


Fig. 1. Schema experimentărilor de reflatore cu o măcinare intermedieră.  
Schema des expérimentations de reflootation avec broyage intermédiaire.

Aceste scheme constau din reflatore o singură dată a primei fracțiuni (timp de flotație 5 min.) a concentratului cuprifer primar, obținându-se un concentrat cuprifer final și un produs intermediu. În cazul schemei prezentate în fig. 1 fracțiunea următoare a concentratului primar (timp de flotație 7 min) împreună cu produsul intermediu de la reflatarea anterioară sunt reflatate de trei ori obținându-se un al doilea concentrat final și un produs intermediu ; observațiile microscopice efectuate au indicat că acest ultim produs intermediu este constituit în majoritate din concreșteri ale calcopiritei cu ganga și îndeosebi cu pirita, ca urmare el a fost supus unei remăcinări la 0,07 mm și apoi reflatat de două ori, obținându-se un al treilea concentrat cuprifer și un produs intermediu, care – în cazul flotației industriale – urmează a fi reintrodus în circuit. În cazul schemei din fig. 2, fracțiunea a dona a concentratului cuprifer primar (timp de

flotație 7 min) care — așa cum au arătat observațiile microscopice — conține numeroase concreșteri ale calcopiritei cu pirita și cu ganga, a fost supusă unei remăcinări la 0,07 mm și apoi reflotată de 2 ori, obținindu-se

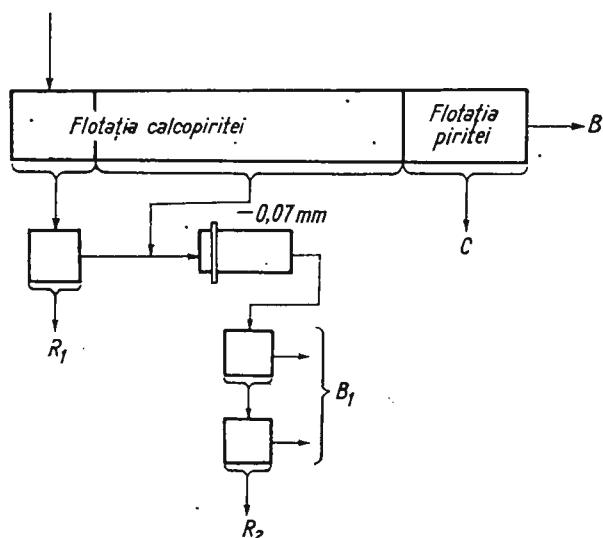


Fig. 2. — Schema experimentărilor de reflotare cu o măcinare intermediară.  
Schéma des expérimentations de re flotation avec broyage intermédiaire.

un al doilea concentrat cuprifer final și un produs intermedian care, într-o flotație industrială, este reintrodus în circuit.

Rezultatele obținute la aceste experimentări sunt prezentate în tabelele 5 și respectiv 6.

Constatăm că prin aplicarea schemei de lucru din fig. 1 se poate obține în final un concentrat cuprifer cu circa 14,8 % Cu, care reprezintă 5,3 % din minereul brut, extractia de Cu fiind de 65,7%; apreciind că prin retratarea produsului intermedian se recuperează 65,7% din cuprul conținut, extractia totală de cupru se ridică la circa 78%.

Prin aplicarea schemei din fig. 2 se poate obține în final un concentrat cuprifer cu 15 % Cu, extractia în greutate fiind de 6% iar extractia de Cu de 71,3%, apreciind că prin retratarea produsului intermedian se recuperează 71,3 % din cuprul conținut, extractia totală de cupru se ridică la circa 81%.

Se vede că rezultate sensibil superioare s-au obținut prin aplicarea schemei din fig. 2, care de altfel prezintă avantajul de a fi mai simplă decit cea din fig. 1.

TABELUL 5

Rezultatele flotașiei primare urmată de reflotare

| Schema de lucru | Produse                              | Extracția în greutate % | Conținut de cupru % | Extracția de cupru % |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
|                 |                                      | cumulat                 | cumulat             | cumulat              |
| Fig. 1          | R <sub>1</sub> -Concentrat cupru 1   | 2,8                     | 18,62               | 43,7                 |
|                 | R <sub>2</sub> -Concentrat cupru 2   | 1,9                     | 10,94               | 17,4                 |
|                 | R <sub>3</sub> -Concentrat cupru 3   | 0,6                     | 9,25                | 4,6                  |
|                 | B <sub>2</sub> -Produs intermediar 1 | 0,9                     | 4,19                | 3,1                  |
|                 | B <sub>1</sub> -Produs intermediar 2 | 12,5                    | 1,52                | 15,9                 |
|                 | C- Concentrat pirită                 | 20,7                    | 0,42                | 7,2                  |
|                 | B- Steril                            | 60,6                    | 0,16                | 8,1                  |
|                 | A- Alimentare                        | 100,0                   | 1,20                | 100,0                |

## Condiții de lucru

a) la prima operație de reflotare reactivi\*

|                      |         |                                   |
|----------------------|---------|-----------------------------------|
| silicat de sodiu     | 300 g/t | la a doua operație de reflotare   |
| var                  | 200 „   | reactivi silicat de sodiu 200 g/t |
| cianură de potasiu   | 10 „    | var 200 „                         |
| pH                   | 9-10    | cianură de potasiu 10 „           |
| temp de condiționare | 12 min  | pH 10-11                          |
| temp de flotare      | 6 „     | temp de condiționare 17 min       |

|                                    |                 |      |
|------------------------------------|-----------------|------|
| b) la a doua operație de reflotare | temp de flotare | 12 „ |
| reactivi                           | — 0,07 mm       |      |
| silicat de sodiu                   | 1000 g/t        |      |
| var                                | 500             |      |
| cianură de potasiu                 |                 |      |
| in moară :                         |                 |      |
| var                                | 100 g/t         |      |
| xantat izoamilic                   | 2 „             |      |
| pH                                 | 11              |      |
| temp de condiționare               | 15 min          |      |
| temp de flotare                    | 10 „            |      |
| in celulă :                        |                 |      |

\* Consumurile de reactivi sunt exprimate la tona de minereu brut.

Analiza chimică a concentratului cuprifer cu 15% Cu a pus în evidență prezența următoarelor elemente mai importante : 36,7%S ; 4,1% SiO<sub>2</sub> ; 1,42% CaO ; 30,8% Fe ; 0,065% Pb ; 1% Zn.

c) Recuperarea molibdenului. Conform analizei chimice generale, proba de minereu cercetată conține 50 g/t Mo. După cum este cunoscut molibdenitul, care în general flotează ușor, se concentrează la flotașie împreună cu sulfurile de cupru, de care în mod obișnuit apare legat ; în acest fel posibilitatea valorificării molibdenului prezent se reduce la separarea lui din concentratul cuprifer. Analiza pentru Mo a concentratului



TABELUL 6

*Rezultatele flotașiei primare următoare de reflotare*

| Schema<br>de<br>lucru | Produse                               | Extracția în<br>greutate<br>% |     | Conținut de<br>cupru<br>% |       | Extracția de<br>cupru<br>% |      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----|---------------------------|-------|----------------------------|------|
|                       |                                       | cumulat                       |     | cumulat                   |       | cumulat                    |      |
| Fig. 2                | R <sub>1</sub> -Concentrat<br>cupru 1 | 2,9                           |     | 18,07                     |       | 41,6                       |      |
|                       | R <sub>2</sub> -Concentrat cupru 2    | 3,1                           | 6,0 | 12,10                     | 15,00 | 29,7                       | 71,3 |
|                       | B <sub>1</sub> -Produs intermediar    | 15,9                          |     | 1,11                      |       | 14,1                       |      |
|                       | C-Concentrat pirită                   | 18,4                          |     | 0,43                      |       | 6,2                        |      |
|                       | B — Steril                            | 59,7                          |     | 0,18                      |       | 8,4                        |      |
|                       | A — Alimentare                        | 100,0                         |     | 1,26                      |       | 100,0                      |      |

Condiții de lucru la reflotare :

|                                                                    |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| a) la reflotarea primei fracțiuni a concentratului primar reactiv* | b) la reflotarea fracțiunii a doua a concentratului primar |
| silicat de sodiu                                                   | măcinare : — 0,07 mm                                       |
| var                                                                | reactivi                                                   |
| cianură de potasiu                                                 | în moară :                                                 |
| pH                                                                 | var                                                        |
| temp de condiționare                                               | silicat de sodiu 100 g/t                                   |
| temp de flotare                                                    | 500 „                                                      |
|                                                                    | în celulă ;                                                |
|                                                                    | silicat de sodiu 200 g/t                                   |
|                                                                    | var 600 „                                                  |
|                                                                    | cianură de potasiu 10 „                                    |
|                                                                    | pH 11                                                      |
|                                                                    | temp de condiționare 15 min                                |
|                                                                    | temp de flotare 15 „                                       |

\* Consumurile de reactiv sunt exprimate la tona de minereu brut.

cuprifer final, cu 15% Cu (tab. 6) a indicat 600 g/t, ceea ce reprezintă o extracție de Mo de circa 72% (care însă crește cu câteva puncte prin luarea în considerare și a produsului intermediar, ce se supune retratării).

Rezultă deci că ar putea prezenta interes studierea posibilității recuperării molibdenului — ca subprodus — din concentratul cuprifer. Menționăm însă că dat fiind conținutul redus de Mo al minereului (50 g/t), un asemenea studiu necesită experimentări pe cantități importante de minereu (de ordinul a câteva mii de kg), care nu pot fi executate decit la scară pilot sau semiindustrială.

## 2. Flotașia piritei

După cum s-a arătat anterior proba cercetată conține circa 25%, pirită, prezentând deci interes și recuperarea acestui mineral.

Astfel, în cadrul experimentărilor efectuate s-a urmărit și stabilirea condițiilor (reactivi, temp de flotare), pentru realizarea unei recuperări



maxime a piritei. S-a constatat că pentru a asigura un mediu favorabil flotației piritei este suficient a adăuga în tulbureală — după flotația sulfurilor de cupru — cca 1000 g/t  $H_2SO_4$ ; drept colector s-a utilizat xantat etilic de potasiu (47 g/t), iar ca spumant, flotanol (6 g/t).

Rezultatele obținute — prezentate paralel cu cele pentru Cu — sunt arătate în tabelul 7.

TABELUL 7  
*Flotația piritei*

| Sche-<br>ma<br>de<br>lucru | Produse                                      | Extracția<br>în greutate<br>% | Conținuturi<br>% |       | Extracții de metal<br>% |       |
|----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------|-------|
|                            |                                              |                               | Cu               | S     | Cu                      | S     |
| Fig. 2                     | R <sub>1</sub> +R <sub>2</sub> Concentrat Cu | 6,0                           | 15,00            | 36,73 | 71,3                    | 15,2  |
|                            | B <sub>1</sub> — Produs inter-<br>mediar     | 15,9                          | 1,11             | 21,00 | 14,1                    | 23,0  |
|                            | C — Concentrat<br>pirită                     | 18,4                          | 0,43             | 43,01 | 6,2                     | 54,0  |
|                            | B — Steril                                   | 59,7                          | 0,18             | 1,90  | 8,4                     | 7,8   |
|                            | A — Alimentare                               | 100,0                         | 1,26             | 14,59 | 100,0                   | 100,0 |

| Condiții de lucru la flotația piritei |          |                      |  |  |     |  |
|---------------------------------------|----------|----------------------|--|--|-----|--|
| Reactivi                              |          |                      |  |  |     |  |
| acid sulfuric                         | 1000 g/t | pH                   |  |  | 8   |  |
| xantat etilic                         | 47 „     | temp de condiționare |  |  | 19' |  |
| flotanol                              | 6 „      | temp de flotare      |  |  | 8'  |  |

Se vede că în condițiile menționate se poate recupera un concentrat de pirită cu 43% S, extractia în greutate fiind de 18,4%, iar extractia de sulf de 54% (recuperarea de pirită — cu luarea în considerare a produsului intermedian — fiind de circa 75%).

#### D) CONCLUZII

Proba care a stat la baza cercetărilor de preparare efectuate în 1970/1971, colectată de IPEG „Banatul” — a avut următoarele conținuturi mai importante: 1,27% Cu; 14,32% S; 16,55% Fe; 31,4%  $SiO_2$ ; 15,6% CaO; 50 g/t Mo.

Corelarea observațiilor mineralogice efectuate cu datele analizei chimice generale a permis stabilirea compoziției mineralogice medii: cca 3% calcopirită; cca 25% pirită; cca 1,5% magnetit; sub 1% alte sulfuri de cupru (calcozină, covelină, bornit); cca 10% calcit; cca 20% cuart cca 40% scarne, calcare cristaline.



Caracteristic pentru proba cercetată este asociația foarte intimă a unei părți din calcopirită cu ganga și cu pirlita ; s-a apreciat că aproximativ o treime din cantitatea totală de calcopirită este asociată la dimensiuni sub 0,07 mm cu ganga și pirlita.

Experimentările de preparare efectuate au arătat că prin flotație, după o schemă cuprinzind flotație primară, remăcinare și operații de refloatare (fig. 2), se poate obține în final un concentrat cuprifer, valorificabil metalurgic, cu 15% Cu, la o extracție de metal de cca 81%. Concentratul cuprifer obținut conține 600 g/t Mo ; rezultă deci că ar putea prezenta interes studierea posibilității recuperării molibdenului — ca subprodus — din concentratul cuprifer. Dat fiind conținutul redus de Mo al minereului, un asemenea studiu necesitând experimentări pe cantități importante de minereu, nu ar putea fi executat decât la scară pilot sau semiindustrială.

De asemenea, la flotație se mai obține un concentrat de pirlită cu 43% S, extracția în greutate fiind de 18,4%, iar extracția de sulf de 54% (recuperarea de pirlită fiind de cca 75%).

Rezultă deci că din punct de vedere tehnologic, minereul cercetat poate fi valorificat în bune condiții pentru cupru și pirlită ; de asemenea, rămâne deschis și interesul pentru molibdenul conținut, care ar putea fi recuperat — ca subprodus — din concentratul cuprifer.

## BIBLIOGRAFIE

- P a n d e l e s c u C., D u m i t r e s c u M a r i a (1969) Cercetări cu privire la valorificarea minereului cuprifer de la Sasca Montană (Stinăpari). *D. S. Inst. Gcol.* LIV/2, 1966—67, București
- D u m i t r e s c u M a r i a , B o r c e a M a r i a (1970) Cercetări privind prepararea minereului de la Sasca Montană (Puțul 8 Mai — Stinăpari). *St. tehn. și econ., serie B*, 45, București.

## RECHERCHES CONCERNANT LA VALORISATION D'UN MINERAU CUPRIFÈRE DE L'OUEST DES CARPATES MÉRIDIONALES

(Résumé)

L'étude porte sur un nouvel échantillon récolté du gisement cuprifère de l'Ouest des Carpates Méridionales afin de déterminer les possibilités de préparation. L'échantillon a été récolté par l'IPEG „Banatul“, lors des travaux géologiques d'exploration qui s'y effectuent à présent.



L'analyse chimique générale a indiqué les suivantes teneurs plus importantes : 1,27 % Cu ; 14,32 % S ; 16,55 % Fe ; 31,4 % SiO<sub>2</sub> ; 15,6 % CaO ; 50 g/t Mo.

La mise en corrélation des observations minéralogiques effectuées avec les données de l'analyse chimique généralé a permis d'établir la composition minéralogique moyenne : environ 3 % chalcopyrite ; environ 25 % pyrite ; environ 1,5 % magnétite ; moins de 1 % d'autres sulfures de cuivre (chalcosine, covéline, bornite) ; environ 10 % calcite ; environ 20 % quartz, environ 40 % skarns, calcaires.

L'association très intime d'une partie de chalcopyrite avec la gangue et la pyrite est une caractéristique de l'échantillon étudié ; on a apprécié qu'environ un tiers de la quantité totale de chalcopyrite est associée, à dimensions sous 0,07 mm, avec la gangue et la pyrite.

Les expérimentations de préparatuion effectuées ont démontré que par une flottation dont le schéma comprend la flottation primaire, le rebroyage et des opérations de reflottation (fig. 2), on pourrait finalement obtenir un concentré cuprifère marchand avec 15 % Cu, à une récupération de métal d'environ 80 %. Le concentré cuprifère obtenu comprend 600g/t Mo ; il résulte donc que l'étude de la possibilité de récupérer le molibdène — en tant que sous-produit du concentré cuprifère — pourrait présenter intérêt. Étant donné la teneur réduite en Mo du minerai, une telle étude — nécessitant des expérimentations sur quantités importantes de minerai — ne pourrait être exécuté qu'à l'échelle pilote ou semi-industrielle.

On peut aussi obtenir à la flottation un concentré de pyrite à 43 % S, le rendement pondéral étant de 18,4 %, et la récupération de soufre de 54 % (la récupération de pyrite étant d'environ 75 %).

Il résulte donc qu'au point de vue technologique le minerai étudié peut être mis en valeur en bonnes conditions pour le cuivre et la pyrite ; il reste aussi à étudier la possibilité de récupérer le molibdéne — comme sous-produit — du concentré cuprifère.



## PLANŞA I

Fig. 1. — Pirită în cristale mari, sparte, breciate ; a, pirită ; b, gangă N // ;  $\times 100$ .

Pyrite en grands cristaux, cassés, bréchifiés. a, pyrite ; b, gangue ; N, / ;  $\times 100$ .

Fig. 2. — Asociația pirită-gangă este frecventă și parțial foarte avansată ; , piarită ; b, gangă ; N / / ;  $\times 100$

L'association pyrite-gangue est fréquente et partiellement très avancée ; a, pyrite ; b, gangue ; N / / ;  $\times 100$ .

Fig. 3. — Asociația pirită-calcopirită este în parte foarte înaintată ; a, pirită ; b, calcopirită ; c, gangă ; N / / ;  $\times 100$ .

L'association pyrite-chalcopyrite est en grande partie très avancée ; a, pyrite ; b, chalcopyrite ; c gangue ; N / / ;  $\times 100$ .

Fig. 4. — Asociația pirită-calcozină este frecventă și avansată ; a, pirită ; b, calcozină ; c, gangă ; N / / ;  $\times 100$ .

L'association pyrite-chalcosine est fréquente et avancée ; a, pyrite ; b, chalcosine ; c, gangue ; N / ;  $\times 100$ .



C. PANDELESU et al. Prepararea minereului cuprifer din W Carpaților Meridionali.

Pl. I.



## PLANSA II

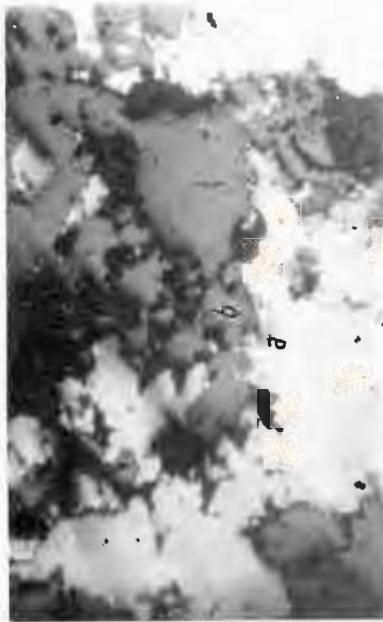
- Fig. 1. Calcopirită în plaje mari, dintate, prinse în gangă; a, calcopirită; b, gangă; N<sub>1</sub>; x 70.
- Chalcopyrite en plages grandes, dentées, comprise en gangue; a, chalcopyrite; b, gangue; N<sub>1</sub>; x 70.
- Fig. 2. Asociația calcopirită-gangă este parțial foarte înaintată; a, calcopirită; b, gangă; N<sub>1</sub>; x 100.
- L'association chalcopyrite-gangue est partiellement très avancée; a, chalcopyrite; b, gangue; N<sub>1</sub>; x 100.
- Fig. 3. Calcozină în cristale mari cu incluzuni de pirită; a, calcozină; b, pirită; c, gangă; N<sub>1</sub>; x 100.
- Chalcosine en grands cristaux à inclusions de pyrite; a, chalcosine; b, pyrite; c, gangue; N<sub>1</sub>; x 100.
- Fig. 4. Asociația calcozină-covelină-pirită; a, calcozină; b, covelină; c, pirită; d, gangă; N<sub>1</sub>; x 100.
- Association chalcosine-coveline-pyrite; a, chalcosine; b, coveline; c, pyrite; d, gangue; N<sub>1</sub>; x 100.



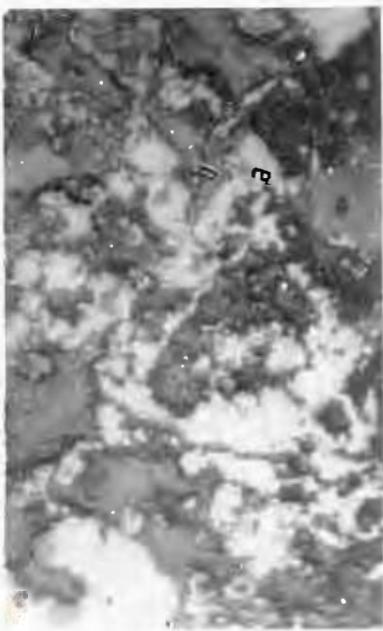
Institutul Geologic al României

C. PANDELESCU et al. Prepararea mineralelor cuprifer din W Carpatilor Meridionali.

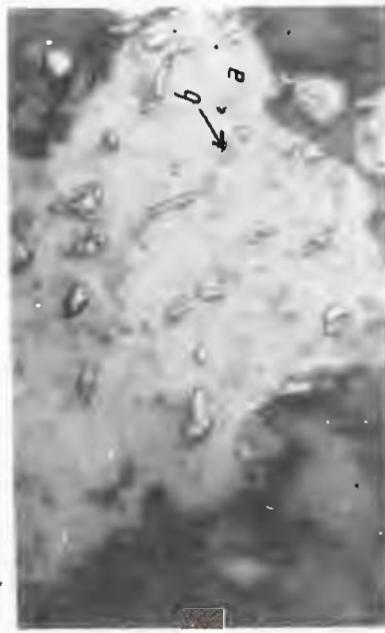
Pl. II.



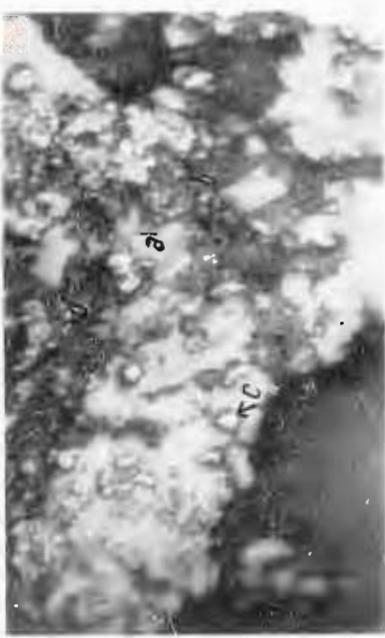
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.

CERCETĂRI PENTRU STABILIREA CONDIȚIILOR  
DE PREPARARE A MINEREULUI DE FIER DE LA  
RUSCHIȚA – VALEA MORII<sup>1</sup>

DE

GEORGETA POLICI, ADELA DRĂGULESCU

**Abstract**

Research Related to the Establishment of Dressing Conditions of the Iron Ore from the Ruschița-Valea Morii Deposit. The purpose of this study was to establish the possibilities of beneficiation of the ore from the Ruschița-Valea Morii deposit. The investigated sample contained 42% Fe in the form of magnetite and carbonates and 5% in that of pyrite. The flow sheet proposed for beneficiation of the ore consists of the flotation of pyrite from raw material, grinded at 0.25 mm or 0.10 mm, followed by the magnetic concentration of the magnetite; magnetic roasting of the tailings resulting from previous operations, followed by magnetic concentration with a view to recover the carbonates. When applying this flowsheet following products are obtained: 1. a pyrite concentrate representing 13.4–16% from ore, with 34.2–314% S and 4–47.1% Fe. The sulfur recovery at the primary flotation amounts to 94.6%. By reflootation, the sulfur content can rise up to 42–43%; 2. an iron concentrate containing 60.3–57% Fe and 0.27–0.31% S; 54.5–56.1% of the feed weight and 80% of the iron being recovered in the concentrate. Similar results maybe obtained by applying a scheme consisting of the flotation of pyrite from raw ore, the roasting of tailings resulting from flotation, magnetic concentration of roasted material.

Zăcămîntul Ruschița este situat în partea de sud-vest a masivului Poiana Ruscă. Acest masiv este constituit în cea mai mare parte din șisturi cristaline peste care se dispun transgresiv, în zonele marginale, formațiuni sedimentare. Formațiunile cristaline au fost încadrăte în două unități tectonice majore separate printr-o importantă dislocație direcțio-

Susținută în ședința de comunicări științifice ale Institutului Geologic din 19 mai 1971  
Institutul Geologic, Sos. Kiseleff nr. 55, București.



nală : o unitate sudică, mezometamorfică și o unitate nordică, epimetamorfică.

Formațiunile epimetamorfice găzduiesc cele mai importante acumulări de minereu de fier din țară.

Şisturile cristaline și rocile sedimentare au fost străbătute de roci magmatische chimerice, laramice (banatitice), neogene și cuaternare. Din punct de vedere metalogenetic o importanță deosebită prezintă magmatismul banatitic și neogen. Faza intrusivă a magmatismului banatitic a fost însoțită de o metalogeneză hidrotermală și pirometasomatică ce a afectat și minereurile de fier din formațiunile epimetamorfice, concentrațiile lor fiind convertite în zăcăminte polimetamorfice (Giuşcă et al. 1966; Kräutner 1969).

Acumulările de minereu de fier din unitatea epimetamorfică se găsesc intercalate la trei nivele principale — inferior, mediu și superior — nivelul mediu cuprinzând zăcăminte de fier importante ale masivului, dezvoltarea maximă fiind în regiunea Teliuc-Ghelar-Vadul Dobrii-Ruschița (Pavescu et al. 1964, Maior et al. 1969; Kräutner et al., 1969).

Zăcământul Ruschița-Pîrîul cu Raci se încadrează în orizontul superior ferifer al seriei vulcanogene bazice, faciesul sudic, subfaciesul de Ruschița-Alun. Acumulările ferifere apar asociate cu metatufuri keratofirice cuarțifere și sunt caracterizate prin frecvența minereurilor magnetitice uneori cu pirită, asociate cu minereuri carbonatice, în mare parte ankeritice (Kräutner 1964, 1969).

#### I. CARACTERISTICILE CHIMICO-MINERALOGICE ALE PROBEI

Proba, colectată din sectorul Pîrîul cu Raci, galeria Valea Morii, a fost constituită din roci carbonatice și cuarțite mineralizate. Analiza chimică și compoziția mineralologică sunt date în tabelele 1 și 2.

TABELUL 1

*Analiza chimică a probei*

|    | %     |                                | %     |                   |
|----|-------|--------------------------------|-------|-------------------|
| Fe | 41,87 | Mg                             | 4,05  | TiO <sub>2</sub>  |
| S  | 5,05  | CaO                            | 2,97  | As                |
| Cu | 0,02  | SiO <sub>2</sub>               | 11,65 | K <sub>2</sub> O  |
| Pb | 0,008 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,96  | Na <sub>2</sub> O |
| Zn | 0,02  | CO <sub>3</sub>                | 16,06 | BaCO <sub>3</sub> |
| Mn | 3,05  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | lipsă | BaSO <sub>4</sub> |



TABELUL 2  
*Compoziția mineralologică*

|           |             |          |                                              |                           |    |
|-----------|-------------|----------|----------------------------------------------|---------------------------|----|
| oxizi :   | Minerale    | %        | carbonați : siderit<br>ankerit, parankerit } | } cca                     | 92 |
|           | magnetit    | cca      | 38                                           |                           |    |
|           | hematit     |          | <0,5                                         |                           |    |
|           | cuarț       | cca      | 9                                            |                           |    |
| sulfuri : | rutil       | sporadic |                                              | dolomit } calcit }        | 6  |
|           | pirită      | cca      | 9,4                                          |                           |    |
|           | pirotină    | sporadic |                                              |                           |    |
|           | bornit      | sporadic |                                              | phillo : biotit<br>clorit | 8  |
|           | calcopirită | cca      | 0,06                                         |                           |    |
|           | blendă      | cca      | 0,03                                         | tecto : albit             |    |
|           | galenă      | cca      | 0,01                                         | celsian                   |    |
| neso :    |             |          | sfen                                         |                           |    |
| fosfați : |             |          | apatit                                       | sporadic                  |    |

Pe baza conținuturilor de fier și sulf indicate de analiza chimică s-a stabilit că, conținutul total de fier se repartizează în magnetit, carbonați și pirită după cum urmează :

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| conținutul de fier aferent magnetitului   | 27,3% |
| conținutul de fier aferent carbonaților   | 10,2% |
| conținutul de fier aferent piritei        | 4,4%  |
| conținutul de fier aferent altor minerale | 0,05% |
| conținutul de fier total                  | 41,9% |

Indicele de bazicitate al minereului brut calculat cu formula  $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$  este 0,51

*Magnetitul*, principalul mineral constituent, formează cristale de dimensiuni variabile (0,07 — 4 mm, frecvent sub 0,5 mm) asociate în agregate care dă zone compacte în rocile carbonatice (Pl. I, fig. 1) sau este dispus în benzi în rocile cuarțitice. De obicei cristalele de magnetit nu prezintă conture nete, fiind corodate de gangă sau de pirită (Pl. I, fig. 2). Frecvent, pe fisurile cristalelor de magnetit pătrunde pirită și calcopirită (Pl. I, fig. 3 și 4 ; Pl. II, fig. 3). Adesea în zonele predominant magnetitice pătrunde pirață care înglobează magnetitul pe care-l corodează reducindu-i dimensiunile (0,007 — 0,05 mm, frecvent 0,3 mm) (Pl. II, fig. 1 și 2). Uneori magnetitul este martitizat periferic.

*Hematitul* formează lamele fine corodate de obicei de gangă.

*Pirita* se prezintă în cristale idiomorfe și hipidiomorfe separate sau în agregate și în plaje alotriomorfe mulind cristale de magnetit — cînd

ia aspectul unei matrice — și pătrunzind pe fisurile acestuia (Pl. II, fig. 3). Pirita este la rîndul ei mulată de calcopirita formată ulterior, care pătrunde și pe fisuri (Pl. II, fig. 4). Frecvent conține incluziuni de pirotină, bornit și blendă. Dimensiunile sunt foarte variate de la micronice pînă la 3 — 4 mm, rar atingînd 9 mm.

Se observă două aspecte ale piritei : mai închisă la culoare, cu conture corodate intens de gangă, formată într-un prim stadiu ; și mai deschisă la culoare, cu conture idiomorfe, venită ulterior (Pl. III, fig. 1 și 2).

*Calcopirita*, apare în plaje alotriomorfe, cu dimensiuni cuprinse între 0,1 — 0,3 mm. Apare, fie izolată în gangă (Pl. III, fig. 3), fie în asociație cu pirita și magnetitul pe care îl mulează, sau pătrunde pe fisuri, atestînd formarea ei ulterioară. (Pl. I, fig. 4 ; Pl. II, fig. 4).

*Blenda și galena* formează cristale xenomorfe, mici.

Asociația magnetit-pirită este avansată, la dimensiuni cuprinse între 1 — 0,2 mm ; o parte a magnetitului este asociată cu pirita la dimensiuni foarte reduse (0,007 — 0,05, frecvent 0,03 mm) (Pl. I, fig. 2 ; Pl. II, fig. 1, 2, 4 ; Pl. III, fig. 4).

*Dolomitul* este mărunt cristalizat, cu dimensiuni apropiate, formînd mase echigranulare, strîns asociat cu magnetitul și carbonații de fier.

*Calcitul* apare cu dimensiuni variabile (0,01 — 0,8 mm) asociat cu ceilalți carbonați, sau pe fisuri.

*Carbonații de fier*, sideritul și ankeritul + parankeritul, se prezintă larg cristalizați, în asociație cu magnetitul și mai puțin cu pirita.

*Cuarțul* apare atât ca produs de recristalizare — cînd prezintă conture neregulate și extincții ondulatorii — cît și ca produs al diferențierii metamorfice, cu o cristalinitate mai largă, formînd filonașe paralele sau oblice pe sîstozitatea rocilor.

*Biotitul* constituie agregație solzoase, formînd cuburi în masa carbonatică, sau pe fisuri, în care se remarcă dispunerea lamelelor perpendicular pe peretele fisurilor. Rareori se observă începuturi de cloritizare a biotitului.

*Muscovitul și sericitul* apar sporadic în lamele cu dispoziții orientate.

*Plagioclazul*, are dimensiuni cuprinse între 0,4 — 0,9 mm, corespunzînd unui albit cu 7 — 8% An.

*Celsianul* apare ca produs al recristalizării în decursul metamorfismului, în cristale izolate sau agregație cu dimensiuni cuprinse între 0,5 — 2 mm. Cristalele sunt slab transparente, alb cenușii, cu nuanțe verzi, cu unghiul 2V foarte mare.

*Mineralele accesoriai* (sfenul, apatitul și rutilul) apar sporadic.



Caracteristic pentru această mineralizație este asociația strânsă a magnetitului atât cu carbonații de fier, cît și cu pirita și mineralele de gangă.

## II. CERCETARI DE PREPARARE

Cercetările de preparare efectuate au urmărit stabilirea posibilităților de preparare a minereului de fier de la Ruschița, sectorul Pîrîul cu Raci, galeria Valea Morii.

În acest scop s-au aplicat următoarele procedee de preparare :

— Concentrarea magnetică a minereului brut, sfărîmat la diferite dimensiuni.

— Flotația piritei din minereul brut; concentrarea magnetică a magnetitului din sterilul de la flotație; prăjirea sterilului rezultat la concentrarea magnetică, urmată de o nouă operație de concentrare magnetică, în scopul recuperării carbonaților de fier.

— Flotația piritei din minereul brut; prăjirea sterilului de la flotație, urmată de concentrarea magnetică a magnetitului și carbonaților.

### A) Experimentări de concentrare magnetică

Întrucît studiul mineralologic a arătat că asociația mineralelor existente în minereu este avansată s-au executat experimentări de concentrare magnetică asupra minereului brut, sfărîmat la diferite dimensiuni, pentru a se stabili granulația la care mineralele pot fi dezasociate suficient pentru a fi separate. Astfel, minereul a fost sfărîmat la 3 ; 1 ; 0,5 ; 0,25 ; 0,10 și 0,06 mm. Materialul sfărîmat la 3 mm și 1 mm a fost tratat uscat, după ce, mai întii, s-a îndepărtat clasa — 0,10 mm, care s-a tratat umed. Materialul sfărîmat sub 0,5 mm a fost tratat umed, neclasat.

Concentrarea magnetică s-a efectuat cu un separator magnetic de laborator (cîmp maxim 2500 Öe), la cea mai joasă intensitate a cîmpului magnetite, corespunzînd intensității minime a curentului electric, de 3 A și distanței între fierului, de 12 mm.

Sterilele și concentratele primare obținute au fost retratate în condițiile tratării primare. Schema de lucru este dată în fig. 1, iar rezultatele experimentărilor sunt prezentate în tabelul 3.

S-a constatat că cu cât materialul este mai fin măcinat conținutul de fier al concentratelor crește, ajungînd la valori de 60 — 67%, la măcinări sub 0,25 mm, iar conținutul de sulf scade pînă la circa 2%. Extracția de fier scade în raport direct cu finețea măcinării. Valorile mici (sub 60%) ale extracției de fier a concentratelor cu conținut de fier corespunzător (60 — 67%) se explică prin trecerea în steril a carbonaților de fier.



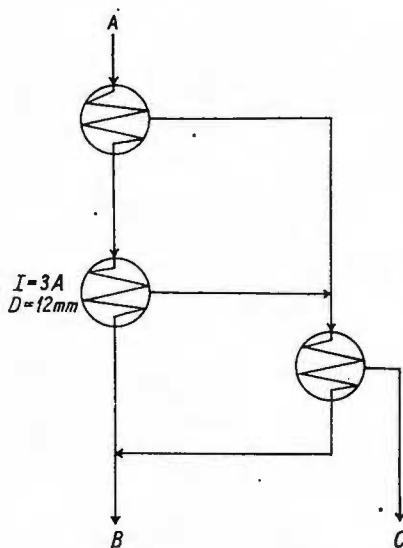


Fig. 1 — Concentrarea magnetică a minereului brut.  
Concentration magnétique de minerai brut .

TABELUL 3  
*Concentrarea magnetică a minereului brut sfărmat la diferite dimensiuni*

| Sfărmat<br>la :<br>mm | Produse | Extracția<br>în greut.<br>% | Conținuturi<br>% |      | Extracții<br>% |       |
|-----------------------|---------|-----------------------------|------------------|------|----------------|-------|
|                       |         |                             | Fe               | S    | Fe             | S     |
| 3                     | Conc.   | 73,0                        | 46,75            | 3,92 | 85,3           | 57,1  |
|                       | Steril  | 27,0                        | 21,73            | 7,96 | 14,7           | 42,9  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 40,25            | 5,01 | 100,0          | 100,0 |
| 1                     | Conc.   | 64,2                        | 50,69            | 3,37 | 79,6           | 44,8  |
|                       | Steril  | 35,8                        | 23,31            | 7,44 | 20,4           | 55,2  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 40,89            | 4,83 | 100,0          | 100,0 |
| 0,5                   | Conc.   | 56,3                        | 52,31            | 3,19 | 72,8           | 36,1  |
|                       | Steril  | 43,7                        | 25,23            | 7,27 | 27,2           | 63,9  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 40,47            | 4,97 | 100,0          | 100,0 |
| 0,25                  | Conc.   | 41,3                        | 59,75            | 2,35 | 60,7           | 19,5  |
|                       | Steril  | 58,7                        | 27,19            | 6,83 | 39,3           | 80,5  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 40,64            | 4,98 | 100,0          | 100,0 |
| 0,10                  | Conc.   | 35,6                        | 64,55            | 2,34 | 56,8           | 16,3  |
|                       | Steril  | 64,4                        | 27,16            | 6,62 | 43,2           | 83,7  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 40,48            | 5,10 | 100,0          | 100,0 |
| 0,06                  | Conc.   | 33,4                        | 67,23            | 2,06 | 54,8           | 13,8  |
|                       | Steril  | 66,6                        | 27,85            | 6,43 | 45,2           | 86,2  |
|                       | Alim.   | 100,0                       | 41,00            | 4,97 | 100,0          | 100,0 |



### B) Experimentări de flotație în vederea reducerii conținutului de sulf din concentratele de magnetit și recuperarea piritei

În scopul reducerii conținutului de sulf din concentratele de magnetit s-au executat experimentări de flotație a piritei care se găsește în mare parte asociată cu magnetitul, în aceste concentrate. Au fost supuse flotației concentrate de la separarea magnetică a minereului sfărîmat la 0,25 mm și 0,10 mm. S-au utilizat, drept colectori pentru pirită, xantașii. După flotația piritei, concentratul de magnetit a mai conținut 0,47% sulf, în cazul măcinării la 0,25 mm, și 0,29% sulf, în cazul măcinării la 0,10 mm.

Concentratele de pirită sunt slabe calitativ (20–22% S) și reprezintă numai o mică parte din cantitatea de pirită din minereu (circa 13–16%), restul aflându-se în sterilele de la concentrarea magnetică.

Pentru recuperarea integrală a piritei este necesar ca aceasta să fie extrasă înaintea concentrării magnetice. Astfel s-au efectuat experimentări de flotație asupra minereului brut, sterilul de la flotație fiind supus, apoi separării magnetice. Minereul a fost măcinat la 0,25 mm și 0,10 mm. Pirita activată cu sulfat de cupru a fost flotată cu xantași. Cele mai bune rezultate s-au obținut la flotația cu xantat izoamilic de potasiu.

În tabelul 4 sunt prezentate rezultatele experimentărilor de flotație a piritei din minereul brut și de concentrare magnetică a magnetitului din sterilul flotației.

În felul acesta se poate obține un concentrat de pirită, în care se recuperează la flotația primară peste 90% din pirita aflată în minereu, cu un conținut de 31,4–35,4% sulf, ce poate fi mărit prin reflotare pînă la 42–43%.

Condițiile de lucru la flotație au fost următoarele :

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Diluția (L : S)        | 4 : 1                     |
| pH                     | 6,5                       |
| Reactivi :             |                           |
| silicat de sodiu       | 3000 g/t (la măcinare)    |
| sulfat de cupru        | 1500 g/t (la flotație)    |
| xantat izoamilic de K  | 340–370 (g/t la flotație) |
| flotanol               | 20 g/t (la flotație)      |
| Timp de condiționare : | 42 min.                   |
| Timp de flotație :     | 14–15 min.                |

Concentratul de magnetit separat pe cale magnetică din sterilul flotației mai conține 0,30% sulf, în cazul măcinării la 0,25 mm, respectiv 0,19% sulf, în cazul măcinării la 0,10 mm.



TABELUL 4

*Floatajă piritei din minereul brut urmată de concentrarea magnetică a magnetitului*

| Sfărâmare la : mm | Produse           | Extracția în greut. % | Conținuturi % |       | Extracții % |       |
|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-------|-------------|-------|
|                   |                   |                       | Fe            | S     | Fe          | S     |
| 0,25              | Conc. de pirită   | 16,0                  | 41,39         | 31,44 | 16,5        | 94,7  |
|                   | Conc. de magnetit | 35,3                  | 62,35         | 0,30  | 54,7        | 2,0   |
|                   | Steril            | 48,7                  | 23,78         | 0,36  | 28,8        | 3,3   |
|                   | Alimentare        | 100,0                 | 40,21         | 5,32  | 100,0       | 100,0 |
| 0,10              | Conc. de pirită   | 13,2                  | 50,42         | 35,44 | 16,2        | 92,1  |
|                   | Conc. de magnetit | 32,0                  | 65,70         | 0,19  | 51,0        | 1,4   |
|                   | Steril            | 54,8                  | 24,73         | 0,60  | 32,9        | 6,5   |
|                   | Alimentare        | 100,0                 | 41,24         | 5,08  | 100,0       | 100,0 |

Experimentările de flotație au arătat că în cazul cînd se supun flotației concentrate de magnetit, pe de o parte, se recuperează numai o mică cantitate din pirită, intru-un concentrat de calitate slabă, iar pe de altă parte, pira rămasă în sterilul de la concentrarea magnetică este necesar să fie îndepărtată întrucît acest steril mai conține carbonații de fier ce trebuie recuperati. Cea mai indicată soluție este să se supună flotației minereul brut, obținindu-se astfel, un concentrat de pirită, apoi, să se efectueze operațiile de concentrare a mineralelor de fier (magnetit, carbonați).

### C) Experimentări de prăjire și concentrare magnetică

În vederea recuperării carbonaților de fier a fost supus prăjirii produsul care a rezultat ca steril după flotația piritei și concentrarea magnetică a magnetitului.

Prăjirile s-au executat într-un cuptor electric de laborator, în creuzete de șamotă. S-a constatat că temperatura optimă de prăjire este de  $850^{\circ}\text{C}$  și timpul de 30 minute. Răcirea s-a făcut în aer.

Materialul supus prăjirii a avut granulația  $-0,25 \text{ mm și } -0,10 \text{ mm}$ . Conținutul de fier al materialului crud a fost de circa 24% iar conținutul de sulf, de circa 0,4 – 0,6%.

După prăjire conținutul de fier a crescut la 30–31% și conținutul de sulf a scăzut la 0,25 – 0,14%.



Materialul prăjit a fost supus, apoi, concentrării magnetice, pe cale umedă, la separatorul magnetic cu disc.

Concentratele magnetice obținute reprezintă cam o jumătate din materialul prăjit supus concentrării magnetice și cca 20% din minereul brut. Conținutul de fier al concentratelor a fost de circa 50 — 53% și extracția de fier, peste 84%, raportată la materialul supus prăjirii. Conținutul de sulf se situează în limite admisibile, având valori de 0,17 — 0,32%.

Sterilele au conținuturi de fier sub 10%, corespunzind unor pierderi de 13—15% fier, raportate la materialul prăjit și 4—5% fier, raportat la minereul brut.

S-au executat, de asemenea, experimentări de prăjire — concentrare magnetică asupra sterilelor rezultate de la flotația piritei, fără să se separe, mai întâi, magnetitul, cu scopul de a se executa într-o singură etapă operația de concentrare magnetică. Sterilul supus prăjirii a provenit de la flotația minereului măcinat la 0,10 mm și a avut un conținut de fier de 40% și un conținut de sulf de 0,52%. Prăjirea și concentrarea magnetică s-au executat în condițiile descrise anterior. S-a constatat că și pe această cale se obțin concentrate de bună calitate, cu conținuturi de fier de peste 60% și conținuturi de sulf de 0,23 — 0,25 %. Extracția de fier în concentrat a fost, de asemenea, satisfăcătoare (circa 93% raportată la materialul prăjit și circa 80% raportată la minereul brut).

Rezultatele experimentărilor de concentrare magnetică a materialului prăjit sunt date în tabelul 5.

TABELUL 5  
*Concentrarea magnetică a materialului prăjit*

| Materialul supus prăjirii                                                            | Măcinare la : mm | Produse | Extracția în greut. % | Conținuturi % |      | Extracția de Fe % |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|-----------------------|---------------|------|-------------------|
|                                                                                      |                  |         |                       | Fe            | S    |                   |
| Steril rezultat la flotația piritei, urmată de concentrarea magnetică a magnetitului | 0,25             | Conc.   | 52,6                  | 49,76         | 0,32 | 86,9              |
|                                                                                      |                  | Steril  | 47,4                  | 8,83          | 0,17 | 13,1              |
|                                                                                      |                  | Alim.   | 100,0                 | 36,12         | 0,25 | 100,0             |
|                                                                                      | 0,10             | Conc.   | 49,7                  | 53,11         | 0,27 | 84,4              |
|                                                                                      |                  | Steril  | 50,3                  | 9,61          | 0,06 | 15,6              |
|                                                                                      |                  | Alim.   | 100,0                 | 31,22         | 0,16 | 100,0             |
| Sterilul rezultat la flotația piritei                                                | 0,10             | Conc.   | 70,1                  | 61,13         | 0,25 | 93,2              |
|                                                                                      |                  | Steril  | 29,9                  | 10,47         | 0,23 | 6,8               |
|                                                                                      |                  | Alim.   | 100,0                 | 46,00         | 0,24 | 100,0             |



### D) Fluxul tehnologie stabilit pe baza experimentărilor

Rezultatele experimentărilor de preparare asupra probei de minereu de la Ruschița au condus la stabilirea unui flux tehnologic care cuprinde următoarele operații: flotația piritei din minereul brut; concentrarea magnetică a magnetitului din sterilul de la flotație; prăjirea sterilului după

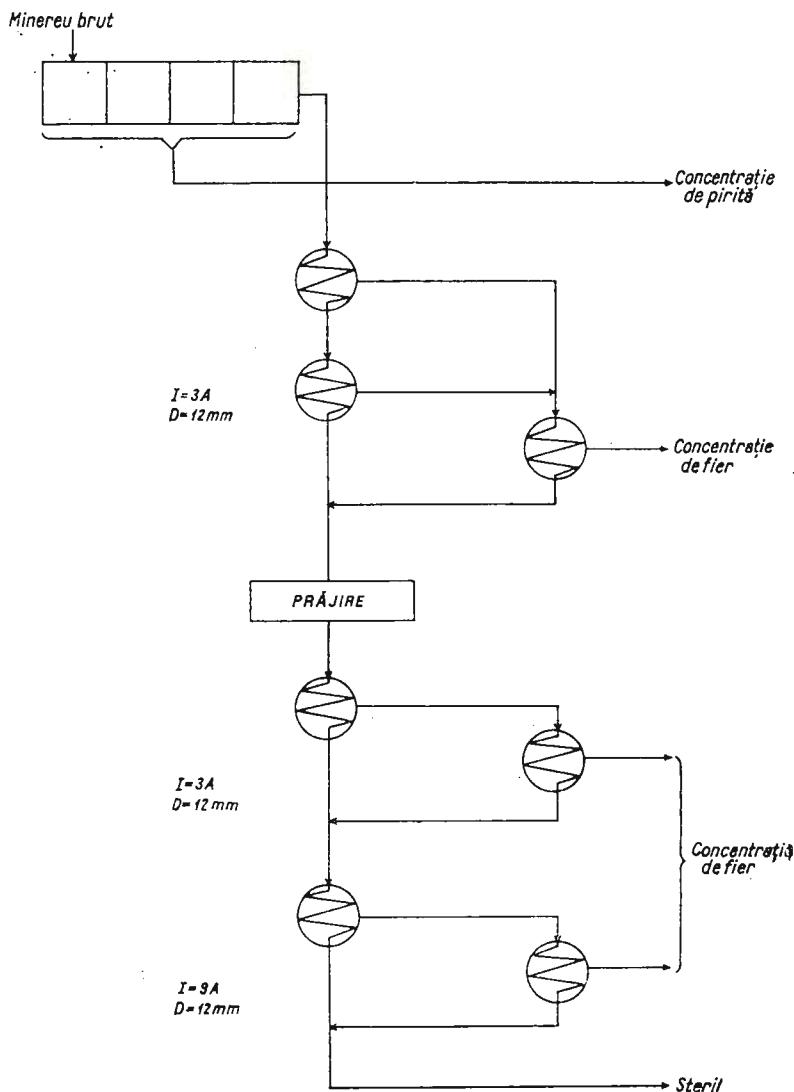


Fig. 2. – Fluxul tehnologic propus (varianta I).

Flux technologique proposé (variante I).

separarea magnetitului; concentrarea magnetică a carbonaților de fier prăjiți (fig. 2).

Bilanțul indicilor de preparare obținuți prin aplicarea acestei scheme este dată în tabelul 6.

TABELUL 6

*Rezultatele obținute prin tratarea minereului după fluxul tehnologic propus (varianta I)*

| Măcinarea<br>mm | Produse             | Extracția<br>în greut.<br>% | Conținuturi<br>% |       | Extracții<br>% |       |
|-----------------|---------------------|-----------------------------|------------------|-------|----------------|-------|
|                 |                     |                             | Fe               | S     | Fe             | S     |
|                 |                     |                             |                  |       |                |       |
| 0,25            | Conc. de pirită     | 16,0                        | 41,39            | 31,44 | 16,2           | 94,6  |
|                 | Cone. de magnetit   | 35,3                        | 62,35            | 0,30  | 54,3           | 2,0   |
|                 | Conc. de carbonați  | 20,8                        | 49,76            | 0,32  | 25,7           | 1,2   |
|                 | Conc. de Fe, total  | 56,1                        | 57,68            | 0,31  | 80,0           | 3,2   |
|                 | Steril              | 18,6                        | 8,33             | 0,17  | 3,8            | 0,6   |
|                 | Pierderi la prăjiri | 9,3                         | —                | —     | —              | 1,6   |
|                 | Alimentare          | 100,0                       | 40,53            | 5,24  | 100,0          | 100,0 |
| 0,10            | Conc. de pirită     | 13,4                        | 47,10            | 34,19 | 15,3           | 93,0  |
|                 | Conc. de magnetit   | 34,1                        | 64,73            | 30,27 | 55,5           | 1,9   |
|                 | Conc. de carbonați  | 20,5                        | 53,01            | 0,27  | 26,3           | 1,1   |
|                 | Conc. de Fe, total  | 54,6                        | 60,31            | 0,27  | 79,8           | 3,0   |
|                 | Steril              | 20,8                        | 9,69             | 0,06  | 4,9            | 0,2   |
|                 | Pierderi la prăjire | 11,2                        | —                | —     | —              | 3,8   |
|                 | Alimentare          | 100,0                       | 41,26            | 4,92  | 100,0          | 100,0 |

Experimentările s-au efectuat asupra minereului măcinat la 0,25 mm și la 0,10 mm. În cazul măcinării la 0,25 mm s-a oprit, la flotația minereului brut, un concentrat de pirită având o extracție în greutate de 16%, un conținut de sulf de 31,44% și o extracție de sulf de 94,6%. Prin operații de reflotare a concentratului e posibil să se ridice conținutul de sulf peste 40%.

Din sterilul flotației, prin separare magnetică, s-a extras un concentrat de magnetit, reprezentind 35,3%, din minereul brut, cu 62,35% fier și 0,30% sulf, extracția de fier fiind de 54,3%. Prin prăjirea sterilului, după separarea magnetitului, s-a obținut, printr-o nouă operație de concentrare magnetică, un concentrat de fier ( $v = 20,8\%$ ), cu 49,76% fier și 0,32% sulf, având o extracție de fier de 25,7%.

Concentratul total de fier (magnetit + carbonați) are o extracție în greutate de 56,1% un conținut mediu de fier de 57,68% și o extracție de fier de 80%.

Sterilul, în proporție de 18,6%, mai conține 8,33% fier corespunzînd unei pierderi de fier de 3,8%.



În cazul măcinării la 0,10 mm concentratul de pirită flotat reprezintă 13,4% din minereu și conține 34,19% sulf, extracția de sulf fiind de 93%. Prin operații de reflotare e posibil să se ridice conținutul de sulf al acestui concentrat la mai mult de 40%.

Concentratul de magnetit, în proporție de 34,1%, conține 64,73% fier și 0,27 sulf. Extracția de fier este de 53,5%. Prin prăjirea carbonațiilor s-a mai obținut la separarea magnetică a acestora un concentrat de fier avind extracția în greutate de 20,5%, conținutul de fier de 53% și conținutul de sulf de 0,27%. Extracția de fier totală este de 79,8%. Sterilul, în proporție de 20,8%, conține 9,69% fier, ceea ce înseamnă o pierdere de 4,9% fier. Caracteristicile concentratului total de fier (magnetit + carbonați) obținut din minereul măcinat la 0,25 mm și cel obținut din minereul măcinat la 0,10 mm sunt foarte apropriate. Conținutul de fier este cu trei puncte mai mic, în cazul măcinării la 0,25 mm, în schimb, extracțiile de fier sunt egale.

Analiza chimică a elementelor mai importante ce intră în compozitia concentratului de fier a indicat următoarele conținuturi :

|                         |       |                        |       |
|-------------------------|-------|------------------------|-------|
| $\text{SiO}_2$          | 1,25% | $\text{P}_2\text{O}_5$ | lipsă |
| $\text{CaO}$            | 2,74% | Cu                     | 0,02% |
| $\text{MgO}$            | 3,50% | Pb                     | urme  |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 3,04% | Zn                     | 0,03% |

Indicele de bazicitate, calculat pe baza conținuturilor de mai sus, este de 1,45.

Aceste concentrate corespund cerințelor metalurgiei.

Rezultate foarte asemănătoare s-au obținut și prin aplicarea schemei incluzând prăjirea sterilului de la flotația pentru pirită a minereului brut, urmată de concentrarea magnetică a materialului prăjit (măcinare la 0,10 mm), așa cum reiese din tabelul 7.

TABELUL 7

*Rezultatele obținute prin tratarea minereului după fluxul tehnologic propus (varianta II)*

| Măcinare<br>mm | Produse             | Extracția<br>în greut.<br>% | Conținuturi<br>% |       | Extracții<br>% |       |
|----------------|---------------------|-----------------------------|------------------|-------|----------------|-------|
|                |                     |                             | Fe               | S     | Fe             | S     |
| 0,10           | Conc. de pirită     | 14,9                        | 40,89            | 30,00 | 14,8           | 89,3  |
|                | Conc. de fier       | 53,7                        | 61,13            | 0,25  | 79,4           | 2,6   |
|                | Steril              | 22,9                        | 10,47            | 0,23  | 5,8            | 1,1   |
|                | Pierderi la prăjire | 8,5                         | —                | —     | —              | 7,0   |
|                | Alimentare          | 100,0                       | 41,32            | 5,00  | 100,0          | 100,0 |



Concentratul de fier (magnetit + carbonați) obținut prin separarea magnetică a materialului prăjit reprezintă 53,7% din minereul brut și conține 61,13% fier și 0,25% sulf. Extrația de fier totală este de 79,4%.

Întrucât cele două variante cercetate (flotație — separare magnetică -prăjire-separare magnetică, sau : flotație-prăjire-separare magnetică) dau indici tehnologici comparabili, alegerea uneia din ele depinde de avantajele economice pe care le prezintă.

### III. CONCLUZII FINALE

Proba de minereu cercetată a fost colectată din zăcămîntul Ruschița galeria Valea Morii, direcționala m 950 vest.

Minereul conține ca minerale utile magnetit (cca 38%), carbonați de fier (cca 29%) și pirită (cca 9,4%). Cu totul sporadic, se întâlnesc și alte minerale ca hematit, calcopirită, blendă, galenă. Ganga este reprezentată prin carbonați (calcit, dolomit), cuarț și silicați.

Prin analiza chimică generală s-au determinat următoarele conținuturi mai importante : 41,87% Fe ; 5,05% S ; 1,96%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ; 2,97% CaO ; 4,05% MgO ; 3,05% Mn ; 0,02% Cu ; 0,02% Zn ; 0,008% Pb.

Analiza microscopică efectuată a indicat existența unei asociații strînse între minerale ceea ce impune efectuarea de măcinări destul de avansate (sub 0,25 mm).

Cercetările de preparare efectuate au urmărit valorificarea minercului prin separarea unor concentrate de fier și concentrate de pirită de calitate corespunzătoare utilizării lor.

Au fost studiate diferite scheme de preparare constînd din flotație, concentrare magnetică, prăjire.

Pe baza rezultatelor obținute la experimentări s-a stabilit un flux tehnologic care a cuprins : flotația piritei din minereul brut, urmată de concentrarea magnetică a magnetitului ; prăjirea sterilelor rezultate după separarea magnetitului și concentrarea magnetică a carbonaților.

Prin aplicarea acestui flux tehnologic s-au obținut următoarele produse finale :

Un concentrat de pirită reprezentînd 13,4 — 16% din minereu cu 34,2 — 31,4% S și 41,4 — 37,1% Fe. Extrația de sulf la flotația primară ajunge pînă la 94,6%. Prin operații de reflotare se poate ridica conținutul de sulf la 42—43%.

Un concentrat de fier cu 60,3 — 57,7% Fe și 0,27 — 0,31% S, avînd extrația în greutate de 54,6 — 56,1% și extrația de fier de circa 80%. Indicel de bazicitate este de 1,45.



Pentru realizarea acestor indici este necesar ca minereul să fie măcinat la 0,25 – 0,10 mm.

Prezintă, de asemenea, interes și varianta fluxului tehnologic cuprinzând flotația piritei din minereul brut — prăjirea sterilului de la flotație — concentrarea magnetică a mineralelor de fier (magnetit, carbonați), în măsura în care, sub aspect economic ar putea fi mai avantajoasă decât prima variantă, indiei tehnologiei fiind comparabile.

În concluzie, se apreciază că din punct de vedere tehnologic, minereul de la Ruschița poate fi valorificat în bune condiții.

#### BIBLIOGRAFIE

- Codareea Al., Pavelescu L. (1964) Cercetări geologice în regiunea Ruschița. *D. S. Com. Geol.* XXXVIII București.
- Giușcă D., Cioflică G., Savu H. (1966) Caracterizare petrologică a provinciei banatice. *An. Com. Stat. Geol.* XXXV, București.
- Kräutner H. G. (1964) Zăcăminte de fier din partea centrală estică a masivului Poiana Ruscă. *D. S. Com. Geol.* XLIX, 1(1961–1962), București.
- Kräutner Florentina, Mureșan M., Mureșan Georgeta (1969) Stratigrafia, evoluția magmatismul, metamorfismul și tectonica formațiunilor cristaline din unitatea epimetamorfică a masivului Poiana Ruscă. *An. Com. Stat. Geol.* XXXVII, București.
  - (1969) Zăcăminte de minereu de fier din formațiunile epimetamorfice ale masivului Poiana Ruscă; teză de doctorat, sub tipar.
- Maier O., Kräutner H. G., Kräutner Florentina, Mureșan M., Mureșan Georgeta (1969) Stratigrafia și structura formațiunilor epimetamorfice din zona mediană a masivului Poiana Ruscă (regiunea Teliu-Ghelari-Vadul Dobrii). *An. Com. Stat. Geol.* XXXVII, București.
- Pavelescu L., Maier O., Kräutner H. G., Mureșan M., Kräutner Florentina (1964) Structura și stratigrafia șisturilor cristaline din regiunea Ruschița (Poiana Ruscă). *An. Com. Stat. Geol.* XXXIV, 1, București.
- Pandeleacu C., Polici Georgeta, Borcea Maria (1971) Cercetări privind prepararea minereului de fier de la Băișoara. *St. tehn. econ. Ser. B* 46 Inst. Geologic, București.

#### RECHERCHES SUR LES CONDITIONS DE PREPARATION DU MINERAIS DE FER DE RUSCHIȚA-VALEA MORII

(Résumé)

L'échantillon de minéral étudié a été récolté du gisement de Ruschița, galerie Valea Morii directionnelle n° 950 W.

Le minéral comprend — comme minéraux utiles — de la magnétite (environ 38%), des carbonates de fer (environ 29%) et de la pyrite (9,4%). On rencontre tout à fait sporadiquement



d'autres minéraux : hématite, chalcopirite, blende, galène. La gangue est représentée par des carbonates (calcite, dolomie), du quartz et des silicates.

L'analyse chimique a mis en évidence les suivantes teneurs : 41,87 % Fe ; 5,05 % S ; 1,96 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ; 2,97 % CaO ; 4,05 % MgO ; 3,05 % Mn ; 0,02 % Cu ; 0,02 % Zn ; 0,008 % Pb.

L'analyse microscopique a indiqué l'existence d'une association étroite entre minéraux, ce qui impose des broyages assez avancés (au-dessous de 0,25 mm).

Les recherches de préparation effectuées ont poursuivi la mise en valeur du minerai, par la séparation de certains concentrés de fer et des concentrés de pyrite correspondant qualitativement à leur utilisation.

On a étudié plusieurs schémas de préparation constitués de flottation, de concentration magnétique, de grillage.

A partir des résultats obtenus lors des expérimentations, on a établi un flux technologique qui a compris la flottation de la pyrite du minerai brut, suivie par la concentration magnétique de la magnétite, le grillage des stériles résultés après la séparation de la magnétite et la concentration magnétique des carbonates.

En appliquant ce flux technologique, on est arrivé à obtenir les suivants produits finals : un concentré de pyrite représentant 13,4 à 16 % du minerai avec 34,2 % S et 31,4 % à 47,1 % Fe. L'extraction de soufre arrive, lors de la flottation primaire, jusqu'à 94,6 %. Par opérations de reflotation on peut éléver la teneur en soufre à 42 % ou 43 %.

un concentré de fer avec 60,3 % 57,7 % Fe et 0,27 % à 0,31 S, ayant l'extraction en poids de 54,6 % 56,1 % et l'extraction de fer d'environ 80 %. L'indice de basicité est de 1,45.

Pour réaliser ces indices, il est nécessaire que le minerai soit broyé à 0,25 jusqu'à 0,10 mm.

Il est aussi intéressant de considérer la variante du flux technologique comprenant la flottation de la pyrite du minerai brut — grillage du stérile de flottation — et la concentration magnétique des minéraux de fer (magnétite, carbonates), dans le mesure où, cette méthode pourrait être plus avantageuse sous aspect économique, les indices technologiques étant comparables.

En conclusion, on apprécie que, au point de vue technologique, le minerai de Ruschița peut être mis en valeur en bonnes conditions.





Institutul Geologic al României

## PLANŞA I



Institutul Geologic al României

## PLANŞA I

- Fig. 1. — Magnetit (M), diseminat în rocă pînă la formare de mase compacte ; dolomit (D) ; N / / ;  $\times 10$ .  
Magnetite (M), disséminée dans la roche jusqu'à former des masses compactes ; dolomie (D) ; N / / ;  $\times 10$ .
- Fig. 2. — Cristale de magnetit (M) corodate de gangă (G) și de pirită ( $\pi$ ) ; N / / ;  $\times 70$ .  
Cristaux de magnétite (M) corrodés par la gangue (G) et par la pyrite ( $\pi$ ) ; N / / ;  $\times 70$ .
- Fig. 3. — Cristal de magnetit (M), cu pirită ( $\pi$ ) pe fisuri ; N / / ;  $\times 100$ .  
Cristal de magnétite (M), avec pyrite ( $\pi$ ) dans les fissures ; N / / ;  $\times 100$ .
- Fig. 4. — Magnetit (M) larg dezvoltat, cu calcopirită (C) pe fisuri ; N / / ;  $\times 10$ .  
Magnetite (M) largement développée, avec chalcocypirite (C) dans les fissures ; N / / ;  $\times 10$ .

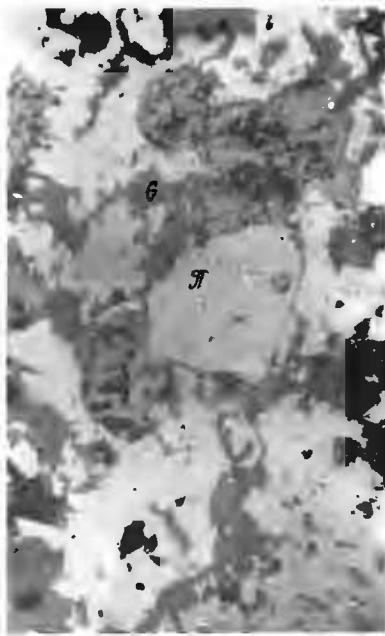


Institutul Geologic al României

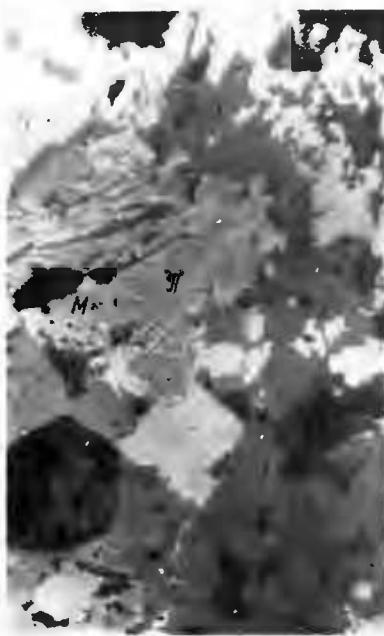
G. POLICI, A. DRĂGULESCU. Prepararea fierului de la Ruschița. Pl. I.



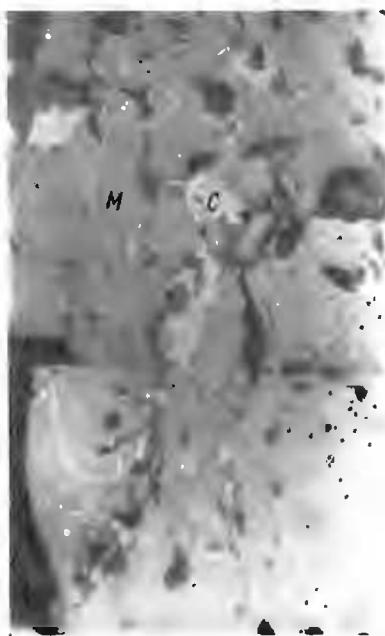
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



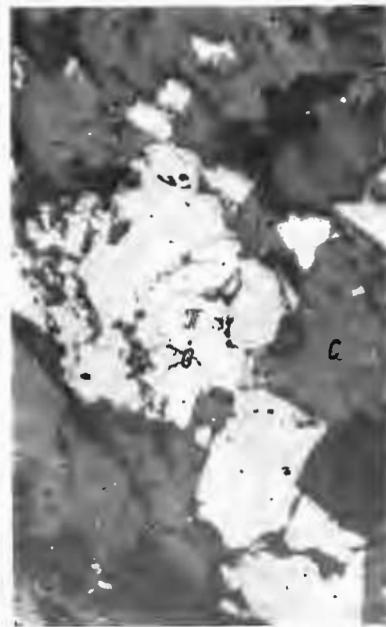
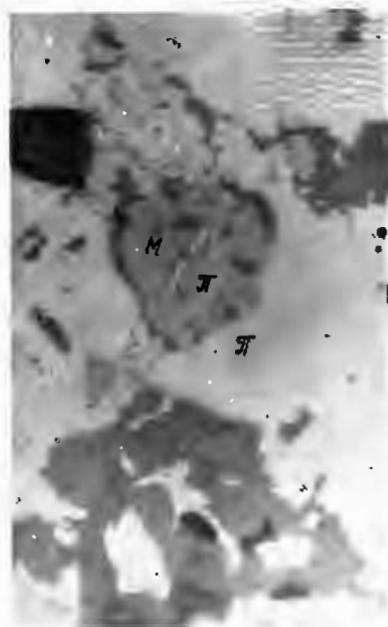
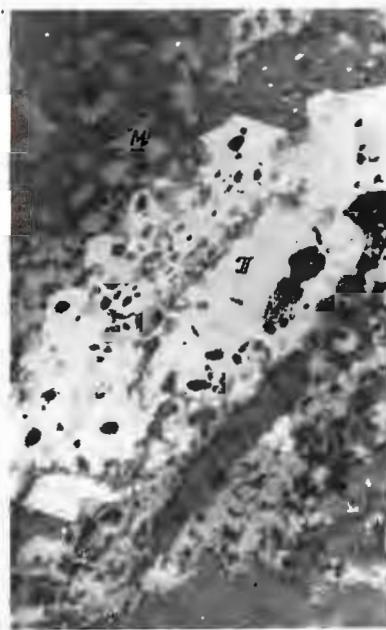
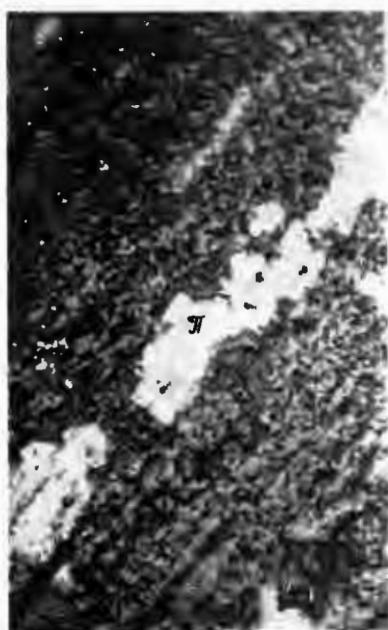
Institutul Geologic al României

## PLANŞA II

- Fig. 1.** — Într-un sector predominant magnetitic(M)pirită ( $\pi$ ) venită ulterior, incluzind ; magnetit N / /;  $\times 10$ .  
Dans un secteur prédominant magnétitique (M), de la pyrite ultérieurement arrivée comprenant de la magnétite ; N / /;  $\times 10$ .
- Fig. 2.** — Detaliu la figura 1; N / /  $\times 70$ .  
Détail de la figure 1; N / /;  $\times 70$ .
- Fig. 3.** — Cristal de magnetit (M), cu pirită ( $\pi$ ) pe fisuri, mulat de pirită; N //;  $\times 10$ .  
Cristal de magnétite (M), avec pyrite ( $\pi$ ) dans les fissures, râvetu de pyrite ; N //;  $\times 10$ .
- Fig. 4.** — Cristal de pirită ( $\pi$ ) corodat de gangă, cu calcopirită (C) pe fisuri; N / /;  $\times 70$ .  
Cristal de pyrite ( $\pi$ ), corrodat par la gangue, avec chalcopyrite (C) dans les fissure ; N / /;  $\times 70$ .



G. POLICI, A. DRĂGULESCU. Prepararea fierului de la Ruschița. Pl. II.



Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

### PLANŞA III

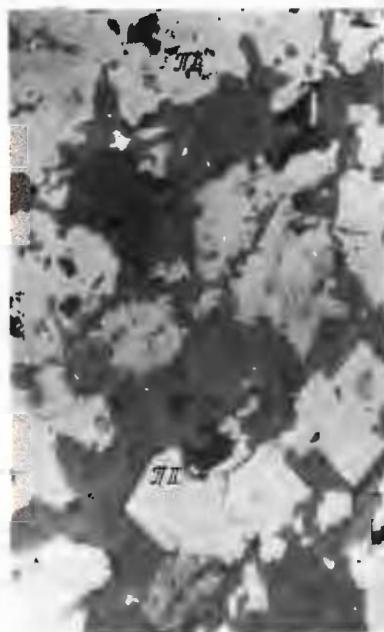
- Fig. 1. — Pirită I ( $\pi$ I) corodată de gangă (G) și pirită II ( $\pi$ ) cu conture idiomorfe ; N / /;  $\times 70$ .  
Pyrite I ( $\pi$  I) corrodée par la gangue (G) et pyrite II ( II) avec contours idiomorphes ;  
N / /;  $\times 70$ .
- Fig. 2. — Pirită I corodată de gangă și pirită II cu conture idiomorfe ; N / /;  $\times 70$ .  
Pyrite I corrodée par la gangue et pyrite II avec contours idiomorphes ; N / /;  $\times 70$ .
- Fig. 3. — Plaje de calcopirită (C), magnetit (M), pirită ( $\pi$ ) în gangă (G); N //;  $\times 70$ .  
Plages de chalcopyrite (C), magnétite (M), pyrite ( $\pi$ ) dans la gangue (G); N //;  $\times 70$ .
- Fig. 4. — Asociația magnetitului (M) cu ganga (G), ppirita ( $\pi$ ), calcopirita (C); N / /;  $\times 70$ .  
Association de la magnétite (M) (vec) la gangue (G), la pyrite ( $\pi$ ), la chalcopyrite (C)  
N / /;  $\times 70$ .

13270



Institutul Geologic al României

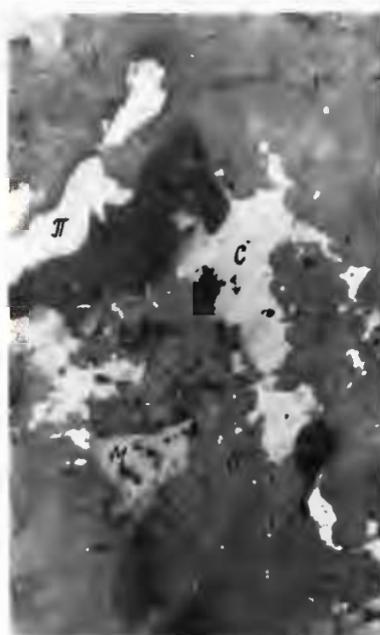
G. POLICI, A. DRĂGULESCU .Prepararea fierului de la Ruschița. Pl. III.



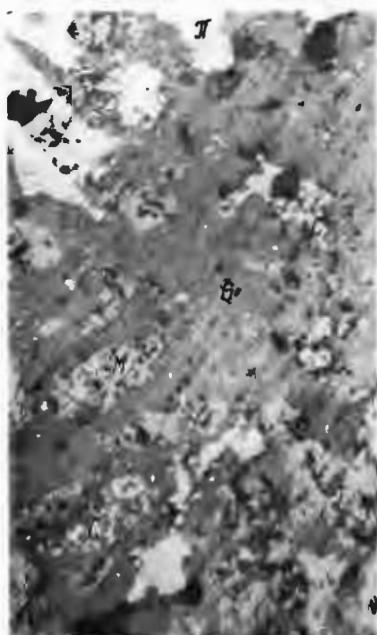
1



2



3



4

Studii tehnice și economice, seria B, nr. 48.



Institutul Geologic al României

**Redactor: MARGARETA PELTZ, OVIDIU RIFAAT**  
**Traduceri: MARGARETA HÂRJEU, FLORIN CHIUTU**  
**Ilustrația: VIRGIL NITU**

---

*Dat la cules: mai 1972 Bun de tipar; sept. 1972. Tiraj: 900. ex. Hirtie  
scris IA Format 70×100/56 g. Coli de tipar: 8. Comanda: 188. Pentru  
biblioteci indicole de clasificare: 55(058).*

---

Întrreprinderea poligrafică „Informația”, str. Brezolanu 23–25, București,  
România



**Institutul Geologic al României**



Institutul Geologic al României

**Responsabilitatea asupra conținutului articolelor  
revine în exclusivitate autorilor**



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României