

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00744

(22) Data de depozit: 19.10.2012

(41) Data publicării cererii:  
30.05.2014 BOPI nr. 5/2014

(71) Solicitant:  
• LANDES VICTOR SPIRIDON,  
STR.FĂINARI NR.8, BL.71, SC.A, AP.10,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;  
• SUCIU IOAN, STR. FABRICA DE GHEAȚĂ  
NR. 17, BL. 97, SC. A, AP. 45, BUCUREȘTI,  
B, RO

(72) Inventatori:  
• LANDES VICTOR SPIRIDON,  
STR.FĂINARI NR.8, BL.71, SC.A, AP.10,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;  
• SUCIU IOAN, STR. FABRICA DE GHEAȚĂ  
NR. 17, BL. 97, SC. A, AP. 45, BUCUREȘTI,  
B, RO

(54) **SCHEMĂ TEHNOLOGICĂ DE PREPARARE A  
MINERURILOR DIN ZĂCĂMÂNTUL DE LA ROȘIA  
MONTANĂ ȘI DIN ALTE ZĂCĂMINTE SIMILARE, PENTRU  
OBTINEREA DE CONCENTRATE ÎMBOGĂȚITE ÎN  
SUBȘTANȚE MINERALE UTILE, DEVENITE MATERIE PRIMĂ  
PE FLUX, PENTRU OBTINEREA AURULUI, ARGINT ULUI ȘI  
ALTOR ELEMENTE ÎNȘOȚITOARE METALICE ȘI  
NEMETALICE, FĂRĂ UTILIZAREA PROCEDEELOR DE  
CIANURARE SAU DE AMALGAMARE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă a o schemă tehnologică pentru prepararea minereurilor din zăcământul de la Roșia Montană sau din alte zăcăminte similare, pentru obținerea de concentrate îmbogățite în substanțe minerale utile, din care pot fi obținute aurul, argintul și alte elemente însoțitoare metalice și nemetalice, precum și la o compoziție a oțelului, din care sunt fabricate utilajele utilizate. Schema conform invenției cuprinde clasairea, sfărâmarea și măcinarea minereului, clasări hidraulice, concentrare gravitațională, flotație, decantare, filtrare, uscare și, respectiv, epurare uscată a dioxidului de sulf prin clasare pneumatică, după arderea sulfului din minereul cu conținut de sulfuri, pentru recuperarea din praf a elementelor metalice și nemetalice cu temperaturi relativ scăzute de volatilizare. Compoziția conform invenției cuprinde: 0,56...0,42% C, 0,7...0,35% Si, 0,50...0,80% Mn,  $P \leq 0,025\%$ ,  $S \leq 0,025\%$ , 4,80...5,80% Cr, 0,80...1,40% Mo, 0,25...0,50% V, și este utilizată atât pentru fabricarea tablelor laminate, cât și pentru piesele turnate sau forjate din care sunt realizate diferitele utilaje în cadrul cărora este aplicată schema tehnologică în conformitate cu revendicarea 1.

Revendicări: 4  
Figuri: 55

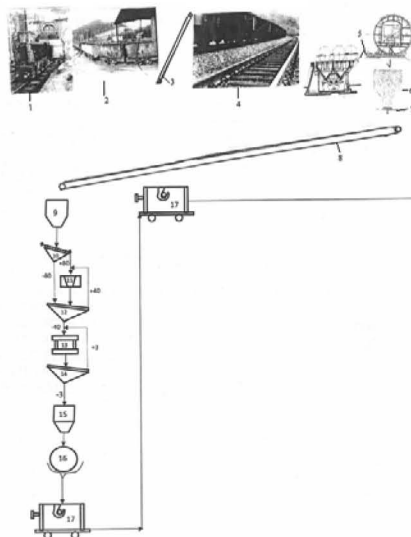


Fig. 49a

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## Capitol introductiv

Lucrarea de față intitulată

”SCHEMĂ TEHNOLOGICĂ DE PREPARARE A MINERURILOR DIN ZĂCĂMÂNTUL DE LA ROȘIA MONTANĂ ȘI DIN ALTE ZĂCĂMINTE SIMILARE, PENTRU OBTINEREA DE CONCENTRATE ÎMBOGĂȚITE ÎN SUBSTANȚE MINERALE UTILE, DEVENITE MATERIE PRIMĂ PE FLUX, PENTRU OBTINEREA AURULUI, ARGINTULUI ȘI ALTOR ELEMENTE ÎNSOȚITOARE METALICE ȘI NEMETALICE, FĂRĂ UTILIZAREA PROCEDEELOR DE CIANURARE SAU DE AMALGAMARE”:

este complementară la lucrarea:

”PROCEDEU ȘI INSTALAȚII PENTRU OBTINEREA AURULUI ȘI ARGINTULUI ȘI A ALTOR ELEMENTE ÎNSOȚITOARE METALICE ȘI NEMETALICE DIN ZĂCĂMÂNTUL DE LA ROȘIA MONTANĂ ȘI DIN ALTE ZĂCĂMINTE SIMILARE, FĂRĂ UTILIZAREA PROCEDEELOR DE CIANURARE SAU DE AMALGAMARE”.

înregistrată la OSIM cu Nr A/00138 din data de 02.03.2012, cu data de depozit 02.03.2012, constituindu-se depozitul național reglementar nr a 201200138.

Trebuie precizat că lucrarea de față nu modifică fluxul tehnologic stabilit inițial.

De asemenea, urmărește din punct de vedere ecologic, protecția mediului înconjurător, prin prevenirea și controlul, pe de o parte a emisiilor poluante, iar pe de altă parte îmbunătățește condițiile de muncă și calitatea vieții, astfel că această tehnologie ce va fi expusă, se încadrează în deplină conformitate cu reglementările Agenției Europene pentru Mediu și ale Biroului de Prevenire și Control Integral al Poluării și cu cele privind “Convenția de la Viena”, “Protocolul de la Montreal” ca și ”Protocolul de la Kyoto”, ca documente dintre cele mai semnificative referitoare la mediu și poluare.

În mod obișnuit, substanțele minerale utile brute, așa cum sunt extrase din zăcământ, nu corespund în totalitate diverselor utilizări, sau prelucrări tehnologice ulterioare.

Pentru a le valorifica în modul cel mai economic, ele sunt supuse unor operații cu caracter fizic și fizico-chimic, denumite operații de preparare.

Operațiile de preparare la care sunt supuse substanțele minerale utile, sunt în funcție de scopurile urmărite, de proprietățile lor chimice și de caracteristicile lor morfologice.

Proprietățile specifice minereurilor cuprind: compoziția chimică, compoziția mineralogică, densitatea, porozitatea, umiditatea, culoarea și luciul, proprietățile radioactive, permeabilitatea magnetică, conductivitatea electrică, constanta dielectrică, duritatea.

Prin preparare se înțelege complexul de operații mecanice (mărunțire, clasare, concentrare, decantare, filtrare, etc.) la care este supusă producția brută minieră, care urmează să fie utilizată, sau valorificată.

În urma preparării nu se schimbă compoziția chimică și structura substanței minerale utile.

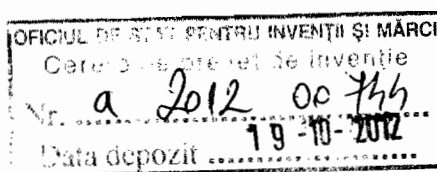
Aprecierea calității unei substanțe minerale utile dintr-un zăcământ se face prin conținutul de mineral util, sau de metal, exprimată în % sau g/t.

În cadrul operației de preparare este necesar să se stabilească o tehnologie de înaltă eficiență, pentru prelucrarea masei miniere exploataată, în scopul de a nu pierde substanță minerală utilă și de a o valorifica cât mai complet.

În vederea eficientizării procedeeului de obținere a aurului, argintului și a altor elemente însoțitoare metalice, în cadrul fluxului inițial se intercalează o fază de concentrare, adică de îmbogățire, care urmărește separarea mineralelor utile de cele sterile, utilizându-se procedee fizico-mecanice, care în final conduc la produse cu conținuturi ridicate de minerale utile.

Pentru o înțelegere mai bună a procesului de separare, se va face o succintă prezentare a operațiilor pe măsură ce tehnologia o prevede.

Trebuie menționat că, aceste operații sunt cunoscute și aplicate, ca și utilajele în care au loc aceste operații.



Metodele de preparare a minereurilor auro-argentifere se bazează pe principalele proprietăți ale aurului: densitatea ridicată în comparație cu cea a elementelor însoțitoare ( $15,6-19,4 \text{ t/m}^3$ , în funcție de cantitatea de argint cu care este aliat).

Minereul cu conținut de aur nativ vizibil trebuie colectat prin claubaj efectuat în abatajele minei.

În România există reguli precise, privind colectarea, ambalarea, sigilarea, transportul și prelucrarea separată în stația de aur nativ. În acest fel se evită diluarea lui, prin amestecarea și rulara împreună cu restul minereului provenit din zăcământ, reducându-se pierderile în procesul de extracție a metalului.

Trierea minereului în abataje este necesară și atunci, când cea mai mare parte din producția de aur a exploatării respective, provine din cuiburi cu aur nativ vizibil. Minereul din aceste cuiburi are în mod frecvent un conținut de ordinul miilor de grame la tona de minereu.

Aurul este însoțit aproape întodeauna de argint, dar acesta poate apărea uneori și singur ca argint nativ, sau asociat cu galena, sau cu alte sulfuri metalifere.

Aurul se obține prin operațiuni de separare, urmate de cele ale extracției metalurgice.

În general, pe plan mondial, rezervele de minereuri auro-argentifere bogate sunt pe cale de a fi epuizate, încercându-se valorificarea celor cu conținuturi reduse, care însă ridică probleme tehnico-economice dificile, atât pentru exploatare, cât și pentru procesarea lor. Este vorba de minereuri cu conținuturi de  $1 \text{ g/t}$  sau chiar mai puțin.

Ca urmare, procesele simple de prelucrare, au fost înlocuite cu altele mai complexe, creindu-se scheme tehnologice combinate, utilizându-se mai multe metode de preparare, pentru fiecare minereu în parte, în funcție de proveniența lui și de caracteristicile chimico-mineralogice, pe care acesta le posedă.

În aceste cazuri, soluția aplicată cel mai adesea, este cea de concentrare, printr-un procedeu cât mai simplu și cât mai ieftin, prin care se înlătură o parte din steril și se realizează o creștere a conținutului de aur din materialul, care urmează a fi prelucrat, asigurându-se o recuperare de metal mai bună și totodată economii în costurile de producție, iar conținutul de aur din steril este la nivelul celui din sterilul de flotație.

Pentru preparare minereurilor sărace, cu o distribuție neuniformă a aurului și argintului pe fracțiunile granulometrice, sunt utilizate scheme tehnologice combinate în instalații de mare capacitate și în mare parte automatizate, folosindu-se în general cianurarea și/sau amalgamarea.

Cum lucrarea de față nu recomandă utilizarea cianurii și/sau a mercurului, autorii au considerat că este necesar să prezinte pericolul intoxicațiilor cu aceste substanțe și măsurile ce trebuiesc luate pentru prevenirea lor.

Nerespectarea regulilor de protecția a muncii, conduce la intoxicații și chiar otrăviri cu cianură. Acestea pot apărea în urma unui contact direct cu o rană deschisă, sau prin inhalarea acidului cianhidric gazos, sau pe cale bucală.

Personalul care lucrează cu cianură, poate căpăta o formă cronică a intoxicației, dar mai grave sunt formele acute, care se manifestă prin contracții ale gâtului, contracții musculare, dilatarea pupilelor și în continuare se produc convulsii, fața devine palidă și apoi se produce moartea prin asfîxiere.

De asemenea, în timpul prelucrării precipitatului de metale, provenite din minereuri arsenioase, se pot produce otrăviri cu hidrogen arsenios, care se manifestă prin aceleași simptome descrise mai sus.

Pentru prevenirea intoxicațiilor trebuie respectate cu strictețe regulile ce se referă la igiena personală, aerisirea și ventilarea permanentă a halelor, unde se desfășoară procesul de producție.

Dozele minime letale de cianură alcalină stabilite pentru ființa umană, sunt  $120 \text{ mg/kg NaCN}$  și  $150-250 \text{ mg/kg KCN}$ .

În hale, unde prelucrarea minereului se face prin amalgamare, datorită volatilității mercurului chiar și la temperatura mediului ambiant, atmosfera conține vapori toxici de mercur și trebuiesc luate măsuri de protecție.

Pentru evitarea evaporării, mercurul se păstrează în vase închise, iar suprafața lui se acoperă cu un strat de apă. La fel trebuie să se facă și manipularea lui, tot sub apă.

Cu toate măsurile care se iau, unele neglijențe sau accidente pot conduce la intoxicații cu mercur, reprezentând o pătrundere prin piele a vaporilor de mercur, sau ajungerea lui în organele digestive. În aceste cazuri este nevoie de intervenția asistenței medicale.

## **Clasarea, sfărâmarea și măcinarea minereurilor**

Substanțele minerale utile, din punct de vedere a caracteristicilor granulometrice, sunt supuse unor operații de clasare, sfărâmare și măcinare, pentru a fi apte utilizării în diferite scopuri.

Definim clasarea volumetrică, sau ciuruirea, operația de preparare mecanică, care realizează separarea unui material granular în două sau mai multe clase cu material granular de aceeași mărime sau de mărimi apropiate.

Clasarea volumetrică se realizează uscat, sau în prezența apei cu ajutorul grătarelor sau/și a ciururilor, la dimensiuni cuprinse între 500 și 0,02 mm.

Printre scopurile acestor operații este pregătirea substanțelor minerale brute sau intermediare, pentru diferite procedee de concentrare.

Un alt scop este reducerea conținutului de apă și de material fin, din unele produse, așa numita clasare ca operație de desecare.

Se definește compoziție granulometrică, răspândirea cantitativă a granulelor sau claselor granulometrice în conformitate cu dimensiunea medie sau limitele dimensiunii lor într-o masă granulară de substanță minerală utilă.

Compoziția granulometrică este influențată, atât de caracteristicile structural mecanice ale materialului, cât și de condițiile, în care s-a produs mărunțirea.

Compoziția granulometrică se determină cu ajutorul analizelor granulometrice.

Procesul de clasare volumetrică se realizează cu ajutorul grătarelor și ciururilor, a căror suprafață de clasare este caracterizată de mărimea spațiilor libere, așa numitelor ochiuri.

Mai definim suprafața utilă sau activă de clasare, raportul dintre aria efectivă a tuturor ochiurilor și aria întregii suprafețe de clasare.

### **Metode de clasare volumetrică**

Dacă pe un utilaj de clasare se montează una, două sau mai multe suprafețe de clasare cu dimensiuni diferite ale ochiurilor, se vor obține mai multe produse granulometrice.

Același lucru se va obține și atunci, când se folosesc mai multe utilaje, fiecare având câte o suprafață de clasare caracterizată de o anumită mărime a ochiurilor.

Pentru obținerea unui număr  $n$  de produse se vor folosi  $n-1$  suprafețe de clasare.

În acest caz, ciuruirea se va putea executa cu una din următoarele metode:

- prin refuz, fig. 1;
- prin trecere, fig. 2;
- combinat, fig. 3;

Se face precizarea că, prin ochiurile suprafețelor de clasare, pot trece granulele care au dimensiuni mai mici, de cât a celor limită, care corespund mărimii ochiului dat.

Ca factori de influență ai procesului definim:

- factori interni, dependenți de caracteristicile fizice ale materialului supus clasării;
- factori externi, dependenți de specificul utilajului și a condițiilor de lucru.

Un alt factor important al clasării este umiditatea materialului.

Pentru ciuruire are importanță umiditatea externă, adică apa, care acoperă cu o peliculă suprafața granulelor. Apa care se găsește în pori și fisuri și cea combinată chimic nu influențează în mod esențial procesul de clasare.

Umiditatea externă conduce la aderența particulelor mărunte și colmatarea ochiurilor.

De asemenea, apa umectează firele sitei. Sub acțiunea forțelor de tensiune superficială se formează pelicule, care înnămolesc ochiurile.

Toate acestea împiedică stratificarea și implicit trecerea granulelor mărunte prin ochiuri.

La ciuruirea materialelor cu conținut scăzut de umiditate, granulele se deplasează aproape liber în straturile aflate în mișcare pe sită și este posibilă trecerea cu ușurință a granulelor din straturile superioare în cele inferioare și implicit prin ochiuri; este ceea ce numim ciuruire uscată.

Pentru ameliorarea procesului de clasare volumetrică, ținând cont de efectul defavorabil al umidității, se pot utiliza mai multe procedee și anume:

- uscarea materialului înaintea ciuruirii;
- creșterea forțelor active ale utilajului la valori ce depășesc forțele capilare ale materialului;
- mărirea suprafeței active de clasare;
- reducerea posibilităților de colmatare.

Randamentul de clasare este cu atât mai bun, cu cât viteza de deplasare a materialului pe sită este mai mică.

Staționarea îndelungată a materialului pe sită, influențează negativ productivitatea.

Din această cauză se impune asigurarea unei viteze, care să satisfacă randamentul și productivitatea.

Ca urmare a complexității fenomenelor, care au loc pe sită, viteza de deplasare a materialului pe sită se stabilește experimental și în cele mai multe cazuri, prin schimbarea unghiului de înclinare a ramei.

Utilajele de clasare volumetrică se pot clasifica în:

- grătare cu bare:
  - fixe;
  - mobile.
- ciururi cu suprafețe de clasare fixă:
  - plane;
  - curbe;
  - circulare.
- ciururi plane mobile:
  - oscilante;
  - cu rezonanță;
  - cu vibrație liniară;
  - cu vibrație circulară:
    - ciururi giratorii;
    - ciururi vibroinerte;
- ciururi rotative;
- ciururi de construcție specială.

În categoria ciururilor de construcție specială este cazul să prezentăm ciururi tip Hekki, din categoria ciururilor vibrante cu separare sub sită.

Se utilizează pentru separarea materialului mărunț din turbureli.

Schema de principiu, prezentată în fig 4, arată: 1 – carcasa piramidală; 2 – camera de clasare; 3 – suprafața de clasare; 4 – vibrator; 5.- orificiu de alimentare cu turbureală; 6 – agitator; 7 – conductă pentru apa de injecție; 8 – nivelul turburelii; 9 - palete de liniștire; 10 – conductă pentru evacuarea produsului fin; 11 – conductă pentru evacuarea produsului grosier.

## Mărunțirea

Prin mărunțire se înțelege operația de preparare mecanică, prin care bucățile sau granulele de substanțe minerale utile sunt divizate în altele de dimensiuni mai mici, fără a le modifica structura sau compoziția chimică.

Clasificarea presupune:

- sfărâmarea sau concasarea, adică mărunțirea în una sau mai multe trepte, în concasoare a substanțelor minerale utile, de la dimensiuni mari la dimensiuni de circa 1-3 mm.
- măcinarea, adică mărunțirea substanțelor minerale utile, de regulă în mori, sub dimensiuni de circa 1-3 mm.

Operațiile de mărunțire au scopul de a aduce substanțele minerale utile, între anumite limite granulometrice, utilizând și operațiile de clasare. De aceea mărunțirea este nelipsită din instalațiile de preparare.

În cadrul proceselor de preparare, operațiile de mărunțire au rolul de a desface asociațiile mineralogice, sub care se prezintă substanța minerală utilă, punând în libertate diferite specii minerale în vederea concentrării.

În acest caz mărunțirea trebuie limitată la eliberarea mineralelor utile de cele sterile și a celor utile unele de altele, pentru reducerea consumului de energie și oțel și pentru favorizarea tehnologică a operațiilor ulterioare.

Operațiile de sfărâmare pot îndeplini simultan și rolul operațiilor de concentrare. În acest caz, mărunțirea, numită sfărâmare selectivă, îndeplinește concomitent, atât rolul de reducere a dimensiunilor, cât și acel de separare a utilului de steril, ceea ce se poate realiza dacă unul este friabil și celălalt dur, dar și invers.

Gradul de mărunțire reprezintă caracteristica reprezentativă a oricărei operații de mărunțire, care indică de câte ori a fost redusă dimensiunea materialului în cadrul procesului.

Proprietățile structural mecanice ale substanțelor minerale utile precum: elasticitatea, plasticitatea, duritatea, ruperea casantă și rezistența mecanică, influențează direct capacitatea de mărunțire, granulometria și forma granulelor.

Prin urmare, comportarea granulelor, când sunt supuse unor eforturi exterioare, este dependentă de textura lor și de forțele de coeziune, care țin strâns legate între ele particulele ce constituie cristalele.

Umiditatea materialului influențează, atât rezistența mecanică, cât și capacitatea de mărunțire

Sfărâmarea realizează mărunțirea de la dimensiuni foarte mari 1000-1500 mm, obișnuit 400-200 mm, la dimensiuni medii și mici, adică 3-5 mm

Procesul de sfărâmare poate fi realizat în una, două, trei sau chiar patru trepte, astfel:

- treapta I-a – antezdrobirea sau sfărâmarea primară: 1000x1400 mm, sau 500x125 mm;
- treapta a-II-a – sfărâmarea intermediară: 400x100 mm, sau 125x30 mm;
- treapta a-III-a – sfărâmarea mărunță: 100x25 mm, sau 30x5 mm;
- treapta a-IV-a – sfărâmarea finală: 25x5 mm.

Sfărâmarea se realizează în concasoare, care pot fi clasificate în:

- concasoare și granuloare cu fălci;
- concasoare giratorii și conice;
- concasore cu valțuri;
- concasoare cu ciocane și cu impact.

Concasoarele cu fălci sunt utilizate, pentru sfărâmarea substanțelor minerale utile foarte dure și dure, iar uneori și a celor cu duritate medie sau chiar mică.

Granuloarele cu fălci se folosesc, pentru sfărâmarea intermediară și chiar mărunță a substanțelor minerale utile dure, sau de duritate medie.

19-10-2012

Concasoarele giratorii se folosesc, pentru sfărâmarea primară, iar cele conice, pentru sfărâmarea intermediară și mărunță a substanțelor minerale utile dure și de duritate medie.

Concasoarele cu valțuri se utilizează, pentru sfărâmarea intermediară și mărunță, dar și pentru cea primară a substanțelor minerale de duritate medie și a celor moi-argiloase.

Având în vedere modul de acționare asupra materialului de sfărâmat, concasoarele se construiesc cu suprafața valțurilor netedă, canelată, sau dințată.

Cele cu suprafața netedă sau canelată se folosesc, pentru sfărâmarea intermediară și mărunță a substanțelor minerale utile de orice duritate, cu excepția celor foarte dure, acționând prin compresiune, frecare și forfecare.

Acțiunea principală de sfărâmarea a valțurilor cu suprafață dințată este forfecarea, folosită pentru mărunțirea substanțelor minerale friabile, moi și argiloase.

Concasoarele cu ciocane și concasoarele cu impact, mărunțesc substanțele minerale friabile, moi și de duritate medie, pe baza efectului de șoc, fiind folosite pentru sfărâmări primare, intermediare și mărunte.

La concasoare cu ciocane, mărunțirea are loc în principal, datorită lovirii materialului de către ciocane și numai secundar, izbirii acestuia de placa sau barele de blindaj, pe când la cele cu impact, fenomenele se desfășoară în ordine inversă.

Dezintegratoarele sunt utilizate, pentru sfărâmarea mărunță a substanțelor minerale utile, materialelor moi și friabile sau, pentru omogenizarea unor amestecuri de topire în metalurgie.

Dezintegratoarele, fig. 5, constau din două discuri (1 și 2) așezate față în față, pe care sunt montate în cercuri concentrice, barele de sfărâmarea (3 și 4) astfel încât rândurile concentrice de bare ale unuia din discuri pătrund între rândurile de bare ale celuilalt disc. Cele două discuri fixate de arborii 5 și 6, se rotesc în lagărele 7 și 8, prin intermediul șaibelor motoare 9 și 10 în sens contrar.

Discurile sunt închise în carcasa 11. Alimentarea cu material se face prin pâlnia 12, în interiorul discurilor. Sfărâmarea se produce prin lovirea materialului de către barele discurilor.

Produsul sfărâmat trece prin acestea și se evacuează pe la partea inferioară a carcasei.

Operațiile de sfărâmarea sunt însoțite de operații de clasare volumetrică, cu care lucrează în circuit deschis sau închis.

Operația de sfărâmarea împreună cu cea de clasare aferentă formează o treaptă de sfărâmarea.

Totalitatea treptelor constituie schema de sfărâmarea.

Se deosebesc 4 tipuri caracteristice de trepte de sfărâmarea prezentate în fig. 6 și anume:

- a) sfărâmarea;
- b) clasare preliminară și sfărâmarea;
- c) sfărâmarea și clasare de control;
- d) clasare preliminară – sfărâmarea – clasare de control.

În practica preparării, sau impus mai multe variante de scheme de sfărâmarea.

În fig. 7 sunt prezentate 4 scheme de sfărâmarea și anume:

- cu două trepte în circuit deschis (a);
- cu două trepte, ultima în circuit închis (b);
- cu 3 trepte în circuit deschis (c);
- cu 3 trepte, ultima în circuit închis (d).

### **Măcinarea substanțelor minerale utile**

Procesul de măcinare asigură mărunțirea finală a substanțelor minerale utile, în final sub 1 mm, după care acestea sunt supuse concentrării, sau se utilizează ca atare.

Având în vedere dimensiunea maximă a granulelor supuse mărunțiri –D- și din produsul mărunțit –d-, măcinarea se clasifică în:

- propriu zisă,  $D=25-3$  mm;  $d \leq 0,4$  mm, care se utilizează în procese de preparare;



- coloidală,  $D < 0,75$  mm,  $d \leq 0,1$  mm, întâlnită în special în industria chimică.

Măcinarea se desfășoară în mediu umed sau uscat.

În cazul celui umed, în afara acțiunii eforturilor mecanice, mărunțirea se realizează și sub acțiunea chimică a apei, acțiune care, prin reducerea rezistenței materialului, favorizează procesele de măcinare și pe cele ulterioare.

Majoritatea substanțelor minerale, în special cele metalifere, se macină pe cale umedă, aceasta fiind cu atât mai indicată cu cât, în continuare, operațiile de concentrare se realizează în prezența apei.

Măcinarea uscată este folosită în industria minieră, numai când operațiile de concentrare ulterioare măcinării, au la bază procedee de preparare pneumatică.

### Utilaje pentru măcinare

În prepararea substanțelor minerale utile, cel mai frecvent utilizate sunt: morile cu tambur rotativ, cu încărcătură pentru măcinare cu bile, bare sau bolovani.

Dintre acestea se menționează morile cilindrice cu evacuare axială, morile cilindro-conice, morile cu cameră de evacuare, morile tubulare, morile compartimentate și morile cu evacuare periferică.

Materialul de măcinat este introdus în moară continuu sau periodic.

După măcinare, produsul obținut este evacuat din moară, prin fusul opus alimentării, sau periferic prin perforații, cum este cazul morilor cu evacuare periferică.

Interiorul morilor, adică tamburul și pereții frontali, se căptușesc cu plăci de blindaj, ce se înlocuiesc în funcție de uzura lor.

Pereții frontali ai morilor se căptușesc cu plăci netede. În ultimul timp, o utilizare mai largă o au căptușelile cilindrice și frontale confecționate din cauciuc fig. 8.

Pentru conducerea corespunzătoare a procesului de măcinare și stabilirea condițiilor optime de lucru, este necesar să se cunoască modul cum acesta se desfășoară în timp, adică cinetica procesului.

Desfășurarea procesului de măcinare se controlează cu ajutorul analizelor de site, stabilindu-se din timp în timp, granulometria produsului măcinat, respectiv finețea de măcinare, adică conținutul clasei  $-0,074$  mm, sau  $-0,15$  mm, ori  $-0,040$  mm.

Capacitatea de prelucrare a morilor cu bile, sau cu bare depinde de o multitudine de factori, dintre care cei mai importanți sunt:

a. Factori dependenți de materialul supus măcinării:

- rezistența la măcinare a materialului din alimentare;
- compoziția granulometrică a alimentării;
- finețea produsului măcinat.

b. Factori dependenți de moară:

- tipul, dimensiunile și turația morii;
- natura căptușelii, adică a blindajelor;
- starea tehnică.

c. Factori reglabili dependenți de condițiile măcinării:

- compoziția granulometrică, forma, densitatea și duritatea corpurilor de măcinare;
- densitatea și nivelul turburelii din moară;
- gradul de umplere cu corpuri de măcinare;
- mărimea sarcinii de recirculare;
- eficiența operației de clasare.



### **Circuite și scheme de măcinare**

Măcinarea se realizează, în cele mai multe cazuri, cuplată de clasarea simptotică, cu care formează o treaptă, sau un stadiu de măcinare, funcționând în circuit deschis, închis, sau parțial închis.

Schema de măcinare este constituită din una, două sau trei trepte de măcinare.

Caracteristica oricărei trepte de măcinare o constituie clasarea preliminară, sau cea de control a căror oportunitate decide asupra eficienței tehnologice sau economice a procesului.

Clasarea preliminară se aplică, pentru creșterea productivității morii și pentru reducerea posibilității de supramăcinare.

Clasarea de control se folosește, pentru verificarea granulometriei produsului măcinat, creșterea productivității morii și reducerea supramăcinării.

Produsul clasării de control cu dimensiuni mai mari decât cele impuse măcinării, se returnează în moară, constituind încărcătura de reciclare.

O schemă rațională de măcinare, are în vedere:

- granulometria minereului supus măcinării;
- finețea impusă minereului măcinat;
- caracteristicile fizico-mecanice ale minereului;
- necesitatea preparării separate a produsului fin și a celui grosier;
- necesitatea preparării stadiale;
- condițiile de exploatare și întreținere a utilajelor.

### **Tipuri caracteristice de scheme pentru măcinare**

Schemele cu o singură treaptă de măcinare, fig 9, se aplică, pentru granulometrii ale produsului măcinat de maxim 0,2 mm.

În fig. 9, schema a. se folosește, pentru a realiza măcinarea și spălarea minereurilor.

Moara cu bare lucrează în circuit deschis cu un clasor mecanic.

Se realizează două produse: unul grosier, care se supune concentrării și unul fin care se elimină din instalație ca steril.

Schema b reprezintă tipul caracteristic al măcinării într-o treaptă și se aplică curent, pentru granulometrii în alimentare de 8-10 mm.

Schema c este asemănătoare cu precedenta cu diferența că, minereul se alimentează în clasor. Se folosește pentru măcinarea minereurilor, care conțin peste 15% material fin.

Schema d se aplică, când este necesară o finețe avansată de măcinare, sau când are loc prepararea stadială a minereului.

Schemele de măcinare în două trepte, fig. 10, se utilizează, pentru realizarea unei finețe de măcinare sub 0,2 mm.

Condiția principală, pentru obținerea unei productivități mari o constituie repartizarea corectă a încărcăturii între prima și a doua treaptă.

Dacă prin moara primei trepte se va evacua un produs foarte fin, atunci moara din a doua treaptă va fi subîncărcată, iar capacitatea totală de prelucrare a schemei va fi redusă.

Evacuarea în prima treaptă a unui produs cu dimensiuni prea mari va supraîncărca a doua treaptă și în final va conduce la reducerea capacității totale.

Schema a se utilizează în uzinele, care folosesc în prima treaptă mori cu bare.

În acest caz, granulometria minereului poate fi 25-30 mm, ceea ce simplifică cerințele de sfărâmare.

Schema a permite obținerea de produse cu finețe medii și avansate.

Schema b este de tipul caracteristic măcinării în două trepte, cu alimentarea minereului în moară și obținerea produsului măcinat după clasarea de control din cea de a doua treaptă. Se folosește în cazul minereurilor cu conținut redus de material fin, produsul fiind sub 0,2 mm.

Scema c reprezintă o variantă a celei precedente și se folosește pentru măcinarea minerurilor, care conțin material fin.

Schema d este indicată, pentru realizarea a două produse cu granulometrii diferite. Prima treaptă funcționează în circuit închis. Înaintea celei de a doua trepte se introduce un utilaj de clasare, care verifică și separă primul produs. Cel de al doilea produs se obține din treapta următoare, care funcționează, de asemenea, în circuit închis.

În unele instalații se utilizează scheme de măcinare în două trepte cu circuit parțial închis fig. 11.

Acestea se reglează ușor și permit adaptarea a două etape de concentrare, iar încărcătura de bile se raționalizează comod.

Schemele se folosesc, când trebuie evitate acumularea unor metale cum ar fi cele nobile în circuitul de măcinare.

Schemele de măcinare în trei trepte din fig. 12 se folosesc, când se impune concentrarea în mai multe etape, sau pentru realizarea unei fineți avansate de măcinare.

### **Măcinarea autogenă**

Măcinarea autogenă denumită automăcinare, măcinare în cascadă, sau măcinare fără bile, realizează mărunțirea substanțelor minerale utile, fie umed sau uscat, în mori de construcție specială, cu ajutorul corpurilor de măcinare, constituite din însăși substanța minerală supusă mărunțirii.

Domeniul de aplicare al măcinării autogene este considerat același cu al morilor cu bile sau cu bare, fiind în general, în funcție de natura minereului.

Metoda nu se aplică, pentru măcinarea avansată a minereurilor friabile, a celor care prin sfărâmare formează cantități reduse de bulgări și a celor plastice.

La acest procedeu se disting:

- măcinarea autogenă primară;
- măcinarea autogenă secundară:
  - intermediară;
  - fină.

Procedeu oferă următoarele avantaje:

- simplificarea, sau chiar eliminarea operațiilor de sfărâmare;
- disocierea mai completă, la aceeași dimensiune de măcinare a mineralelor din minereu;
- supramăcinare limitată;
- impurificare redusă cu fer a produsului măcinat;
- costuri de exploatare mai reduse.

Printre dezavantaje se menționează:

- necesitatea reglării compoziției granulometrice a minereului;
- prezența frecventă în produsul măcinat a unor granule cu dimensiuni mai mari decât cea impusă, ceea ce complică circuitele clasării de control;
- necesitatea separării din moară, a așa numitelor granule critice, care au dimensiuni insuficiente, pentru a fi corpuri de măcinare și în același timp sunt prea mari și prea rezistente, pentru a fi mărunțite de către bulgări.

În majoritatea cazurilor, în morile autogene se introduc și bile din oțel, în cantitate de 1 până la 5% din volumul morii.

**Măcinarea autogenă primară**

Alimentarea măcinării autogene primare se face, fie cu minereu brut clasat în două sau trei fracțiuni granulometrice, care se dezagregă în moară funcție de necesități, fie cu minereu neclasat, așa cum rezultă din mină.

Dimensiunea maximă a minereului alimentat poate ajunge la 500-700 mm, iar finețea de măcinare realizată într-o singură treaptă, poate ajunge până la 95% clasă 0-0.074 mm.

Măcinarea autogenă primară se poate desfășura uscat, într-un curent de aer, sau în mediu umed în apă.

În primul caz, moara funcționează în circuit închis, cu o instalație de clasare pneumatică, iar în cazul măcinării umede, moara este cuplată cu un clasor hidraulic.

**Moară autogenă primară**

O moară autogenă primară fig. 13 se compune din: 1 – tamburul morii; 2 – lagăre; 3 – motor sincron inelar; 4 – fus de alimentare; 5 – dispozitiv de evacuare.

Pentru ușurarea mărunțirii, pereții laterali ai tamburului sunt prevăzuți cu nervuri din oțel dur. Interiorul periferic al morii este căptușit cu plăci din blindaj din oțel, sub formă de bare scunde și înalte, care alternând între ele facilitează ridicarea materialului, în timpul rotirii materialului.

În ultimii 35 de ani s-a trecut la înlocuirea plăcilor de blindaj din oțel cu plăci din caucic, cu îmbunătățirea condițiilor de lucru, prin atenuarea zgomotului.

Gradul de umplere cu material al morilor autogene este de 25-35% din volumul util.

Forma principală de sfărâmare a minereului, este impactul, datorită căderii bulgărilor și bilelor pe încărcătură, iar forma principală de măcinare este abraziunea, cauzată de frecarea granulelor între ele, în timp ce încărcătura execută, sub influența forței centrifuge împreună cu moara, mișcarea periferică.

**Eliminarea produsului măcinat**

Eliminarea produsului din morile autogene primare se face cu ajutorul unui curent de aer, care străbate moara dinspre alimentare spre evacuare și a unei instalații de clasare pneumatică (măcinare uscată), sau printr-un dispozitiv de evacuare, care asigură trecerea particulelor fine și readucerea în moară a celor grosiere (măcinare umedă).

**Scheme de măcinare autogenă primară**

De regulă morile autogene primare funcționează într-un flux de măcinare în două etape:

- prima (circuit deschis), revenind măcinării primare;
- cea de a doua (circuit închis) măcinării în mori cu bile fig. 14, sau măcinării autogene fine fig. 15.

Acestea din urmă tind să înlocuiască clasoarele mecanice, datorită spațiului redus pe care-l ocupă, cât și construcției și întreținerii lor mai simple.

Schemele de măcinare autogene primare se deosebesc între ele:

- după modul de alimentare cu minereu, fig. 16:
  - a - cu separarea prealabilă a minereului sfărâmat în două sau trei clase granulometrice, urmată de dozarea acestora (după omogenizare) în moară, a;
  - b - cu dozarea în moară a minereului brut neclasat și recircularea fracțiunilor grosiere rezultate de la clasarea produsului măcinat b.
- după modul de evitare a acumulării în moară a granulelor de dimensiuni critice, fig. 17:
  - a - cu separarea din alimentarea morii a uneia ori alteia din clasele intermediare critice, urmată de mărunțire lor, a;

- b - cu separarea parțială sau totală din evacuarea morii a granulelor critice și măcinarea acestora, drept corpuri de măcinare, b;
  - c - cu adaos redus (5-10% din greutatea minereului din moară) de bile (100-150 mm) în moara primară c.
- după modul de stabilizare a capacității în circuit, fig. 18:
    - a - cu reciclarea în moară a produselor, prin intermediul unor silozuri, care permit menținerea constantă a sarcinii de recirculare, în cazul în care există oscilații de măcinabilitate, a;
    - b - cu acumularea produsului măcinat în silozuri tampon și dozarea lui la preparare, b.

### **Măcinarea autogenă secundară**

Măcinarea autogenă secundară, sau automăcinarea cu bulgări de minereu se poate aplica, ca și măcinarea în mori cu bile, oricărei substanțe minerale, folosindu-se pentru aceasta, utilajele și instalațiile existente.

Înlocuirea măcinării în mori cu bile cu cea autogenă secundară, are în vedere:

- reducerile consumului de oțel;
- cheltuielile de investiții și de exploatare;
- influențe pozitive asupra indicilor de concentrare.

În funcție de locul operației în flux, măcinarea autogenă secundară poate fi intermediară, fig. 19 sau fină fig. 20.

În cazul măcinării intermediare fig 19, moara este alimentată cu minereu special pregătit 0-15(30) mm și cu bulgări mari, din același minereu, extrași pe parcursul schemei de sfărâmare.

La măcinarea fină moara funcționează în treapta a doua de măcinare.

Ea este alimentată cu minereu măcinat în treapta întâia de către o moară cu bile sau cu bare, autogenă primară sau intermediară.

Se preferă schemele în două sau trei trepte cu măcinare autogenă primară în treapta întâia și măcinare autogenă fină în cea de a doua sau a treia.

Măcinarea autogenă secundară se mai aplică în unele cazuri și pentru remăcinarea produselor intermediare, sau a concentratelor de flotație.

Gradul de umplere cu material este de 35% din volumul morii.

Pentru măcinarea fină, corpurile de măcinare au, în general, dimensiuni între 40 și 80 de mm.

### **Clasificarea clasoarelor hidraulice**

După principiul separării materialului și metoda de evacuare a produselor, clasoarele hidraulice se pot împărți în patru grupe principale.

I. Clasoare gravitaționale cu evacuare hidraulică:

- conuri clasoare cu obținerea a două produse finite;
- conuri multiple cu obținerea simultană a mai multor produse.

II. Clasoare gravitaționale mecanice:

- clasoare mecanice;
- îngroșătoare și decantoare;
- aparate de clasare-spălare.

III. Clasoare centrifuge mecanice:

- centrifuge de sedimentare;
- filtre centrifuge.

#### IV. Clasoare centrifuge cu evacuare hidraulică:

- hidrocicloane

##### **Clasarea simptotică**

Clasarea simptotică reprezintă procesul de separare a minereului pe dimensiuni, într-un mediu fluid, apă sau aer, pe baza diferenței vitezelor limită de cădere a granulelor minerale.

Rezultatul acestui proces este obținerea de clase granulometrice similare celor obținute de clasarea volumetrică, ale căror granule au aproximativ aceeași viteză limită de cădere.

În general, clasarea simptotică se aplică materialelor granulare sub 3-4 mm, un domeniu dificil clasării volumetrică, datorită deselor colmatări ale suprafețelor de clasare, rezistenței mici la rupere și uzură a acestora.

Ca scop, clasarea simptotică se aplică ca operație de control în circuitele de măcinare, ca operație premergătoare operațiilor de concentrare, îngroșare, sau clasare propriu zisă, etc.

Clasarea simptotică se realizează în așa numitele clasoare și în funcție de mediul folosit deosebim clasare hidraulică și clasare pneumatică.

Se numesc granule simptotice acele granule, care au vitezele limite de cădere egale.

Separarea materialului pe dimensiuni în cadrul clasării hidraulice se realizează, prin interacțiunea unui curent de apă cu o anumită direcție de curgere (verticală, orizontală, etc.) și viteză  $u$  cu materialul supus clasării.

Astfel, dacă separarea unui amestec de material format din două mărimi de granule caracterizate prin vitezele limită de cădere  $v_{01}$  și respectiv  $v_{02}$  se realizează într-un curent ascendent de apă cu viteza  $u$ , granulele se vor deplasa cu vitezele relative  $(v_{01}-u)$  și respectiv  $(v_{02}-u)$ .

Granulele a căror viteză limită de cădere va fi mai mare decât viteza curentului ascendent, vor sedimenta la baza clasorului, iar cele a căror viteză limită de cădere este mai mică decât viteza curentului ascendent, vor fi antrenate în preaplinul aparatului.

Dintre tipurile de clasoare gravitaționale cu evacuare hidraulică se va descrie conul clasor fig.21, care constă dintr-un vas, în care turbureala adusă prin jghiabul 2, se alimentează prin tubul central 3 imersat sub oglinda apei la minim 0,3 m, astfel încât să ia naștere un curent radial ascendent cu viteza  $u$ , care va determina separarea materialului în două clase simptotice.

Clasa fină se revărsă periferic în jghebul 4 numit rigolă de preaplin, în timp ce clasa grosieră cu viteza limită de cădere mai mare decât viteza curentului ascendent sedimentează către vârful conului, de unde se evacuează printr-un tub curbat numit "gât de lebedă".

Diametrul conului clasor este de la 0,6 la 2,4 m, iar înclinarea generatoarei față de orizontală este de  $60^{\circ}$ .

Hidrocicloanele fac parte din clasoarele centrifuge și sunt folosite ca aparate de clasare, de îngroșare, la limpezirea apelor reziduale, la deșlamarea turburelilor și ca aparate de concentrare.

Un hidrociclon, fig. 22, constă dintr-un cilindru 2 care se continuă cu o parte conică 1 destul de lungă, din cauza conicității reduse, iar unghiul la vârf ia valori între  $10^{\circ}$  și  $75^{\circ}$ , cu precizarea că, la tipurile curent utilizate în preparare au unghiul la vârf între  $20^{\circ}$  și  $30^{\circ}$

Partea cilindrică este prevăzută cu un racord 3, prin care se introduce turbureala sub o presiune de 0,5-3,5 atm.

Racordul este astfel dispus ca, materialul de alimentare să intre tangențial în aparat, conducând la creerea unui curent turbionar dirijat de sus în jos, în care particulele mai mari și mai grele sunt antrenate și proiectate către periferia aparatului de către forțele centrifuge și în același timp ia naștere un curent turbionar ascendent, în care sunt antrenate particulele mai fine, sau mai ușoare. Evacuarea particulelor mai mari sau mai grele se face în partea inferioară a aparatului printr-o duză, 6, iar particulele fine sau ușoare se evacuează pe la partea superioară printr-un tub de sifonare 7.

Viteza curentului de material în suspensie, în orificiul de alimentare, variază între 3 și 9  $\text{ms}^{-1}$ .

Forțele centrifuge, care acționează asupra particulelor solide ce trec prin hidrociclon sunt de câteva ori mai mari, de cât forțele de gravitație, fapt deosebit de important, pentru prelucrarea substanțelor minerale cu granulație fină, pentru care metodele gravitaționale sunt ineficace.

Aceasta se explică prin faptul că, pe măsură ce se micșorează mărimea granulelor, influența forțelor gravitaționale se micșorează proporțional cu micșorarea masei acestora.

De aici rezultă și domeniul granulometric de folosire a hidrocicloanelor, adică între 500 și 2 microni la suprapresiuni la intrare de 0,35-8 bari.

Hidrocicloanele prezintă următoarele avantaje:

- are dimensiuni mici în raport cu capacitatea de producție;
- este un aparat simplu, fără piese în mișcare, ușor de construit.

Ca dezavantaje se semnalează:

- cost de exploatare ridicat, datorită consumurilor de energie la pompare;
- vitezele mari produc eroziunea pereților.

Eficiența hidrociclonelor se mărește, prin micșorarea diametrului și prin asocierea în baterie a mai multor hidrocicloane, pe care suspensia le parcurge în paralel, sau în serie.

Pentru prepararea minereurilor cu particule de aur de circa 0,15 mm, s-au obținut rezultate bune în hidrocicloane cu con scurt, cu diametru de 300 mm.

Hidrocicloanele cu con scurt sunt utilizate și pentru recuperarea particulelor de aur din sterilele de la flotație și de la cianurare.

De asemenea, hidrocicloanele cu con scurt permit obținerea unui preconcentrat din minereuri auro-argentifere cu conținuturi de arseniuri și de cărbune.

Preconcentratul conține o importantă cantitate din aurul legat de cărbune și se realizează o reducere a conținuturilor de cărbune și de arsen până la valori, care permit prelucrarea acestuia pe cale pirometalurgică.

Preconcentrarea gravitațională în hidrocicloane cu con scurt a permis, de asemenea, valorificarea aurului din minereuri pirotoase cu conținut de cupru și cupru-zinc. În acest caz hidrocicloanele aveau diametrul între 500 și 750 mm cu unghiul de conicitate de  $120^{\circ}$

Pentru ca un hidrociclon să funcționeze în condiții normale, trebuie să îndeplinească câteva condiții:

- racordul de alimentare trebuie montat perfect tangențial și fără praguri, pentru a evita apariția perturbațiilor;
- să se evite asperitățile și neregularitățile suprafeței interioare, deoarece acestea influențează desfășurarea normală a curgerii în hidrociclon;
- racordul de evacuare inferior și tubul de sifonare trebuie să fie montate perfect axial față de corpul hidrociclonului și fără praguri, care ar produce neregularități și ar deranja evacuarea normală.

Cel mai frecvent sunt folosite hidrocicloane, care au diametrele părții cilindrice între 75 și 550 mm.

Înălțimea părții conice rezultă din mărimea unghiului de conicitate și din diametrul părții cilindrice.

Ca deficiențe în funcționare se semnalează uzura rapidă a părților metalice și a duzei de evacuare a îngroșatului, precum și înfundări ale acestui orificiu.

Pentru a le mări durata de funcționare, hidrocicloanele se căptușesc la interior, cu materiale ceramice fig. 23, cauciuc, sau bazalt.

Duzele se execută din bazalt topit.

În fig. 24 este prezentat un hidrociclon căptușit cu bazalt.

În fig. 25 este arătată o duză de evacuare cu inel din cauciuc.

Duza de alimentare se construiește la mai toate hidrocicloanele, pentru o injecție tangențială, într-una din variantele din fig. 26.

Evacuarea șlamului se face prin tuburile de sifonare amplasate, fie în partea superioară fig. 27 a, fie în partea inferioară fig. 27 b.

Prin reglarea adâncimii de scufundare, oricum sub nivelul de alimentare, pentru evitarea scurtcircuitării circuitului de fluid, în zona de separare a hidrociclonului, se poate varia dimensiunea de separare a materialului.

Cu cât adâncimea este mai mare, cu atât crește conținutul clasei grosiere în șlamul de suprascurgere.

La uzina de preparare Roșia Poieni sunt hidrocicloane cu diametrul de 700 mm și sunt utilizate în baterii de 2x5 bucăți, ca aparate de clasare între cele două trepte de măcinare.

### Scheme de clasare

În cadrul uzinelor de preparare, hidrocicloanele sunt folosite în circuitele de măcinare umedă, fie singure, fie în circuit cu clasoare mecanice.

În fig. 28 este reprezentată o schemă cu un circuit închis moară-hidrociclon.

O altă schemă, prezentată în fig. 29, arată un circuit de măcinare-clasare, cu clasare preliminară și de control în a doua treaptă de hidrociclonare.

În fine, o a treia schemă fig. 30 asigură clase finite, pentru viitoarea prelucrare a minereului, în care clasarea de finisare se realizează cu hidrocicloanele 5 și 6.

## Concentrarea gravitațională

În mai toate schemele de preparare se regăsește prepararea gravitațională, care se referă la comportarea diferitelor tipuri de substanțe utile în medii fluide.

Procedeele gravitaționale constau în separarea diverșilor componenți, așa numite clase granulometrice, conținuți într-o substanță minerală polidispersă pe baza diferenței dintre vitezele limită de cădere ale acestora în medii fluide.

Se deosebesc metode gravitaționale de clasare și metode gravitaționale de concentrare.

După fluidul folosit în preparare, procedeele gravitaționale se clasifică:

- a. metode de clasare și concentrare hidrogravitaționale, când fluidul folosit este apa;
- b. metode pneumatice, când fluidul este aerul sau alt gaz;
- c. metode în medii dense, când se folosesc lichide omogene dense, sau suspensii grele formate din amestecuri de pulberi solide dense și apă.

După modul de realizare a separării se conturează:

- metode gravimetrice în fluide staționare (concentrare în medii dense);
- metode gravimetrice în fluide în mișcare (în curent ascendent, orizontal, aluvionar, pulsatoriu și centrifugal).

Dacă considerăm mișcarea granulelor minerale în medii fluide și în condiții libere, deosebim două cazuri:

1. când densitatea granulelor  $\delta$ , exprimată în  $\text{kg/m}^3$ , este constantă și granulele au aceeași densitate (cazul unei singure specii minerale) iar separarea se realizează numai pe baza diferenței de dimensiune, clasarea se numește simptotică;

2. când diametrul granulelor exprimat în m este constant.

Considerând două granule sferice, având același diametru  $d$  și densitățile  $\delta_1$  și respectiv  $\delta_2$ , în cazul când  $\delta_1 < \delta_2$  vitezele de cădere corespunzătoare vor fi:

$$v_1 = f(d, \delta_1) \text{ și } v_2 = f(d, \delta_2) \text{ sau } v = f(\delta)$$

și  $v_1 = f(\delta_1) < v_2 = f(\delta_2)$ .

În acest caz, procesul de preparare a substanțelor minerale utile se numește concentrare gravitațională și reprezintă operația de separare a minereurilor pe baza diferenței de densitate.



Viteza limită de cădere  $v_0$  a granulelor în medii fluide reprezintă o viteză de sedimentare, care influențează fenomenele de clasare, concentrare, antrenare, transport și depunere a particulelor.

Trebuie subliniat faptul că, în ceea ce privește condițiile de cădere ale granulelor în utilajele de preparare, sunt determinate de mediul limitat ca spațiu, în care are loc mișcarea, astfel că, particulele în cădere, sunt deranjate de forțele de frecare și dinamice și de interacțiunea granulelor vecine, ceea ce conduce la mișcarea în condiții stânjenite.

Prin urmare, condițiile reale caracteristice procesului de preparare sunt determinate de următoarele elemente:

- mediul, care reprezintă un fluid neomogen, fie că e apa, sau aerul, conținând particule fine în suspensie;
- suspensia în mișcare, care este un amestec de fluid și material, care urmează a fi supus separării;
- granulele sunt separate pe baza diferenței ce există între forțele gravitaționale și cele de rezistență ale mediului de fluid;
- deplasarea granulelor în masă, dă naștere la o forță de rezistență suplimentară datorită căreia vitezele de mișcare sunt mai reduse, decât cele stabilite în condiții libere de mișcare.

S-a arătat că, în ceea ce privește concentrarea gravitațională, se bazează pe diferențe între densitățile componentelor minerali care trebuie separați.

Granulele provenite din diferite minerale, cu dimensiuni determinate, pot fi separate între ele, fie la căderea lor cu diferite viteze în apă, în aer, sau într-un mediu mai dens decât apa, fie datorită vitezei lor diferite de dplasare pe o suprafață plană, într-un curent de apă ușor înclinat.

În ultimii 35 de ani s-au proiectat și realizat pe plan mondial concentratoare gravitaționale centrifugale.

Dintre acestea, cel mai frecvent utilizat, este concentratorul Knelson fig. 31 a. În cazul acestei instalații de concentrare, separarea substanțelor minerale utile are loc într-un recipient în formă de trunchi de con, 1, care prezintă pe fața interioară canale inelare, 2, pe fundul cărora se găsesc canale fine, 3. Vasul conic se rotește în jurul axei sale de simetrie cu o turație, care generează o forță centrifugă, ce acționează asupra ficărei granule antrenată în această mișcare și pentru o granulă de greutate  $G$ , forța centrifugă va fi egală cu  $60 \times G$  (acelerația centrifugă este de 60 ori mai mare decât accelerația gravitațională  $g$ ). Vasul conic are pereți dubli, între care, înainte de punerea conului în mișcare, se introduce apă (apă pentru fluidizare, 4), care este injectată controlat în interiorul acestuia, prin canalele 3 de pe fundul inelelor circulare 2, existente pe fața interioară a conului. Minereul este introdus în concentrator pe la partea superioară, prin intermediul unui tub vertical 5, coaxial cu recipientul conic, sub formă de turbureală (0-75% solid greutate), 6, după ce, în prealabil, vasul conic primește turația necesară. Turbureala cade pe o platformă orizontală (baza mică a trunchiului de con, care se rotește solidar cu recipientul conic). Platforma, rotindu-se solidar cu vasul conic, antrenează în mișcarea de rotație și turbureala, care sub acțiunea forței centrifuge, migrează spre fața interioară a vasului conic, urcă pe această față și intră în canalele inelare, 2, iar când ajunge la marginea superioară a vasului conic, este proiectată în jgheabul circular 7, care captează sterilul. Jghiabul circular de colectare, având fundul înclinat, conduce sterilul spre gura de evacuare a acestuia 8.

În timpul în care turbureala este rotită și se deplasează pe fața interioară a recipientului conic, asupra unei granule de volum  $V$ , aflată în masa de turbureală, v-a acționa forța centrifugă  $F_C$ , având o direcție perpendiculară pe axul de rotație și sensul dinspre axul de rotație spre suprafața interioară a recipientului conic.

Intensitatea acestei forțe este dată de relația:

$$F_C = R(2\pi n)^2 V(\rho_g - \rho_l)$$

unde s-a notat cu:

$\rho_g$  – densitatea granule, în  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho_t$  – densitatea medie a turburelii în zona în care se găsește granula, în  $\text{kg/m}^3$ ;

R – raza circumferinței pe care are loc rotația granulei, în m;

n – turația, în rotații/secundă;

V – volumul granulei, în  $\text{m}^3$

Asupra granulelor din turbureala antrenată în mișcare de rotație, în funcție de valorile  $\rho_g$ , se vor exercita forțe centrifuge diferite și ca urmare a acestui fapt se vor genera stratificări după valorile densității, particulele cu densitate mai mare (și care sunt suficient de mari, peste 0,05 mm, spre a nu fi antrenate de curenții de apă) se vor acumula pe fața interioară a recipientului (cu cât densitatea va fi mai mare, cu atât mai aproape de aceasta) și vor intra în inelele circulare, 2.

Pentru a menține fluidizarea materialului colectat și a asigura acumularea particulelor cu densitatea cea mai mare, în inelele circulare 2, prin canalele 3, de pe fundul inelelor circulare 2, se pulverizează în mod controlat apă. Dacă apa pentru fluidizare este corect dozată, (atât cât să mențină fluidizarea, fără a scădea sensibil, prin diluare, densitatea medie locală și fără a antrena, în timpul rotației conului, particulele mai mari de 0,05 mm), acumularea de particule cu densitate mare în inelele de concentrare 2, generează în inelele 2, densități locale medii mari, care contribuie la eliminarea din aceste zone a particulelor cu densități mici.

La epuizarea șarjei de turbureală, în recipientul conic rămâne doar concentratul acumulat în inelele circulare 2, fig. 31 a. După oprirea rotației recipientului conic, apa injectată prin orificiile de pe fundul inelelor circulare, spală concentratul, care ajunge pe fundul recipientului conic, de unde prin o trapă care se deschide ajunge la un orificiu, 9, prin care este evacuat într-un jgheab circular de colectare a concentratului, 10, Acest jghiab circular, având fundul înclinat, conduce concentratul la conducta 11, de evacuare a concentratului, în recipientul pentru colectarea concentratului.

După colectarea concentratului, procesul de concentrare poate fi reluat prin o nouă șarjă.

La ora actuală există atât concentratoare Knelson mobile, de capacități mici (modelul KC-MD3 de 0,9-8 t/h, destinat pentru testarea conținuturilor de substanțe minerale utile din minereuri sau aplicații de laborator), cât și concentratoare fixe de capacități mari (modelul KC-XD70 cu 300-1000 t/h).

Dimensiunile granulelor din turbureală trebuie să fie între 0,05 și 5 mm (la modelul de mare capacitate KC-XD70 se acceptă dimensiuni până la 6 mm), dar dimensiunea optimă este 1,7 mm pentru toate tipurile de concentratoare Knelson. Gradul de extracție a substanțelor minerale utile poate depăși 85%.

## Flotația

Flotația substanțelor minerale utile este un procedeu de concentrare bazat pe diferențe între proprietățile superficiale ale speciilor minerale, care urmează a fi departajate și poate fi intensificat prin acțiunea unor reactivi pe suprafața acestora.

Acest procedeu este aplicat, pentru separarea diverselor substanțe minerale utile, și obținerea unui concentrat dintr-un mineral monometalifer, sau obținerea a două sau mai multe concentrate de diferite minerale din minereuri complexe, pentru separarea unuia, sau a mai multor concentrate de diferite calități, ca și pentru obținerea de concentrate la prepararea substanțelor nemetalifere.

Selectivitatea necesară se realizează prin parcurgerea unui circuit de flotație, ce cuprinde următoarele operații:

- flotația primară cu scopul separării grupurilor de minerale;

- reflatarea, adică flotația de îmbogățire, este flotația la care se supun concentratele obținute în flotația primară, în scopul creșterii conținutului de substanță utilă;
- flotația de curățire, adică de control, sau de epuizare, este operația la care sunt supuse sterilele obținute în etapele anterioare, cu scopul micșorării pierderilor de substanță utilă.

Schemele tehnologice de flotație a minereurilor aurifere se fac în funcție de compoziția mineralogică și chimică a materialului.

Desigur, schema de flotație va putea fi modificată, în funcție de condiții și de rezultatele cercetărilor, pentru minereurile de la Roșia Montană.

Pentru realizarea procesului de flotație, fiecare din cele trei faze participante, este indispensabilă astfel:

- faza gazoasă este reprezentată de aerul ce constituie bulele necesare transportului particulelor flotabile în stratul de spumă. O parte din faza gazoasă se află dizolvată în mediul de flotație, iar degajarea ei poate fi stimulată de o modificare a presiunii;
- faza lichidă este reprezentată de soluția apoasă diluată a diferiților reactivi necesari în proces, ce constituie mediul de flotație;
- faza solidă este constituită din substanța minerală ce urmează a fi prelucrată prin flotație și se caracterizează printr-o mare complexitate.

În legătură cu faza gazoasă remarcăm:

- numărul de bule ce se formează în unitate de timp într-o mașină de flotație, este dependent de aerul insuflat și de dimensiunea bulelor formate;
- o caracteristică importantă a fazei gazoase o reprezintă suprafața de separare lichid-gaz, pe care o constituie, la contactul cu faza lichidă.

În legătură cu faza lichidă remarcăm:

- pentru asigurarea mediului necesar flotației se impune dozarea corespunzătoare a reactivilor, care să determine anumite concentrații în volumul turburelii. Aceasta implică o cunoaștere a modului de preparare a soluțiilor și de calcul a concentrațiilor acestora.

În legătură cu faza solidă remarcăm:

- caracteristicile determinante asupra mediului de desfășurare și a rezultatelor flotației, sunt funcție de natura, compoziția mineralogică și chimică a substanțelor minerale, care constituie faza solidă în procesul de flotație, precum și dimensiunea și suprafața specifică a acestora.

Numărul imens de particule participante la proces, conferă acestuia și fenomenelor care se produc, un caracter statistic.

Determinarea numărului de particule din unitatea de masă a materialului, se face raportând-o la masa unei particule și apreciind că, dimensiunea acesteia este egală cu dimensiunea medie a tuturor particulelor.

S-a arătat că flotația este procesul de concentrare, bazat pe proprietățile superficiale ale fazelor care vin în contact, adică interfețele ce iau astfel naștere, constituie sediul principalelor fenomene ce determină aderarea sau neaderarea particulelor la bulele de aer.

Asigurarea proprietăților necesare suprafețelor fazelor și implicit modificarea corespunzătoare a acestora, se realizează prin adsorbția reactivilor de flotație.

Adsorbția substanțelor tensioactive determină scăderea tensiunii superficiale cu atât mai accentuată, cu cât concentrația substanței în soluție crește. Odată cu atingerea unei adsorbții de saturație, creșterea concentrației nu mai influențează valoarea tensiunii superficiale.

Fenomenul de adsorbție a reactivilor de flotație este determinat de temperatura și pH-ul turburelii, care asigură forma, în care reactivul este adsorbit: ionică sau moleculară

În realizarea procesului de flotație, mineralizarea bulelor este rezultatul interacțiunii forțelor ce acționează în sistem, la contactul dintre particulele solide și bulele de gaz.

Principalul indicator al fenomenului de mineralizare este unghiul de contact a cărei mărime este o măsură a flotabilității unei substanțe minerale.

La deplasarea perimetrului de contact trifazic, în vederea stabilirii echilibrului între tensiunile superficiale ce acționează la interfațe, apare forța de histerezis, îndreptată în sens invers sensului deplasării perimetrului și acționează ca și tensiunea superficială, pe unitate de lungime a acestuia. Influența acestei forțe este negativă sau pozitivă, după cum, prin acțiunea ei se opune, sau favorizează menținerea adeziunii particulelor la bulele de aer.

Analiza termodinamică a procesului de adeziune se face, prin evaluarea variației energiei sistemului înainte și după realizarea acestuia.

Valoarea pozitivă a acestei diferențe reprezintă condiția obligatorie, pentru desfășurarea spontană a adeziunii, prin trecerea sistemului la o stare mai stabilă.

În cadrul studiului mecanic al procesului de adeziune, indiferent de punctul de pe suprafața bulei de gaz, pe care se produce impactul cu particula minerală, aceasta are tendința de a aluneca și de a ocupa poziția postului inferior.

Dacă adeziunea se menține în acest punct, în care forța de desprindere este determinată direct de mărimea forței de greutate a particulei, ea se poate menține în orice alt punct de pe suprafața bulei de gaz.

Dimensiunea materialului supus flotației constituie unul dintre factorii cu influență, atât sub aspectul limitei granulometrice maxime, cât și sub cel al ponderii diferitelor clase în materialul prelucrat, în special a celor foarte fine și grosiere.

Se apreciază că, pentru majoritatea mineralelor, intervalul granulometric, care se comportă cel mai bine la flotație este cel cuprins între limitele 0,100-0,020 mm, iar cele mai slabe rezultate se obțin pentru fracțiunile foarte fine, adică sub 20 microni.

În practica procesului de flotație, dimensiunea limită se stabilește, pentru fiecare substanță minerală, în funcție de densitatea acesteia și este în general 0,25 mm, pentru minereuri cu posibilități de extindere în condiții speciale.

Realizarea procesului de separare prin flotație a unei game atât de variate de substanțe minerale utile, este posibilă numai prin folosirea reactivilor de flotație, care conferă acestora proprietăți superficiale corespunzătoare.

În calitate de reactivi se utilizează substanțe organice sau anorganice, care introduse în turbureală, au scopul de a crea condiții separării componenților minerali între ei.

În primul rând este necesar alegerea judicioasă a celui mai adecvat reactiv și apoi dozarea corespunzătoare a acestuia.

Utilizarea unei cantități sub sau peste cea necesară, poate determina uneori, nu numai scăderea eficacității acțiunii reactivului, dar chiar și modificarea totală a efectului, pe care ar trebui să-l producă.

Concentrațiile de reactivi în turbureala de flotație sunt, în general, foarte scăzute.

Consumul de reactivi se exprimă în grame de reactiv la tona de minereu supus flotației, ceea ce reprezintă un consum specific.

Calculul cantității de reactiv, care se adsoarbe pe suprafața minerală se poate face în funcție de suprafața specifică a materialului și de gradul de acoperire a suprafeței cu reactiv, adică cantitatea adsorbită pe unitatea de suprafață.

În funcție de rolul, pe care îl îndeplinesc în proces, reactivii pot fi: colectori, spumați și modificatori așa cum sunt prezentați în fig. 32.

Reactivii colectori sunt substanțe organice, care se adsorb la suprafața minerală, mărindu-i hidrofobia, în vederea aderării acesteia la bulele de aer.

Majoritatea colectoarelor sunt substanțe heteropolare. Partea lor nepolară este constituită dintr-un radical hidrocarburic, cu cel puțin doi atomi de carbon, care are rolul de a crea hidrofobizarea suprafeței.

Partea nepolară este cea care face posibilă acțiunea la suprafața minerală, motiv pentru care este denumită solidofilă, sau funcțională.

Prin compoziția ei, această parte determină acțiunea selectivă față de diferite minerale și stabilitatea adsorbției colectorului. Moleculele de colector se adsorb cu partea polară spre suprafața minerală și cu partea nepolară spre faza lichidă fig. 33.

Colectorii se împart în două categorii: ionici și neionici.

În funcție de sarcina ionului activ, colectori ionici pot fi: anionici și cationici.

Principalii colectori anionici sunt cei sulfhidrici și carboxilici, compuși sulfatați și sulfonați.

Din categoria colectoarelor anionice sulfhidrici cei mai frecvent folosiți sunt xantogenații, ditiofosfații, mercaptanele, liocarbanilida, difenilliozarbazida.

Colectorii anionici carboxilici cuprind: acizii grași și sărurile lor, acizii naftenici și acizii carboxilici sintetici.

Colectorii cationici sunt substanțe, care interacționează cu suprafața minerală prin cationul lor.

Cei mai importanți colectori cationici sunt aminele, derivați ai amoniacului, în care unul, doi sau toți cei trei atomi de hidrogen sunt înlocuiți cu radicali hidrocarburici.

Mai fac parte compușii piridinici, compușii sulfoniu și compușii fosfoniu.

Colectorii neionici pot fi: polari și nepolari.

Din prima grupă fac parte dialchilamono-carbamații și derivații lor.

Din a doua grupă fac parte uleiurile colectoare ca gudronul de ulei și de lemn.

Reactivii spumânți sunt substanțe organice tensioactive heteropolare, care se adsorb la suprafața bulelor de aer, conferindu-le stabilitate și rezistență.

Partea polară a moleculei de spumant, este orientată spre faza lichidă și prin capacitatea ei de hidratare, determină formarea unui strat protector de dipoli ai apei în jurul bulei. Ea poate fi gruparea hidroxil (-OH), carboxil (-COOH), carbonil (-CO), o sulfogrupă (-OSO<sub>2</sub>OH, -SO<sub>2</sub>OH).

Partea nepolară este un radical hidrocarburic, de a cărui lungime depinde acțiunea de spumare.

Spumânții pot fi substanțe naturale sau produse de sinteză.

Reactivii spumânți, după mediul în care realizează cea mai bună spumare, pot fi neutri, acizi și baze.

În prima grupă intră uleiul de pin, obținut din distilarea unor conifere.

Un alt spumant este uleiul de metil greu.

Dintre spumânții acizi sunt crezolii și xilenolii.

Dintre spumânții bazici, unicul reactiv utilizat este piridina grea.

Reactivii modificatori sunt, de asemenea substanțe organice sau anorganice, care influențează flotabilitatea mineralelor.

O parte din acești reactivi acționează la suprafața minerală, ușurând fixarea colectorului sau împiedicând-o.

O altă parte acționează în volumul turburelii, modificând pH-ul și compoziția ionică a turburelii.

1). Acțiunea activantului poate fi de curățire chimică a suprafeței, de modificare a potențialului suprafeței, de interacționare cu ionul colectorului, de legare în compuși stabili a unor ioni din soluție, concurând cu colectorul, de scădere a solubilității compusului format cu colectorul, pentru prevenirea desprinderii acestuia de la suprafața minerală.

Se pot folosi săruri solubile ale unor metale neferoase, cum este sulfatul de cupru, sau ale unor metale alcalino-pământoase, cum sunt cele de calciu cu efect de activare asupra blendei, piritei, cuarțului și a unor minerale nesulfurice.

De asemenea, sulfuri solubile în apă, cum este sulfura de sodiu, pentru activarea mineralelor oxidice și a celor superficial oxidate.

2). Acțiunea depresantului este inversă celei de activare și are drept scop împiedicarea adsorbției ionului colector.

Ca depresanți sunt folosiți: cianurile pentru blendă, pirită și minerale de cupru, sulfii și unii sulfati, pentru depresarea blendei, cromatii și bicromatii pentru galenă, silicatul de sodiu pentru cuarț și alte minerale de gangă și varul pentru pirită.

Depresanți mai sunt și unele substanțe organice precum: amidonul și făina, pentru calcopirită și blendă, unii esteri ai acizilor fenolcarboxilici, pentru calcită, baritină și blendă.

3). Ca regulatori de mediu se folosesc acizi ca acidul sulfuric, sau alcalii ca hidroxid sau carbonat de sodiu, care modifică atât pH-ul soluției, cât și concentrația unor ioni, ce pot influența acțiunea celorlalți reactivi.

Dozarea reactivilor se face într-un anumit punct al fluxului tehnologic, determinat de durata necesară, pentru a se produce acțiunea reactivilor; astfel regulatorii se introduc la măcinare, colectorii în agitatoarele de condiționare sau în clasoare, iar spumații în mașina de flotație.

Autorii lucrării consideră că, pentru operația de flotație, vor fi selectate numai substanțele, care nu prezintă nocivitate, pentru personalul ce deservește instalațiile, luându-se în același timp măsuri, pentru automatizarea și mecanizarea acestui proces, pentru a feri cât mai mult personalul de intoxicări.

Cu privire la parametrii aerației, atât sub aspect cantitativ, cât și al repartizării cât mai uniforme a aerului în volumul turburelii, constituie principala acțiune, pe care trebuie să o îndeplinească o mașină de flotație.

Studiul aerației reprezintă factorul determinant în realizarea procesului de flotație, care se referă la elementele ce o compun, adică: formarea bulelor, dimensiunea și viteza de deplasare a acestora, conținutul mediu de aer și repartiția bulelor de aer în volumul mașinii. Toate acestea sunt dependente de: debitul de aer și de concentrația fazei solide din turbureala de flotație.

### **Mașini de flotație**

Procesul de flotație se desfășoară în utilaje de construcții variate, constituite în principal din:

- o cuvă, în care se alimentează turbureala, adică amestecul de apă și materialul supus prelucrării;
- un dispozitiv de aerare.

Orice mașină de flotație trebuie să îndeplinească următoarele funcții:

- să asigure menținerea particulelor minerale în stare de suspensie, într-o continuă mișcare, care să facă posibilă ciocnirea lor cu bulele de aer;
- să asigure o aerație corespunzătoare, atât prin aspect cantitativ ca debit de aer, cât și calitativ, adică dispersarea într-un număr suficient de mare de bule, cu dimensiuni corespunzătoare;
- să asigure o alimentare continuă și uniformă a turburelii, precum și evacuarea produselor obținute;
- să asigure crearea unei zone liniștite în mașină, adică în stratul superior al turburelii, unde să se diminueze pericolul desprinderii particulelor minerale aderate la suprafața bulelor, ca urmare a turbulenței pulpei.

Rolul aerului în procesul de flotație constă în asigurarea transportului particulelor flotabile în stratul de spumă.

Bulele de aer se pot forma în mașina de flotație, prin una din următoarele trei modalități:

- prin acțiunea mecanică a mediului;
- prin introducerea aerului prin suprafețe poroase;
- prin degajarea lui din soluție, ca urmare a unei scăderi a presiunii.

În condiții hidrodinamice existente în mașina de flotație, bulele sunt antrenate într-o continuă mișcare de către curenții de turbureală.

Principala direcție a deplasării lor este pe verticală, în tendința de a ajunge în stratul de spumă.

Viteza de emersie a bulelor, precum și traectoria mișcării lor, este dependentă de dimensiunile lor și anume: bulele mici au viteze mai mici de deplasare, dar se ridică pe traectorii cvasiliniare și își păstrează forma sferică în timpul mișcării, în timp ce bulele cu dimensiuni mai mari se ridică după traectorii spirale, pasul și raza spiralei crescând cu diametrul bulei.

Mașinile de flotație pot fi clasificate în: mecanice, pneumatice, pneumomecanice și cu modificarea presiunii.

În practica industrială sunt numeroase tipuri constructive.

O schiță de principiu a unei celule de flotație este prezentată în fig. 34, în care:

1. alimentarea cu turbureală;
2. concentrat;
3. steril;
4. alimentare cu aer;
5. agitator.

În fig. 35 este prezentată o celulă de flotație tip IPROMIN în care:

1 - celula; 2 - ax; 3 - rotor; 4 - tubul de aspirație; 5 și 8 - conducte pentru turbureală; 6 - placă; 7 - camera dintre celule; 9 - perete pentru crearea zonei de liniștire.

### **Scheme de flotație**

În practică sunt foarte rare cazurile, când în urma unei singure operații de flotație se pot obține produse finale - concentrat și steril.

În majoritatea cazurilor, selectivitatea necesară se realizează, prin parcurgerea unui circuit de flotație, ce cuprinde mai multe operații:

- flotația primară, care are loc în scopul separării grupurilor de minerale;
- reflatărea sau flotația de îmbogățire, este o operație, la care se supun din nou flotației concentratele obținute dintr-o altă etapă, adică a celor obținute în flotația primară, în scopul creșterii conținutului de substanță utilă;
- flotația de curățire, sau de control, sau de epuizare, la care sunt supuse sterilele, obținute într-o altă etapă, cu scopul micșorării pierderilor de substanță utilă.

Un circuit se poate compune din mai multe operații de îmbogățire, când cerințele de calitate impuse concentratului final sunt ridicate, sau de curățire, când trebuie să se diminueze conținutul de util în steril.

Schemele de flotație se deosebesc între ele, prin numărul de stadii și de cicluri, pe care le conțin.

Prin stadiu se înțelege partea de schemă, care include o operație de măcinare și grupul de operații de flotație ce îi urmează. Din acest punct de vedere, schemele pot fi mono, bi și multistadiale.

Ciclul unei scheme de flotație se consideră grupul de operații, din care se obțin cel puțin un produs finit.

Fiecare stadiu al schemei poate cuprinde unul sau mai multe cicluri.

### **Decantarea**

În orice problemă de clasificare-decantare, este important raportul de diluție, adică raportul greutății lichidului față de greutatea suspensiilor solide.



În cazul tipurilor de sisteme lichide neomogene, cum este cazul de față, interesează tipul de concentrat, în care caracterul reziduului este polidispers, dar există o linie definită a reziduului, iar viteza de depunere descrește cu creșterea concentrației solidelor.

Procesul de decantare poate fi realizat în aparate cu funcționare periodică, semiperiodică și continuă.

În cazurile, când suspensia conține un procent ridicat de particule solide, apare necesitatea descărierii continue, nu numai a fazei lichide, ci și a sedimentului.

Cele mai simple aparate de decantare cu funcționare continuă, sunt așa numitele conuri, care se folosesc pe scară mare la clasificarea umedă a minereurilor.

Un aparat de decantare, cu funcționare continuă, destul de răspândit, este decantorul circular de concentrat, reprezentat în fig. 36.

El este construit dintr-un bazin cilindric 1, cu fund plan sau puțin conic, în care se rotesc brațe cu greble 2, al cărui arbore vertical este suspendat în partea superioară a aparatului.

Pe greblele brațelor sunt fixate raclete scurte de oțel, sub un astfel de unghi, încât la rotația arborelui, concentratul care sedimentează să fie împins treptat spre orificiul central de descărcare.

Brațele se rotesc cu o turație de 1,5 până la trei rotații pe minut, adică atât de încet, încât să nu dăuneze procesului de sedimentare.

Turbureala, care trebuie decantată, se introduce continuu prin jghiabul 3, iar concentratul se elimină prin conducta 4, cu ajutorul pompei cu diafragmă 5.

Datorită faptului că, după oprirea aparatului, concentratul se tasează repede, pentru ușurarea punerii brațelor în funcțiune, există un dispozitiv cu ajutorul căruia greblele cu raclete pot fi ridicate deasupra stratului de concentrat.

După decantare, lichidul deversează peste jghiabul de evacuare 6, instalat sus, în lungul periferiei rezervorului.

În fig. 37 este prezentată schița unui decantor cu greble. Mecanismul decantorului constă dintr-o tijă verticală centrală, susținută de o consolă pe suprastructură. De la capătul inferior al tijei verticale se desprind patru brațe radiale, dintre care două sunt lungi și două sunt scurte.

Aceste brațe sunt înclinate față de planul orizontal, astfel încât greblele fixate la partea inferioară a brațelor, mătură la fiecare mișcare de rotire întreaga suprafață a fundului, aducând încet particulele solide depuse, către orificiul central de descărcare.

Caracteristic este construcția, care ridică automat brațele cu greble, când în mișcarea lor de rotire, întâlnesc o suprasarcină și le coboară din nou în poziția lor normală de lucru, după ce au trecut de obstacol.

În fig. 38 se prezintă un decantor cu talere al cărui rezervor este subdivizat într-o serie de compartimente de decantare scurte, suprapuse prin talere de oțel ușor conice, fixate de peretele rezervorului.

Fiecare compartiment are conducte proprii, pentru alimentare cu turbureală și pentru evacuarea apei limpezite.

Particulele solide depuse în fiecare compartiment sunt descărcate datorită gravitației printr-o deschidere centrală, în compartimentul imediat inferior.

Deasupra marginii superioare a rezervorului se găsește un bazin de alimentare, de la care pornesc conductele de alimentare la fiecare compartiment.

La capetele țevelor, care evacuează apa limpezită, se găsesc inelele ce se pot ajusta și care garantează buna reglare a volumului de apă limpezită din fiecare compartiment, menținând în fiecare dintre acestea un strat de sediment de grosime convenabilă. Tot sedimentul, care ajunge în compartimentul inferior este îndepărtat continuu de o pompă cu diafragmă.

Pentru evacuarea sedimentului se construiesc două tipuri de pompe și anume: pompă cu aspirație și pompă cu presiune.

## Filtrarea

Filtrarea este operația de separare a fazelor unui amestec eterogen solid-lichid, prin trecerea amestecului, sau a suspensiei printr-o suprafață sau strat filtrant, care reține faza dispersă, adică concentratul și lasă să treacă faza dispersantă, adică filtrantul.

Sunt doi factori, care trebuie considerați la construcția filtrelor:

- materialul filtrant;
- metoda, prin care lichidul este forțat să treacă prin materialul filtrant.

Materialul filtrant depinde de natura lichidului de filtrat și este de obicei o pânză metalică, o țesătură, o placă ceramică sau un strat granular.

Măsura capacității de reținere a filtrului este gradul de limpezire a lichidului.

Operația de filtrare se face prin:

- efectul de cernere; din suspensia adusă pe filtru, lichidul se cerne, prin porii stratului filtrant, solidul fiind oprit de materialul filtrant;
- efectul de adsorbție, adică particulele solide sunt adsorbite pe suprafața porilor sau capilarelor din mediul filtrant, iar lichidul este lăsat să treacă. Acest efect explică oprirea particulelor cu dimensiuni mai mici decât porii filtrantului.

### Filtre cu funcționare continuă

Un astfel de filtru este în principiu un tambur sau un disc a cărui suprafață perforată și acoperită cu pânză filtrantă, este împărțită în mai multe celule care lucrează independent.

Printr-un dispozitiv specific acestor filtre, fiecare celulă a tamburului comunică cu secțiunile unui sertar, care face legătura între celulele filtrului pe de o parte și pompa de vid sau compresorul de aer comprimat pe de altă parte.

Procesul de filtrare cu un asemenea aparat constă din următoarele faze succesive. Elementul filtrant din suprafața filtrantă în mișcare se afundă în cuva cu turbureală, unde sub acțiunea vidului aspiră turbureala prin suprafața filtrantă și separă concentratul.

Acesta este faza de filtrare.

Urmează faza de formare a concentratului.

În momentul ieșirii celei din spațiul cu turbureală, el rămâne sub vid, aspirând aer, care antrenează restul de turbureală și tasează concentratul.

În continuare are loc faza de spălare a concentratului, care primește din exterior o ploaie de apă ce străbate stratul de concentrat, spălându-l de restul de turbureală ce se mai găsește în concentrat. Operația continuă cu altă fază, în care celula rămâne sub vid, pentru a absorbi aer și a usca concentratul.

În faza următoare, celula se găsește într-o regiune, unde din interior se suflă aer comprimat, care afânează concentratul și îl dislocă de pe pânza filtrantă. Această fază este faza de pregătire a evacuării concentratului, după care urmează evacuarea, concentratul mișcându-se spre un cuțit racletă, care îl desprinde de pe suprafața filtrului.

În operația de evacuare a concentratului, se împinge o parte din concentrat în țesătură, formând dopuri, care trebuie îndepărtate, pentru a nu micșora permeabilitatea pânzei filtrante.

Pentru aceasta, urmează o fază de suflare de aer comprimat din interior către exterior și astfel se înlătură dopurile formate și elementul este pregătit pentru ciclul următor.

Pentru ca un filtru cu funcționare continuă să lucreze corect este necesar:

- să se mențină nivelul de turbureală constant în cuvă;
- să se mențină un vid potrivit;
- să se regleze presiunea aerului comprimat în limitele de 0,2-0,3 atm., pentru a evita scăparea aerului în camerele cu vid;

- să se mențină o apăsare optimă a cuțitului de curățire, pentru a evita pătrunderea excesivă a concentratului în țesătură și pentru a evita ruperea țesăturii.

### Tipuri de filtre

Filtru cu tambur celular rotativ, fig. 39, este format dintr-un tambur perforat, acoperit cu țesătură filtrantă și divizat, după generatoare, în celule filtrante. Arborele gol al tamburului comunică cu capul de distribuție, de care sunt legate trei conducte: două de scos filtratul și apa de spălare, iar una pentru introducerea aerului comprimat.

Tamburul este cufundat în cuvă, care se umple continuu cu turbureală.

Un agitator împiedică formarea unui concentrat în cuvă.

Tamburul este pus în mișcare, prin intermediul unui reductor.

Tamburul se învâртеște cu viteze de 1-3 rotații/minut.

Cele două piese principale ale distribuitorului, fig. 40, sunt:

- discul mobil solidar cu tamburul;
- discul cu șanțurile în legătură cu vidul, în formă de sector curbiliniu și cu două găuri în legătură cu aerul comprimat.

S-au construit dispozitive perfecționate, care înlocuiesc cuțitele de desprindere a concentratului.

Sub influența presiunii aerului comprimat, concentratul se desprinde de pe pânza filtrantă și se aplică pe o rolă, care-l preia în strat uniform și de aceeași grosime ca cea de pe pânza filtrantă.

Un alt tip de filtru este prezentat în fig. 41., reprezentând un filtru de vid cu tambur.

Suprafața filtrantă a tamburului este acoperită cu țesătură filtrantă. Capătul 2 al tamburului, este legat la capul de distribuție 3, care comunică cu patru conducte 4 și anume: două scot filtratul și lichidul de spălare, iar prin două se introduce aer comprimat.

Tamburul este parțial cufundat în cuva 5, care se umple continuu cu turbureală.

Tamburul este pus în mișcare prin intermediul reductorului 6. Etanșarea între gâtul 2 al tamburului și capul de distribuție 3 se realizează cu ajutorul unor discuri bine șlefuite.

## Uscarea

Uscarea reprezintă operația, prin care umiditatea din materiale solide sau lichide (soluții sau suspensii) este îndepărtată cu un agent de uscare gazos (aer, gaze de ardere, azot, etc.), agent care are dublu rol, de a furniza total sau parțial, căldura necesară evaporării lichidului și de a evacua vaporii formați.

Materialele solide rețin umiditatea în diferite moduri, funcție de structura și proprietățile lor fizico-chimice, putând ceda parțial sau integral această umiditate unui agent de uscare.

Uscarea unui material solid presupune, pe de o parte transferul de căldură de la agentul de uscare către materialul de uscat și pe de altă parte, transportul umidității, ca lichid sau vapor, prin particule sau stratul de solid, urmat de transferul umidității în agentul de uscare.

Se obișnuiește, în mod convențional, ca operația de uscare să se considere, decurgând în condiții constante, atunci când parametrii agentului de uscare nu variază în urma trecerii, prin sau peste materialul supus uscării, sau în condiții variabile, când caracteristicile agentului de uscare se modifică.

### Tipuri de uscătoare

Utilajele folosite, pentru realizarea operației de uscare, prin geometria și funcționarea lor, urmăresc, pe de o parte creerea unor condiții favorabile măririi vitezei de uscare, iar pe de altă parte, utilizarea rațională a energiei și agentului de uscare.

Sunt multiple tipuri de uscătoare, funcție de caracteristicile constructive ale acestora.

Uscătoarele cu benzi transportoare fac parte din categoria uscătoarelor cu funcționare continuă.

Benzile transportoare, care asigură transportul materialului prin uscător, sunt în general suprapuse, asigurând prin această dispunere o compactitate mai mare.

Materialul se usucă, circulând în contracurent sau curent încrucișat cu agentul de uscare, trecând de pe o bandă pe alta. Benzile transportoare sunt confecționate, fie dintr-o plasă de sârmă, ca în fig. 42 a, fie din plăci rabatabile, ca în fig. 42 b. În această ultimă variantă, prin deschiderea plăcilor rabatabile în apropierea tamburului de capăt, materialul este lăsat să cadă pe partea inferioară a benzii.

Uscătorul rotativ este format dintr-un cilindru rotativ destul de lung și ușor înclinat, pe care materialul îl parcurge ca efect al rotației și înclinării acestuia.

Materialul supus uscării se alimentează continuu, prin capătul mai ridicat al tamburului, iar produsul uscat se evacuează continuu pe la capătul opus.

Etanșarea între cilindru rotativ și cele două capete fixe, prin care se introduc și se evacuează materialul și agentul de uscare, se realizează prin dispozitiv cu labirinți.

Vehicularea agentului de uscare se face utilizând simultan un ventilator și un exhaustor. Uscarea materialului se realizează, prin contactul direct cu agentul de uscare, circulând în contracurent sau contracurent indirect, prin combinarea acestor două modalități.

În fig. 43 este prezentată schema de principiu a unui uscător rotativ cu încălzire directă și circulație în contracurent a agentului de uscare.

Un astfel de uscător are o eficiență ridicată, datorită, atât suprafeței mari de contact dintre agentul de uscare și material, cât și reînnoirii continue a acesteia datorită circulației solidului.

Uscătoarele rotative sunt indicate, pentru uscarea materialelor granulare, care curg liber și care nu se sfărâmă ușor.

Pentru reținerea prafului se prevăd dispozitive adecvate (filtru, ciclon, etc).

## **Epurarea uscată a dioxidului de sulf prin clasare pneumatică**

La baza acestei metode stau aceleași legi ca și la clasarea hidraulică, în sensul că separarea pe dimensiuni se efectuează pe baza diferenței dintre vitezele limită de cădere ale granulelor în mediu gazos.

Totuși, gazul prezintă o serie de particularități cum ar fi: densitatea și viscozitatea mult mai mică în comparație cu apa, ca și compresibilitatea, de care trebuie să se țină cont la determinarea vitezei limită de cădere.

În problema de transport pe verticală, s-a introdus noțiunea de viteză de plutire, care reprezintă viteza unui curent de gaz ascendent, ce menține la o poziție fixă, adică în stare de plutire, o particulă solidă, care are tendința de a se depune.

### **Clasficarea și criteriul de alegere al separatoarelor pneumatice**

În funcție de destinația lor, clasoarele pneumatice pot fi împărțite în două categorii:

- separatoare pneumatice de praf (desprăfuitoare);
- clasoare pneumatice propriu-zise, care permit împărțirea materialului în două sau mai multe clase granulometrice.

Separatoarele pneumatice de praf se utilizează în instalațiile de purificare a gazelor, având la bază principiile curgerii fluidelor bifazice în spații de depunere gravitațională, centrifugă, electrostatic, etc.

După mediul în care lucrează, instalațiile de purificare se pot grupa în dispozitive cu mediu uscat și cu mediu umed.

Dispozitivele care funcționează în mediu uscat se clasifică în:

- dispozitive bazate pe principiul detentei (camere de depunere sau de desprăfuire);
- dispozitive, care folosesc principiile de impact, șoc inerție (camere cu șicane, separatoare cu jaluzele, separatoare conice);
- dispozitive bazate pe acțiunea forței centrifuge (cicloane, multicicloane);
- dispozitive cu mediu filtrant;
- dispozitive bazate pe principiul electrostatic (filtre electrostatice).

În cadrul fluxului tehnologic inițial, este prevăzută operația de ardere a sulfului din minereul cu conținut de sulfuri.

Odată cu arderea sulfului și obținerea dioxidului de sulf apar și unele produse secundare, care sunt antrenate de gaz, sub formă de particule fine de minereu desulfurat, sau sub formă de vapori ai unor metale sau oxizi, cu temperaturi coborâte de volatilizare

## **Procedee și instalații de separare uscată**

### **Separarea prin sedimentare**

Separarea prin sedimentare a particulelor în suspensie dintr-un gaz, are loc în camere de depunere sau de desprăfuire, simple sau cu plăci.

Camerele de desprăfuire fig 44, sunt încăperi paralelipipedice, pe care gazul le parcurge cu viteze mici și conțin cantități importante de praf.

Pentru ca sedimentarea să decurgă normal este necesar ca viteza gazului în zona de admisie să fie uniform repartizată pe lățimea camerei. Viteza gazului se ia la circa  $0,15-0,30 \text{ m s}^{-1}$  ceea ce conduce la separarea particulelor cu diametrul de peste 200 microni, la un grad de epurare de 40-70%.

Pentru îmbunătățirea gradului de separare, prin evitarea apariției turbionilor, se construiesc camere de sedimentare cu rafturi orizontale, fig. 45, sau înclinate, fig. 46.

Înălțimea camerelor de depunere  $H$  variază între 4 și 10 cm.

Camerele de desprăfuire de construcție mai nouă, sunt prevăzute cu șicane înclinate, fig. 46.

Instalația constă dintr-o cameră 1, în care sunt montate o serie de plăci 2, înclinate cu un unghi  $\alpha$ . Gazul cu praf ce intră prin tubul de alimentare 3, trece prin interspațiile acestor polițe, pe care se depune praful și părăsește aparatul prin tubul 4. Praful depus cade sub greutatea proprie, sau prin înclinarea spre verticală a polițelor, în buncărele 5, de unde se evacuează cu transportorul 6.

### **Separarea prin inerție**

În grupul cicloanelor de desprăfuire intră așa zisul ciclon, fig. 47, reprezentând un aparat static, caracterizat prin majorarea forțelor de sedimentare de 50 până la 2500 ori față de cele gravitaționale.

Fenomenul de separare în ciclon este condiționat de raportul existent între forța centrifugă  $F_c$  și forța de rezistență la înaintare,  $R_s$ .

Curentul de gaz alimentat tangențial se rotește și acționează ca o sită cu ochiuri de o anumită dimensiune.

Se poate considera că, într-o secțiune transversală, în spațiul dintre mantaua cilindrică 1 și tubul de sifonare 5, materialul se stratifică în funcție de dimensiunea particulelor minerale, aceasta, descrescând dinspre periferie înspre axa ciclonului.

Datorită acestei stratificări, particulele solide se constituie într-un curent elicoidal descendent, evacuându-se prin orificiul 4, în timp ce gazul desprăfuit, cu un conținut redus de particule micronice, părăsește aparatul sub forma unui curent rotativ prin tubul de sifonare 5.

La cicloul cu alimentare axială, fig. 48, alimentarea gazului se produce descendent prin tubul 1, iar mișcarea de rotație a gazului se realizează prin montarea în drumul său a unei rozete de ghidare, 2.

Înclinarea paletelor rozetei influențează numărul de spirale parcurs de gazul cu praf și prin aceasta se reglează dimensiunea de separare.

Evacuarea gazului desprăfuit se face prin tubul de sifonare 3, ca și la cicloanele cu alimentare tangențială.

Pentru a se obține dioxidul de sulf cu un grad cât mai înalt de puritate, lucrarea de față recomandă, pe lângă utilizarea unui ciclou de desprăfuire și utilizarea de saci filtrați executați din fibre de sticlă siliconizate și grafitate.

Experimental s-a dovedit că, eficiența unui ciclou este cu atât mai mare cu cât se micșorează diametrul său. Din acest considerent a apărut ideea construirii unor baterii de cicloane cu diametrul redus de 150 până la 200 mm.

În tabelul 1 sunt prezentate, în ordinea crescătoare a numărului atomic, metalele și metaloidele însoțitoare, existente în minereurile din zăcămintul de la Roșia Montană, împreună cu unele din proprietățile lor fizice (densitatea exprimată în  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , temperatura de topire și de fierbere exprimate în  $^{\circ}\text{C}$ ).

Se observă că unele din elementele metalice și nemetalice din tabel au temperaturile de topire și volatilizare cuprinse în domeniul temperaturilor de ardere a sulfului și ca urmare, prin răcire se vor găsi sub formă de particule fine.

Scoaterea prafului din instalația de epurare uscată se va face cu grijă, folosindu-se sisteme etanșe, pe de o parte pentru a nu contamina mediul din hala de lucru, iar pe de altă parte, pentru a nu pierde elemente sau compuși precum: arsenul, seleniul, cadmiul, trioxidul de molibden și altele ce vor fi determinate prin analize.

Praful va fi trimis în secția de recuperare a elementelor existente și decelate pe bază de analize.

Tabelul 1

Nr. crt.	Nr. atomic	Denumire	Densitate în $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	Temperaturile în $^{\circ}\text{C}$	
				de topire	de fierbere
1	3	Litiu	0,5340	180,54	1342
2	22	Titan	4,5060	1668	3287
3	23	Vanadiu	6,0000	1910	3407
4	24	Crom	7,1900	1907	2671
5	25	Mangan	7,2100	1246	2061
6	26	Fer	7,8740	1538	2862
7	27	Cobalt	8,9000	1495	2927
8	28	Nichel	8,4080	1455	2913
9	29	Cupru	8,9400	1084,62	2562
10	30	Zinc	7,1400	419,53	907
11	31	Galiu	5,9100	29,76	2204
12	32	Germaniu	5,3230	938,25	2833
13	33	Arsen	5,7270	817	614
14	34	Seleniu	4,7900	221	684,6
15	42	Molibden	10,2800	2623	4639
16	47	Argint	10,4900	961,78	2162
17	48	Cadmiu	8,6500	321,07	767
18	49	Indiu	7,3100	156,59	2072

19	50	Staniu	7,3600	231,93	2602
20	52	Telur	6,2400	449,51	988
21	74	Wolfram	19,2500	3422	5555
22	79	Aur	19,3000	1064,18	2856
23	82	Plumb	11,3400	327,46	1749
24	83	Bismut	9,7800	271,5	1584

## Schema tehnologică de preparare a minereurilor din zăcămintul de la Roșia Montană și din alte zăcămintele similare, recomandată de autori.

Schema tehnologică de preparare poate fi realizată în două variante:

- aplicată asupra minereului brut extras din mină;
- aplicată asupra minereului desulfurat.

Prin experimentări se va putea stabili, care este varianta optimă și ea va fi aplicată.

Soluția tehnologică aleasă de autori este prezentată în fig. 49 a și 49 b și reprezintă concentrarea minereului brut, prin care se înlătură o parte din steril, realizându-se o creștere a conținutului de aur, argint și a altor minerale utile, în care concentratul devine materie primă și urmează a fi prelucrat în continuare, conform fluxului tehnologic inițial.

Prin aplicarea acestei scheme tehnologice se asigură o mai bună recuperare, adică o extracție de metal de peste 95% și se obțin economii importante în costurile de producție.

Conținutul de aur și argint din steril este la nivelul celui din sterilul obținut la flotație.

Fluxul de procesare prin preparare, a urmărit utilizarea celor mai performante utilaje din ultima generație, scurtând timpul de desfășurare a proceselor și în acest fel, reducând nivelul investițiilor necesare.

Minereul extras din mină este adus la suprafață în vagonete și încărcat în vagoane de cale ferată, cu ajutorul unei benzi transportoare.

În fig. 50 este prezentată gura de intrare în mina Roșia Montană și locomotiva electrică, care tractează vagonetele, iar în fig 51 sunt prezentați vagonetele, cu care se transportă minereul din mină.

Vagoanele de cale ferată, sunt tractate de locomotivă pe o extacadă fig. 52, sub care se găsesc silozurile, pentru depozitarea minereului brut.

Vagoanele de cale ferată pot fi prevăzute cu trepte tip gondolă, sau cu uși laterale fig. 53, și atunci nu este necesar culbutorul.

În caz că vagoanele nu sunt prevăzute cu uși laterale, este folosit culbutorul fig. 54, care permite răsturnarea, cu 180° a vagonului încărcat cu minereu brut. Răsturnarea vagonului durează circa 50 de secunde, iar întregul ciclu, cu revenirea la poziția inițială, între două și cinci minute.

Minereul din siloz, prin alimentatorul rotativ, este preluat de o bandă transportoare, care alimentează buncărul de lucru.

Minereul brut este mărunțit și clasat, operații pe parcursul cărora se realizează desfacerea concreșcențelor.

Din buncărul de lucru, minereul este trecut peste grătarul vibrator 10, cu ochiuri de Ø 80 mm.

De pe grătarul vibrator 10, minereul cu o granulație clasa +80 mm este trecut într-un concasor cu fălci 11 și de aici pe un ciur vibrant 12 cu ochiuri de Ø 40 mm.



235

Tot pe acest ciur vibrant, cu o bandă transportoare este adusă și fracția -80 mm de sub grătarul vibrator.

Fracția +40 mm este recirculată la concasorul cu fălci, iar fracția -40 mm este preluată de o bandă transportoare și dusă la concasorul conic 13 și de aici pe ciurul vibrant 14, cu ochiuri de  $\varnothing$  3 mm.

Fracția +3 mm este recirculată la concasorul conic, iar fracția -3 mm este trecută cu o bandă transportoare în buncărul de așteptare 15.

Cu ajutorul închizătorului mecanic al buncărului de așteptare, minereul sfărâmat și clasat este trecut în dozatorul automat 16 și de aici în căruciorul dozator 17.

Din căruciorul dozator, cu o bandă de transport 18, minereul este trecut în moara cu bile 19, unde minereul este măcinat în prezența apei, producându-se așa numita "tulbureală", adică amestecul de apă și particulele solide rezultate din măcinare, care urmează a fi supusă mai departe prelucrării.

Tulbureala cu materialul măcinat fin în moara cu bile este trecută într-un bazin de alimentare 20, de unde cu pompa centrifugă 21, este trimisă la un ciur vibrant 22. Refuzul de pe ciurul vibrant este recirculat la măcinare în moara cu bile.

Tulbureala trecută prin ciurul vibrant 22, este dirijată la un bazin de alimentare 23, de unde cu pompa centrifugă 24, este dirijată la hidrociclonul 25.

După clșarea în hidrociclonul 25, tulbureala cu materialul grosier este evacuată prin partea inferioară a hidrociclonului, în concentratorul gravitațional centrifugal 26 de tip Knelson.

Concentratorul centrifugal de tip Knelson, este unul dintre utilajele cele mai performante, la care prin rotirea conului se generează o accelerație centrifugă de aproximativ 50 de ori mai mare decât accelerația gravitațională  $g$ , adică  $50 \times 9,8 = 490 \text{ ms}^{-2}$ .

Suprascurgerea din hidrociclon, adică tulbutreala cu particule fine, clasa -0,074 este dirijată cu pompa centrifugă 27, prin conductă, la un egalizator de debit 28.

Din egalizatorul de debit, tulbureala este trecută într-un bazin de alimentare 29 și de aici, cu pompa centrifugă 30, este dirijată la un distribuitor de tulbureală 31, care o distribuie la mașinile de flotație 32, unde se realizează primul stadiu de flotație, adică flotația primară, dar și la mașinile de flotație 34, unde se realizează cel de al doilea stadiu de flotație, reflatărea..

Prin urmare este vorba de o flotație bistadială.

Tulbureala cu steril din concentratorul gravitațional centrifugal, este trecută într-un bazin de alimentare 35, de unde, cu pompa centrifugă 36 este readusă în moara cu bile 19.

Concentratul sub formă de tulbureală, este trecut din concentratorul gravitațional centrifugal într-un bazin de alimentare 37, de unde cu pompa centrifugă 38, este trecut într-un agitator mecanic 39, pentru omogenizare și de aici, cu pompa centrifugă 40 este dirijat la un decantor circular cu brațe colectoare de concentrat, 41, pentru sedimentarea concentratului.

Concentratul desecat este trecut pe o bandă transportoare, 42, care îl transportă la buncărul de depozitare a concentratului 43.

Parte lichidă a tulburelei obținută în decantor, este trecută într-un bazin de alimentare 44, de unde cu pompa centrifugă 45, este dirijată la filtrul de vid cu tambur 46.

Tulbureala de la flotație din prima grupă de mașini 32 ca și cea din o parte a mașinilor 33 trece într-un bazin de alimentare 47 și cu pompa centrifugă 48 este dirijată la mașinile de flotație 34, unde de fapt are loc reflatărea.

Tulbureala din o parte a mașinilor de flotație 33, trece în bazinul de alimentare 49 și de aici cu pompa centrifugă 50 este recircuitată la mașinile de flotație 32.

Tulbureala cu sterilul rezultat din mașinile de flotație 33, trece în bazinul de alimentare 51 și cu pompa centrifugă 52, este dirijată la instalația de gospodărire a sterilului, unde după desecare și uscare este utilizat ca materie primă la fabrica de sticlă și la fabrica de ceramică.

Partea de tulbureală cu produse intermediare de la reflatărea este recirculată într-un bazin de alimentare 53 și de aici, cu pompa centrifugă 54, la celulele de flotație primară 32.

Din mașinile de flotație 34, tulbureala trece într-un bazin de alimentare 55 și cu pompa centrifugă 56 este recirculată la aceeași mașină.

Din celulele de flotație 34, turbureala cu concentratul obținut prin reflatare, este trimisă la un bazin de alimentare 57 și de aici, cu o pompă cu membrană 58, este dirijată la un agitator mecanic 59.

Din agitatorul mecanic cu pompa centrifugă 60, turbureala cu concentrat este dirijată la filtrul de vid cu tambur 46.

Concentratul obținut în filtrul de vid cu tambur este trecut pe o bandă transportoare 61, care îl transportă într-un buncăr de depozitare a concentratului 62.

Partea lichidă rezultată în filtrul de vid cu tambur, este dirijată la mașinile de flotație 34, cu pompa centrifugă 63.

După amortizarea investițiilor în domeniul preparării minereurilor, care conduc la obținerea unui concentrat îmbogățit în substanțe minerale utile, costurile de producție vor fi mult diminuate.

## Recomandări pentru construcția utilajelor de preparare

Pentru realizarea grătarului, a sitelor componente ale ciurilor vibrante, a carcaselor morilor, a bilelor sau a barelor pentru mori, a pompelor centrifuge, cu membrană și cu diafragmă și a componentelor lor, a racordurilor și a tablelor pentru hidrocicloane, a concentratorului gravitațional centrifugal și a componentelor sale, a bazinelor de alimentare, a egalizatorului de turbureală, a distribuitorului de turbureală, a mașinilor de flotație, a decantorului circular cu brațe colectoare, a filtrului de vid cu tambur și a conductelor, prin care este dirijată turbureala, datorită acțiunii de eroziune, cauzată de prezența particulelor solide din turbureală, autorii recomandă realizarea acestora din marca de oțel X38CrMoV 5.1 cu compoziția chimică: C 0,36-0,42%; Si 0,90-1,20%; Mn 0,30-0,50%; P≤0,030%; S≤0,030%; Cr 4,80-5,80%; Mo 0,80-1,40%; V 0,25-0,50% după Werkstoff 1.2343 și DIN 17006, cu următoarele modificări: Si 0,17-0,35%; Mn 0,5-0,8%; P≤0,025%; S≤0,025% atât pentru tablele laminate cât și pentru piesele turnate sau forjate.

Elaborarea oțelului se realizează în convertizor cu insuflare de oxigen cu o capacitate de 160 t, după care oțelul este trecut în instalație LF și apoi oțelul lichid obținut este dus la instalația de turnare continuă.

Prin turnare continuă se obțin 10 sleburi cu grosime de 200 mm, lățime 1250 mm, iar lungimea este cea rezultată din greutatea slebului de 15 t.

Slebul se obține prin tăiere cu flacăra cu o mașină ce înaintază odată cu laminatul turnat continuu.

După tăiere, sleburile sunt lăsate să se răcească lent în stivă.

După răcire, slebul este ridicat și dirijat de o macara cu electromagnet și pus pe o cale cu role, care face legătura, fie cu laminorul de tablă grosă, fie cu laminorul de bandă la cald.

De pe calea cu role, mașina de șarjare împinge slebul la laminorul de tablă grosă, în cuptorul cu propulsie.

La ieșire din cuptorul cu propulsie, slebul trebuie să aibă temperatura de 1150 °C, când intră în caja de laminare.

Temperatura finală de laminare nu poate fi mai mică de 850 °C.

Se obține tablă grosă, cu grosimi de la 4 la 80 mm, iar lățimea de 1250 mm.

Aceleași operații au loc, dacă slebul este dirijat către laminorul de tablă la cald.

În continuare, tabla este laminată la laminorul de bandă la cald, unde tabla este încălzită la 1150 °C, iar la sfârșit de laminare temperatura nu trebuie să fie mai mică de 850 °C.

Se obține un rulou de 15 t greutate cu 1250 mm lățime și cu grosimi cuprinse între 2 și 12 mm.

Ruloul obținut este decapat și laminat la laminorul de bandă la rece, obținându-se un rulou de 15 t greutate cu 1250 mm lățime și grosimi de la 0,5 la 3,5 mm.

Dacă tabla necesară prevăzută în proiect are grosimea între limitele prevăzute pentru ruloul obținut la laminorul de bandă la cald, atunci ruloul este planat pe o mașină specializată cu 6 cilindri, după care tabla este tăiată, cu o foarfecă ghilotină, la dimensiunile prevăzute.

Se expediază la uzina prelucrătoare, unde are loc roluirea tablei sau alte operații, considerându-se că, ruloul de tablă obținut la laminorul de bandă la cald este recopt și poate fi prelucrat.

Urmează tratamentul termic de călire, care constă în introducerea pieselor prelucrate, în cuptor-cameră și încălzite la  $860^{\circ}\text{C}$ , menținându-se timp de 2 minute pentru 1 mm grosime, după care are loc răcirea într-un bazin de ulei și în care uleiul este continuu agitat.

După călire, piesele sunt introduse într-un bazin de degresare, conținând apă caldă și detergent.

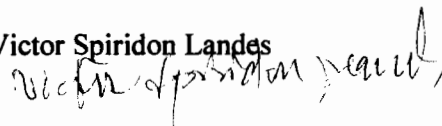
Urmează operația de revenire, introducându-se piesele în cuptor-cameră încălzit electric la  $200^{\circ}\text{C}$ , timp de o oră pentru 25 mm grosime, însă nu mai puțin de două ore, după care piesele sunt scoase din cuptor și răcite în aer. Trebuie să se obțină o duritate de minim 55 HRC.

Dacă tabla menționată în proiect are grosimea cuprinsă între limitele prevăzute pentru ruloul obținut la laminorul de bandă la rece, pentru a fi prelucrată, necesită o recoacere de recristalizare, prin introducerea ruloului în cuptor și încălzirea lui la  $720^{\circ}\text{C}$ , în care timpul de încălzire și palierul reprezintă 36 ore, după care urmează răcirea dirijată timp de 24 de ore.

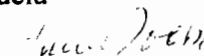
După recoacere urmează planarea și tratamentul termic descris mai sus.

Oțelul este sudabil și sudarea se poate realiza cu tipul de electrod E 25.20 STAS 1125/5-87.

Dr. Ing. Victor Spiridon Landes



Fizician Ioan Suciu



## BILIOGRAFIE

Manualul inginerului chimist. III.  
Procese și aparate din tehnologia chimică.  
Editura tehnică, 1953.

Ionel Crăescu, Dumitru Constantin, Sanda Krausz, Romulus Sârbu, Nicolae Haneș.  
Prepararea substanțelor minerale utile.  
Editura Didactică și Pedagogică, Buicurești, 1982.

Octavian Florea, Romulus Dima.  
Procese de transfer de masă și utilaje specifice.  
Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984.

Sanda Krausz, Viorica Ciocan, Nicolae Cristea.  
Flotația substanțelor minerale utile. Culegere de probleme.  
Institutul de Mine Petroșani, 1988.

Sârbu Romulus Iosif.  
Prepararea gravitațională, partea I-a, clasare simptotică.  
Universitatea Tehnică Petroșani, 1993.

Sârbu Romulus Iosif.  
Metode gravitaționale de concentrare, partea a II-a.  
Universitatea Tehnică Petroșani, 1993.

Ionel Crăescu.  
Prepararea substanțelor minerale utile. Note de curs.  
Universitatea Petroșani, Fcultatea de Mine, 1996.

Romulus Sârbu.  
Prepararea gravitațională. Îndrumător de laborator.  
Universitatea din Petroșani, 1998.

Ionel Crăescu, Octavian Bold, Nicolae Cristea.  
Clasarea, sfărâmarea și măcinarea substanțelor minerale utile.  
Litografia Universității din Petroșani, 1998

Ottmar Kheil, Nicolae Golcea, Sanda Krausz.  
Metale prețioase, volumele 1 și 2.  
Matrix ROM, București, 2006.

## REVENDICĂRI

1. Schemă tehnologică de preparare a minereurilor din zăcămintul de la Roșia Montană și din alte zăcămintele similare, caracterizată prin aceea că, reprezintă o etapă în cadrul fluxului tehnologic prezentat în lucrarea înregistrată la OSIM cu nr. A/00138 din data de 02.03.2012

Lucrare de față nu modifică fluxul tehnologic stabilit inițial în lucrarea depusă la OSIM.

Schema tehnologică de preparare cuprinde următoarele faze:

- clasarea, sfărâmarea și măcinarea minereului;
- clasări hidraulice;
- concentrarea gravitațională;
- flotația;
- decantarea;
- filtrarea;
- uscarea;
- epurarea uscată, a dioxidului de sulf prin clasare pneumatică.

2. Schemă tehnologică de preparare a minereurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, este aplicată în două variante și anume:

- pe minereul extras din mină;
- pe minereul desulfurat, adică după ce s-a produs arderea sulfului din sulfurile componente ale minereului.

Indiferent care variantă se aplică, concentratul îmbogățit în substanțe minerale utile, devine materie primă, cu care se va lucra mai departe pe fluxul inițial stabilit.

3. Schemă tehnologică de preparare conform revendicărilor 1 și 2, caracterizată prin aceea că, în cadrul fluxului tehnologic stabilit inițial, este prevăzută operația de arderea sulfului din minereul cu conținut de sulfuri.

Odată cu producerea dioxidului de sulf, se produc unele produse secundare, care sunt antrenate de gaz, fie sub formă de particule fine de minereu desulfurat, fie de unele elemente metalice și nemetalice cu temperaturi coborâte de volatilizare, precum: seleniu, cadmiu, posibil trioxidul de molibden, arsenul și altele ce vor fi determinate prin analize.

Pentru aceasta se va utiliza o epurare uscată, pentru a se obține pe de o parte, un dioxid de sulf de înaltă calitate, iar pe de altă parte, o recuperare cât mai avansată a prafului produs și care va fi trimis în stația de recuperare a elementelor prezente, metalice și nemetalice.

4. Schemă tehnologică de preparare a minereurilor conform revendicărilor 1 și 2, caracterizată prin aceea că, pentru realizarea grătarului, a sitelor componente ale ciururilor vibrante, a carcaselor morilor, a bilelor sau a barelor pentru mori, a pompelor centrifuge și cu diafragmă sau cu membrană și a componentelor lor, a racordurilor și a tablelor pentru hidrocicloane, a concentratorului gravitațional centrifugal și a componentelor sale, a bazinelor de alimentare, a egalizatorului de turbureală, a distribuitorului de turbureală, a mșinilor de flotație, a decantorului circular cu brațe colectoare, a filtrului de vid cu tambur, a conductelor prin care este dirijată turbureala, datorită acțiunii de eroziune cauzată de prezența particulelor solide din turbureală, se recomandă realizarea acestora din oțel marca X38CrMoV 5.1 cu compoziția chimică: C 0,36-0,42%; Si 0,9-1,20%; Mn 0,30-0,50%; P≤0,030%; S≤0,030%; Cr 4,80-5,80%; Mo 0,80-1,40%; V 0,25-0,50% după Werkstoff 1.2343 și DIN 17006, cu următoarele modificări: Si 0,17-0,35%; Mn 0,50-0,80%; P≤0,025%; S≤0,025%, atât pentru tablele laminate, cât și pentru piesele turnate sau forjate.

Elaborarea oțelului se realizează, în convertizor cu insuflare de oxigen, cu o capacitate de 160 t, după care oțelul este trecut în instalația LF și apoi oțelul lichid este dus la instalația de turnare continuă.

Prin turnare continuă se obțin 10 sleburi cu grosimea de 200 mm, lățimea de 1250 mm, iar lungimea este cea rezultată din greutatea slebului de 15 t.

Slebul se obține, prin tăierea cu flacăra cu o mașină ce înaintează odată cu laminatul turnat continuu.

După tăiere, sleburile sunt lăsate să se răcească lent în stivă.

După răcire, slebul este ridicat și dirijat de o macara cu electromagnet și pus pe o cale cu role, care face legătura, fie cu laminorul de tablă groasă, fie cu laminorul de bandă la cald.

De pe calea cu role, mașina de șarjare împinge slebul la laminorul de tablă groasă, în cuptorul cu propulsie.

La ieșirea din cuptorul cu propulsie, slebul trebuie să aibă temperature de 1150 °C, când intră în caja 1 de laminare.

Temperatura finală de laminare nu poate fi mai mică de 850 °C.

Se obține tablă groasă cu grosimi de la 4 la 80 mm și lățime de 1250 mm.

Aceleași operații au loc, dacă slebul este dirijat către laminorul de bandă la cald.

În continuare, tabla este laminată la laminorul de bandă la cald, unde tabla este încălzită la 1150 °C, iar la sfârșit de laminare temperatura nu trebuie să fie mai mică de 850 °C.

Se obține un rulou de 15 t greutate, cu 1250 mm lățime și cu grosimi cuprinse între 2 și 12 mm.

Ruloul obținut este decapat și laminat la laminorul de bandă la rece, obținându-se un rulou de 15 t greutate cu 1250 mm lățime și grosimi de la 0,5 la 3,5 mm.

Dacă tabla prevăzută în proiect pentru utilaje are grosimea între limitele ruloului obținut la laminorul de bandă la cald, atunci ruloul este planat pe o mașină specializată cu șase cilindri, după care tabla este tăiată cu o foarfecă ghilotină, la dimensiunile prevăzute.

Se expediază la uzina prelucrătoare, unde are loc roluirea tablei, sau alte operații, considerându-se că, ruloul de tablă obținut la laminorul de bandă la cald este recopt și poate fi prelucrat.

Urmează tratamentul termic de călire, care constă în introducerea pieselor prelucrate în cuptor-cameră încălzit la 860 °C, menținându-se ca timp 2 minute pentru 1 mm grosime, după care are loc răcirea într-un bazin cu ulei și în care uleiul este continuu agitat.

După călire, piesele sunt introduse într-un bazin de degresare, conținând apă caldă și detergent.

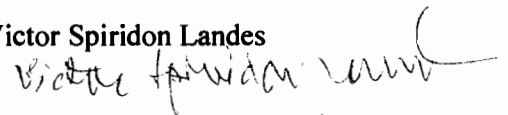
Urmează operația de revenire, introducându-se piesele în cuptor-cameră încălzit electric la 200 °C, timp de o oră pentru 25 mm grosime, însă nu mai puțin de două ore, după care piesele sunt scoase din cuptor și răcite în aer. Trebuie să se obțină o duritate de minim 55 HRC.

Dacă tabla menționată în proiect are grosimea cuprinsă între limitele prevăzute pentru ruloul obținut la laminorul pentru bandă la rece, pentru a fi prelucrat, necesită o recoacere de recristalizare, prin introducerea ruloului în cuptor și încălzirea lui la 720 °C, în care timpul de încălzire și palierul reprezintă 36 de ore, după care urmează răcirea dirijată timp de 24 ore.

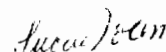
După recoacerea de recristalizare, urmează planarea și tratamentul termic descris mai sus.

Oțelul este sudabil și sudarea se poate realiza cu tipul de electrod E 25.20, STAS 1125/5-87.

Dr. Ing. Victor Spiridon Landes



Fizician Ioan Suci



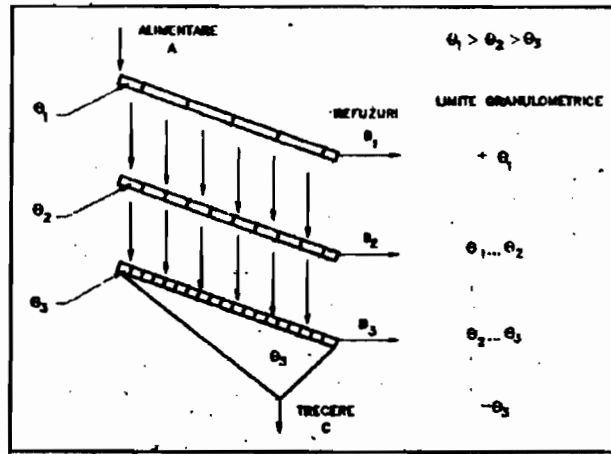


Fig 1. Clasarea prin refuz.

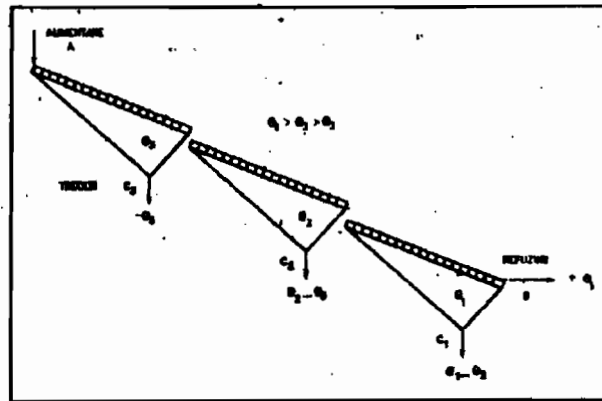


Fig. 2. Clasare prin trecere.

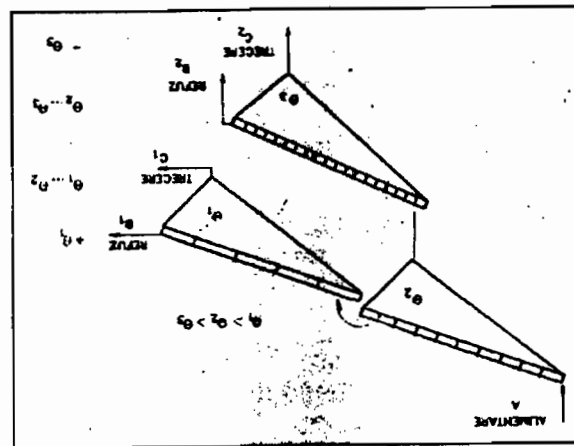


Fig. 3. Clasarea combinată.



**LEGENDA**

**Fig. 4.**

**Ciur vibrant cu separare sub sită.**

1. – carcasă piramidală;
2. – cameră de clasare
3. – suprafață de clasare;
4. – vibrator;
5. – orificiu de alimentare cu turbureală;
6. – agitator;
7. – conductă pentru apa de injecție;
8. – nivelul turburelii;
9. – palete de liniștire;
10. – conductă pentru evacuarea produsului fin;
11. – conductă pentru evacuarea produsului grosier.

**LEGENDA**

**Fig. 5.**

**Dezintegrator.**

1. – disc
2. – disc;
3. – bară de sfărâmare;
4. – bară de sfărâmare;
5. – arbore;
6. – arbore;
7. – lagăr;
8. – lagăr;
9. – șaiță motoare;
10. – șaiță motoare;
11. – carcasă;
12. – pâlnie.

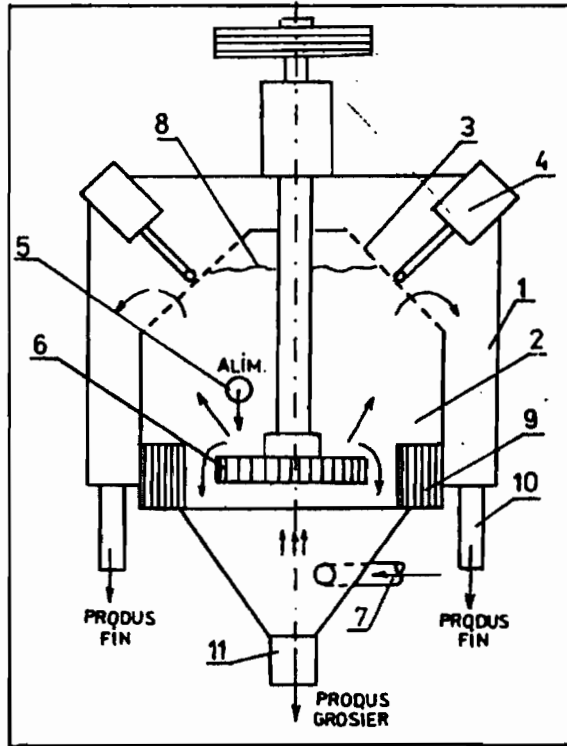


Fig. 4. Ciur vibrant cu separare sub sită.

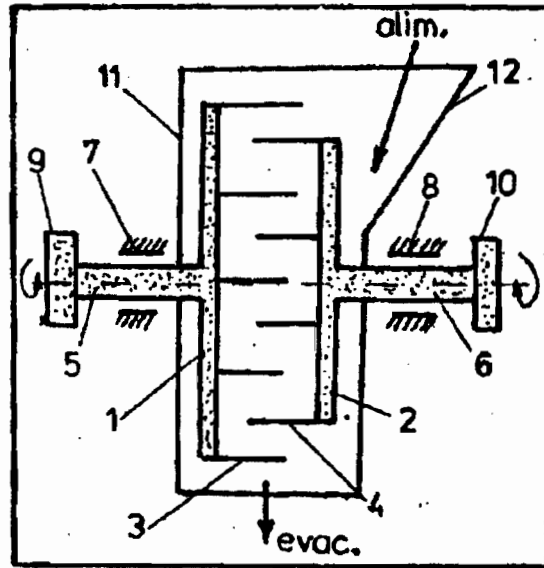


Fig. 5. Dezintegrator.

**LEGENDA**

**Fig. 6.**

**Trepte de sfărâmare.**

- a. - sfărâmare;
- b. - clasare preliminară și sfărâmare;
- c. - sfărâmare și clasare de control;
- d. - clasare preliminară, sfărâmare și clasare de control.

**LEGENDA**

**Fig. 7.**

**Scheme de sfărâmare.**

- a. - cu două trepte în circuit deschis;
- b. - cu două trepte, ultima cu circuit închis;
- c. - cu trei trepte, în circuit deschis;
- d. - cu trei trepte, ultima în circuit închis.

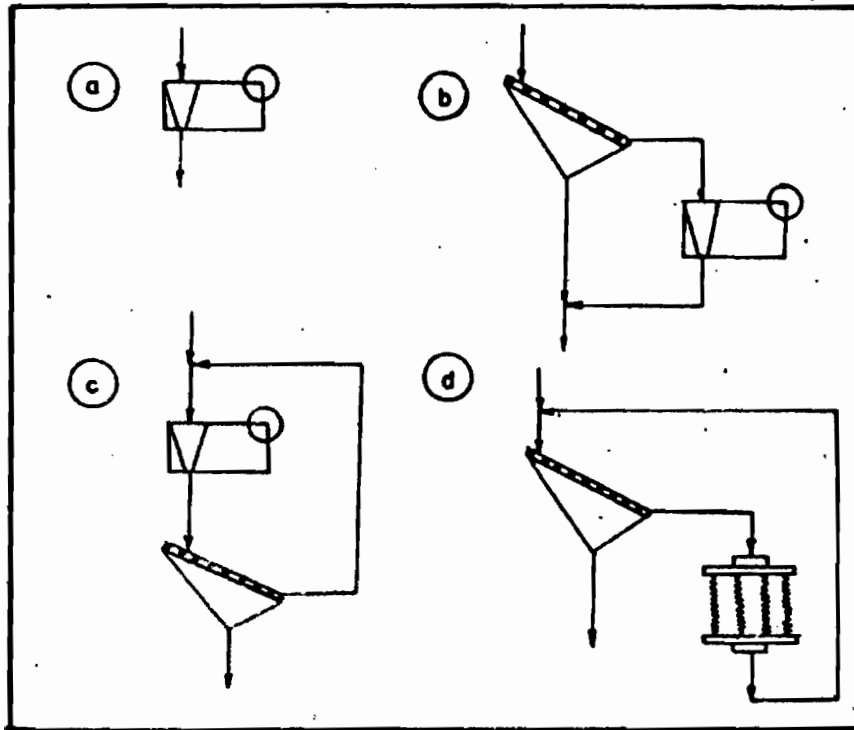


Fig. 6. Trepte de sfărâmare.

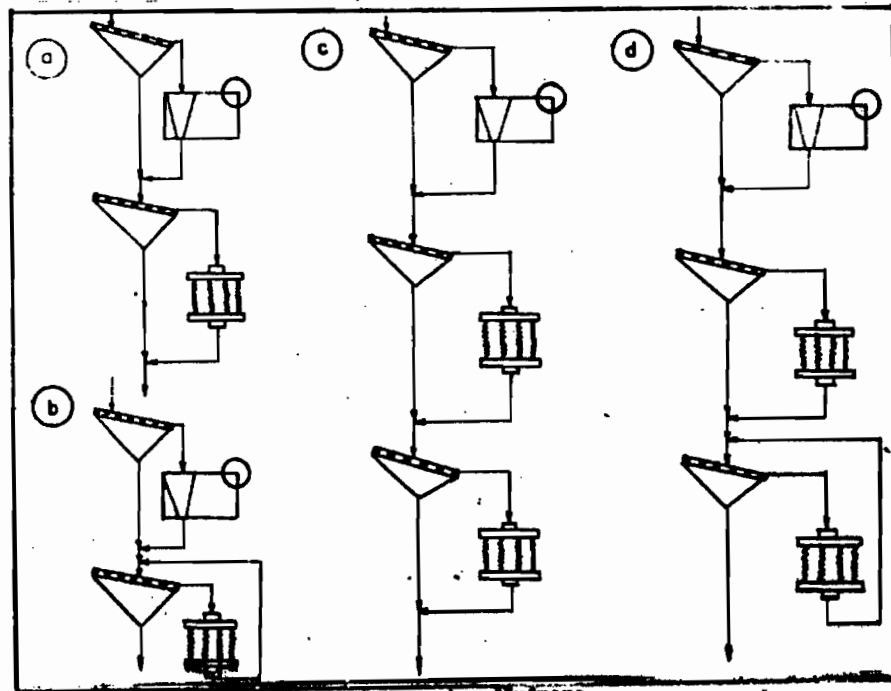


Fig. 7. Scheme de sfărâmare.

MS

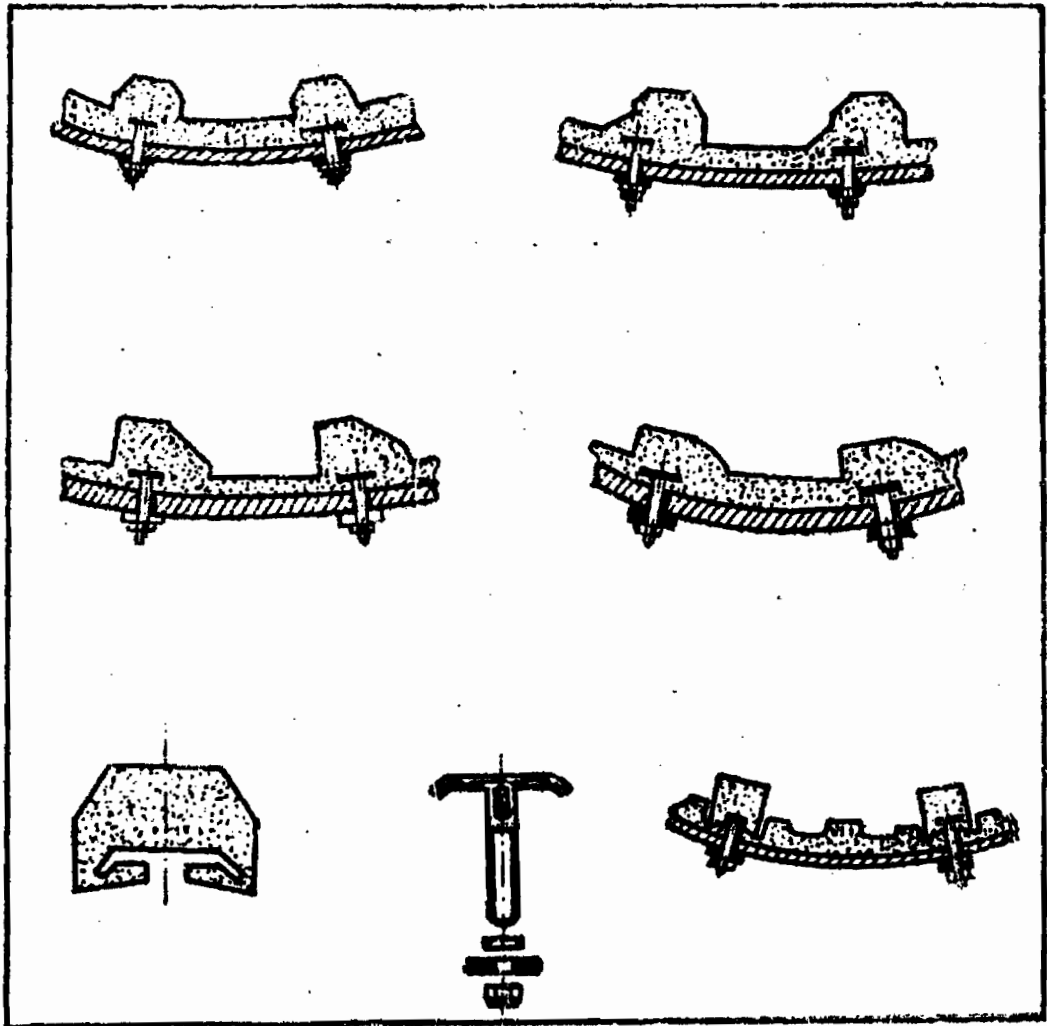


Fig. 8. Căptușeli din cauciuc.

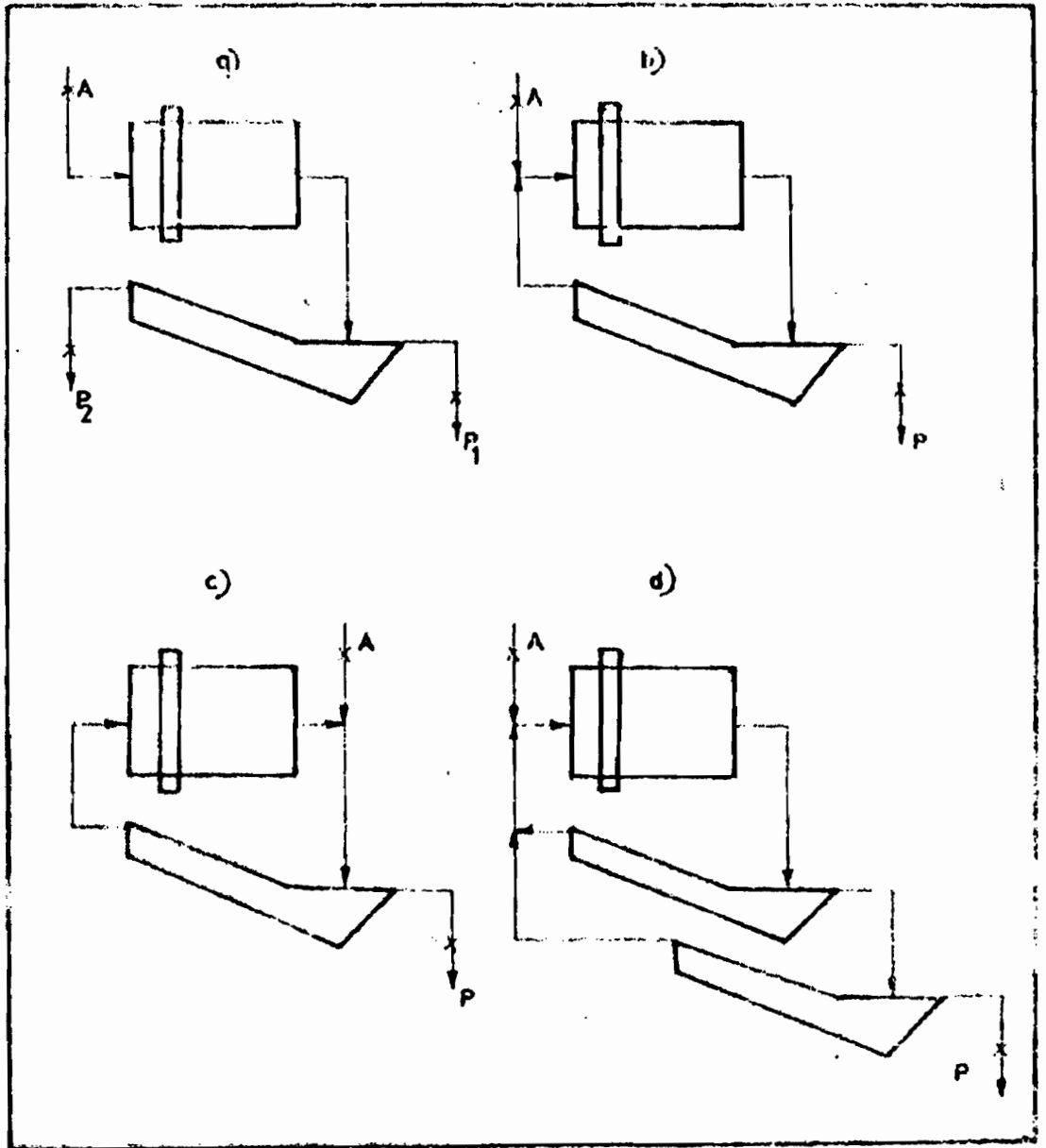


Fig. 9. Scheme de măcinare cu o singură treaptă de măcinare.

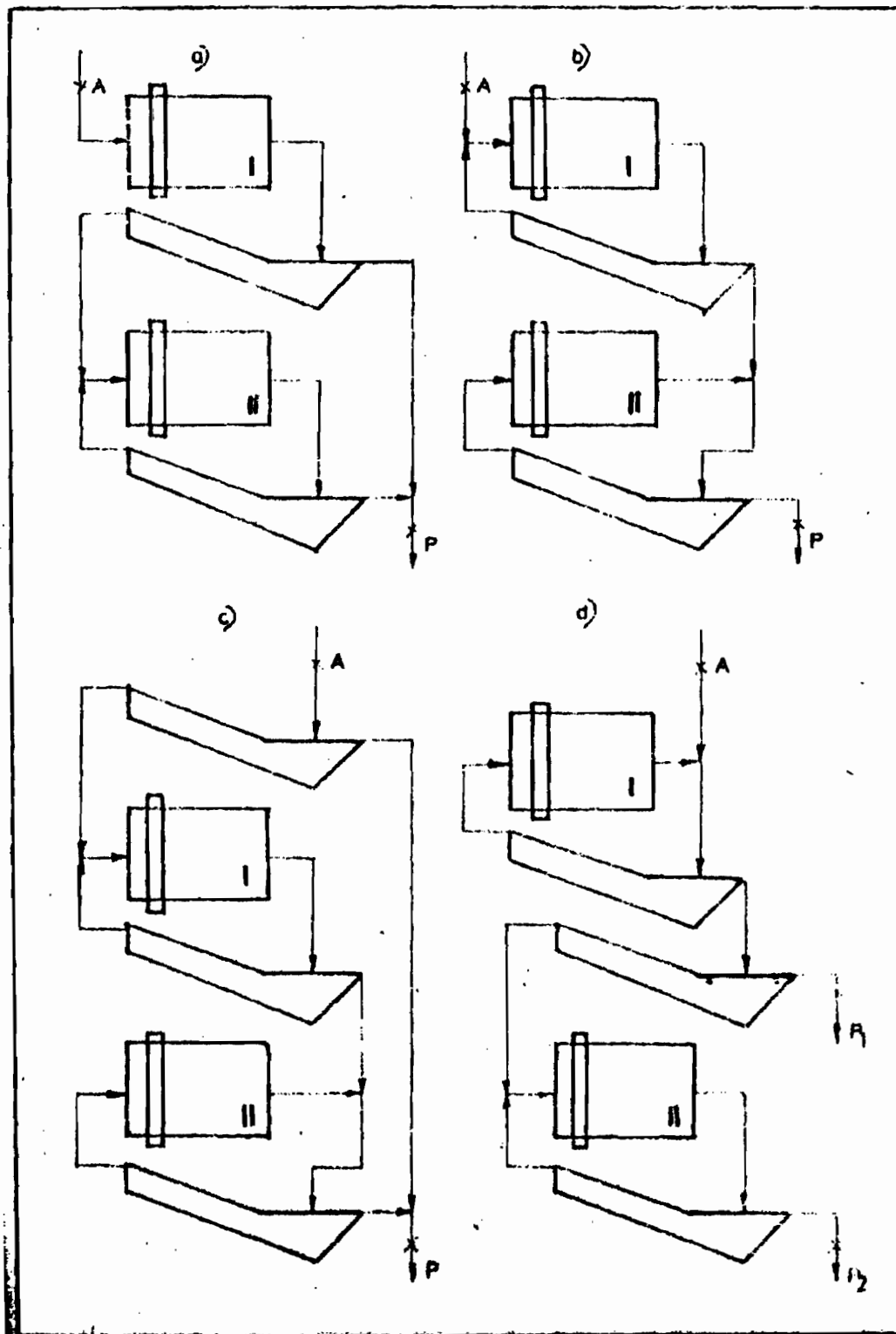


Fig. 10. Scheme de măcinare în două trepte.

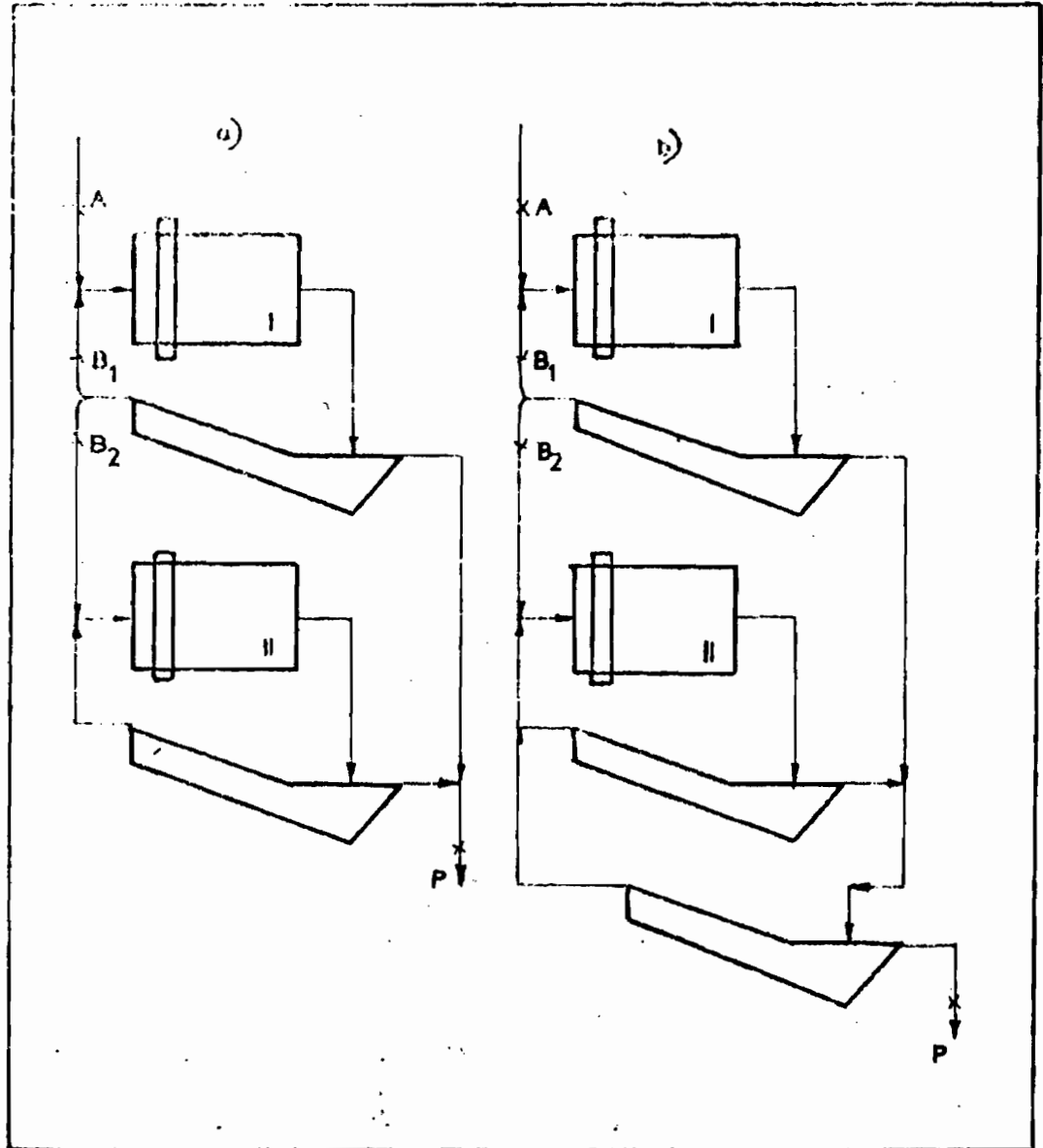


Fig. 11. Scheme de măcinare în două trepte, cu circuit parțial închis.



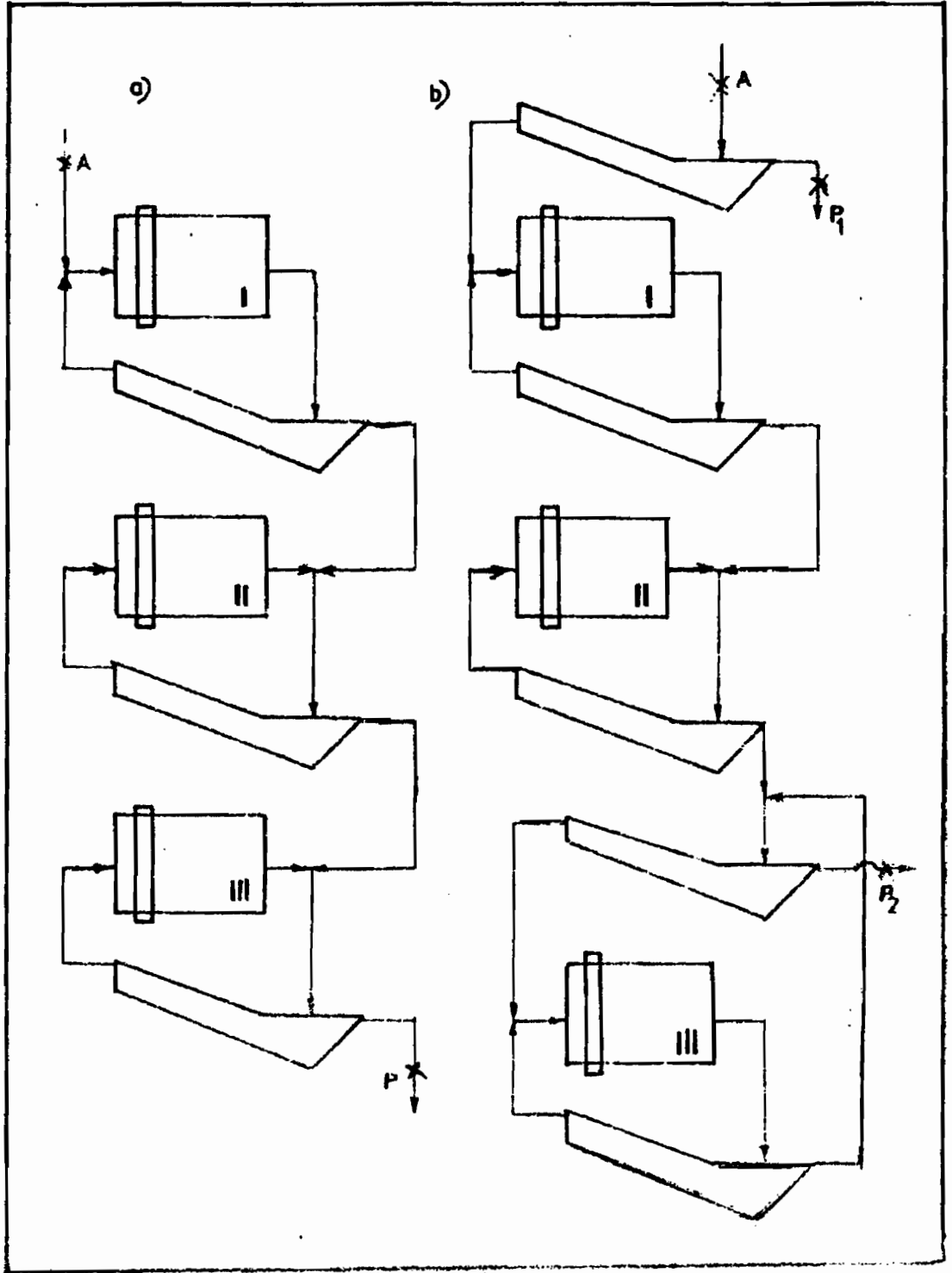


Fig. 12. Scheme de măcinare în trei trepte.

**LEGENDA**

**Fig. 13.**

**Moară autogenă primară.**

1. – tamburul morii;
2. – lagăre;
3. – motor sincron inelar;
4. – fus de alimentare;
5. – dispozitiv de evacuare.

**LEGENDA**

**Fig. 14.**

**Schemă autogenă primară.**

1. – moară autogenă primară;
2. – moară cu bile;
3. – clasor mecanic;
4. – bazin de colectare;
5. – pompă;
6. – hidrociclon.

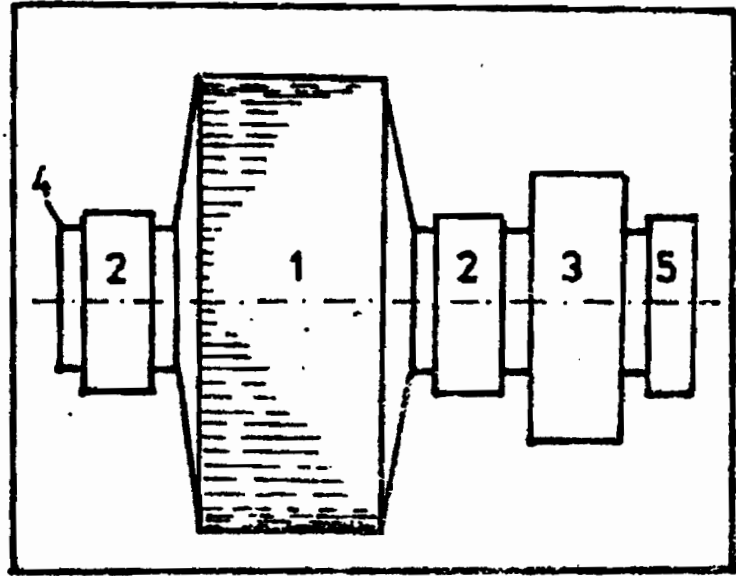


Fig. 13. Moară autogenă primară.

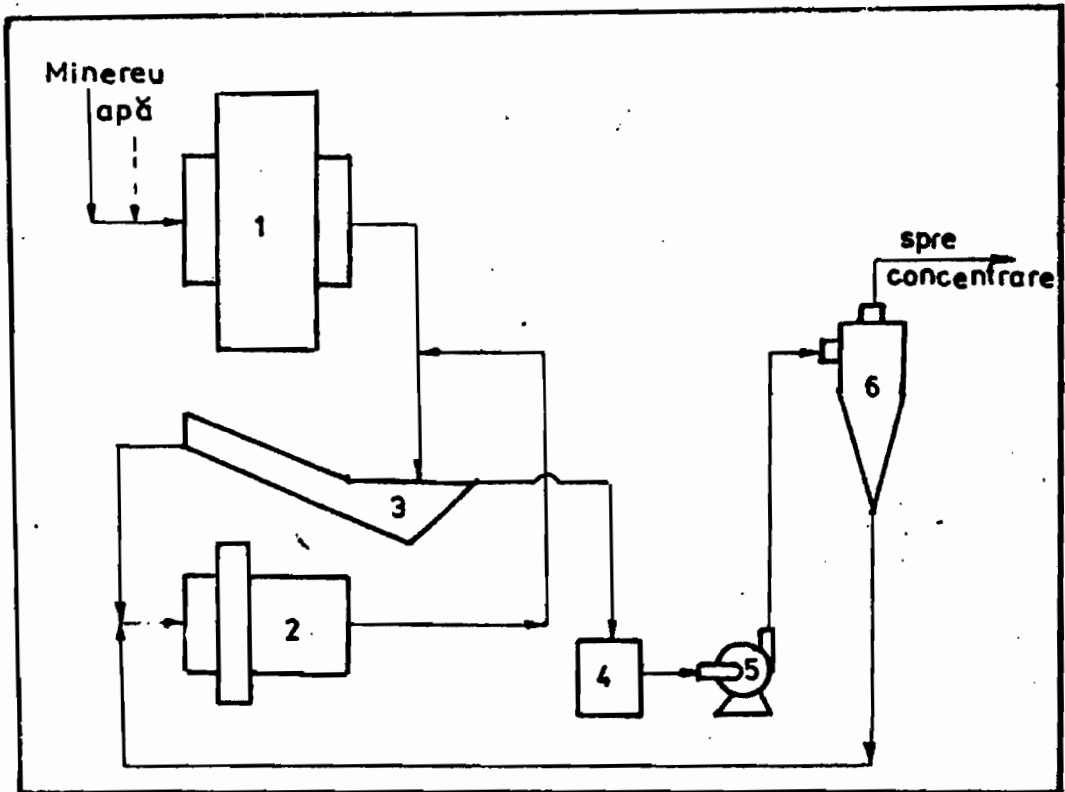


Fig. 14. Schemă autogenă primară.

**LEGENDA**

**Fig. 15.**

**Măcinare autogenă fină.**

1. – moară autogenă primară;
2. – moară autogenă fină;
3. – hidrociclon;
4. – bazin de colectare;
5. – pompă;
6. – silozuri cu bulgări.

**LEGENDA**

**Fig. 16.**

**Schemă de măcinare autogenă primară.**

- a. – cu separarea prealabilă a minereului sfărâmat;
- b. – cu dozarea în moară a minereului.

27

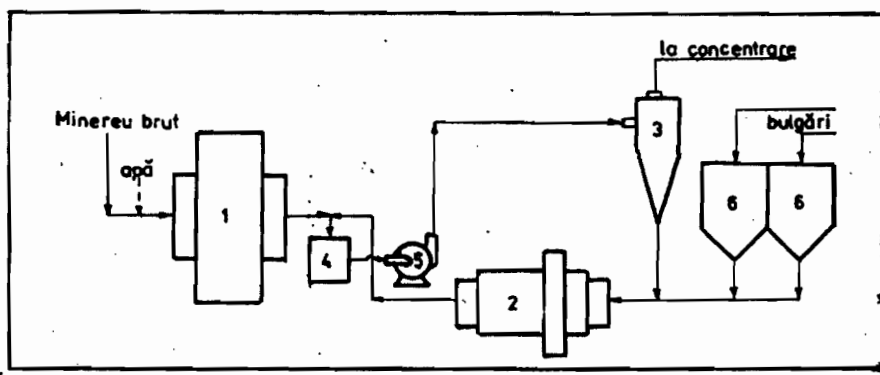


Fig. 15. Măcinare autogenă fină.

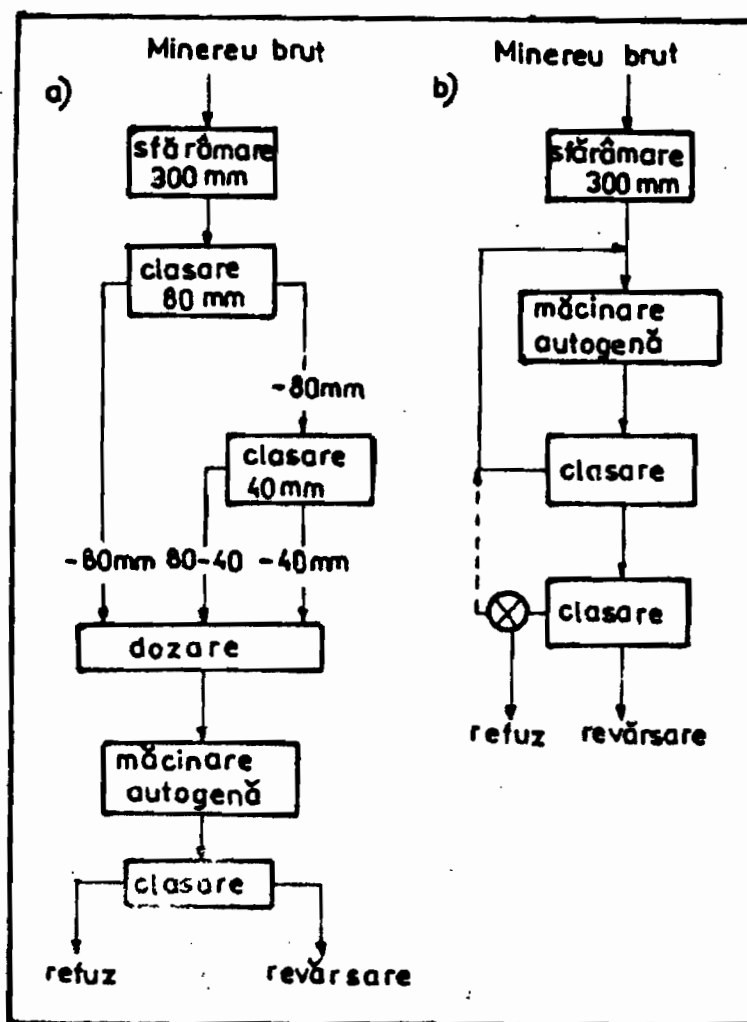


Fig. 16. Schemă de măcinare autogenă primară.

**LEGENDĂ**

**Fig. 17.**

**Scheme de măcinare autogenă primară.**

- a. – cu separarea din alimentare a granulelor critice;
- b. – cu separarea parțială sau totală din evacuarea morii a granulelor critice;
- c. – cu adaos de bile din oțel în moară.

**LEGENDĂ**

**Fig. 18.**

**Scheme de măcinare autogenă primară.**

- a. – cu reciclarea produselor în moară;
- b. – cu acumularea produsului măcinat în silozuri tampon (măcinare autogenă uscată).

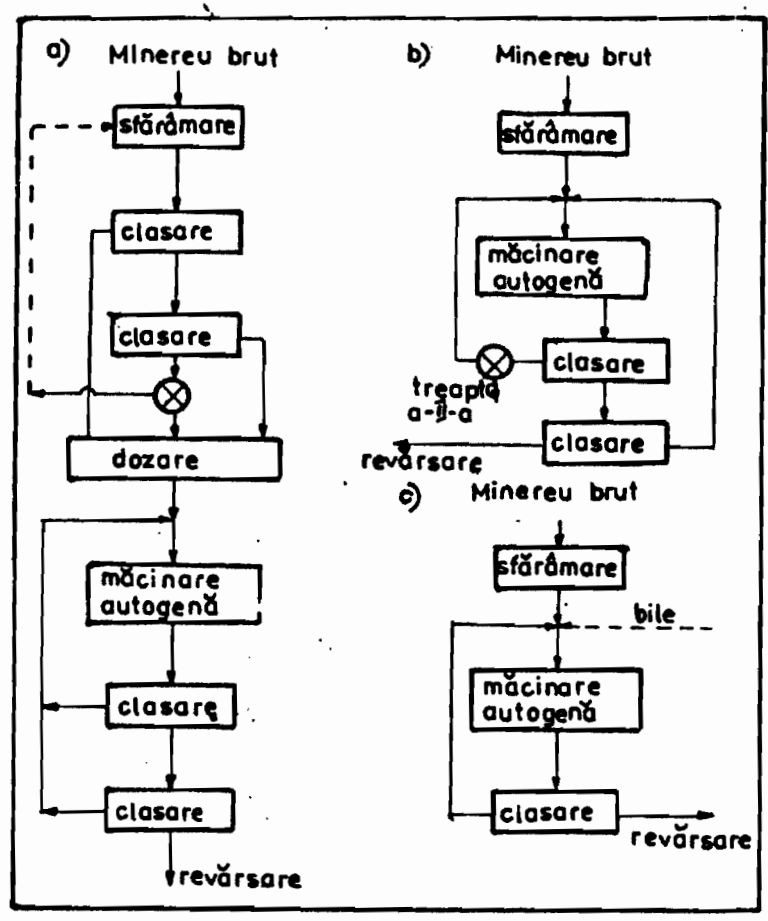


Fig. 17. Scheme de măcinare autogenă primară.

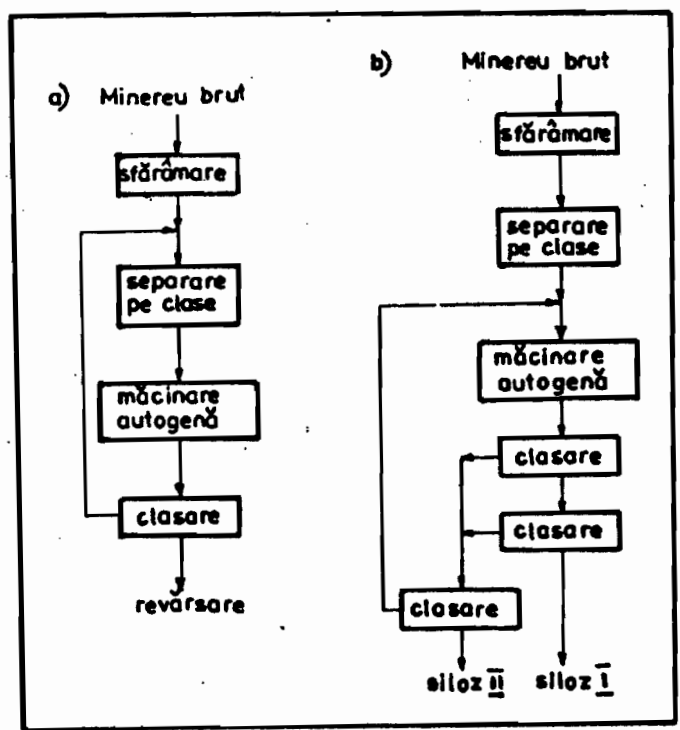


Fig. 18. Scheme de măcinare autogenă primară.

**LEGENDĂ****Fig. 19.****Măcinare autogenă intermediară.**

1. – grătar cu bare;
2. – concasor cu fălci;
3. – ciur vibrant;
4. – concasor conic;
5. – moară autogenă pentru măcinare intermediară;
6. – clasor mecanic;
7. – ciur vibrant;
8. – siloz pentru bulgări de minereu;
9. – siloz pentru bulgări de minereu.



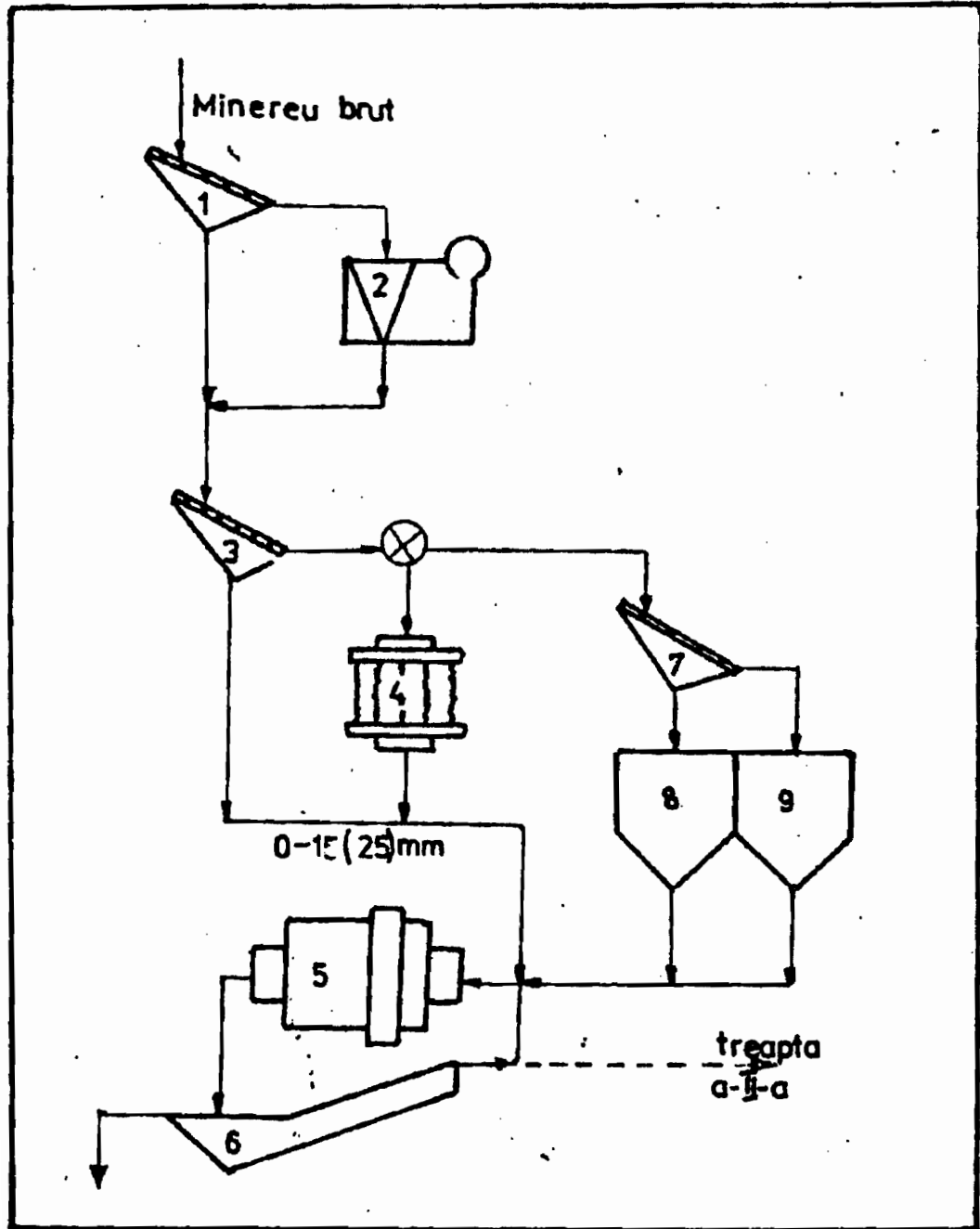


Fig. 19. Măcinare autogenă intermediară.

**LEGENDĂ**  
**Fig. 20.**  
**Măcinare autogenă fină.**

**Varianta I-a:**

1. – grătar cu bare;
2. – concasor cu fălci;
3. – ciur vibrant;
4. – concasor conic;
5. – moară cu bile sau bare;
6. – clasor mecanic;
7. – ciur vibrant;
8. – siloz pentru bulgări de minereu;
9. – siloz pentru bulgări de minereu;
10. – moară autogenă pentru măcinare fină.

**Varianta a –II-a:**

6. – clasor mecanic;
7. – ciur vibrant;
8. – siloz pentru bulgări de minereu;
9. – siloz pentru bulgări de minereu;
10. – moară autogenă pentru măcinare;
11. – grătar cu bare;
12. – ciur vibrant;
13. – moară autogenă primară.

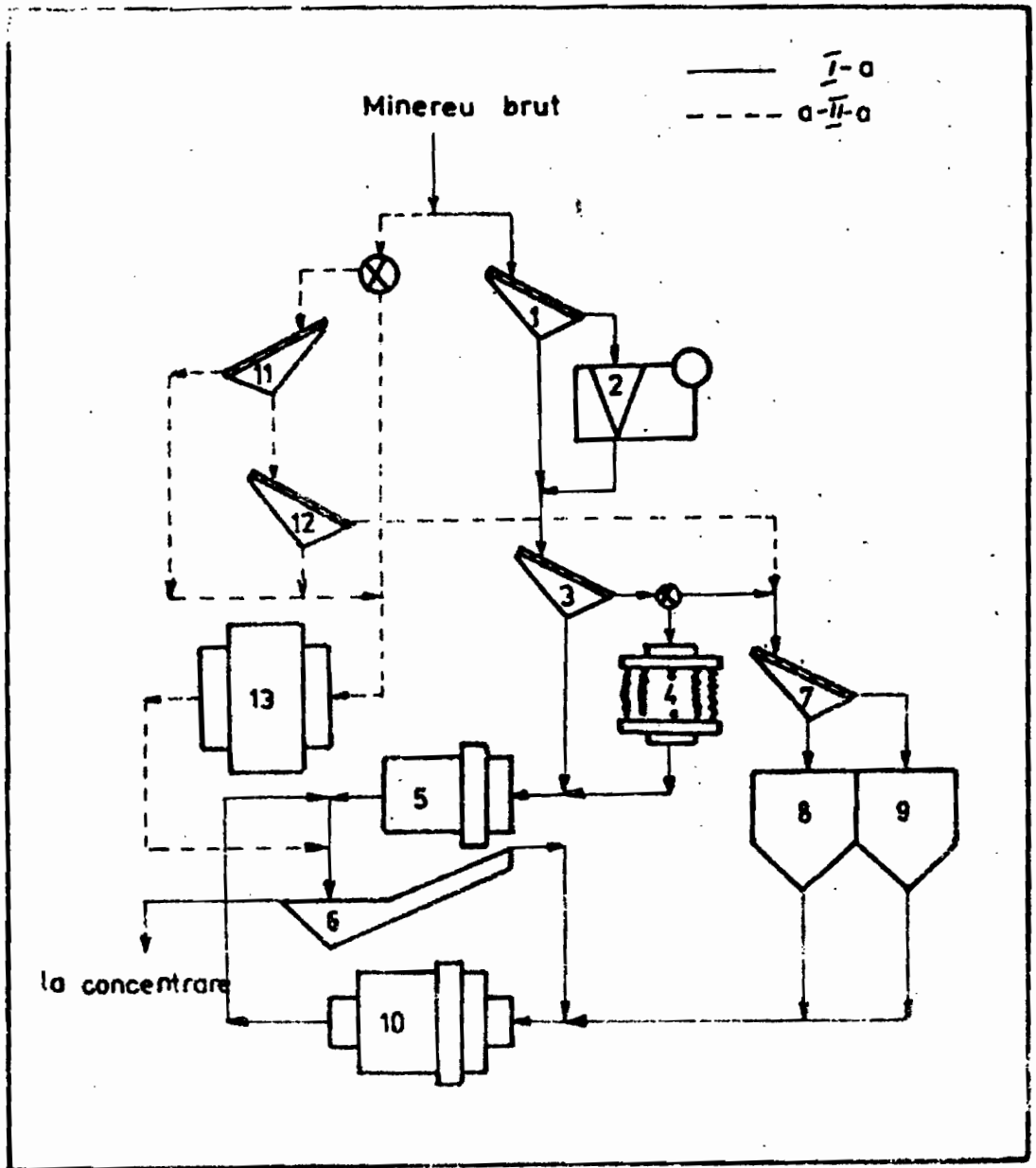


Fig. 20. Măcinare autogenă fină. Varianta I-a și a-II-a.

**LEGENDĂ**  
**Fig. 21.**  
**Conul clasor.**

1. – vas;
2. – jghiab;
3. – tub central;
4. – riglă de preaplin
5. – tub curbat.

**LEGENDA**  
**Fig. 22.**  
**Hidrocicloul.**

1. – partea conică;
2. – cilindru;
3. - racord pentru introducerea tulburii;
4. - curent descendent;
5. – curent ascendent;
6. – duză;
7. – tub de sifonare;
8. – partea cilindrică superioară;
9. – racordul de ieșire a produsului fin;
10. – partea conică a cilindrului superior.

**LEGENDĂ**  
**Fig. 27**  
**Variantă de amplasare a tubului de sifonare**

- a. – tub de sifonare amplasat în partea superioară ;
- b. – tub de sifonare amplasat în partea inferioară.
- c. – tub de sifonare amplasat în partea superioară.

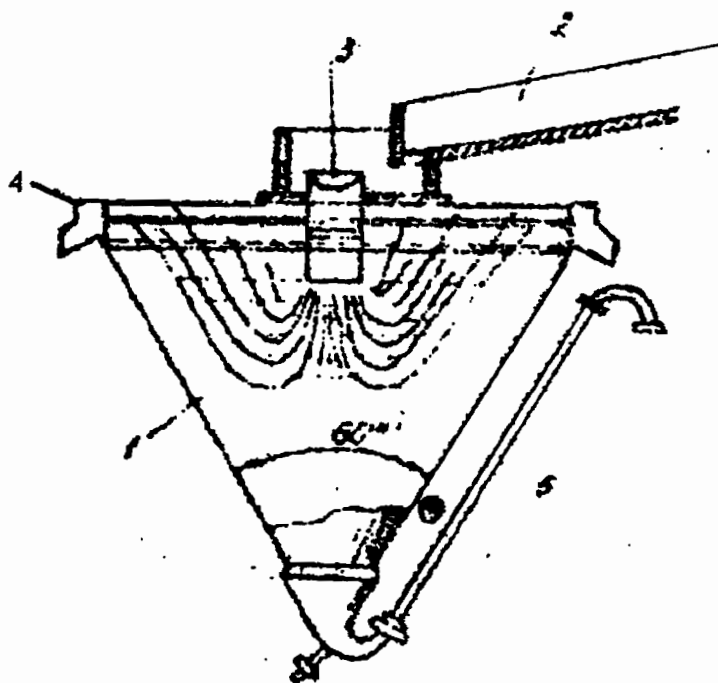


Fig. 21. Conul clasor.

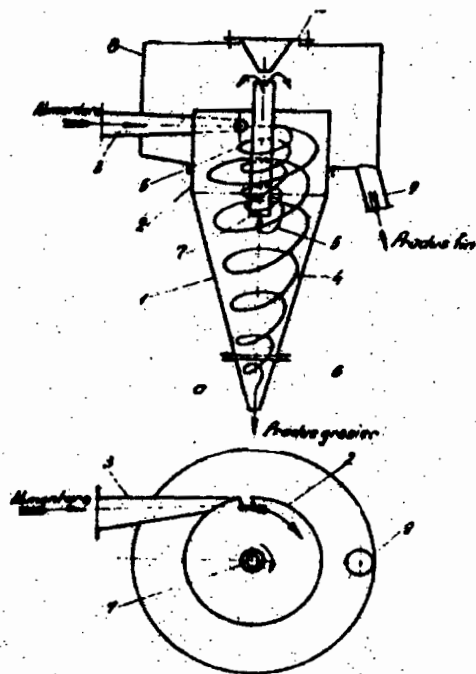


Fig. 22. Hidrociclonul.  
Desfășurarea curgerii în hidrociclon.

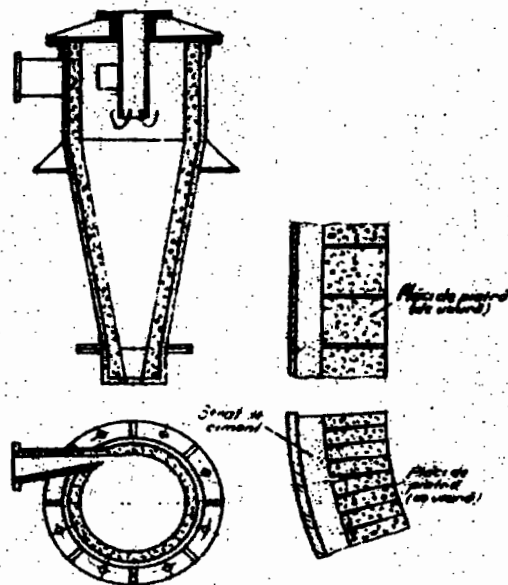


Fig. 23. Hidrociclon de clasare căptușit cu plăci de uzură.

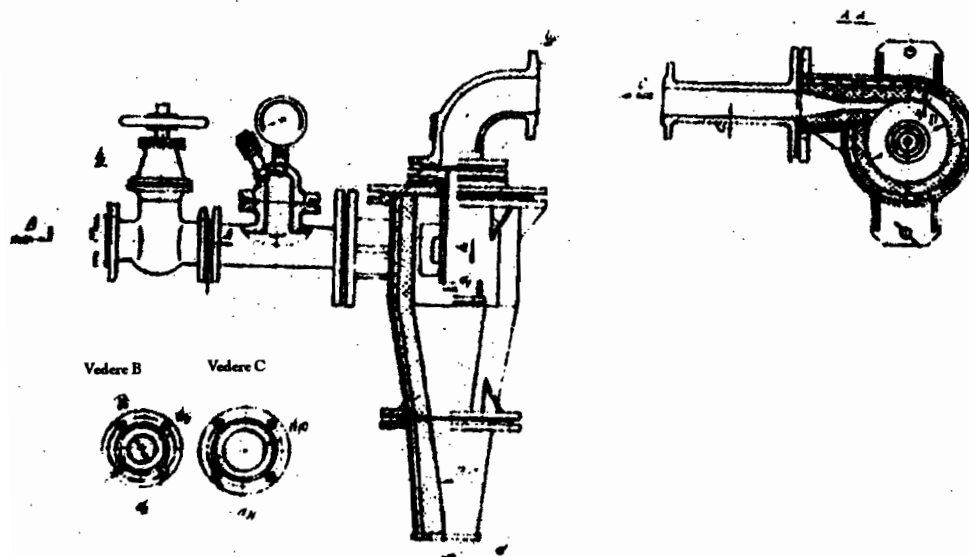


Fig. 24. Hidrociclon pentru clasare căptușit cu plăci de bazalt.

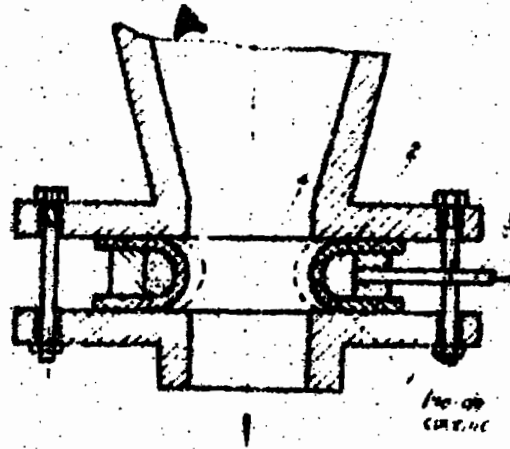


Fig. 25. Duză de evacuare cu inel de cauciuc.

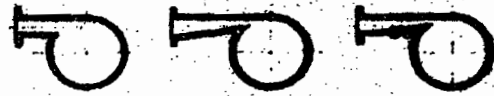


Fig. 26. Tubul de alimentare al hidrocyclonului.

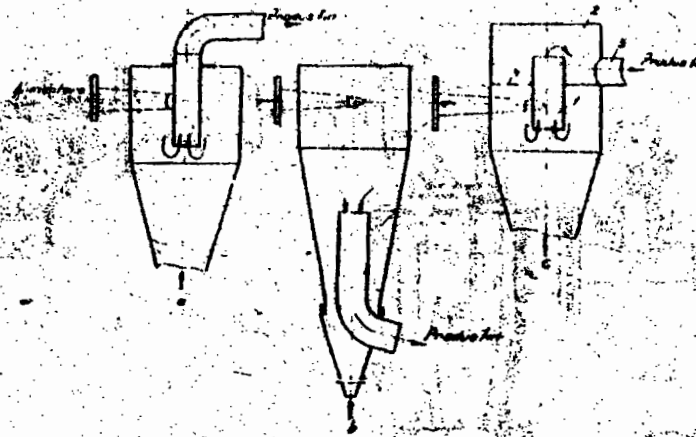


Fig. 27. Variante de amplasare a tubului de sifonare.

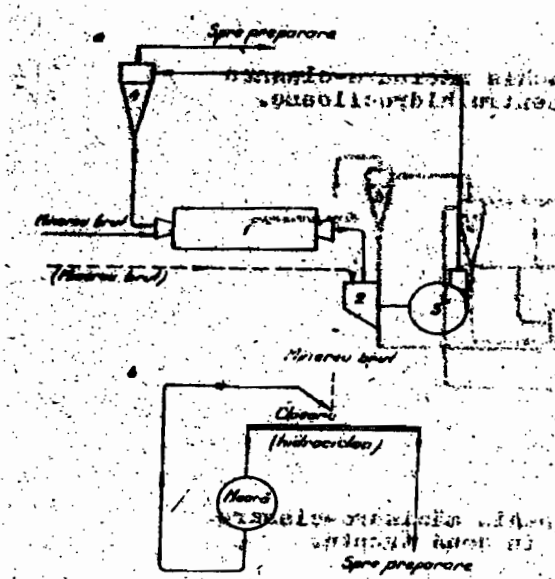


Fig. 28. Circuit închis moară-hidrociolon.

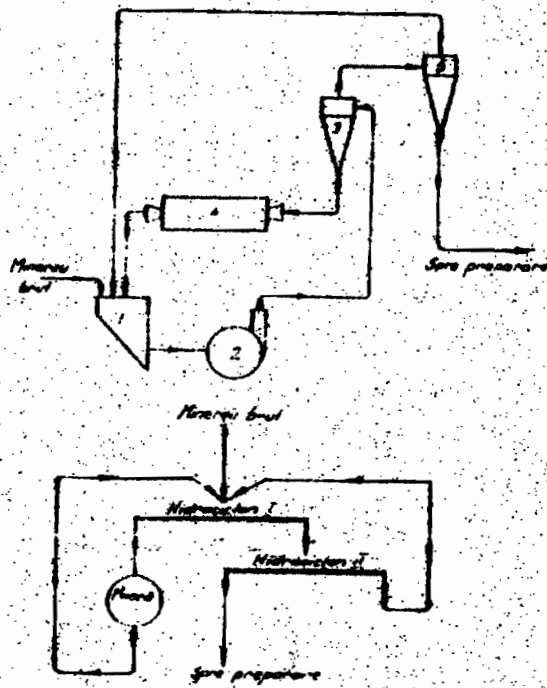


Fig. 29. Circuit închis măcinare-clasare și îngroșare pentru hidrocieloane.



19-10-2012

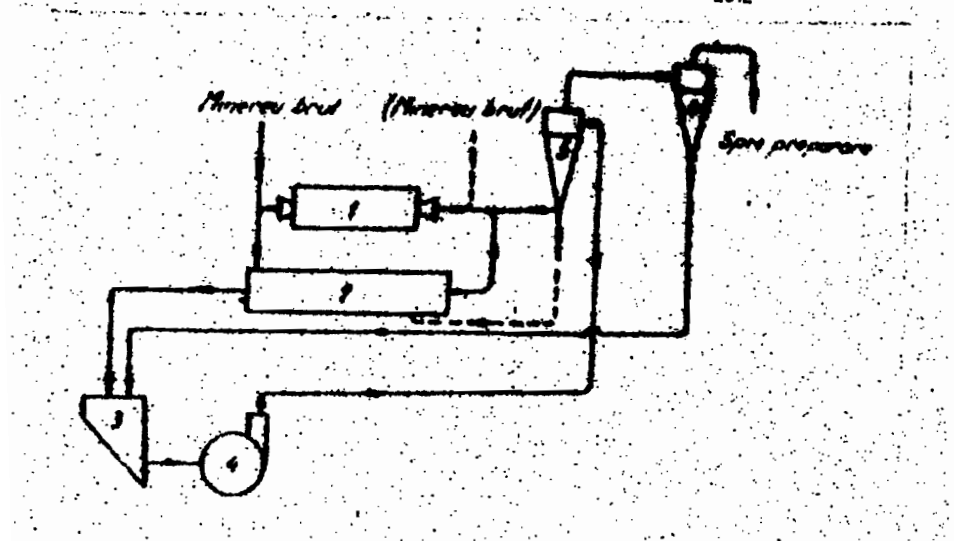


Fig. 30.

Circuit închis măcinare-clasare, cu hidrocicloane, în două trepte.

**LEGENDA**  
**Fig. 31 a și fig 31 b**  
**Concentratorul gravitațional centrifugal Knelson.**

- 1 – recipient în formă de trunchi de con, cu pereți dubli;
- 2 – canal inelar, situat în interiorul suprafeței interioare a recipientului 1;
- 3 – canale fine, pentru injectarea apei de fluidizare a materialului acumulat în interiorul canalelor 2;
- 4 – apă pentru fluidizarea materialului acumulat în canalele 2;
- 5 – tub vertical pentru introducerea turbureii în recipientul 1;
- 6 – turbureală cu minereu brut;
- 7 – jghiab circular pentru captare și evacuarea turbureii cu steril;
- 8 – gura de evacuare a turbureii cu steril;
- 9 – orificiul canalului de evacuare a concentratului din interiorul recipientului 1;
- 10 – jghiab circular, cu fund înclinat, pentru colectarea și evacuarea turbureii cu concentrat.;
- 11 – conducta de evacuare a concentratului din concentrator;
- 12 – ansamblu pentru asigurarea susținerii recipientului de concentrare 1;
- 13 – ansamblu pentru transmiterea mișcării de rotație către recipientul 1;
- 14 – motor pentru generarea mișcării de rotație.

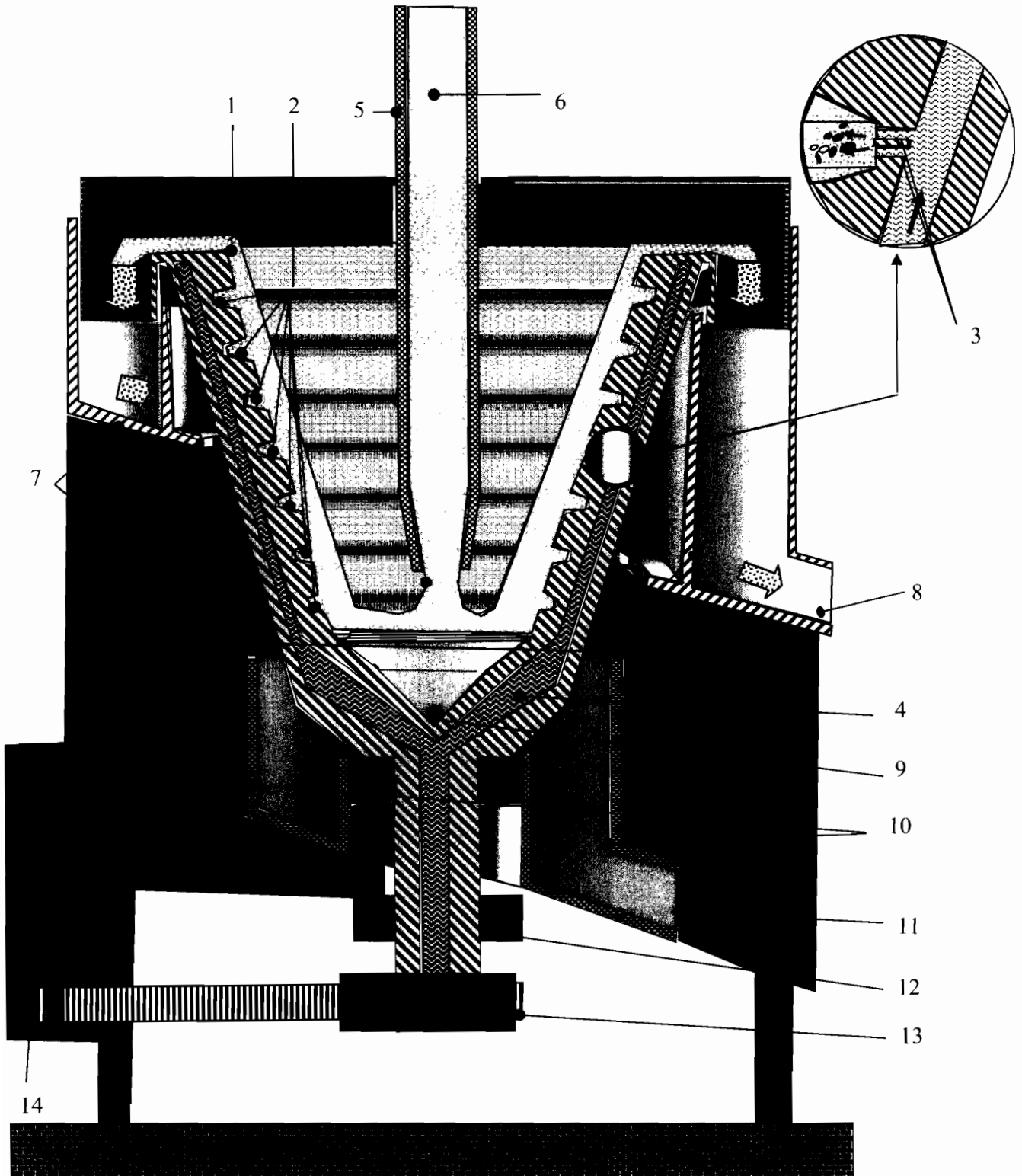


Fig. 31 a. Concentratorul gravitațional centrifugal Knelson.

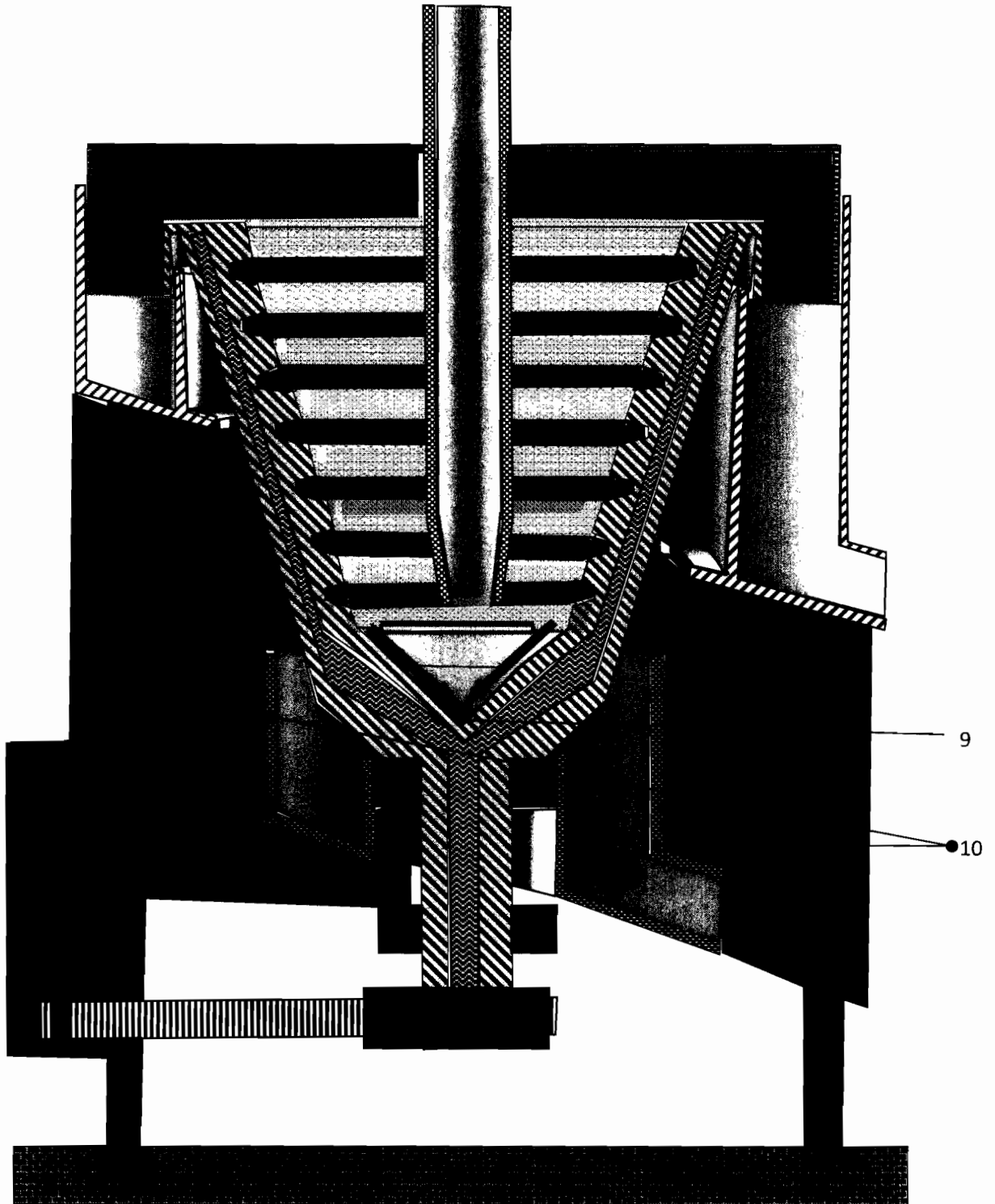


Fig. 31 b. Evacuarea concentratului din concentratorul gravitațional centrifugal Knelson.

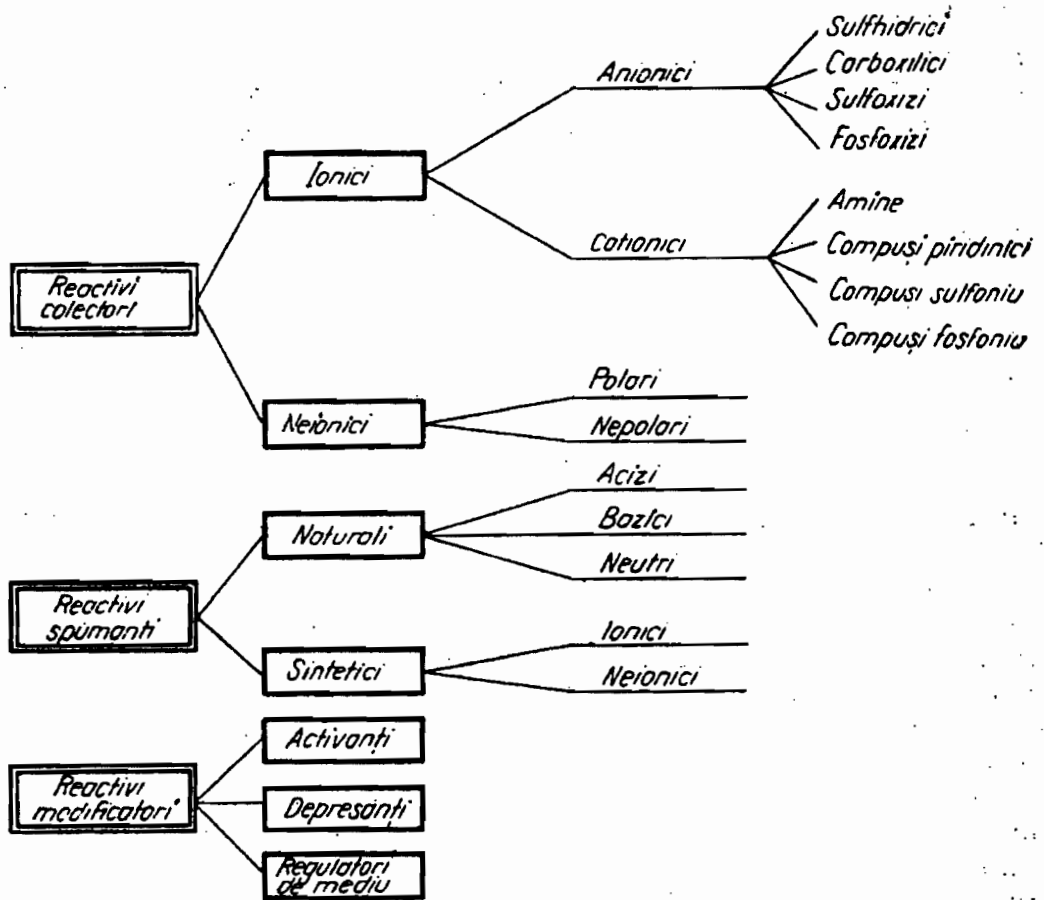


Fig. 32. Clasificarea reactivilor de flotație.

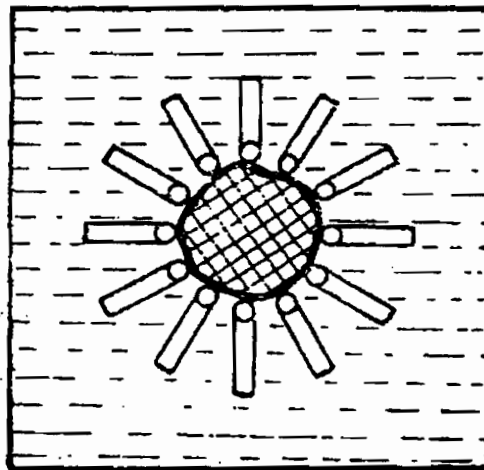


Fig. 33 Adsorbția moleculelor de colector la suprafața particulei minerale.

**LEGENDĂ****Fig. 34****Schița unei celule de flotație.**

1. – alimentare cu turbureală;
2. – concentrat;
3. – steril;
4. – alimentare cu aer;
5. – agitator.

**LEGENDĂ****Fig. 35****Celula de flotație IPROMIN.**

1. – celulă;
2. – ax;
3. – rotor;
4. – tubul de aspirație;
5. – conductă pentru turbureală;
6. – placă;
7. – camera dintre celule;
8. – conductă pentru turbureală;
9. – perete pentru crearea zonei de liniștire.

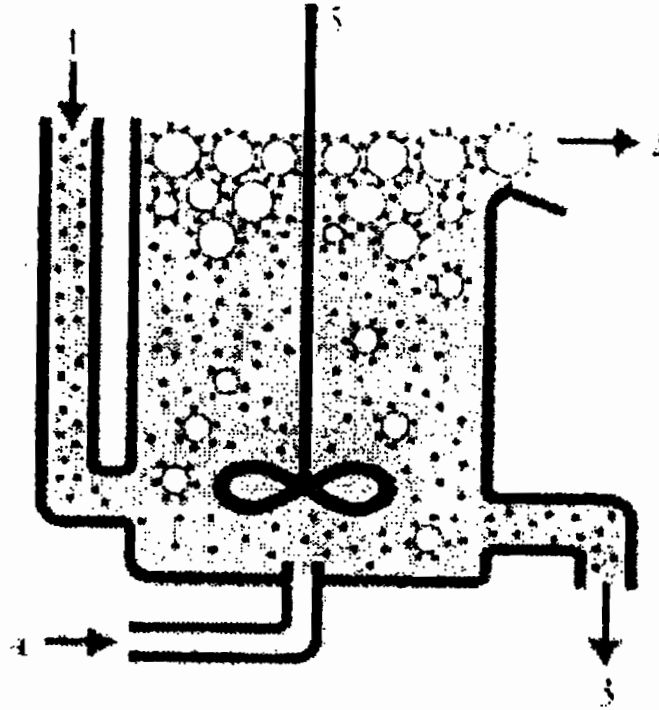


Fig. 34. Schița unei celule de flotație.

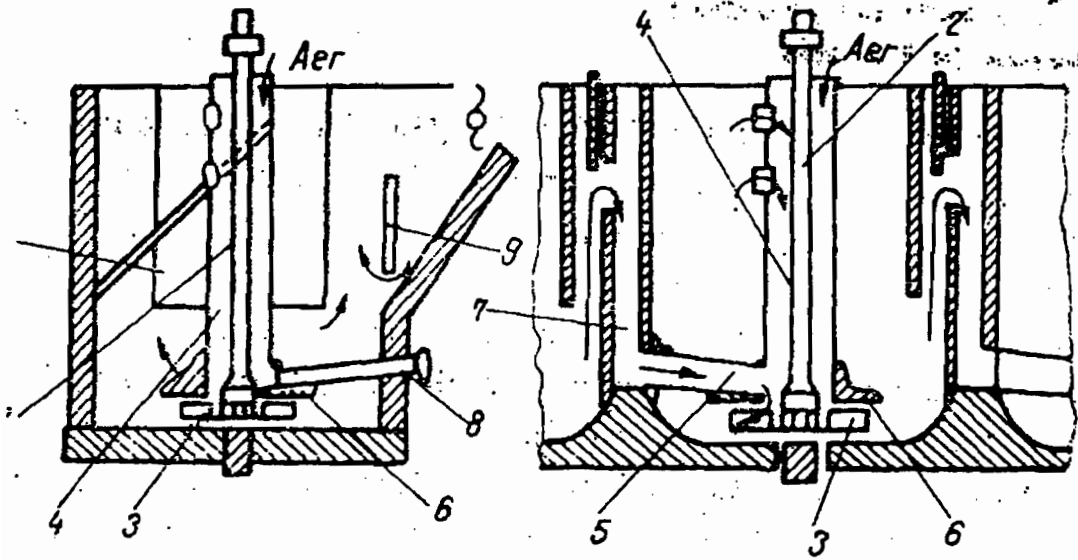


Fig. 35. Celulă de flotație tip IPROMIN.

**LEGENDA****Fig. 36****Decantor circular cu brațe colectoare de concentrat.**

1. – bazin cilindric;
2. – braț cu greble;
3. – jgiab pentru introducerea turburelii;
4. – conductă pentru eliminarea concentratului;
5. – pompă cu diafragmă;
6. – jghiab de evacuare pentru lichidul decantat

**LEGENDA****Fig. 37****Decantor circular cu greble**

1. – tijă de legătură;
2. – brațele scurte;
3. – greble;
4. – brațe lungi;
5. - suportul mecanismului;
6. – cuva
7. – butucul arborelui;
8. – braț;
9. – valve;
10. – conul de evacuare
- 11.- greble.

**LEGENDA****Fig. 38****Decantor cu talere.**

1. – direcția de rotire;
2. – brațele lungi;
3. – suportul mecanismului;
4. – brațele scurte;
5. – tija de legătură;
6. – greble;
7. – conductă de scurgere;
8. – prea plin;
9. – butucul arborelui;
10. – braț;
11. - greble;
12. - con de scurgere.



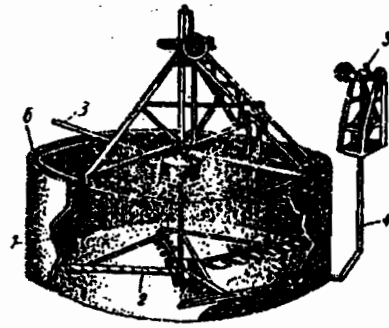


Fig. 36. Decantor circular cu brațe colectoare de concentrat.

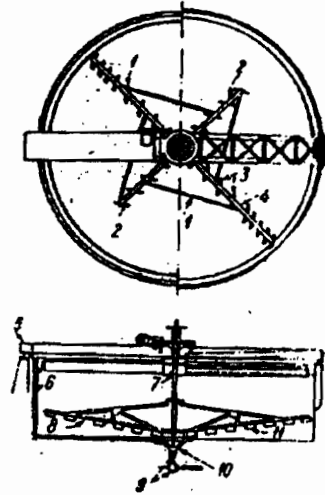


Fig. 37. Decantor circular cu greble,

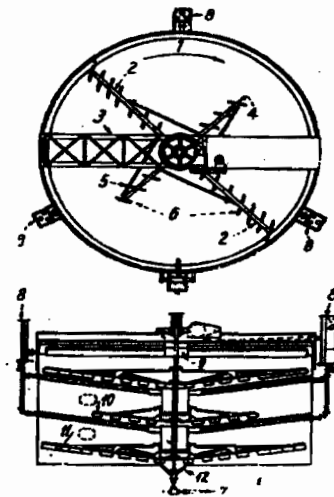


Fig 38. Decantor cu talere.

**LEGENDA**  
**Fig. 40**  
**Distribuitor.**

1. – ieșirea lichidului filtrat;
2. – ieșirea apei de spălare;
3. – aer comprimat.

**LEGENDA**  
**Fig. 41**  
**Filtru de vid cu tambur.**

1. – tambur;
2. – grătarul tamburului;
3. – capul de distribuție;
4. – conducte;
5. – cuvă;
6. – reductor.

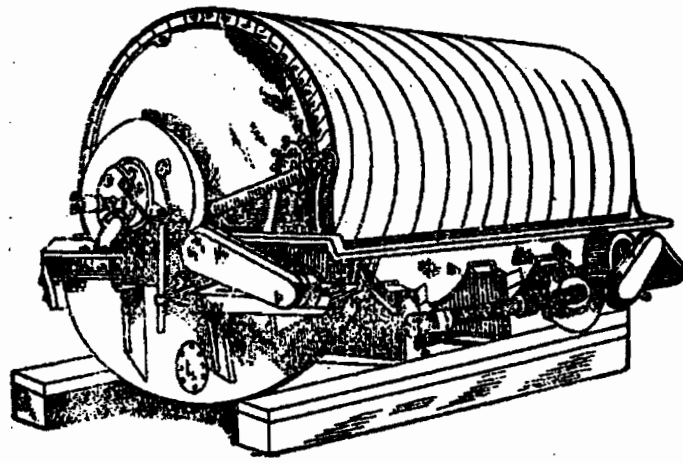


Fig. 39. Filtru cu tambur celular rotativ.

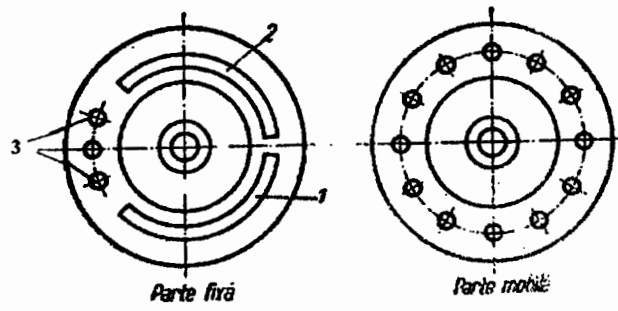


Fig. 40. Distribuitor.

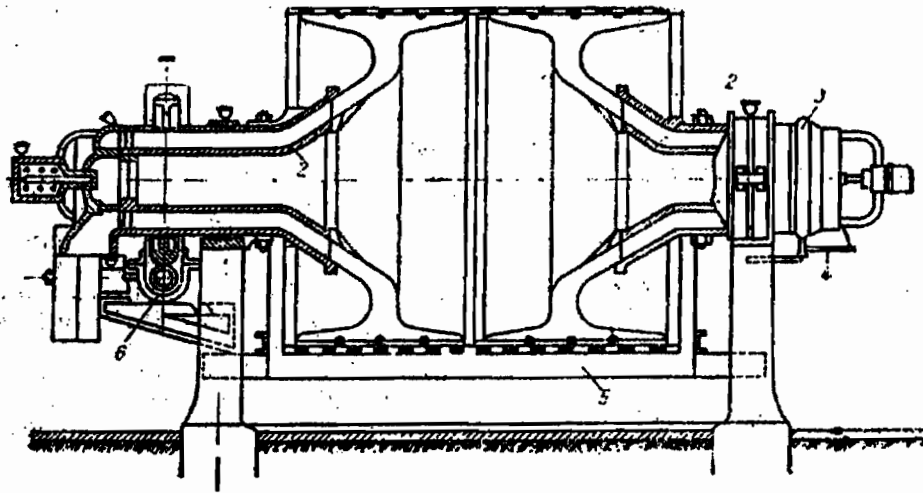


Fig. 41. Filtru de vid cu tambur.

**LEGENDA**

**Fig. 42**

**Uscător cu bandă transportoare.**

- a. – plasă de sârmă;
- b. – plăci rabatabile.

**LEGENDA**

**Fig. 43**

**Uscător rotativ cu încălzire directă și circulație în contracurent.**

- 1. – intrare aer;
- 2. – răcitor;
- 3. – intrare combustibil;
- 4. – arzător;
- 5. – uscător;
- 6. – alimentare material umed;
- 7. – recuperator de căldură.

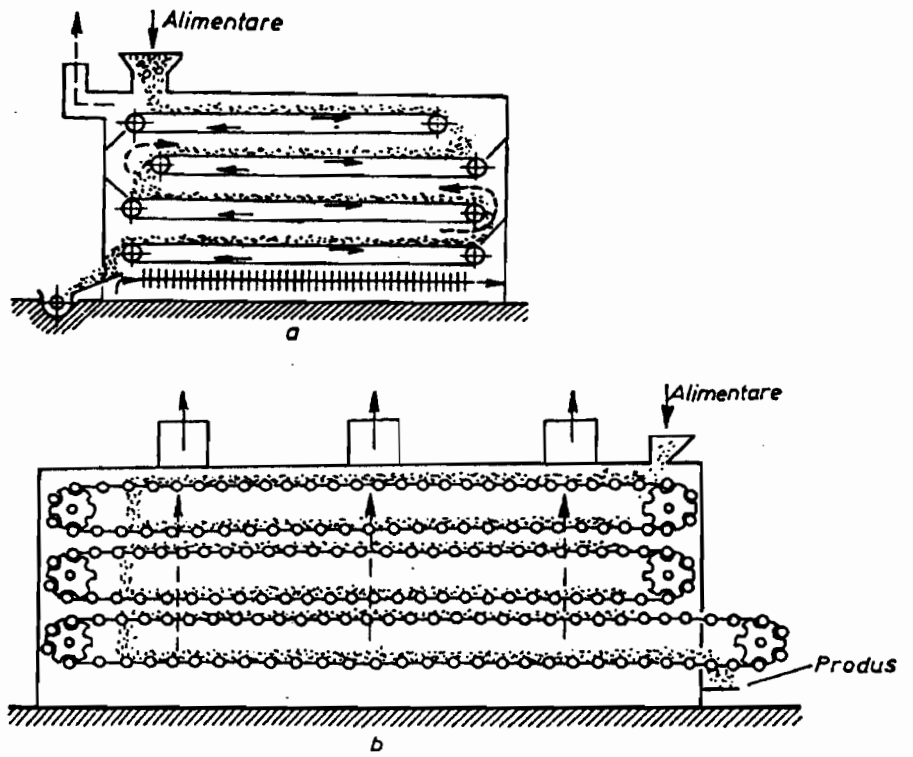


Fig. 42. Uscător cu bandă transportoare.

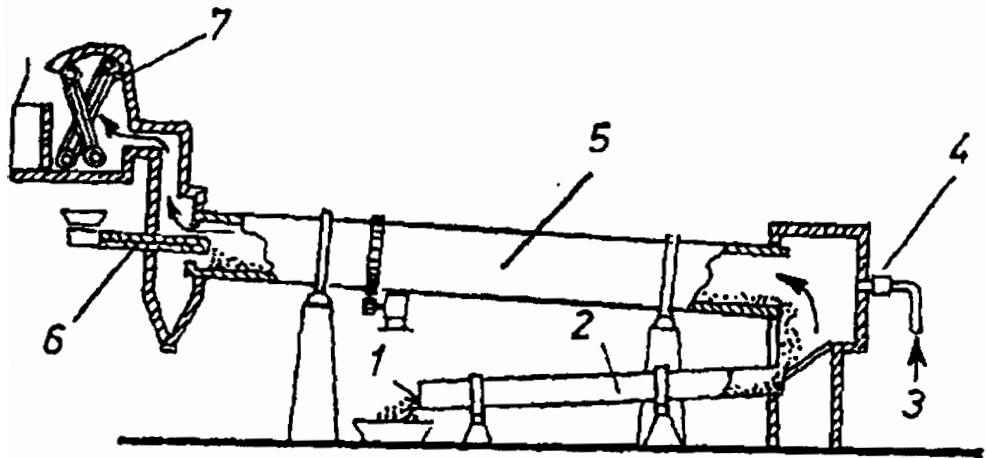


Fig. 43. Uscător rotativ cu încălzire directă și circulație în contracurent.

**LEGENDA****Fig. 45****Cameră de desprăfuire cu rafturi orizontale.**

1. - conductă de alimentare;
2. - robinet;
3. - canal de distribuție;
4. - rafturi;
5. - deschideri pentru îndepărtarea depunerilor.

**LEGENDA****Fig. 46****Cameră de desprăfuire cu șicane înclinate.**

1. - cameră;
2. - plăci înclinate;
3. - tubul de alimentare;
4. - tubul prin care gazul părăsește aparatul;
5. - buncăre în care cade praful;
6. - transportor pentru evacuarea prafului.

**LEGENDA****Fig. 47****Schema de funcționare a ciclonului de desprăfuire.**

1. - mantaua cilindrică ;
2. - tubul de alimentare cu gaze ;
3. - mantaua conică ;
4. - orificiu de ieșire a prafului ;
5. - tubul de sifonare.

**LEGENDA****Fig. 48****Ciclon cu alimentare axială..**

1. - tub de alimentare;
2. - rozetă de ghidare;
3. - tub de sifonare.

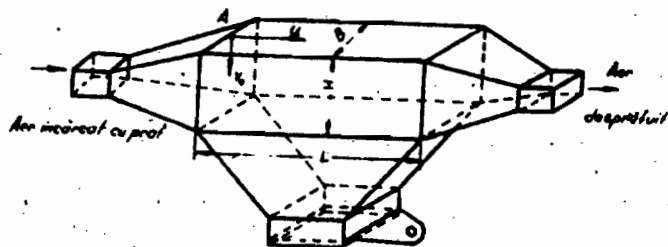


Fig. 44. Scema unei camere de desprăfuire.

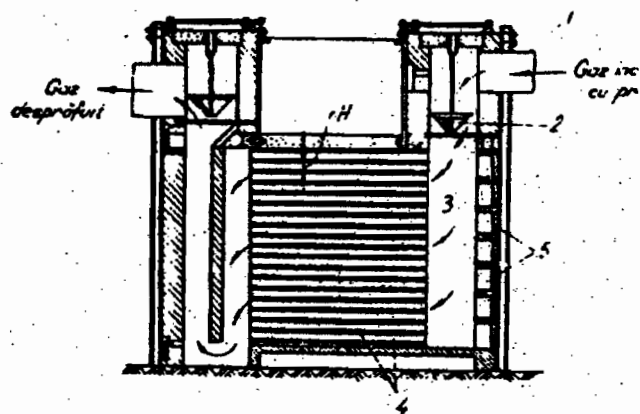


Fig. 45. Cameră de desprăfuire cu rafturi orizontale.

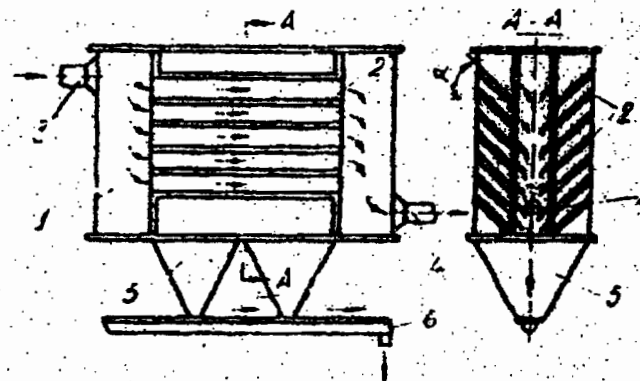


Fig. 46. Cameră de desprăfuire cu șicane înclinate.

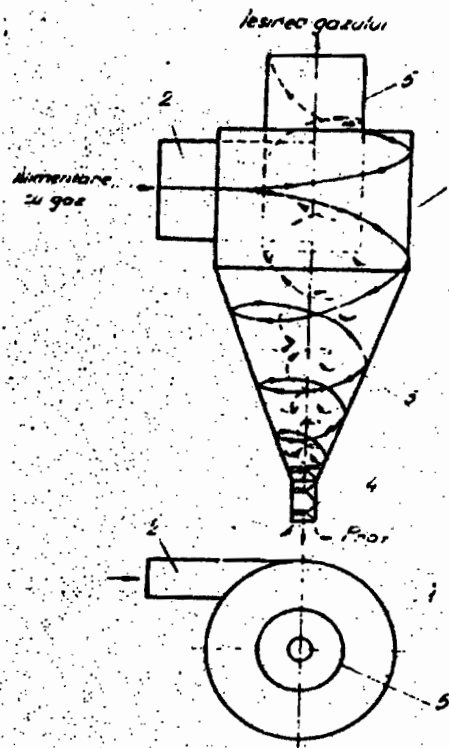


Fig. 47. Schema de funcționare a ciclonului de desprăfuire.

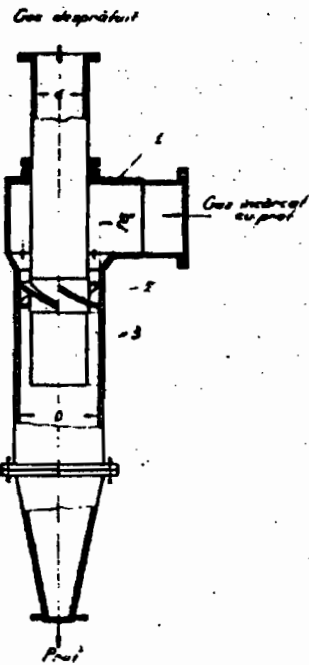


Fig. 48. Ciclon cu alimentare axială.



19-10-2012

**LEGENDA****Fig. 49 a și 49 b****Schema tehnologică de preparare a minereurilor de la Roșia Montană și din alte zăcăminte similare**

1. – Gura de intrare în mina Roșia Montană, în fața căreia se observă locomotiva electrică care tractează vagoaneții încărcăți cu minereu din abataje;
2. – vagoaneți încărcăți cu minereu extras din mină;
3. - bandă transportoare, care alimentează cu minereu vagoanele de cale ferată;
4. - vagoane de cale ferată încărcate cu minereu și tractate spre estacadă;
5. – estacadă construită deasupra silozurilor de depozitare a minereului, pe care sunt montate șine de cale ferată, pentru ca vagoanele de cale ferată să fie tractate și să fie descărcate.  
În primul caz vagoanele sunt construite în trepte tip gondolă, sau cu uși laterale.  
În al doilea caz vagoanele sunt descărcate cu ajutorul culbutorului, care permite răsturnarea vagonului cu 180°;
6. - siloz pentru depozitarea minereului și estacada cu calea ferată, pe care este montat culbutorul;
7. – alimentator rotativ, pentru alimentarea cu minereu a benzii de transport;
8. - bandă transportoare a minereului pentru alimentarea buncărului de lucru;
9. - buncăr de lucru;
10. - grătar vibrator cu ochiuri de Ø 80 mm;
11. - concasor cu fălci;
12. - ciur vibrant cu ochiuri de Ø 40 mm;
13. - concasor conic;
14. - ciur vibrant cu ochiuri de Ø 3 mm;
15. - buncăr de așteptare pentru minereu;
16. - dozator automat;
17. - cărucior dozator;
18. - bandă transportoare, care transportă minereul sfărâmat și clasat, pentru măcinarea umedă în moara cu bile;
19. - moară cu bile;
20. - bazin de alimentare cu turbureală din moara cu bile;
21. - pompa centrifugă, ce dirijază turbureala la ciurul vibrant;
22. - ciur vibrant;
23. - bazin de alimentare cu turbureala trecută prin ciurul vibrant;
24. - pompă centrifugă, care dirijază turbureala la hidrocicloul 25;
25. - hidrociclou;
26. – concentrator gravitațional centrifugal;
27. – pompa centrifugă care dirijază turbureala cu particule fine la un egalizator de debit de turbureală;
28. – egalizator de debit de turbureală;
29. – bazin de alimentare cu turbureală din egalizatorul de debit;
30. pompă centrifugă, care dirijază turbureala din egalizatorul de debit la distribuitorul de turbureală;
31. distribuitor de turbureală;
32. – mașini de flotație pentru flotația primară;
33. – mașini de flotație pentru flotație primară;
34. – mașini de flotație pentru reflată;
35. – bazin de alimentare a turburelei cu steril de la concentratorul gravitațional centrifugal;
36. – pompă centrifugă, care readuce turbureala cu steril la moara cu bile 19;

37. – bazin de alimentare a turburelii cu concentrat, de la concentratorul gravitațional centrifugal;
38. – pompă centrifugă, care dirijază turbureala cu concentrat într-un agitator mecanic;
39. – agitator mecanic a turburelii cu concentrat;
40. – pompă centrifugă, care dirijază turbureala cu concentrat la un decantor circular cu brațe colectoare de concentrat;
41. – decantor circular cu brațe colectoare de concentrat;
42. – bandă transportoare pentru transportul concentratului la buncărul de concentrat;
43. – buncăr de depozitare a concentratului;
44. – bazin de alimentare a părții lichide rezultată din decantor;
45. – pompă centrifugă, care dirijază partea lichidă din decantor la filtrul de vid cu tambur;
46. – filtru de vid cu tambur;
47. – bazin de alimentare cu turbureala din prima grupă de mașini de flotație 32 și o parte din mașinile de flotație 33;
48. – pompă centrifugă, pentru pomparea turburelii din celulele de flotație primară la reflotare;
49. – bazin de alimentare cu turbureala din o parte a mașinilor de flotație 33;
50. – pompă centrifugă, care recirculă turbureala din o parte a mașinilor de flotație 33 la mașinile de flotație 32;
51. – bazin de alimentare cu turbureala cu sterilul rezultat în mașinile de flotație 34;
52. – pompă centrifugă, care dirijază turbureala cu steril la instalația de gospodărire a sterilului;
53. – bazin de alimentare a turburelii cu produse intermediare de la flotație;
54. – pompă centrifugă, care recirculă turbureala cu produse intermediare de la reflotare la celulele de flotație primară 32;
55. – bazin de alimentare cu turbureala din mașinile de flotație 34;
56. – pompă centrifugă, care recirculă turbureala din mașinile de flotație 34, la aceleași mașini;
57. – bazin de alimentare a turburelii cu concentrat de la mașinile de reflotare 34;
58. – pompă cu membrană, pentru dirijarea turburelii cu concentrat la un agitator mecanic;
59. – agitator mecanic;
60. – pompă centrifugă, care dirijază turbureala cu concentrat de la agitatorul mecanic la filtrul de vid cu tambur 46;
61. – bandă transportoare a concentratului de la filtru de vid cu tambur la buncărul de concentrat;
62. – buncăr de depozitare a concentratului;
63. – pompă centrifugă, care dirijază partea lichidă rezultată în filtru de vid cu tambur, la mașinile de flotație 34;

Nota bene:

notațiile din schema tehnologică de preparare, prezentată în fig. 49 b, pentru decantorul circular cu brațe colectoare de concentrat, sunt identice cu cele din legenda fig. 36.

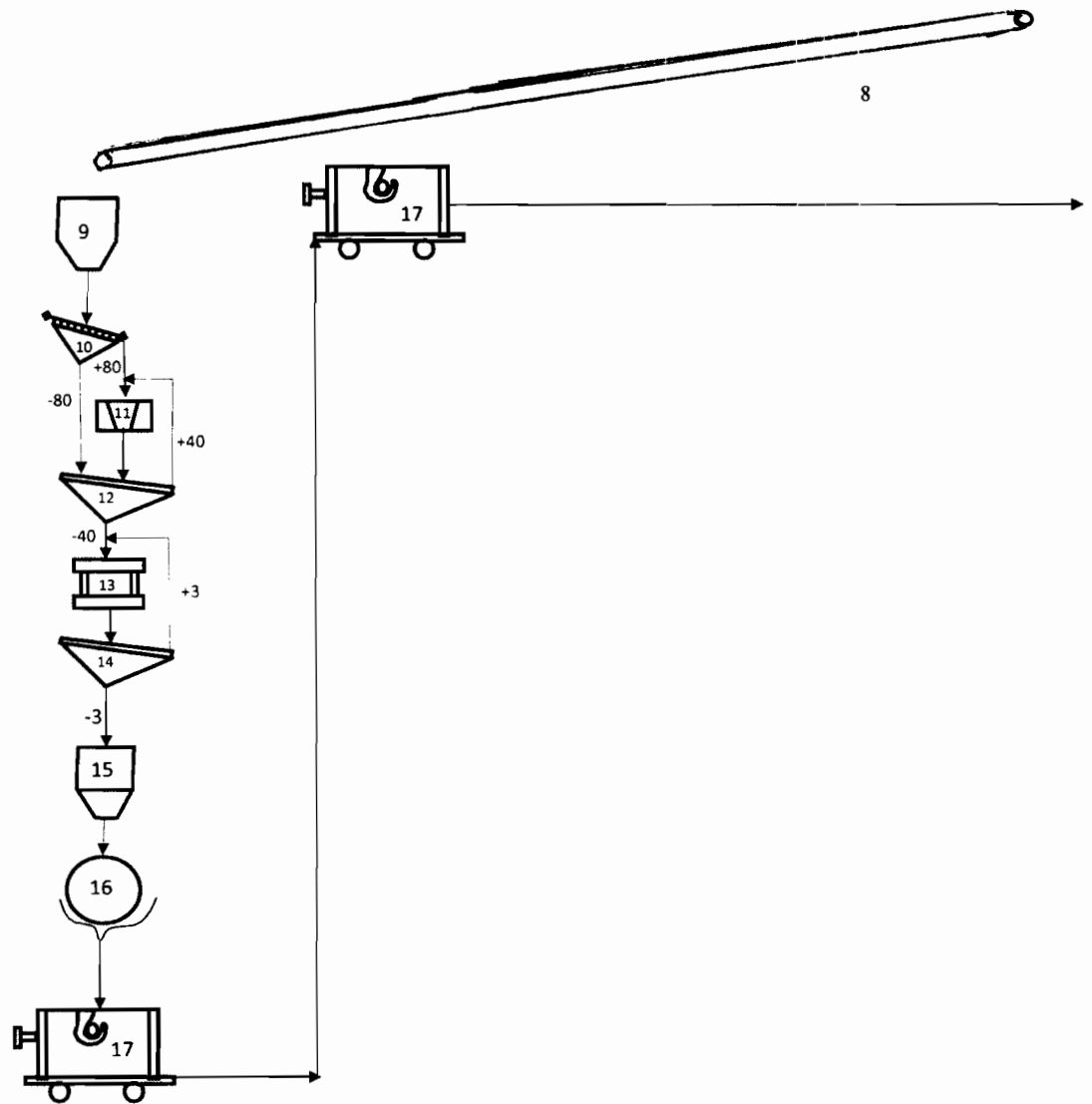
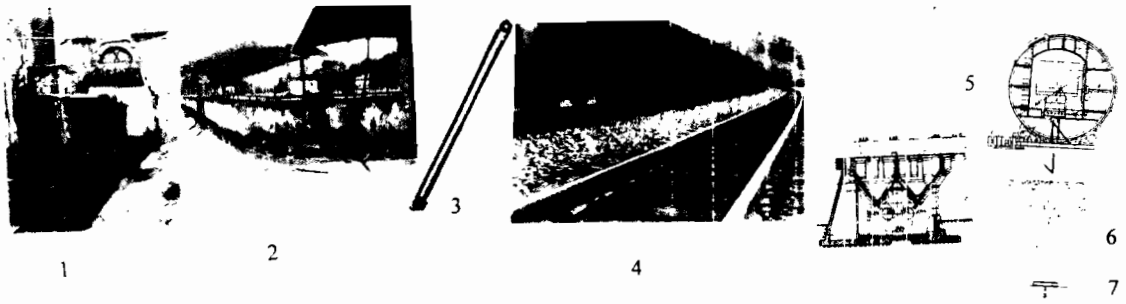
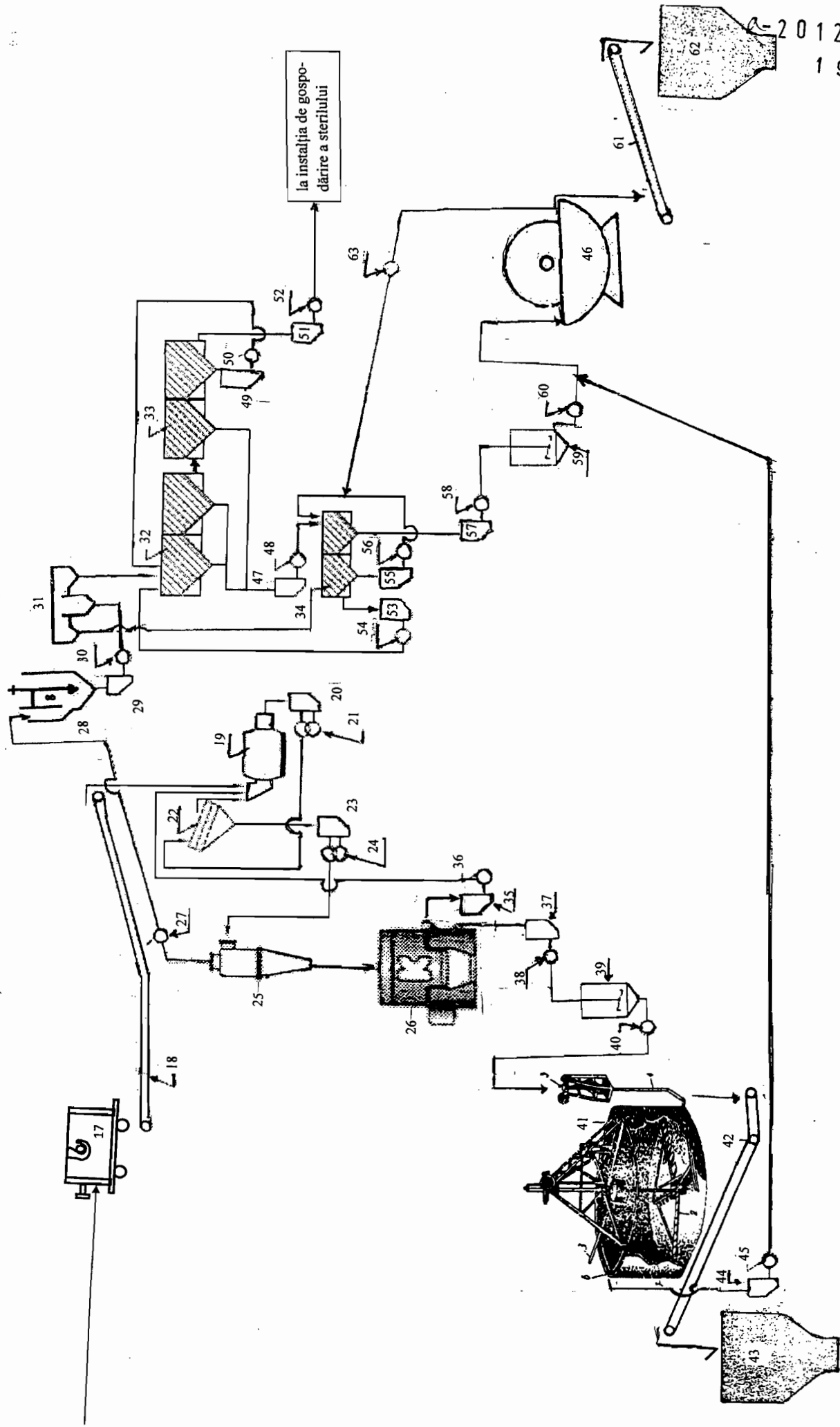


Fig. 49 a. Schemă tehnologică de preparare a mineralelor de la Roșia Montană și din alte zăcămintele similare.



2012-00744--  
19-10-2012

Fig. 49 b. Schemă tehnologică de preparare a minereurilor de la Roșia Montană și din alte zăcămițe similare.

185



Fig. 50. Gura de intrare în mina Roșia Montană și locomotiva electrică care tractează  
vagonetii



Fig. 51. Vagoneții cu care se transportă minereul.extras din subteran.

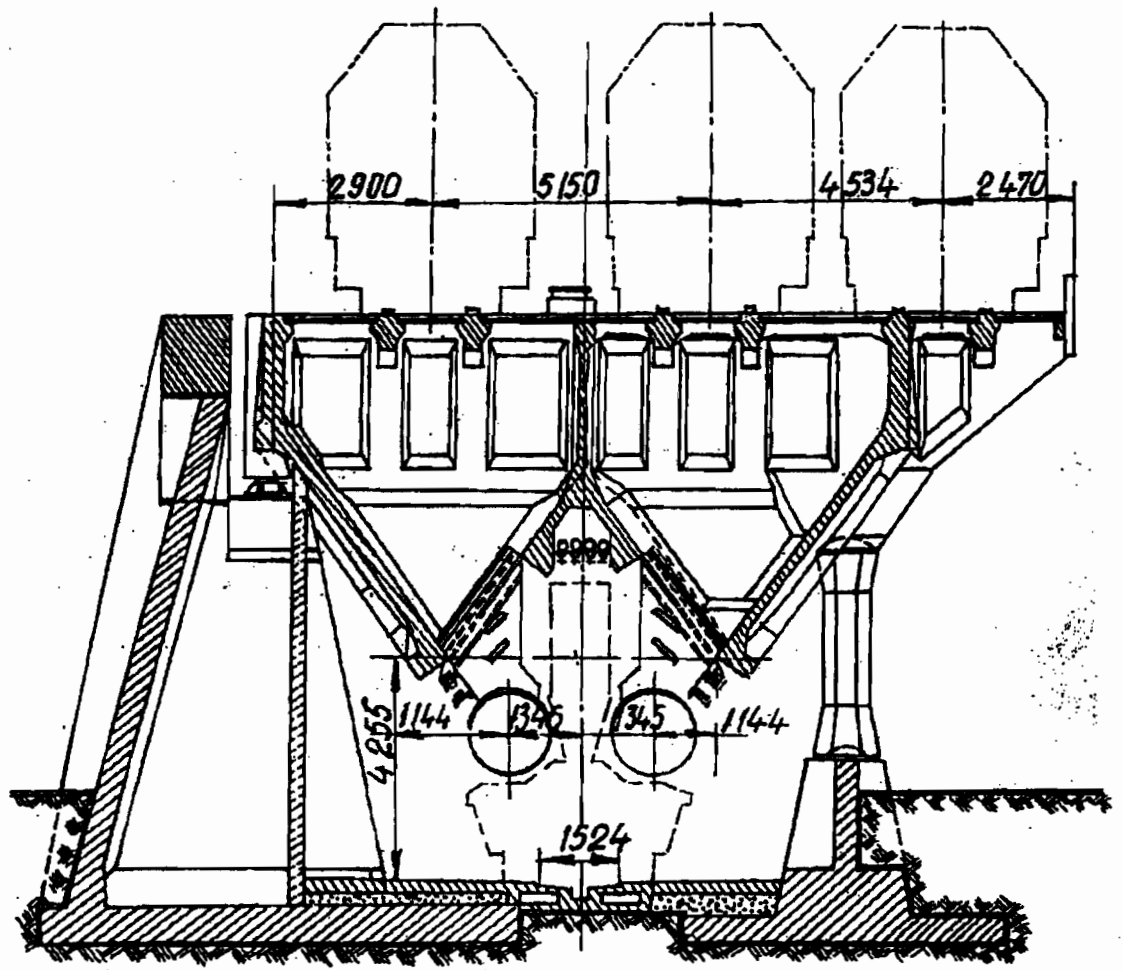


Fig. 52. Secțiune prin estacada silozurilor de depozitare a minerului brut.

**LEGENDA**

**Fig. 53**

**Siloz pentru depozitarea minereului cu descărcarea vagoanelor de cale ferată autodescărătoare.**

- a. – cu trepte tip gondolă;
- b. – cu uși laterale.

**LEGENDA**

**Fig. 54**

**Culbutor de vagoane staționar.**

- A. – platformă cu linia ferată;
- B. - pereții frontali cu coroanele dințate C;
- E - acționarea culbutorului;
- F - roată dințată legată cu mecanismul de acționare printr-un arbore rigid și angrenată cu coroana dințată C;
- K - rolă;
- D - mecanismul de fixare a vagonului;



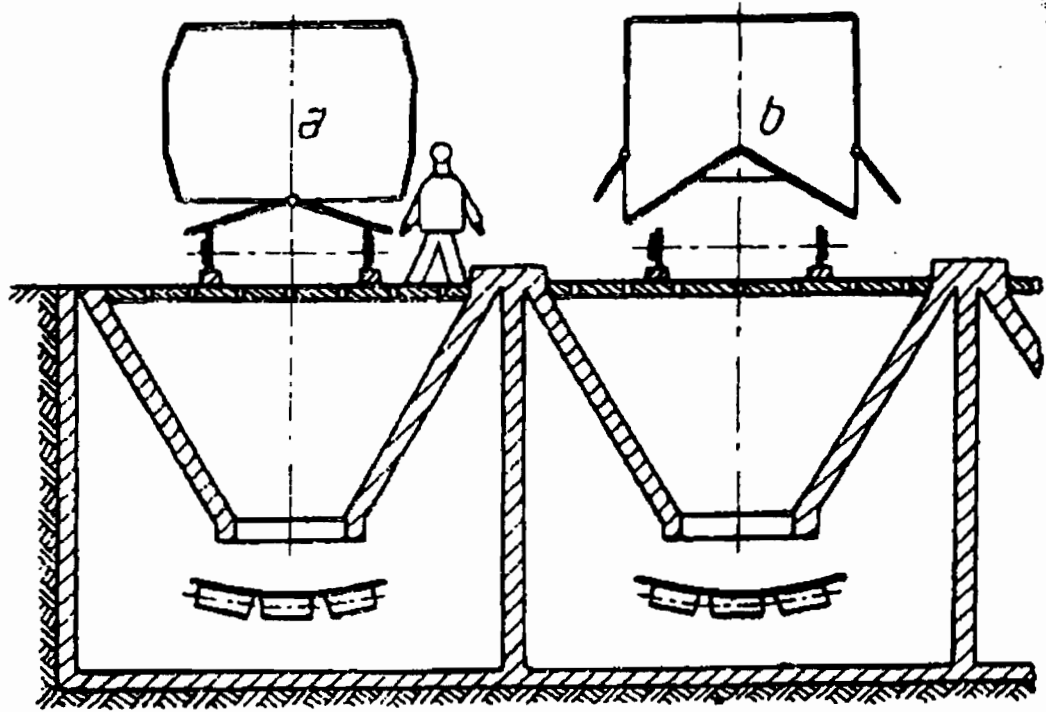


Fig. 53. Siloz pentru descărcarea minereului cu descărcarea vagoanelor de cale ferată autodescărătoare.

180

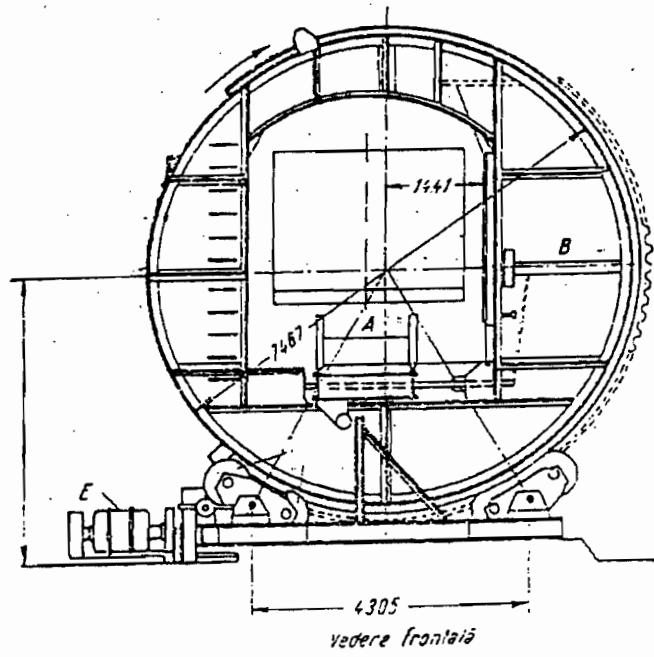
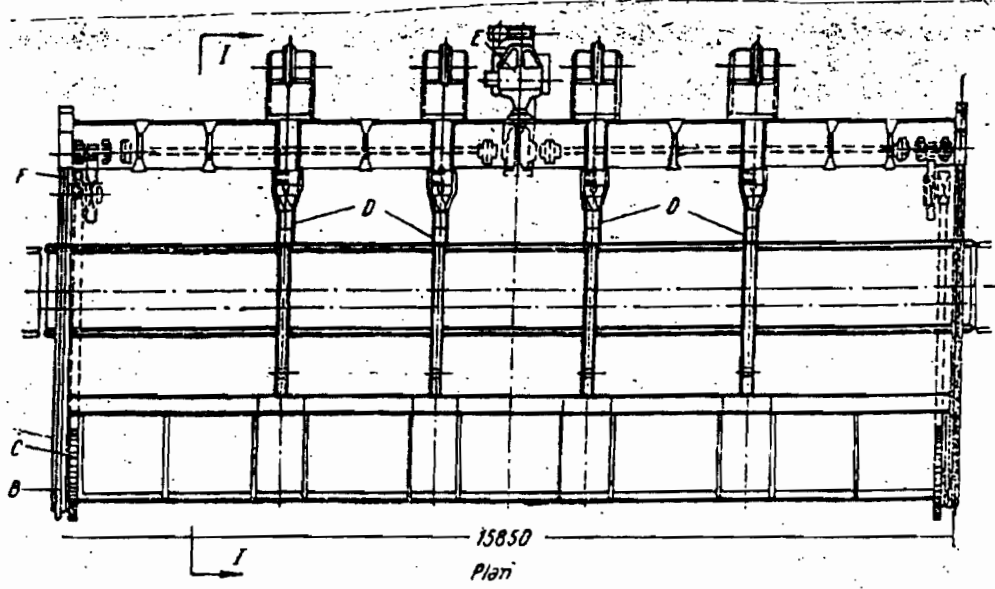


Fig. 54. Culbutor de vagoane staționar.



Fig. 55. Vagoane de cale ferată încărcate cu minereu tractate pe estacadă pentru descărcare.