

ა. აბშილავა

წილისეულთა გამდიდრების
საფუძვლები

თბილისი - 2010

წინასიტყვაობა

სამთო მრეწველობის უპირატესი განვითარება წარმოადგენს ქვეყნის ეკონომიკური აღორძინების საფუძველს. ისეთი ქვეყნებისათვის, რომელთაც მინერალური ნედლეულის შეზღუდული რესურსი გააჩნიათ მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმის გამო, რომ არსებული მარაგები ზედმიწევნით რაციონალურად უნდა იქნას გამოყენებული.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველო წიაღისეულის ბუნებრივი მარაგებით არ მიეკუთვნება მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების რიგს, ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე არსებული სასარგებლო წიაღისეულის სახესხვაობები საკმაოდ მრავალფეროვანია. აქ გვხვდება ფერადი, შავლითონიანი, კეთილშობილი და იშვიათი ლითონები. აგრეთვე ქვანახშირის, ნავთობის, ბუნებრივი გაზის, სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი მასალების, სხვა არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის საკმაოდ მრავალი, რომელთა გონივრულ გამოყენებას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ქვეყნის ეკონომიკური წინსვლისა და ძლიერების საქმეში.

ბუნებრივია, რომ სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა ხანგრძლივი და ინტენსიური ექსპლუატაცია მათზე გაზრდილი მოთხოვნების გამო, იწვევს არსებული მარაგების შემცირებას და მინერალური ნედლეულის ხარისხის მკვეთრად გაუარესებას. ამის გამო თანამედროვე მეცნიერების წინაშე დაისვა ამოცანა შემუშავებული იქნას მრეწველობისათვის გამოსადეგი ნედლეულის მოპოვებისა და გადამუშავების ახალი, სრულყოფილი ტექნოლოგიები და მოხდეს არსებული რესურსების რაციონალური და კომპლექსური გამოყენება.

წიგნში განხილულია მყარი სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიური პროცესების თეორიული საფუძვლები; აღწერილია თანამედროვე მამდიდრებელი მოწყობილობები, მოცემულია მათი სრულყოფის პერსპექტივები.

I. თავი. ზოგადი ცნობები სასარგებლო წიაღისეულის შესახებ

§ 1. სასარგებლო წიაღისეული

მადანი მინერალების ნაერთია, რომელიც გარკვეული გეოლოგიური პერიოდის განმავლობაში იქმნებოდა დედამიწის ქერქის განსაზღვრულ უბნებში. საერთოდ, მადანი წარმოადგენს ისეთ მინერალურ ნედლეულს, რომლის ეკონომიკურად ხელსაყრელ პირობებში გადამუშავების შედეგად შეიძლება მიღებული იქნას ლითონი ან ლითონის შემცველი ნივთიერებანი. მადანი პირობითი ცნებაა. მადანს უწოდებენ არალითონიან მინერალურ ნაერთებსაც. როგორცაა მაგალითად: გოგირდი, გრაფიტი, კორუნდი და ა.შ. მადანი ატარებს იმ სახელწოდებას რა ლითონსაც მეტ წილად შეიცავს იგი. მაგ: ტყვიის მადანი; სპილენძის მადანი; ტყვია-თუთიის მადანი და ა.შ. არის მარტივი ანუ მონომინერალური და რთული ანუ კომპლექსური მადნები.

ბუნებრივ მინერალურ ნაერთებს, რომლებიც არსებული ტექნიკურ ეკონომიკური პირობების გათვალისწინებით შეიძლება გამოყენებული იქნას სახალხო მეურნეობაში - სასარგებლო წიაღისეული ეწოდება. სასარგებლო წიაღისეული შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ბუნებრივი სახით ისე სათანადო გადამუშავების შემდეგ.

საბადო - ეწოდება დედამიწის ქერქის გარკვეულ უბნებს, სადაც ხორციელდება აღნიშნული წიაღისეულის დაგროვება. თუ საბადოს დამუშავება არსებული ტექნიკის დონის გათვალისწინებით ეკონომიკურად ხელსაყრელია, ასეთ საბადოს სამრეწველო ტიპის საბადოს უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში საბადო მიეკუთვნება არასამრეწველო ტიპის საბადოებს. წიაღისეულის ამოღებისა და გადამუშავების ტექნოლოგიისა და ტექნიკის განვითარებასთან დაკავშირებით არასამრეწველო ტიპის საბადო შეიძლება გადაიქცეს სამრეწველო ტიპის საბადოდ.

მინერალები - ეწოდება ბუნებრივ ქიმიურ შენაერთებს რომლებიც წარმოიქმნებიან ბუნებაში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად და რომლებიც მეტნაკლებად ერთგვაროვან ნაერთებს წარმოადგენენ ქიმიურად და ფიზიკურად.

ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით მინერალები იყოფა ჯგუფებად, მაგალითად: სულფიდური მინერალები (ლითონების ნაერთი გოგირდთან); ჟანგეული (ლითონთა ნაერთი ჟანგბადთან); სილიკატები (ლითონთა ნაერთები

კაჟთან და ჟანგბადთან); ალუმოსილიკატები (სილიკატები რომლებიც შეიცავენ ალუმინს) და თვითნაბადი ელემენტები.

§ 2. სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების როლი სახალხო მეურნეობაში

დედამიწის წიაღიდან მოპოვებული მინერალური ნედლეული უმეტეს შემთხვევაში არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას სახალხო მეურნეობაში პირვანდელი სახით. მოპოვებულ მადანში, როგორც წესი სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა იმდენად მცირეა, რომ მისი უშუალო მეტალურგიული გადამუშავება ეკონომიკურად არახელსაყრელია. მაგალითად: 30% რკინის შემცველობის მქონე მადნიდან 1 ტონა თუჯის მისაღებად საჭიროა გადაიდნოს 3 ტონაზე მეტი ფუჭი ქანი. ხოლო 1 ტონა სპილენძის მისაღებად ელექტროლუმელში გადასადნობი ფუჭი ქანის მასა აღწევს 100 ტონამდე, მასში სპილენძის მცირე [3] (1-1.5%) შემცველობის გამო, რაც არახელსაყრელს გახდის სპილენძის წარმოებას. გარდა ამისა მადნის შემცველი ზოგიერთი კომპონენტი ზოგჯერ წარმოადგენს მავნე მინარევსაც. ასეთია მაგალითად: კაჟმიწა, გოგირდი და ფოსფორი რკინის მადნებისათვის. ამიტომ მავნე მინარევები მაქსიმალურად უნდა მოვაცილოთ მადანს მეტალურგიულ გადამუშავებამდე.

ფუჭი ქანების მაქსიმალური რაოდენობა, მიზანშეწონილია მადანს მოვაცილოთ მამდიდრებელ ფაბრიკებში, რადგან მექანიკური გზით ფაბრიკებში ფუჭი ქანის მოცილება 5-10-ჯერ უფრო იაფია ვიდრე მეტალურგიული გადამუშავებისას.

თუ საბადოდან მოპოვებული მადანი შეიცავს მხოლოდ სასარგებლო მინერალებს, იგი როგორც წესი განსხვავებულია სიმსხოს მხრივ და წარმოდგენილია წვრილი და მსხვილი ნატეხებით, ანდა რამდენიმე ტონა მასის ბელტებით. ასეთი ნედლეულიც მეტალურგიული გადამუშავებისთვის გამოუსადეგარია და საჭიროა მისი წინასწარ მომზადება.

სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესების ერთობლიობას, რომლის მიზანია მადნის შემადგენელ სასარგებლო კომპონენტს მოვაცილოთ ფუჭი ქანი და მავნე მინარევები - სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრება ეწოდება.

სასარგებლო წიაღისეულთა გამდიდრებისას გადაწყვეტილი უნდა იქნას შემდეგი ძირითადი ამოცანები:

- ამაღლდეს სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ნედლეულში.
- მადნის შემადგენლობაში შემავალ სასარგებლო კომპონენტს მოსცილდეს მავნე მინარევები.
- მიღწეული იქნეს მადნის ერთგვაროვნება, როგორც სიმსხოს, ისე ნივთიერი შემადგენლობის მიხედვით.

გამდიდრების პროცესები იყოფა მექანიკურ და ქიმიურ პროცესებად. მექანიკური გამდიდრებისას მინერალთა აღნაგობა და ქიმიური შემადგენლობა რჩება უცვლელი. ხოლო ქიმიური გამდიდრებისას ცალკეულ მინერალთა შემადგენლობა იცვლება.

მადნის გამდიდრებისას გამოიყენება მის შემადგენლობაში შემავალ მინერალთა ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებში არსებული სხვაობა.

მამდიდრებელ ფაბრიკებში მადნის გადამუშავების პროცესები იყოფა 3 ძირითად ჯგუფად:

1. მოსამზადებელი პროცესები (მადნის ზომების შემცირების მიზნით) - მათ მიეკუთვნება დამსხვრევა, დაფქვა, გაცხრილვა, კლასიფიკაცია.
2. საკუთრივ გამდიდრების პროცესები - მათ მიეკუთვნება გრავიტაციული, ფლოტაციური, მაგნიტური, ელექტრული მეთოდით გამდიდრება.
3. დამხმარე პროცესები (გაუწყლოება, გაშრობა, ტრანსპორტირება და სხვა.).

გარდა ამისა განასხვავებენ სპეციალურ მეთოდებს, რომელთაც მიეკუთვნება მადნის გადარჩევა, ფორმის და ხახუნის კოეფიციენტის მიხედვით გამდიდრება, ცხიმოვან ზედაპირზე გამდიდრება, არჩევითი დამსხვრევა და სხვა. შესაძლებელია გამდიდრებისას გამოყენებული იქნას რამდენიმე მეთოდი ერთად.

§ 3. გამდიდრების პროდუქტები

საწყისი მადანი - არის ნედლეული, რომელიც გადასამუშავებლად შედის ამა თუ იმ პროცესში.

გამდიდრების შედეგად მიიღება:

კონცენტრატი- იგი წარმოადგენს გამდიდრების შედეგად მიღებულ კონდიციური შემადგენლობის პროდუქტს, რომელშიც დაგროვილია სასარგებლო მინერალების უდიდესი რაოდენობა.

კუდები- არის გამდიდრების პროდუქტი, რომელშიც დაგროვილია ქანშემქმნელი მინერალები. სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა მასში მინიმუმამდეა დაყვანილი. უმრავლეს შემთხვევაში კუდები გადაიყრება. ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება რომელიმე წარმოებაში.

შუალედი პროდუქტი - ეწოდება გამდიდრების პროდუქტს, რომელშიც საკმაო რაოდენობითაა თავმოყრილი როგორც სასარგებლო კომპონენტი, ისე ფუჭი ქანი. ეს პროდუქტი მოითხოვს ხელახალ გამდიდრებას. ზოგჯერ აღნიშნულ პროდუქტში ფუჭი ქანისა და სასარგებლო კომპონენტის მინერალები შენაზარდის სახითაა წარმოდგენილი. ამ შემთხვევაში შუალედი პროდუქტი ხელახალი გამდიდრების წინ თხოულობს დამატებით დამსხვრევით გახსნას.

შლამი და მტვერი - არის უწვრილესი მარცვლებისაგან შემდგარი ფრაქცია, შლამი წარმოადგენს უწვრილები მარცვლებისა და წყლის ნარევს, იგი ხელს უშლის გამდიდრების პროცესის ნორმალურ მსვლელობას, ამიტომ მას წინასწარ ამორებენ გასამდიდრებელ მასალას დემლამირებით. მტვრის მოცილება ხდება გაუმტვერებით.

§ 4. გამდიდრების ტექნოლოგიური მაჩვენებლები

გამდიდრების პროცესის ეფექტურობას ახასიათებს შემდეგი ძირითადი მაჩვენებლები: პროდუქტის გამოსავალი, ამოკრეფა, დანაკარგი, შეკვეცის კოეფიციენტი, გამდიდრების ხარისხი, კონცენტრატის თვითღირებულება. განვიხილოთ ისინი ცალ-ცალკე:

კონცენტრატის გამოსავალი (γ) წარმოადგენს მისი წონის ფარდობას გასამდიდრებელი, ანუ საწყისი მადნის წონასთან, რომლისაგანაც მიღებულია კონცენტრატი.

ვთქვათ გასამდიდრებელია Q ტნ მადანი, მასში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა - α %. გამდიდრების შედეგად მიღებული კონცენტრატის რაოდენობა ავლნიშნოთ K -თი, მასში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა - β -თი, ლითონის შემცველობა კუდებში- θ , ხოლო კუდების რაოდენობა იქნება $(Q-K)$. ავლნიშნოთ

ლითონის რაოდენობა საწყის მადანში კონცენტრატში და კუდებში შესაბამისად M ;
 $M_1; M_2$ - ით , მაშინ

$$M_1 = \frac{K\beta}{100} ; \quad M_2 = \frac{(Q-K)\theta}{100} ; \quad M = \frac{Q\alpha}{100}$$

რადგანაც $M = M_1 + M_2$ შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{Q\alpha}{100} = \frac{K\beta}{100} + \frac{(Q-K)\theta}{100}$$

$$Q\alpha = K\beta + (Q-K)\theta$$

$$Q(\alpha - \theta) = K(\beta - \theta) \quad \text{აქედან}$$

$$\frac{K}{Q} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} = \gamma$$

რაც არის გამოსავალი გამოსახული წილადებში. ჩვეულებრივ გამოსავალს გამოსახვენ პროცენტებში

$$\gamma_{\%} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} 100\%$$

კონცენტრატის წონითი რაოდენობა

$$K = \gamma \cdot Q$$

კუდების გამოსავალი

$$\gamma_{\text{კუდ.}} = 100 - \gamma_{\text{კონ}} (\%)$$

ამოკრეფა ანუ ამოკრეფის ხარისხი ეწოდება კონცენტრატში გადასული სასარგებლო კომპონენტის წონითი რაოდენობის ფარდობას საწყის მადანში არსებული ლითონის რაოდენობასთან. ამოკრეფა აღინიშნება ε -თი.

$$\varepsilon = \frac{M_1}{M} = \frac{k\beta}{100} : \frac{Q\alpha}{100} = \frac{k\beta}{Q\alpha} \quad \text{რადგან } \frac{k}{Q} = \gamma$$

$$\varepsilon = \gamma \frac{\beta}{\alpha}$$

დანაკარგი (η) ეწოდება კუდებში გადასული ლითონის წონის (M_2) ფარდობას საწყის მადანში არსებული ლითონის წონასთან (M).

$$\eta = \frac{M_2}{M} = \frac{(Q-K)\theta}{100} : \frac{Q\alpha}{100} = \frac{(Q-K)\theta}{Q\alpha} = (1-\gamma) \frac{\theta}{\alpha}$$

პროცენტულად:

$$\eta = (1 - \gamma) \frac{\theta}{\alpha} 100 = 100 - \varepsilon_{35}$$

შეკვეცის კოეფიციენტი (r) ეწოდება საწყისი მადნის წონის ფარდობას მიღებული კონცენტრატის წონასთან

$$r = \frac{Q}{K} = \frac{Q}{\gamma Q} = \frac{1}{\gamma}$$

შეკვეცის კოეფიციენტი გვიჩვენებს ერთი ტონა კონცენტრატის მისაღებად საჭირო მადნის რაოდენობას ტონასთან.

გამდიდრების ხარისხი, ანუ კოეფიციენტი (K_0) - იგი გვიჩვენებს კონცენტრატის ხარისხის ზრდას საწყისი მადნის ხარისხთან შედარებით

$$K_0 = \frac{\beta}{\alpha}$$

კონცენტრატის თვითღირებულება. თუ ერთი ტონა მადნის ღირებულება შეადგენს a -ლარს, ხოლო მისი გადამუშავება b -ლარს, მაშინ 1 ტნ კნ-ის თვითღირებულება

$$C = (a + b)r = \frac{a + b}{\gamma}$$

§ 5. სასარგებლო წიაღისეულის კომპლექსური გამოყენება

თითქმის ყველა საბადო კომპლექსურია და შეიცავს სასარგებლო კომპონენტთა მთელ რიგს. ასე მაგალითად, რკინის მადნის საბადოებში გარდა რკინისა ძალიან ხშირად გვხვდება: სპილენძი; თუთია; ტყვია; კობალტი და სხვა ელემენტები. ტყვიის მადანი შეიცავს თუთიას; სპილენძს; გოგირდს; იშვიათ და კეთილშობილ ლითონებს და სხვა.

მინერალური ნედლეულის კომპლექსური გამოყენება თანმხლები სასარგებლო კომპონენტის მაქსიმალური ამოკრეფით წარმოადგენს თანამედროვეობის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. გარდა ამისა იგი არის გარემოს დაცვისა და ბუნების შენარჩუნების გლობალური ამოცანის გადაწყვეტის განუყოფელი ნაწილი.[5,7,8,9]

ნედლეულის კომპლექსური გამოყენება ხელს უწყობს საწარმოთა მიერ გამოშვებული პროდუქციის ასორტიმენტის ზრდას, ნედლეულის ბაზის განვითარებას, სახალხო მეურნეობისათვის კაპიტალური დაბანდებების ეკონომიკურ

ხარჯვას, რაც უფრო მაღალი იქნება ნედლეულის კომპლექსური გამოყენების დონე, მით უფრო ნაკლები იქნება ე.წ. მონოლითონური საბადოების რიცხვი.

მინერალური ნედლეულის კომპლექსური გამოყენების სფეროში უკანასკნელ წლებში მიღწეულია გარკვეული წარმატებები, მაგალითად, თანმხლები პროდუქციის გამოშვება ფერად მეტალურგიაში მნიშვნელოვნად გაიზარდა და მიაღწია სპილენძის მრეწველობაში - 34%, ტყვია-თუთიის მრეწველობაში - 26%- მთელი სასაქონლო პროდუქციისა. თანმხლები პროდუქციის ღირებულება ზოგიერთ საწარმოში აღწევს მთლიანი სასაქონლო პროდუქციის 50%-ს. სპილენძის წარმოებაში გარდა სპილენძისა მიიღება 13 სხვადასხვა სასარგებლო კომპონენტი, ტყვია-თუთიის წარმოებაში - 18 და ა.შ.

მინერალური ნედლეულის კომპლექსური გამოყენების დონე ფასდება - კომპლექსურობის კოეფიციენტით.

კომპლექსურობის კოეფიციენტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ წილადის სახით, რომლის მრიცხველში მოცემულია სასაქონლო პროდუქციაში ამოკრეფილი სასარგებლო კომპონენტების ჯამური ღირებულება გამოთვლილი არსებული საბითუმო ან პირობითი ფასებით, ხოლო მნიშვნელი წარმოადგენს ნედლეულში სასარგებლო კომპონენტთა ჯამურ ღირებულებას გამოთვლილს იგივე ფასებით საწყის მადანში. ე.ი.

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^n M_T n_i U_0 U_i}{\sum_{i=1}^n M_C U_0 U_i}$$

სადაც K_3 - ნედლეულის გამოყენების კომპლექსურობის კოეფიციენტი, $M_T n_i$ - სასაქონლო პროდუქციაში სასარგებლო კომპონენტების მასური წილი.

M_C - იგივე ნედლეულში.

$U_0 U_i$ - ერთიანი საბითუმო ფასები აღნიშნულ სასაქონლო პროდუქციაზე.

ნედლეულის გამოყენების კომპლექსურობის მიხედვით ყოფილი სნგ-ს ქვეყნების მრეწველობა იმყოფება შედარებით მაღალ განვითარებული ქვეყნების დონეზე, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სფეროში არსებობს მთელი რიგი გამოუყენებელი რეზერვები. მაგალითად: არაა გადაწყვეტილი ღარიბი დაჭანგული მადნების გამდიდრების პრობლემა; რკინის მადნებიდან არ ხდება მთლი რიგი

თანმდევი მინერალების ამოკრეფა; მთელ რიგ პოლიმეტალური საბადოებიდან ხდება არსებული სასარგებლო კომპონენტთა ნახევარზე ოდნავ მეტის ამოკრეფა და ა.შ.

მნიშვნელოვანია აგრეთვე მამდიდრებელი ფაბრიკების ნარჩენების გამოყენების პრობლემა. ცნობილია, რომ მადნის მოპოვებისა და გადამუშავების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენების უტილიზაცია მოითხოვს მიწის საკმაოდ დიდ ფართობებს. ამიტომ აღნიშნული ნარჩენებიდან დამატებითი სასაქონლო პროდუქციის მიღება და ამ ნარჩენების გამოყენება მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს სახალხო მეურნეობის მთელი რიგი პრობლემების წარმატებით გადაჭრის საქმეში.

II თავი. მამდიდრებელი ფაბრიკები

§ 6. მამდიდრებელი ფაბრიკების კლასიფიკაცია

მამდიდრებელი ფაბრიკა სამრეწველო საწარმოა, რომელშიაც წარმოებს სასარგებლო წიაღისეულის მექანიკური გადამუშავება, მისი ხარისხის ამაღლების ან მისგან მავნე მინარევების მოშორების მიზნით.

მამდიდრებელი ფაბრიკების კლასიფიკაცია ხდება:

- ა) ფაბრიკაში განხორციელებული გამდიდრების ოპერაციათა მიხედვით;
- ბ) გასამდიდრებელი სასარგებლო წიაღისეულის სახეობის მიხედვით;
- გ) ნაგებობებისა და გეოგრაფიული გარემოს მიხედვით.

კლასიფიკაციის პირველი ნიშნის მიხედვით განასხვავებენ: ფლოტაციურ, გრავიტაციულ, მომრეცხ, მაგნიტურ, მახარისხებელ, სააგლომერაციო, საბრიკეტო ფაბრიკებს.

წიაღისეულთა სახეობის მიხედვით განასხვავებენ: ნახშირების, მანგანუმის, ბარიტის, ოქროს, და ა.შ. მამდიდრებელ ფაბრიკებს. [9,10]

ნაგებობების ფორმის მიხედვით არსებობს მრავალსართულიანი მამდიდრებელი ფაბრიკები. ხოლო იქ სადაც გეოგრაფიული გარემო საშუალებას იძლევა, ფაბრიკაში მასალის თვითდინებით ტრანსპორტირების მიზნით აშენებენ კასკადური ტიპის მამდიდრებელ ფაბრიკებს.

§ 7. გამდიდრების ოპერაციების კლასიფიკაცია და ტექნოლოგიური სქემები

გამდიდრების ოპერაციების კლასიფიკაცია. გამდიდრების დროს მადნიდან საბოლოო პროდუქტების მიღების მიზნით ტარდება მთელი რიგი ოპერაციებისა, რომლებიც იყოფა შემდეგ ოპერაციებად:

1. მოსამზადებელი ოპერაციები.
2. საკუთრივ გამდიდრების ოპერაციები.
3. დამხმარე ოპერაციები.
4. სასამსახურო ოპერაციები.

მოსამზადებელ ოპერაციებს მიეკუთვნება: ა) გაცხრილვა, ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია და ასპირაცია.

ბ) გაფხვიერება-შესრულებული დამსხვრევა-დაფქვით ან გარეცხვა-გახეხვით.

საკუთრივ გამდიდრების ოპერაციები - რომლებიც გამომდინარეობს მადნის შემადგენელი მინერალების ფიზიკურ, ქიმიურ და მინერალოგიურ თვისებების სხვადასხვაობიდან, სრულდება გამდიდრების სხვადასხვა მეთოდით, რომლებიც იყოფა ორ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში შედის გამდიდრების მექანიკური მეთოდები, ხოლო მეორეში ქიმიური მეთოდები.

დამხმარე ოპერაციებს ეკუთვნის:

1. გაუწყლოება
2. გაუმტვერება
3. დეშლამირება
4. დანაჭროვნება

გაუწყლოება - ხორციელდება: დრენაჟით (რომელიც ითვალისწინებს სხველი მასალის ბუნებრივი დაწრეტას) და ცენტრიფუგებით; წვრილმარცვლოვანი მასალის შესქელებით, გაფილტვრითა და გაშრობით.

გაუმტვერება - ითვალისწინებს მსხვილი კლასებიდან მტვრის მოშორება-დაჭერას, ჰაერის გასუფთავებას წყლის მოსხურებით, კონდენსირებით და სავენტილიაციო დანადგარების გამოყენებით.

დეშლამირება - ითვალისწინებს წყალში შეტივტივებული წვრილმანის ანუ შლამების მოშორებას.

დანაჭროვნება (გამსხვილება) - ხდება დაბრიკეტებით, აგლომერაციით, დაგუნდავებით და დაკოქსებით.

სასამსახურო ოპერაციებში შედის:

ნედლეულისა და გამდიდრების პროდუქტების დასინჯვა და კონტროლი.

შიგა და გარე საფაბრიკო ტრანსპორტი;

ფაბრიკის წყლითა და ჰაერით მომარაგება;

ელექტრომექანიკური მოწყობილობათა რემონტი;

ფაბრიკის დისპეტჩერული, ავტომატური და ტელევიზიური მართვა.

გამდიდრების სქემები

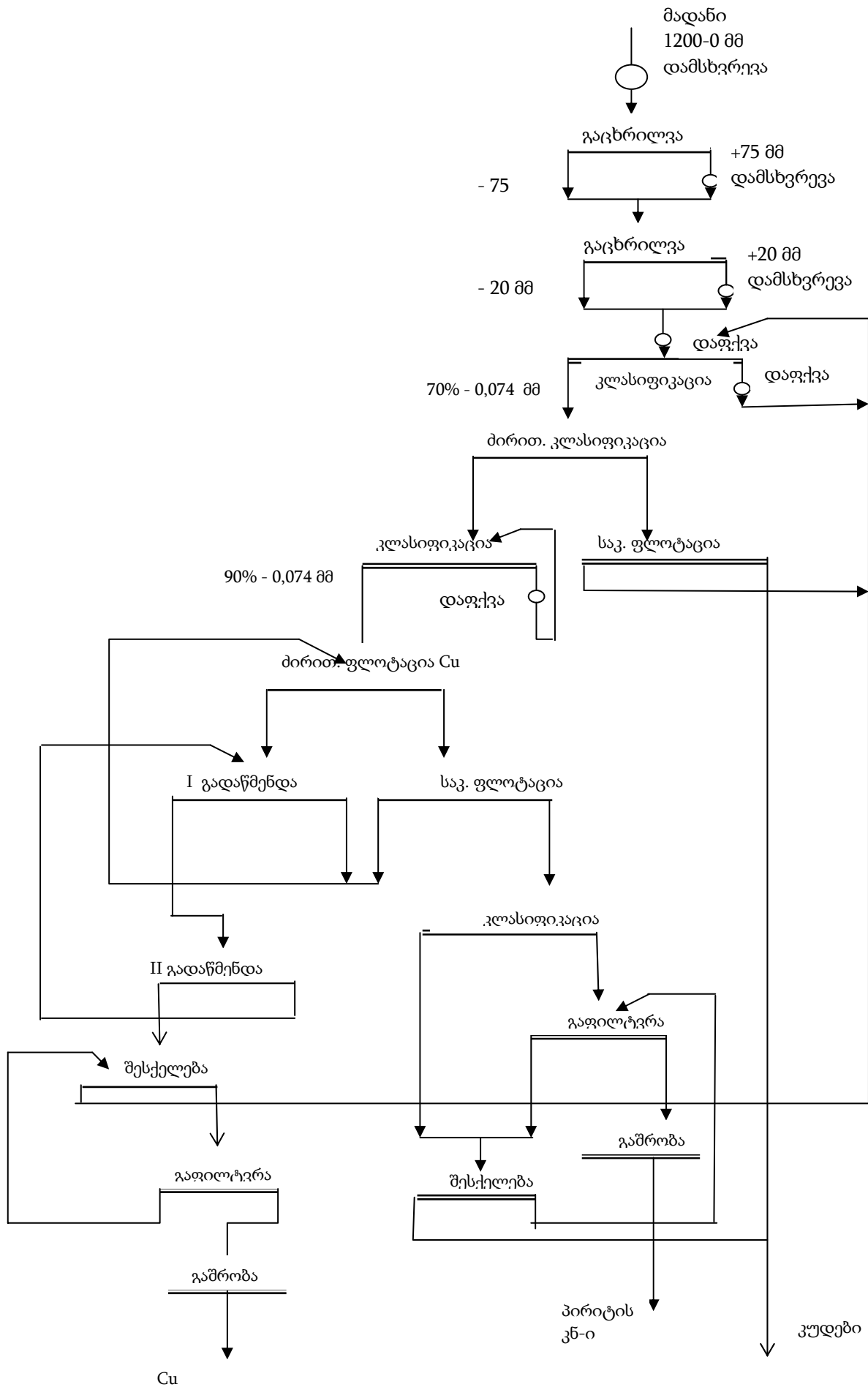
როგორც უკვე ვიცით, მამდიდრებელ ფაბრიკაში საწყისი მადნიდან საბოლოო კონდიციური კონცენტრატის მისაღებად მიმდინარეობს მრავალი სხვადასხვა ოპერაცია, რომლებიც სრულდება გარკვეული თანმიმდევრობით. ამ ოპერაციათა ერთობლიობას „გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა ეწოდება“. არსებობს გამდიდრების ოთხი ძირითადი სქემა: თვისებითი; რაოდენობითი; შლამისა და აპარატთა ჯაჭვის.

თვისებითი სქემა არის მადნის გასამდიდრებლად საჭირო ოპერაციათა თანმიმდევრულად შესრულების გრაფიკულად გამოსახვა, იმ თანმიმდევრობით, რომლითაც უნდა სრულდებოდეს სხვადასხვა პროცესი. მასზე აღნიშნულია პროცესებისა და მიღებული პროდუქტების დასახელება. პროცესში შემავალი და პროცესიდან გამოსული პროდუქტების სიმსხო და ხარისხი (ნახ. 1).

რაოდენობითი სქემა წარმოადგენს თვისებითი სქემის განვითარებას. მასზე დამატებით მოცემულია პროდუქტების წონა.

შლამის სქემაზე ნაჩვენებია, თუ რა რაოდენობის წყალი ემატება ან შორდება გამდიდრების ამა თუ იმ პროცესს ან პროდუქტს.

აპარატთა ჯაჭვის სქემა ეწოდება ფაბრიკაში მასალის თანმიმდევრული გადაადგილების თვალსაჩინო გრაფიკულ გამოსახულებას შემსრულებელი და დამხმარე აპარატებისა და მანქანების პირობითი აღნიშვნით.



ნახ. 1. სპილენძ-პირიტის მადნის გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა

III თავი. სასარგებლო წიაღისეულთა დამსხვრევა

§ 8. პროცესის არსი

მამდიდრებელ ფაბრიკაში საბადოდან შემოსული მადანი შეიცავს სხვადასხვა ზომის ნატეხებს, რომლებიც საჭიროა მიყვანილი იქნეს იმ ზომამდე, რომ მაში სასარგებლო მინერალისა და ფუჭი ქანის მარცვლები თავისუფალი სახით იყვნენ წარმოდგენილი. ამის შემდეგ შესაძლებელი იქნება მათი განცალკევება. ამ მიზნით გამდიდრების წინ გამოიყენება მოსამზადებელი ოპერაციები. აღნიშნულ ოპერაციებს მიეკუთვნება დამსხვრევა და დაფქვა.

თავისი ფიზიკური არსით დამსხვრევაც და დაფქვაც ერთდამავე პროცესებს წარმოადგენენ და პირობითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მხოლოდ აღნიშნულ ოპერაციებზე მიწოდებული და მათგან გამომავალი მასალის სიმსხოს მიხედვით. [2,3] ასე მაგალითად: დამსხვრევაზე შემოდის მასალა 1500 მმ-მდე ზომის ნატეხებით და მიიღება მასალა ნატეხების ზომით 10-15 მმ. ამ მასალის ზომების (სიმსხოს) შემდგომი შემცირება კი ხდება დაფქვის დროს. რის შედეგადაც მიიღება მასალა ზომით -0,074 მმ და უფრო მცირე.

უნდა აღინიშნოს, რომ მასალის საბოლოო სიმსხო მისი უშუალოდ გამდიდრების წინ განისაზღვრება მადანში სასარგებლო მინერალთა ჩაწინწკლულობის ზომისა და გამდიდრების გამოყენებული მეთოდის მიხედვით. სხვანაირად ამ პროცესებს მინერალთა გახსნას უწოდებენ. რაც უფრო მაღალი იქნება გახსნის ხარისხი მით უფრო მაღალი იქნება გამდიდრების პროცესის ეფექტურობა. საერთოდ, რომელიმე მინერალის გახსნის ხარისხი ხასიათდება თავისუფალ (გახსნილ) მარცვალთა რაოდენობის ფარდობით აღნიშნული მინერალის რაოდენობასთან მთელ მასალაში. რაც შეეხება ჩაწინწკლულობის ხარისხს-იგი წარმოადგენს შენაზარდების სახით წარმოდგენილი მინერალთა მასის ფარდობას მთელ მასასთან. აღნიშნულ სიდიდეებს გამოსახავენ პროცენტებში.

აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ არ შეიძლება გასამდიდრებელი მასალის ზედმეტად გადაფქვა, იმის გამო, რომ ამ დროს წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით წვრილი შლამები, რომელთა გამდიდრება პრაქტიკულად შეუძლებელია და ამის გამო სასარგებლო მინერალთა ნაწილი დაიკარგება კუდებთან ერთად.

დამსხვრევაც და დაფქვაც ძვირად ღირებული პროცესებია. მათზე იხარჯება მთლიანად გამდიდრებაზე გაწეული დანახარჯების 50%-ზე მეტი. ამიტომ დამსხვრევასაც მკაცრად უნდა დავიცვათ კანონი „არ დავამსხვრიოთ არაფერი ზედმეტი“ ამ წესს სხვანაირად ოქროს წესს უწოდებენ.

§ 9. დამსხვრევის სტადიები

დამსხვრევა ხორციელდება სტადიალურად. ძირითადად განასხვავებენ დამსხვრევის სამ სტადიას:

მსხვილი სტადია - 1500-1000 მმ-დან - 300 მმ-მდე

საშუალო სტადია - 300 მმ-დან - 75 მმ-მდე

წვრილი სტადია - 75 მმ-დან - 10-15 მმ-მდე

დამსხვრევის ყოველი შემდგომი სტადიის წის გაცხრილვის საშუალების გამოყოფენ სიმსხოს მიხედვით მზა კლასს. ამით მცირდება შემდგომი სტადიის სამსხვრეველების დატვირთვა, ენერგეტიკული დანახარჯები დამსხვრევაზე, მცირდება მადნის გადაფქვით წარმოქმნილი შლამის მასა. ანალოგიურად იქცევიან დაფქვის პროცესის დროსაც.

დამსხვრევის თითოეული სტადია ხასიათდება დამსხვრევის ხარისხით (i) იგი განისაზღვრება დასამსხვრევ მასალაში მაქსიმალური ნატეხის ზომების ფარდობით დამსხვრეულ მასალაში მაქსიმალური ნატეხის ზომასთან.

$$i = D_{\max} / d_{\max}$$

მსხვილი დამსხვრევისათვის, მაგალითად, დამსხვრევის ხარისხი $i_1 = 1500/300 = 5$; საშუალო სტადიის დამსხვრევისათვის $i_2 = 300/75 = 4$; წვრილი დამსხვრევისათვის $i_3 = 75/15 = 5$.

დამსხვრევის საერთო ხარისხი ცალკეულ სტადიათა დამსხვრევის ხარისხების ნამრავლის ტოლია.

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = 5 \cdot 4 \cdot 5 = 100$$

სამსხვრეველებისა და წისქვილების მუშაობის ეფექტურობა e (ტნ/კვტ.სთ) განისაზღვრება დამსხვრეული (დაფქვილი) პროდუქტის მასის ფარდობით დახარჯულ ენერჯის რაოდენობასთან

$$e = Q / E$$

სადაც Q - დამსხვრეული (დაფქვილი) პროდუქტის მასაა (ტნ); E - ენერგია დახარჯული დამსხვრევაზე (დაფქვაზე), კვტ/სთ;

ε -ს შებრუნებულ სიდიდეს ენერგიის ხვედრითი ხარჯი ეწოდება.

$$E_{\text{ბგ}} = E / Q$$

§ 10. დამსხვრევის ჰიპოთეზები

დამსხვრევისა და დაფქვის თეორიის ძირითადი მიზანია განსაზღვრა ენერგიის იმ რაოდენობისა, რომელიც იხარჯება დამსხვრევისა და დაფქვის დროს, მარცვალთა შინაგანი შეჭიდულობის ძალების გადასალახავად. მთის ქანების მარცვლებში არსებობს როგორც კრისტალთაშორისი შეჭიდულობის ძალები, ისე კრისტალთა შიგნით არსებული შეჭიდულობის ძალები. ეს უკანასკნელი მრავალჯერ აღემატებიან პირველს. უნდა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ ყველა ქანი შეიცავს ე.წ. შესუსტებული შეჭიდულობის ზონებს. (კრისტალთა სტრუქტურული დეფექტები, მიკრო და მაკრო ბზარები).

დამსხვრევისა და დაფქვის პროცესი ჯერ მიმდინარეობს იმ ზონებში, სადაც შეჭიდულობის ძალები მცირეა (დეფექტური ზონები), შემდეგ მიმდინარეობს დამსხვრევა უფრო ერთგვაროვანი მასისა ბზარების ნაკლები რიცხვით. ამიტომ რაც უფრო წვრილია პროდუქტი მით უფრო მკვეთრად იზრდება დამსხვრევის საწინააღმდეგო ძალები.

არსებობს რამდენიმე ჰიპოთეზა, რომლებიც ახასიათებს დამსხვრევაზე დახარჯული მუშობის დამოკიდებულებას დამსხვრევის შედეგებზე:

რიტინგერის მიხედვით მუშაობა, რომელიც დაიხარჯა დამსხვრევაზე (დაფქვაზე) პროპორციულია დამსხვრეული პროდუქტის ნატეხების ახლად წარმოქმნილ ზედაპირისა.

$$A = k'_R \Delta S = K_R D^2$$

სადაც K'_R, K_R - პროპორციულობის კოეფიციენტების ნმ/მ²;

ΔS - ახალ წარმოქმნილი ზედაპირის ფართობი - მ²;

D - დასამსხვრევი მასალის დიამეტრია მ.

კიკი - კირპიჩევის კანონის მიხედვით დამსხვრევის მუშაობა პროპორციულია დეფორმირებული ნატეხების მოცულობისა

$$a = K'_k V = K_k D^3$$

სადაც K'_k, K_k - პროპორციულობის კოეფიციენტებია ნ.მ./მ²;

V - ნატეხის მოცულობა, მ³;

D - ნატეხის სიდიდის დამახასიათებელი ზომაა - მ.

რეზინდერის მიხედვით დამსხვრევის მთლიანი მუშაობა ტოლია დეფორმაციაზე დახარჯული და ახალი ზედაპირების წარმოქმნისათვის გაწეული მუშაობათა ჯამისა.

$$A = K_k D^3 + K_r D^2$$

ქანების ძირითადი თვისებები შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად:

ფიზიკური თვისებები - მათ მიეკუთვნება: სიმკვრივე; ფორიანობა; სინესტე; დასველების უნარი; მაგნიტური ამთვისებლობა; ელექტრო-გამტარებლობა; სითბოს გამტარუნარიანობა და სხვა.

მექანიკური მეთოდებით წიაღისეულის დამსხვრევისას მეტად მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს მექანიკური თვისებები, რომლებიც ძირითადად განსაზღვრავენ მათ უნარს წინააღმდეგობა გაუწიოს ქანებზე მოქმედ გარეშე ძალებს.

ქანების წინააღმდეგობის უნარს დაშლისადმი განსაზღვრავენ სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით. პრაქტიკულ მიზნებისათვის ფართოდ გამოიყენება პროფ. პროტოდიაკონოვის მიერ შემოთავაზებული სიმაგრის კოეფიციენტის სკალა. ამ სკალის მიხედვით ქანები დაყოფილია 10 კატეგორიად. სიმაგრის კოეფიციენტით 0,3-დან 20-მდე. ამ სკალის მიხედვით სიმაგრის კოეფიციენტი შეადგენს: რკინის კვარციტებისათვის 15-18-ს, სპილენძის კოლჩედანისათვის, კირისათვის 5-10-ს, ნახშირებისათვის 2-5-ს. სიმაგრის კოეფიციენტი (f) ერთეულად მიღებულია ქანის სიმტკიცის ზღვარი რომელიმე ერთი ღერძის მიმართ შეკუმშვისას. როცა შეკუმშვის ძალა

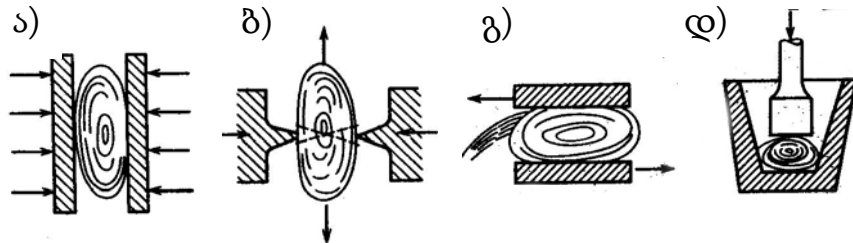
$$N_{შკ.} = 10M\Pi a$$

$$f = 0.1 \cdot N_{შკ.}$$

სიმაგრის კოეფიციენტის მიხედვით ქანები იყოფა რბილ ($f < 8$); საშუალო ($f = 8-15$) და მაგარ ($f > 15$) ქანებად.

§ 11. სამსხვრევლები

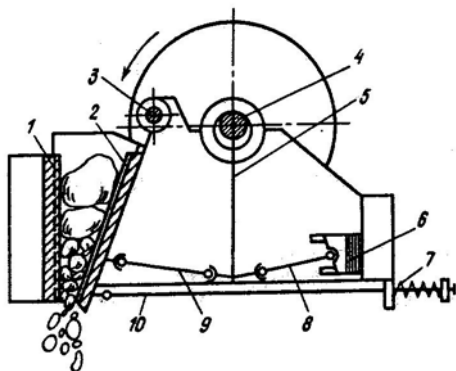
სამსხვრევ-საფქვავი მოწყობილობების საერთო კლასიფიკაცია დამყარებულია მათი მოქმედების პრინციპებზე ე.ი. დამსხვრევის იმ მეთოდებზე, რომლითაც ხორციელდება ნატეხის დაშლა. საერთოდ გამოყენებულია დამსხვრევის შემდეგი 4 პრინციპი: გაჭყლეტა; გახლეჩა; გახეხვა და დარტყმა. (ნახ. ა; ბ; გ; დ.).



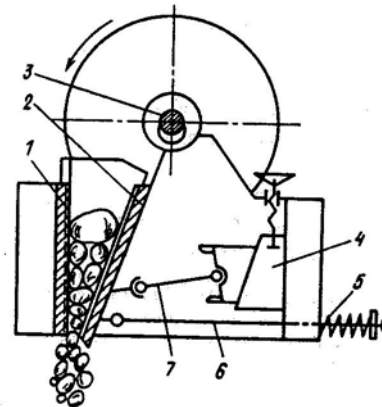
ნახ. 2. დამსხვრევის მეთოდები
ა) გაჭყლეტა; ბ) გახლეჩა; გ) გახეხვა; დ) დარტყმა.

კონსტრუქციული თვისებებებისა და მუშა ორგანოს სახის მიხედვით განასხვავებენ ყბიან; კონუსურ; ვალცებიან; როტორულ და სხვა სახის სამტვრევლებს.

ყბიანი სამსხვრევლები - ძირითადად გამოიყენება მაგარი მადნებისათვის მსხვილი და საშუალო დამტვრევის სტადიაში ნახაზზე მოცემულია სამსხვრევლები ყბების მარტივი (ნახ. 3) და რთული მოძრაობით (ნახ. 4)



ნახ.3. ყბიანი სამსხვრევლა ყბის მარტივი მოძრაობით
1-უძრავი ყბა; 2- მოძრავი ყბა; 3-ყბის საკიდი ღერძი; 4-ექსცენტრიკული ლილვი; 5-ბარბაცა; 6-გამოსაშვები ხვრელის სიდიდის რეგულირების მექანიზმი; 7-ზამბარა; 8,9-გამბრჯენი ფილები; 10-შტანგი



ნახ.4. ყბიანი სამსხვრევლა ყბის რთული მოძრაობით
1-უძრავი ყბა; 2-მოძრავი ყბა; 3-ექსცენტრიკული ლილვი; 4-გამოსაშვები ხვრელის სიდიდის რეგულირების მექანიზმი; 5-ზამბარა; 6-შტანგი; 7- გამბრჯენი ფილები;

პირველი ტიპის სამსხვრეველებში მოძრავი ყბა ღერძზეა ჩამოკიდებული და მოძრაობაში მოძრაობაში მოდის ექსცენტრიკული ლილვის მეშვეობით, რომლის ექსცენტრიკზე თავისუფლადაა ჩამოკიდებული ვერტიკალური ბარბაცა. ბარბაცას ბოლო ორთავე მხრიდან დაკავშირებულია გამბრჯენ ფილებთან. ერთი გამბრჯენი ფილა დაკავშირებულია მოძრავ ყბასთან, ხოლო მეორე- სამსხვრეველას სადგამის უკანა კედელთან. გამოსაშვები ხვრელის რეგულირების მიზნით მოძრავ ყბაზე დამაგრებულია შტანგი, რომლის ბოლოში მოთავსებულია ზამბარა. მომჭერი ხრახნის საშუალებით ხდება ხვრელის სიდიდის რეგულირება.

მუშაობის პროცესში მოძრავი ყბა, რომელშიც განიცდის ქანქარისებრ რხევას უახლოვდება და შორდება უძრავ ყბას. მათ შორის სივრცეში ხდება მასალის დამსხვრევა და განტვირთვა.

ყბებიანი სამსხვრეველა ყბის რთული მოძრაობით განსხვავდება იმით, რომ მოძრავი ყბა უშუალოდ თვითონ არის ჩამოკიდებული ლილვის ექსცენტრიკზე, ხოლო ქვედა ნაწილი დაკავშირებულია ერთ გამბრჯენ ფილასთან. გამბრჯენი ფილის მეორე მხარე ეყრდნობა მარეგულირებელ მექანიზმს სადგამის უკანა კედელზე.

ყბებიანი სამსხვრეველების მწარმოებლობა მასის მიხედვით შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ემპირიული ფორმულის მიხედვით : (ტნ/სთ)

$$Q = 0.1Lb$$

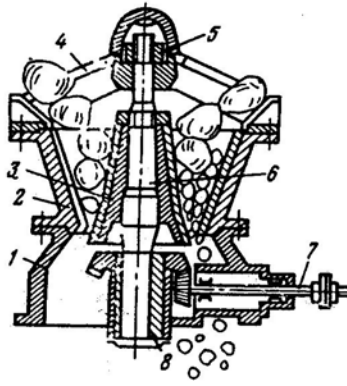
სადაც L და b განმტვირთავი ხვრელის ზომებია სმ-ში

დამსხვრევის ხარისხი ყბებიანი სამსხვრეველებისათვის შეადგენს 3-4-ს. მისი რეგულირება შეიძლება გამოსაშვები ხვრელის ზომების შეცვლით.

კონუსური სამსხვრეველები - გამოიყენება როგორც მსხვილი (KKD) ისე საშუალო (KCD) და წვრილი (KMD) დამსხვრევისთვის.

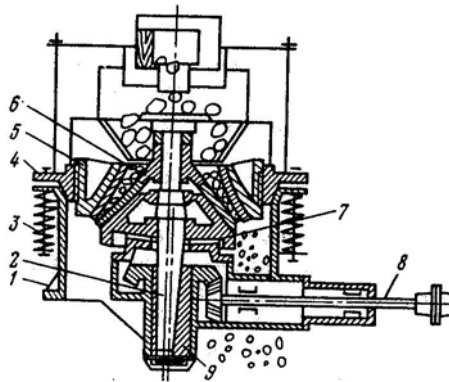
აღნიშნული სამსხვრეველები მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან კონსტრუქციული თავისებურებებით. ძირითადად ისინი წარმოადგენენ სადგარს, რომელზეც დამაგრებულია უძრავი კონუსი, რომლის შიგნითაც მოთავსებული კონუსის (მამსხვრევი კონუსი) მეშვეობით ხორციელდება მადნის დამსხვრევა გაჭყლეტივით და გახეხვის პრინციპით.

ნახაზზე 5. მოცემულია მსხვილი დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა



ნახ.5. მსხვილი დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა
 1-კორპუსი; 2-უძრავი კონუსი; 3-მოძრავი კონუსი; 4-ტრავერსი;
 5-კონუსის საკიდარი; 6-კონუსის ღერძი; 7-ამძრავი ლილვი;
 8- ექსცენტრიკი.

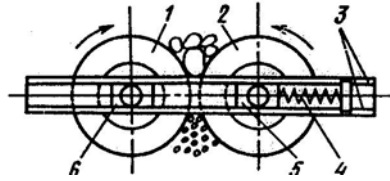
საშუალო სტადიის დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა მოცემულია ნახაზზე 6.



ნახ. 6. საშუალო დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა
 1-კორპუსი; 2-კონუსის ლილვი; 3-ზამბარები; 4-საყრდენი
 რგოლი; 5-უძრავი ჯამი ; 6-მოძრავი კონუსი; 7-კონუსის
 საქუსლე; 6- ამძრავი ლილვი; 7-ექსცენტრიკი.

ვალცებიანი სამსხვრეველები. ამ ტიპის სამსხვრეველებში გამოყენებულია გაჭყლეტისა და გახლეჩის პრინციპები. თავისი დანიშნულებისა და კონსტრუქციების მიხედვით განასხვავებენ შემდეგი ტიპის ვალცებიან სამსხვრეველებს: ერთვალცებიანს (ნახშირებისათვის), ორვალცებიანს (გლუვი და ლარებიანი ვალცებით) მადნებისათვის, ორვალცებიანს კბილა ვალცებით - ნახშირებისა და რბილი ქანების და ოთხვალცებიანს გლუვი ვალცებით, რომლებიც ძირითადად გამოიყენება აგლომერაციულ ფაბრიკებში კოქსის დამსხვრევისათვის.

ვალცებიან სამსხვრეველებში მასალის დამსხვრევა წარმოებს ორი ურთიერთშემხვედრად მბრუნავ ლილვს შორის ნახ. 7.



ნახ.7. ვალცებიანი სამსხვრეველას სქემა
1,2-ვალცები; 3-დგანი; 4-ზამზარა; 5-მომრავი საკისრები;
6-უმრავი საკისრები.

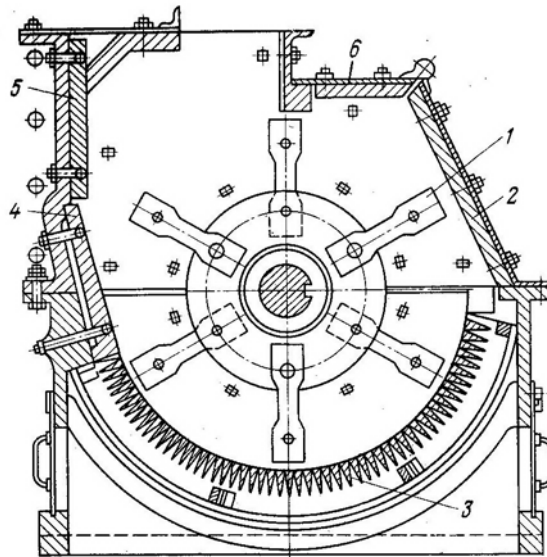
ვალცებიან სამსხვრეველებში მაგარი მადნების შემთხვევაში დამსხვრევის ხარისხი შეადგენს 3-4-ს, ხოლო საშუალო და რბილი სიმაგრის მადნებისათვის აღწევს 10-მდე.

კბილვალცებიანი სამსხვრეველები ძირითადად გამოიყენება ნახშირების ანტრაციდისა და ფიქლების დამსხვრევისათვის. დასავლური ფორმების გამოშვებული კბილვალცებიანი სამსხვრეველები გამოიყენება ისეთი ქანების დამსხვრევისათვის, რომლებიც შეიცავს ალმასს, რკინის მადნებს, დოლომიტსა და ბაზალტს. ასეთი სამსხვრეველები აღჭურვილია ორი მძლავრი ელექტრული ძრავით (250-300 კვტ). მათი მწარმოებლობა 2000 ტნ/სთ-ს შეადგენს.

ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველები - გამოიყენება სხვადასხვა სასარგებლო წიაღისეულთა მსხვილი, საშუალო და წვრილი დამსხვრევისათვის, რომელთაც აქვს საშუალო სიმაგრე. აგრეთვე მყიფე და რბილი მადნებისათვის. აღნიშნული სამსხვრეველების მთავარი ღირსებაა დამსხვრევის მაღალი ხარისხი (10-20 და მეტი), აგრეთვე კონსტრუქციის სიმარტივე და კომპაქტურობა. აქვე უნდა აღინიშნოს ნაკლიც: კერძოდ, ჩაქუჩების სწრაფი ცვეთა, რის გამოც სამსხვრეველების მუშაობის ხანგრძლივობა მცირდება.

გამოყენებული ჩაქუჩების მასა 3-დან-180 კგ-მდე ცვალებადობს დასამსხვრევი მასალის სიმსხოსა და სიმაგრის მიხედვით.

ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველების მოქმედების სქემა მოყვანილია ნახაზზე 8.



ნახ.8. ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველა

1-ჩაქუჩები; 2,4,5-ფილა; 3-რიკულებიანი

თვითმავალი სამსხვრევი აგრეგატები. ზოგ შემთხვევაში განსაკუთრებით იმ კარიერებზე, სადაც ხორციელდება აფეთქებითი სამუშაოები, მიზანშეწონილია უშუალოდ კარიერში მოხდეს მასალის სიმსხოს შემცირება. აღნიშნული პროცესი ფაბრიკაში პროცესის არსებითად გამარტივებისა და გაიაფების საშუალებას იძლევა.

თვითმავალი სამსხვრევი აგრეგატები (CDA) შედგება სერიული წარმოების მოწყობილობებისაგან, როგორცაა: მკვებავეები; ცხრილები; სამსხვრეველები და განმტვირთავი მოწყობილობები (ლენტური კონვეიერები).

აბრაზიული მაგარი ქანებისა და მადნების დამსხვრევის პროცესში გამოიყენებენ ყბებიან ან კონუსურ სამსხვრეველებს. მცირედ აბრაზიული ქანებისა და მადნებისათვის მიზანშეწონილია ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველების გამოყენება. სამსხვრეველებში მადნის ჩასატვირთად იყენებენ ფირფიტებიან მკვებავეებს. საჭიროების შემთხვევაში წინასწარ გაცხრილვას აწარმოებენ სხვადასხვა ტიპის (ვალცებიან, ვიბრაციულ და სხვა) ცხრილებზე.

თავი IV. დაფქვა

§ 12. დაფქვის პროცესის დანიშნულება

გამდიდრების პროცესებთან მიმართებაში დაფქვა განიხილება, როგორც მადნის დამსხვრევის მომდევნო ეტაპი, წიაღისეულის იმ ზომამდე შემდგომი შემცირების მიზნით, რომელიც აუცილებელია მინერალთა სრულყოფილი გახსნისათვის.

მასალის დაქუცმაცება დაფქვის დროს მიმდინარეობს იგივე კანონზომიერებით, როგორც დამსხვრევისას. მადნის ტექსტურულ-სტრუქტურული თვისებების, მისი დაფქვის უნარის, წისქვილის კვების სიმსხოს გათვალისწინებით შესაძლებელია განხორციელდეს დაფქვის ერთი, ორი ან სამი სტადია. უკანასკნელი შემთხვევისათვის პირველ სტადიაში დაფქვა მიმდინარეობს $-3+1.6$ მმ-მდე, მეორეში- 0.5 მმ-მდე, ხოლო მესამეში $-0.1+0.04$ მმ-მდე. განასხვავებენ სველ (წყლიან გარემოში) და მშრალ დაფქვას.

წისქვილების დანიშნულებაა მასალის ზომების შემცირება იმ საბოლოო სიმსხომდე, რომლის შედეგად ხორციელდება სასარგებლო წიაღისეულის ამა თუ იმ მეთოდით გამდიდრება. ჩვეულებრივად მასალის საბოლოო სიმსხო განპირობებულია სასარგებლო მინერალთა ჩაწინწკლულობის ზომის და მინერალთა გახსნის საჭირო სისრულით.

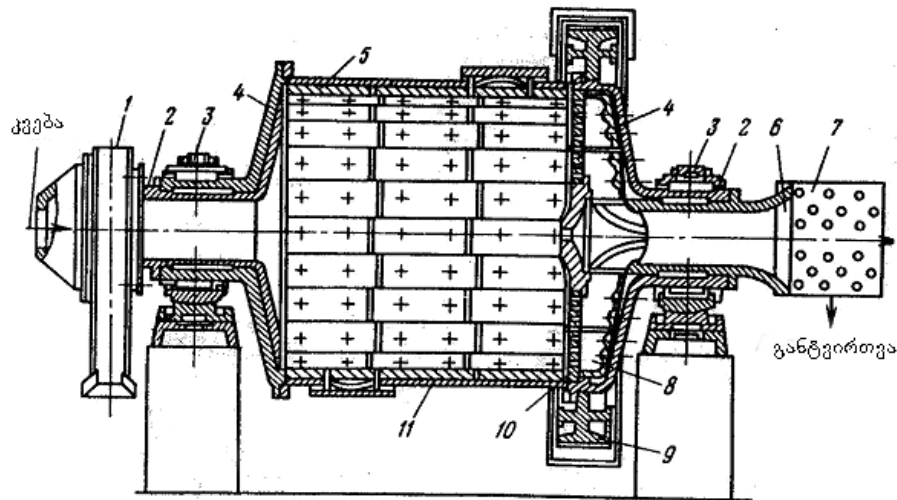
დაფქვა ძირითადად წარმოებს ბურთულებიან ან ღეროებიან დოლურ წისქვილებში და თვითდაფქვის წისქვილებში.

§ 13. დოლური წისქვილები

დოლური წისქვილები წარმოადგენს ცილინდრული ფორმის დოლს, რომელშიც გარკვეულ დონემდე მოთავსებულია დამფქვაკი სხეულები. დოლის ბრუნვისას მასალის მარცვლები ამ სხეულებთან ერთად მოძრაობს გარკვეულ სიმაღლემდე, შემდეგ ჩამოსრიალდება მათთან ერთად და დარტყმის ძალით ან დასაფქვავ არეში გახეხვის გზით განიცდის დაწვრილმანებას.

დამფქვავ სხეულებად გამოყენებულია ლითონის ბურთულები ან ღეროები. ჩვეულებრივად ღეროებიანი წისქვილები (MCI) გამოიყენება დაფქვის I სტადიაში 5-

1 მმ-ის სიმსხომდე. დაფქვის II და III სტადიაში წვრილი დაფქვისათვის გამოიყენება ბურთულეზიანი წისქვილები მარკით MIII (ნახ. 9).



ნახ.9. ბურთულეზიანი დოლური წისქვილი
 1-მკვებავი; 2-პოჭოჭიკი; 3-საკისარი; 4- ტორსული სახურავი; 5-დოლურა; 6-
 განმტვირთი ძაბრი; 7-ბუტარა; 8-ლიფტერი; 9-გვირგვინოვანი ვარსკვლავა;
 10-განმტვირთი ცხავი;

§ 14. თვითდაფქვის წისქვილები

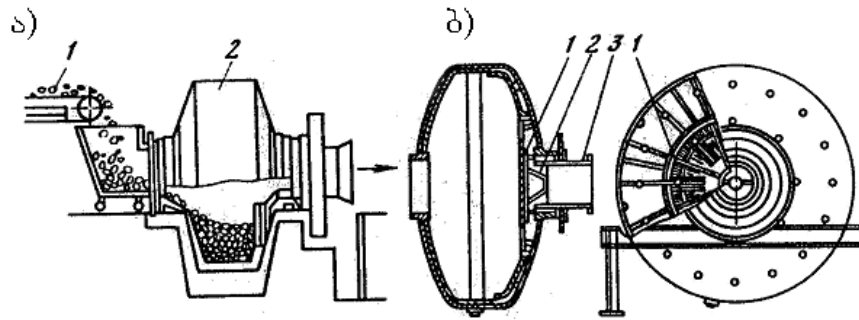
თვითდაფქვის წისქვილებში, მასალის მსხვილი ნატეხები მოძრაობისას ამსხვრევენ უფრო წვრილ ნატეხებს და ამავე დროს თვითონაც იმსხვრებიან.

პრაქტიკამ აჩვენა, რომ თვითდაფქვის პროცესის წარმატებით გამოყენება ყოველთვის არაა შესაძლებელი. პროცესი დამოკიდებულია დასაფქვავი მასალის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. თვითდაფქვა ნაკლებად ეფექტურია არაერთგვაროვანი დანალექი ქანების, რბილი ქანების, აგრეთვე ძლიერ მაგარი ქანების დაფქვისას. ამის გამო, ზოგიერთ შემთხვევაში წისქვილში უმატებენ ბურთულეებს გარკვეული პროცენტული შეფარებით. ამ პროცესს ნახევრად თვითდაფქვის პროცესს უწოდებენ.

პირველადი თვითდაფქვის და ნახევრად თვითდაფქვის პროცესებით შეიძლება ჩანაცვლებული იქნას საშუალო და წვრილი დამსხვრევის. ჩვეულებრივი დაფქვის I სტადიის პროცესები.

თვითდაფქვის ერთ-ერთ სახესხვაობას წარმოადგენს მადანკენჭოვანი დაფქვა, რომლის დროს დამფქვავ სხეულად გამოიყენება პირველადი თვითდაფქვის პროცესში გამოყოფილი მადნის გლუვზედაპირიანი კენჭები.

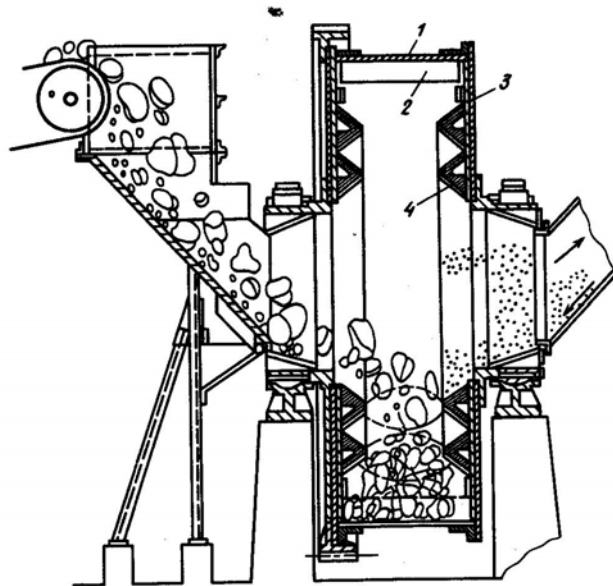
ნახაზზე 10. მოცემულია სველი თვითდაფქვის წისქვილების სქემა.



ნახ. 10. სველი თვითდაფქვის წისქვილები

ა) საერთო ხედი 1-მადნის მიწოდება; 2-დოლი; ბ) დოლის მოწყობილობა 1-განმტვირთავი გისოსი; 2-განმტვირთავი მილისი; 3-ბუტარა.

პრაქტიკაში გამოყენებულია მშრალი თვითდაფქვის წისქვილები, რომლის მოქმედების პრინციპი სქემა მოცემულია ნახაზზე 11.



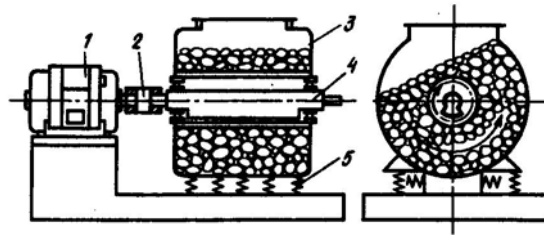
ნახ. 11. მშრალი თვითდაფქვის წისქვილები

1- დოლი; 2-მასალის ასაწევი გვერდები; 3-ტორსული სახურავი; 4-მიმართველი რგოლი

§15. ვიბრაციული, ჭავლური და პლანეტარული წისქვილები

ვიბრაციული წისქვილები - მათი მოქმედების პრინციპი ჩანს ნახაზიდან 12. წისქვილის კორპუსი ბურთულებთან და დასაფქვავ მასალასთან ერთად რხევით მოძრაობაში მოდის დებალანსური ამძრავი ლილვის მეშვეობით. ბურთულები მასალას ფქვავს დარტყმისა და გახეხვის პრინციპით. დასაფქვავი მასალის

ნაწილაკები ყოველთვის იმყოფებიან შეწონასწორებულ მდგომარეობაში და ვიბრირებენ, რაც ხელს უშლის მათ ერთმანეთთან შეწყობას. დაფქვის ეფექტურობა დამოკიდებულია ვერტიკალური რხევის ამპლიტუდის სწორად შერჩევაზე. გერმანული ფირმა „გუმბოლდტი“ უშვებს 4 სხვადასხვა ტიპის ვიბროწისქვილებს. დაფქვა შესაძლებელია მშრალი ან სველი წესით. კვებაში მასალის მაქსიმალური ზომა -25მმ-ს შეადგენს, ხოლო დაფქვილი მასალის სიმსხო 5 მკმ-ზე ნაკლებია, მწარმოებლობა 0.02-20ტნ/სთ შეადგენს.

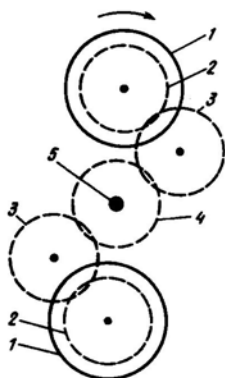


ნახ. 12. ვიბრაციული წისქვილის სქემა
1-ელექტროძრავი; 2-მოქნილი ქურო; 3-კორპუსი; 4-
დებალანსური ლილვი; 5-ზამზარები.

ფრანგული ფირმა „პალა“-ს წარმოებული ვიბროწისქვილებს შეუძლიათ მუშაობა საჭაერო სეპარატორებთან ჩაკეტილ ციკლში. დამფქვავ სხეულებად გამოიყენება ბურთულები და ღეროები.

ჭავჭავი წისქვილები- ამ წისქვილების მუშაობა დაფუძნებულია ორთქლის ან აირის ენერჯის გამოყენებაზე. საქმენში გაფართოებული აირი იძენს დიდ სიჩქარეს, რომლებიც გადაეცემა მასალის მარცვლებს ბრუნავს რა აირის ჭავჭავში მინერალთა მარცვლები იფქვება სპეციალურ ფილაზე დაჯახებისას და ურთიერთშეჯახებისას.

პლანეტარული წისქვილები- მათი ბრუნვა წააგავს პლანეტების მოძრაობას - საკუთარი ღერძის და მიზიდულობის ცენტრის გარშემო. პლანეტარული წისქვილის ბრუნვის სქემა მოცემულია ნახაზზე 13.

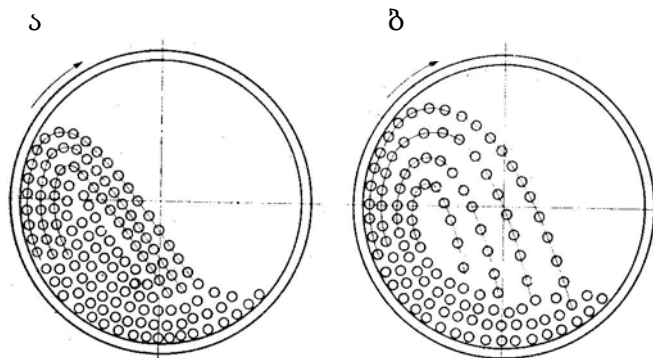


ნახ. 13. პლანეტარული წისქვილის მუშაობის სქემა.
1-დოლი; 2-დოლის ამძრავი ვარსკვლავა; 3-შუალედური
ვარსკვლავა; 4-უმძრავი ბორბალი კბილანებით; 5-ბრუნვის
ღერძი.

§ 16. დამფქვავი სხეულების მოძრაობის მექანიზმი

დამფქვავი სხეულების მოძრაობის მექანიზმი განპირობებულია დოლის ბრუნვის სიხშირით, წისქვილის შევსების ხარისხითა და დამფქვავი არის დოლის ჯავშანზე ზემოქმედების ხასიათით.

განასხვავებენ წისქვილების მუშაობის კასკადურ (ა), ჩანჩქერულ (ბ) და შერეულ რეჟიმს (ნახ. 14).



ნახ. 14. წისქვილების მუშაობის რეჟიმები

ა) კასკადური; ბ) ჩანჩქერული;

კასკადური რეჟიმის დროს (ა) დოლის ბრუნვის სიხშირე მცირეა და ასეთი რეჟიმის დროს დამფქვავი სხეულები მოძრაობენ გარკვეულ სიმაღლემდე და შემდეგ ჩამოცურდებიან ქვევით პარალელურ ფენებად. აღნიშნული რეჟიმის დროს გაჭყლეტისა და გახეხვის პრინციპით ხორციელდება მასალის დაფქვა.

წისქვილის დოლის ბრუნვის სიხშირის გაზრდა იწვევს იმას, რომ ბურთულები მოწყდება გარკვეულ სიმაღლიდან დოლის კედლებს და ვარდება ძირს პარაბოლური ტრაექტორიით. ასეთ რეჟიმს ჩანჩქერული რეჟიმი ეწოდება. დაფქვა ძირითადად განხორციელებულია დატყმის ძალის გავლენით.

შერეული რეჟიმი განხორციელებულია კასკადური რეჟიმიდან ჩანჩქერულზე გადასხვლის დროს. ამ ბურთულების ნაწილი მოძრაობს კასკადური რეჟიმით, ხოლო ნაწილი ჩანჩქერული რეჟიმით.

წისქვილის დოლის ბრუნვის სიხშირის შემდგომი გაზრდა იწვევს იმას, რომ დამფქვავი სხეულები იწყებს ბრუნვას დოლთან ერთად, არ მოწყდებიან მის ზედაპირს და ბუნებრივია არ ხდება მადნის დაფქვა. ასეთ ბრუნვის სიჩქარეს ეწოდება - კრიტიკული.

წისქვილის ბრუნვის კრიტიკული სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$n_{კრ} = 42.3 / \sqrt{D} (\text{წთ}^{-1})$$

სადაც D - წისქვილის დოლის დიამეტრია მ-ში.

წიაღისეულთა დაფქვა წისქვილებში შეიძლება ხდებოდეს როგორც ღია, ისე ჩაკეტილ და ნახევრად ჩაკეტილი ციკლის დროს.

ღია ციკლის შემთხვევაში დაფქვის პროდუქტი მიეწოდება უშუალოდ გამდიდრებაზე ან დაფქვის შემდეგ სტადიაზე. ჩაკეტილი და ნახევრადჩაკეტილი ციკლის დროს დაფქვილი მასალა (მთლიანად ან ნაწილობრივად) მიეწოდება კლასიფიკატორს, რომლის სილები უბრუნდება წისქვილს დამატებითი დაფქვისათვის, ხოლო გადანადენი მიდის შემდგომი გადამუშევების ოპერაციაზე (იხ. ნახ.15).

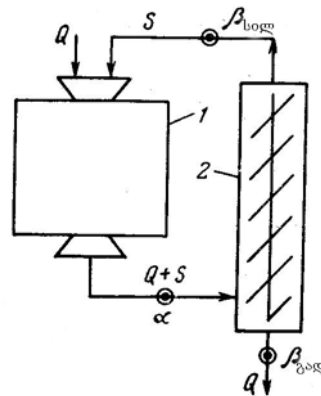
§ 17. ცირკულაციური დატვირთვა

ცირკულაციური დატვირთვა წარმოადგენს წისქვილში დამატებითი დაფქვისათვის დაბრუნებული სილების მასის ფარდობას წისქვილში მიწოდებული საწყისი მასალის მასასთან. ცირკულაციური დატვირთვა გამოითვლება ფორმულით

$$C = S / Q100\%$$

სადაც - S - სილების რაოდენობაა დროის ერთეულებში, Q - საწყისი მასალის მასა დროის ერთეულში. აღნიშნული ფორმულა შეიძლება ასე დაიწეროს :

$$C = S / Q100\% = 100(\beta_{გად.} - \alpha) / (\alpha - \beta_{სილ.})$$



ნახ. 15. ცირკულაციური დატვირთვის სქემა

1) წისქვილი; 2) კლასიფიკატორი

სადაც α , $\beta_{\text{გად.}}$, $\beta_{\text{სილ.}}$ - წარმოადგენს საანგარიშო კლასის შემცველობას შესაბამისად კლასიფიკატორის კვებაში, გადანადენში და სილებში.

ცირკულაციური დატვირთვის ტექნოლოგიური მნიშვნელობა გამოიხატება იმაში, რომ იზრდება წისქვილში მასალის გავლის სიჩქარე, რაც ხელს უწყობს დამფქვავი სხეულების მუშობის ეფექტურობას და ამცირებს მასალის გადაფქვას. საბოლოო ჯამში ეს იწვევს წისქვილის მწარმოებლობის გაზრდას. ცირკულაციური დატვირთვის ოპტიმალური სიდიდე ჩვეულებრივად 200-400 %-ს შეადგენს.

წისქვილის მწარმოებლობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ემპირიული ფორმულის საშუალებით

$$Q = K_{\text{ლაფ}} D^{2.5} L$$

სადაც D , L - შესაბამისად წისქვილის დოლის შიდა დიამეტრი და სიგრძეა

$K_{\text{ლაფ}}$ - დაფქვის კოეფიციენტი და იგი ტოლია:

რბილი მადნებისათვის $K_{\text{ლაფ}} = 1,5-2$

საშ. სიმარის მადნებისათვის $K_{\text{ლაფ}} = 1$

მაგარი მადნებისათვის $K_{\text{ლაფ}} = 0.5-0.7$

თავი V. სასარგებლო წიაღისეულის დაყოფა სიმსხოს მიხედვით

§ 18. პროცესის არსი

გადამუშავების სხვადასხვა ოპერაციაზე მიწოდებული სასარგებლო წიაღისეული წარმოადგენს სხვადასხვა ფორმის, ზომისა და ფიზიკური თვისებების მქონე მასას. ასეთი მასალის სხვადასხვა ზომის მქონე პროდუქტებად დაყოფა ხორციელდება გაცხრილვის ან ჰიდრავლიკური კლასიფიკაციის საშუალებით.

გაცხრილვა არის მასალის სხვადასხვა სიმსხოს პროდუქტებად (კლასებად) დაყოფის პროცესი, სტანდარტული ზომის ხვრეტის მქონე გამცხრილავი ზედაპირის გამოყენებით. ამ მიზნით გამოყენებულ აპარატებს ცხრილებს უწოდებენ.

ჰიდრავლიკური კლასიფიკაცია არის - წვრილი მასალის მარცვალთა სხვადასხვა ზომის კლასებად დაყოფის პროცესი, რომელიც დამყარებულია ამ მარცვლების წყლიან გარემოში ვარდნის სხვადასხვა სიჩქარეზე.

გაცხრილვის ოპერაციის შედეგად მიიღება ორი პროდუქტი: ცხრილზედა და ცხრილქვეშა. ასე მაგალითად 100 მმ ზომის მასალის გაცხრილვისას 25 მმ ხვრეტის ზომის მქონე ცხრილზე მიიღება ორი კლასი: ცხრილზედა (+25 მმ) და ცხრილქვეშა (-25 მმ).

განასხვავებენ გაცხრილვის შემდეგ სახეებს:

- ა) წინასწარი გაცხრილვა - გამოიყენება დამსხვრევის (დაფქვის) სქემებში. სამსხვრეველებზე (ან წისქვილებზე) მიწოდებული მასალიდან სიმსხოს მიხედვით მზა კლასის გამოსაყოფად.
- ბ) საკონტროლო გაცხრილვა - გამოიყენება დამსხვრევის ან დაფქვის ჩაკეტილ ციკლში დამსხვრეული მასალის სიმსხოს კონტროლის მიზნით.
- გ) მოსამზადებელი გაცხრილვა- გამოიყენება გამდიდრების რომელიმე ოპერაციის წინ, სხვადასხვა სიმსხოს ცალკეული კლასების მისაღებად.
- დ) დამოუკიდებელი გაცხრილვა - გამოიყენება მოცემული სიმსხოს მზა სასაქონლო პროდუქტების მისაღებად.

§ 19. მასალის გრანულომეტრული შემადგენლობის განსაზღვრა, საცრითი ანალიზი

მამდიდრებელ ფაბრიკებში გადასამუშავებლად შემოსული სასარგებლო წიაღისეული და გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტები წარმოადგენს ფხვიერ მასალას, რომელიც შედგება სხვადასხვა ზომის მინერალთა მარცვლებისაგან და მათი შენაზარდებისაგან.

როგორც წესი, მინერალთა ნაწილაკებს აქვს სხვადასხვა ფორმა და მათი სიმსხოს შესაფასებლად მიზანშეწონილია დავახასიათოთ იგი ერთი პარამეტრით - დიამეტრით. კუბური ფორმის მარცვლებისათვის დიამეტრად მიღებულია კუბის წახნაგის სიგრძე, სფერული ფორმის მარცვლებისათვის -სფეროს დიამეტრი, არა სწორკუთხა ფორმის ნატეხებისათვის ამ ნატეხებზე შემოხაზული პარალელეპიპედის სიგრძის, სიგანის, სისქის საშუალო მნიშვნელობა.

ხშირად სიმსხოს დასახასიათებლად იყენებენ ე.წ. ექვივალენტურ დიამეტრს. იგი წარმოადგენს იმ სფეროს დიამეტრს, რომლის მოცულობაც პირობითად აღნიშნული ნატეხის მოცულობის ტოლია.

$$d_{\text{eq}} = \sqrt[3]{G\alpha / \pi\delta}$$

სადაც G , δ - წარმოადგენს შესაბამისად ნატეხის მასას და სიმკვრივეს.

სხვადასხვა მასალის ცალკეული სინჯების სიმსხოს განსაზღვრისათვის გამოიყენება შემდეგი მეთოდები:

საცრითი ანალიზი; სენდიმეტაციური ანალიზი; მიკროსკოპული ანალიზი.

საცრითი ანალიზი ტარდება - სტანდარტული ზომის მქონე საცრებზე 40 მკმ-ზე მეტი ზომის მარცველისათვის.

სენდიმეტაციური ანალიზი გამოიყენება 5-50 მკმ-ი ზომის მარცველისათვის და დამყარებულია წყლიან არეში მარცვალთა ვარდნის სიჩქარეზე.

მიკროსკოპული ანალიზი - ტარდება მიკროსკოპის საშუალებით 50 მკმ-დან მიკრონის მეათედი სიმსხოს მარცველებისათვის.

საერთოდ, საცრითი ანალიზის ჩატარების მეთოდიკა შემდეგია: იღებენ სტანდარტულ ცხრილებს, აწყობენ მათ ერთმანეთზე ისე რომ მცირე ზომის ცხრილზე მოთავსებულია უფრო დიდი ხვრეტის ზომის მქონე ცხრილი და ა.შ. ყოველი მომდევნო ზომის ცხრილი წინასთან შედარებით განსხვავდება სკალის მოდულით.

მოდული წარმოადგენს ორი ერთმანეთის მომდევნ ცხრილის ხვრეტის ზომების ფარდობას. ასხვავებენ შემდეგ მოდულებს 2; $\sqrt{2}$ და ა.შ. ასეთი წესით დაწყობილ ცხრილზე, ზემოდან აყრიან მასალას და ხელით ან სპეციალური სარყვევლას საშუალებით არხევენ 10-30 წთ-ის განმავლობაში. თითოეულ ცხრილზე დარჩენილ მასალას წონიან 0,01 გრ-ის სიზუსტით და ანგარიშობენ თითოეული კლასის გამოსავალს.

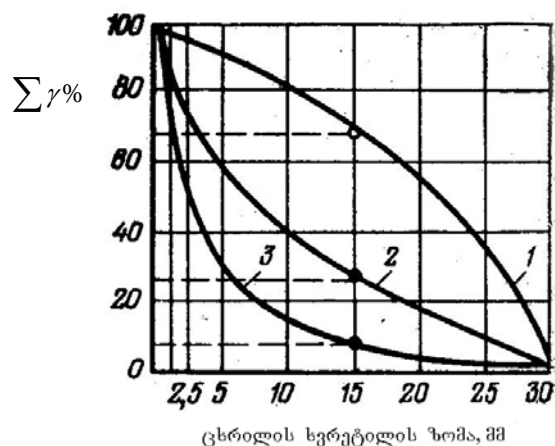
სიმსხოს მახასიათებელს აგებენ შემდეგნაირად: ორდინატა ღერძზე, მასშტაბში გადაზომავენ მოცემულ კლასთა ჯამურ გამოსავალს პროცენტებში, ხოლო აბცისათა ღერძზე, ცხრილის ხვრეტის ზომებს მილიმეტრებში.

ცხრილი. 1. საკრიტი ანალიზის შედეგები

კლასის ზომა, მმ.	I პროდუქტი		II პროდუქტი		III პროდუქტი	
	კლასების გამოსავალი, %					
	კერძო	ჯამური	კერძო	ჯამური	კერძო	ჯამური
+20	53	53	17	17	2	2
-20+10	29	82	24	41	10	12
-10+5	9	91	21	62	18	30
-5+2.5	5	96	15	77	20	50
-2.5+1.3	2	98	10	87	22	72
-1.3+0	2	100	13	100	28	100
საწყისი	100	-	100	-	100	-

საკრიტი ანალიზის შედეგების მიხედვით აგებული მრუდები მოცემულია ნახ.

16-ზე.



ნახ. 16. საკრიტი ანალიზის მრუდები

მრუდების სახის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ საკვლევ პროდუქტში მსხვილი ან წვრილი კლასის სიჭარბეზე, აგრეთვე შეიძლება გამოვთვალოთ ნებისმიერი კლასის გამოსავალი (თეორიული) გაცხრილვის დროს. მაგ: როგორც

ნახაზიდან ჩანს - 15 კლასის გამოსავალი I სინჯისთვის შეადგენს 70%; II -სათვის 27%; III- სათვის 8%.

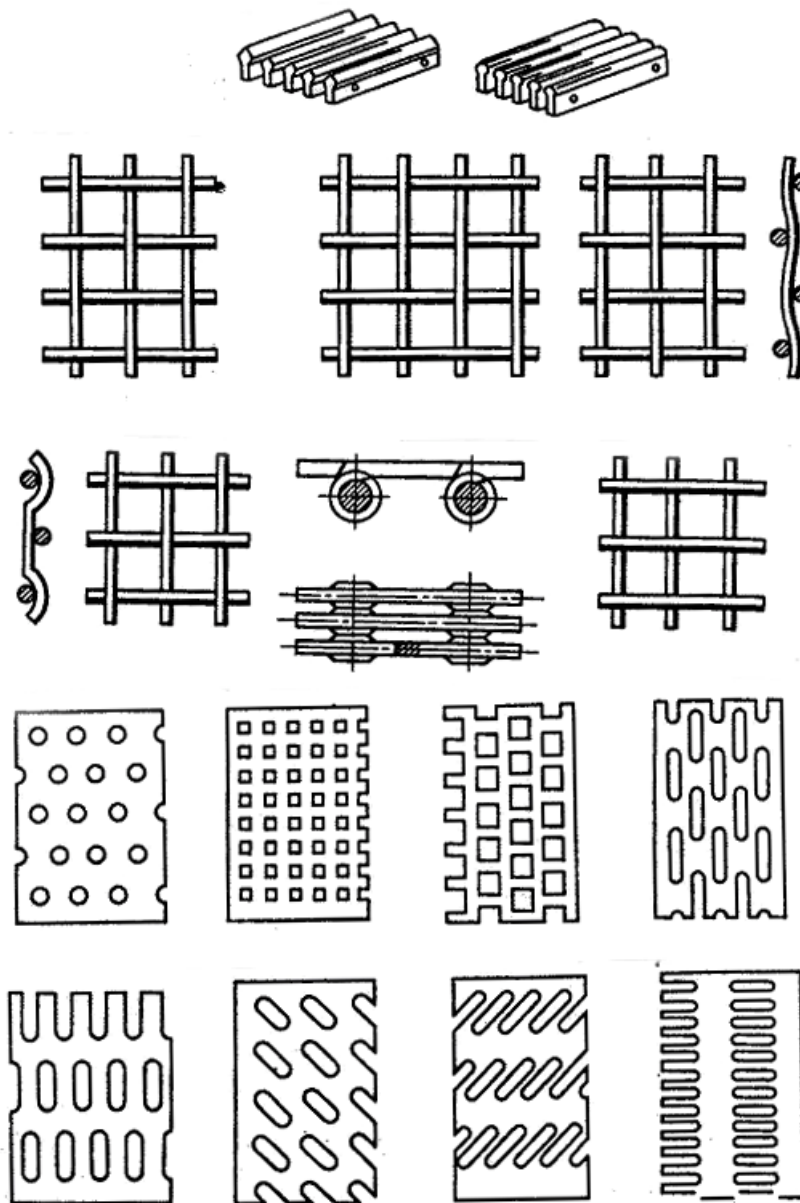
იმ შემთხვევაში როცა საჭიროა ფართო დიაპაზონის სიმსხოს მასალის საცრითი ანალიზი კლასთა დიდი რაოდენობით, მრუდებს აგებენ ნახევრადლოგარითმული და ლოგარითმული სკალის გამოყენებით. I შემთხვევაში ნახევრადლოგარითმულ სისტემაში აბცისათა ღერძზე გადაიზომება ცხრილის ხვრეტის ზომების ლოგარითმები, ხოლო ორდინატთა ღერძზე - კლასების ჯამური გამოსავალი. ლოგარითმული სისტემის დროს ორთავე ღერძზე გადაიზომება ამ სიდიდეთა ლოგარითმები.

§ 20. ცხრილები, ცხრილების კლასიფიკაცია, მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპები

გაცხრილვისათვის გამოყენებულ მანქანა-დანადგარებს ცხრილები ეწოდება, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: მუშაობის პრინციპით, კონსტრუქციული პარამეტრებით, გამცხრილავი ზედაპირის სახით და მთელი რიგი სხვა თავისებურებებით. ცხრილების კლასიფიკაციის გამარტივების მიზნით შეიძლება ისინი დავყოთ შემდეგ ჯგუფებად: უძრავრიკულებიანი, მოძრავ - დოლური, ვიბრაციული და სპეციალური დანიშნულების ცხრილები, როგორცაა მაგ: რკალური ცხრილები და ცხრილები მაგნიტური ვიბროაღმეზებით.

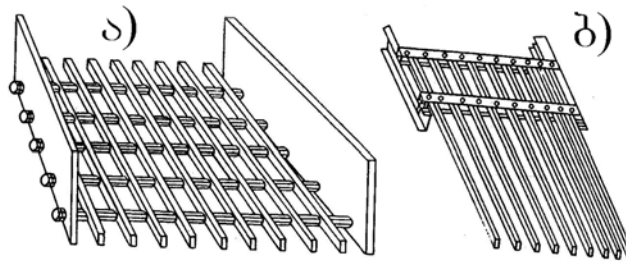
ყველა ტიპის ცხრილი აღჭურვილია გამცხრილავი მუშა ზედაპირით, რომლისთვისაც გამოყენებულია მავთულის ბადეები, პერფორირებული ფურცლოვანი რკინა, რიკულები. უკასაკნელ ხანს გამოიყენება რეზინისაგან დამზადებული ზედაპირებიც. ხვრეტის ფორმა შეიძლება იყოს მრგვალი, კვადრატული, ოვალური, მართკუთხა. ცხრილის ნახვრეტების საერთო ფართის ფარდობას ცხრილის მუშა ზედაპირის მთელ ფართთან ეწოდება ცხრილის ცოცხალი კვეთი.

შედარებით უფრო გავრცელებული გამცხრილავი ზედაპირები მოცემულია ნახაზზე 17.



ნახ. 17 . გამცხრილავი ზედაპირები

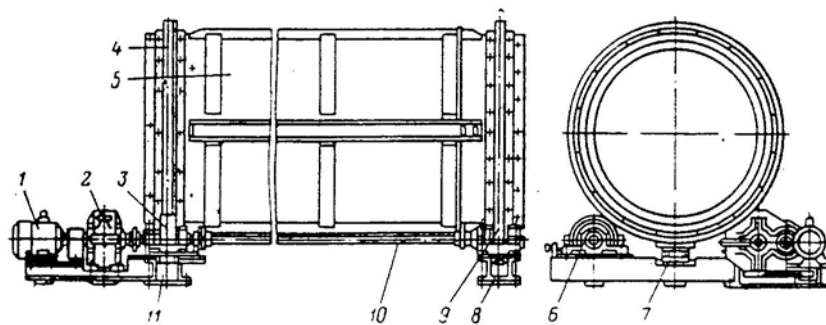
უძრავრიკულებიანი ცხრილები (ნახ.18.) წარმოადგენს ცალკეული რიკულებისაგან შემდგარ უძრავ ცხავს. ცხრილის გარკვეული კუთხით დახრის გამო მასზე მიწოდებული მასა მოძრაობს ცხრილის ბოლოსაკენ. მოძრაობის პროცესში მასალის ნაწილი გადის ცხავის ხვრეტებში და განიტვირთება ცხრილქვედა პროდუქტის სახით, ხოლო დარჩენილი ნაწილი კი განიტვირთება ცხრილის ბოლოდან. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცხრილების დაბალი გაცხრილვის ეფექტურობის გამო (განსაკუთრებით ტენიანი მასალის გაცხრილვისას) ამჟამად ნაკლებად იყენებენ. [2,8]



ნახ.18. უძრავი ცხრილები

1-რიკულები; 2-რიკულებიანი, კონსოლური

დოლურ ცხრილებს გააჩნია ცილინდრული ან კონუსური ფორმის მბრუნავი გამცხრილავი ზედაპირი (ნახ.19).



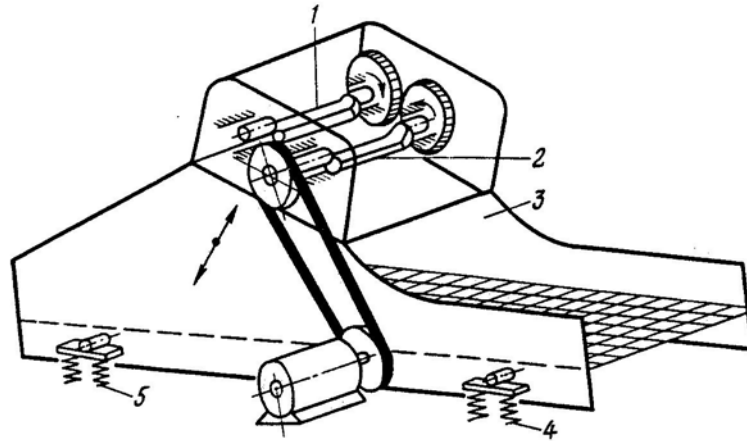
ნახ.19. დოლური მომრეცხი ცხრილი

1-ელექტრომრავი; 2-რედუქტორი; 3,9-ამძრავი გორგოლაჭი;
4-დოლურას არტახი; 5-დოლი; 6-საყრდენი გორგოლაჭები;
7-საბრჯენი გორგოლაჭი; 8,11- ზედა და ქვედა ჩარჩო; 10-
შუალედური ლილვი.

ვიბრაციული ცხრილები იყოფა ინერციულ, თვითბალანსირებად (ნახ.20.), რეზონანსულ და სხვა სახის ცხრილებად.

ინერციული ცხრილები - ამ ჯგუფში გაერთიანებულია ბრტყელი ფორმის ცხრილები, რომელთა რხევის ტრაექტორია ან სწორხაზობრივია ან წრიული. ამ ცხრილებს მიეკუთვნება სამი ტიპის ცხრილები: მსუბუქი (ГИЛ); საშუალო (ГИС) და მძიმე (ГИТ), საშუალო და წვრილი დამსხვრევის წინ ჩვეულებრივად გამოიყენებენ ГИТ-ის ტიპის ცხრილებს. ГИЛ-ის ტიპის ცხრილებს უფრო ხშირად გამოიყენებენ სხვადასხვა მარკის ნახშირების გაცხრილვისათვის. მათი გაცხრილვის ეფექტურობა მაღალია.

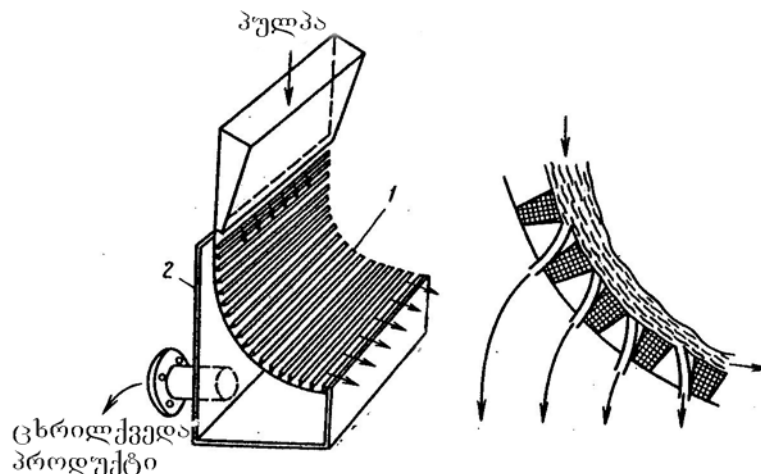
თვითბალანსირებადი ცხრილები ასევე ფართოდ გამოიყენება ნახშირების მამდიდრებელ ფაბრიკებში ნახშირების გაცხრილვისათვის, ასევე გაუწყლოებისა და გაუშლამების მიზნით. თვითბალანსირებადი ცხრილის სქემა მოცემულია ნახაზზე 20.



ნახ.20. თვითბალანსირებადი ცხრილი
 1,2-მადებალანსირებადი ლილვები; 3-ვარცლი ცხრილით;
 4,5- ამორტიზატორები.

სველი გაცხრილვისათვის გამოიყენება რკალური, კონუსური და ბრტყელი ჰიდრავლიკური ცხრილები. ასეთი ტიპის ცხრილების დანიშნულებაა პულპიდან მარცვალთა წვრილი კლასის გამოყოფა.

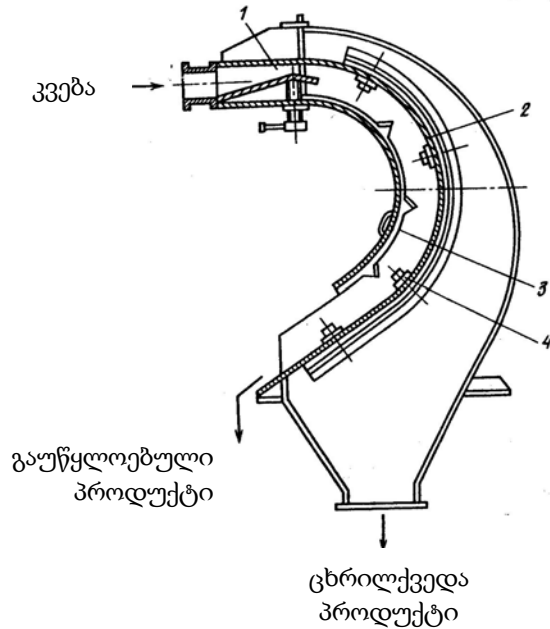
რკალური ცხრილების სქემა მოცემულია ნახაზზე 21.



ნახ.21. რკალური ცხრილი
 1-ცხავი; 2-კორპუსი

საწყისი მასალა პულპის სახით 7-დან 70%-მდე მყარის შემცველობით თვითდინებით ან ტუმბოს საშუალებით მიეწოდება ცხრილს. თვითდინების

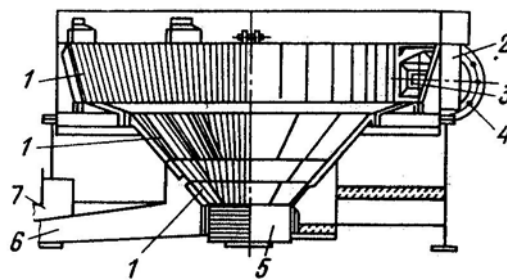
შემთხვევაში პულპა მიეწოდება ცხრილს 0.5-დან 3მ/წმ-მდე სიჩქარით და თანაბრად ნაწილდება ცხავის მუშა ზედაპირზე. ტუმბოს საშუალებით მიწოდების შემთხვევაში პულპა მილსადენის საშუალებით მიეწოდება მიმღები უჯრედის რეგულირებად ხვრელში სიჩქარით 6-10 მ/წმ. შესაბამისი ტიპის ცხრილის სქემა მოცემულია ნახაზზე 22.



ნახ. 22. წნევის ქვეშე მომუშავე რკალური ცხრილი
 1-ჩსატვირთი ჭრილი; 2-ცხავი; 3-საყრდენები; 4-სამაგრები.

კონუსური ცხრილები - ამ ტიპის ცხრილების მუშაობის პრინციპი რკალური ცხრილისა და ჰიდროციკლონის მუშაობის პრინციპს ემთხვევა. პულპა მკვებავის საშუალებით მიეწოდება ტანგენციალურად და მოდის ბრუნვით მოძრაობაში. პულპის მოძრაობისას ცხავზე წყალი წვრილ შლამთან ერთად გადის ცხრილის ხვრეტილებში, ხოლო ცხრილზედა პროდუქტი ცხავის ზედაპირიდან ჩაედინება მიმღების შემკრებში.

პოლონური ფირმის კონუსური ცხრილის სქემა მოცემულია ნახაზზე 23.



ნახ.23. OCO-ს ტიპის კონუსური ცხრილი
 1-გამცხრილავი ზედაპირები; 2-მკვებავი ღარი; 3,4-მილაკები; 5-ძაბრი მსხვილი ფრაქციისათვის; 6,7-წვრილი ფრაქციის მიმღები.

§ 21. ცხრილების მუშაობის ტექნოლოგიური პარამეტრები

ცხრილების მუშაობის ერთ-ერთ ყველაზე დამახასიათებელ სიდიდეს წარმოადგენს - გაცხრილვის ეფექტურობა. იგი წარმოადგენს ცხრილქვეშა მასალის წვრილი კლასის მასის ფარდობას საწყის მასალაში არსებულ წვრილი მასალის მასასთან, იგი გამოითვალოს ფორმულით:

$$\eta = 10^4 Q_n / Q_b \alpha$$

სადაც Q_n ცხრილქვეშ მასალაში წვრილი კლასის მასაა

Q_b წვრილი კლასის რაოდენობა საწყის მასაში

α წვრილი კლასის ჯამური შემცველობაა საცრითი ანალიზის მრუდების მიხედვით.

რეალურად, მამდიდრებელ ფაბრიკებში გაცხრილვის ეფექტურობას ანგარიშობენ ცხრილქვეშა კლასის შემცველობით (α) საწყის მადანში და ცხრილზედა მასალაში (θ).

$$\eta = \frac{10^4 (\alpha - \theta)}{\alpha (100 - \theta)}$$

გამდიდრების ეფექტურობა დამოკიდებულია საწყისი მასალის გრანულომეტრულ შემადგენლობაზე, მის სინესტეზე, ცხრილის მუშაობის რეჟიმზე, გაცხრილვის დროზე, ცხრილის მუშა ზედაპირის მდგომარეობაზე, ცხრილის მწარმოებლობაზე და სხვა.

ცხრილების მწარმოებლობა. გაცხრილვის შედეგებზე მოქმედი ფაქტორების სიმრავლემ განაპირობა ის, რომ არსებობს მთელი რიგი ემპირიული ფორმულებისა, რომლის მიხედვითაც გამოითვლება ცხრილების მწარმოებლობა. ყველა ეს ფორმულები წარმოადგენს შემდეგი საერთო ფორმულის მოდიფიკაციებს:

$$Q_0 = K q_0 F$$

სადაც Q_0 - ცხრილის მოცულობითი მწარმოებლობაა, მ³/სთ;

K - ცდებით ან გათვლებით მიღებული პროპორციულობის კოეფიციენტი;

q_0 - ცდების შედეგად მიღებული ხვედრითი მწარმოებლობა, მ³/სთ მ²;

F - გამცხრილავი ზედაპირის ფართი.

ცხრილის მთლიანი მწარმოებლობა გამოითვლება მასალის ნაყარი ხვ. წონის გათვალისწინებით.

$$Q = Q_0 \delta_{\text{ნაყ.}}$$

§ 22. ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია

წყლიან არეში მინერალთა მარცვლების ვარდნის სიჩქარეების მიხედვით სხვადასხვა სიმსხოს კლასებად დაყოფის პროცესს ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია ეწოდება.

გაცხრილვისაგან, ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია განსხვავდება იმით, რომ მიიღება ეგრეთწოდებული „თანაბრადვარდნილი“ მასალა, რომლის სიმსხოს დიაპაზონი საკმაოდ დიდ ფარგლებში ცვალებადობს.

ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია შეიძლება იყოს, როგორც დამოუკიდებელი ისე მოსამზადებელი ან დამხმარე ოპერაცია. რამდენადაც ჰიდრაულიკური კლასიფიკაცია დამყარებულია წყალში მინერალთა მარცვლების ვარდნის სიჩქარეთა სხვაობაზე. განვიხილოთ ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს ამ სიჩქარეზე.

ნებისმიერი გარემო (წყალი, ჰაერი და სხვა) სიცარიელისგან განსხვავებით წინააღმდეგობას უწევს მასში ვარდნილ სხეულებს. ამ სხეულების ვარდნის სიჩქარე მოცემულ არეში დამოკიდებულია მათ ზომაზე, ფორმაზე, მარცვლისა და გარემოს სიმკვრივეზე. ასე მაგალითად, დიდი სიმკვრივის მსხვილი მარცვლები ვარდებიან უფრო სწრაფად ვიდრე მცირე სიმკვრივისა და ზომის მარცვლები, მაგრამ შესაძლებელია სიჩქარე მკვეთრად შეიცვალოს იმის გამო, რომ მარცვალს ჰქონდეს ბრტყელი ფორმა და ამ შემთხვევაში იზრდება გარემოს წინააღმდეგობის ძალა.

ჩვეულებრივად, განასხვავებენ გარემოს წინააღმდეგობის ორ ძალას: სიბლანტის და დინამიურს. ჰიდრაულიკური კლასიფიკაციის დროს მარცვალთა ვარდნის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს ორივე ძალა, მაგრამ მათი გამოვლინება სხვადასხვა მარცვლებზე სხვადასხვანაირია. მსხვილი მარცვლების დიდი სიჩქარით ვარდნის დროს ჭარბობს დინამიური წინააღმდეგობის ძალები, ხოლო წვრილი მარცვლების მცირე სიჩქარით ვარდნისას სიბლანტის წინააღმდეგობის ძალები.[5]

ვარდნის საწყის მომენტში მინერალის მარცვალი გრავიტაციული ძალების გავლენით მოძრაობს გარკვეული აჩქარებით. მარცვლის მოძრაობის სიჩქარის

გაზრდასთან ერთად იზრდება გარემოს წინააღმდეგობის ძალაც და დროის მცირე მომენტის შემდეგ იგი უთანაბრდება მამოძრავებელ გრავიტაციულ ძალებს. ამის შემდეგ მარცვალი მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით, რომელსაც მოცემული მარცვლისათვის ვარდნის საბოლოო სიჩქარეს უწოდებენ.

იმის გამო, რომ საბოლოო სიჩქარის მისაღწევად საჭირო დრო ძალიან მცირეა, ფაქტიურად, ჰიდრავლიკური კლასიფიკაციის დროს მინერალური ნედლეულის კლასებად დაყოფა ხდება მათი ვარდნის საბოლოო სიჩქარეების სხვადასხვაობის მიხედვით.

ვარდნის საბოლოო სიჩქარის განსაზღვრა რეალურ პირობებში გაძნელებულია იმის გამო, რომ პროცესში მონაწილეობს მარცვალთა ძალიან დიდი რაოდენობა და მათი ურთიერთზეგავლენის აღრიცხვა (ერთმანეთთან შეხლა, ხახუნი და სხვა) ფაქტიურად შეუძლებელია. ამიტომ მარცვალთა თავისუფალი ვარდნის სიჩქარეები თეორიულად განსაზღვრულია სფერული ფორმის ერთული მარცვლებისათვის ე.წ. „თავისუფალი“ ვარდნის პირობებში.

ერთ მილიმეტრზე უფრო მსხვილი მარცვლისათვის წყალში ვარდნის თავისუფალი სიჩქარე შეიძლება განისაზღვროს რიტინგერის ფორმულით:

$$V_0 = R\sqrt{d(\delta - 1000)}$$

სადაც - R - რიცხვითი კოეფიციენტი (წყლისთვის $R=0.16$, ჰაერისთვის $R=4.6$)

d - სფერული ფორმის მარცვლის დიამეტრი

δ - მარცვლის სიმკვრივე, კგ/მ³

0.1-1 მმ სიმსხოს მარცვლებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ალენის ფორმულა:

$$V_0 = Ad^3\sqrt{(\delta - 1000)^2}$$

A - რიცხვითი კოეფიციენტი (წყლისთვის $A=1.146$; ჰაერისთვის $A=40.6$)

0.1 მმ-ზე უფრო წვრილი მარცვლებისათვის გამოიყენება სტოქსის ფორმულა:

$$V_0 = Sd^2(\delta - 1000)$$

S - წყლისათვის $S=545$; ჰაერისათვის $S=30278$.

უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა ამ ფორმულაში გათვალისწინებულია მხოლოდ ერთი წინააღმდეგობის (დინამიური ან სიბლანტის) ძალები. ამიტომ პ.ვ. ლიაშჩენკოს მიერ შემუშავებული იქნა ვარდნის საბოლოო სიჩქარის განსაზღვრის უნივერსალური

მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს ნებისმიერი თხევადი გარემოსთვის ორთავე წინააღმდეგობას. ეს მეთოდი დაწვრილებით შესწავლილი იქნება უფრო მაღალ კურსებზე.

ჰიდრაულიკური კლასიფიკაციის დროს მიღებულ კლასებში გვხვდება ისეთი მარცვლები, რომლებსაც სხვადასხვა სიმკვრივე და სიმსხო აქვს, მაგრამ გააჩნიათ ვარდნის ერთნაირი საბოლოო სიჩქარე. ასეთ მარცვლების დიამეტრების ფარდობას თანაბარვარდნის კოეფიციენტი ეწოდება.

მსხვილი მარცვლებისათვის თანაბარვარდნის კოეფიციენტის ფორმულა:

$$\ell = \frac{d_{\text{მს}}}{d_{\text{მდ}}} = \frac{\delta_{\text{მდ}} - 1000}{\delta_{\text{მს}} - 1000}$$

საშუალო სიმსხოს მარცვლებისათვის

$$\ell = \frac{d_{\text{მს}}}{d_{\text{მდ}}} = \sqrt[3]{\left(\frac{\delta_{\text{მდ}} - 1000}{\delta_{\text{მს}} - 1000}\right)^2}$$

წვრილი მარცვლებისათვის

$$\ell = \frac{d_{\text{მს}}}{d_{\text{მდ}}} = \sqrt{\frac{\delta_{\text{მდ}} - 1000}{\delta_{\text{მს}} - 1000}}$$

სადაც $d_{\text{მს}}$ და $\delta_{\text{მს}}$ -მსხვილი და მსუბუქი მარცვლების დიამეტრი და სიმკვრივეა

$d_{\text{მდ}}$ და $\delta_{\text{მდ}}$ - წვრილი და მძიმე მინერალთა მარცვლებისათვის დიამეტრი და სიმკვრივეა

თანაბარვარდნის კოეფიციენტი გვიჩვენებს თუ მსუბუქი მინერალის მარცვალი რამდენჯერ მეტია იგივე ვარდნის სიჩქარის მქონე მძიმე მინერალის მარცვალზე.

რეალურ პირობებში ჰიდრაულიკური კლასიფიკაციის დროს თითოეული მარცვალი განიცდის სხვა მეზობელი ვარდნილი მარცვლების გავლენას, გარდა ამისა თვითონ გარემოზე დინამიურად მოქმედებს, როგორც თითოეული მარცვალი, ისე მთლიანად მარცვალთა მასა. ასეთ პირობებში მარცვალთა ვარდნას - შეზღუდული ვარდნა ეწოდება. შეზღუდული ვარდნის სიჩქარე ყოველთვის ნაკლებია თავისუფალი ვარდნის სიჩქარეზე და ძირითადად დამოკიდებულია გარემოს სიბლანტეზე, რომელიც იზრდება მასში მყარი ნაწილაკების რაოდენობის გაზრდასთან ერთად.

სხვადასხვა რთული მოვლენების გამო, რომელიც მიმდინარეობს მარცვალთა ვარდნის დროს, სიჩქარეს განსაზღვრავენ ემპირიული ფორმულის საშუალებით. მაგალითად, ლიაშენკოს მიერ შემოთავაზებულ ფორმულაში მოცემულია დამოკიდებულება შეზღუდული ვარდნის სიჩქარესა და წყლის აღმავალ ჭავლში მინერალური მარცვლების შეწონასწორების ან გაფხვიერების ხარისხს შორის.

$$V_{\text{შეზღ.}} = V_0 \sqrt{Q^n}$$

სადაც $V_{\text{შეზღ.}}$ - შეზღუდული ვარდნის საბოლოო სიჩქარე, მ/წმ.

V_0 - თავისუფალი ვარდნის საბოლოო სიჩქარე, მ/წმ.

Q - გაფხვიერების კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია აღმავალი ნაკადის სიჩქარეზე ($Q < 1$)

n - ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია მარცვლის ზომაზე, ფორმაზე და სიმკვრივეზე ($n = 5 \div 7$) თუ ჩავთვლით რომ $n = 6$ მაშინ

$$V_{\text{შეზღ.}} = V_0 Q^3$$

ამ ფორმულით გამოთვლილი შეზღუდული ვარდნის სიჩქარე ტოლია ფაქტიური სიჩქარის, მხოლოდ 0.2 მმ-ზე ნაკლები მარცვლებისათვის. 0.1-12.5 მმ სიმახის მარცვლებისათვის

$$V_{\text{შეზღ.}} = V_0 Q^2$$

§ 23. კლასიფიკატორები, ჰიდროციკლონები

ჰიდრავლიკური კლასიფიკატორების კლასიფიკაცია ხორციელდება იმისდა მიხედვით თუ რა მეთოდია გამოყენებული მარცვლოვანი მასალის გამოსაყოფად. ამის გათვალისწინებით განასხვავებენ კლასიფიკატორებს მექანიკური განტვირთვით (ხვეტია, ელევატორული) და თვითდინებით განმტვირთ კლასიფიკატორებს (კონუსური, პირამიდული, ჰიდროციკლონები და სხვა) .

კამერული ჰიდრავლიკური კლასიფიკატორები ფართოდ გამოიყენება გრავიტაციული გამდიდრების წინ, მასალის მოსამზადებელი კლასიფიკაციისათვის.

კონუსურ კლასიფიკატორებში ხდება მასალის დაყოფა ორ კლასად: სილებად და გადანადენად. გასაყოფი მასალის სიმსხოს მიხედვით იგი იყოფა სილების და შლამების კლასიფიკატორად. სილების კლასიფიკატორში ხდება 0.15-2 მმ სიმსხოს მასალის კლასიფიკაცია. შლამების კლასიფიკატორში - 0.15 მმ-ზე ნაკლები მასალისა.

სპირალური კლასიფიკატორები (ნახ.24.) არის ჩაყვინთული და ჩაუყვინთავი სპირალით. ორსპირალიან კლასიფიკატორებში პარალელურად მუშაობს ორი სპირალი.

სპირალური კლასიფიკატორების მწარმოებლობა გამოითვლება სილებისა და გადანადენის მიხედვით. (ტონა/დღ.ღამე).

გადანადენის მიხედვით ჩაუყვინთავ სპირალიანი კლასიფიკატორებისათვის

$$Q = mK_1K_2(94D^2 - 16D)$$

ჩაყვინთულ სპირალიანი კლასიფიკატორებისათვის

$$Q = mK_1K_2(75D^2 - 10D)$$

სადაც - m - სპირალთა რიცხვია;

K_1 - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გადანადენის სიმსხოზე (I ტიპის კლასიფიკატორებისათვის $K_1=0.45-1.95$; II ტიპის კლასიფიკატორებისათვის - $K_1=0.36/2.9$);

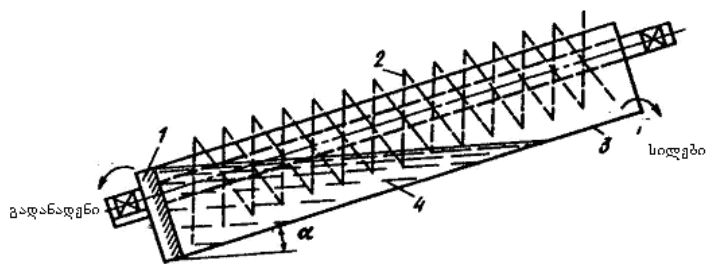
K_2 - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გადანადენის სიმკვრივეზე ($K_2 = 1.9 / 1$);

D - სპირალის დიამეტრია, მ.;

მწარმოებლობა სილების მიხედვით იანგარიშება ფორმულით:

$$Q = 135mK_2nD^3$$

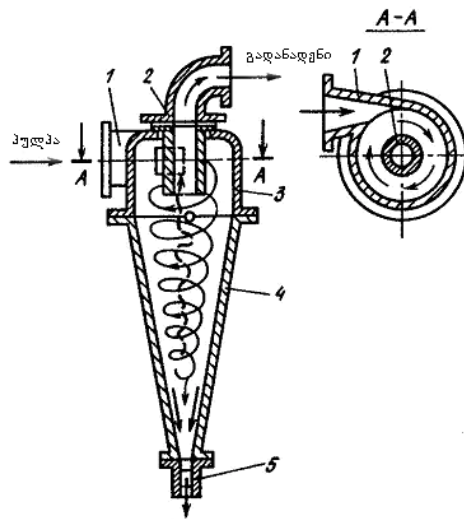
სადაც - n - სპირალის ბრუნვის სიხშირეა, წთ⁻¹;



ნახ. 24. სპირალური კლასიფიკატორის სქემა
1-გადანადენის ზღუდარი; 2-სპირალი; 3-ვარცლი; 4-დალექვის ზონა;
 α -ვარცლის დახრის კუთხე.

ჰიდროციკლონები - მიეკუთვნება ისეთ აპარატებს, რომელთა მუშაობის პრინციპი დამყარებულია იმ ცენტრიდანული ძალის გამოყენებაზე, რომელიც მოქმედებს მინერალების ნაწილაკებზე აპარატის შიგნით მისი სპირალური ტრაექტორიით მოძრაობისას. ამასთან ცენტრიდანული ძალა, რომელიც ნაწილაკებზე მოქმედებს, მრავალჯერ აღემატება გრავიტაციულ ძალებს. ამიტომ ჰიდროციკლონებში კლასიფიკაციის პროცესი გაცილებით ინტენსიფიცირდება.

ჰიდროციკლონებს (ნახ.25.) აქვს მაღალი მწარმოებლობა და კლასიფიკაციის საკმაოდ მაღალი სიზუსტით ხასიათდება.



ნახ. 25. ჰიდროციკლონის მუშაობის პრინციპი და მოწყობილობა
 1-მიმღები მილაკი; 2-გადანადენის მილაკი; 3,4- კორპუსი;
 5-სილების ნაცმი.

ჩვეულებრივად ჰიდროციკლონებს პულპა მიეწოდება 5-50 ნ/სმ² წნევით და მისი ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა ეს წნევა იყოს მუდმივი.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სილების ნაცმისა და გადანადენის მილის დიამეტრის შერჩევას, ეს უკანასკნელი შეირჩევა ჰიდროციკლონის ცილინდრული ნაწილის დიამეტრის 0.2-0.4 ნაწილი. ჰიდროციკლონები მზადდება 1000 მმ-მდე დიამეტრის ცილინდრული ნაწილით. მწარმოებლობა (ლიტ/წთ) შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით:

$$Q = 5d_1d_2\sqrt{gH}$$

სადაც - d_1 და d_2 - სილების ნაცმისა და გადანადენის მილის დიამეტრია, სმ.;

g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, მ/წმ²;

H - ჰიდროციკლონში მიწოდებული პულპის წნევა, პა.

თავი VI. გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდები

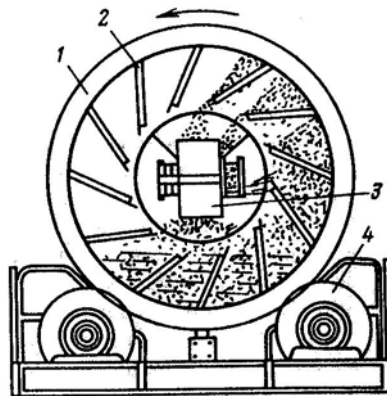
§ 24. გამდიდრების გრავიტაციული პროცესის კლასიფიკაცია

გრავიტაციულ პროცესებს მიეკუთვნება: მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრება; დალექვა; დახრილ სიბრტყეზე და ცენტრიდანულ ნაკადებში გამდიდრება, მორეცხვა.

მორეცხვა. მისი მიზანია მადნის მარცვლებს მოსცილდეს მასში შემცველი თიხოვანი მასალა. იგი ხორციელდება წყლის საშუალებით, შესაბამის მომრეცხ აპარატზე.

მორეცხვა შეიძლება იყოს დამოუკიდებელი პროცესი, რომლის დროსაც მიიღება მზა სასაქონლო პროდუქტი. იგი შეიძლება წარმოადგენდეს დამხმარე პროცესსაც, რომლის შემდეგ მორეცხილი მასალა მიეწოდება გამდიდრების რომელიმე პროცესს.

მომრეცხი მანქანები-ხასიათდებიან სპეციალური მოწყობილობებით, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია მოსარეცხ მასალაზე ინერციული მექანიკური და ჰიდრავლიკური ზემოქმედება. ნახაზზე 26. ნაჩვენებია ფრანგული ფირმა „ვერნო“-ს მომრეცხი მანქანის სქემა.



ნახ.26. „ვერნო“-ს ფირმის დოლური მომრეცხის სქემა
1-დოლი; 2-ფრთები; 3-მოსამზურებელი მოწყობილობა;
4-ჰნევემატიკური ბორბალი.

მანქანა შედგება ცილინდრულ-კონუსური დოლისაგან დიამეტრით-2.5 მ და სიგრძით-3.5 მ. დოლი ექვს განყოფილებადაა დაყოფილი. დოლის შიგნით განლაგებულია დახრილი ფრთები, რომლის დანიშნულებაა მასალის ტრანსპორტირება განტვირთვის ადგილამდე. მოსარეცხი მასალის სიმსხო-100 მმ-მდეა.

§ 25. მძიმე გარემოში, მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრება

თუ გასამდიდრებელ მასალას მოვათავსებთ რაიმე არეში, რომელსაც ექნება გასამდიდრებელი მასალის მინერალთა მარცვლების სიმკვრივეების საშუალოდ სიმკვრივე, მაშინ ნაკლები სიმკვრივის მქონე მინერალთა მარცვლები ამოტივტივდებიან ზევით, ხოლო დიდი სიმკვრივის მინერალები ჩაიძირებიან მასში.

ჩვეულებრივად მძიმე არეში გამდიდრებას მიმართავენ დამსხვრეული მასალიდან ფუჭი ქანის გამოყოფის მიზნით. იგი საშუალებას იძლევა გამდიდრებას დაექვემდებაროს ძლიერ ღარიბი მადნები, ხოლო გამოყოფილი ფუჭი ქანი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას სამშენებლო მასალად, ეს გარემოება მადნის კომპლექსური გამოყენების საშუალებას გვაძლევს.[1,4]

მძიმე არეში გამდიდრებას სხვა პროცესებთან შედარებით აქვს ის უპირატესობა, რომ მას ახასიათებს ტექნოლოგიური ეფექტურობის მაღალი ხარისხი და მისგან მიღებული გამდიდრების მაჩვენებლები ახლოსაა თეორიულად შესაძლებელ შედეგებთან.

მძიმე გარემოში გამდიდრება შეიძლება განხორციელდეს, როგორც თხევად არეში, ისე ჰაერის საშუალებით.

მძიმე არის შესაქმნელად გამოიყენება: ერთგვაროვანი ორგანული სითხეები და მათი ხსნარები, სხვადასხვა მარილთა წყალხსნარები და სუსპენზიები.

ორგანული მძიმე სითხეებია: ტრიქლორეთანი - $C_2H_3Cl_3$ - სიმკვრივით 1460 კგ/მ³; ორთქლოროვანი ნახშირბადი - CCl_4 - სიმკვრივით 1600 კგ/მ³; ტეტრაბრომეთანი $C_2H_2Br_4$ - სიმკვრივით 2980 კგ/მ³ და სხვა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თავისი ტოქსიკურობის გამო აღნიშნული ნივთიერებების გამოყენება საწარმოო პირობებში გაძნელებულია.

არაორგანული მარილთა წყალხსნარები: ქროლოვანი კალციუმი - $CaCl_2$ - სიმკვრივით 1654 კგ/მ³; ქლოროვანი თუთია - $ZnCl_2$ - სიმკვრივით 2070 კგ/მ³ და სხვა გამოიყენება ძირითადად სასარგებლო წიაღისეულთა გამდიდრებადობაზე გამოცდისათვის.

სუსპენზია წარმოადგენს დიდი სიმკვრივის წვრილად დისპერგირებული ნაწილაკების წყალთან მექანიკურ ნარევს. წყალში შეტივიტვებულ ნაწილაკებს დამამძიმებლებს ანდა სუსპენზოიდებს უწოდებენ. დამამძიმებლად გამოიყენება:

პირიტი (FeS₂); ბარიტი (BaSO₄); მაგნეტიტი (Fe₃O₄); გალენიტი (PbS) რომელთა სიმკვრივეები ტოლია შესაბამისად: 5000; 4400; 5000; 7500 კგ/მ³ გარდა ამისა გამოიყენება ფეროსილიციუმი, რომლის სიმკვრივე 6900 კგ/მ³ შეადგენს. სუსპენზიის მოსამზადებლად აღნიშნულ დამამზადებლებს ფქვავენ 0.15-0 მმ-მდე.

სუსპენზიის ძირითადი მნიშვნელოვანი თვისებებია: სიმკვრივე, სიბლანტე და მდგრადობა.

სუსპენზიის სიმკვრივეს განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$\delta_s = \frac{1000 - M_{\text{ღამ}}(\delta_{\text{ღამ}} - 1000)}{\delta_{\text{ღამ}}} \text{ კგ/მ}^3$$

სადაც - $M_{\text{ღამ}}$ - არის დამამძიმებლის მასა სუსპენზიის მოცემულ მოცულობაში (კგ);

$\delta_{\text{ღამ}}$ - დამამძიმებლის სიმკვრივე, კგ/მ³;

V - სუსპენზიის მოცულობა, მ³.

წყლის მოცულობა, რომელიც საჭიროა 1 მ³ სუსპენზიის δ_c სიმკვრივიდან δ_c სიმკვრივემდე გაზრდისათვის გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta M_{\text{ღამ}} = \frac{\delta_{\text{ღამ}}(\delta_c - \delta_c)}{\delta_{\text{ღამ}} - \delta_c}$$

მადნების ეფექტური გამდიდრების მიზნით სუსპენზიის სიმკვრივე მინიმალური უნდა იყოს, ამიტომ დაუშვებელია სუსპენზიაში შლამების დიდი რაოდენობის დაგროვება. ამავე მიზნით დამამძიმებლის მოცულობითი წილი სუსპენზიაში არ უნდა აღემატებოდეს 25%, თუმცა მასური წილი შეიძლება აღწევდეს 80%.

სუსპენზიის მდგრადობა არის მისი უნარი შეინარჩუნოს სიმკვრივის მუდმივი მნიშვნელობა გამყოფი აპარატის სხვადასხვა ფენებში მთელ სიმაღლეზე.

მძიმე სუსპენზიების სიმკვრივე მათი გამოყენებისას მუდმივად მცირდება მადნებით გაჭუჭყიანების გამო, აგრეთვე იმის გამო, რომ გამდიდრების პროდუქტებთან ერთად იკარგება დამამძიმებლის გარკვეული რაოდენობა. გარდა ამისა პროცესს მიეწოდება სუფთა წყალი, რომელიც აგრეთვე ამცირებს სუსპენზიის სიმკვრივეს. სუსპენზიის აღდგენისათვის (რეგენერაცია) გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი ასე მაგალითად მაგნიტიტის სუსპენზიის აღდგენისათვის იყენებენ

მაგნიტურ სეპარაციას, რომლის შედეგადაც ამოკრეფილი მაგნეტიტი კვლავ უბრუნდება პროცესს. არამაგნიტური სუსპენზიების რეგენერაცია შეიძლება შესქელებით, ჰიდროციკლონში გაუმლამებით და ა.შ. ხოლო ზოგ შემთხვევაში რეგენერაცია წარმოებს საკონცენტრაციო მაგიდების გამოყენებით, ფლოტაციით აგრეთვე რეგენერაციის კომბინირებული მეთოდებით.

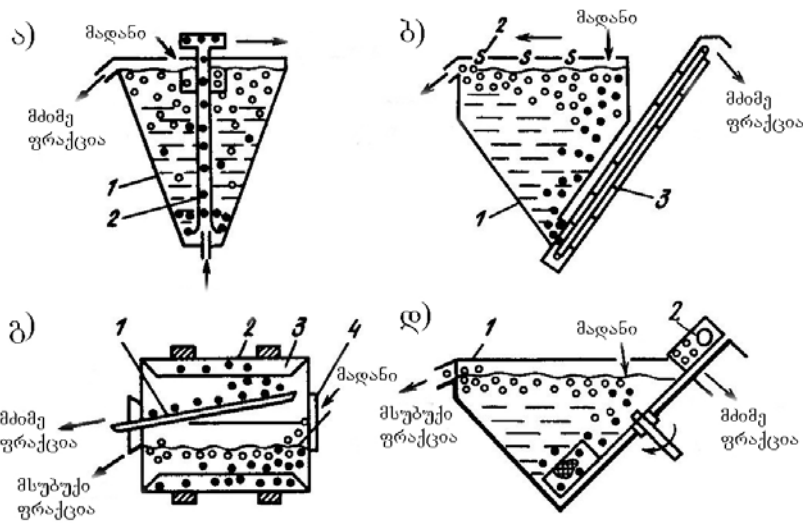
საშუალო და მსხვილი მასალის გამდიდრება ხდება მძიმე არიან სეპარატორებში, ხოლო წვრილმარცვლოვანისა ჰიდროციკლონებში. განასხვავებენ შემდეგი ტიპის სეპარატორებს:

კონუსურს - აეროლიფტური განტვირთვით;

პირამიდულს - ელევატორული განტვირთვით;

დოლურს და ვარცლისებურ სეპარატორებს.

წვრილმარცვლოვანი მასალის შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას ცენტრიდანული ძალები, რადგან ისინი მრავალჯერ აღემატებიან გრავიტაციულ ძალებს ასეთ აპარატებს წარმოადგენს ცენტრიფუგები და ჰიდროციკლონები. (ნახ.27.)



ნახ. 27. მძიმე გარემოში მამდიდრებელი სეპარატორების სქემა

ა) კონუსური: 1-კორპუსი; 2-აეროლიფტი;

ბ) პირამიდული: 1-კორპუსი; 2-მომხვევი მოწყობილობა; 3-ელევატორი;

გ) დოლური: 1-განტვირთვი ღარი; 2-დოლი; 3-ნიჩბები; 4-კვება;

დ) თვლიანი: 1-კორპუსი; 2-ელევატორული თვალი.

§ 26. დალექვა, სალექი მანქანების კლასიფიკაცია

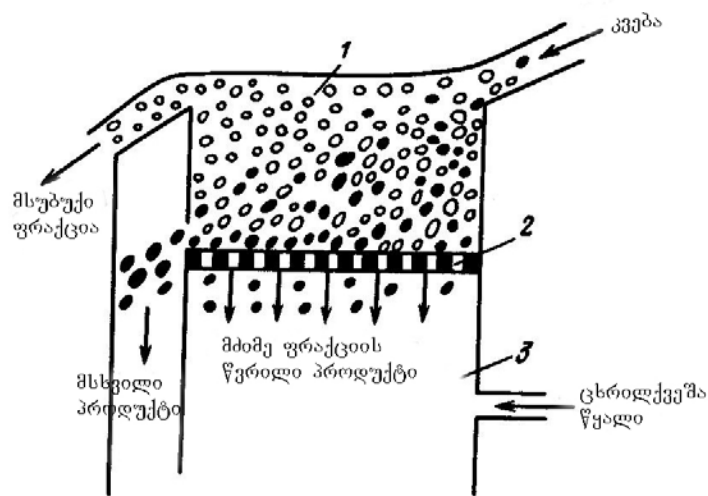
დალექვას, როგორც მინერალთა გაყოფის ეფექტურ პროცესს ერთ-ერთი მოწინავე ადგილი უკავია სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიაში,

ამავე დროს იგი ხასიათდება სხვა პროცესებთან შედარებით ნაკლები მატერიალური, შრომითი და ენერგეტიკული დანახარჯებით.[1,4]

პროცესის არსი მდგომარეობს მინერალთა სიმკვრივეების მიხედვით გაყოფაში წყლიან არეში და ჰაერში.

დალექვის პროცესის საწყის მასალას წარმოადგენს სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე მინერალურ მარცვალთა ნარევი, რომელიც მიეწოდება ცხავზე. ამ ცხავის ხვრეტებს შორის მოძრაობს წყლის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადი.

საწყის მომენტში როცა წყლის აღმავალი ნაკადის სიჩქარე 0-ის ტოლია ($V = 0$) მინერალთა მარცვლები იმყოფება შემჭიდროვებულ მდგომარეობაში. წყლის აღმავალი ნაკადის V სიჩქარის მოძრაობისას მასალა შეტივტივდება და საწარმოებს მისი სიმკვრივეების მიხედვით გადაჯგუფება თითოეული მარცვლის ვარდნის სიჩქარეების მიხედვით. ცხავიდან ზემოთ უფრო დიდი სიჩქარით და დიდ მანძილზე გადაადგილდება მცირე სიმკვრივის მინერალის მარცვლები. ანალოგიური პროცესი მიმდინარეობს წყლის დაღმავალი ნაკადის დროს, (უფრო დიდი სიჩქარით ცხავისაკენ მოძრაობს დიდი სიმკვრივის მქონე მარცვლები)ოღონდ ამ დროს მასალა შემჭიდროვდება რამდენიმე ხნის შემდეგ მივიღებთ (C) ნახაზზე გამოსახულ მდგომარეობას. ცხავზე განლაგებული იქნება დიდი სიმკვრივის მქონე მინერალები, მათ ზემოთ საშაულო სიმკვრივის მინერალები, ხოლო მსუბუქ მინერალთა მარცვლები კონცენტრირდებიან ზემოთა ფენაში. (ნახ.28.)



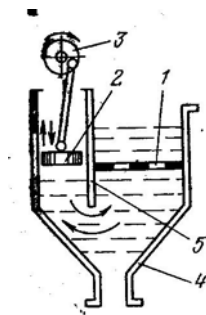
ნახ. 28. სალექი მანქანის მუშაობის სქემა

ცხავზე ყოველთვის მოთავსებულია მასალა, რომელსაც საგები ეწოდება, იგი ერთგვარად ფილტრის როლს ასრულებს: გაატარებს მძიმე მარცვლებს, ხოლო გამოაძევეს მსუბუქს. საგები შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური. თუ იგი შედგება გასამდიდრებელი მასალის მარცვლებიდან მას ბუნებრივ საგებს უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში საგები ხელოვნურია. ხელოვნურ საგებად გამოიყენებენ მინდვრის შპატს, მაგნეტიტს ლითონის წვრილ ბურთულებს და სხვა.

დალექვა ფართო მასშტაბით გამოიყენება შავი ლითონის გამდიდრების პრაქტიკაში, ნახშირების გასამდიდრებლად, აგრეთვე კალის, ტიტანის, ბარიტის და სხვა წიაღისეულთა გამდიდრებისათვის.

§ 27. დგუშიანი სალექი მანქანები

დალექვის პროცესში გამოყენებულ მანქანებს განასხვავებენ იმის მიხედვით თუ რის საშუალებითაა მასში შექმნილი წყლის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადი. ასე მაგალითად განასხვავებენ უძრავ ცხავიან და მოძრავცხავიან სალექ მანქანებს. უძრავცხავიანი სალექი მანქანები თავის მხრივ იყოფა დგუშიან, დიაფრაგმიან, სალექ მანქანებად და უდგუშო სალექ მანქანებად. (ნახ. 29.)



ნახ. 29. დგუშიანი მანქანის მუშაობის სქემა
1-ცხავი; 2-დგუში; 3-ექსცენტრიკული ლილვი; 4-კამერა; 5- ზღუდარი.

დგუშიანი სალექი მანქანები შედგება კამერისაგან (4), რომელიც გამოყოფილია ზღუდარის (5) საშუალებით საკონცენტრაციო და სადგუშო განყოფილებით, საკონცენტრაციო განყოფილებაში მოთავსებული ცხავი (1), რომელზეც ხდება მინერალთა მარცვლების გაყოფა. სადგუშო განყოფილებაში მოთავსებულია დგუში (2), რომელსაც ექსცენტრიკული ლილვის (3) საშუალებით გადაეცემა წინსვლით-უკუსვლითი მოძრაობა.

მუშაობის პროცესში მანქანა ივსება წყლით, ხოლო გასამდიდრებელი მასალა მიეწოდება ცხავზე. დგუშის ზემოქმედებით საკონცენტრაციო განყოფილებაში პერიოდულად იქმნება წყლის აღმავალი და დაღმავალი ნაკადი, რომელიც

მოქმედებს ცხავზე მოთავსებულ მასალაზე. წყლის აღმავალი ნაკადის დროს მძიმე და მსუბუქ მინერალთა მარცვლების ნარევი შეტივიტვება და გაფხვიერდება. რამდენადაც წყლის აღმავალი ნაკადის სიჩქარე დგუშის ქვემოთ მოძრაობისას თანდათან იზრდება, ამიტომ საწყის მომენტში ნარევიდან ზევით მოძრაობას იწყებს მსუბუქ მინერალთა მცირე ზომის მარცვლები, ამის შემდეგ მსუბუქ მინერალთა უფრო მსხვილი მარცვლები, შემდეგ მძიმე მინერალთა მცირე ზომის მარცვლები, რომელსაც მიჰყვება მძიმე მინერალთა მსხვილი მარცვლები.

აღმავალი ნაკადის სიჩქარის შემცირებისას მძიმე მინერალთა მსხვილი მარცვლები ჯერ შეტივიტვებულ მდგომარეობაში რჩებიან, ხოლო შემდეგ თანდათანობით ეშვებიან ძირს, ხოლო ამ დროს მსუბუქი მინერალთა მსხვილი მარცვლები ჯერ კიდევ შეტივიტვებულ მდგომარეობაში იმყოფებიან და ამავე მინერალთა მცირე ზომის მარცვლები განაგრძობენ აღმასვლას.

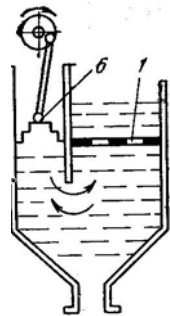
ამდაგვარად, აღმავალი ნაკადის ზემოქმედების დროს სხვადასხვა სიმკვრივისა და სიმსხოს მინერალები აიწევს ცხავიდან ზევით სხვადასხვა სიმაღლეზე, ამავე დროს შედარებით უფრო მსხვილი და მძიმე საერთო მარცვლებში რჩებიან უშუალოდ ცხავზე.

დაღმავალი ნაკადის დროს (დგუში მოძრაობს ზევით) ცხავისაკენ ყველაზე დიდი სიჩქარით მოძრაობს მძიმე მინერალთა მსხვილი მარცვლები, ხოლო ყველაზე მცირე სიჩქარით მსუბუქ მინერალთა მცირე ზომის მარცვლები, ამავე დროს მინერალურ მარცვალთა ფენა მჭიდროვდება. დალექვის ციკლის მრავალჯერ განმეორებისას მინერალურ მარცვალთა ფენა გაიყოფა ორად: ზემო ფენებში მოთავსებული იქნება მსუბუქ მინერალთა მარცვლები, ხოლო ქვედა ფენებში მძიმე მინერალთა მარცვლები.

დგუშიანი სალექი მანქანები ჩვეულებრივად შედგებიან 2, 3 ან 4 კამერისაგან. კამერებს აქვთ პირამიდული ან ოვალური ფორმა. თითოეულ კამერაში ცხავები დაყენდება გარკვეულ დონეთა სხვაობით და თითოეული კამერის ცხავებს მიეწოდება წყალი. დგუშიანი სალექი მანქანების მწარმოებლობა მასალის სიმსხოსა და ცხავის ხვრეტილების ზომის გათვალისწინებით შეადგენს 0.5-8 ტნ/სთ.

§ 28. დიაფრაგმული სალექი მანქანები

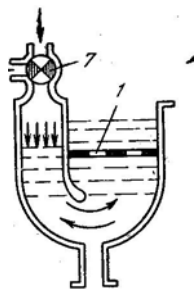
დიაფრაგმული სალექი მანქანები: მათი მოქმედების პრინციპი იგივეა, რაც დგუშიანი მანქანებისა, განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ მას გააჩნია ელასტიური დიაფრაგმა - (6), რომელიც დაკავშირებულია ექსცენტრულ ლილვთან. სხვადასხვა ტიპის მანქანებში დიაფრაგმა შეიძლება სხვადასხვანაირად იყოს დამლექი ცხავის გვერდით, მის ქვეშ ჰორიზონტალურად ან დახრილად, ვერტიკალურად სექციათა ზღუდარში და ან კიდევ მანქანის კორპუსის კედელში. (ნახ. 30.)



ნახ. 30. დიაფრაგმული სალექი მანქანა
6-დიაფრაგმა

§ 29. უდგუშო სალექი მანქანები

უდგუშო სალექი მანქანები: ასეთი ტიპის სალექი მანქანები, როგორც კონსტრუქციულად ისე ტექნოლოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენს ყველაზე უფრო სრულყოფილ მანქანებს. წყლის პულსაცია მათში ხორციელდება შეკუმშული ჰაერის პერიოდული (პულსირებული) მიწოდებით კამერაში, რისთვისაც გამოიყენება როტორული ანდა სარქველიანი მკვეთარა პულსატორი (7), ჰაერის შეშვების დროს მუშა არე აიწევს ზემოთ, ხოლო გამოშვების დროს დაიწევს ქვემოთ. (ნახ. 31.)

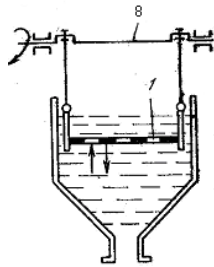


ნახ. 31. უდგუშო სალექი მანქანა
7- პულსატორი.

უდგუშო სალექი მანქანები ძირითადად გამოიყენება ნახშირების გასამდიდრებლად. უკანასკნელ წლებში იგი გამოიყენება მადნებისთვისაც.

§ 30. მოძრავცხავიანი სალექი მანქანები

მოძრავცხავიანი სალექი მანქანები: ასეთი ტიპის მანქანები შედგება კორპუსისაგან, რომელშიც მოთავსებულია ცხავი (1). ცხავის ხვრეტის ზომა ნაკლებია გასამდიდრებელი მასალის მინიმალური ნატეხების ზომაზე. წყლის არე მანქანაში უძრავი რჩება, ხოლო რხევითი მოძრაობა ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით მას გადაეცემა (8) ექსცენტრული მექანიზმის საშუალებით. მისი ასეთი მოძრაობის დროს ხდება მასალის განშრევა სიმკვრივის მიხედვით. (ნახ. 32.)



ნახ. 32. მოძრავცხავიანი სალექი მანქანა
8-ეცენტრიკული ლილვი

აღნიშნული ტიპის მანქანები გამოიყენება ძირითადად მანგანუმის მადნების გამდიდრებისათვის.

დალექვის ეფექტურობა დამოკიდებულია, როგორც სალექი მასალების კონსტრუქციულ ისე მთელ რიგ ტექნოლოგიურ და ჰიდროდინამიკურ პარამეტრებზე.

სალექი მანქანების ძირითად პარამეტრებს მიეკუთვნება: ხვედრითი მწარმოებლობა, დიაფრაგმის ან დგუმის რხევის სიხშირე, საგების ტიპი, ცხრილქვეშ მიწოდებული წყლის ხარჯი.

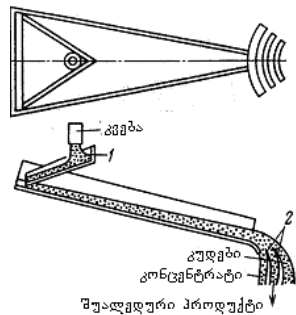
§ 31. დახრილ სიბრტყეზე გამდიდრება

დახრილ სიბრტყეზე წყლის ნაკადებში გამდიდრებას მიმართავენ შავი, ფერადი და იშვიათ ლითონთა წვრილი კლასების და შლამების გამდიდრებისას. იგი ხორციელდება შლიუზებზე, შევიწროვებულ ღარებზე, ხრახნულ სეპარატორებზე, საკონცენტრაციო მაგიდებზე.

შლიუზები - ეს არის უძრავი, სწორკუთხა კვეთის ფორმის ღარი, რომელიც შეიძლება დამზადდეს ხისაგან. ამ ღარის ფსკერზე მოწყობილია სპეციალური ფორმის მასალისაგან დამზადებული ტრაფარეტები, რომლებსაც ან საფეხურების

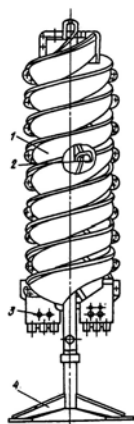
სახე აქვს ან კიდევ ფორებიანი ზედაპირი, მასში ხორციელდება მძიმე მინერალთა მარცვლების დაგროვება.

შევიწროვებული ღარები: ისინი რამდენადმე იდენტურია შლიუზებისა. მას ბრტყელი გლუვი ფსკერი აქვს და გვერდები განტვირთვის მხარეს შევიწროვებული. ასეთ ღარებში მასალის ნაკადის მოძრაობას ჯერ ლამინარული ხასიათი აქვს, ხოლო შემდეგ ტურბულენტური. აღნიშნული ტურბულენტობის გამო მსუბუქ მინერალთა მარცვლები მოექცევა ნაკადის ზემო ფენებში, ხოლო მძიმე მინერალთა მარცვლები ქვედა ფენაში. იხ. ნახ. 33.



ნახ. 33. შევიწროვებული ღარები
1-ნაკადი; 2-მომკვეთები.

ხრახნული სეპარატორი: ფართოდ გამოიყენება წვრილმარცვლოვანი მასალის გამდიდრების დროს. გამდიდრების პროცესში ხორციელდება ერთდროულად მბრუნავ და დახრილ სიბრტყეზე მოძრავ წყლის ნაკადში. საწყისი პულპა მას მიეწოდება ზემოთა ნაწილში, თავისი სიმძიმის ძალის გავლენით მასალა მოძრაობს ქვევით ხრახნული ფორმის ღარში. მოძრაობის დროს ხორციელდება მინერალთა გადანაწილება მათი მოძრაობის ტრაექტორიის მიხედვით ღარის შიგნითა ბორტთან მოძრაობს მძიმე მინერალთა მარცვლები, როგორც ცალკე პროდუქტის სახით განიტვირთებიან სპეციალური მომკვეთების საშუალებით, ხოლო მსუბუქი მარცვლები მოძრაობენ ღარის გარეთა კედლისაკენ და განიტვირთებიან ასევე ღარის ბოლოს გადანადენის სახით. იხ. ნახ.34.

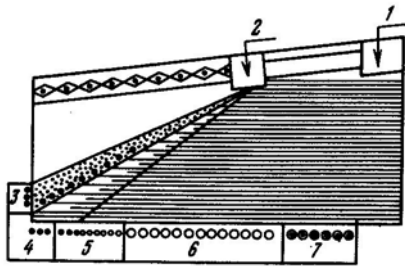


ნახ. 34. ორღარიანი ხრახნული სეპარატორი

1-ხრახნული ღარი; 2- ჩამრეცხი წყლის მომწოდებელი მოწყობილობა; 3-მომკვეთი; 4-სადგამი.

§ 32. საკონცენტრაციო მაგიდებზე გამდიდრება

საკონცენტრაციო მაგიდა შედგება მცირედ დახრილი რხევადი ზედაპირისაგან - დეკასაგან. დეკის რხევა განხორციელებულია ამძრავი მექანიზმის საშუალებით, რომლის საშუალებითაც დეკას გადაეცემა წინსვლით-უკუსვლითი მოძრაობა. რხევის მიმართულება წყლის მოძრაობის პერპენდიკულარულია, დეკის ზედაპირზე დამაგრებულია სხვადასხვა სიმაღლის ფირფიტები - რიფლები. მასალის გაყოფა ხორციელდება არა მარტო სიმკვრივის მიხედვით, არამედ მათი სიმსხოსა და ფორმის მიხედვითაც. მსუბუქი მინერალები ადვილად ჩამოირეცხებიან წყლით და მოძრაობენ რხევის 1 მიმართულებით, ხოლო მძიმე მინერალები მოძრაობენ რიფლების გასწვრივ დეკას ბოლოსაკენ. (ნახ. 35)



ნახ. 35. საკონცენტრაციო მაგიდა

1-კვება; 2-ჩამრეცი წყალი; 3-წვილ მძიმე ნაწილაკთა ზონა; 4-მსხვილ მძიმე ნაწილაკთა ზონა; 5-წვილ მსუბუქ ნაწილაკთა ზონა; 6-მსხვილ მსუბუქ ნაწილაკთა ზონა; 7-შლამების ზონა

საკონცენტრაციო მაგიდის ეფექტურ მუშაობაზე მოქმედი ფაქტორებია: დეკის რხევის სიხშირე და ამპლიტუდა, დახრის კუთხე, რიფლების სიმაღლე და მათ შორის მანძილი, საწყის პროდუქტში მყარის შემცველობა და წყლის ხარჯი. აღნიშნულ პარამეტრთა ურთიერთშერწყმა განაპირობებს, როგორც გაყოფის პროცესის ეფექტურობას, ისე საკონცენტრაციო მაგიდების მწარმოებლობის გაზრდას.

თავი VII. ფლოტაცია

§ 33. ფლოტაციური პროცესის არსი

ფლოტაციის პროცესი მიმდინარეობს წყლიან გარემოში, ხოლო ტერმინი „ფლოტაცია“ აღნიშნავს ზედაპირზე ტივტივს. ისე, როგორც სხვა სითხეები. წყალიც ხასიათდება შემდეგი თვისებებით: სიმკვრივე, სიბლანტე და მყარი სხეულის დასველების უნარი. სითხის თვისება-დაასველოს მყარი სხეულები დამოკიდებულია

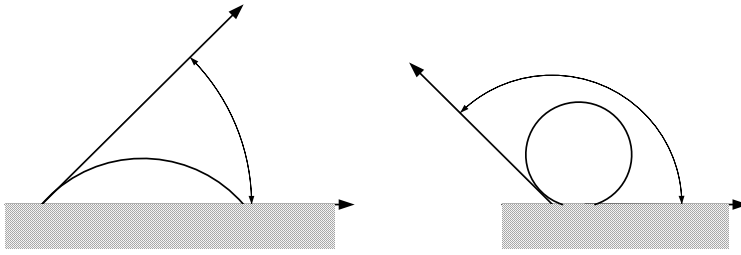
მის ზედაპირულ დაჭიმულობასა და თვით მყარი სხეულების თვისებებზე. რაც მაღალია სითხის ზედაპირული დაჭიმულობა, მით ნაკლებია მისი უნარი-დასველოს მყარი სხეული. უნდა აღინიშნოს, რომ წყლის ზედაპირული დაჭიმულობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე სხვა სითხეებისა (მაგ. ზეთები, ნახშირწყალბადები). [5,6,8,]

მყარი სხეულის ზედაპირის დასველების ხარისხი დამოკიდებულია თვით ამ ზედაპირის მდგომარეობასა და თავისებურებებზე. ეს ფაქტორები შეიძლება იყოს: ზედაპირის გაჭუჭყიანება ცხიმებით; ზედაპირის გარკვეული უბნების არაერთგვაროვნება ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით; ზედაპირის ხორკლიანობა; ზედაპირის ფორიანობა; მიკრობზარების არსებობა; აგრეთვე კრისტალური გისოსის აგებულების თავისებურებანი. გარდა ამისა, დაფქვის პროცესში კრისტალთა რღვევისას წარმოიქმნება ახალი ზედაპირები, რომლებიც ასევე განსაზღვრავენ დასველების ხარისხს.

წყლით დასველების ხარისხის მიხედვით მინერალური ნაწილაკები იყოფა ჰიდროფილურ და ჰიდროფობურ ნაწილაკებად. მინერალები, რომლებიც კარგად სველდებიან წყლით (სილიკატები; სულფატები; ოქსიდები) მიეკუთვნებიან ჰიდროფილურ მინერალებს, ხოლო მინერალები, რომლებიც არ სველდებიან წყლით (გოგირდი, ტალკი, გრაფიტი, სულფიდები) მიეკუთვნებიან ჰიდროფობურს.

ფლოტაცია, როგორც გამდიდრების მეთოდი დამყარებულია მინერალთა ნაწილაკების ჰიდროფობური და ჰიდროფილური თვისებების პრაქტიკულ გამოყენებაზე. ცნობილია, რომ ჰიდროფობური ნაწილაკები, რომლებიც არ სველდებიან წყლით მიეკრობიან ჰაერის ბუმბულაკებს წყალთან გაყოფის საზღვარზე და ამოტივტივდებიან ზედაპირზე (ფლოტირებენ). ჰიდროფილური ნაწილაკები სვედებიან წყლით და რჩებიან პულპის შიგნით. ამ თვისებებში სხვაობის მიხედვით მიმდინარეობს მინერალთა ნაწილაკების განცალკევება.

მინერალური ნაწილაკის ზედაპირის დასველების ხარისხი ფასდება კიდური კუთხის სიდიდით - θ , რომელსაც დასველების კუთხეს უწოდებენ. ეს არის კუთხე, რომელსაც ორი მოსაზღვრე ფაზის გაყოფის ზედაპირი ქმნის მესამე ფაზის ზედაპირთან. მიღებულია, რომ დასველების კიდური კუთხე გადაითვლება თხევადი ფაზის მიმართულებით []. იხ. ნახ.36.



ნახ.36. დასველების კიდური კუთხე
 ა) $\theta < 90^\circ$ მინერალი სველდება წყლით
 ბ) $\theta > 90^\circ$ მინერალი არ სველდება წყლით.

როგორც ნახაზიდან ჩანს მთლიანი დასველება შესაძლებელია მაშინ, როცა $\theta = 0^\circ$, როდესაც $\theta > 90^\circ$ სითხის განდინება მინერალის ზედაპირზე არ მიმდინარეობს და იგი ცდილობს მიიღოს წვეთის ფორმა. ცხადია, რომ შემთხვევისათვის როცა $\theta = 180^\circ$ მინერალის ნაწილაკი იდეალურ ჰიდროფობურ თვისებებს ფლობს.

კიდური კუთხის მიხედვით ხასიათდება აგრეთვე ჰაერის ბუმბულაკთან მინერალური ნაწილაკის მიკვრის სიმტკიცე. მინერალებს, რომელთა დასველების კიდური კუთხის მნიშვნელობა $> 90^\circ$ -ზე. ბუნებრივად ჰიდროფობურ მინერალებს უწოდებენ.

დასველების კიდური კუთხის სიდიდე, რომელიც მინერალის ჰიდროფობურობას ახასიათებს, წარმოადგენს აუცილებელს მაჩვენებელს, რომ არა ერთადერთ პირობას მინერალთა ფლოტაციის უნარის განსაზღვრის დროს. ძირითადად ფლოტაციის პროცესი ხასიათდება იმ დროით, რომელიც აუცილებელია კომპლექსის-„ბუმბულაკი-ნაწილაკი“ წარმოქმნისათვის. ამ კომპლექსის წარმოქმნა განისაზღვრება მიზიდულობის დისპერსიული ძალების, უკუმბედი ელექტრული ძალების და წყლის შუაშრეების წინააღმდეგობის ძალებით.

ნაწილაკთა ფლოტირების უნარი ასევე დამოკიდებულია მათ ფორმაზე. ნაწილაკები, რომელთაც მახვილი გვერდები და შვერილები გააჩნიათ გაცილებით უკეთესად ფლოტირებენ ვიდრე მომრგვალებული ფორმის ნაწილაკები. ეს დადასტურებულია სპილენძის თავისუფალი მინერალების მიკროსკოპიული შესწავლით. კონცენტრატში მინერალთა ზედაპირი წიბოვანია, ხოლო კუდებში მომრგვალებული. მარცვალთა ფორმა დამოკიდებულია მადნის მომზადების პროცესზე. დაფქვის პროცესში უნდა მოვერიდოთ მასალის მოხეხვას. ზედმეტად გადაფქვის დროს მცირდება ლითონის ამოკრეფა, ამავე დროს არასრული გახსნა ასევე იწვევს კონცენტრატის ხარისხის გაუარესებას და ლითონის კარგვას.

ცნობილია ფლოტაციური მეთოდის სხვადასხვა სახეები:

ზეთოვანი ფლოტაცია: იგი ხორციელდება პულპაში დიდი რაოდენობის ზეთის წვეთების შეყვანით, რადგან ზეთის სიმკვრივე ნაკლებია წყლის სიმკვრივეზე ზეთის წვეთები მოძრაობენ პულპაში ზემოთ. მინერალთა ნაწილაკები, რომლებიც არ სველდებიან წყლით, ეკვრიან ზეთის წვეთებს და გროვდებიან პულპის ზედა ფენაში. მინერალთა ნაწილაკები, რომლებიც სველდებიან წყლით, არ მიეკრობიან ზეთის წვეთებს და რჩებიან პულპაში.

აფსკიანი ფლოტაცია: ამ პროცესის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ წყლის მოძრავი ნაკადის ზედაპირზე მიეწოდება წვრილი მინერალური ნაწილაკების ფენა. ნაწილაკები, რომლებიც არ სველდებიან წყლით, დამაგრდებიან წყლის ზედაპირზე და წარიტაცებიან ნაკადის მოძრაობის მიმართულებით. დასველების უნარის მქონე მინერალების მარცვლები ჩაიძირებიან წყალში.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა ცნობილია ფლოტაციის შემდეგი ნაირსახეობანი: ქაფიანი; ფლოტაცია შემცირებული წნევით; ფლოტაცია დუდილით; ფლოტაცია გრანულაციით; ელექტრო ფლოტაცია; იონური ფლოტაცია; ემულსური ფლოტაცია; ფლოტაცია ამალგამირებით და სხვა.

ქაფიანი ფლოტაციის პროცესში მონაწილეობს სამი ფაზა- მყარი (მინერალი), თხევადი (წყალი) და აიროვანი (ჰაერი).

§ 34. ფლოტაციური რეაგენტები

ქიმიურ ნივთიერებებს, რომლებიც შეჰყავთ პროცესში ფლოტაციის რეგულირებისა და მართვის მიზნით, უწოდებენ ფლოტაციურ რეაგენტებს.

თავისი დანიშნულების მიხედვით ფლოტაციური რეაგენტები პირობითად იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: შემკრებლები; ქაფწარმომქმნელები; დეპრესორები; აქტივატორები და არის რეგულატორები.

შემკრებები (კოლექტორები) - გამოიყენება მინერალთა დასველების უნარის შემცირების მიზნით, მოქმედებენ მინერალისა და წყლის გაყოფის საზღვარზე. უმეტესობა წარმოადგენს ზედაპირულად აქტიურ ორგანულ ჰეტეროპოლარულ ნივთიერებებს. მოქმედების მექანიზმი გამოიხატება იმაში, რომ ასეთი ნივთიერების მოლეკულა პოლარული ნაწილით მაგრდება მინერალის ზედაპირზე, ხოლო აპოლარული ნაწილი მიმართულია პულპის თხევადი ფაზისაკენ. შემკრებლები ამალგებენ მინერალთა ჰიდროფობურობას და ხელს უწყობენ მის მიკვრას ჰაერის

ბუმტულაკზე. შემკრებლები უნდა აღსორბირდეს იმ მინერალთა ზედაპირზე, რომელიც ფლოტაციის დროს უნდა ამოვიდეს ქაფში. [6]

წყლიან არეში შემკრებლები დისოცირდებიან ანიონებად და კათიონებად. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი მათგანი ახდენს მინერალთა ჰიდროფობიზაციას. შემკრებლები არის ანიონური ან კათიონური. I მათგანს ეკუთვნის ქსანტოგენატები, აეროფლოტები, ცხიმოვანი მჟავები, მათი საპნები და სხვა, ხოლო კათიონურს მიეკუთვნება ამინები.

ამქაფებლები - ასევე წარმოადგენს ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებსაც შეუძლიათ აღსორბირდნენ წყლისა და ჰაერის გაყოფის საზღვარზე. ისინი ხელს უშლიან ჰაერის ბუმტულაკების ერთმანეთთან მიკვრას და მათ დაშლას ზედაპირისაკენ მოძრაობის დროს. ამავე დროს ამქაფებლებმა უნდა უზრუნველყოს ისეთი ქაფის წარმოქმნა, რომელიც ადვილად დაიშლება პულპის ზედაპირიდან მოხსნის შემდეგ. ამ ნივთიერებათა პოლარული ნაწილი მიმართულია წყლისაკენ, ხოლო აპოლარული აიროვანი ფაზისაკენ.

ამქაფებლად გამოიყენება: ფიჭვის ზეთი, T-66, T-80 და სხვა.

დეპრესორები- გამოიყენება იმისათვის, რომ ხელი შეუშალოს ქაფის პროდუქტში იმ მინერალების გადასვლას, რომლებიც მოცემული ოპერაციის დროს უნდა დარჩეს საფლოტაციო კამერაში. ეს ნივთიერებანი ხდიან ჰიდროფილურს მინერალთა ზედაპირს, ანდა აქრობენ შემკრების აფსკს ამ მინერალთა ზედაპირიდან. დეპრესორებად გამოიყენება: თხევადი მინა, კირი, თუთიის აჯასპი, ციანიდები და სხვა.

აქტივატორები - გამოიყენება ძნელად ფლოტირებადი მინერალების ფლოტირებადობის უნარის გასაუმჯობესებლად. ან იმ მინერალთა ფლოტაციის უნარის აღსადგენად, რომელთა დეპრესიაც განხორციელებული იყო წინა ოპერაციაში. ეს ნივთიერებანი მინერალის ზედაპირზე ქმნიან აფსკს რამელიც ადვილად აღსორბირდებიან შემკრებლები, ან კიდევ ხსნიან მინერალის ზედაპირიდან დეპრესორებს.

აქტივატორებად ფლოტაციის პრაქტიკაში გამოიყენება სპილენძის აჯასპი, გოგირდის ნატრიუმი, გოგირდმჟავა, სხვადასხვა ტუტეები და სხვა.

რეგულატორები - გამოიყენება ფლოტაციის პროცესში პულპის pH-ის რეგულირების მიზნით, pH- წარმოადგენს სიდიდეს რომელიც ახასიათებს არის

მჟავურ ან ტუტე თვისებებს იგი ტოლია პულპაში წყალბად იონების კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმის.

$$ph = -1g[h]$$

მჟავე არეში $ph < 7$, ნეიტრალური არისათვის $ph = 7$, ხოლო ტუტე არეში $ph > 7$.

შემკრებლების, დეპრესორების, აქტივატორების მოქმედების ეფექტურობას მნიშვნელოვნად განაპირობებს პულპის ph -ის სიდიდე, ამიტომ პულპის ოპტიმალური ტუტიანობის შენარჩუნებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ფლოტაციის პროცესის დროს.

ფლოტაციის პრაქტიკაში რეგულირებების მიზნით გამოიყენება ტუტეები და მჟავეები (კირი- CaO , $NaOH$, H_2SO_4 და სხვა) აგრეთვე ზოგიერთი სხვა ნაერთებიც (კირის რძე- $Ca(OH)_2$, მწვანე ნატრიუმი და სხვა).

§ 35. ფლოტაციის სქემები

უმეტეს შემთხვევაში ფლოტაციური გამდიდრების ერთი ოპერაციის შედეგად არ მიიღწევა საბოლოო შედეგი, ამიტომ ფლოტაციის სქემები, როგორც წესი შედგება გამდიდრების რამოდენიმე ოპერაციისაგან. დანიშნულების მიხედვით განასხვავებენ ძირითად, გადაწმენდით და საკონტროლო ფლოტაციას.

ძირითადი ფლოტაცია - ფლოტაციის პირველი ოპერაციაა, რომლის მიზანია ფუჭი ქანიდან სასარგებლო მინერალთა მარცვლების გამოყოფა.

გადაწმენდითი ფლოტაცია (გადაწმენდა) - ფლოტაციის ოპერაციაა, რომლის დროს განმეორებით ხდება წინა ოპერაციის შედეგად მიღებული კონცენტრატების ხელმეორედ გამდიდრება მისი ხარისხის ამაღლების მიზნით.

საკონტროლო ფლოტაცია: არის ფლოტაციის ოპერაცია, რომლის დროსაც ხორციელდება წინა ოპერაციიდან კუდების ხელმეორედ გამდიდრება სასარგებლო კომპონენტის დამატებითი ამოკრეფის მიზნით.

ფლოტაციური სქემები განისაზღვრება სტადიებისა და ციკლის რაოდენობის მიხედვით.

სტადია- ეწოდება ტექნოლოგიური სქემის ნაწილს, რომელიც მოიცავს მასალის დაფქვას გარკვეულ სიმსხომდე და მის შემდგომ ფლოტაციის ოპერაციას. გამოიყენება როგორც წესი ერთსტადიური ისე მრავალსტადიური ფლოტაციური სქემები.

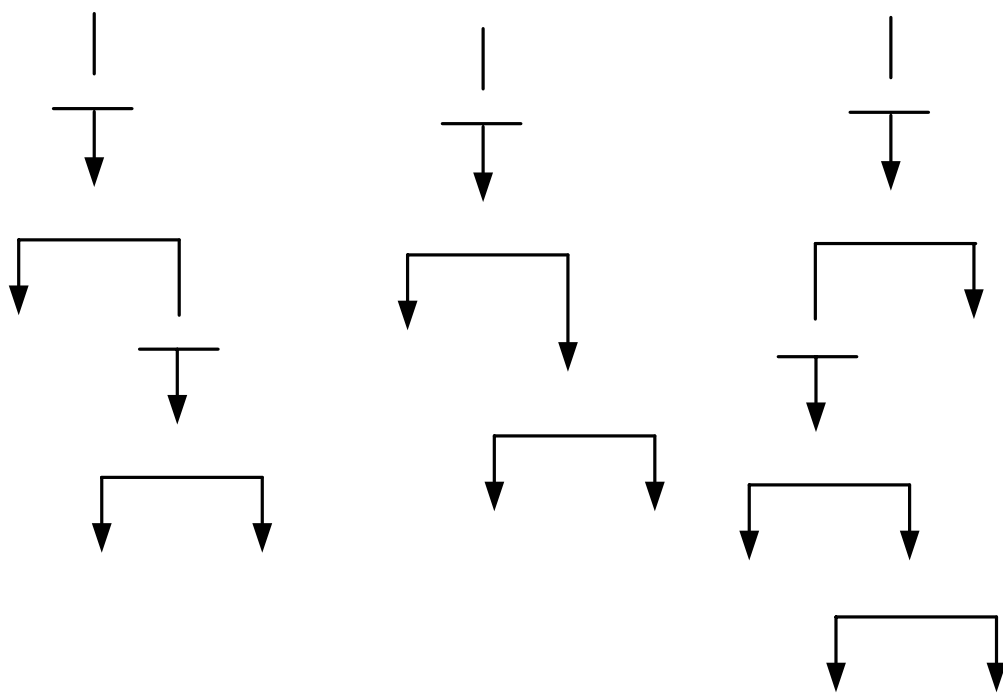
ცდკლი- ეწოდება ფლოტაციის ოპერაციების ჯგუფს, რომლის დროსაც გამოიყოფა ერთი ან რამდენიმე მზა პროდუქტი.

იმისდა მიხედვით, თუ რა თანმიმდევრობით გამოიყოფა სასარგებლო მინერალები პოლიმეტალური მადნებიდან, განასხვავებენ ფლოტაციის კოლექტიურ, სელექციურ და კოლექტიურ-სელექციურ სქემებს (ნახ.37).

კოლექტიური ფლოტაციისას საბოლოო კონცენტრატში ამოიკრიფება რამდენიმე მინერალი.

სელექციური ფლოტაციისას სასარგებლო მინერალები ამოიკრიფება თანმიმდევრულად ჯერ ერთი, შემდეგ მეორე და ა.შ.

კოლექტიურ-სელექციური სქემის დროს ჯერ კონცენტრატში ამოიკრიფება ყველა სასარგებლო მინერალი, ხოლო შემდეგ ხდება მისგან ცალკეული მინერალების ფლოტაცია.



ნახ.37 . ფლოტაციის სქემები : ა) - ორსტადიური
ბ) - სელექციური
გ) - კოლექტიურ-სელექციური

§ 36. საფლოტაციო მანქანები

ფლოტაციის პროცესი ხორციელდება საფლოტაციო მანქანებში, სადაც ხდება პულპის არევა და წვრილად დისპერგირებული ჰაერის ბუშტულაკებით გაჯერება. ჰაერის ბუშტულაკები მანქანის კამერის მთელ მოცულობაში ნაწილდება თანაბრად და ხდება მათი მინერალიზაცია ჰიდროფობური ზედაპირის მქონე მინერალურ ნაწილაკებთან. საფლოტაციო მანქანებმა უნდა უზრუნველყონ პულპის ზედაპირზე ქაფის წარმოქმნის მშვიდი ზონის შექმნა და ფლოტირებადი ნაწილაკების ქაფის ზონაში მაქსიმალური სიჩქარით ამოტანა.

პულპის არევისა და აერაციის მეთოდის მიხედვით ფლოტაციური მანქანები იყოფა მექანიკურ, პნევმომექანიკურ და პნევმატურ საფლოტაციო მანქანებად.

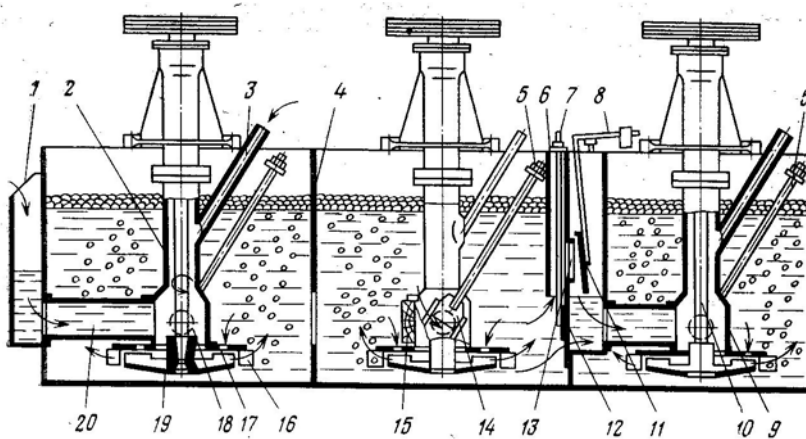
მექანიკურ მანქანებში პულპის აერაცია და არევა განხორციელებულია იმპელერის საშუალებით. პნევმომექანიკურ მანქანებში პულპის აერაცია ხდება იმპელერის მეშვეობით, ხოლო ჰაერის ბუშტულაკებით გაჯერება-ჰაერმბერავის საშუალებით. პნევმატიკურ საფლოტაციო მანქანებში პულპის აერაცია და არევა მიმდინარეობს შეკუმშული ჰაერის მიწოდებით. [6,8,10]

§ 37. მექანიკური საფლოტაციო მანქანები

ნახაზზე 38. მოცემულია „მეხანობრის“ ტიპის ფლოტაციური მანქანა, რომელიც მუშაობს შემდეგნაირად: პულპა ე. წ. ჩასატვირთი ჯიბის 1 საშუალებით მილაკის (20)გავლით შეიწოვება იმპელერის (19) ზონაში, საიდანაც იგი დიდი სისწრაფით გაიტყორცნება სტატორის ფრთების გავლით კამერაში. იმპელერის ზონაში წარმოიშვება გაიშვიათება და (2) ცენტრალური მილის და მილაკის (3) საშუალებით შეიწოვება ატმოსფერული ჰაერი, რომელიც დისპერგირდება და ნაწილდება პულპის მთელ მოცულობაში. აღნიშნული ბუშტულაკები მინერალიზირებული ხდება მათთან კონტაქტის შემდეგ და ამოტივტივდებიან პულპის ზედაპირზე, საიდანაც ქაფმომხდელის საშუალებით განიტვირთება ღარებში. დანარჩენი ნაწილაკები კვლავ შეიწოვება იმპელერის ზონაში სტატორის (17) დისკის ხვრელის საშუალებით.

ის ნაწილაკები, რომლებიც არ ფლოტირებენ პირველ კამერაში (კამერული პროდუქტი) (4) ზღუდარის საშუალებით გადადიან II წინდენით კამერაში, სადაც ფლოტაციის პროცესი მეორდება. წინდენით კამერაში პულპა იმპელერს მიეწოდება

(18) ჭრილის საშუალებით, რომელიც რეგულირდება (14) შიბერით. წინდენითი კამერისაგან პულპა მიეწოდება შემწოვ კამერას (12) და (13) ხვრელების საშუალებით, რომელთა სიდიდე რეგულირდება ღეროთი (7) და სახურავით (11), რომლის მდებარეობა იცვლება სახელურით (8) და კონტრტვირთით. (13) ხვრელი განცალკავებულია კამერის მოცულობიდან უჯრით, რომელიც ღიაა ზევიდან ქვევიდან. (12) ჭრილიდან მიეწოდება მსხვილი ნაწილაკები, ხოლო ძირითადი ნაწილი პულპის ქვემოდან ავსებენ „უჯრას“ და (13) ხვრელის საშუალებით განედინება მისგან. ტვირთი (8)-ე სახელურზე ისეა დაყენებული, რომ შენარჩუნებული იქნას პულპის საჭირო მოცულობა.

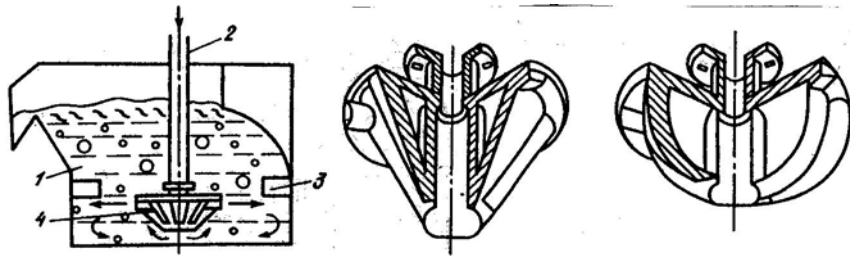


ნახ. 38. მექანიკური საფლოტაციო მანქანა

§ 38. პნევმომექანიკური საფლოტაციო მანქანები

პნევმომექანიკური საფლოტაციო მანქანებს გააჩნიათ ღრმა კვადრატული ფორმის კამერები. ჰაერის მიწოდება ხდება ჰაერმბერავის საშუალებით. ჰაერის დისპერგირება ხდება იმპულერზე განლაგებული თითისებრი ან კონუსური აერატორების მეშვეობით.

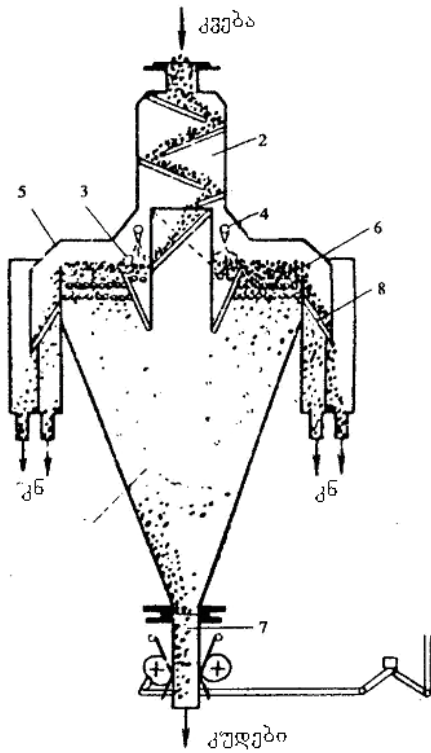
ნახაზზე 39. მოცემულია პნევმომექანიკური საფლოტაციო მანქანის სქემატური გამოსახულება.



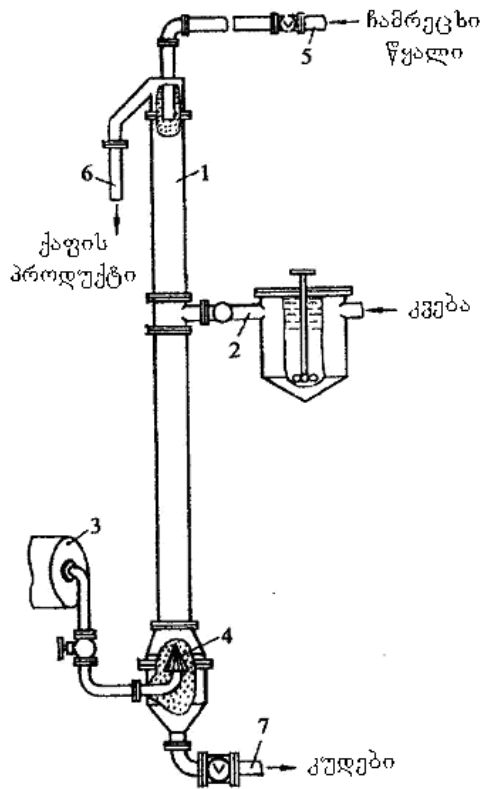
ნახ. 39. პნევმომექანიკური საფლოტაციო მანქანის მოქმედების პრინციპიული სქემა.
 1-კამერა; 2-ლილვი; 3-დამაწყნარებელი ფირფიტა; 4-აერატორი.
 ბ) კონუსური აერატორი; გ) თითისებრი აერატორი.

§ 39. პნევმატური საფლოტაციო მანქანები.

პნევმატური მანქანების სქემატური გამოსახულებები მოცემულია ნახაზზე 40, 41.



ნახ.40. ქაფიანი სეპარაციის საფლოტაციო მანქანა
 1-კამერა; 2-მილისებრი აერატორები.



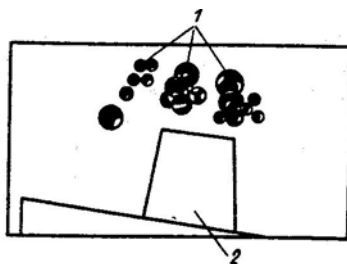
ნახ. 41. სვეტური ტიპის პნევმატური საფლოტაციო მანქანა
 1-სვეტი; 2-კვების მიწოდების მოწყობილობა; 3-ჰაერის დაწნევით მისაწოდებელი მოწყობილობა; 4- დიფუზური; 5- მომრეცხი წყლის მიწოდება; 6-ქაფის პროდუქტის განტვირთვა; 7-კუდების განტვირთვა.

§ 40. ფლოტოგრაფიტაცია

ფლოტოგრაფიტაცია გამდიდრების პროცესია, რომლის განხორციელება შესაძლებელია საკონცენტრაციო მაგიდაზე ან რომელიმე გრაფიტაციულ აპარატზე. პროცესი ითვალისწინებს პულპის რეაგენტებით წინასწარ დამუშევას, რაც უზრუნველყოფს ფლოტაციის უნარის მქონე მინერალთა ნაწილაკების ამოტივტივებას ზედაპირზე მათი ჰაერის ბუშტულაკებთან კონტაქტის შემთხვევაში. ფლოტოგრაფიტაცია ემყარება გასაყოფი მინერალების ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებისა და ხვედრითი წონების სხვაობას. ფლოტოგრაფიტაცია გარკვეულწილად აერთიანებს აფსკიანი ფლოტაციისა და მინერალთა გრაფიტაციული გაყოფის პროცესებს. ფლოტოგრაფიტაცია შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ისეთი მინერალური ნაწილაკებისათვის, რომელთა სიმსხო ქაფიანი ფლოტაციისათვის მეტად დიდია.

საწყის მასალად ფლოტოგრაფიტაციისათვის ითვლება გრაფიტაციული კოლექტიური კონცენტრატების მკვრივი (მყარის შემცველობა > 50%-ზე) პულპა, რომელიც წინასწარ დამუშევებულია რეაგენტებით და რომელიც საკმაოდ გაჯერებულია ჰაერის უწვრილესი ბუშტულაკებით. ფლოტოგრაფიტაციის პროცესში

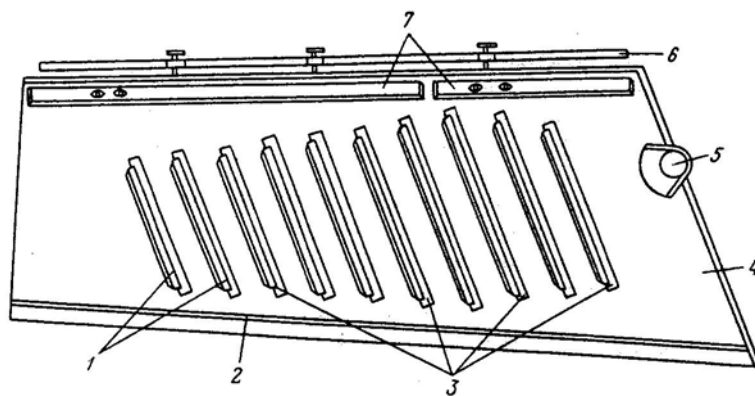
რეაგენტებისა და ჰაერის მოქმედებით წარმოიქმნება მინერალურ ნაწილაკთა აგრეგატები (გრანულები) და აეროფლოკულები. ნახ.42.



ნახ.42. აეროფლოკულების გადაადგილება მაგიდის დეკაზე
1-აეროფლოკულები; 2-ღარაკი.

აეროფლოკულები, რომლებიც იმყოფებიან პულპის ზედაპირზე ჩამორეცხებიან წყლის დაღმავალ ნაკადში ღარაკების გავლით მაგიდის დეკიდან ქაფის შრის სახით. პულპაში ჰაერი წარიტაცება აგრეთვე ჩამრეცხი წყლის ნაკადთან ერთად დეკის მოძრაობიდან გამომდინარე. ნაწილი მინერალებისა, რომელთაც ჰიდროფობიზებული ზედაპირი გააჩნიათ უშუალოდ დეკაზე ამოტივტივდებიან წყლის ზედაპირზე. ის ნაწილაკები რომელთა ზედაპირი ჰიდროფობიზირებულია, ღარებში მოძრაობისას უშუალოდ განიცდიან კონტაქტს ჰაერთან. პროცესს ჰაერი დამატებით მიეწოდება პერფორირებული მილაკების საშუალებით პულპის ზედაპირის მიმართულელებით. [5,7]

ნახაზზე 43. ნაჩვენებია საკონცენტრაციო მაგიდა ფლოტოგრაფიტაციისათვის.



ნახ. 43. საკონცენტრაციო მაგიდა ფლოტოგრაფიტაციისათვის
1-დიაგონალური ღარაკები; 2-შემზღუდველი ღარაკები; 3-ჰაერის დისპერგატორები;
4-დეკა; 5-გამანაწილებელი ღარი; 6-რესივერი; 7-წყლის გამანაწილებელი ღარები.

პულპა რომელიც დეკას მიეწოდება გამანაწილებელი ღარიდან ჩამოედინება მასზე, მოძრაობს რა სოლისებური ფორმის ღარაკების გავლით (ღარაკის სიმაღლე 10

მმ-ს აღწევს). ღარაკების გასწვრივ ჩამაგრებულ გარსაკრებში მოთავსებულია ჰაერის დისპერგატორები. რესივერიდან მიწოდებული ჰაერი დისპერგირდება წვრილ ბუშტულაკებად და უწყვეტად ახდენს მინერალური სუსპენზიის არევას, ეწინააღმდეგება ნაწილაკთა სიმკვრივის მიხედვით დაყოფას და აიძულებს ფლოტირებად მინერალებს ამოტივტივდეს ზედაპირზე. გადალახავენ რა ღარების წინააღმდეგობას მინერალური ნაწილაკები პერიოდულად განიცდიან კონტაქტს ატმოსფერულ ჰაერთან და ამის გამო ჰიდროფობიზებული ნაწილაკები, რომლებიც ამოტივტივდებიან ზედაპირზე განიცდის ერთმანეთთან შეწყებებს. რის შედეგადაც წარმოიქმნება აეროფლოკულები. არაფლოტირებადი მინერალები განიტვირთება დეკას ღია მოკლე გვერდიდან.

დეკის იმ მხარეს, სადაც ხდება განტვირთვა, მაგრდება შემზღუდველი თამასა, რომელიც ეწინააღმდეგება არაფლოტირებადი ნაწილაკების ამოტანას ზედაპირზე და ამავე დროს ხელს უწყობს პულპის ფენის ერთ დონეზე შენარჩუნებას.

მაგიდის მწარმოებლობა 1000-დან 3000 კგ/სთ-მდე ცვალებადობს. სამაგიეროდ ხასიათდება გაყოფის დიდი სიზუსტით.

თავი IX. გამდიდრების მაგნიტური მეთოდები

§ 41. პროცესის არსი

გამდიდრების მაგნიტური მეთოდების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ გასამდიდრებელი მადნის მარცვლებზე მოქმედებს მაგნიტური და მექანიკური ძალები; რომელთა გავლენითაც იცვლება მათი მოძრაობის ტრაექტორია და სხვადასხვა მაგნიტური თვისებების მქონე მინერალთა მარცვლები მაგნიტური ველის გავლენით გამოიყოფიან ცალკეული პროდუქტების სახით.

გამდიდრების მაგნიტური მეთოდები ფართოდ გამოიყენება შავი და იშვიათ ლითონთა გამდიდრებისას. მაგნიტური დამამძიმებლის რეგენერაციისათვის და სხვადასხვა მასალიდან რკინის მოსაცილებლად.

მანქანებს, რომლებიც გამოიყენებიან მაგნიტური მეთოდით მადნების გასამდიდრებლად მაგნიტური სეპარატორები ეწოდება.

მაგნიტური გამდიდრების განსახორციელებლად სეპარატორის გარკვეულ ზონაში, რომელსაც სეპარატორის მუშა ზონა ეწოდება, საჭიროა შეიქმნას მაგნიტური

ველი, რომლის დამაბულობა ველის სხვადასხვა წერტილში არაერთგვაროვანი უნდა იყოს. გარდა არაერთგვაროვნების მაგნიტურ ველს უნდა გააჩნდეს მოცემული ნედლეულისათვის აუცილებელი დამაბულობა. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია მინერალთა მარცვლების მაგნიტური ამთვისებლობა, მარცვალთა გაყოფა ხორციელდება სუსტ ან ძლიერ მაგნიტურ ველში.

ნივთიერების მაგნიტური თვისებები განისაზღვრება მაგნიტური ამთვისებლობით - რომელიც წარმოადგენს დამაგნიტების ინტენსიურობის ფარდობას ველის დამაბულობასთან. მაგნიტური ამთვისებლობის ერთეული საერთაშორისო სისტემაში რიცხობრივად ტოლია 1 მ^3 მოცულობის ნივთიერების მაგნიტური მომენტისა 1 ა/მ დამაბულობის ველში.

1 კგ. ნივთიერების დამაგნიტებით $H = 1 \text{ ა/მ}$ დამაბულობის ველში განისაზღვრება ნივთიერების ხვედრითი მაგნიტური ამთვისებლობა

$$H = X / \delta$$

სადაც δ - ნივთიერების სიმკვრივეა

ხვედრითი მაგნიტური ამთვისებლობის მიხედვით მინერალები იყოფა 3 ჯგუფად:

1. ძლიერ მაგნიტური მინერალები $H > 300 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3/\text{კგ}$ (მაგნეტიტი, პიროტინი, მარტიტი და სხვა)
2. სუსტად მაგნიტური მინერალები $10 \cdot 10^{-3} < H < 600 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3/\text{კგ}$ (პიროლუზიტი, დოლომიტი, ლიმონიტი, ჰემატიტი)
3. არამაგნიტური მინერალები $H < 10 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3/\text{კგ}$ (კვარცი, პირიტი, მინდვრის შპატი, აპატიტი და სხვა).

§ 42. მაგნიტური სეპარატორების კლასიფიკაცია

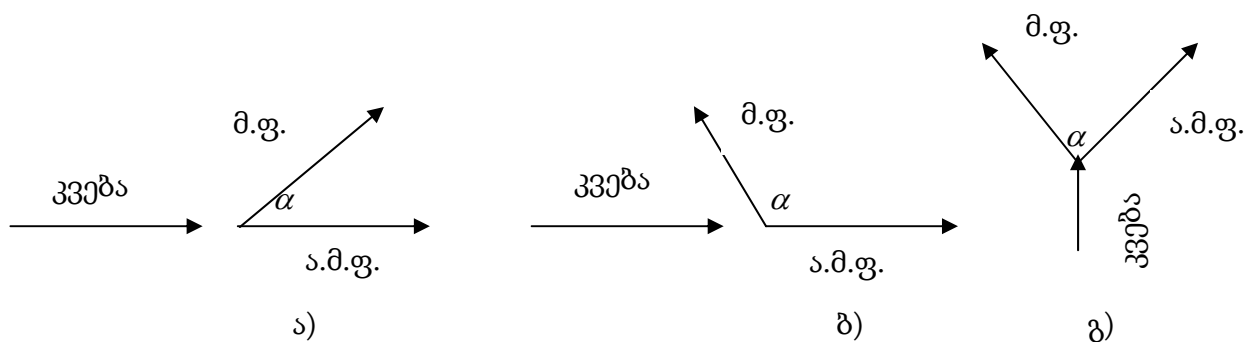
მაგნიტური სეპარატორები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან მთლი რიგი ისეთი თავისებურებებით, როგორცაა მაგნიტური სისტემის მოწყობილობა, ზონა რომელშიც მოქმედებს მაგნიტური ველი, მიმღები აბაზანის კონსტრუქცია და მასალის მუშა ზონაში გადაადგილებისათვის საჭირო მუშა ორგანოს კონსტრუქცია.

მაგნიტური ველის ძალისა და დამაბულობის მიხედვით სეპარატორები იყოფა ორ ჯგუფად: სუსტი მაგნიტური ველით და ძლიერ მაგნიტური ველით. I ჯგუფის

სეპარატორები, რომელთა მაგნიტური ველის დამაბულობა აღწევს 80-12 კ.ა./მ-ს გამოიყენება მადნებიდან ძლიერი მაგნიტური მინერალების გამოსაყოფად, ხოლო II ჯგუფის სეპარატორები ველის დამაბულობით 800-1600 კ.ა./მ მადნიდან სუსტად მაგნიტური მინერალების გამოსაყოფად.

გამდიდრების მეთოდის მიხედვით სეპარატორები იყოფა მშრალი გამდიდრების და სველი მაგნიტური გამდიდრების სეპარატორებად. მადნის მოძრაობის მიმართულებისა და პროდუქტების განტვირთვის ხერხის მიხედვით სეპარატორები იყოფა:

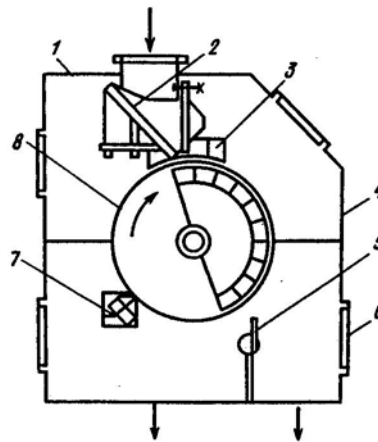
- ა) სეპარატორებად, რომელშიც მაგნიტური და არამაგნიტური ფრაქციაა მოძრაობს საწყისი მადნის მოძრაობის მიმართულებით და მათ შორის კუთხე $\alpha < 90^\circ$ იხ. ნახ. 44. (ა)
- ბ) სეპარატორებად, რომლებშიც მაგნიტური ფრაქცია მოძრაობს ერთი მიმართულებით, ხოლო საწყისი მადანი და არამაგნიტური ფრაქცია საწინააღმდეგო მიმართულებით კუთხე მათ შორის არის $\alpha > 90^\circ$ ნახ.44. (ბ)
- გ) სეპარატორებად, რომლებშიც მასალა პულპის სახით გარკვეული წნევით მიეწოდება ქვემოდან, მაგნიტური და არამაგნიტური ფრაქციები კი განიტვირთებიან ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით. კუთხე მათ შორის არის $\alpha > 90^\circ$ ნახ.44. (გ)



ნახ. 44. გასამდიდრებელი მასალის მოძრაობის სქემა მაგნიტურ სეპარატორებში

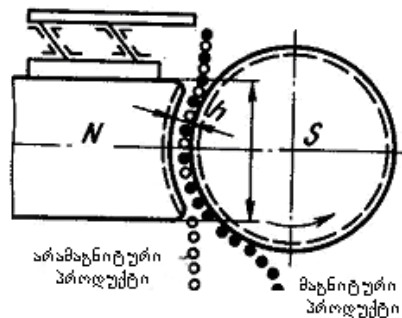
მაგნიტური პროდუქტების გამოყოფის მოწყობილობის კონსტრუქციის მიხედვით სეპარატორები იყოფა დოლურ, როლიკებიან, ვალცებიან და დისკურ სეპარატორებად. სეპარატორები მზადდება ელექტრომაგნიტური და მუდმივი მაგნიტებით.

ნახაზზე 45. მოცემულია ПБС-90/150 მაგნიტური სეპარატორის სქემა. იგი წარმოადგენს სეპარატორს სუსტი მაგნიტური ველით და განკუთვნილია ძლიერი მაგნიტური თვისებების მქონე მადნების გამდიდრებისათვის მშრალი წესით.



ნახ.45. ПБС-90/150 მაგნიტური სეპარატორი
 1-სახურავი; 2-მკვებავი ღარი; 3-ფარი; 4-კორპუსი;
 5-გამყოფი; 6-სათვალთვალო ლუკა; 7-საწმენდი
 მოწყობილობა; 8-მაგნიტური დოლი.

შემდეგ ნახაზზე 46. - მოცემულია ძლიერ მაგნიტური ველის მქონე სეპარატორის სქემა, რომელიც სუსტი მაგნიტური ამთვისებლობის მქონე მადნების მშრალი წესით გამდიდრებისათვისაა განკუთვნილი



ნახ.46. გორგოლაჭებიანი მაგნიტური სეპარატორის სქემა

სხვადასხვა ფირმებიდან აღსანიშნავია გერმანული „გუმბოლტის“ მაღალგრადიენტული სეპარატორი, აგრეთვე ამერიკული „ერიზ“-ის ფირმის სეპარატორები, რომლებიც გამოიყენება რკინისა და ტიტანისაგან კაოლინის მოსაცილებლად.

თავი X. ელექტრული სეპარაცია

§ 43. პროცესის არსი

ელექტრული სეპარაცია არის სხვადასხვა ელექტრული თვისებების მქონე მინერალთა გაყოფის პროცესი, რომლის დროსაც ელექტრული ველის ზემოქმედებით იცვლება ამ მინერალთა მოძრაობის ტრაექტორია. პროცესის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მინერალთა ნაწილაკებს დამუხტავენ გარკვეული ნიშნის მიხედვით, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ელექტრულმა ველმა სხვადასხვანაირად იმოქმედოს სხვადასხვა მინერალთა მარცვლებზე და შეცვალოს მათი მოძრაობის ტრაექტორია.

არსებობს მინერალთა დამუხტვის რამდენიმე მეთოდი. იონიზაცია გვირგვინოვანი განმუხტვის ელექტრულ ველში, ელექტრიზაცია ხახუნით დამუხტულ ელექტროდთან კონტაქტირება და სხვა.

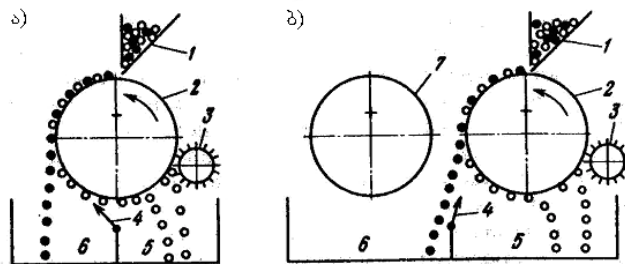
ელექტრული სეპარაციის დროს ძირითადად გამოიყენება განსხვავება ელექტროგამტარებლობაში, დიელექტრიკულ შეღწევადობაში, ადგეზიურ თვისებებში. (მიკვრის უნარი). ელ. სეპარაცია ძირითადად გამოიყენება 3-0,05 მმ მასალის გასამდიდრებლად.

§ 44. ელექტრული სეპარატორების კლასიფიკაცია

ელექტრული სეპარატორები იყოფა შემდეგ ძირითად ჯგუფებად:

1. ელექტროსტატიკური
2. გვირგვინოვანი და გვირგვინოვან-ელექტროსტატიკური
3. ტრიბოელექტროსტატიკური
4. პნევმოელექტროსტატიკური
5. ტრიბოადგეზიური

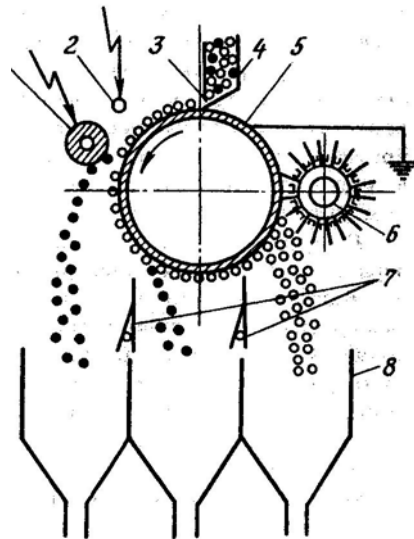
ელექტროსტატიკური სეპარატორები. ამ ტიპის სეპარატორების პრინციპიალური სქემები მოცემულია ნახაზზე 47.



ნახ.47. დოლური ელექტროსტატიკური სეპარატორის სქემა
1-მკვებავი ბუნკერი; 2-მბრუნავი დამუხტული დოლი; 3-გამწმენდი ჯაგრისი; 4-გამყოფი ზღუდარი; 5,6-მიმღები ბუნკერები; 7-დოლური ელექტროდი.

საწყისი მასალა მიეწოდება დამუხტულ მბრუნავ დოლზე, რომელზეც ხდება ელექტროგამტარებელი ნაწილაკების დამუხტვა და მათი გატყორცნა დოლისაგან. არაელექტროგამტარებლობის უნარის მქონე ნაწილაკები განაგრძობენ ვარდნას ტრაექტორიის შეუცვლელად. დოლზე მიკრული ნაწილაკები გამწმენდი ჯაგრისის მეშვეობით მოიხსნება დოლის ზედაპირიდან. ფრაქციების გამოსავალის რეგულირება ხდება გამყოფი ზღუდარების მეშვეობით. დოლური ელექტროდი ზრდის ელექტროგამტარებელი ნაწილაკების გადახრას ტრაექტორიიდან.

ნახაზზე 48. მოცემულია გვირგვინოვანი ელექტროსტატიკური სეპარატორის სქემა. გვირგვინოვანი ელექტროდის გარდა სეპარატორს გააჩნია დამატებითი ცილიდრული ელექტროდი, რომელზედაც მიეწოდება ისეთივე ძაბვა როგორც გვირგვინოვანს. დოლსა და ცილიდრულ ელექტროდს შორის სივრცეში იქმნება დამატებითი არაერთგვაროვანი ველი მუდმივი პოლიარობით. ამდენად მუშ ზონაში მოქმედებს ორი ძალოვანი ველი-გვირგვინოვანი განმუხტვის და ელექტროსტატიკური. ეს უკანასკნელი ხელს უწყობს გამტარი ნაწილაკების სწორად გაყოფის სიზუსტეს, ამის გამო ეს ნაწილაკები გაცილებით ადრე და მკვეთრად მოცილდება დოლს.



ნახ.48. გვირგვინოვან-ელექტროსტატიკური სეპარატორი
 1-განმტორცნი ელექტროდი; 2-გვირგვინოვანი ელექტროდი;
 3-ეკრანი; 4-მკვებავი; 5-დამლექი ელექტროდი; 6-ჯაგრისი;
 7-მომკვეთი;8-ფრაქციათა მიმღებები.

ელექტრული სეპარატორების მუშაობის ეფექტურობაზე მომქმედი ფაქტორებია: სეპარაციისათვის მასალის მომზადების მეთოდის შერჩევა, თვით

სეპარატორის კონსტრუქციული თვისებები, მუშაობის სწორი ტექნოლოგიური რეჟიმის შემუშავება და სხვა.

თავი XI. სპეციალური მეთოდები

§ 45. წიაღისეულის გამდიდრება ხახუნისა და ფორმის მიხედვით

ხახუნისა და ფორმის მიხედვით წიაღისეულის გამდიდრება დამყარებულია განსაცალკავებული მინერალების ნაწილაკთა სიბრტყეზე მოძრაობის სიჩქარეთა სხვაობაზე, რაც სიმძიმის ძალითაა განპირობებული. [7]

ნაწილაკთა მოძრაობის სიჩქარე დახრილ სიბრტყეზე (მოცემული დახრის კუთხის დროს) დამოკიდებულია ამ ნაწილაკთა ზედაპირის მდგომარეობაზე, მათ ფორმაზე, ტენიანობაზე, სიმკვრივეზე, სიმსხოზე და იმ სიბრტყის ზედაპირის თვისებებზე, რომლებზეც მოძრაობენ. აგრეთვე იმ გარემოზეც, რომლებშიც მიმდინარეობს გაყოფა.

დახრილ სიბრტყეზე მინერალთა მოძრაობის სიჩქარის ძირითად მახასიათებელ პარამეტრს წარმოადგენს-ხახუნის კოეფიციენტი. ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდე, რომელიც ნაწილაკთა ფიზიკურ თვისებებზეა დამოკიდებული განპირობებულია აგრეთვე მათი ფორმით. მაგალითად, ფირფიტოვანი ფორმის მარცვლები სრიალებენ დახრილ სიბრტყეზე, მაშინ როცა მრგვალი ფორმის მარცვლები დაგორდებიან მასზე. სრიალისა და გორვის ხახუნის კოეფიციენტის სხვაობის გამო ისინი სხვადასხვა ტრაექტორიით მოძრაობენ და აღმოჩნდებიან სხვადასხვა მიმღებ განყოფილებაში.

ხახუნის მიხედვით გამდიდრების პროცესში შეიძლება გამოყენებული იქნას მშრალი გამდიდრების ხრახნული სეპარატორები, რომლებშიც სხვადასხვა ხახუნის კოეფიციენტისა და ფორმის ნაწილაკები მოძრაობენ ბრუნვის ღერძის მიმართ სხვადასხვა მანძილზე. ნაწილაკები, რომელთაც მცირე ხახუნის კოეფიციენტი და მრგვალი ფორმა გააჩნიათ ავითარებენ დიდ სიჩქარეს და გადაიხრებიან ღარის გარეთა გვერდისაკენ, ხოლო დიდი ხახუნის კოეფიციენტისა და ბრტყელი ფორმის მქონე ნაწილაკები ნაკლებად გადაიხრებიან ბრუნვის ღერძიდან და განიტვირთებიან ცალკე პროდუქტის სახით.

გამდიდრების პრაქტიკაში გამოიყენება აგრეთვე დახრილი ლენტური სეპარატორები.

§ 46. სასარგებლო წიაღისეულის დახარისხება, გამდიდრების რადიომეტრული პროცესები.

დახარისხება დაფუძნებულია განსაცალკავებელი მინერალების ისეთი თვისებების სხვაობაზე როგორცაა: ფერი; ბრწყინვალება; ბუნებრივი და შექმნილი რადიოაქტიურობა. აგრეთვე მათ სხვადასხვა უნარზე-შეამციროს რადიოაქტიური გამოსხივების ინტენსივობა და აირეკლოს სხვადასხვა სიგრძის ელექტრომაგნიტური ტალღები.

სასარგებლო წიაღისეულის დახარისხების მეთოდებს მიეკუთვნება ხელით დახარისხება და პროცესები, რომელთა საერთო დასახელებაა-გამდიდრების რადიომეტრული მეთოდები.

ხელით დახარისხება-საკმაოდ შრომატევადი და არაეკონომიური მეთოდია. მას მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც შეუძლებელია წიაღისეულის გამდიდრება მექანიკური ან ქიმიური მეთოდით, ან კიდევ იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს პროცესები ვერ უზრუნველყოფენ გაყოფის აუცილებელ ხარისხს (მაგალითად, ძვირფასი ქვების არჩევისას).

მამდიდრებელ ფაბრიკებში დახარისხების პროცესი მხოლოდ ნაწილობრივია მექანიზებული. ასე მაგალითად, მადნის მიწოდება დახარისხებისათვის ხორციელდება სპეციალური მბრუნავი მაგიდების ან ლენტური კონვეიერების მეშვეობით. მასალის მოძრაობის დამხარისხებელი არჩევს ფუჭ ქანს ან სასარგებლო კომპონენტის შემცველ ნატებს და ათავსებს მას სპეციალურ ყუთში.

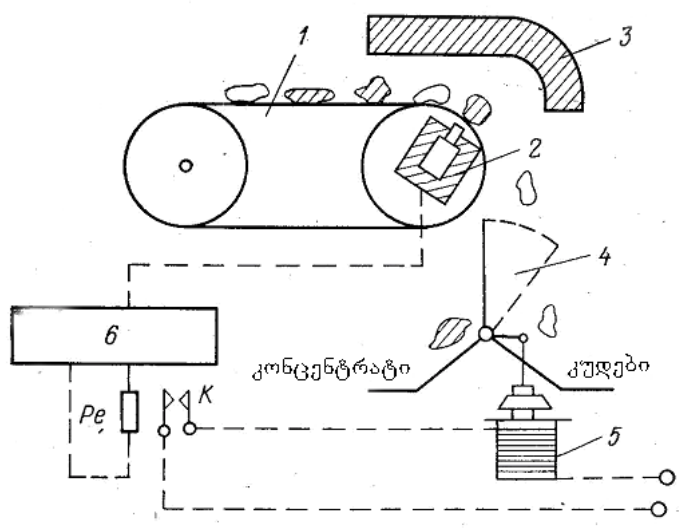
დახარისხება ისეთი პროცესია, რომლიც დამოკიდებულია გასაყოფი კომპონენტების ფიზიკური პარამეტრების ექსპრეს-მეთოდებით განსაზღვრაზე. ამ დროს განისაზღვრება გამოსხივების სხვადასხვა სახის ინტენსივობა, ელექტროგამტარებლობა ან რომელიმე სხვა ფიზიკური თვისებები.

ამჟამად, რადიომეტრიული მეთოდების გამოყენებით ხდება შავი, ფერადი, იშვიათი და კეთილშობილი ლითონების, ალმასისშემცველი და მრავალი სხვა მადნების გადამუშავება.

რადიომეტრიული პროცესის წინაშე დასმული ამოცანების, მისი განხორციელების ტექნოლოგიისა და აუცილებელი ტექნიკის გათვალისწინებით გამდიდრების რადიომეტრიული მეთოდები იყოფა ორ სახედ: მსხვილულუფიანი რადიომეტრიული დახარისხება და რადიომეტრიული სეპარაცია.

რადიომეტრიული სეპარაცია მიმდინარეობს რადიომეტრიულ სეპარატორებზე, რომლებსაც 250-დან 0.5მმ-მდე სიმაღლის მასალის გადამუშავება შეუძლიათ. მინერალთა გაყოფა ხორციელდება მათი ბუნებრივი და ხელოვნურად შექმნილი რადიოაქტივობის მიხედვით.

ლენტური რადიომეტრიული სეპარატორის მუშაობის პრინციპილური სქემა მოცემულია ნახაზზე 49. საწყისი მასალა, რომლის შემადგენელ კომპონენტებს გამოსხივების სხვადასხვა ინტენსივობა გააჩნია მონოშრის სახით მიეწოდება მოძრავ ლენტს. მადნის ცალკეული ნატეხების გამოსხივება იზომება სპეციალური გამზომი მოწყობილობით. მადნის ცალკეული ნატეხები გამა-გამოსხივების მაღალი ინტენსივობით ზემოქმედებას ახდენენ რადიომეტრზე, რომლის და ელექტრომაგნიტის მეშვეობით გაიხსნება შიბერი და ნატეხი აღმოჩნდება კონცენტრატის მიმღებში.



ნახ.49. ლენტური რადიომეტრიული სეპარატორი
 1-ლენტი; 2-ეკრანი; 3-გადამწოდი; 4-შიბერი; 5-ელექტრომაგნიტი; 6-რადიომეტრი.

ფუჭი ქანი, რომლის გამა-გამოსხივების ინტენსივობა დაბალია, არ მოქმედებს რადიომეტრის სისტემაზე მიემართება კუდების მიმღებ განყოფილებაში, რომელიც ჩვეულებრივ მდგომარეობაში ყოველთვის გახსნილია.

§ 47. არჩევითი დამსხვრევა.

მინერალთა გახსნა წარმოადგენს პროცესს, რომელშიც გამოყენებულია ქანშემქმნელი კომპონენტების სხვადასხვა სიმტკიცის უნარი. ზოგი მადნების შემადგენელი მინერალები სიმაგრის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ასეთი მადნების დამსხვრევისა და დაფქვის დროს მსხვილ კლასში კონცენტრირდება ისეთი მინერალები, რომლებიც ძნელად ექვემდებარება რღვევას, ხოლო წვრილ კლასში- ნაწილაკები, რომლებიც ადვილად განიცდიან რღვევას. არჩევითი გაცხრილვისა და დამსხვრევისათვის გამოიყენება ცხრილები და ვერტიკალური ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველები.

მინერალთა არჩევითი გახსნისას ზოგჯერ იყენებენ პროცესს, რომელსაც დეკრიპიტაცია ეწდება. იგი დამყარებულია ზოგიერთი მინერალების იმ თვისებაზე რომ, გაცხელების და შემდეგ მკვეთრად გაცივების შედეგად იშლებიან. ამ პროცესს იყენებენ არჩევითი დამსხვრევის წინ. დეკრიპიტაციის პროცესი განპირობებულია მინერალთა თბოგამტარობისა და თერმიული გაფართოების კოეფიციენტების სხვაობით;

§ 48. ცხიმოვან ზედაპირზე გამდიდრება

ცხიმოვან ზედაპირზე გამდიდრების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მინერალების მარცვალთა გაყოფა ხდება ცხიმით დაფარულ ზედაპირზე ზოგიერთი მინერალის არჩევითად მიკვრის გზით ნახევრადმკვრივი ცხიმისა და წყლის გაყოფის საზღვარზე. მაგალითად შეიძლება მოყვანილი იქნას ალმასების გამდიდრების პროცესი. ჰიდროფობური ალმასები ცხიმოვან ზედაპირთან კონტაქტისას მჭიდროდ ეკვრიან მას და რჩებიან ზედაპირზე.

ცხიმოვანი პროცესის ეფექტურობა დამოკიდებულია ალმასებისა და თანმდევი მინერალების ზედაპირულ თვისებებზე, ცხიმოვან საფარზე,

გამოყენებული აპარატის კონსტრუქციაზე და პულპის კვებაში მიწოდების თანაბარზომიერებაზე.

აღმასების ზედაპირის ბუნებრივი ჰიდროფობური თვისებების აღდგენის მიზნით ხდება მისი ზედაპირის შემკრები რეაგენტებით დამუშავება, როგორცაა მაგალითად ტალის ზეთი.

ცხიმოვანი ზედაპირი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად. მაგიდის ზედაპირი (ხის, ლითონის ან რეზინის) დაფარულია ნახევრად შემკვრივებული ცხიმის ქვედა ფენით. ეს ფენა ზემოდან დაფარულია საკმაოდ სქელი მწებვარე საცხით. საერთო ფენის სისქე აღწევს 16 მმ-ს. ყველა პირობების გათვალისწინებით ცხიმოვანი საცხი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს: უნდა იყოს ბლანტი; პლასტიკური; არ უნდა ჩამოირეცხოს წყლით და იყოს საკმაოდ მტკიცე, რომ შეინარჩუნოს მასზედ მიკრული აღმასის ნაწილაკები; ცხიმოვან საფარად გამოიყენება პეტროლატუმის, სამანქანო ზეთისა სხვა კომპონენტების ნარევი. შემადგენლობა დამოკიდებულია მადნის თვისებებსა და წყლის ტემპერატურაზე.

მაგიდა, რომელზეც ხორციელდება უწყვეტი ცხიმოვანი პროცესი შედგება ჩარჩოზე დამაგრებულ, ორ დოღზე გადაჭიმული 1 მ სიგანის რეზინის ლენტისაგან. დოღებს შორის მანძილი შეადგენს 2 მეტრს. ცხიმის ზედა ფენის მოხსნის მიზნით ლენტის ბოლოსთან დამაგრებულია სპეციალური მომფხეკები ელექტროგამახურებლით. მეორე ბოლოზე მოწყობილია მკვებავი გამათბობლით ცხიმოვანი მასალისათვის და სარწყავი. ლენტის გასწვრივ დამაგრებულია პულპის გამანაწილებლები, საიდანაც პულპა მიეწოდება ლენტს მისი მოძრაობის პერპენდიკულარული მიმართულებით. აღმასები მიეკვრის ცხიმს და გადაადგილდება მომფხეკისაკენ, ქანშემქმნელი მასალა ჩაირეცხება წყლით. ლენტის მოძრაობის სიჩქარე 200-350 მმ/წთ-ს შეადგენს.

მომფხეკის მიერ უწყვეტად მოხსნილი ცხიმის თხელი ფენა აღმასებთან ერთად გროვდება მიმღების ცხავზე; მიმღებში ცხიმი დნება და ბრუნდება პროცესში, ხოლო აღმასის ნაწილაკები გროვდება ცხავზე.

ცხიმოვან პროცესში დამუშავებელი მასალის ქვედა ზღვარი ჩვეულებრივად შეადგენს 0.5 მმ-ს.

§ 49. ამაღამაცია

ამაღამაცია-თვითნაბადი მინერალების, მაგალითად ოქროს, იმ ზედაპირულ თვისებებზე დამყარებული პროცესია, რომლის მიხედვითაც ოქროს გააჩნია უნარი არჩევითად დასველდეს ვერცხლისწყლით წყლიან გარემოში, მაშინ როდესაც წყლით სველდება მხოლოდ თანმდევი ქანშემქმნელი მინერალები. ვერცხლისწყალი პულპასთან კონტაქტისას იჭერს ოქროს და წარმოქმნის ნაერთს რომელსაც ამაღამა ეწოდება.

ამაღამირების პროცესი მიმდინარეობს დაფქვის პროცესთან ერთად საამაღამაციო შლიუზებზე. ამ შემთხვევაში ვერცხლიწყალი მიეწოდება წისქვილს. მისი ხარჯი დამოკიდებულია მადანში ოქროს შემცველობაზე. პერიოდულად ხდება ამაღამის ამოღება ზუმპფებიდან სადაც მიეწოდება პულპა.

პროცესში გამოყენებულ შლიუზებს გააჩნიათ ზედაპირი, რომელიც სპილენძის ფურცლისაგანაა დამზადებული და რომელიც დაფარულია ვერცხლისწყლის თხელი ფენით. როდესაც პულპა ჩამოედინება შლიუზში, ქანშემქმნელი მინერალები ვერცხლისწყლით არ სველდებიან და გასრიალდებიან მის სედაპირზე, ხოლო ვერცხლისწყალი ოქროსთან ერთად სპილენძის ფურცელზე წარმოქმნის ამაღამას, რომელსაც პერიოდულად რეზინის მომფხეკებით აცილებენ ფურცლის ზედაპირს.

საამაღამაციო შლიუზების უპირატესობა მდგომარეობს მისი მოწყობის კონსტრუქციისა და მუშაობის სიმარტივეში. გარდა ამისა არ საჭიროებს ელექტროენერჯის დანახარჯს და საჭიროებს ვერცხლისწყლის მცირე ხარჯს. თუმცა ისინი გამოუსადეგარია მძიმე მინერალთა შემცველი მადნებისათვის (სულფიდები; ბარიტი; შეელიტი და სხვა) რომლებიც ილექებიან შლიუზების ზედაპირზე და ხელს უშლიან ვერცხლისწყლისა და ოქროს კონტაქტს.

ვერცხლისწყლის რეგენერაციისა და ოქროს ამოკრეფის მიზნით ამაღამას გამოწურავენ ვერცხლისწყლისაგან, რის შემდეგ ხდება მისი გაცხელება რეტორტებში. გამოყოფილი ვერცხლიწყლის ორთქლი კონდენსირდება, ხოლო მიღებული დრუბლოვანი ოქრო ვერცხლისწყლის, ვერცხლის, სპილენძის და ზოგიერთ სხვა ლითონების მინარევებთან ერთად ექვემდებარება გამოდნობას.

თანამედროვე ფაბრიკებში ამაღამაციის პროცესს ძირითადად იყენებენ გრავიტაციული კონცენტრატების დამუშავების მიზნით.

თავი XII. დამხმარე პროცესები

§ 50. პროცესის დანიშნულება

გამდიდრების პროცესები ჩვეულებრივად წყლიან გარემოში მიმდინარეობს გამდიდრების შედეგად მიღებული პროდუქტებიდან ჭარბი ტენის მოცილების მიზნით გამოყენებულია რიგი ოპერაციებისა, რომელთაც გამაუწყლოებელი ოპერაციები ეწოდება. წინასწარი გაუწყლოების დროს ხდება პროდუქტებიდან წყლის ძირითადი მასის მოცილება წვრილმარცვლოვან შლამთან ერთად, ხოლო საბოლოო გაუწყლოების დროს პროდუქტების ტენიანობა დაიყვანება საჭირო კონდიციებამდე, რომელთაც სხვადასხვა სახეობის მადნისა და გეოგრაფიული გარემოს მიხედვით სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვს.

ტენიანობას განსაზღვრავენ პროდუქტში წყლის მასის ფარდობით ტენიან საწყისი პროდუქტის მასასთან:

$$W = 100(Q_1 - Q_2)Q_1$$

სადაც:

Q_1 - ტენიანი პროდუქტის მასა;

Q_2 - მშრალი პროდუქტის მასა.

გაუწყლოების მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია საწყისი მასალის სხვადასხვა თვისებებზე (სიმსხო, გრანულომეტრული შემადგენლობა, ტენიანობა, პულპის სიმკვრივე) და მზა პროდუქტებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებზე. ჩვეულებრივად პროდუქტის ხარისხის მაჩვენებლები ერთი ოპერაციით ვერ მიიღწევა, ამიტომ გაუწყლოებას ახდენენ რამდენიმე სტადიაში სხვადასხვა მეთოდით. [7]

არსებობს გაუწყლოების სხვადასხვა მეთოდები, როგორცაა: დრენაჟი; ცენტრიფუგირება; შესქელება; გაფილტვრა და გამრობა. განვიხილოთ ისინი ცალ-ცალკე.

§ 51. დრენაჟი

დრენაჟი - ეს არის ბუნებრივი ფილტრაციის პროცესი, როდესაც სიმძიმის ძალის გავლენით სითხე გაედინება მასალის ფენებს შორის.

დრენაჟი ხორციელდება გამაუწყლოებელ ბუნკერებში, სადრენაჟო საწყობებში, მაუწყლოებელ ელევატორებში და ცხრილებზე.

გამაუწყლოებელი ბუნკერები წარმოადგენს სწორკუთხა ფორმის რკინაბეტონის ავზებს, რომლებსაც ქვედა ნაწილი აქვს პირამიდის ფორმის. ქვედა ნაწილზე მოწყობილია გამშვები სპეციალური ჩამკვეთით და ღარებით წყლის თვითდინებისათვის. აღნიშნული ბუნკერები ძირითადად გამოიყენება ნახშირ-გამამდიდრებელ ფაბრიკებში. კონცენტრატის გაუწყლოების დრო შეადგენს მსხვილი კლასისთვის 8 სთ-ს, წვრილმარცვლოვანი კონცენტრატისა და შუალედი პროდუქტისათვის - 16 სთ-ს. კონცენტრატის საბოლოო ტენიანობა შეადგენს 10-12%-ს.

სადრენაჟო საწყობებში გაუწყლოება ძირითადად გამოიყენება სამშენებლო მასალების გაუწყლოებისას. ეს არის დიდი მოცულობის ნაგებობები, რომლებიც ბეტონის და რკინაბეტონისგანაა აშენებული და დახრილი იატაკი გააჩნია, იატაკზე სადრენაჟო არხებია მოწყობილი.

გამაუწყლოებელი ელევატორები ძირითადად გამოიყენება სალექი მანქანებიდან მიღებული გამდიდრების პროდუქტების ტრანსპორტირებისა და გაუწყლოებისათვის. ელევატორებზე გაუწყლოების შემდეგ პროდუქტების ტენიანობა 14-17%, მსხვილი ნახშირებისათვის 12-18 %, მსხვილი და წვრილი შუალედი პროდუქტებისათვის შესაბამისად 10-15 და 20-25%.

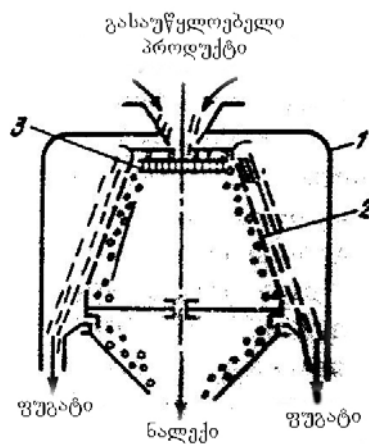
ცხრილებზე გაუწყლოება გამოიყენება გამდიდრების როგორც მსხვილი ასევე წვრილი პროდუქტებისათვის, აგრეთვე მსხვილმარცვლოვანი შლამების გაუწყლოებისას. გაუწყლოებისათვის ძირითადად გამოყენებულია რკალური ცხრილები.

§ 52. ცენტრიფუგირება

ცენტრიფუგირება ეწოდება გაუწყლოების ისეთ ტექნოლოგიურ ოპერაციას, რომლის დროსაც ცენტრიდანული ძალების გავლენით ხორციელდება წვრილმარცვლოვანი პროდუქტების, აგრეთვე სუსპენზიის თხევად და მყარ ფაზებად დაყოფა. მანქანებს, რომელთა საშუალებით ხორციელდება აღნიშნული ოპერაცია ცენტრიფუგები ეწოდება. ცენტრიდანული ძალების გამოყენება გამოწვეულია იმ

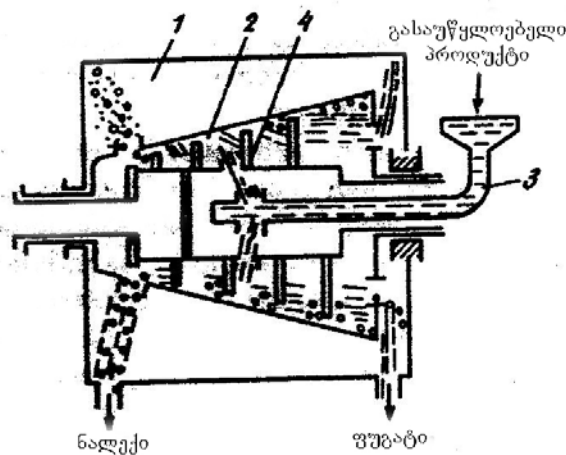
პროცესების დაჩქარების აუცილებლობით, რომლებიც სიმძიმის ძალების მოქმედებით ან არასაკმარისად სწრაფად მიმდინარეობს ან არ მიმდინარეობს საერთოდ.

ცენტრიფუგის (ნახ. 50.) ძირითად კვანძს წარმოადგენს დიდი სიჩქარით მბრუნავი როტორი. იმ ცენტრიფუგებში, რომელთა როტორს გააჩნია პერფორირებული ზედაპირი, ნალექის დაგროვება ხდება როტორის კედლებზე, ხოლო სითხე (ფუგატი) გაივლის ამ ნალექსა და როტორის ნახვრეტში გარედან. ასეთ ცენტრიფუგებს -გამტვირთავ ცენტრიფუგებს უწოდებენ.



ნახ.50. გამფილტრავი ცენტრიფუგის სქემა
1-გარსაცმი; 2-როტორი; 3-მკვებავი; 4-შნევი.

ცენტრიფუგებში რომელთა როტორს მთლიანი (არაპერფორირებული) ზედაპირი გააჩნია, მყარის ნაწილაკები ილექება როტორის შიდა ზედაპირზე და შემკვრივდება. რაც შეეხება ფუგატს-იგი გამოიყოფა როტორის გადანადენის ფანჯრიდან. (ნახ.51.) ასეთ ცენტრიფუგებს სალექ ცენტრიფუგებს უწოდებენ.



ნახ. 51. სალექი ცენტრიფუგის სქემა
1-გარსაცმი; 2-როტორი; 3-მკვებავი; 4-შნევი.

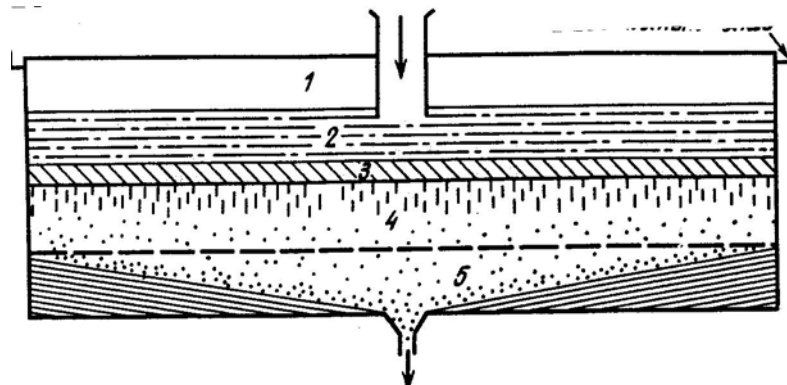
უმეტესწილად ცენტრიფუგებს გამოიყენებენ არალითონური სასარგებლო წიაღისეულისა და ნახშირის გამდიდრების პროდუქტების გასაუწყლოებლად. მათი საშუალებით შესაძლებელია ტენიანობის შემცირება 7-8 %-მდე.

§ 53. შესქელება

შესქელება- პულპაში მყარი მასალის შემცველობის გაზრდის პროცესია მისგან თხევადი ფაზის გამოყოფის გზით. აღნიშნული შეიძლება განხორციელდეს ან მყარი ნაწილაკების დალექვით, რომელსაც განაპირობებს სიმძიმის ძალა, ან ცენტრიდანული ძალის გამოყენებით.

შესქელების პროცესის ეფექტურობა დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე, როგორცაა: მასალის მინერალური და გრანულომეტრული შემადგენლობა; ნაწილაკთა ფორმა; სითხის სიბლანტე; პულპის ტემპერატურა; არის pH სიდიდე; პულპაში რეაგენტების არსებობაზე; აგრეთვე სპეციალურად დამატებულ ფლოკულიანტების რაოდენობაზე.

შესქელების პროცესი სიმძიმის ძალის გავლენით პრაქტიკულად მიმდინარეობს სტადიურად, უწყვეტად მოქმედ შემსქელებლებში წარმოიქმნება რამდენიმე ზონა. (ნახ.52.)



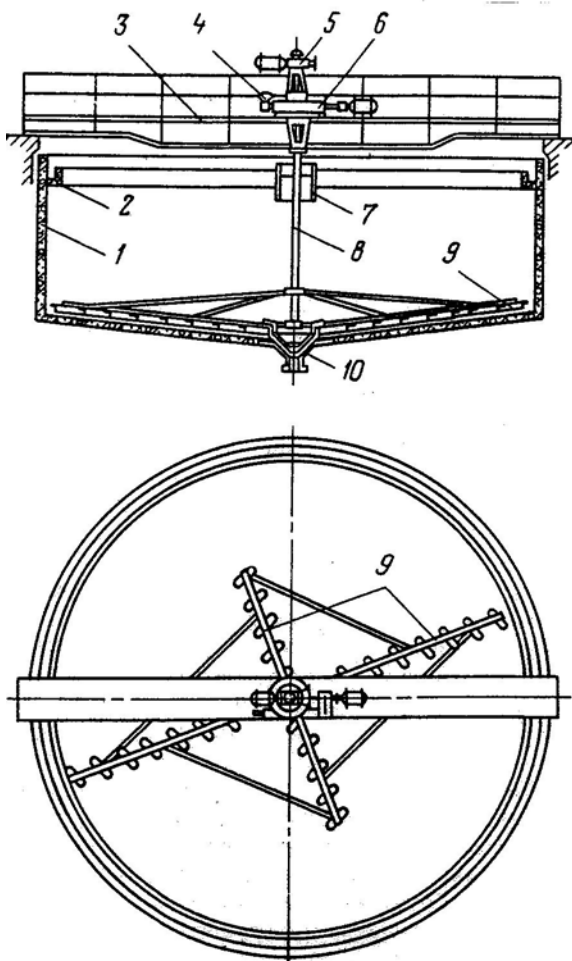
ნახ.52. პულპის დალექვის ზონები შემსქელებელში
1-დაწმენდილი სითხე; 2-საწყისი სიმკვრივის პულპა;
3-შუალედური ზონა; 4-შემკვრების ზონა; 5-მკვრივი
ნალექის ზონა.

შემსქელებელში ზედა-გაკამკამებული სითხის ზონა ჩვეულებრივად 0.3-0.6 მ-ს ზღვრებში ცვალებადობს. მეორე ზონაში (საწყისი სიმკვრივის პულპის ზონა) მიმდინარეობს ნაწილაკთა შეზღუდული ვარდნა. შემდეგი ზონა წარმოადგენს შუალედურს შეზღუდული ვარდნისა და შემკვრივების ზონებს შორის. ქვემოთ

განლაგებულია შემკვრივების ზონა იმ არხებით, რომელთა მეშვეობით გამოიყოფა სითხე ზემოთ განლაგებული მასალის დაწნევით. ფსკერის ფენაში მასალა კიდევ უფრო მკვრივდება. გამკვრივებული ნალექი შესქელებული სახით განიტვირთება შესქელებლის ქვედა ნაწილიდან, ხოლო დაწმენდილი სითხე (წყალი)-ზედა ნაწილიდან.

პულპის შესქელებისათვის უმეტესად გამოიყენება ცილინდრული (რადიალური) შემსქელებლები. შესქელებული მასალის განტვირთვისათვის განკუთვნილი მომხვეტი სავარცხლების განლაგების მიხედვით განასხვავებენ ცილინდრულ შემსქელებლებს ცენტრალური და პერიფერიული ამძრავებით. ხშირად გამოიყენება ერთი ან ორ იარუსიანი შემსქელებლები ცენტრიდანული ამძრავით.

ერთ იარუსიანი რადიალური შემსქელებელი (ნახ.53.) წარმოადგენს ცილინდრულ როფს, რომლის ფსკერს გააჩნია მცირე ($5-10^0$) დახრა ცენტრისაკენ. როფები შეიძლება დამზადდეს რკინაბეტონისაგან, ფურცლოვანი რკინისაგან და ხისაგან.

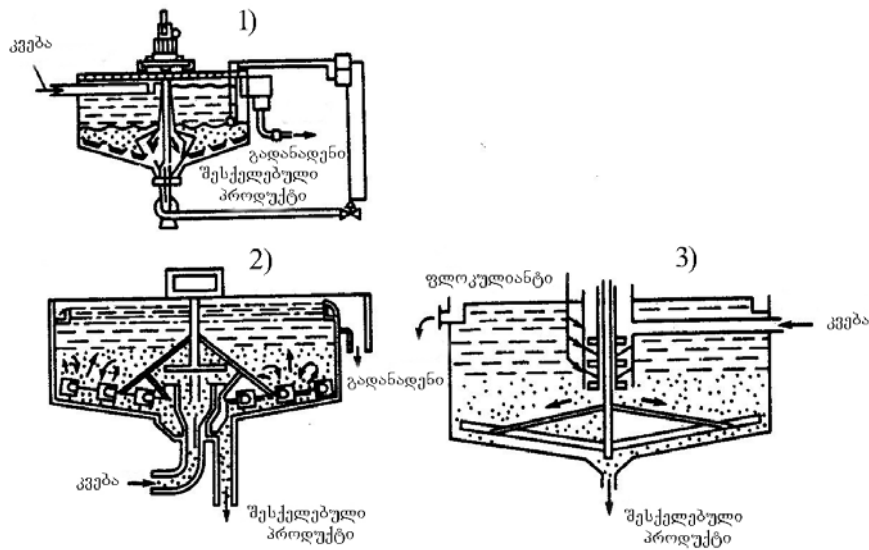


ნახ. 53. ერთ იარუსიანი რადიალური შემსქელებელი ცენტრალური ამძრავით

- 1-როფი; 2-გადანადენის ღარი; 3-ფერმა;
- 4-გადამეტვროვის მაჩვენებელი; 5-ამწევი მექანიზმი; 6-ამძრავი; 7-ჩასატვირთი ძაბრი;
- 8-ცენტრალური ღერძი; 9-მომხვეტი სავარცხლები; 10-განმტვირთი კონუსი.

წარმოებაში გვხვდება შემსქელებლები როფის დიამეტრით-2.5 - დან 50 მ-მდე, სიღრმით 1.5-დან 5 მ-მდე. კუდების შესქელებისათვის გამოიყენება 50,70, 100 მ-ის დიამეტრისა და 5; 6.5; 7.5 მ-ის სიღრმის შემსქელებლები.

დასავლური ფირმიდან აღსანიშნავია „კერსონ“-ის ტიპის რადიალური შემსქელებლები, აგრეთვე ამერიკული ფირმა „ენვირო-კლერ“-ის შემსქელებლები. ეს უკანასკნელი გამოდის 3 ტიპის: კვების ზედა და ქვედა მოწოდებით და ეგრეთწოდებული „მაღალსიჩქარიანი“ (ნახ.54.)



ნახ.54. „ენვირო-კლერ“-ის შემსქელებელი
 1-კვების ზედა მიწოდებით; 2-კვების ქვედა მიწოდებით;
 3-„მაღალსიჩქარიანი“

„მაღალსიჩქარიანი“ შემსქელებლები განსხვავებულია პულპისა და ფლოკულიანტის შერევის ხერხით, კერძოდ საწყისი პულპა ნიჩბებიანი ამრევის საშუალებით გადაადგილდება ფლოკულიანტის ხსნართან ერთად, რომელიც გარკვეული ულუფების სახით მიეწოდება რამდენიმე წერტილში. ფლოკულიანტის ხარჯი მცირეა და მაგალითად ნახშირების ნარჩენების ნარჩენების შესქელებისათვის შეადგენს 20 გრ/მ³.

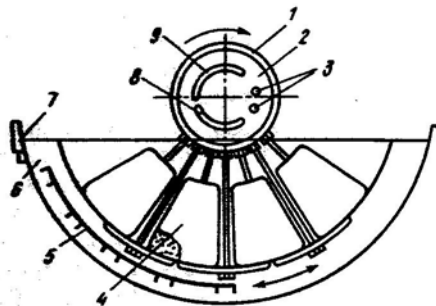
§ 54. გაფილტვრა

შესქელების შემდეგ მასალა ჩვეულებრივად მიეწოდება გაუწყლოების შემდეგ სტადიას - გაფილტვრას. ეს უკანასკნელი მდგომარეობს იმაში, რომ წყალი სცილდება მყარ ფაზას. გამფილტრავი ფოროვანი ზღუდარისა და წნევის გამოყენებით თხევადი

ფაზა, ზღუდარის სხვადასხვა მხარეზე წნევათა სხვადასხვაობის გამო გადის ზღუდარის ფორებში და იკრიბება ფილტრატის სახით, ხოლო მყარი შერჩევა ზღუდარის ზედაპირზე კეკის ანუ ნალექის სახით და შემდეგ სცილდება მას. [5,7]

გამფილტრავ ზღუდარებად გამოიყენება კაპრონის, ლავსანის და სხვა სინთეტიკური ბოჭკოს ქსოვილები. ამ ქსოვილების მიმართ შემდეგი მოთხოვნებია: მექანიკური სიმაგრე; ქიმიური მდგრადობა და კარგი ფილტრაციის თვისებები. მოქმედების პრინციპის მიხედვით განასხვავებენ ვაკუუმ-ფილტრებს და პრეს-ფილტრებს.

ვაკუუმ-ფილტრები- ფართოდ გამოიყენება ფერადი და იშვიათ ლითონთა, აგრეთვე რკინის შემცველი მადნების გადამუშავება საწარმოებში. ერთ-ერთი ასეთი დისკური ვაკუუმ-ფილტრის მოქმედების სქემა მოცემულია ნახაზზე. 55.

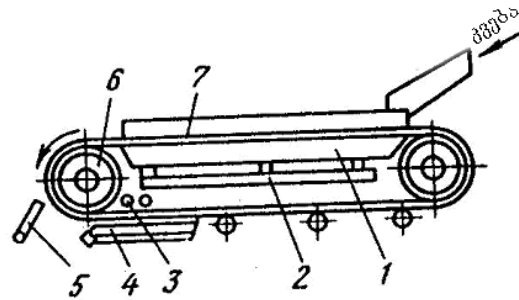


ნახ.55. დისკური ვაკუუმ-ფილტრის სქემა
 1-ღრუ ლილვი; 2-განმანაწილებელი საყელური; 3-ქსოვილის რეგენერაციის სქემა; 4-სექტორი; 5-ამრევი; 6-ფილტრის აბაზანა; 7-გადმონადენის უჯრედი; 8-კეკის აღების ზონა; 9-კეკის შრომის ზონა.

დისკურ-ფილტრს გააჩნია ვერტიკალური დისკები, რომლებზეც გადაჭიმულია გამფილტრავი ქსოვილი და ნაწილობრივ ჩაძირულია პულპაში, დისკები დამაგრებულია ჰორიზონტალურ ღრუ ლილვზე. დისკებს გააჩნია ცალკეული სექტორები, რომლებიც ერთმანეთთან განმანაწილებელი თავებითაა დაკავშირებული. განმანაწილებელ თავებს გააჩნია მილები, რომელიც უზრუნველყოფს მათ მიერთებას ვაკუუმის წყაროსთან და ფილტრატის გამოყოფას. გარდა ამისა, ამ მილსადენებით შესაძლებელია შეკუმშული ჰაერის მიწოდება. თავებზე დაყენებულია ვაკუუმმეტრი და მანომეტრი გაუხშობისა და წნევის გასაზომად. თითოეული სექტორი პულპაში ჩაყვინთვისას უკავშირდება თავების ღრუს, რომელშიც ვაკუუმია შექმნილი, ხდება სითხის გაწოვა და კეკის ქსოვილზე დაგროვება, როდესაც სექტორი ამოდის პულპიდან გრძელდება ვაკუუმის გავლენა და მიმდინარეობს კეკის ნაწილობრივი გაშრობა. ფილტრატი, რომელიც გამოიყოფა

დაგროვებისა და გაშრობის დროს განიტვირთება თავის სპეციალურ ფანჯარაში. როდესაც სექტორი უერთდება თავის ღრუს, რომელიც წნევის ქვეშ იმყოფება მიმდინარეობს კეკის მოცილებისა და ქსოვილის რეგენერაციის პროცესი.

პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება ეგრეთ წოდებული ლენტური ვაკუუმ-ფილტრები (ნახ.56.)

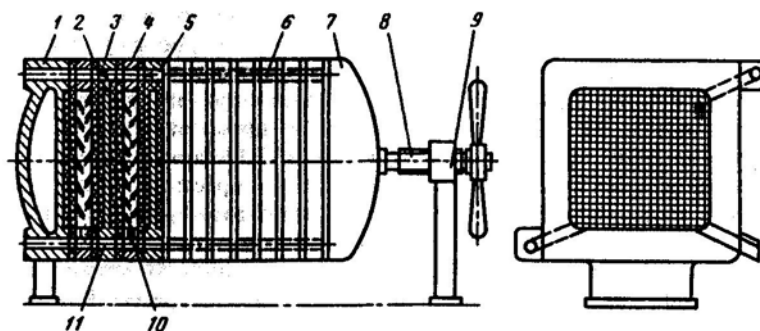


ნახ.56. ლენტური ვაკუუმ-ფილტრი

1-ვაკუუმ კამერა; 2-ფილტრატის გამოსაყოფი მილსადენი; 3-საშხეფარი; 4-ქვეში; 5-დანა ნალექის მოცილებისათვის; 6-ამძრავი დოლი; 7-ლენტი გამფილტრავი ქსოვილით.

ლენტური ვაკუუმ-ფილტრი შედგება ლენტისაგან, რომელზეც დამაგრებულია გამფილტრავი ქსოვილი. ლენტის ცენტრალური ნაწილი მოძრაობს ვაკუუმ-კამერის ზემოდან. ლენტის მოძრაობისას შემოსული მასალა უწყლოვდება. კეკი განიტვირთება წრიულად შეკრული ლენტის ბოლოდან. ამ ფილტრების დანიშნულებაა მარცვლოვანი მასალის (მაგ. 2-0.2 მმ სიმახოს) გაუწყლოება.

პრეს-ფილტრები-ამ ტიპის ფილტრების ეფექტური გამოყენება შესაძლებელია შლამებისა და წვრილმარცვლოვანი ნარჩენების გასაუწყლოებლად. მაგალითად, მანგანუმის შლამების; სპილენძის; ტყვიისა და თუთიის კონცენტრატების გაუწყლოება პრეს-ფილტრებზე. ერთ-ერთი ასეთი პრეს-ფილტრის სქემა მოცემულია ნახაზზე 57.



ნახ.57. პრეს-ფილტრის სქემა

1-საყრდენი ფილა; 2-გამფილტრავი ქსოვილი; 3-მოსარეცხი სითხის მიწოდების არხი; 4-ფილტრადის გამოსავალი; 5-ჭრილი ფილტრატის გამოსაყოფად; 6-ფილტრატის გამოსაყოფი არხი; 7-მოძრავი ფილა; 8-მომჭერი მოწყობილობა; 9-სადგარი; 10-პულპის მიწოდების ჭრილი; 11-პულპის მიწოდების არხი.

პრაქტიკაში გამოყენება ჰპოვა ლენტურმა პრეს-ფილტრებმა, რომლის ძირითად მუშა ორგანოს წარმოადგენს მუდმივად მოძრავი ზედა და ქვედა ლენტი, რომელთა შორის სივრცეში მიმდინარეობს მასალის გაუწყლოება. ფილტრის კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია სადრენაჟო ზონა; ვაკუუმ-კამერა; ბურთულებიანი და გორგოლაჭებიანი მოწყობილობა ნალექის გაწურვისათვის. ამასთანავე პულპა, რომელიც მიეწოდება ფილტრს შესაძლებელია წინასწარ დამუშავდეს ფლოკულიანტით, რომელიც მსხვილი ფლოკულების წარმოქმნას უწყობს ხელს.

§ 55. გაშრობა

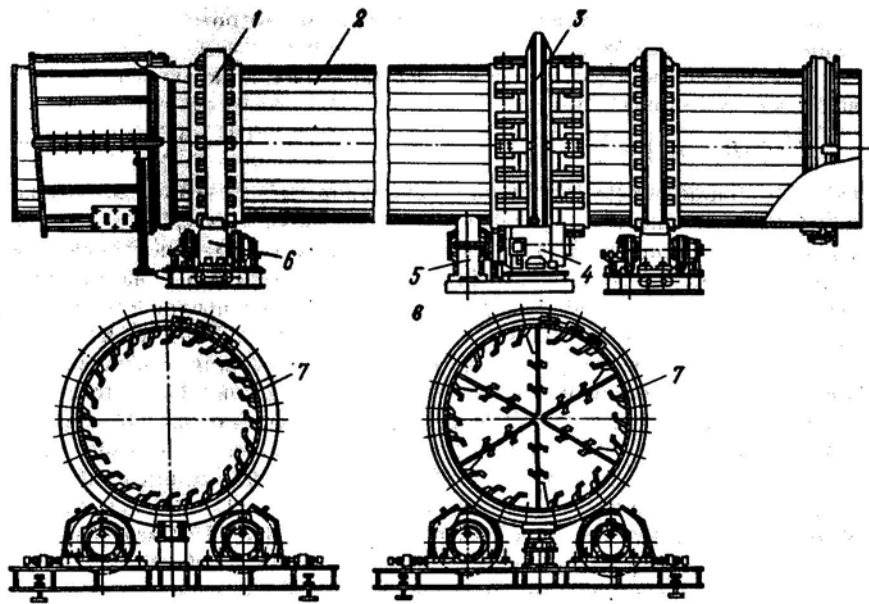
რაიმე მასალის, მათ შორის გამდიდრების პროდუქტების გაშრობა არის მათი გაუწყლოების პროცესი. იგი დამყარებულია მასალის გახურებისას ტენის აორთქლებაზე ჰაერში.

სითბოს მოქმედების შედეგად, მასალის ზედაპირზე წარმოიქმნება წყლის ორთქლის აფსკი. თუ ამ ორთქლის წნევა მეტია ვიდრე ჰაერში წყლის ორთქლის წნევა, მაშინ მიმდინარეობს დიფუზია წარმოქმნილი ორთქლისა გარემომცველ არეში (ჰაერში) და ტენი სცილდება მასალის ზედაპირს.

გაშრობის აუცილებლობა გამოწვეულია იმ კონდიციებით, რომელიც გათვალისწინებულია ამა თუ იმ ტექნოლოგიით მიღებული კონცენტრატების შემდგომი გამოყენებით და ტრანსპორტირებით. ასე მაგლითად მადნეული კონცენტრატებისთვის ტენიანობა გამოწვის წინ არ უნდა აღემატებოდეს 6-8%-ს, ელექტროლუმელებში გამოდნობისას 2-4 %. ხოლო ტრანსპორტირებისათვის გათვალისწინებული კონცენტრატების ტენიანობა - 3-4%-ს.

მამდიდრებელი ფაბრიკების საშრობ განყოფილებებში გაშრობისათვის საწვავად გამოიყენებენ ნახშირს, თხევად საწვავს და აირს.

შედარებით ხშირად გაშრობის პროცესის პრაქტიკაში გამოიყენება დოლური საშრობები (ნახ. 58.)



ნახ. 58. დოლური საშრობი.

1-არტახი; 2-დოლი; 3-კბილა გვირგვინი; 4-რედუქტორი; 5-ელექტროძრავი;
6-საყრდენი გორგოლაქები; 7-ნაცმები.

დოლური საშრობი წარმოადგენს მცირედ დახრილ ($\approx 4^\circ$) მოძრავ დოლს, რომელზეც ჩამოცმულია ორი არტახი და ამძრავის კბილა გვირგვინი. არტახების საშუალებით დოლი ეყრდნობა ოთხ თავისუფალ მბრუნავ გორგოლაქს, რომლებიც თავის მხრივ დაყენებულია სადგურის საყრდენ და საყრდენ-საბრჯენ ჩარჩოებზე დოლის კორპუსის ორთავე მხარეს აყენებენ სხვადასხვა ტიპის შემამჭიდროებლებს, დოლის ერთი მხრიდან მიერთებულია საცეცხლე, შემრევ კამერასთან და ჩასატვირთ მოწყობილობასთან ერთად. მეორე მხარეს მშრალი მასალის განტვირთვის კამერა.

მასალით დოლის შევსების ხარისხი საშუალოდ შეადგენს 10-20 %. მასალის დოლის შიგნით ყოფნის ხანგრძლივობა 7-15 წთ. აირის ტემპერატურა მასალის მიწოდების სტადიაში $700-850^\circ\text{C}$, ხოლო განტვირთვის ზონაში - $120-150^\circ\text{C}$.

დოლის დიამეტრი 1-3.5 მ-ის ფარგლებში, ხოლო დოლის სიგრძე 4-დან 35 მეტრამდე ცვალებადობს.

პრაქტიკაში გამოყენება ჰპოვა აგრეთვე ე.წ. მილი-საშრობის ტიპის, აგრეთვე აირ-მილისებრმა და საფრქვევმა საშრობებმა. ამ უკანასკნელს წარმატებით იყენებენ ზოგიერთი ფერადი ლითონების (მაგ. სპილენძის, მოლიბდენის, ნიკელის და სხვა) კონცენტრატების გაშრობისათვის. ასეთი საშრობები გამოიყენება შესქელების პროცესის შემდეგ, ამასთან გამორიცხულია გაფილტვრის პროცესი. არსი

მდგომარეობს იმაში, რომ პულპა რომელიც დისპერგირებულია გამაფრქვევი მოწყობილობით შეყავთ საშრობ კამერაში შეწონასწორებულ წვეთოვან მდგომარეობაში. კამერა აღჭურვილია საშრობი აგენტის მიყვანის, მისი მოცილების და მშრალი მასალის განმტვირთი სისტემებისაგან. ასეთი მეთოდით გაშრობის ეფექტურობა მაღალია და საბოლოო პროდუქტი თითქმის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში მიიღება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. არაბიძე ზ. დ., „წიაღისეულთა გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდები“. თბილისი; საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; 2009 წ. - 178 გვ.
2. Андреев С.Е. Перов В-А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М. Недра, 1980 г.
3. Бедранъ Н.Г. Скоробогатова Л. М., Переработка и качество полезных ископаемых- М.; Недра, 1986, 272 с.
4. Верхотуров М.В., Гравитационные методы обогащения. М.; МАКС Пресс. 2006-352с.
5. Егоров В.Л.; Обогащение полезных ископаемых. М; Недра 1986, 421 с.
6. სტურუა რ. ი., „ფლოტაცია“. თბილისი; საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2000 წ. 175 გვ.
7. Справочник по обогащению руд (специальные и вспомогательные процессы). М. Недра. 1983-383 с.
8. Справочник по обогащению руд (основные процессы). М. Недра. 1983 г-360 с.
9. ტალახაძე დ. გ., „მამდიდრებელი ფაბრიკების დაპროექტება“ (I ნაწილი) - თბილისი; „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 1996 წ. 60 გვ.
10. ტალახაძე დ. გ. ; სტურუა რ. ი., „მამდიდრებელი ფაბრიკების დაპროექტება“ (II ნაწილი). თბილისი; „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 1997 წ. 160 გვ.

შინაარსი

წინასიტყვაობა	2
თავი I . ზოგადი ცნობები სასარგებლო წიაღისეულის შესახებ.....	3
§ 1. სასარგებლო წიაღისეული	3
§ 2. სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების როლი სახალხო მეურნეობაში.....	4
§ 3. გამდიდრების პროდუქტები	5
§ 4. გამდიდრების ტექნიკური მაჩვენებლები	6
§ 5. სასარგებლო წიაღისეულის კომპლექსური გამოყენება	8
თავი II . მამდიდრებელი ფაბრიკები	10
§ 6. მამდიდრებელი ფაბრიკების კლასიფიკაცია	10
§ 7. გამდიდრების ოპერაციების კლასიფიკაცია და ტექნოლოგიური სქემები	11
თავი III . სასარგებლო წიაღისეულის დამსხვრევა	14
§ 8. პროცესის არსი	14
§ 9. დამსხვრევის სტადიები	15
§ 10. დამსხვრევის ჰიპოთეზები	16
§ 11. სამსხვრეველები	18
თავი IV დაფქვა	23
§. 12. დაფქვის პროცესის დანიშნულება	23
§. 13. დოლური წისქვილები	23
§. 14. თვითდაფქვის წისქვილები	24
§. 15. ვიბრაციული, ჭავლური და პლანეტარული წისქვილები	25
§. 16. დამფქვავი სხეულების მოძრაობის მექანიზმი	27
§. 17. ცირკულაციური დატვირთვა	28
თავი V სასარგებლო წიაღისეულის დაყოფა სიმსხოს მიხედვით	30
§. 18. პროცესის არსი	30
§. 19. მასალის გრანულომეტრული შემადგენლობის განსაზღვრა, საცრიო ანალიზი	31

§. 20. ცხრილები, ცხრილების კლასიფიკაცია, მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპები	33
§. 21. ცხრილების მუშაობის ტექნოლოგიური პარამეტრები	38
§. 22. ჰიდრავლიკური კლასიფიკაცია	39
§. 23. კლასიფიკაცია, ჰიდროციკლონები	42
თავი VI გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდები	45
§. 24. გამდიდრების გრავიტაციული პროცესების კლასიფიკაცია	45
§. 25. მძიმე გარემოში, მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრება	46
§. 26. დალექვა, სალექი მანქანების კლასიფიკაცია	48
§. 27. დგუშიანი სალექი მანქანები	50
§. 28. დიაფრაგმიანი სალექი მანქანები	52
§. 29. უდგუშო სალექი მანქანები	52
§. 30. მოძრავცხავიანი სალექი მანქანები	53
§. 31. დახრილ სიბრტყეზე გამდიდრება	53
§. 32. საკონცენტრაციო მაგიდებზე გამდიდრება	55
თავი VII ფლოტაცია	55
§. 33. ფლოტაციური პროცესის არსი	55
§. 34. ფლოტაციური რეაგენტები	58
§. 35. ფლოტაციური სქემები	60
§. 36. საფლოტაციო მანქანები	62
§. 37. მექანიკური საფლოტაციო მანქანები	62
§. 38. პნევმომექანიკური საფლოტაციო მანქანები	63
§. 39. პნევმატიკური საფლოტაციო მანქანები	64
§. 40. ფლოტოგრავიტაცია	65
თავი IX გამდიდრების მაგნიტური მეთოდი	67
§. 41. პროცესის არსი	67
§. 42. მაგნიტური სეპარატორების კლასიფიკაცია	68

თავი X ელექტრული სეპარაცია	71
§. 43. პროცესის არსი	71
§. 44. ელექტრული სეპარატორების კლასიფიკაცია	71
თავი XI სპეციალური მეთოდები	73
§. 45. წიაღისეულის გამდიდრება ხახუნისა და ფორმის მიხედვით	73
§. 46. სასარგებლო წიაღისეულის დახარისხება, გამდიდრების რადიომეტრული პროცესები	74
§. 47. არჩევითი დამსხვრევა	76
§. 48. ცხიმოვან ზედაპირებზე გამდიდრება	76
§. 49. ამაღლამაცია	78
თავი XII. დამხმარე პროცესები	79
§. 50 . პროცესის დანიშნულება	79
§. 51. დრენაჟი	79
§. 52. ცენტრიფუგირება	80
§. 53. შესქელება	82
§. 54. გაფილტვრა	84
§. 55. გაშრობა	87
გამოყენებული ლიტერატურა	90