

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ზ. არაბიძე, ა. აბშილავა

წიაღისეულის გამდიდრების
მოსამზადებელი პროცესები



დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს
მიერ. 21.01.2014, ოქმი №1

თბილისი
2014 წ.

სახელმძღვანელოში განხილულია მყარი სასარგებლო წიაღისეულის დამსხვრევა-კლასიფიკაციის კლასიკური და თანამედროვე მეთოდები, მათი თეორიული საფუძვლები, პროცესში გამოყენებული მანქანა-დანადგარები, მუშაობის პრინციპები, გამოყენების სფერო და ტექნოლოგიური სქემები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „სამთო და გეოინჟინერიის“ საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამის სტუდენტებისათვის.

აგრეთვე გარკვეულ დახმარებას გაუწევს გეოლოგიური და მეტალურგიული პროფილის ბაკალავრიატის, „სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიის სპეციალისტის“ პროფესიული განათლების სტუდენტებს და სამთო დარგში მომუშავე ახალგაზრდა სპეციალისტებს.

რეცენზენტები: პროფ. დ. თევზაძე,

ტმკ. გ. ჯავახიშვილი.

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014

ISBN 978-9941-20-496-8

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის ნებისმიერი ნაწილის (ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არც ერთი ფორმითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.



შესავალი

მინერალური ნედლეულის რესურსების რაციონალური გამოყენება, მასში არსებული ყველა სასარგებლო კომპონენტის მაქსიმალური ამოკრეფა და გამოყენება თანამედროვე სამთო მეცნიერების უმთავრესი ამოცანაა.

მამდიდრებელ საწარმოთა ეფექტურობის ამაღლება მოითხოვს ახალი ტექნოლოგიური პროცესებისა და ისეთი მოწყობილობა-დანადგარების დანერგვას, რომლებიც უზრუნველყოფს მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიღწევას იმ პირობებში, როდესაც მუდმივად ხდება მინერალური ნედლეულის ხარისხის დაქვეითება.

მამდიდრებელ ფაბრიკებში მიწოდებული მაღანი შეიცავს სხვადასხვა ზომის ნატეხებს, რაც დამოკიდებულია საბადოს დამუშავების სისტემებზე. გამდიდრების წინ აუცილებელია მაღანი დავიყვანოთ იმ ზომამდე, რომ მასში სასარგებლო კომპონენტისა და ფუჭი ქანის მინერალთა მარცვლები თავისუფალი სახით იყოს წარმოდგენილი რათა მოხდეს მათი შემდგომი განცალკევება. ამ მიზნით წარმოებს წიაღისეულის დამსხვრევა დაფქვა და გაცხრილვა, ამ პროცესებს მოსამზადებელი ეწოდება.

თავისი სირთულიდან და მნიშვნელობიდან გამომდინარე მოსამზადებელი პროცესები წარმოადგენს მრავალი გამოჩენილი მეცნიერის კვლევის საგანს. უცხოელ მეცნიერთა გარდა (ს. ანდრეევი, ვ. ზვერევიჩი, ვ. პეროვი, პ. რიტინგერი, ფ. ბონდი და სხვა) აღსანიშნავია აგრეთვე ქართველი მეცნიერის ი. ხუბუნაიშვილის წვლილი. სწორედ მან გამოსცა პირველი ქართული სახელმძღვანელო, რომელიც ამ პროცესების განხილვას მიეძღვნა.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში შევეცადეთ წარმოგვეჩინა ამ სფეროში დღესდღეობით არსებული მდგომარეობა. მასში მოყვანილია პრაქტიკაში არსებული თითქმის ყველა ტიპის

დანადგარების მუშაობის პრინციპები, რეკომენდაციები მათი ექსპლოატაციის და გამოყენების შესახებ. ასევე განხილულია მოსამზადებელ სამქროში უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები და მოყვანილია საწარმო სანიტარიის ნორმები.

ავტორები მადლიერებით და გულისყურით გაითვალისწინებენ სახელმძღვანელოს მიმართ გამოთქმულ ყველა საფუძვლიან შენიშვნას.

I ნაწილი. გაცხრილვა

თავი I. ზოგადი ცნობები

1.1 გაცხრილვის არსი და დანიშნულება

ფხვიერი მასალის ნატეხების ზომის მიხედვით კლასებად დაყოფის პროცესს გაცხრილვა ეწოდება.

გასაცხრილავი მასალის ნატეხები, რომელთა ზომა მცირეა ცხრილის ბადის ნახვრეტის ზომაზე (d), გადის ნახვრეტებში და იწოდება - ცხრილქვედა - d (მინუს d) კლასად, ხოლო მეტი ზომის ნატეხები რჩება საცერზე და იწოდება ცხრილზედა + d (პლუს d) კლასად. n რაოდენობის საცერზე თანმიმდევრული გაცხრილვით მიიღება $n+1$ კლასი. თითოეულ კლასს აქვს ზედა და ქვედა ზღვარი, ე.ი. კლასი ეწოდება სხვადასხვა სიმკვრივის განსაზღვრული ზომის ნატეხთა ჯგუფს. მაგალითად 50-25 მმ კლასის ზედა ზღვარია 50 მმ, ქვედა კი - 25 მმ. ზედა ზღვარი განისაზღვრება ბადის იმ ნახვრეტის ზომით, რომელშიც გავა მასალის ყველა მარცვალი. ქვედა ზღვარი კი იმ ბადის ნახვრეტის ზომით, რომელზედაც შერჩება მასალის ყველა მარცვალი. გაცხრილვის პროცესში გამოყენებულ სხვადასხვა ზომის ნახვრეტების საცერთა თანმიმდევრულ რიგს (დიდიდან მცირესაკენ) გაცხრილვის ანუ კლასიფიკაციის სკალა ეწოდება. კლასიფიკაციის სკალაში ორი მოსაზღვრე საცერის ნახვრეტების ზომათა ფარდობა მუდმივი სიდიდეა, მას კლასიფიკაციის სკალის მოდული ეწოდება და აღინიშნება m -ით. მაგალითად: 100; 50; 25;

12,5 მმ კლასიფიკაციის სკალისათვის მოდული $m=2$ ($100/50=50/25=25/12,5=12,5/6,25$).

სხვადასხვა ქვეყანაში გამოიყენება განსხვავებული მნიშვნელობის მოდულები. საყოველთაოდ ცნობილია ტეილორის სისტემის საცრის მოდული $m=\sqrt{2}=1,414$ და სტედლერის $m=\sqrt[4]{2}=1,89$, რომლითაც ძირითადად მზადდება ლაბორატორიული ტიპის საცრები (იხ. ცხრილი 1.1)

არსებობს აგრეთვე მოდულები $m=\sqrt[10]{10}=1,259$; $m=\sqrt[40]{10}=1,059$.

საცრის ნახვრეტის ზომას განსაზღვრავენ მმ-ობით, ზოგჯერ კი მეზობით. მეში ნიშნავს ერთ გრძივ დიუმზე (25,4მმ) ნახვრეტთა რიცხვს. მაგ: ტეილორის სისტემის საცრებში საფუძვლად მიღებულია 200 მეში ე.ი. საცერი, რომლის ნახვრეტის ზომა $d = 0,074$ მმ. წიაღისეულთა გამდიდრების ტექნოლოგიურ სქემებში დანიშნულების მიხედვით გამოყოფენ გაცხრილვის შემდეგ სახეობებს: დამხმარე, მოსამზადებელი, გამაუწყლოებელი, არჩევითი და დამოუკიდებელი.

ცხრილი 1.1

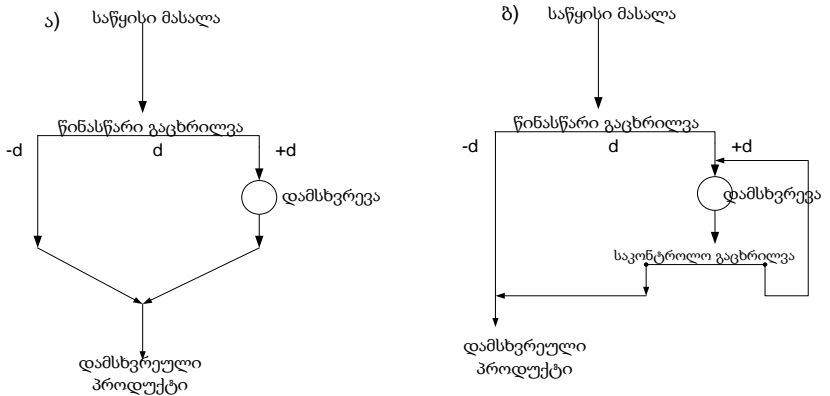
ლაბორატორიული ტიპის საცერთა სტანდარტები

ტეილორის სისტემა, $m = \sqrt{2} = 1.414$, ფუძე 200 მეში, 0,074 მმ		სტედლერის სისტემა, $m = \sqrt[4]{2} = 1,189$, ფუძე 200 მეში, 0,074 მმ		ამერიკული სტანდარტი, $m = \sqrt[4]{2} = 1,189$, ფუძე 18 მეში, 1 მმ		საერთაშორისო მეტრული სტანდარტი, $m = \sqrt[10]{2} = 1,259$, ГОСТ 23/2573
მეში	d მმ	მეში	d მმ	მეში	d მმ	d მმ
1	2	3	4	5	6	7
-	76,2	2,5	7,925	3	6,35	8,00

1	2	3	4	5	6	7
-	50,8	3	6,680	3,5	5,66	6,30
-	38,1	3,5	5,6313	4	4,76	5,00
1	25,4	4	4,699	5	4,00	4,00
-	18,35	5	3,962	6	3,36	3,35
-	13,33	6	3,327	7	2,83	3,15
-	9,42	7	2,794	8	2,38	2,80
3	6,68	8	2,362	10	2,00	2,50
4	4,69	9	1,981	12	1,68	2,36
6	3,33	10	1,651	14	1,41	2,00
8	2,36	12	1,397	16	1,19	1,70
10	1,65	14	1,168	18	1,00	1,60
14	1,17	16	0,991	-	-	1,40
20	0,83	20	0,833	20	0,84	1,25
28	0,59	24	0,701	25	0,71	1,18
35	0,42	28	0,589	30	0,59	1,00
48	0,30	32	0,495	35	0,50	0,85
65	0,21	35	0,417	40	0,42	0,80
100	0,15	42	0,351	45	0,35	0,71
150	0,10	48	0,295	50	0,297	0,63
-	-	60	0,246	60	0,25	0,60
200	0,074	65	0,208	70	0,21	0,60
250	0,061	80	0,175	80	0,177	0,425
325	0,043	100	0,147	100	0,149	0,400
-	-	115	0,124	120	0,125	0,355
-	-	150	0,104	140	0,105	0,315
-	-	170	0,088	170	0,088	0,300
-	-	200	0,074	200	0,074	0,250
-	-	250	0,63	230	0,62	0,212
-	-	270	0,053	270	0,53	0,200
-	-	325	0,044	325	0,044	0,180
-	-	400	0,037	400	0,037	0,160
						0,0150
						0,125
						0,106
						0,100
						0,090
						0,080

1	2	3	4	5	6	7
						0,075
						0,063
						0,050
						0,040

დამხმარე გაცხრილვა ჩართულია დამსხვრევის სქემაში და დანიშნულების მიხედვით ეწოდება წინასწარი ან საკონტროლო გაცხრილვა. წინასწარი გაცხრილვა წინ უსწრებს დამსხვრევის პროცესს და გამოიყენება დასამსხვრევი მასალიდან მზა კლასის (ზომამდე დამსხვრეული) გამოსაყოფად. საკონტროლო გაცხრილვით ხდება დამსხვრეული მასალის სისხოს კონტროლი. გაცხრილვის ტიპობრივი სქემები გამოსახულია ნახ. 1.1.



ნახ. 1.1. გაცხრილვის სქემები

ა- წინასწარი გაცხრილვა; ბ- წინასწარი და საკონტროლო გაცხრილვა.

მოსამზადებელი გაცხრილვა გამოიყენება საკუთრივ გამდიდრების (გრავიტაციული, ელექტრო მაგნიტური)

პროცესების წინ მასალის კლასიფიკაციისათვის. მოსამზადებელი გაცხრილვით გამოყოფილ კლასებს სამანქანო კლასები ეწოდება.

გამაუწყლოებელი გაცხრილვა გამოიყენება მსხვილიმარცვლოვანი პროდუქტებიდან წყლის მოსაშორებლად.

დამოუკიდებელი გაცხრილვა გამოიყენება, როდესაც ზოგიერთი წიაღისეული (ნახშირი, რკინის მადანი, სამშენებლო მასალები და სხვა) საჭიროებს სასაქონლო პროდუქციის განსაზღვრული ზომის კლასებად დახარისხებას.

არჩევითი გაცხრილვა გამოიყენება, როდესაც გაცხრილვით გამოყოფილი კლასები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ზომით და სასარგებლო კომპონენტების შემცველობით. მაგალითად, ფოსფორიტული მადნების დამსხვრევითა და გაცხრილვით შესაძლებელია ფოსფორიტის კონდიციური კონცენტრატის მიღება.

1.2. გამცხრილავი ზედაპირები

ცხრილში გამცხრილავ ზედაპირად (მუშა ორგანო) გამოიყენება მავთულის ბადე, პერფორირებული ფოლადის ფურცელი და სხვადასხვა პროფილის რიკულები (ნახ. 1.2). მავთულის ბადე მზადდება 0,04-დან 150მმ-მდე ზომის, სწორკუთხა ნახვრეტებიანი. მის დასამზადებლად გამოიყენება ფოლადის, თითბრის, სპილენძის ან სხვა მასალის მავთული. მავთულის ბადის სიმტკიცე და ეფექტურობა დამოკიდებულია ცოცხალი კვეთის სიდიდეზე. ბადის ხვრეტის მუშა ფართობის ფარდობას მის მთლიან ფართობთან გამოსახულს პროცენტებით, ცოცხალი კვეთი

ეწოდება. კვადრატულ ხვრეტიანი ბადისათვის ცოცხალი კვეთი (ნახ. 1.2).

$$L = \frac{l^2}{(l+a)^2} 100\% ;$$

სწორკუთხა ნახვრეტებიანი ბადისათვის ცოცხალი კვეთი

$$L = \frac{lb}{(l+a)(b+a)} 100\% ;$$

ცოცხალი კვეთის ზრდასთან ერთად ბადის გაცხრილვის უნარიანობა იზრდება, ხოლო სიმტკიცე და მუშაობის ხანგრძლივობა მცირდება. ბადე მზადდება მავთულის მოქსოვით და შედუღებით (ნახ. 1.2) ქვანახშირის მრეწველობაში მასალის კლასიფიკაციის, გაუწყლოებისა და მორეცხვისათვის ფართოდ გამოიყენება ტრაპეციის კვეთის მავთულისაგან დამზადებული ნაპრალისებური შპალტური ბადე (ნახ. 1.2). საცრის მუშაობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მავთულის დიამეტრზე, ცვეთაგამძლეობაზე, გასაცხრილავი მასალის ნატეხების ზომაზე, სიმკვრივეზე, აბრაზიულობაზე და სხვა.

ფურცლოვანი საცრების დასამზადებლად გამოიყენება ფოლადის ფურცელი, რომელსაც დაშტამპვით უკეთებენ სხვადასხვა ფორმის ნახვრეტებს. (ნახ. 1.2) ნახვრეტები შეიძლება განლაგდეს პარალელურად ან ჭადრაკულად. სწორკუთხა ნახვრეტები შეიძლება განლაგდეს გვერდის პარალელურად, მართობულად, დახრილად ან ნამკვისებურად. ფურცლოვანი ფოლადისაგან დამზადებული საცრის სისქე

$$l = \sqrt{d} ;$$

ხვრეტებს შორის მანძილი

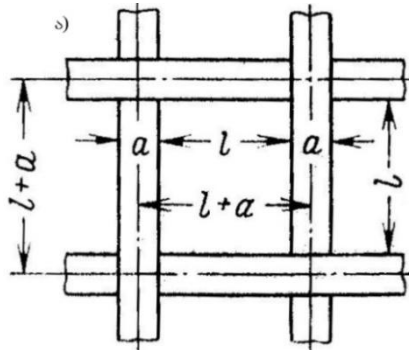
$$\alpha = 0.9\sqrt{d} ;$$

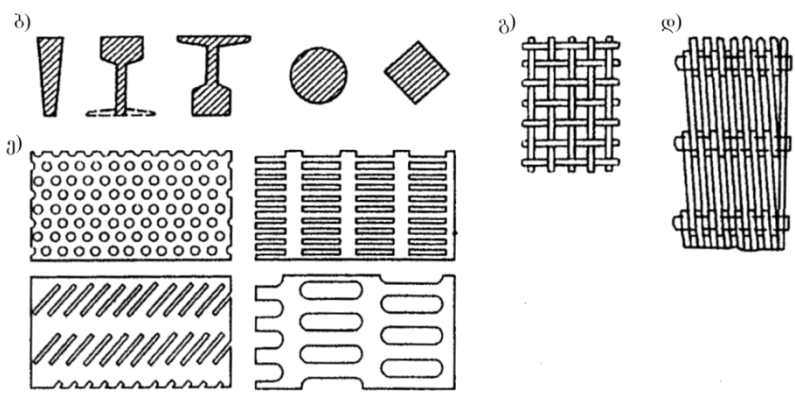
სადაც d ხვრეტის ზომაა მმ.

ხვრეტების ჭადრაკული განლაგებისას საცრის სიმტკიცე გაცილებით მაღალია, ვიდრე პარალელური განლაგებისას.

რიკულებიანი საცრის დასამზადებლად გამოიყენება სპეციალური პროფილის რიკულები (ნახ. 1.2).

რიკულებს ამაგრებენ ერთმანეთის პარალელურად განსაზღვრულ მანძილზე. ნახვრეტის ზომა განისაზღვრება რიკულებს შორის მანძილით. ყოველ მე-5 რიკულს ამაგრებენ შედარებით მაღლა, რაც აუმჯობესებს წვრილი კლასის გაცხრილვას და ზრდის საცრის მუშაობის ხანგრძლივობას.





ნახ. 1.2 საცრის სახეები

- ა-კვადრატულ ნახვრეტიანი საცრის უჯრედი;
- ბ-სხვადასხვა პროფილის რიკულები;
- გ-მავთულის ბადე;
- დ-შპალტისებრი საცერი;
- ე-ლითონის ფურცლოვანი საცერი.

თავი. II ფხვიერი მასალის გრანულომეტრული შედგენილობა

2.1 გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრის მეთოდები

გამდიდრების ტექნოლოგიური პროცესების წარმატებით შესრულება არსებითად დამოკიდებულია გასამდიდრებელი მასალის შემადგენელი ნატეხების ზომაზე. ამისათვის საჭიროა მასალის გრანულომეტრული შედგენილობის შესწავლა.

გასამდიდრებელი საწყისი ნედლეული და გამდიდრების პროდუქტები შედგება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ნატეხებისაგან. ასეთი ნატეხების ზომას განსაზღვრავენ საშუალო დიამეტრით (d_b), რომელიც იანგარიშება ერთ-ერთით ქვემოთ მოყვანილი ფორმულებიდან:

$$d_b = b; \quad d_b = \frac{l+b}{2}; \quad d_b = \frac{l+b+h}{3}; \quad b_b = \sqrt{lb}; \quad d_b = \sqrt[3]{lbh};$$

$$d_b = \sqrt{\frac{lb+lh+bh}{3}}; \quad d_b = \sqrt{\frac{3lbh}{lb+lh+bh}}$$

თუ l , b და h ზომები უახლოვდება ერთმანეთს, მაშინ მარცვლის ზომას განსაზღვრავენ ეკვივალენტური დიამეტრით.

($d_{\text{ექვ}}$);

$$d_{\text{ექვ}} = 1,24 \sqrt[3]{v},$$

$$d_{\text{ექვ}} = 1,24 \sqrt[3]{\frac{G}{\delta}},$$

სადაც v – არის მარცვლის მოცულობა, სმ³;

G – მარცვლის წონა, გ-ებით;

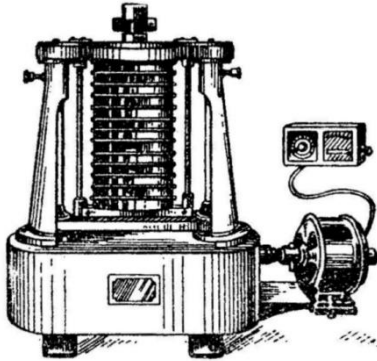
დ –მარცვლის კუთრი წონა.

გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრა შეიძლება საცრითი, სედიმენტაციური, ოპტიკური, ლაზერული და სხვა მეთოდებით.

2.2 გაცრითი ანალიზი

ფხვიერი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრას სხვადასხვა ზომის ნახვრეტის მქონე საცრებზე საშუალებით - გაცრითი ანალიზი ეწოდება. გამოიყენება 40 მიკრონზე მეტი ზომის ნატეხების მქონე მასალის სისხოს დასადგენად. გაცრითი ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს მშრალი ან სველი წესით. საანალიზოდ იღებენ მასალის დამახასიათებელ სინჯს.

მსხვილი მასალის გაცრითი ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს საწარმოო ტიპის ცხრილებზე, რადგან ამ შემთხვევაში საჭიროა დიდი რაოდენობის სინჯის გაცრა. წვრილი მასალის გაცრითი ანალიზისათვის გამოიყენება რომელიმე სისტემის სტანდარტული საცრები. გაცრითი ანალიზის ჩასატარებლად განსაზღვრული წონის საანალიზო სინჯს მოათავსებენ საცერთა კომპლექტში სინჯს ცრიან ხელით ან მექანიკური სარყვევლას საშუალებით (ნახ. 2.1).



ნახ. 2.1. მექანიკური სარყველა „როტაპი“

სარყველას ჩარჩოში ჩადგმულია საცრების კომპლექტი, რომლის ზედა საცერზე თავსდება გარკვეული წონის საანალიზო სინჯი. საცრები მოძრაობაში მოჰყავს სარყველას ქვედა ნაწილის ყუთში მოთავსებულ მექანიზმს, რომელიც ერთი მხრივ მიერთებულია ჩარჩოსთან, მეორე მხრივ კი – ძრავასთან. გარდა ამისა საცრებს ყოველი შემობრუნების დროს ზევიდან ეცემა ბერკეტი. ეს უკანასკნელი მოძრაობს ყუთში მოთავსებული მუხლა ლილვის და ჭოკის საშუალებით.

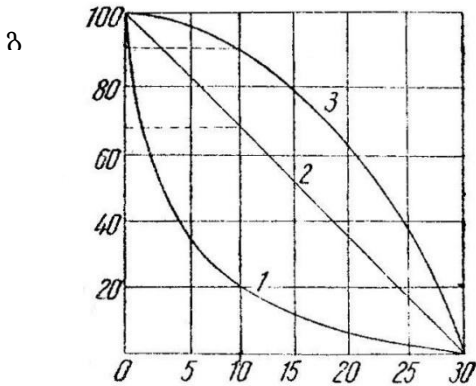
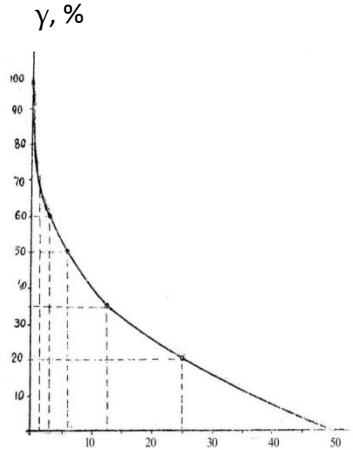
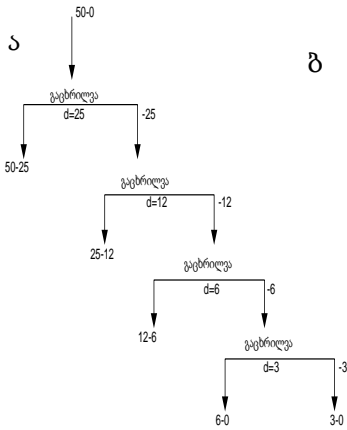
მასალის გაცრის და ანალიზის სიზუსტის შემოწმების შემდეგ ცალკეულ საცრებზე შერჩენილი მასალა აიწონება (დანაკარგის ცდომილება არ უნდა აღემატებოდეს 1-2%) და განისაზღვრება ცალკეული კლასების პროცენტული რაოდენობა — გამოსავალი. სხვადასხვა ზომის კლასებში სასარგებლო კომპონენტის განაწილების დასადგენად ატარებენ თითოეული კლასის ქიმიურ ანალიზს და შედეგები შეაქვთ 2.1 ცხრილში.

ცხრილი 2.1

მანგანუმის მადნის გაცრითი ანალიზის შედეგები

კლასების ზომა, მმ	ცალკეული კლასის		ჯამური გამოსავალი (Σγ), %	მანგანუმის შემცველობა (β), %
	წონა, კგ	გამოსავალი, %		
1	2	3	4	5
50-25	2,0	20	20	16,3
25-12	1,5	15	35	19,2
12-6	1,5	15	50	21,5
6-3	2,5	25	75	24,7
3-0	2,5	100	100	26,2
50-0	10	100		22,1

ამ ცხრილის მონაცემები და 2.2 ნახაზზე მოცემული სქემა გვიჩვენებს, რომ 50-0 მმ კლასის გაცრითი ანალიზის შედეგად მიღებულია შემდეგი კლასები: 50-25 მმ; 25-12 მმ; 12-6 მმ; 6-3 მმ; 3-0 მმ.



ნახ. 2.2 გაცრითი ანალიზის თვისებრივი სქემა და გრაფიკი
 ა- გაცხრილების სქემა; ბ-გაცრითი ანალიზის გრაფიკი; გ-ჯამური
 მახასიათებლის ფორმები.

1-ჩაზნექილი; 2-წრფივი; 3-ამოზნექილი.

საანალიზოდ აღებული მადნის რაოდენობა იყო 10 კგ. გაცრის შემდეგ მიღებული ცალკეული კლასების წონა მოცემულია 2.1 ცხრილის მე-2 სვეტში. თითოეული კლასის წონა შეფარდებული საერთო წონასთან იძლევა ცალკეული კლასის გამოსავალს

პროცენტობით. რაც შეტანილია მე-3 სვეტში, მე-4 სვეტში კი მოცემულია ჯამური გამოსავალი, იგი ტოლია აღებული კლასის გამოსავალისა და ზემდებარე კლასების გამოსავლების ჯამისა.

ცხრილის მე-5 სვეტის მიხედვით ჩანს, რომ წვრილი კლასები ლითონის შემცველობით უფრო მდიდარია, ვიდრე მსხვილი კლასები. მაგალითად, მადანში ლითონის შემცველობა შეადგენს 22 %-ს. 50-25 მმ სიმსხოს კლასში კი ლითონის შემცველობა 16 %-ია, ხოლო 3-0 მმ კლასში კი 26,2 % .

2.3 სისხოს მახასიათებლები

გაცრითი ანალიზის შედეგები შეიძლება გამოისახოს გრაფიკის ანუ მრუდის სახით. ფხვიერი მასალის გრანულომეტრიული შედეგნილობის გრაფიკულ გამოსახულებას სისხოს მახასიათებელი ეწოდება.

მრუდს აგებენ ჯამური გამოსავლების მიხედვით და ამიტომ მას ჯამური მრუდი ეწოდება. მის ასაგებად იღებენ კოორდინატთა სისტემას. აბსცისათა ღერძზე განსაზღვრული მასშტაბით გადაზომავენ ნატეხების ზომებს მმ-ებით, ხოლო ორდინატთაზე კლასების პროცენტულ გამოსავლებს.

გრაფიკს აგებენ შემდეგნაირად: მაგალითად, 2.1 ცხრილში მოცემული გაცრითი ანალიზის შედეგების მიხედვით ყველაზე დიდი ნატეხის ზომა არ აღემატება 50 მმ-ს, ე.ი. ეს წერტილი იქნება უშუალოდ აბსცისაზე. პირველი კლასის 50-25მმ ჯამური

გამოსავალი არის 20 %. ამ კლასის ქვედა საზღვრიდან, ე.ი. აბსცისათა ღერძზე $d = 25$ მმ-დან აღმართავთ მართობს და მასზე გადავზომავთ 20 %; მრუდის შემდეგ წერტილს მივიღებთ შემდეგი კლასის ქვედა საზღვრიდან, ე.ი. 12 მმ-დან აღმართულ მართობზე ჯამური გამოსავლის გადაზომვით, რომელსაც შეესაბამება 35 და ა.შ. ასეთნაირად ნაკოვნი წერტილების შეერთებით მიიღება მრუდი (ნახ. 2.2), რომლის საშუალებითაც განისაზღვრება ნებისმიერი კლასის გამოსავალი. მაგალითად: 40-20 მმ კლასის გამოსავლის გასაგებად $d = 20$ მმ და $d = 40$ მმ წერტილებში აღმართავთ მართობებს გაცრითი ანალიზის მრუდის გადაკვეთამდე. მიღებული ორდინატთა სხვაობა შეესაბამება მოცემული კლასის გამოსავალს, ე.ი. $\gamma_{40} - \gamma_{20} = \gamma_{20} - \gamma_{40} = 25 - 5 = 20\%$. ჯამური მახასიათებლის მრუდი შეიძლება იყოს ამოზნექილი, ჩაზნექილი ან წრფივი, რომლის ფორმა დამოკიდებულია მასალის გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე (ნახ. 2.2).

მახასიათებლის ამოზნექილი მრუდი მიიღება, როდესაც მასალაში მსხვილი მარცვლები სჭარბობს წვრილს. ჩაზნექილი — როდესაც წვრილი მარცვლები სჭარბობს, ხოლო წრფივი, როდესაც მასალაში წვრილი და მსხვილი მარცვლები თანაბარი რაოდენობითაა განაწილებული. როდესაც ფხვიერი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა დიდ დიაპაზონში ცვალებადობს გრაფიკზე წვრილი კლასების დატანა და ათვლა თითქმის შუძლებელია. ამ ნაკლოვანებების თავიდან ასაცილებლად გრაფიკს აგებენ ნახევრად ლოგარითმულ ან ლოგარითმულ კოორდინატებში.

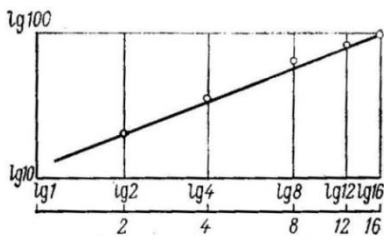
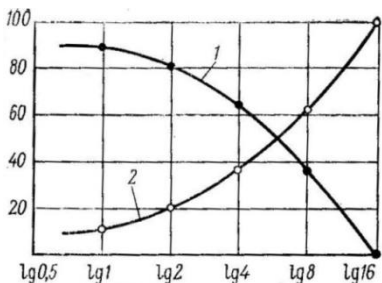
2.4. მადნის ნატეხების სისხოს მახასიათებლების განტოლებანი

მადნის გრანულომეტრული შედგენილობის გრაფიკულ გამოსახულებას სისხოს მახასიათებელი ეწოდება. იგი გამოსახება როგორც მარცვალთა დიამეტრის ფუნქცია:

$$Y = \gamma = f(d).$$

ჩვეულებრივ, მსხვილი კლასების გაცრითი ანალიზი საკმაოდ თვალსაჩინოდ გამოისახება დეკარტეს კოორდინატებით, მაგრამ ეს როდი ითქმის წვრილ კლასებზე; მაგალითად: თუ 100-0 მმ-იანი მასალა დავყავით 100-50 მმ, 50-25 მმ, 25 -10 მმ, 10-5 მმ, 5-2 მმ, 2-1 მმ და 1-0 მმ კლასებად, პირველი სამი კლასის გრაფიკზე დატანა და ათვლა ზუსტად შეგვიძლია, რაც შეეხება 2-1 მმ და 1-0 მმ კლასებს, გრაფიკებზე მათი დატანა და ათვლა თითქმის შუძლებელია.

ამ ნაკლოვანების თავიდან ასაცილებლად გრაფიკს აგებენ ნახევრად ლოგარითმულ კოორდინატთა სისტემაში, ორდინატთა ღერძზე გადაზომივენ კლასების გამოსავალს პროცენტულად, აბსცისათა ღერძზე კი დაიტანენ მარცვლის ზომას ლოგარითმებით (ნახ. 2.3).



ნახ.2.3. მასალის სისხოს ნახევრადლოგარითმული და
ლოგარითმული ჯამური მახასიათებელი.

1,2-ჯამური მახასიათებელი პლუსით და მინუსით

რადგანაც $\lg 100=2$, $\lg 10=1$, $\lg 1=0$, $\lg 0,1=-1$ და $\lg 0,01=-2$,
ამიტომ ნახევრად ლოგარითმულ დიაგრამაზე ინტერვალი
(100-10)=ინტერვალი (10-1)=ინტერვალი (1-0,1)=ინტერვალი
(0,1-0,01)=1.

მახასიათებელს მრუდის სახე აქვს, ამიტომ იგი შეიძლება
აიგოს როგორც პლუს (+50) (+10) (+1), ისე მინუს კლასებით (-50) (-
10) (-1) და ა.შ.

თუ გაცრითი ანალიზი ჩატარებული იქნა მუდმივმოდულიანი
საცრებით, მაშინ ნახევრად ლოგარითმული მახასიათებელი
საგრძნობლად მარტივდება: აბსცისაზე გადაიზომება თანაბარი
მონაკვეთები.

გარდა ნახევრად ლოგარითმულისა, სისხოს მახასიათებელი
შეიძლება აიგოს ლოგარითმულ კოორდინატა სისტემაში
(ნახ. 2.3).

ლოგარითმული კოორდინატებით აგებულ სისხოს
მახასიათებელს წრფივი სახე აქვს. აბცისათა ღერძზე დატანილია

lgd , ხოლო ორდინატთა ღერძზე lgy (d -მარცვალთა დიამეტრია, γ კლასის გამოსავალი)

$$lgy = \gamma ; \quad lgx = d ;$$

წრფის განტოლების $y=ax+b$ ანალოგიურად lg კოორდინატებში აგებული მახასიათებლის განტოლება იქნება:

$$lgy = Klgx + lgA ,$$

სადაც γ არის საცრის ხვრეტის ზომაზე მცირე ზომის კლასის გამოსავალი; x - საცრის ხვრეტის ზომა, K - კუთხური კოეფიციენტი და ტოლია მახასიათებლის დახრის კუთხის ტანგენსისა: $K=tg\alpha$. A - მონაკვეთია, რომელსაც მოკვეთს მახასიათებელი ორდინატიდან. განტოლების ანტილოგარითმებით მივიღებთ:

$$\gamma = AX^K$$

აღნიშნული გამოსახულება წარმოადგენს სისხოს მახასიათებლის განტოლებას, რომელიც ცნობილია გოდენ-ანდრევის სახელწოდებით.

K კოეფიციენტის რიცხვით მნიშვნელობაზე დამოკიდებულია მახასიათებლის სახე. როდესაც $K>1$ მახასიათებელი ამოზნექილია, როდესაც $K=1$ წრფივია, ხოლო $K<1$ -ჩაზნექილია.

K კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობის განსასაზღვრად მახასიათებელზე ირჩევენ ორ დამორებულ წერტილს, რომელსაც შეესაბამება x_1 და x_2 ზომის მარცვლები, შესაბამისად y_1 და y_2 გამოსავლები.

თითოეული წერტილისათვის თუ დავწერთ განტოლებებს :

$$y_1 = Ax_1^K \quad (1)$$

$$y_2 = Ax_2^k \quad (2)$$

აღნიშნული განტოლებები გავალოგარიტმით, გამოვაკლოთ (2)-ს (1) და განვსაზღვროთ K.

$$K = \frac{\lg y_2 - \lg y_1}{\lg x_2 - \lg x_1};$$

ხოლო $A = \frac{y_1}{x_1^k}$; ან $A = \frac{y_2}{x_2^k}$,

ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ გოლდენ ანდრეევის განტოლებასთან შედარებით ექსპერიმენტულ მონაცემთან უკეთეს თანხვედრას იძლევა როზინ-რამლერის განტოლება :

$$R = 100 e^{-bx^n} ,$$

სადაც R არის საცრის ხვრეტის ზომაზე უფრო მსხვილი კლასის გამოსავალი; e—ნატურალური ლოგარიტმის ფუძე, $l=2,7172$. X—საცრის ხვრეტის ზომა; b—პარამეტრი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია მასალის სახეობაზე; n—კუთხური კოეფიციენტი.

აღნიშნული განტოლება შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით

$$\frac{100}{R} = e^{bx^n} ;$$

განტოლების ორჯერადი გალოგარიტმებით მივიღებთ :

$$\lg \left[\lg \frac{100}{R} \right] = n \lg x + \lg [blge] ;$$

მახასიათებლის აგებისას ორდინატა ღერძზე დაიტანება ორჯერადი ლოგარიტმი, ხოლო აბსცისათა ღერძზე — $\lg x$. მახასიათებელს აქვს წრფივი სახე, რომელიც დახრილია განსაზღვრული სიდიდის კუთხით აბსცისათა ღერძის მიმართ.

b და n პარამეტრების განსაზღვრისათვის მახასიათებელზე ირჩევენ ორ დაშორებულ წერტილს, რომელთაც შეესაბამება x_1 და x_2 მარცვლები (1, 2) R_1 და R_2 გამოსავლებით. თითოეული წერტილისათვის დაიწერება შესაბამისი განტოლება.

$$R_1 = 100e^{-bx_1^n}, \quad R_2 = 100e^{-bx_2^n},$$

თითოეული განტოლება გავალოგარიტმოთ, (1)-ს გამოვაკლოთ (2) და განვსაზღვროთ.

$$n = \frac{\lg \lg \frac{100}{R_1} - \lg \lg \frac{100}{R_2}}{\lg x_1 - \lg x_2}.$$

ექსპერიმენტის საფუძველზე პროფესორმა ოლევსკიმ დაადგინა, რომ წმინდად დაფუკილი მასალის სისხოს მახასიათებელი აზსცისის მიმართ დახრილია 45^0 -ით, მაშასადამე, $R=1$, ე.ი. $R = 100e^{-bx}$.

აღნიშნული განტოლება მართებულია, როდესაც x ტოლია ნომინალური დიამეტრისა. ნომინალური დიამეტრი საცრის ხვრეტის ის ზომაა, რომელშიაც გადის მასალის 95 %, ე.ი. $R=5\%$.

$$\lg \frac{100}{5} = 1.3; \quad \lg e = 0.4;$$

$$\text{მაშინ, } bx^\delta = \frac{1.3}{0.4} \approx 3$$

$$b = \frac{3}{x^\delta};$$

b პარამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნომინალური დიამეტრის ზომაზე.

2.5. მასალის მარცვალთა რიცხვისა და ხვედრითი ფართობის განსაზღვრა სისხოს მახასიათებელი განტოლებით

ფხვიერი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა გამოსახება შემდეგი ფუნქციური დამოკიდებულებით

$$y = f(x).$$

სადაც y არის მინუს x კლასის გამოსავალი;

x — საცრის ნახვრეტის დიამეტრი, სმ.

ელემენტარული კლასის გამოსავალი, რომლის ზომა ცვალებადობს x ან $x + dx$ — მდე, ტოლია

$$dv = f(x)dx.$$

ნ ხვედრითი წონის მქონე მასალის ელემენტარული კლასის მოცულობა

$$dv = \frac{dy}{\delta};$$

თუ ელემენტარული კლასი შედგება კუბური ფორმის მარცვლებისაგან, მაშინ ელემენტარულ კლასში მარცვალთა რიცხვი

$$dN = \frac{dv}{x^3} = \frac{dy}{\delta x^3};$$

ხოლო ფართობი

$$dS = dN6x^2 = \frac{6dy}{\delta x};$$

$x_1 - x_2$ ზომის კლასის მარცვალთა რიცხვი და ფართობი განისაზღვრება აღნიშნული გამოსახულების ინტეგრირებით :

$$N_{x_1-x_2} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dy}{\delta x^3};$$

$$S_{x_1-x_2} = 6 \int_{x_1}^{x_2} \frac{dy}{\delta x}.$$

როზინ-რამლერის განტოლება $R=100e^{-bx^n}$ მინუს კლასის მიხედვით გამოისახება შემდეგნაირად:

$$y=1-R=1-e^{-bx^n};$$

აღნიშნული გამოსახულების დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$-dR = bne^{-bx^n} dx;$$

$$-dR = dy;$$

რადგან dy არის (-) კლასის გამოსავალი,

$$dy = bne^{-bx^n} dx;$$

მაშინ ელემენტარული კლასის მარცვალთა რიცხვი და ფართობი

$$dN = \frac{bne^{-bx^n}}{\delta(\frac{x}{10^4})^3}; \quad -dS = \frac{6bne^{-bx^n}}{\delta\frac{x}{10^4}} dx.$$

სადაც $(\frac{x}{10^4})^3$ - არის კუბური მარცვლის მოცულობა, სმ³.

თუ კლასის ზომა ცვალებადობს x_1 - დან x_2 - მდე, მაშინ მარცვალთა რიცხვი და ფართობი განისაზღვრება აღნიშნული გამოსახულების ინტეგრირებით.

$$N_{x_1-x_2} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{bn10^{12} e^{-bx^n}}{\delta x^3} dx;$$

$$S_{x_1-x_2} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{6 \cdot 10^{12} bn e^{-bx^n}}{\delta x} dx;$$

გამოსახულება e^{-bx^n} იშლება შემდეგი სახით :

$$S_{1-x\delta} = \frac{6 \cdot 10^4 b}{\delta} \left[\ln x - bx + \frac{(bx)^2}{1 \cdot 2} - \frac{(bx)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \right]_1^{x\delta};$$

$$[\ln x]_1^{x\delta} = \ln x_\delta - \ln 1 = \ln x_\delta;$$

დავუშვათ $x_{\delta-1} = x_\delta$, მაშინ

$$-bx_\delta + \frac{(bx_\delta)^2}{2 \cdot 2'} - \frac{(bx_\delta)^3}{2 \cdot 3'} + \dots$$

თუ აღნიშნულ გამოსახულებაში ჩავსვამთ $bx_\delta = 3$ და გამოსახულებას ამოვხსნით 10 წევრის ფარგლებში, მივიღებთ :

$$S_{1-x_\delta} = \frac{6 \cdot 10^4 b}{\delta} [\ln x_\delta - 1.699] ;$$

$$S_{1-x_\delta} = \frac{18 \cdot 10^4 b}{\delta x_\delta} \left[\ln \frac{x_\delta}{5.47} \right].$$

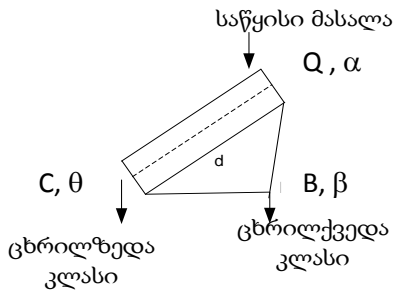
აღნიშნულ გამოსახულებაში ნატურალური ლოგარითმი რომ შევცვალოთ ათობითი ლოგარითმით, გამოსახულება უნდა გადავამრავლოთ გადასაყვან კოეფიციენტზე 2,302 . მაშინ მივიღებთ, რომ

$$S = 2.302 \frac{18 \cdot 10^4}{\delta x_\delta} \lg \frac{x_\delta}{5.47} \text{ სმ}^2/\text{გრ} .$$

თავი. III გაცხრილვის პროცესი

3.1. გაცხრილვის ეფექტურობა

გაცხრილვის ეფექტურობა ეწოდება საცრის ნახვრეტში გასული მასალის მასის ფარდობას გასაცხრილავ მასალაში ხვრეტზე მცირე ზომის მარცვალთა მასასთან და გამოისახება პროცენტებში. ეფექტურობის განსაზღვრისათვის განვიხილოთ გაცხრილვის სქემა (ნახ.3.1)



ნახ. 3.1 გაცხრილვის სქემა

d - საცრის ნახვრეტის ზომა; Q - გასაცხრილავი მასალის მასა; B - ცხრილქვედა კლასის მასა; C - ცხრილზედა კლასის მასა; α, B, θ - d კლასის %-ული რაოდენობა შესაბამისად გასაცხრილავ, ცხრილქვედა და ცხრილზედა კლასებში.

სქემის მიხედვით

$$Q = B + C$$

- d კლასის მიმართ ბალანსის განტოლება

$$\frac{Q \alpha}{100} = \frac{B \beta}{100} + \frac{C \theta}{100},$$

სადაც ,

$\frac{Q \alpha}{100}$ არის გასაცხრილავ მასალაში (-d) კლასის მასა;

$\frac{B \beta}{100}$ — (-d) კლასის მასა ცხრილქვედა კლასში ;

$\frac{C \theta}{100}$ — d კლასის მასა ცხრილზედა კლასში.

განმარტების თანახმად, გაცხრილვის ეფექტურობა

$$\eta = \frac{B \beta}{Q \alpha} \% ;$$

ამ ფორმულით ეფექტურობის გარკვევა ძნელია, რადგან გაცხრილვის პროცესში B და Q სიდიდეების განსაზღვრა ბევრ სიმძნელესთანაა დაკავშირებული. უმჯობესია ანალიზური წესის გამოყენება, რადგან $C = Q - B$

ამიტომ,

$$Q \alpha = B \beta + (Q - B) \cdot \theta ,$$

აქედან

$$\frac{B}{Q} = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} .$$

ფარდობა $\frac{B}{Q}$ ჩავსვათ ეფექტურობის ფორმულაში, მივიღებთ ეფექტურობის საანგარიშო საბოლოო ფორმულას.

$$\eta = \frac{(\alpha - \theta) \cdot \beta}{(\beta - \theta) \cdot \alpha} \cdot 100\% .$$

კერძო შემთხვევისათვის, როდესაც ცხრილი არ არის დაზიანებული $\beta = 100\%$ -ს.

მაგალითი. მოცემულია ცხრილზედა კლასში - d კლასის რაოდენობა $\theta = 10\%$, ცხრილქვედა კლასის გამოსავალი $\gamma_1 = 40\%$.

განვსაზღვროთ გაცხრილვის ეფექტურობა.

ცხრილზედა კლასის გამოსავალი $\gamma_2 = 100 - 40 = 60 \%$. მასში - d კლასის წონითი რაოდენობა იქნება $\frac{60 \cdot 10}{100} = 6$, გასაცხრილავ მასალაში - d კლასის წონითი რაოდენობა იქნება $40 + 6 = 46$, მაშინ გაცხრილვის ეფექტურობა

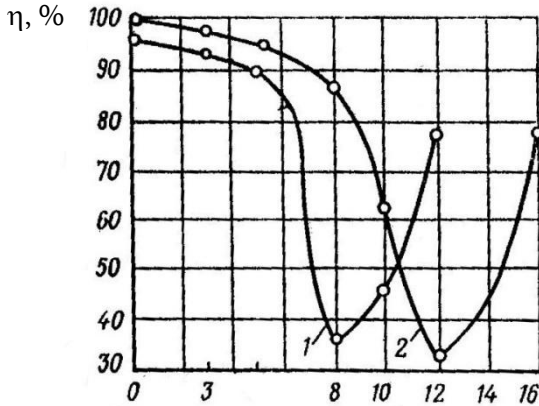
$$\eta = \frac{40}{46} \cdot 100 = 87 \%$$

3.2. გაცხრილვის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები

გაცხრილვის პროცესზე გავლენას ახდენს შემდეგი ძირითადი ფაქტორები: გასაცხრილავი მასალის ტენიანობა, საცრის ნახვრეტების ზომა და ფორმა, საცრის დახრა, საცრის მოძრაობის სახე და სირთულე, გაცხრილვის ხანგრძლივობა.

მასალის ტენიანობა გაცხრილვის პროცესზე განსაკუთრებით გავლენას ახდენს წვრილმარცვლოვანი მასალის გაცხრილვის დროს, რომლებსაც დიდი ხვედრითი ზედაპირის გამო აქვთ უდიდესი ზედაპირული ტენიანობა.

ზედაპირული ტენიანობის დროს მარცვლის ზედაპირი დაფარულია წყლის აფსკით, რაც იწვევს წვრილი მარცვლების ერთმანეთთან და საცრის ზედაპირზე შეწებებას და ამნელებს საცრის ნახვრეტში წვრილ მარცვალთა გასვლას. გაცხრილვის ეფექტურობის დამოკიდებულება მასალის ტენიანობაზე გრაფიკულად გამოსახულია ნახ. 3.2.



ნახ. 3.2 გაცხრილვის ეფექტურობის დამოკიდებულება მასალის ტენიანობაზე

1. არატენტევადი მასალა;
2. ტენტევადი მასალა.

ზოგიერთი მასალის ტენიანობის ზღვრული მნიშვნელობის დროს ეფექტურობა სწრაფად მცირდება. ამ მნიშვნელობის ზემოთ ტენიანობის გაზრდით ეფექტურობა იზრდება.

არატენტევადი მასალის გაცხრილვისას, როდესაც ტენიანობა $W=4\%$ ეფექტურობა $\eta=92\%$ -ია, ხოლო $W=8\%$ ტენიანობის დროს ეფექტურობა სწრაფად მცირდება $\eta = 36\%$ -მდე.

ტენტევად მასალაში 7%-მდე ტენი გავლენას არ ახდენს გაცხრილვის ეფექტურობაზე. მისი შემდგომი მცირედი ზრდაც კი საგრძნობლად ამცირებს გაცხრილვის ეფექტურობას. როგორც ნახაზიდან ჩანს. როდესაც $W = 7\%$ -ს, მაშინ $\eta = 92\%$ -ს, ხოლო როდესაც $W = 12\%$ -ს, $\eta = 36\%$ -ს.

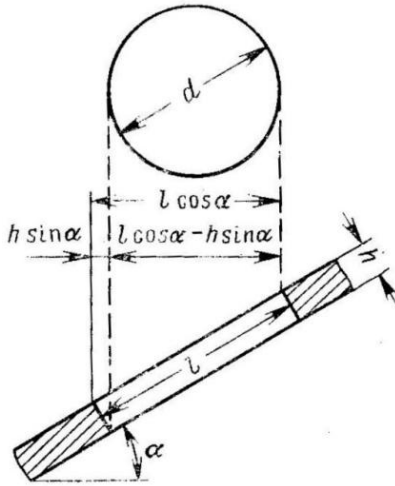
აქედან გამომდინარე ტენტევადი მასალისათვის, როდესაც $W=7\%$ -ს, გაცხრილვა სველი წესით ტარდება (წყლის დამატებით).

საცრის ნახვრეტების ზომა და ფორმა:

გაცხრილვის მსხვილ სტადიაში ეფექტურობა გაცილებით დიდია ვიდრე წვრილ სტადიაში, რაც განპირობებულია გასაცხრილავი მასალის ზომით. რაც უფრო მცირეა ცხრილის საცრის ნახვრეტის ზომა მით უფრო გაძნელებულია გაცხრილვა, რადგან წვრილი მარცვალი უფრო მსუბუქია და მისი წონა ხახუნის წინააღმდეგობის დაძლევაზე დიდ გავლენას ვერ ახდენს. აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ: რაც უფრო დიდია საცრის ნახვრეტი, მით უფრო ეფექტურია გაცხრილვა. გაცხრილვის ეფექტურობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საცრის ნახვრეტის ფორმა. გაცხრილვის პრაქტიკაში გამოიყენება მრგვალი, სწორკუთხოვანი ან ნაპრალისებრი ნახვრეტებიანი საცრები. მრგვალ ნახვრეტიანი ცხრილის ეფექტურობა საგრძნობლად შემცირებულია. სწორკუთხოვან ხვრეტში მარცვალთა გასვლის ალბათობა გაცილებით მაღალია ვიდრე მრგვალ ნახვრეტში. პრაქტიკულად თვლიან, რომ მრგვალ ნახვრეტში გასული მარცვლის მაქსიმალური ზომა სწორკუთხას ხვრეტში გასული მარცვლის მაქსიმალური ზომის 80-85 % -ს შეადგენს.

ცხრილის საცრის დახრა:

რაც უფრო დახრილია ცხრილის საცერი, მით უფრო სწრაფია მარცვლის მოძრაობა და ნაკლებია მისი ნახვრეტში მოხვედრის ალბათობა (ნახ. 3.3).



ნახ. 3.3 დახრილი ცხრილის ნახვრეტში მარცვლის გასვლის სქემა
 ცხრილის საცრის ნახვრეტში თავისუფლად გამავალი
 მარცვლის დიამეტრი

$$d = l \cos \alpha - h \sin \alpha.$$

თუ

$$\alpha = 45^{\circ} \quad \text{და } h = l/2, \text{ მაშინ } d \approx 0,35 l.$$

მოცემულ პირობებში ცხრილქვედა კლასში მარცვლის
 მაქსიმალური ზომა დაახლოებით ცხრილის ნახვრეტის მესამედის
 ტოლია. პრაქტიკულად თვლიან, რომ ვიბრაციული ცხრილის
 20°-ით დახრისას მიიღება იგივე გრანულომეტრული
 შედგენილობის ცხრილქვედა კლასი, როგორც შედგენილობისა
 ჰორიზონტალურ საცერზე, თუ დახრილი ცხრილის ნახვრეტის
 ზომა 1,15-ჯერ აღემატება ჰორიზონტალურს.

ცხრილის მოძრაობის სახე და სირთულე:

რაც უფრო რთულია ცხრილის მოძრაობა, ანუ ვიზრაციის მოძრაობის კინემატიკა, მით მეტია მარცვლის ნახვრეტში გასვლის ალბათობა.

უძრავი ცხრილების ზედაპირზე მასალის წრფივი მოძრაობის გამო მცირეა მარცვლის ნახვრეტში გასვლის ალბათობა და შესაბამისად მცირეა გაცხრილვის ეფექტურობა, საშუალოდ იგი $\eta = 40 \div 60 \%$ -ს შეადგენს.

წრიულად მოძრავ ცხრილში მარცვლები შედარებით რთულ მოძრაობას ასრულებს, შესაბამისად ეფექტურობაც შედარებით მაღალია:

$$\eta = 60 \div 80 \%$$

გრძივი რხევადი ცხრილების ეფექტურობა 75-85%-ია. ცხრილებიდან ყველაზე რთული მოძრაობა ახასიათებს გირაციულ, რეზონანსულ და ვიზრაციულ ცხრილებს. ნახევრად ვიზრაციული და რეზონანსული ცხრილებისათვის

$$\eta = 85 \div 95 \%$$

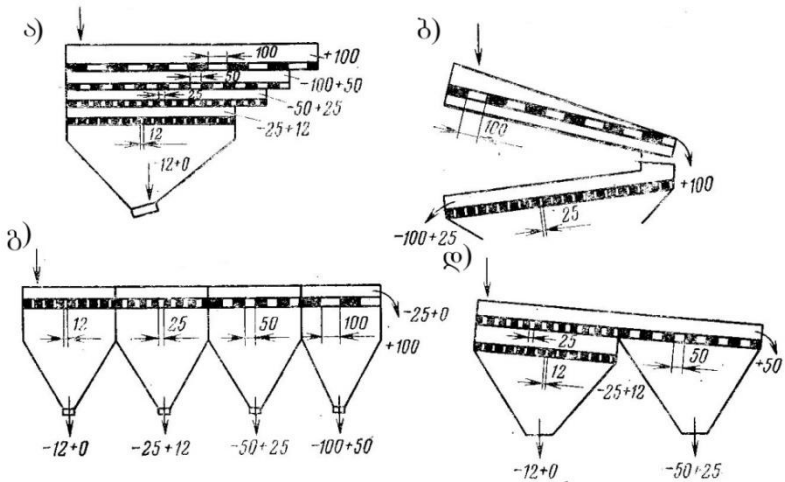
ვიზრაციული ცხრილებისათვის კი

$$\eta = 90 \div 98 \%$$

3.3. გაცხრილვის დროს კლასების გამოყოფის

თანმიმდევრობა

ფხვიერი მასალის გაცხრილვისას კლასების გამოყოფის თანმიმდევრობა დამოკიდებულია საცრების განლაგებაზე. განასხვავებენ კლასების გამოყოფის სამ სქემას: მსხვილიდან წვრილისაკენ, წვრილიდან მსხვილისაკენ და შერეულ ანუ კომბინირებულს (ნახ. 3.4).



ნახ. 3.4. გაცხრილვის სქემები

ა-ბ- მსხვილიდან წვრილი კლასისკენ; გ- წვრილიდან მსხვილი კლასისკენ; დ- კომბინირებული.

მსხვილი კლასიდან წვრილისაკენ გაცხრილვის დროს საცრები განლაგებულია ვერტიკალურად ერთიმეორის ქვემოთ. კლასების ასეთ თანმიმდევრულ გამოყოფას შემდეგი უპირატესობა აქვს: დიდია გაცხრილვის ეფექტურობა და საცრების მუშაობის ხანგრძლივობა მათი ნაკლები დატვირთვის გამო. ცხრილი

კომპაქტურია და მცირე ადგილს იკავებს. ამ სქემის ნაკლი ის არის, რომ ცხრილი კონსტრუქციულად რთულია, ხოლო მისი მოვლა-შეკეთება და მიღებული კლასების განტვირთვა გამძლეებული.

წვრილი კლასიდან მსხვილისაკენ გაცხრილვის დროს საცრები განლაგებულია ჰორიზონტალურ სიბრტყეში თანმიმდევრულად ნახვრეტთა ზომის გაზრდით. ასეთი თანმიმდევრობით კლასების გამოყოფის უპირატესობა ისაა, რომ ცხრილის კონსტრუქცია მარტივია და მისი როგორც მოვლა-შეკეთება, ისე მიღებული კლასების განტვირთვა ადვილია. ამ სქემას აქვს არსებითი ნაკლი, ცხრილი გრძელია და დიდ ადგილს იკავებს; მცირეა მუშაობის ხანგრძლივობა და ეფექტურობა რადგან პირველი საცერი, რომელიც მთლიან დატვირთვას იღებს და სწრაფად ცვდება.

კომბინირებული სქემით კლასების გამოყოფის დროს საცრები განლაგებულია ნაწილობრივ მსხვილიდან წვრილისაკენ და წვრილიდან მსხვილისაკენ. პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება მსხვილიდან წვრილისაკენ კლასების გამოყოფის სქემა.

თავი. IV. ცხრილები

წიაღისეულთა გაცხრილვის პროცესში გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის ცხრილები:

უძრავი

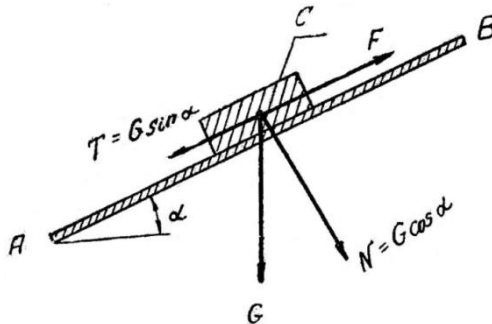
- რიკულეზიანი,
- რკალური;

მოძრავი

- წრიულად მოძრავი (ვალცებიანი, დოლური);
- გრძივი რხევადი;
- ნახევრად ვიბრაციული (გირაციული);
- ვიბრაციული, წრფივი ვიბრაციით;
- ვიბრაციული, წრიული ვიბრაციით.

4.1. რიკულეზიანი ცხრილი

უძრავი ცხრილის გამცხრილავ ზედაპირზე მასალა მოძრაობს სიმძიმის ძალის მოქმედებით (ნახ. 4.1)



ნახ. 4.1 მარცვლის მოძრაობა გამცხრილავ ზედაპირზე

სიმძიმის ძალა იშლება ტანგენციურ $T=G\sin \alpha$ და ნორმალურ $N=G\cos \alpha$ მდგენელებად. მამოძრავებელი T ძალა აღძრავს მის საწინააღმდეგოდ მიმართულ დამამუხრუჭებელ (ხახუნის) F ძალას $F = f G \cos \alpha$.

როდესაც $F > T$ მასალა არ მოძრაობს, ე.ი.

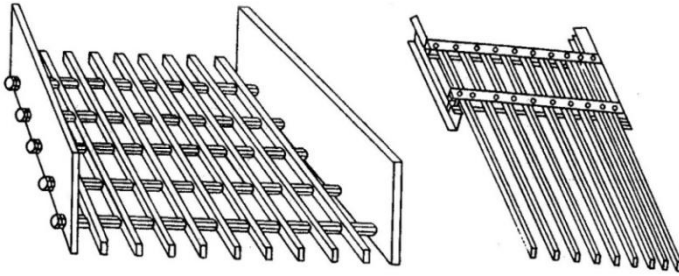
$$fG\cos \alpha \geq G \sin \alpha$$

აქედან

$$f \geq \operatorname{tg} \alpha ;$$

მეორე მხრივ ხახუნის კოეფიციენტი $f = \operatorname{tg} \varphi$; φ - ხახუნის კუთხეა, მაშასადამე როდესაც $\alpha \geq \varphi$ მასალა უძრავია. ჩვეულებრივ, ცხრილებისათვის $f = 0,3$ -ს , $\varphi = 16^{\circ} 40'$. აქედან გამომდინარე მასალამ ამ ცხრილის ზედაპირზე რომ იმოძრაოს, საჭიროა $\alpha \geq 17^{\circ}$. უძრავი ცხრილის დახრის კუთხის სიდიდე დამოკიდებულია მასალის სახეობაზე, მის ტენიანობაზე, მარცვლის ფორმასა და სისხოზე.

რიკულებიანი ცხრილი (ნახ. 4.2) მონტაჟდება დახრილად და გამოიყენება გაცხრილვის მსხვილ სტადიაში. მადნებისათვის დახრის კუთხე აიღება $40 - 45^{\circ}$, ხოლო ნახშირებისათვის $30 - 35^{\circ}$, სველი მასალის გაცხრილვის დროს ცხრილის დახრის კუთხეს ზრდიან $5 - 10^{\circ}$ -ით.



ნახ. 4.2. რიკულეზიანი ცხრილები

ტენიანი მასალის გაცხრილვისას ეფექტურობის გაზრდის მიზნით რიკულეზიანი ცხრილი მაგრდება კონსოლურად (ნახ. 4.2). ცხრილზე მასალის გადაადგილებით რიკულეზის ბოლო ნაწილი ვიბრირებს, რაც ამცირებს საცრის ხვრეტში მასალის გაჩხერას და ზრდის ეფექტურობას. რიკულეზიანი ცხრილის მწარმოებლობა გაიანგარიშება ფორმულით

$$Q = 2,4 F \cdot d \text{ ტ/სთ,}$$

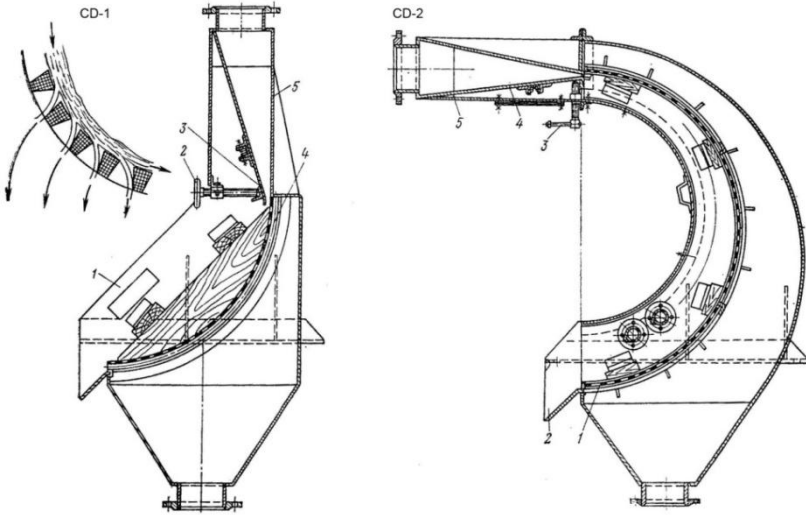
სადაც F არის ცხრილის მუშა ფართობი, მ^2 ;

d — ხვრეტის ზომა, მმ .

რკალური ცხრილები (ნახ. 4.3):

გამოიყენება წვრილმარცვლოვანი მასალის კლასიფიკაციისა და გაუწყლოებისათვის. იგი ორგვარი კონსტრუქციისაა.

- 1) CD -1 პულპის ვერტიკალური მიწოდებით.
- 2) CD -2 პულპის ჰორიზონტალური მიწოდებით.



ნახ. 4.3. რკალური ცხრილები

ცხრილის კორპუსში ჩამაგრებულია ტრაპეციული კვეთის რკალის ფორმის რიკულები $30-60^{\circ}$ დახრით. ხვრეტში გასული მასალის ზომა

$$D = a \cos \alpha - l \sin \alpha,$$

სადაც d არის ხვრეტის ზომა;

l — რკალის დიამეტრი;

α — რკალის დახრის კუთხე.

რადგან რკალის დახრის კუთხე 30 -დან 60° -მდე ვვალეზადობს, ხოლო $\cos 60^{\circ} = 0,5$ ამიტომ საცერში გასული მარცვლის ზომა ხვრეტის ზომის ნახევრის ტოლია. რკალური ცხრილის ხვრეტის ზომაა $0,5$ —დან 3 მმ—მდე. რკალური ცხრილების მწარმოებლობა პროპორციულია პულპის მიწოდების

სიჩქარისა და საცრის ცოცხალი კვეთის ფართობისა და გამოითვლება ფორმულით.

$$Q = C F_0 V \text{ მ}^3/\text{სთ} ,$$

სადაც C არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, $C = 160-200$;

F_0 – ცხრილის ცოცხალი კვეთის ფართობი (ცოცხალი კვეთის კოეფიციენტი 0,3-0,4-ის ტოლია).

V - პულპის მიწოდების სიჩქარე, $V = 3-8 \text{ მ}^3/\text{წმ}$;

რეალური ცხრილები ფართოდ გამოიყენება ნახშირების გაუმლამებისა და დაფქული მადნის კლასიფიკაციისათვის.

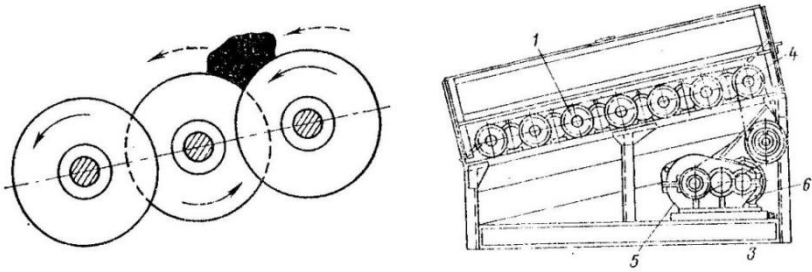
4.2. წრიულად მოძრავი ცხრილები

ვალცებიანი ცხრილი (ნახ. 4.4) შედგება დახრილ საყრდენზე პარალელურად დამონტაჟებულ რამდენიმე ვალცისაგან, რომლებიც ბრუნავენ მასალის გადაადგილების მიმართულებით.

ვალცებიანი ცხრილი ორნაირი კონსტრუქციისაა:

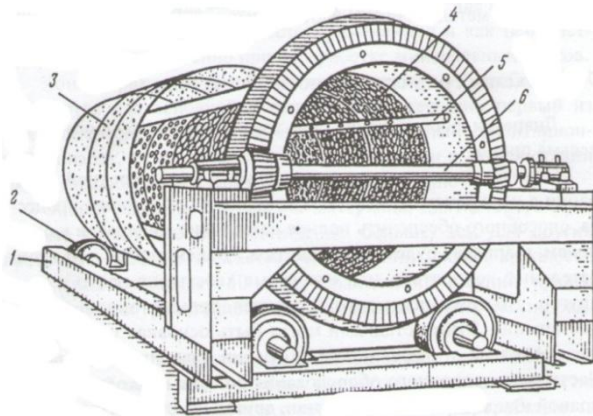
1. $\Gamma B D$ - წრიული დისკოებით.
2. $\Gamma B \Phi$ - ფიგურული დისკოებით.

ვალცებიანი ცხრილები გამოიყენება მსხვილ სტადიაში ნახშირების წინასწარი გაცხრილვისათვის.



ნახ. 4.4 ვალცებიანი ცხრილი.

დოლური ცხრილები (ნახ. 4.5) გეომეტრიული ფორმის მიხედვით შეიძლება იყოს ცილინდრული, კონუსური ან პრიზმული.



ნახ. 4.5 დოლური ცხრილი

1-სადგარი; 2-საყრდენი გორგოლაჭი; 3,4-გარე და შიგა პერფორირებული დოლი; 5-წყლის მფრქვევანა; 6-ამძრავი ლილვი.

ცილინდრულ დოლურ ცხრილებში ღერძი ჰორიზონტის მიმართ დახრილია $1-14^{\circ}$ (ხშირად $4-7^{\circ}$), ხოლო კონუსურში ღერძი ჰორიზონტალურია.

დოლურ ცხრილებში ცხავეები განლაგებულია როგორც წვრილიდან მსხვილისაკენ, ისე მსხვილიდან წვრილისაკენ.

პრიზმული ცხრილები ძირითადად გამოიყენება სამშენებლო მასალების წარმოებაში ღორღის კლასიფიკაციისათვის.

დოლურ ცხრილებში მასალა გადაადგილება მბრუნავი დოლის შიგა ზედაპირზე ხახუნის ძალის მოქმედებით, აიწევა განსაზღვრულ სიმაღლემდე და შემდეგ ჩამოგორდება ქვემოთ და გადაადგილდება ზიგზაგისებურად დოლის ღერძის დახრის მიმართულებით. დოლის ბრუნვის სიხშირე შეზღუდულია განსაზღვრულ სიდიდემდე, რადგან დიდი სიხშირის დროს მასალა ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით ბრუნავს დოლთან ერთად და გაცხრილვა არ ხდება. ასეთ ბრუნთა რიცხვს კრიტიკული ბრუნთა რიცხვი ეწოდება და გამოითვლება ფორმულით.

$$n_{კრ} = \frac{30}{\sqrt{R}},$$

სადაც R არის დოლის რადიუსი, მ.

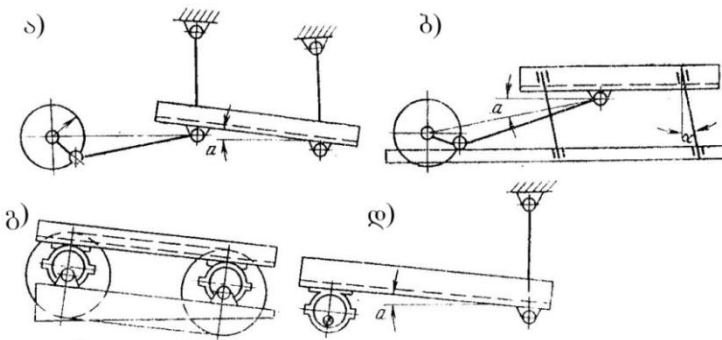
დოლური ცხრილების ბრუნთა რიცხვი აიღება კრიტიკული ბრუნთა რიცხვის 30—50%. პრაქტიკული მონაცემებით დოლური ცხრილების წრიული სიჩქარე ცვალებადობს 0,7—დან 1მ/წმ—მდე, ხოლო ხვედრითი მწარმოებლობა მშრალი გაცხრილვისათვის 0,25—დან 0,3ტ/სთ—მდე ცვალებადობს, ხოლო სველი გაცხრილვისას 0,45 ტ/სთ აღწევს.

დოლური ცხრილი გამოიყენება აგრეთვე თიხაშემცველი მადნების მოსარეცხად. მორეცხვის პროცესში გამოყენებულ დოლური ცხრილებს „ბუტარებს“ უწოდებენ. ბუტარები

გამოიყენება აგრეთვე გრაფიტისა და აზბესტის გამამდიდრებელ ფაბრიკებში სასაქონლო პროდუქტის დასახარისხებლად.

4.3. გრძივად მერხვეი ცხრილები

გრძივად მერხვეი ცხრილების ხოკერი დამონტაჟებულია სადგარზე მაზამზარებელი საკიდრით ან საყრდენით, რომელიც ასრულებს წინსვლით-უკუქცევით, წრიულ ან რთულ მოძრაობას (ნახ. 4.6)

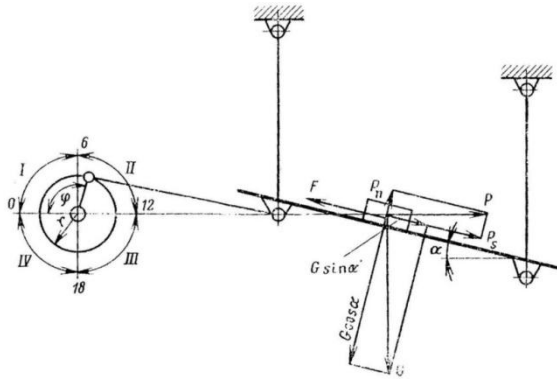


ნახ. 4.6. გრძივად მერხვეი ცხრილების კინემატიკური სქემები

- ა. ექსცენტრიკული მექანიზმით წინსვლით—უკუქცევითი მოძრავი, ჩარჩოზე სახსრული საკიდრით დაკიდებული.
- ბ. ექსცენტრიკული მექანიზმით წინსვლით- უკუქცევითი მოძრავი, ჩარჩოზე სახსრული საყრდენით დამაგრებული.
- გ. ორლილვიანი მრუდხარა მექანიზმით ვერტიკალურ სიბრტყეში წრიულად მერხვეი.

დ. რთული მოძრაობის დახრილ ხოკერიანი, რომლის ზედა ნაწილი მრუდხარა მექანიზმით ასრულებს წრიულ რხევას, ხოლო ქვედა წრფივს.

განვიხილოთ გრძივად მერხვე ცხრილზე მასალის მოძრაობის სქემა (ნახ. 4.7).



ნახ. 4.7. გრძივად მერხვე ცხრილზე მასალის მოძრაობის სქემა

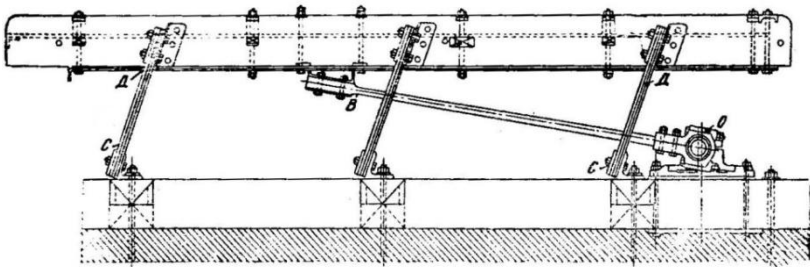
ცხრილი რხევას იწყებს ელექტრო ძრავისა და მრუდხარა მექანიზმის საშუალებით. თუ მრუდხარას რადიუსს ავღნიშნავთ — r , მაშინ მისი წრიული სიჩქარე

$$V = \omega r = \frac{2\pi n r}{60}.$$

როდესაც მრუდხარა I და II მეოთხედებში ბრუნავს ხოკერი ასრულებს წინსვლით მოძრაობას, ამ დროს მამოძრავებელი ძალის ნორმალური მდგენელი შეეცდება ხვრელში გაჭედილი მარცვლის ამოგლეჯვას, ხოლო ტანგენციური მდგენელი მარცვლის ხვრელში ჩაგორებას. მრუდხარის III- IV მეოთხედებში მოძრაობისას, ე.ი. 180° —ით შემობრუნების დროს ხოკერი ასრულებს უკუსვლით მოძრაობას, ამ დროს მამოძრავებელი ძალის ნორმალური

მდგენელი ცდილობს მარცვლის ხვრეტში გაძვრენას, ხოლო ტანგენციური მდგენელი მარცვლის ზემოთ აგორებას. მერხვეი ცხრილის ზედაპირზე მასალის მოძრაობის ხასიათს განსაზღვრავს ექსცენტრიკული ლილვისა და ექსცენტრიტეტის ბრუნვის სიხშირე.

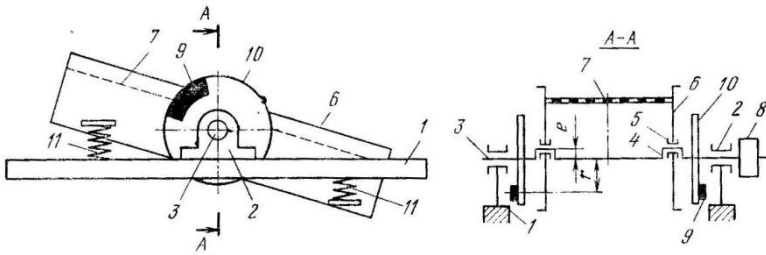
4.8 ნახაზზე გამოსახულია გრძივად მერხვეი ცხრილის საერთო ხედი.



ნახ. 4.8. გრძივად მერხვეი ცხრილი

4.4. ნახევრად ვიბრაციული (გირაციული) ცხრილი

ნახევრადვიბრაციულ ცხრილს მუშაობის პრინციპის მიხედვით, გრძივად მერხვე და ვიბრაციულ ცხრილებს შორის შუალედური მდგომარეობა უჭირავს. იგი მზადდება ერთი, ორი და ზოგჯერ სამსა ცრიანი ხოკერით, რომელიც ვერტიკალურ სიბრტყეში მცირე რადიუსით ასრულებს წრიულ მოძრაობას (ნახ. 4.9).



ნახ. 4.9. ნახევრად ვიბრაციული ცხრილის კინემატიკური სქემა

- 1-სადგარი; 2-საკისარი; 3-ექსცენტრიკული ლილვი; 4- ექსცენტრიკი;
 5-საკისარი; 6-ხოკერი; 7-საცერი; 8-შკივი; 9-დებალანსური ტვირთი;
 10-მქნევრა; 11-ზამბარა.

უძრავ ჩარჩოზე ჰორიზონტალურად საკისრებით დამაგრებულია ექსცენტრიკული ლილვი, რომელზედაც საკისრებით დახრილად $\alpha = 10 \div 30^0$ დამაგრებულია ხოკერი. ექსცენტრიკული ლილვის ბრუნვის შედეგად ხოკერის შუა ნაწილი ლილვის ექსცენტრიტეტის ტოლი რადიუსით ასრულებს წრიულ მოძრაობას, ხოლო თავი და ბოლო ოვალურ ტრაექტორიაზე მოძრაობს. ხოკერის წრიულ ტრაექტორიაზე მოძრაობის დროს წარმოიქმნება ცენტრიდანული ძალა

$$\frac{MV^2}{e} = \frac{M\Pi^2 en^2}{30^2},$$

სადაც M — ხოკერის მასაა მასალასთან ერთად;

V — მრუდხარას წრიული სიჩქარე;

e —ლილვის ექსცენტრისიტეტი;

n —ლილვის ბრუნვის სიხშირე ბრ/წთ .

ექსცენტრიკული ლილვის ბრუნვის შედეგად წარმოქმნილი ცვლადი მიმართულების ინერციის ცენტრიდანული ძალა

გადაეცემა ცხრილის უძრავ ჩარჩოს, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს საყრდენი კონსტრუქციის რხევა და დაზიანება. ამ ძალის გასაწონასწორებლად ლილვის ორივე მხარეს დამაგრებულია მქნევარა გაუწონასწორებელი ტვირთით, რომლის წონა შეირჩევა ისე, რომ მათი და ხოკერის ბრუნვის შედეგად წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალები იყოს გაწონასწორებული, ე. ი. აწონასწორებდეს ერთმანეთს.

$$\frac{M\Pi^2 en^2}{30^2} = \frac{2m\Pi^2 rn^2}{30^2}; \quad Me = 2mr ;$$

სადაც m —ერთი გაუწონასწორებელი ტვირთის მასაა.

გირაციული ცხრილები მზადდება სხვადასხვა კონსტრუქციის და ზომის. ცხრილების ლილვის ექსცენტრიტეტი ცვალებადობს 1,5 -6 მმ, ლილვის ბრუნვის სიხშირე 75 -1000 ბრ/წთ. გირაციული ცხრილები ძირითადად გამოიყენება სამსხვრევ- დამხარისხებელ ფაბრიკებში ღორღის დასამზადებლად.

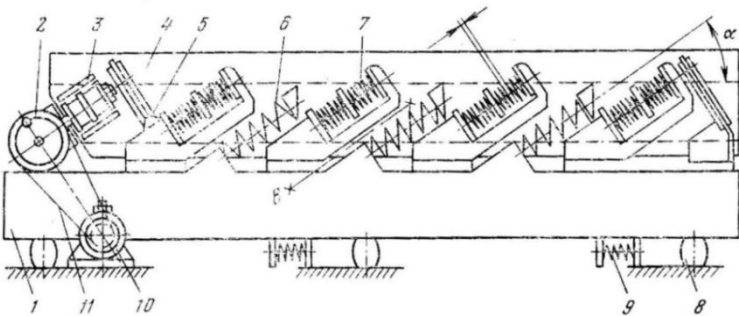
4.5. ვიბრაციული ცხრილები წრფივი ვიბრაციით

ვიბრაციულ ცხრილებს წრფივი ვიბრაციით მიეკუთვნება ექსცენტრიკულ-მექანიზმიანი და ელექტროვიბრატორიანი რეზონანსული ცხრილები და თვითცენტრირებად ვიბრატორიანი ცხრილები.

რეზონანსული ცხრილი წარმოადგენს გრძივა მერხვეი ცხრილების გაუმჯობესებულ კონსტრუქციას, მასში მაზამბარებელი საყრდენები შეცვლილია მძლავრი ზამბარებით.

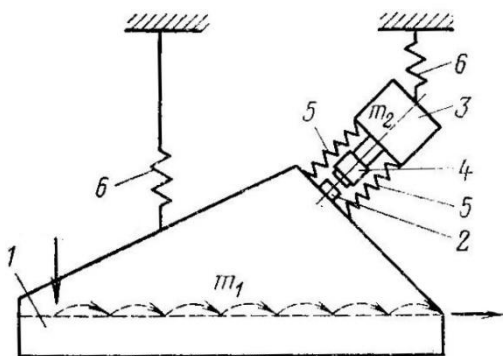
ექსცენტრიკულმექანიზმიან რეზონანსული ცხრილების ხოკერს რხევითი მოძრაობა გადაეცემა გრძივი ცხრილების ანალოგიურად. ამ სისტემაში დრეკადობის ძალა სინუსოიდურად იცვლება და იწვევს ხოკერის იძულებით რხევას ე. ი. სისტემა მუშაობს რეზონანსულად.

გრძივი ზამზარულსაყრდენიანი ცხრილების მსგავსად რეზონანსულ ცხრილებს ახასიათებს მასალის შესროლა. ეს უკანასკნელი იწვევს მასალის გაფხვიერებას და გაჭედილი მარცვლების ხვრელიდან ამოყრას, ჰაერში შეტყორცნას და ვარდნის დროს წარმოშობილი გრავიტაციული ძალით ნახვრეტებში გაძვრენას. რეზონანსული ცხრილები (ნახ.4.10) გამოიყენება ნახშირის მშრალი და სველი კლასიფიკაციის გაუწყლოებისა და სუსპენზიის რეგენერაციის პროცესში. ელექტრომაგნიტური, ვიბრატორიანი, რეზონანსული ცხრილები (ნახ.4.11) შედგება ორი ნაწილისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ზამზარებით და მათი რხევა განხორციელებულია ელექტრომაგნიტური ვიბრატორით.



ნახ. 4.10. რეზონანსული ცხრილი

1-ჩარჩო; 2-ექსცენტრიკული ამბრავი; 3-ჩარჩოსთან ბარბაცას
 შემაერთებელი რეზინის დეტალი; 4-ხოკერი; 5-ჩარჩოსა და ხოკერის
 შემაერთებელი ბრტყელი რესორი; 6-ზამბარა; 7-ზამბარიანი ბუფერი;
 8-ამორტიზატორი; 9-ზამბარა; 10-ელექტრო ძრავა; 11-სოლური ღვედი.



ნახ. 4.11. ელექტროვიბრაციული ცხრილის სქემა

1-ხოკერი; 2-ვიბრაციული ღუზა; 3,4-ელექტრო მაგნიტური
 ვიბრატორი; 5-ზამბარა; 6-ზამბარული საკიდარი

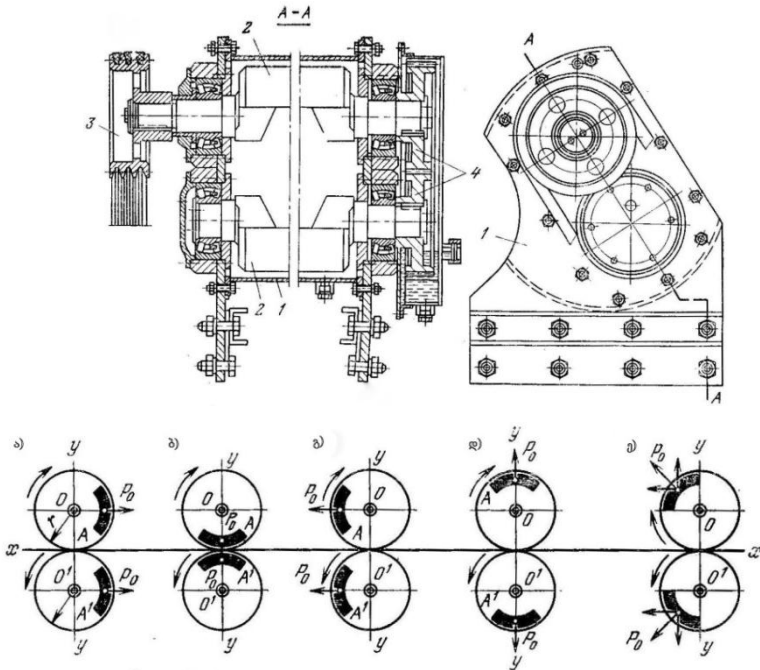
ვიბრატორის ელექტრო მაგნიტურ გულარზე ერთდროულად დახვეულია ცვლადი და მუდმივი დენის ხვიები. ცვლადი და მუდმივი დენი ელექტრომაგნიტების წრედში ქმნის პულსირებულ მაგნიტურ ნაკადს, რაც იწვევს ხოკერის რხევით მოძრაობას.

ელექტრო ვიბრატორის რხევათა რიცხვი ცვლადი დენის 50 ჰერ/წმ სიხშირის ტოლია ე. ი. ცვლადი სიხშირე 1წთ, შეადგენს $50 \cdot 60 = 3000$ ჰერცს.

ამ სისტემას გააჩნია დიდი მარგი ქმედებისა და სიმძლავრის ($\cos \varphi = 1$) კოეფიციენტები, რაც რხევის სიხშირის მდორედ ცვალებადობის საშუალებას იძლევა.

თვითბალანსირებად ვიბრატორიანი ცხრილები მზადდება ორი ან რამდენიმე გამცხრილავი ზედაპირით, რომელთა ხოკერი რხევით მოძრაობას ასრულებს მასზე დამონტაჟებული ვიბრატორით. ვიბრატორი შედგება თანაბარი დებალანსის მქონე ორი პარალელური ურთიერთსაპირისპირო ტოლი სიჩქარით ბრუნავი ლილვისაგან.

თვითბალანსირებადი ვიბრატორი და მისი მოქმედების სქემა მოცემულია ნახ.4.12.

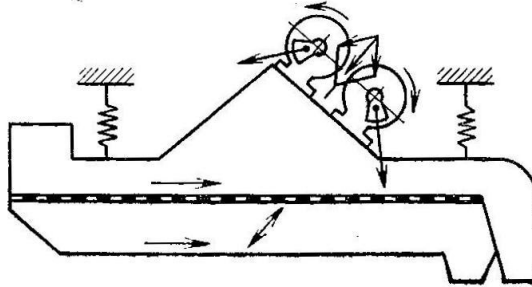


ნახ. 4.12. თვითბალანსირებადი ვიბრატორი და მისი მოქმედების სქემა

1-კორპუსი; 2-დებალანსი; 3-შკივი; 4-კბილა თვალი

ა,ბ,გ,დ,ე- დებალანსური ტვირთის სხვადასხვა მდებარეობა.

ხოლო თვითბალანსირებადი ცხრილის სქემა 4.13 ნახაზზე. თვითბალანსირებადი ცხრილები მზადდება მსუბუქი (FCI), საშუალო (FCC) და მძიმე (FCT) ტიპის. გამოიყენება ნახშირისა და მადნის კლასიფიკაციის, გაუწყლობისა და სუსპენზიის რეგენერაციის პროცესებში.

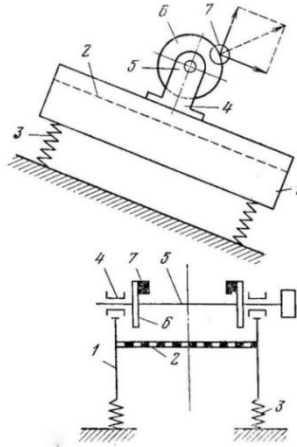


ნახ. 4.13. თვითბალანსირებადი ცხრილის სქემა

4.6. ვიბრაციული ცხრილები წრიული ვიბრაციით

ვიბრაციულ ცხრილებს მიეკუთვნება ცხრილები მარტივი დებალანსური ვიბრატორით და თვითცენტრირებადი ვიბრატორით.

ცხრილში, რომელსაც მარტივი ბალანსური ვიბრატორი აქვს ხოკერის ვიბრაცია განხორციელებულია დებალანსის გაუწონასწორებელი ტვირთის ბრუნვის შედეგად წარმოქმნილი ინერციის ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით (ნახ. 4.14).



ნახ. 4.14. მარტივი დებალანსური ვიბრატორის მქონე ვიბრაციული ცხრილის სქემა

1-ხოკერი; 2-ბადურა; 3-ზამზარული რესორი; 4-საკისარი; 5-ლილვი; 6-მქნევარა; 7-დებალანსი.

ხოკერი სადგარზე ზამზარებით დაკიდებულია ან დამაგრებულია დახრილად ($15—30^0$), რომელზედაც საკისრებით დამაგრებულია ლილვი. დებალანსის ბრუნვის შედეგად წარმოიქმნება რადიალურად მიმართული ინერციის ცენტრიდანული ძალა

$$P = \frac{\pi^2 n^2 r}{30^0} 2m,$$

სადაც m — ერთი დებალანსური ტვირთის მასაა, კგ;

n — ლილვის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

r — ბრუნვის ღერძსა და ტვირთის სიმძიმის ცენტრს

შორის მანძილი, მ.

ცენტრიდანული ძალა შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ორი მდგენელით. ერთი მიმართულია ხოკერის სიბრტყისა და ზამზარის

ღერძის პერპენდიკულარულად, მეორე კი ხოკერის სიბტყის პარალელურია. პირველი მდგენელის მოქმედებით ხოკერის საყრდენი ზამბარები იკუმშება და იშლება, ხოლო მეორით შთაინთქმება ზამბარების ღერძის მიმართულების სიხისტე. რის შედეგადაც ხოკერი მოძრაობს ელიფსურ ტრაექტორიაზე. ამიტომ რხევის რადიუსი დამოკიდებულია ხოკერისა და დებალანსური ტვირთის მასათა ფარდობაზე.

ხოკერის რხევის ამპლიტუდის რეგულირება შესაძლებელია დებალანსური ტვირთის (m) ან ბრუნვის რადიუსის (r) ცვლილებით.

$$am_r = 2rm ; \quad \frac{a}{r} = \frac{2m}{m_r} ,$$

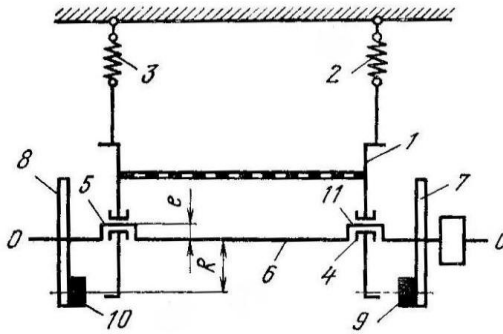
სადაც a არის ცხრილის ხოკერის რხევის ამპლიტუდა (წრიული რხევის რადიუსი);

m — ხოკერის სრული მასა (მასალასთან ერთად).

მარტივი დებალანსური ვიბრატორის მქონე ცხრილი გამოიყენება წვრილ და მსხვილმარცვლოვანი მასალის გასაცხრილად. გაცხრილვის მსხვილ სტადიაში რხევის ამპლიტუდის ოპტიმალური მნიშვნელობა შეადგენს 12 მმ-ს, სიხშირე 750 რხ/წთ, წვრილ სტადიაში კი 5 - 7 მმ-ს სიხშირე 1000 რხ/წთ -ს.

რაიმე მიზეზით ამპლიტუდის ოპტიმალური მნიშვნელობის ცვლილება (გაზრდა ან შემცირება) იწვევს ცხრილის ეფექტურობის შემცირებას. რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს ცხრილის წარმადობის ან დებალანსური ტვირთის მასისა და მისი ბრუნვის

რადიუსის ცვლილებით. თვითცენტრირებად ვიბრატორიანი ცხრილის პრინციპული სქემა მოცემულია 4.15 ნახაზზე.



ნახ. 4.15. თვითცენტრირებადი ცხრილის სქემა

1-ხოკერი; 2-3-ზამბარული საკიდარი; 4,5-საკისარი;

6-ექსცენტრიკული ლილვი; 7,8-მქნევარა; 9,10-დებალანსი.

ცხრილის უძრავ კონსტრუქციაზე ზამბარებით დახრილად დაკიდებულ ხოკერზე საკისრებით დამონტაჟებულია ექსცენტრიკული ლილვი. მასზე ორივე მხარეს ჩამოცმულია მქნევარები დებალანსური ტვირთით. ხოკერის წრიული რხევა განპირობებულია ორი მბრუნავი მასის ურთიერთმოქმედებით. მათ შორის ერთი წარმოადგენს ცხრილის ხოკერს, მეორე კი — ლილვზე დამაგრებულ დებალანსურ ტვირთს.

დებალანსური ტვირთები შეირჩევა ისე, რომ მათ მიერ და ექსცენტრიკეტის ტოლ რადიუსზე მბრუნავი ხოკერის მიერ წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალები აწონასწორებდეს ერთმანეთს, ე. ი.

$$Me = mR,$$

სადაც M არის მასალით დატვირთული ხოკერის მასა;

e — ლილვის ექსცენტრისიტეტი;

m — დებალანსური ტვირთის მასა;

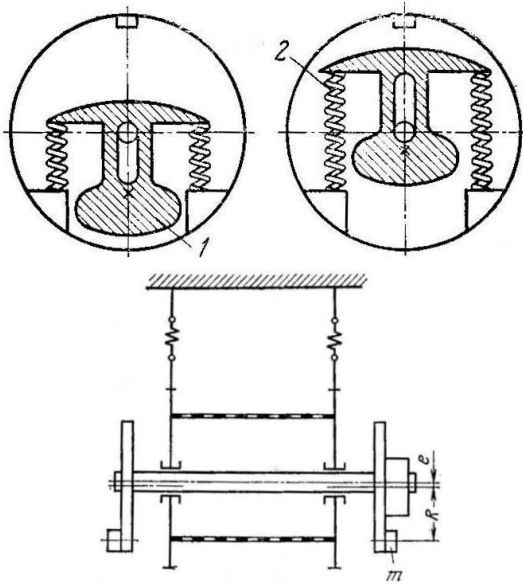
R — დებალანსური ტვირთის ბრუნვის რადიუსი;

აღნიშნული ტიპის ცხრილს ერთი ნაკლი აქვს, თუ გაჩერების წინ შეწყვეტილი არ იქნა მასალის მიწოდება, მოსალოდნელია ცხრილის რეზონანსში მოსვლა და დაზიანება. გაშვების პერიოდში ბრუნთა რიცხვი იცვლება 0-დან მაქსიმუმამდე, ე. ი.

$$N = n_0 \div n_{\text{მ.კ.}}$$

ამიტომ ერთ გარკვეულ პერიოდში მოსალოდნელია ბრუნთა რიცხვი გაუტოლდეს საკუთარ რხევათა რიცხვს, ე. ი. ვიბრაციის ამპლიტუდა დაემთხვევა საკუთარი რხევის ამპლიტუდას და ცხრილი იწყებს ძიგძიგს რასაც მოჰყვება კონსტრუქციის დაზიანება.

იმავე ტიპის მოდერნიზებულ ცხრილში ეს ნაკლი აღმოფხვრილია ავტომატური დებალანსის გამოყენებით (ნახ. 4.16).



ნახ. 4.16. თვითცენტრირებადი ვიბრაციული ცხრილისა და ავტომატური დეზალანსის სქემა
1-დეზალანსი; 2-ზამზარა.

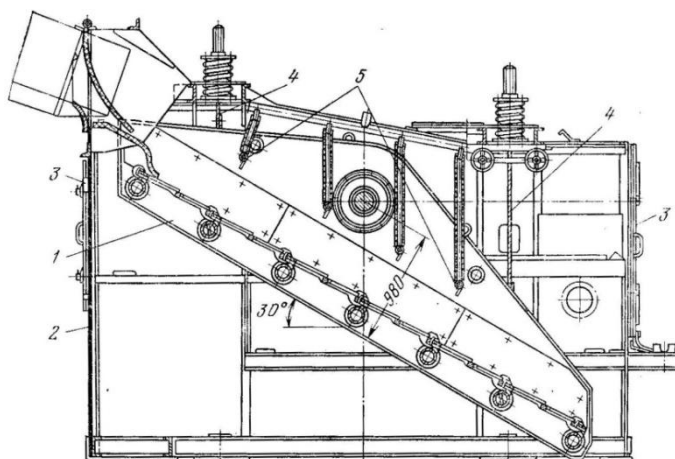
იგი შედგება ტვირთისა და ზამზარებისაგან, რომელთა ერთი ბოლო დამაგრებულია ტვირთზე, მეორე კორპუსზე. ტვირთს შეუძლია ვერტიკალურ სიბრტყეში გადაადგილება. ავტომატური დეზალანსი შემდეგნაირად მუშაობს: ცხრილის ამუშავების პერიოდში ბრუნთა რიცხვი n_0 მცირეა, შესაბამისად ცენტრიდანული ძალა

$$P_0 = \frac{Gn_0^2 r}{900}$$

მცირეა ზამზარის დრეკადობის ძალაზე. ამის გამო ზამზარა გაშლილი რჩება ე. ი. ტვირთის სიმძიმის ცენტრი ბრუნვის

ცენტრის მახლობლად იქნება მოთავსებული, ამიტომ დებალანსის აღმგზნები ძალა მცირეა და ცხრილი თავისუფლად გადალახავს რეზონანსის საზღვარს. როდესაც ბრუნთა რიცხვი გაიზრდება, მაშინ p მეტი იქნება p_0 -ზე ასევე ზამბარის დრეკადობის ძალაზე, ზამბარა შეიკუმშება (ნახ. 4.16). სიმძიმის ცენტრი დაშორდება ბრუნვის ცენტრს და დებალანსი შექმნის ვიბრაციისათვის საჭირო ინერციის ძალას. ავტომატურდებალანსიანი თვითცენტრირებული ცხრილი აღარ საჭიროებს ექსცენტრიკულ ლილვს.

თვითცენტრირებადი ცხრილი მზადდება მსუბუქი (ГИЛ), საშუალო (ГИС) და მძიმე ტიპის (ГИТ) (ნახ. 4.17).



ნახ. 4.17. თვითცენტრირებადი ვიბრაციული ცხრილი (ГИТ)

1-ხოკერი; 2-ჩარჩო; 3-ფანჯარა; 4-ზამბარული საკიდარი;

5-მფრქვევანა.

მსუბუქი ტიპის ცხრილი გამოიყენება ნახშირის, საშუალო ტიპის 1,6 მ³/ტ ნაყარი წონის მადნების, ხოლო მძიმე ტიპის 2,5 მ³/ტ ნაყარი წონის მადნების გასაცხრილად.

4.7. ნახევრად ვიბრაციული და ვიბრაციული ცხრილების მწარმოებლობის გაანგარიშება

გაცხრილვის პროცესზე გადაწყვეტ გავლენას ახდენს გასაცხრილავი მასალის ფიზიკური თვისებები. აღნიშნულის გათვალისწინებით გირაციული და ვიბრაციული ცხრილების მწარმოებლობის გასაანგარიშებელი რამდენიმე ფორმულა არსებობს, მათ შორის უფრო ზუსტია ინსტიტუტ „მეხანობრის“ მიერ შემუშავებული ემპირიული ფორმულა:

$$Q = Fq\delta KInnop \text{ ტ/სთ,}$$

სადაც F არის ცხრილის მუშა ფართობია, მ² ;

q — ცხრილის მწარმოებლობა, მ³/სთ (ცხრილი 4.1);

δ — გასაცხრილავი მასალის ნაყარი წონა, ტ/მ³;

K, I, m, n, o, p — შემასწორებელი კოეფიციენტები (ცხრილი 4.2).

ცხრილი 4.1

q — კუთრი მწარმოებლობის მნიშვნელობები

ხვრეტის ზომა, მმ-ობით.	0,1	0,	0,	0,4	0,5	0,6	1,1	2,	3,1	5
	5	2	3	2	0	3	7	0	5	

კუთრი მწარმოებლობა, $q_1 \text{ მ}^3 / \text{მ}^2$	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,4	5,5	7,0	11,0
ხვრეტის ზომა, მმ-ობით.	8	10	12	16	20	25	30	40	50	80
კუთრი მწარმოებლობა, q .	17	19	20	25,5	28	31	34	38	42	56

ცხრილი 4.2

k, l, m, n, o, p — კოეფიციენტთა მნიშვნელობები.

კოეფიციენტი	გაცხრილვის პირობები და კოეფიციენტთა მნიშვნელობები										
წვრილი მარცვლის გავლენის — k	კვებაში 0,5 d-ზე წვრ. კლასის, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	$k =$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
მსხვილი კლასის გავლენის — l	+d მმ კლასის %	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90
	$l =$	0,94	0,97	1,00	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,05	3,36
გაცხრილვის ეფექტურობის გავლენის — m	$\eta \% =$	40	50	60	70	80	90	92	94	96	98
	$m =$	2,3	2,1	1,9	1,6	1,3	1,0	1,9	0,8	0,6	0,4

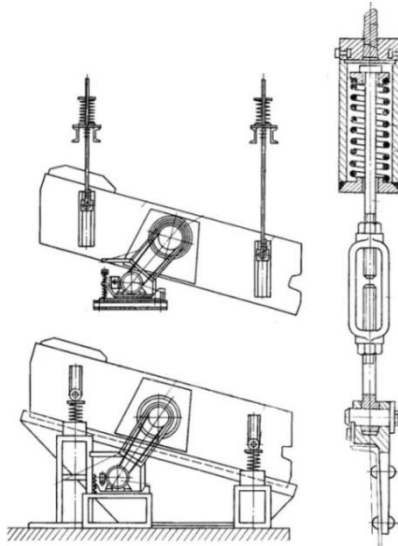
ფორმის გავლენის — n	მარცვლის ფორმა	დამსხვრეუ ლი მასალა	მგრვალმარცვლო ვანი	ნახშირი
	n =	1,0	1,25	1,5
ტენის გავლენის — o	მასალის ტენიანობა	როცა d < 25 მმ		როცა d > 25 მმ
		მშრალი	ტენიან ი	ტენიანობის მიხედვით
	0 =	1	0,75- 0,85	0,90-1,0
გაცხრილვ ის სახეობის გავლენის — p	გაცხრილვა	როცა d > 25 მმ		როცა d < 25 მმ
		მშრალი	სველი	ნებისმიერი
	P =	1,0	1,25- 1,40	1,00

4.8. ცხრილების მონტაჟი და ექსპლუატაცია

ნებისმიერ დანადგარს ყოველთვის ახლავს პასპორტი და ინსტრუქცია, რომელშიც მოცემულია მისი მონტაჟისა და რეგულირების თავისებურებანი. სამონტაჟო მოედანს პირველ რიგში ამარაგებენ მონტაჟისათვის საჭირო ყველა აგრეგატით, იარაღით, დეტალითა და მასალით.

სამონტაჟო სამუშაოს დაწყებამდე ცხრილის პასპორტის მიხედვით მოწმდება დეტალების ვარგისიანობა. ცხრილი დადგმისა და განლაგების მიხედვით შეიძლება იყოს: საკიდარზე დაკიდებული, საყრდენზე დაყრდნობილი და დაყრდნობილ-დაკიდებული.

ვიბრაციული ცხრილის დადგმის სქემა და საკიდრის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 4.18 ნახაზზე.



ნახ. 4.18. ვიბრაციული ცხრილის დადგმის სქემა და საკიდრის კონსტრუქცია

ცხრილში ხოკერის დამაგრების შემდეგ თარაზოს საშუალებით მოწმდება ჰორიზონტალურობა. ცხრილი რეგულირდება დებალანსური ტვირთების გადაადგილებით.

ცხრილის ამუშავებამდე აუცილებელია შემოწმდეს: საკისრებში ზეთის არსებობა, სოლურღვედური გადაცემის მდგომარეობა და ვიბრატორი, რომლის ლილვი თავისუფლად უნდა ბრუნავდეს ხელით.

ცხრილი მიეკუთვნება მცირე სიმძლავრის მანქანებს, ამიტომ მისთვის გამოსადეგია მოკლედ ჩართული ძრავები, რომელთა ამუშავება შესაძლებელია როგორც მაგნიტური გამშვებით, ისე

უბრალო ქსელის ჩამრაზით. ცხრილის ამუშავების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს ბრუნვის მიმართულებას.

თუ ქარხნული დამზადების ცხრილს რაიმე მიზეზით საცერი შეეცვალა სხვა წონის საცრით, საჭიროა ცხრილის ბალანსირება.

ცხრილის ბადურა (გამცხრილავი ზედაპირი) კარგად უნდა იყოს დაჭიმული წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი ჩაიზნიქება და ცენტრალური ნაწილი მეტად გაცვდება. ცხრილის ექსპლოატაციის ერთ-ერთი დეფექტია ბადურის გაბიდვნა, რაც ამცირებს ცხრილის ეფექტურობას. იგი დამოკიდებულია გამჭექი მარცვლის რაოდენობასა და ვიბრაციის ხარისხზე.

ცხრილის ამუშავება ხდება დატვირთვის გარეშე, ხოლო გაჩერება — სრული განტვირთვის შემდეგ.

II ნაწილი - დამსხვრევა

თავი V. დამსხვრევის პროცესი

5.1. დამსხვრევის პროცესის დანიშნულება

დამსხვრევის პროცესის დანიშნულებაა გარეგანი ძალების ზემოქმედებით მყარი მასალის ნაწილაკებს შორის არსებული შეჭიდულობის ძალების დაძლევა და ნატეხის ზომის შემცირება.

სასრებლო წიაღისეულის დამსხვრევის ძირითადი დანიშნულებაა შემაღგენელი მადნეული და არამადნეული მინერალების მარცვალთა გახსნა.

გახსნით ძირითადად მიიღება მადნეული, არამადნეული მინერალების თავისუფალი და მინიმალური რაოდენობით შენაზარდი მარცვლები.

გამდიდრების დროს სხვადასხვა ხალასი მინერალის მარცვლები ადვილად შორდება ერთმანეთს, ხოლო შენაზარდი მარცვლები მოითხოვს ხელმეორედ გახსნას.

რაც უფრო სრულყოფილადაა მარცვალთა გახსნა, მით მარტივია გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა და მაღალია მისი ეფექტურობა.

ტექნოლოგიური დანიშნულების მიხედვით გამოყოფენ არჩევით დამსხვრევას, როდესაც წიაღისეულის შემაღგენელი მადნეული და ფუჭი ქანის მინერალები ერთმანეთისგან განსხვავდება სიმაგრითა და სიმტკიცით. ასეთ შემთხვევაში დამსხვრევით მინერალები ადვილად შორდება ერთმანეთს და კლასიფიკაციის შემდეგ წარმოადგენს სასაქონლო პროდუქტს.

დამსხვრევის პროცესში გამოყენებული ენერჯის სახეობის მიხედვით განასხვავებენ დამსხვრევის შემდეგ ხერხებს:

- მექანიკური- დამსხვრევა განხორციელებულია მექანიკური ძალით;

- პნევმატიკური- გამოყენებულია შეკუმშული ჰაერის ან ორთქლის ენერჯია;

- ელექტროჰიდრავლიკური, ელექტროიმპულსური, ელექტროთერმული-

გამოყენებულია ელექტროენერჯია;

- აეროდინამიკური- გამოყენებულია გაზის ჭავლის ენერჯია;

- ულტრაბგერითი- ულტრაბგერის ენერჯია ნატეხში იწვევს რეზონანსულ რხევებს და შლის მას.

სამთო მამდიდრებელ საწარმოებში ძირითადად გამოიყენება დამსხვრევის მექანიკური ხერხები.

5.2. დამსხვრევა- დაფქვის ხარისხი და სტადიები

დასამსხვრევ მადანში ნატეხის ზომა დამოკიდებულია საბადოს დამუშავების სისტემაზე. მადნების ღია წესით — კარიერული დამუშავების დროს ნატეხის მაქსიმალური ზომა 1200-1500 მმ აღწევს, ხოლო ნახშირის შემთხვევაში 500-600 მმ-ს.

მიწისქვეშა სისტემებით მადნების დამუშავების დროს მაქსიმალური ნატეხის ზომა 400-500 მმ-ია, ხოლო ნახშირების 200-250 მმ.

დამსხვრევის პროცესის ინტენსიურობა ხასიათდება დამსხვრევის ხარისხით, რომელიც უჩვენებს თუ რამდენჯერ შემცირდება მაქსიმალური ნატეხის ზომა.

დამსხვრევის ხარისხი (K) განისაზღვრება დასამსხვრევ მასალაში ნატეხის მაქსიმალური ($D_{\text{მსჯ}}$) ზომის ფარდობით დამსხვრეულ მასალაში ნატეხის მაქსიმალურ ($d_{\text{მსჯ}}$) ზომასთან

$$K = D_{\text{მსჯ}} / d_{\text{მსჯ}} .$$

პრაქტიკაში ფხვიერი მასალის ნატეხის მაქსიმალური ზომა განისაზღვრება ცხრილის ნახვრეტის იმ მინიმალური ზომით, რომელშიც გადის მასალის 95% , ფხვიერი მასალის საშუალო შეწონილი დიამეტრი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$d_{\text{საშ}} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \gamma_3 d_3 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n} ,$$

სადაც $\gamma_1 \dots \gamma_n$ არის კლასების გამოსავალი % ;

$d_1 \dots d_n$ — შესაბამისი კლასების დიამეტრის

საშუალო არითმეტიკული, მმ.

მდნები ძირითადად მინერალების წვრილმარცვლოვანი (74 მკმ) ჩაწინწკლელობით ხასიათდება და მათი ამ ზომამდე დაწვრილმანება თანამედროვე კონსტრუქციის ერთ სამსხვრეველაში შეუძლებელია, ამიტომ მადანს ამსხვრევენ თანდათან თანამიმდევრულ სტადიებად.

სტადიებად დამსხვრევა ხელს უწყობს აგრეთვე დამსხვრევის ძირითადი კანონის –”არ დავამსხვრიოთ არაფერი ზედმეტი”– დაცვას.

დამსხვრეული მასალის სისხოს ზღვრულ ზომაზე დამოკიდებულებით განასხვავებენ დამსხვრევის სამ სტადიას.

მსხვილი- 1200-დან 300 მმ-მდე ;

საშუალო- 300-დან 75 მმ-მდე ;

წვრილი- 75-დან 10-15 მმ-მდე ;

მაშინ დამსხვრევის მსხვილ სტადიაში დამსხვრევის ხარისხი შეადგენს

$$K_1 = 12000/300 = 4 ;$$

საშუალო სტადიაში $K_2 = 300/75 = 4 ;$

წვრილ სტადიაში $K_3 = 75/15 = 5 ;$

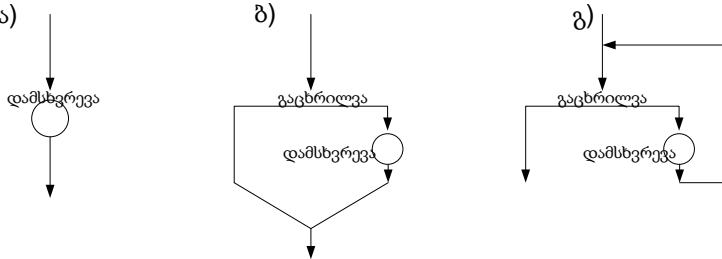
დამსხვრევის საერთო ხარისხი ცალკეული სტადიების ხარისხთა ნამრავლის ტოლია ე. ი.

$$K_{საერ} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 4 \cdot 4 \cdot 5 = 80 ;$$

დამსხვრევის საბოლოო ზომა განისაზღვრება მადანში სასარგებლო მინერალის ჩაწინწკლულობის ზომით. მაგალითი: ფერადლითონიან მადნებს, რომლებიც ხასიათდება წვრილმარცვლოვანი (74 მკმ) ჩაწინწკლულობით ამდიდრებენ ფლოტაციური მეთოდით — 0,1მმ-მდე დაფქულს. თანამედროვე ფლოტაციურ ფაბრიკებში შემოსული მადნის ნატეხების უდიდესი ზომაა 1500 მმ. ე.ი. 1500 მმ მადნის ნატეხები უნდა დაიმსხვრეს და დაიფქვას 0,1 მმ-მდე. ამ შემთხვევაში დამსხვრევა დაფქვის ხარისხი

$$K_{საერ} = \frac{1500}{0,1} = 15000 ;$$

დამსხვრევის სქემის შედგენა დამოკიდებულია დასამსხვრევი მასალის გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე, სიმაგრესა და მის რაოდენობაზე. სამსხვრეველა შეიძლება მუშაობდეს ღია და ჩაკეტილ ციკლში (ნახ. 5.1).



ნახ. 5.1. დამსხვრევის სქემები

ა-ბ- ღია ციკლი; გ- ჩაკეტილი ციკლი

დამსხვრევის ღია ციკლი გამოიყენება, როდესაც დასამსხვრევი მასალაში მზა კლასი (ზომამდე დამსხვრეული) მცირე რაოდენობითაა. მადანში წვრილი კლასის დიდი რაოდენობით არსებობისას დამსხვრევას უსწრებს დამხმარე გაცხრილვა.

დამსხვრევის ჩაკეტილი ციკლი გამოიყენება, როდესაც დამსხვრეულ მასალაში არსებული ზემსხვილი (სამსხვრეველას გამოსაშვებ ხვრელზე ორჯერ ან სამჯერ მეტი ზომა), ნატეხების გადამუშავება უძნელდება მომდევნო პროცესს. ასეთ შემთხვევაში საკონტროლო გაცხრილვით გამოყოფილი ზემსხვილი ნატეხები კვლავ უბრუნდება სამსხვრეველას. ჩაკეტილი ციკლი ძირითადად გამოიყენება დამსხვრევის ბოლო სტადიაში.

5.3. დამსხვრევის თეორიული საფუძვლები

დამსხვრევა-დაფქვის პროცესის ძირითადი დანიშნულებაა სასარგებლო წიაღისეულის შემადგენელი მინერალების მარცვალთა გახსნა, რაც განხორციელებულია გარეგანი ძალების ზემოქმედებით მინერალების ურთიერთშემაკავშირებელი შიგა ძალების დაძლევათ.

მინერალების შეჭიდულობის ძალები ორი სახისაა: კრისტალებს შორის და კრისტალის შიგნით მოლეკულებს შორის მოქმედი მიზიდულობის ძალა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება სიდიდით. დამსხვრევის პროცესში წიაღისეულის ნატეხი იმსხვრევა, როდესაც გარეგანი ძალების სიდიდე გადააჭარბებს ნატეხის სიმტკიცის ზღვარს.

დამსხვრევა-დაფქვის პროცესში ენერგია ნაწილობრივ იხარჯება დეფორმაციის ძალის მუშაობის სახით და ნაწილობრივ ახალი ზედაპირის შექმნისათვის საჭირო მუშაობაში.

დასამსხვრევი ნატეხების დეფორმაციის მუშაობა პროპორციულია დეფორმირებული ნატეხების მოცულობისა, ე. ი.

$$A_{\varphi} = K \Delta V,$$

სადაც ΔV - დეფორმირებული მოცულობაა, მ³ ;

K - პროპორციულობის კოეფიციენტი, ნ, მ/მ³.

ნატეხის ახალი ზედაპირის შექმნის მუშაობა პირდაპირ პროპორციულია წამოქმნილი ზედაპირის ფართობისა, ე. ი.

$$A_{\phi} = \delta \Delta S,$$

სადაც ΔS არის ახალშექმნილი ზედაპირი, მ²;

δ —პროპორციულობის კოეფიციენტი, ნ, მ/მ².

დამსხვრევა- დაფქვის სრული მუშაობა

$$A = A_{\varphi} + A_{\psi} = K \Delta V + \delta \Delta S.$$

მაშასადამე, დამსხვრევის სრული მუშაობა დასამსხვრევი ნატეხის დეფორმაციისა და ახალი ზედაპირის შექმნის მუშაობათა ჯამის ტოლია. წიაღისეულის მსხვილი დამსხვრევის დროს ახალი ზედაპირები წარმოქმნება მცირე რაოდენობით, შესაბამისად ახალი ზედაპირების შექმნის მუშაობა იმდენად მცირეა, რომ შეგვიძლია უგულებელვყოთ. მაშინ დამსხვრევის მუშაობა

$$A = K \Delta V ;$$

დეფორმირებული მოცულობა (ΔV) პროპორციულია დასამსხვრევი ნატეხის მოცულობისა (V), ე. ი.

$$\Delta V = K_1 V,$$

სადაც K_1 პროპორციულობის კოეფიციენტი; V - ნატეხის მოცულობა.

ΔV -სიდიდის მნიშვნელობა შევითანოთ მუშაობის საანგარიშო ფორმულაში და KK_1 პროპორციულობის კოეფიციენტი ავღნიშნოთ K_2 -ით: $K_2 = KK_1$. მივიღებთ:

$$A = K_2 V; \quad K_2 = K_0 \delta,$$

სადაც K_0 პროპორციულობის კოეფიციენტი, δ - დასამსხვრევი ნატეხის ხვედრითი წონა.

ჩავსვათ მუშაობის ფორმულაში, მივიღებთ:

$$A = K_0 V \delta = K_0 G = K_5 D^3,$$

სადაც G არის დასამსხვრევი ნატეხის წონა, D - ნატეხის დიამეტრი.

აღნიშნული ფორმულა ცნობილია კირპიჩევ-კიკის დამსხვრევის კანონის სახელწოდებით. ჰიპოთეზის მიხედვით დასამსხვრევად საჭირო მუშაობა დასამსხვრევი ნატეხის წონის ან მოცულობის პროპორციულია და მართებულია მსხვილად დამსხვრევის დროს.

მასალის წმინდად დამსხვრევისას დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ახალი ზედაპირები, შესაბამისად ახალი ზედაპირების შექმნის მუშაობის რაოდენობა გაცილებით აღემატება დეფორმაციის მუშაობას. ეს უკანასკნელი შეიძლება უგულვებლევყოთ სიმცირის გამო. მაშინ დამსხვრევის მუშაობა

$$A = \delta \Delta S.$$

აღნიშნული ფორმულა ცნობილია რიტინგერის დამსხვრევის კანონის სახელწოდებით.

დაეუშვათ, კუბის ფორმის D ზომის ნატეხი იმსხვრევა d ზომის ნატეხად. მაშინ ახლად წარმოქმნილი ზედაპირი ტოლია

$$\Delta S = 6D^2 \left(\frac{D}{d} - 1 \right);$$

ΔS სიდიდის მნიშვნელობა ჩავსვათ მუშაობის საანგარიშო ფორმულაში, მივიღებთ;

$$A = \delta 6D^2 \left(\frac{D}{d} - 1 \right);$$

ფორმულა საბოლოო სახით ასე ჩაიწერება ;

$$A_n = K_n D^2.$$

ჰიპოთეზის მიხედვით დასხვრევის მუშაობა ახალი ზედაპირის შექმნის მუშაობის ტოლია, ე. ი. ახალი ზედაპირის ფართობის პროპორციულია და მართებულია წმინდა დაფქვის დროს. ბონდის ჰიპოთეზის მიხედვით დამსხვრევის მუშაობა დეფორმაციის მუშაობისა და ახალი ზედაპირის შექმნის მუშაობათა ჯამის საშუალო გეომეტრიულის ტოლია.

$$A = A_{\text{ფ}} + A_{\text{ზ}} = K_{\delta} \sqrt{D_{\text{საშ}}^3 \cdot D_{\text{საშ}}^2} ;$$

$$\text{ანუ } A = K_{\delta} D_{\text{საშ}}^{2,5} .$$

აღნიშნული ფორმულა გამოსახავს დამსხვრევის კანონს ბონდის ჰიპოთეზის მიხედვით.

დამსხვრევის მუშაობა დასამსხვრევი ნატეხის მოცულობისა და ფართობის საშუალო გეომეტრიულის პროპორციულია და მართებულია.

მამასადამე, მარგი წიაღისეულის სხვადასხვა ზომამდე დამსხვრევის მუშაობა გაიანგარიშება ქვემოთ მოცემული ფორმულის საშუალებით:

$$A_{\text{ს}} = K_{\text{ს}} D^3 ; \quad A_{\text{ნ}} = K_{\text{ნ}} D^2 ; \quad A_{\delta} = K_{\delta} D^{2,5} ;$$

აღნიშნული ფორმულები ზოგადი სახით შემდეგნაირად გამოისახება:

$$A = K D^m ;$$

Q არის ტონის მასალის დამსხვრევისათვის საჭირო მუშაობა

$$A = K D^m \quad N = K D^m \frac{Q}{\delta D^3} ,$$

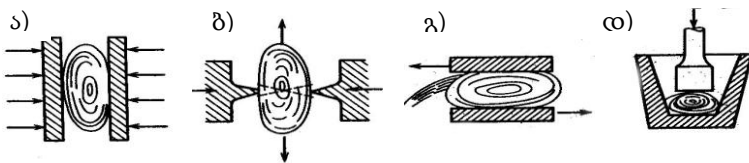
სადაც N არის ნატეხთა რიცხვი.

$$A = K_{\text{ს}} D^{m-3} \cdot Q ;$$

m- ხარისხის მაჩვენებელი კორპიჩევ-კიკის ჰიპოთეზის დამსხვრევა-დაფქვის მუშაობის განსაზღვრის დროს, $m = 3$; რიტინგერის მიხედვით $m = 2$; ხოლო ბონდის მიხედვით $m = 2,5$.

5.4. დამსხვრევა - დაფქვის მეთოდები და მანქანა-დანადგარების კლასიფიკაცია

წიაღისეულის დამსხვრევა-დაფქვის მეთოდს განსაზღვრავს დასამსხვრევი ნატეხების დასაშლელად მოქმედი ძალათა სახეობა. არჩევენ დამსხვრევის ოთხ ძირითად პრინციპს (ნახ.5.2): გაჭყლეტა, გახლეჩვა, გახეხვა და დარტყმა. სამსხვრეველაში წიაღისეულის დამსხვრევა ხორციელდება დამსხვრევი ძალების უწყვეტი ან წყვეტილი ზემოქმედებით. დამსხვრევის პრინციპის შერჩევის დროს მხედველობაში მიიღება წიაღისეულის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და მისი გრანულომეტრიული შედგენილობა. ქანები სიმაგრის მიხედვით იყოფა ძალიან რბილ, რბილ, საშუალო სიმაგრის, მაგარ და ძალიან მაგარ ქანებად. თითოეული კატეგორიის შესაბამისი სიმაგრის კოეფიციენტები პროტოდიაკონოვის სკალის მიხედვით მოცემულია (ცხრ. 5.1).



ნახ. 5.2. დამსხვრევის მეთოდები

ა) გაჭყლეტა; ბ) გახლეჩვა; გ) გახეხვა; დ) დარტყმა

სხვადასხვა კატეგორიის ქანების სიმაგრის კოეფიციენტი

სიმაგრის კატეგორია	სიმაგრის კოეფიციენტი
ძალიან რბილი	2-5
რბილი	5-10
საშუალო სიმაგრის	10-15
მაგარი	15-18
ძალიან მაგარი	18-20

მაგარი და საშუალო სიმაგრის წიაღისეულის დამსხვრევა განხორციელებულია გაჭყლეტისა და გახეხვის პრინციპით, ხოლო რბილი წიაღისეულის გახლეჩისა და დარტყმის პრინციპებით. აღნიშნული პრინციპების საფუძველზე შექმნილია სხვადასხვა კონსტრუქციის სამსხვრეველები (ნახ. 5.3).

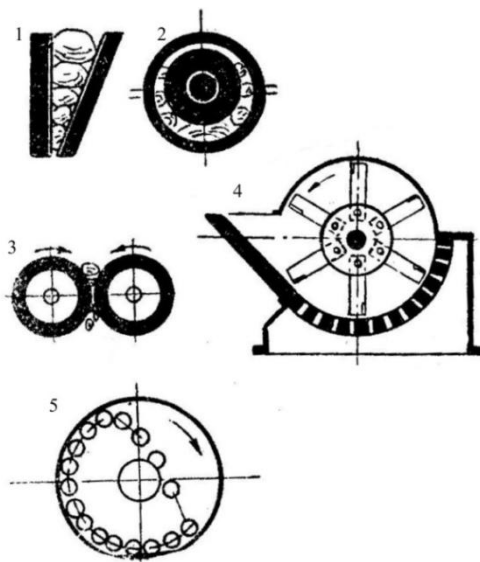
ყბებიანი - მუშაობს გაჭყლეტის პრინციპით;

კონუსური - გახეხვისა და გაჭყლეტის პრინციპებით;

კბილვალცებიანი - გახლეჩის პრინციპით;

ჩაქუჩებიანი - დარტყმის პრინციპით;

წისქვილები - გაჭყლეტის, დარტყმის და გახეხვის პრინციპებით.



ნახ. 5.3. სამსხვრევი მანქანების ტიპები

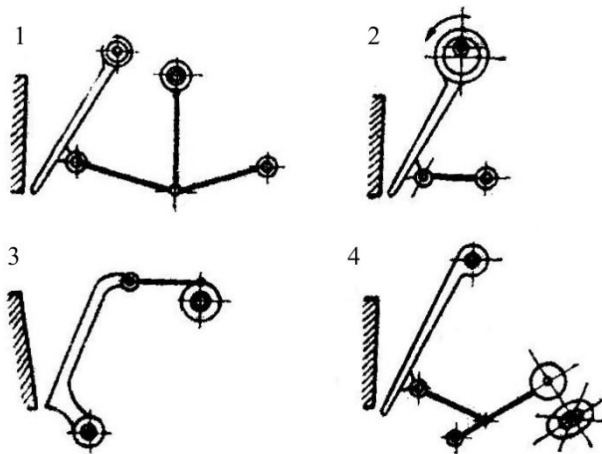
1-ყბებიანი; 2-კონუსური; 3-ვალცებიანი; 4- ჩაქუჩებიანი; 5-დოლური
წისქვილები

თავი VI. ყბებიანი სამსხვრეველები

6.1. მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო

ყბებიანი სამსხვრეველები შედგება უძრავი და მოძრავი ყბებისაგან. ეს უკანასკნელი ასრულებს წინსვლით-უკუქცევით მოძრაობას. ექსცენტრიკული ლილვის ერთი შემობრუნების პერიოდში ყბებს შორის მოთავსებული ნატეხების დამსხვრევა განხორციელებულია მოძრავი ყბის წინსვლის (მუშა სვლა) დროს, უკუსვლის (უქმი სვლა) დროს მოძრავი ყბა დაშორდება უძრავს, მსხვილი ნატეხები საკუთარი სიმძიმით ქვევით ჩაიწევს გაჩხერამდე, დამსხვრეული წვრილი ნატეხები კი განიტვირთება. ყბებიანი სამსხვრეველა არათანაბრად მუშაობს. მოძრავი ყბის წინსვლის დროს ენერგიის ხარჯი მაქსიმალურია, უკუსვლის დროს კი მინიმალური. მუშაობის რეჟიმის გათანაბრების მიზნით ლილვზე ჩამოცმულია მასიური მქნევარა, რომელიც უქმი სვლის დროს იძენს კინეტიკურ ენერგიას.

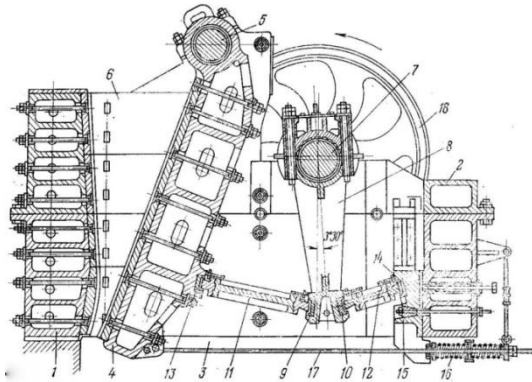
ყბებიანი სამსხვრეველები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ყბის დამაგრების, მოძრაობის და ამძრავი მექანიზმის მიხედვით ნახ. 6.1.



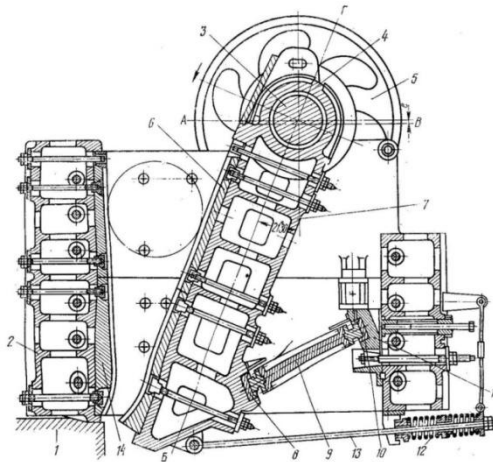
ნახ. 6.1. ყბებიანი სამსხვრეველების კინემატიკური სქემები

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ა. ყბის დამაგრების მიხედვით ; | – რთული მოძრაობის (2); |
| – ზედა საკიდრით (1,2,4); | გ. ამძრავი მექანიზმის მიხედვით ; |
| – ქვედა საყრდენით (3); | – სამსხვრევე-ბერკეტულმექანიზმიანი |
| ბ. ყბის მოძრაობის მიხედვით; (1,2,3); | |
| – მარტივად მოძრავი (1); | – გორგოლაჭულ მუშტამექანიზმიანი (4); |

აღნიშნული ტიპის სამსხვრეველებიდან სამთო მრეწველობაში ძირითადად გამოიყენება ზედასაკიდრიანი, ყბის მარტივად მოძრავი (ნახ. 6.2) და რთული მოძრაობის (ნახ.6.3) სამსხვრეველები. ამ კონსტრუქციის სამსხვრეველები გამოირჩევა კონსტრუქციის სიმარტივით, ადვილია ცვეთადი ნაწილების გამოცვლა და შეკეთება.



ნახ. 6.2. ყებებიანი სამსხვრეველა ყბის მარტივი მოძრაობით
 1,2-წინა და უკანა სადგარი; 4-მოდრავი ყბა; 5-ღერძი; 6-ჯავშანი; 7-
 ექსცენტრიკული ლილვი; 8-ბარბაცა; 9-10-სადები; 11,12-გამბრჯენი ფილები;
 13,14-გამბრჯენი ფილების ბუდე; 16-ზამზარა;
 17-ჭოკი; 18-მქნევარა.



ნახ. 6.3. ყებებიანი სამსხვრეველა ყბის რთული მოძრაობით
 1-სადირკველი; 2-კორპუსი; 3-ექსცენტრიკული ლილვი; 4-საკისარი;
 5-მქნევარა; 6,14-ჯავშანი; 7-მოდრავი ყბა; 8,10-სადები; 9-გამბრჯენი ფილა;
 11-სოლი; 12-ზამზარა; 13-ჭოკი.

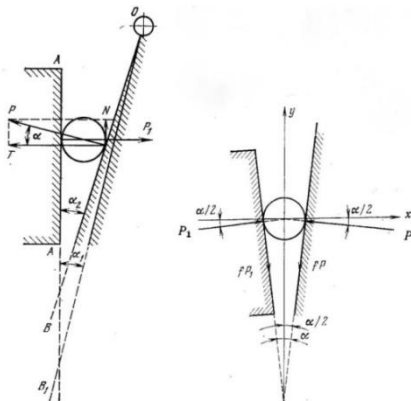
ყბის ქვედა დამაგრების მქონე კონსტრუქციის სამსხვრეველები გამოიყენება საშენი მასალებისა და საგზაო მშენებლობაში ღორღის დასამზადებლად. ყბებიან სამსხვრეველაში გამოსაშვები ხვრელის გაზრდა ან შემცირება განხორციელებულია ორმაგ სოლთა სისტემაში მარეგულირებელი სოლის ვერტიკალურ სიბრტყეში გადაადგილებით, რაც გამოიწვევს მოძრავი ყბის ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გადაადგილებას და შესაბამისად ყბებს შორის მანძილის გაზრდას ან შემცირებას.

6.2. ყბებიანი სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები

ყბებიანი სამსხვრეველების მუშაობის ძირითადი ტექნოლოგიური პარამეტრებია- ჩატაცების კუთხე, მუშა ლილვის ბრუნთა რიცხვი, მწარმოებლობა და სიმძლავრე.

ჩატაცების კუთხე ეწოდება უძრავ და მოძრავ ყბებს შორის კუთხეს (ნახ. 6.4), რომლის სიდიდე დამოკიდებულია განმტვირთველი ხვრელის სიდიდეზე. განმტვირთველი ხვრელის გაზრდით ჩატაცების კუთხე მცირდება, რაც იწვევს დამსხვრევის ხარისხის შემცირებას და სამსხვრეველას მწარმოებლობის გაზრდას. ხოლო, პირიქით, განმტვირთველი ხვრელის შემცირებით ჩატაცების კუთხე იზრდება და შესაბამისად დამსხვრევის ხარისხი იზრდება, მწარმოებლობა კი მცირდება. კვებაში დიდი ნატეხებისა და დამსხვრევის ხარისხის

გაზრდისათვის აუცილებელია ჩატაცების კუთხის გაზრდა. ჩატაცების კუთხის მაქსიმალური მნიშვნელობა, როდესაც ადგილი არ ექნება მიმღები ხახიდან ნატეხების ამოგდებას განისაზღვრება ყბის ზედაპირსა და მადანს შორის ხახუნის კოეფიციენტით. (ნახ. 6.4)



ნახ. 6.4. ჩატაცების კუთხე

სამსხვრეველას ხახაში მოხვედრისას ნატეხზე მოქმედებს მოძრავი ყბის მამსხვრევი P ძალა და მისი ტოლი უძრავი ყბის რეაქციის P_1 ძალა. ხახუნის F და F_1 ძალები.

$$F = fP, \quad F_1 = fP_1,$$

სადაც f არის სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი.

ნატეხის უძრავ ყბასთან შეხების წერტილში წარმოქმნილი ხახუნის ძალა (F_1) მიმართულია ვერტიკალურად ქვევით.

$$fP_1 = fP \cos \alpha,$$

ხოლო ნატეხის მოძრავ ყბასთან შეხების წერტილში წარმოქმნილი ხახუნის ძალა (F) მიმართულია მოძრავი ყბის გასწვრივ, მისი ვერტიკალური მდგენელია $fP \cos \alpha$.

ნატეხზე მოქმედი P და P_1 ძალების ტოლქმედი N ძალა მიმართულია OY ღერძის გასწვრივ ზევითკენ

$$N = P \sin \alpha;$$

ნატეხი რომ არ ამოვარდეს უნდა დავიცვათ შემდეგი პირობა: ამომგდები N ძალა ნაკლები უნდა იყოს ხახუნის ძალათა ჯამისა.
ე. ი.

$$P \sin \alpha < 2 f P \cos \alpha;$$

ე. ი.

$$\operatorname{tg} \alpha < 2f;$$

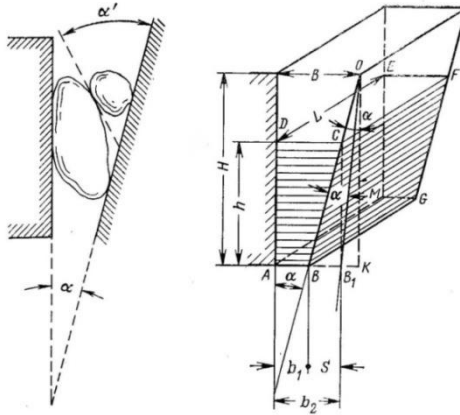
$$\alpha < 2\varphi,$$

სადაც φ არის ხახუნის კუთხე.

მადნის ნატეხების რკინაზე სრიალისას ხახუნის კოეფიციენტი $f = 0,3$; რომელსაც შესაბამება ხახუნის კუთხე დაახლოებით $16-17^\circ$. მაშასადამე, ჩატაცების კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს 32° - ს, ე.ი. $\alpha < 32^\circ$. პრაქტიკულად ყბებიანი სამსხვრეველას ჩატაცების კუთხე 25° - ს არ აღემატება.

ლილვის ბრუნთა რიცხვი - მუშა ლილვის ერთი ბრუნის პერიოდში განხორციელებულია მადნის დამსხვრევა და გადმოტვირთვა.

მუშა არიდან დამსხვრეულმა ნატეხებმა h მანძილი (ნახ.6.5) უნდა განვლონ მოძრავი ყბის უკუსვლის დროს. მოძრავი ყბის უკუსვლის დრო ტოლია ლილვის ბრუნის ნახევარი პერიოდის.



ნახ. 6.5. ყბებიანი სამსხვრეველას მუშა სივრცეში დასამსხვრევი მასალის განლაგებისა და განტვირთვის სქემები

$$t = \frac{1}{2} \frac{60}{n} = \frac{30}{n}.$$

h სიმალიდან თავისუფლად ვარდნილი ნატეხები h მანძილს გაივლიან თანაბარი აჩქარებით :

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

თუ t სიდიდის მნიშვნელობებს გავუტოლებთ ერთმანეთს და განვსაზღვრავთ n -ს მივიღებთ:

$$n = 30 \sqrt{\frac{g}{2h}};$$

h სიმაღლე შეიძლება გამოვსახოთ ყბის სვლის და ჩატაცების კუთხის საშუალებით.

$$h = \frac{s}{tg\alpha};$$

ჩავსვათ h-ის მნიშვნელობა წინა ტოლობაში, მივიღებთ:

$$n = 30 \sqrt{\frac{gtg\alpha}{2s}};$$

დავუშვათ, ჩატაცების კუთხე $\alpha = 22^0$. $\operatorname{tg} 22^0 \approx 0.4$;

სიმძიმის ძალის აჩქარება $g = 9,81 \text{ მ/წმ}^2$;

$$S = 0,054B .$$

თუ აღნიშნული სიდიდეების მნიშვნელობებს შევიტანთ ბრუნთა რიცხვის საანგარიშო ფორმულაში, მივიღებთ:

$$n = \frac{182,6}{\sqrt{B}} \text{ ბრ/წთ} ;$$

სადაც n არის ლილვის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ ;

s — მოძრავი ყბის სვლის სიგრძე, მ;

B — სამტვრეველას მიმღები ხახის სიგანე, მ.

სამსხვრეველას სიმძლავრე- ყბებიანი სამსხვრეველასთვის საჭირო სიმძლავრე, რომელიც იხარჯება მუშა ნაწილების ამოძრავებისა და მასალის დამსხვრევის დროს, გაიანგარიშება ემპირიული ფორმულით:

$$N = KLHSn \text{ კვტ.}$$

სადაც K არის კოეფიციენტი და ყბებიანი სამსხვრეველასთვის უდრის 5-ს,

L — მიმღები არის სიგრძე;

H — უძრავი ყბის სიმაღლე, მ;

S — მოძრავი ყბის სვლის სიგრძე;

N — ლილვის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ .

სამსხვრეველებისათვის საჭირო ელექტროძრავას დადგმულობითი სიმძლავრე აიღება სამსხვრეველას საჭირო სიმძლავრეზე 15 % -ით მეტი, ე. ი.

$$N_{\text{დ}} = 7,5LHSn \text{ კვტ}$$

ელექტროძრავას დადგმულობითი სიმძლავრე იანგარიშება შერენოვის ემპირიული ფორმულით:

$$N_{\omega} = \frac{BL}{C} \text{ კვტ ;}$$

სადაც B,L - სამსხვრეველას მიმღები ხახის სიგანე და სიგრძეა, მ; C - კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა დამოკიდებულია სამსხვრეველას ზომაზე. სამსხვრეველასათვის, რომელთა ზომები მცირეა, 250X400 მმ, C = 60.

სამსხვრეველებისათვის, რომელთა ზომები ცვალებადობს 250X400÷900X1200, C= 100, ხოლო 900X1200 ზომაზე დიდი სამსხვრეველებისათვის C = 120.

ყბებიანი სამსხვრეველას მწარმოებლობა- დამოკიდებულია მუშა ლილვის ბრუნვის სიხშირეზე ან მოძრავი ყბის რხევის რიცხვზე. ლილვის ყოველი ბრუნის პერიოდში (მოძრავი ყბის უქმი სვლის დროს) სამსხვრეველადან განიტვირთება დამსხვრეული მასალა, რომლის მოცულობა პრიზმის (ნახ.6.5) დამტრახული მოცულობის ტოლია. ლილვის ერთი ბრუნის პერიოდში განტვირთული მასალის მოცულობა

$$\Delta V = \frac{l+(l+s)}{2} hL \text{ მ}^3 ;$$

$$h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha} ;$$

ჩავსვათ ΔV -ში h- ის მნიშვნელობა;

$$\Delta V = \frac{s}{2\operatorname{tg} \alpha} L, \text{ მ}^3 ;$$

სამტრეველას საათური მწარმოებლობა

$$V = 60n\Delta V = 60n \frac{s}{2\operatorname{tg} \alpha} L \text{ მ}^3 / \text{სთ} .$$

ყბებიანი სამსხვრეველას მწარმოებლობის საანგარიშო ემპირიული ფორმულიდან ყველაზე მეტად გამოიყენება შემდეგი ფორმულები:

$$V = q_0 L e \text{ მ}^3 / \text{სთ}; \quad Q = q L e \text{ ტ} / \text{სთ};$$

სადაც q_0 - ხვედრითი მწარმოებლობაა 1მ^2 ფართობზე, $\text{მ}^3/\text{მ}^2$ სთ; e - გამოსაშვები ხვრელის სიგანე; L - მიმღები ხახის სიგრძე.

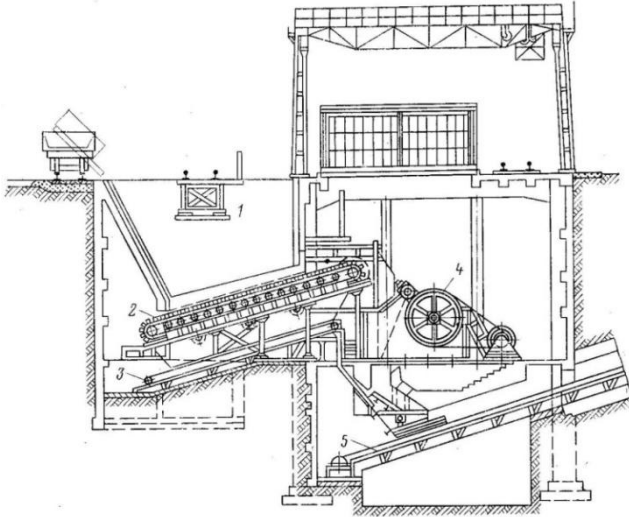
ხვედრითი მწარმოებლობა $q_0 = 150 + 750B \text{ მ}^3/\text{მ}^2$ სთ, სადაც B - სამტვრეველას მიმღები ხახის სიგანეა.

q - ხვედრითი მწარმოებლობაა გამოსაშვები ხვრელის 1სმ^2 ფართობზე, $\text{ტ}/\text{წ}^2$ სთ .

6.3. ყბებიანი სამსხვრეველას ექსპლოატაცია

ყბებიან სამსხვრეველას არათანაბარი მუშაობის გამო ახასიათებს დიდი ვიბრაცია. ამიტომ სამტვრეველა მონტაჟდება შენობის კედლების საძირკველისაგან გამხოლოებულ მასიურ საძირკველზე. საძირკველსა და სამსხვრეველას შუა თავსდება ვიბრაციის შთამნთქმელი ბალიში. სამსხვრეველა არათანაბარი მუშაობის გამო საჭიროებს განსაზღვრული რაოდენობის კვებას, ამიტომ დასამსხვრევი მასალის მიწოდება მსხვილად დამტვრევის სამსხვრეველაში განხორციელებულია ფირფიტებიანი მკვებავის საშუალებით, ხოლო საშუალოდ დამტვრევის სამსხვრეველაში ვიბრაციული მკვებავის საშუალებით. მოსამზადებელ საამქროში (ნახ. 6.6) მიმღები ბუნკერიდან -(1) ფირფიტებიანი მკვებავით - (2)

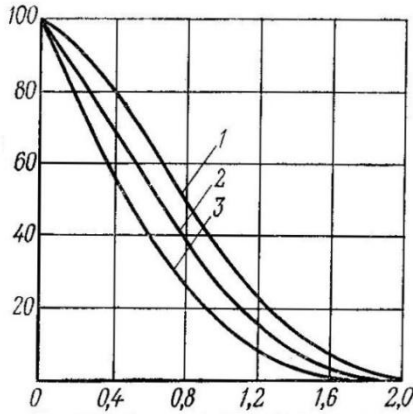
მადანი მიეწოდება მსხვილად დამტვრევის ყბებიან სამსხვრეველას - (4) დამსხვრეული მასალა ლენტური კონვეიერის - (5) საშუალებით მიეწოდება დამსხვრევის შემდგომ სტადიას.



ნახ. 6.6. მსხვილად დამსხვრევის კორპუსის გრძივი ჭრილი

ყბებიანი სამსხვრეველა გამოიყენება მაგარი და საშუალო სიმკვრივის მადნების დასამსხვრევად მსხვილ და საშუალო სტადიებში. ყბებიანი სამსხვრეველები, ჩვეულებრივ, მუშაობენ 2-4 დამსხვრევის ხარისხით, შესაძლებელია განავითარონ 8-მდე.

დამსხვრევის პროცესში სამსხვრეველა უშვებს ზემსხვილ ნატეხებს, რომელთა ზომა და პროცენტული რაოდენობა დამოკიდებულია დასამსხვრევი მადნის სიმკვრივე (ნახ 6.7).



Z

ნახ. 6.7. ყბებიანი სამსხვრეველათი დამსხვრეული მადნის ტიპიური
მახასიათებელი

1. მაგარი მადანი; 2. საშუალო სიმაგრის მადანი; 3. რბილი მადანი.

მახასიათებელი აგებულია ჯამურ გამოსავალსა და ფარდობით
დიამეტრს შორის დამოკიდებულების მიხედვით.

$$Z = \frac{d}{i},$$

სადაც d - ნატეხის ზომაა ; i — გამოსაშვები ხვრელის ზომა.

$$d = Zi ;$$

აღნიშნული ფორმულით განისაზღვრება დამსხვრეული
მასალის ნატეხთა ზომები. დაუშვათ, გამოსაშვები ხვრელის ზომა
100 მმ-ია, მაშინ

$$d_1 = 0,4 \cdot 100 = 40 ;$$

$$d_2 = 0,8 \cdot 100 = 80 ; \text{ და ა. შ.}$$

მიღებული შედეგები დაიტანება მეორე აბსცისაზე.

შესაძლებელია ყბებიანი სამსხვრეველათი დამსხვრეული მასალის ნებისმიერი ზომის ტიპიური მახასიათებლის კლასის გამოსავალის განსაზღვრა.

სამსხვრეველას მუშაობის ხანგრძლივობის გაზრდის მიზნით მოძრავ და უძრავ ყბებზე მაგრდება სხვადასხვა პროფილის მქონე ჯავშნები. ჯავშანი მზადდება ლეგირებული ფოლადისაგან ან ნაწრობი თუჯისაგან. ჯავშნის მუშაობის საშუალო ხანგრძლივობა 6 თვეა. სამტვრეველას მუშაობის პროცესში ჯავშანი და მოძრავი დეტალები ცვდება, ცვეთის დროს ფოლადის ხარჯი გაიანგარიშება ემპირიული ფორმულით:

$$q = 6,5 \left(\frac{f}{10} \right)^5 \text{ გრ/ტ} ;$$

სადაც f დასამსხვრევი მასალის სიმაგრეა პროტოდიაკონოვის სკალის მიხედვით.

ლეგირებული ფოლადისაგან დამზადებული ჯავშნის კუთრი ცვეთა საშუალოდ შეადგენს 5- 30 გ/ტ, ხოლო ნაწრობი თუჯისაგან დამზადებული ჯავშნის ცვეთა 10- 100 გ/ტ- ს.

ყბებიანი სამსხვრეველას ამუშავება და გაჩერება ხდება მუშა არედან მასალის განტვირთვის შემდეგ, ე.ი. სამსხვრეველასა და დამხმარე აპარატურის ამუშავება ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: ჯერ ამუშავდება დამსხვრეული მასალის განმტვირთავი ლენტური კონვეიერი, შემდეგ სამსხვრეველა და ბოლოს მასალის მიმწოდებელი მკვებავი (ნახ. 6.6), ხოლო სამსხვრეველას გაჩერება შებრუნებული მიმდევრობით.

სამსხვრეველას მოძრავი ნაწილების მუშაობის ხანგრძლივობის გაზრდის მიზნით ხდება პერიოდული ან უწყვეტი შეზეთვა სპეციალური ავტომატიზებული სისტემის საშუალებით.

უსაფრთხოების წესების დაცვის ტექნიკის მიზნით სამსხვრეველას ელექტროძრავა დამიწებულია გადამცემი მოწყობილობები კი — შემოფარგლული.

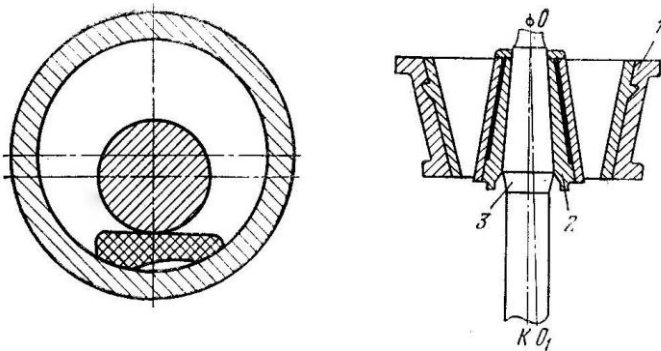
სანიტარული პირობების დაცვის მიზნით უზრუნველყოფილია შენობის განიავება სპეციალური ვენტილატორების საშუალებით, ხოლო მტვერდამჭერი მოწყობილობებით დამსხვრევის პროცესში გამოყოფილი მტვრის ნაწილაკების დაჭერა.

თავი VII. კონუსური სამსხვრევლა

7.1. კონუსური სამსხვრევლას მოქმედების

პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო

კონუსურ სამსხვრევლაში მასალის დამსხვრევა ხდება მოძრავ და უძრავ კონუსებს შორის წარმოქმნილ რგოლურ სივრცეში. (ნახ. 7.1) გაჭყლეტისა და გახეხვის პრინციპით მსხვილი დამსხვრევის კონუსურ სამსხვრევლაში მოძრავი კონუსის ლილვი დაკიდებულია, ხოლო საშუალო წვრილად დამსხვრევის სამსხვრევლაში მოძრავი კონუსი, რომელიც ხისტადაა დამაგრებული ლილვზე, ეყრდნობა სფერულ საქუსლეს. ზოგჯერ მას კონუსურლილვიან სამსხვრევლას უწოდებენ.



ნახ. 7.1.დამსხვრევის კამერა

1,2-უძრავი და მოძრავი კონუსები; 3-ლილვი

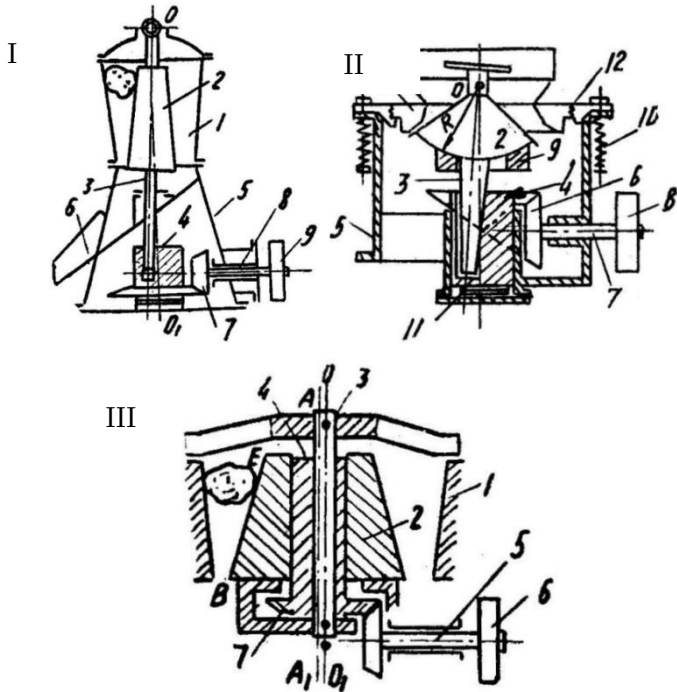
კონუსური სამსხვრევლა მექანიკური კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით არსებობს სამი სახის: (ნახ. 7.2):

I. უძრავღერძიანი B -500 ;

II. დამოკიდებულლილვიანი KKD, KPD;

III. სფერულ საქუსლეზე დაყრდნობილი კონსოლურლილივიანი KCD და KMD

მსხვილი დამსხვრევის KKD, KPD კონუსურ სამსხვრეველებში (ნახ. 7.2)

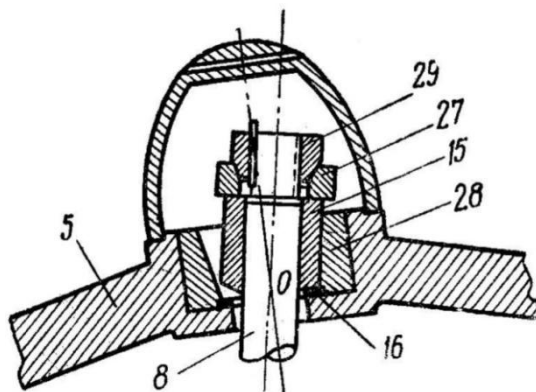


ნახ. 7.2. კონუსური სამსხვრეველების სქემები

I-მსხვილად დამსხვრევის დაკიდებულობიანი; II-საშუალოდ და წვრილად დამსხვრევის სფერულ საქუსლეზე დაყრდნობილი კონსოლურლილივიანი; III-უძრავერძიანი.

ლილვის (3) ქვემო ნაწილი თავისუფლადაა მოთავსებული ექსცენტრიკულ ჭიქაში (4), მამსხვრევი კონუსი (2) ექსცენტრულად ბრუნავს უძრავი კონუსის (1) შიგნით და ამსხვრევს მადანს ისე,

როგორც ეს ნაჩვენებია 7.1. ნახ-ზე. მადანი სამსხვრეველას მიეწოდება ზემოდან და განიტვირთება გვერდითი (6) ღარიდან ან ცენტრალური ნაწილიდან. ექსცენტრიკული ჭიქა (4) ბრუნავს კბილანით (7), ლილვითა (7) და შკივით (9). ლილვი (3) იშვიათად ბრუნავს, იგი ირხევა ტრავერსის ბუდეში მოთავსებული წვეროთი შემოწერს კონუსს. ტრავერსი (10) ეყრდნობა უძრავ კონუსს (1), ხოლო ეს უკანასკნელი- სადგარს (5), ტრავერსის ცენტრალურ ნაწილში დაკიდებულია ლილვი (3), ტრავერსში ლილვის დაკიდების სქემა ნაჩვენებია 7.3 ნახაზზე.



ნახ. 7.3. მსხვილად დამსხვრევის სამსხვრეველას ლილვის დაკიდების სქემა

ლილვზეც ჩამოცმულია მილისი (15), რომელიც ჩასმულია კონუსურად დამუშავებულ მილისში (28), მილისს (15) თავზე თავისუფლად ადევს საყელური (27), რომელშიც ჩამჯდარია ქანჩი (29) ამ უკანასკნელის ძირი და საყელურის შიგა ზედა პირი კონუსურადაა დამუშავებული. ქანჩის (29) ჩახრახნა ან ამოხრახნა გამოიწვევს ლილვისა და მასთან ერთად მოძრავი კონუსის

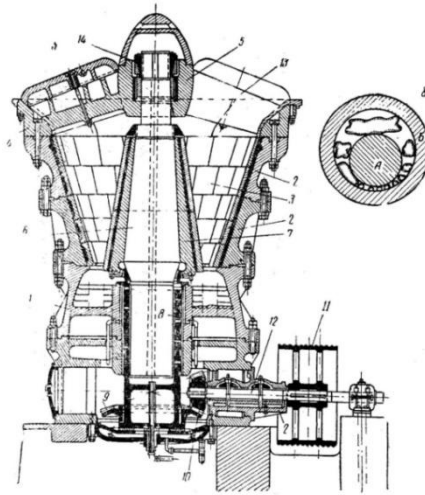
გადაადგილებას ვერტიკალურ სიბრტყეში, რაც თავისთავად გამოიწვევს განმტკირთველი ხერელის გაზრდას ან შემცირებას.

საშუალოდ (KCD) და წვრილად (KMD) დამსხვრევის სამსხვრეველებში (ნახ. 7.2) სფერულ საქუსლეზე (9) დაყრდნობილია მოძრავი კონუსის (2) სფერული ძირი. კონუსი (2) ჩამოცმულია ლილვზე (3), რომლის ქვემო ნაწილი თავისუფლადაა მოთავსებული ექსცენტრიკულ ჭიქაში (4). ეს უკანასკნელი მოძრაობაში მოჰყავს ამძრავი ლილვის (7) კბილანაზე მოდებულ კბილანას (6) და ლილვს (3).

უძრავი კონუსი (1) ხრახნით (12) შეერთებულია სამსხვრეველას კორპუსის (5) ფილასთან და მოჭიმულია ზამბარებით (16), ეს უკანასკნელი იცავს სამსხვრეველას დაზიანებისაგან. თუ სამსხვრევე სივრცეში რკინის რომელიმე დეტალი ჩავარდა გაჭექის ძალა თანდათანობით გადაეცემა უძრავ კონუსს; რაც იწვევს მომჭიმავი ზამბარების (16) გაჭიმვას და სამსხვრევი სივრციდან არამსხვრევადი ნაწილის ამოვარდნას და მოსალოდნელი ავარიის თავიდან აცილებას. საშუალოდ (KCD) და წვრილად (KMD) დამსხვრევის სამსხვრეველებში გამოსაშვები ხერელი რეგულირდება უძრავი კონუსის სადგარში ჩახრახნით ან ამოხრახნით. კონუსური სამსხვრეველები გამოიყენება მაგარი და საშუალო სიმაგრის მადნების დასამსხვრევად მსხვილად (KKD), საშუალოდ (KCD) და წვრილად (KMD) დამსხვრევის სტადიაში.

7.2. კონუსური სამსხვრეველას კონსტრუქცია

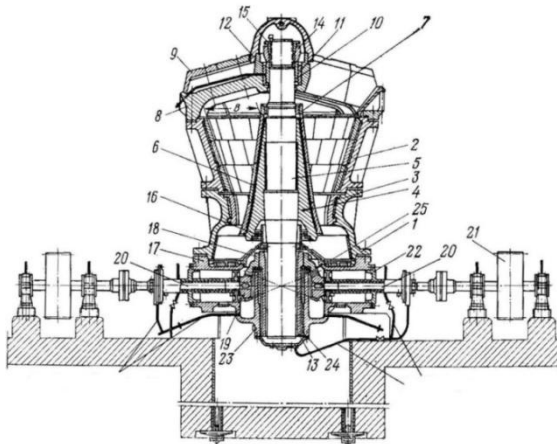
მსხვილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველები გამოიყენება მაგარი და საშუალო სიმკვრივის წიაღისეულის მსხვილად დამსხვრევის სტადიაში. მსხვილად დამსხვრევის სამსხვრეველა KKD (ნახ. 7.4) შედგება უძრავი (2) და მოძრავი (7) კონუსებისაგან. უძრავი გარე კონუსი (2) დამაგრებულია მასიურ სადგარზე (1). ამ კონუსის შიგა მუშა ზედაპირი დაფარულია ჯავშნით (3), სადგარი (1) დამაგრებულია ბეტონის საძირკველზე. გარე უძრავი კონუსის თავზე დამაგრებულია ტრავერსი (4) ბრუნვის ელიფსოიდის ფორმის თავით (5) და საკიდრის ბუდით. ამ ბუდეში დაკიდებულია მთავარ ვერტიკალურ ლილვზე (6) ჩამოცმული მოძრავი კონუსი (7). ლილვი (6) ბოლოთი თავისუფლადაა ჩასმული ექსცენტრიკულ ჭიქაში (8), რომლის ქვემო ნაწილზე ხისტადაა დამაგრებული კონუსური კბილანა (9), უკანასკნელი მოდებულია ჰორიზონტალური ლილვის (12) კონუსურ კბილანზე (10).



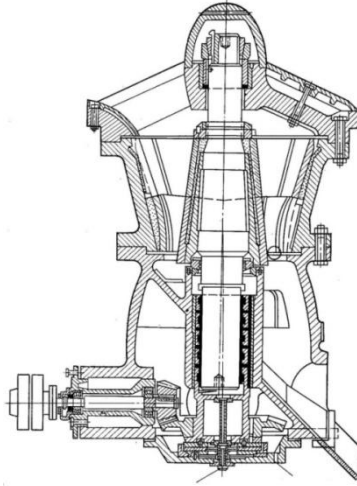
ნახ. 7.4. მსხვილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა

ლილვი მოძრაობაში მოდის სოლურღვედური შკივით (11), სამსხვრეველას ლილვის (6) მთელ სიგრძეზე გატარებული წყვეტილი წირი საზეთე მილის მაჩვენებელია, რომელიც ექსცენტრიკული ჭიქის (8) ქვემოთ მოთავსებულ ცენტრალურ საზეთე მილს უერთდება, ეს უკანასკნელი კი — ზეთის ტუმბოს. მოძრავ და უძრავ კონუსებს აქვს გამოსაცვლელი ჯავშნები, რომლებიც დიდი ზომის სამსხვრეველებში სექციური სემენტებისაგან შედგება. რადგან მადნის დამსხვრევის დროს წარმოიქმნება ცვლადი მიმართულების დიდი ძალები ჯავშნის დრეკადობისათვის კონუსების კორპუსსა და ჯავშნებს შორის ჩასხმულია თუთია ან ჩადებულია თუთიის ფურცლები. დასამსხვრევი მადანი მიეწოდება ჩასატვირთი ხვრელიდან (13) დამსხვრეული მასალა საკუთარი სიმძიმის ძალით განიტვირთება გამოსაშვები ხვრელიდან, ამ უკანასკნელის რეგულირება

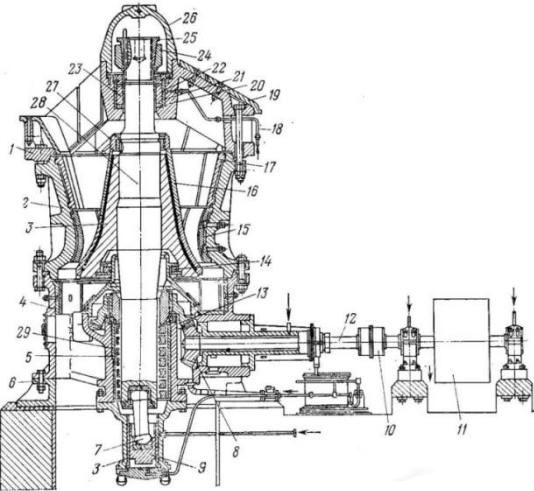
განხორციელებულია მოძრავი კონუსის ლილვის (6) ტრავერსის (4) ბუდეში ჩახრახნით ან ამოხრახნით. მსხვილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველები მზადდება KKD და KPD ტიპის. დამსხვრეული მასალის ცენტრალური (ნახ. 7.5) და გვერდითი განტვირთვებით (ნახ. 7.6), რომლებიც გამოიყენება სხვილად დამსხვრევის სტადიაში პირველადი დამსხვრევისათვის, ხოლო რედუქციული კონუსური სამსხვრეველები KPD (ნახ. 7.7) მეორეული დამსხვრევისათვის, რედუქცია ნიშნავს შემცირებას, დაყვანას. ჩვენს კერძო შემთხვევაში რედუქცია ნიშნავს მსხვილად დამსხვრევის სტადიის შედეგად მიღებული ნატეხების დამატებით დაწვრილმანებას იმავე სტადიის ფარგლებში. საშუალოდ და მსხვილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველები გამოიყენება მაგარი და საშუალო სიმაგრის მანდნების დასამსხვრევად საშუალოდ და მსხვილად დამსხვრევის სტადიებში.



ნახ. 7.5. KKD სამსხვრეველა დამსხვრეული მასალის ცენტრალური განტვირთვით



ნახ. 7.6. KKD სამსხვრეველა დამსხვრეული მასალის გვერდითი განტვირთით

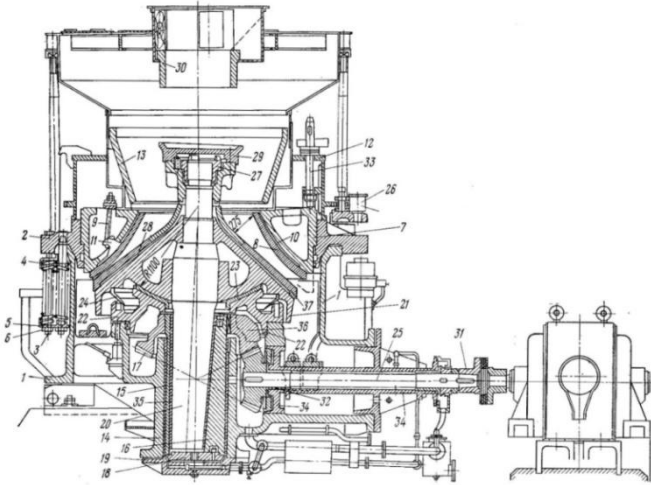


ნახ. 7.7. KPD-რედუქციული კონუსური სამსხვრეველა

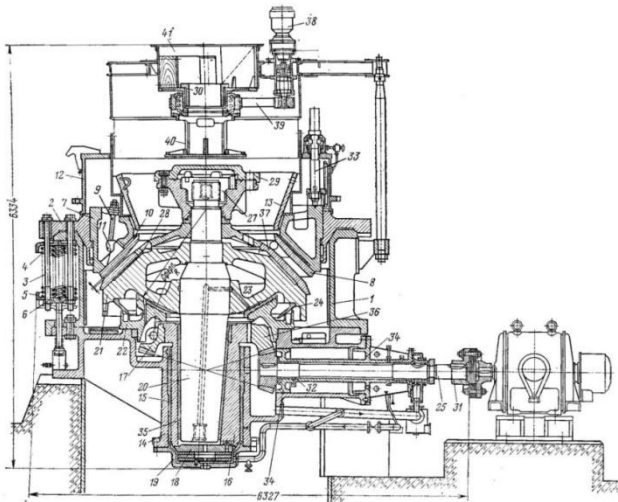
1-კორპუსის ზედა ნაწილი (ტრავერსი); 2-კორპუსის შუა ნაწილი; 3-მომრავი კონუსის კორპუსი; 4-კორპუსის ქვედა ნაწილი (სადგარი); 5-ექსცენტრიკი; 6-საძირკვლის ფილა; 7, 8, 13-კონუსური კბილანა; 12-ამძრავის შკივი; 25-გამოსაშვები ნახვრეტის სარეგულირებელი ქანჩი.

საშუალოდ და წვრილად დამსხვრევის სამსხვრეველები კონსტრუქციულად მსგავსია, ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მიმღები ხახის ზომებითა და განტვირთვის პარალელური ზონის სიგრძით, დანარჩენი დეტალები ერთნაირია. საშუალოდ (KCD) და წვრილად სამსხვრევი (KMD) სამსხვრეველების (ნახ. 7.8; 7.9) სადგარი (1) წარმოადგენს ცილინდრულ სხმულს, რომელიც რკინაბეტონის მასიურ სამირკველზეა დამონტაჟებული. ზემო მილტუჩში ჩასხმულია საყრდენი რგოლი (2), რომელიც აგრეთვე წარმოადგენს ცილინდრულ-სხმულს, რომლის შიგა ზედაპირი დახრახნილია. საყრდენი რგოლი (2) გრძელი ჭანჭიკებითა (3) და ზამბარებით (4) დამაგრებულია სადგარის მილტუჩზე. საყრდენი რგოლი მოჭიმულია ზამბარების ხისტი ძალით, რომლის სიდიდე საშუალო ზომის სამსხვრეველებისათვის შეადგენს $4 \cdot 10^3$ კნ-ს. ზამბარების დანიშნულებაა სამსხვრეველას დაცვა დაზიანებისაგან (ნახ. 7.10) საშუალოდ და წვრილად დამსხვრევის სამსხვრეველებში გამოსაშვები ხვრელის რეგულირება განხორციელებულია სადგარში უძრავი კონუსის შემობრუნებით საწევრით ან გიდრავლიკური მოწყობილობით (ნახ. 7.11) ძლიერ წვრილად (6 მმ-მდე და ნაკლები) დამსხვრევისათვის გამოიყენება წვრილ დამსხვრევის სამსხვრეველა (ნახ. 7.12) "ჟიროდისკი" (აშშ), რომელიც შექმნილია KMD სამსხვრეველას ბაზაზე. მოძრავი კონუსი ძლიერ დაქანებულია, რომელიც ეყრდნობა სფერულ საქუსლეს, სამსხვრეველას დაზიანებისაგან იცავს ზამბარები. გამოსაშვები ხვრელი რეგულირდება ხდება ჰიდრავლიკური

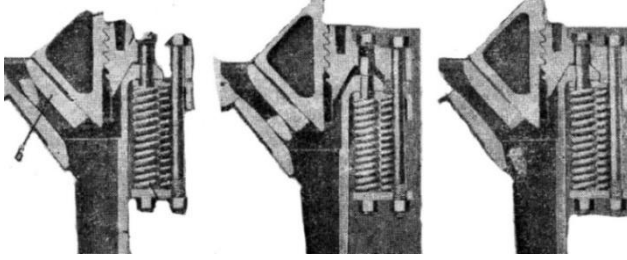
მოწყობილობის საშუალებით უძრავი კონუსის სადგარში ჩახრახნა ამოხრახნით.



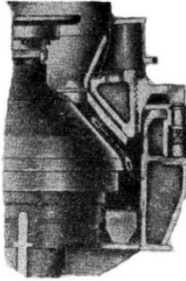
ნახ. 7.8. საშუალოდ დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა



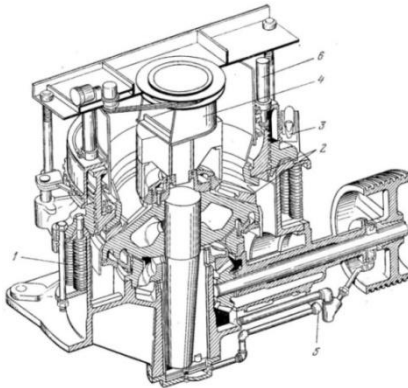
ნახ. 7.9. წვრილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა



ნახ. 7.10. ზამზარების დამცავი მოქმედების სქემა



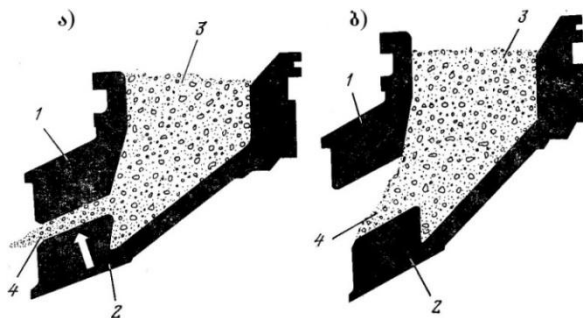
ნახ. 7.11. ჰიდრავლიკური დომკრატი



ნახ. 7.12. წვრილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველა „ჟიროდისკი“

1-მომჭიმავი ზამზარები; 2-ჯავშანი; 3-გამოსაშვები ხერელის
სარეგულირო ჰიდრავლიკური დომკრატი; 4-მზრუნავი მკვებავი ძაბრი;
5-ზეთის გამტარი.

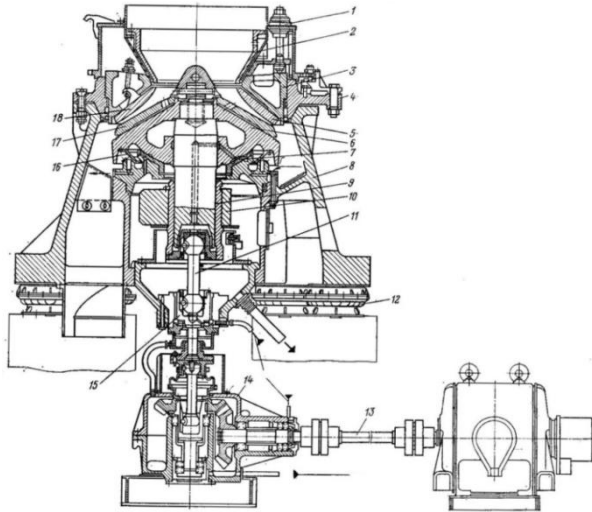
კონუსური KMD სამსხვრევლისაგან „ჟიროდისკი“ ძირითადად განსხვავდება დამსხვრევი კამერის (ნახ. 7.13) კონფიგურაციით, რომელშიც ნატეხები ერთმანეთს ამსხვრევს გაჭყლეტითა და გახეხვით. ამიტომ მუშა ზონა მუდმივად სავსე უნდა იყოს მასალით, რაც განხორციელებულია ავტომატური მკვებავითა და მბრუნავი ძაბრით. კონუსური ინერციული სამსხვრეველას სქემა მოცემულია (ნახ. 7.14).



ნახ. 7.13. „ჟიროდისკის“ დამსხვრევის კამერის სქემა

ა, ბ- მასალის დამსხვრევისა და განტვირთვის პროცესი

1,2-უძრავი და მოძრავი კონუსები; 3,4-მუშა და განტვირთვის არეები.



ნახ. 7.14. კონუსური ინერციული სამსხვრეველა

1-სადგარი; 2-ამორტიზატორი; 3-სფერული საქუსლე; 4-საყრდენი რგოლი; 5-მომრავი კონუსი; 6-საკისარი; 7-დებალანსი; 8-ფიგურული მილტუჩი; 9,12-ზედა და ქვედა შპინდელები; 13-ლილვი.

ჟიროდისკის სამსხვრეველას ზედა ნაწილი KMD სამსხვრეველას ანალოგიურია. განმასხვავებელი თავისებურება არის ის, რომ საყრდენი რგოლი ჭანჭიკებითაა დამაგრებული სამსხვრეველას სადგარზე, KCD და KMD სამსხვრეველებში კი – ზამბარებით. მომრავი კონუსის ლილვის ქვედა ნაწილზე ჩამოცმულია საკისარი, რომელზედაც დამაგრებულია დებალანსი (გაუწონასწორებელი ტვირთი), რომელიც ბურთულა შპინდელის (11) ზედა თავს ეყრდნობა, ქვედა თავი კი სახსრულადაა დაკავშირებული შუალედურ ლილვთან. შუალედური ლილვი ქუროს საშუალებით სახსრულად დაკავშირებულია რედუქტორის ვერტიკალურ ლილვთან ძრავიდან.

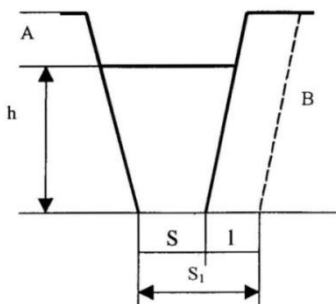
7.3. კონუსური სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები

კონუსური სამსხვრეველების ტექნოლოგიურ პარამეტრებს მიეკუთვნება ჩატაცების კუთხე, ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნთა რიცხვი, მწარმოებლობა და სიმძლავრე.

ჩატაცების კუთხე ეწოდება მოძრავ და უძრავ კონუსებს შორის კუთხეს, რომლის სიდიდე გაიანგარიშება ყბებიანი სამტვრეველას ჩატაცების კუთხის ანალოგიურად და არ აღემატება გაორკეცებულ ხახუნის კუთხეს. $\alpha < 2\varphi$, იგი პრაქტიკულად 24° -დან 28° -მდე ცვალებადობს.

ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნვის სიხშირის ის მნიშვნელობაა ოპტიმალური, როდესაც სამსხვრეველა აღწევს მაქსიმალურ მწარმოებლობას.

KKD სამსხვრეველას მუშა არეში დამსხვრეული მასალა (ნახ.7.15) განიტვირთება h სიმალიდან თანაბარი აჩქარებით.



ნახ. 7.15. KKD-სამსხვრეველას მუშა არიდან მასალის განტვირთვის სქემა

ე.ი. $h = \frac{gt^2}{2}$, აქედან $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$;

h - სიმაღლე შეიძლება გამოვსახოთ მოძრავი კონუსის სვლის სიგრძისა და ჩატაცების კუთხის საშუალებით:

$$h = \frac{l}{\operatorname{tg}\alpha};$$

მუშა არიდან დამსხვრეული მასალის განტვირთვის დრო ტოლია ექსცენტრიკული ჭიქის ერთი ბრუნის ნახევარპერიოდისა:

$$t = \frac{30}{n}.$$

t -სიდიდის მნიშვნელობები გავუტოლოთ ერთმანეთს და განვსაზღვროთ n - ი

$$\frac{30}{n} = \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$n = 30 \sqrt{\frac{gtg\alpha}{2l}}.$$

მიღებული ფორმულით გაიანგარიშება ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნთა რიცხვი.

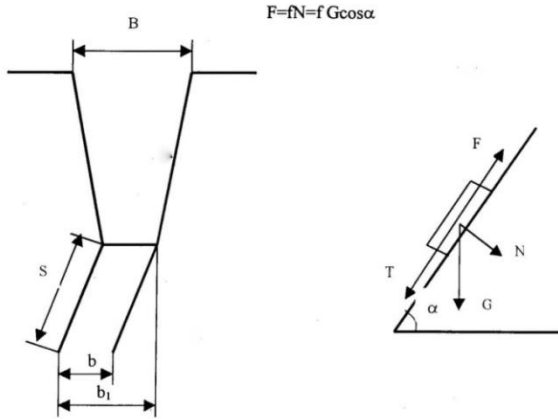
ფორმულაში S -არის გამოსაშვები ხვრელის მინიმალური ზომა, α –ჩატაცების კუთხე.

ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნთა რიცხვი გაიანგარიშება აგრეთვე ემპირიული ფორმულით $n = 200-80B$, სადაც B მიმღები არის სიგანეა, მ.

KCD და KMD სამსხვრეველების ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნთა რიცხვი.

KCD და KMD სამსხვრეველების მუშა არედან დამსხვრეული მასალა გადმოიტვირთება დახრილ სიბრტყეზე მასალის მოძრაობის ანალოგიურად.

განვიხილოთ დახრილ სიბრტყეზე მასალის მოძრაობის სქემა (ნახ.7.16) და მასზე მოქმედი ძალები. დახრილ სიბრტყეზე მოთავსებულ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა იშლება ნორმალურ და ტანგენციურ მდგენელებად: $N = G \cos \alpha$, $T = G \sin \alpha$.



ნახ. 7.16. $KC\Delta$ და $KM\Delta$ -სამსხვერველას მუშა არიდან მასალის განტვირთვის სქემა

ხახუნის ძალა $F = fN = f G \cos \alpha$;

დახრილ სიბრტყეზე სხეულის მამოძრავებელი ძალა

$$T - F = G \sin \alpha - f G \cos \alpha ;$$

$$T - F = ma ;$$

$$m a = G \sin \alpha - f G \cos \alpha = G (\sin \alpha - f \cos \alpha) ;$$

$$a = g (\sin \alpha - f \cos \alpha) ;$$

აჩქარება შეიძლება გამოვსახოთ, როგორც სიჩქარის წარმოებული:

$$a = \frac{dV}{dt}$$

შევიტანოთ:

$$dV = g((\sin \alpha - f \cos \alpha) dt$$

აღნიშნული განტოლების ინტეგრირებით მივიღებთ:

$$V = g((\sin \alpha - f \cos \alpha) t + C ;$$

ინტეგრირების მუდმივას ამოვხსნით პირობიდან: $V = 0, t = 0$
და $C = 0$.

$$V = g(\sin \alpha - f \cos \alpha) t$$

აღნიშნული ფორმულით გაიანგარიშება დახრილ სიბრტყეზე მოძრავი მასალის სიჩქარე.

სიჩქარით შეიძლება გამოვსახოთ სხეულის მიერ განვლილი მანძილის წარმოებულნი:

$$\frac{dS}{dt} = g (\sin \alpha - f \cos \alpha) t$$

აღნიშნული გამოსახულების ინტეგრირებით მივიღებთ:

$$S = \frac{gt^2}{2} (\sin \alpha - f \cos \alpha) + C_1$$

როცა $S = 0, t = 0$ და $C_1 = 0$, მაშინ;

$$S = \frac{gt^2}{2} (\sin \alpha - f \cos \alpha)$$

ამ ფორმულით გაიანგარიშება სხეულის მიერ გავლილი მანძილი. აღნიშნული ფორმულიდან

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g (\sin \alpha - f \cos \alpha)}} .$$

ექსცენტრიკული ჭიქის ერთი ბრუნვის პერიოდი $t = \frac{60}{n}$. t -ს სიდიდის მნიშვნელობები გავუტოლოთ ერთმანეთს და გავსაზღვროთ n :

$$\frac{60}{n} = \sqrt{\frac{2S}{g (\sin \alpha - f \cos \alpha)}} ;$$

$$n = 60 \sqrt{\frac{g (\sin \alpha - f \cos \alpha)}{2S}} ;$$

$$S = \frac{b_1 - b}{\sin \alpha} ;$$

S -სიდიდის მნიშვნელობა შევიტანოთ აღნიშნულ ფორმულაში და მივიღებთ:

$$n = 60 \sqrt{\frac{g \sin \alpha (\sin \alpha - f \cos \alpha)}{2(b_1 - b)}} .$$

გარდა მიღებული თეორიული ფორმულისა, ექსცენტრიკული ჭიქის ბრუნთა რიცხვის საანგარიშოდ გამოიყენება ემპირიული ფორმულები:

KCD სამსხვერველებისათვის: $n = 81 (4,92 - D)$ ბრ/წთ .

KMD სამსხვერველებისათვის: $n = 60(5,84 - D)$ ბრ/წთ.

D არის მოძრავი კონუსის ფუძის დიამეტრი.

მწარმოებლობა.

მუშაობის პროცესში კონუსური სამსხვერველების მუშა არეში მოთავსებული დამტვრეული მასალა განიტვირთება სიმძიმის ძალით. ერთი ბრუნვის პერიოდში KKD სამსხვერველების მუშა არიდან განტვირთული მასალის მოცულობა

$$\Delta V = 2\pi f R , \text{ მ}^3 ,$$

სადაც f არის მუშა არეში მოთავსებული დამტვრეული მასალის განივი კვეთის ფართობი. განივი კვეთი კი წარმოადგენს ტრაპეციას (ნახ.7.15).

R-დამტვრეული მასალის სიმძიმის ცენტრის ბრუნთა რადიუსია.

KCD და KMD სამსხვრეველების მუშა არიდან ლილვის ერთი ბრუნის პერიოდში დამსხვრეული მასალის მოცულობა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\Delta V = 2\pi R S b \text{ მ}^3 ,$$

სადაც R მუშა არეში მოთავსებული დამსხვრეული მასალის სიმძიმის ცენტრის ბრუნვის რადიუსია; S - პარალელური ზონის სიგრძე; b - გამოსაშვები ხვრელის მინიმალური ზომა.

სამსხვრეველების საათური მწარმოებლობა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\text{KKD სამსხვრეველებისათვის } V = 120\pi f R \mu, \text{ მ}^3/\text{სთ} ;$$

$$\text{KCD და KMD სამსხვრეველებისათვის } V = 120\pi R S b \mu, \text{ მ}^3/\text{სთ} ;$$

კონუსური სამსხვრეველების მწარმოებლობა გარდა თეორიული ფორმულისა, გაიანგარიშება აგრეთვე ემპირიული ფორმულით:

$$Q = q \cdot S \cdot \delta \text{ ტ/სთ},$$

სადაც q არის ხვედრითი მწარმოებლობა - ტ/სმ² · სთ; S- გამოსაშვები ხვრელის ზომა, სმ. δ- მასალის ნაყარი წონა ტ/მ³.

სიმძლავრე. კონუსური სამსხვრეველების სიმძლავრე გაიანგარიშება ემპირიული ფორმულით:

$$N = \alpha D_{\text{ფ}} \sqrt[3]{B^2} , \text{ კვტ},$$

სადაც α პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომლის რიცხვითი მნიშვნელობა დამოკიდებულია სამსხვრეველას ტიპზე.

$$\text{KCD სამსხვრეველებისათვის: } \alpha = 0,1 \div 0,12$$

$$\text{KMD სამსხვრეველებისათვის: } \alpha = 0,18 \div 0,2$$

$D_{ფ}$ მოძრავი კონუსის ფუძის დიამეტრია; B - მიმღები არის სიგანე.

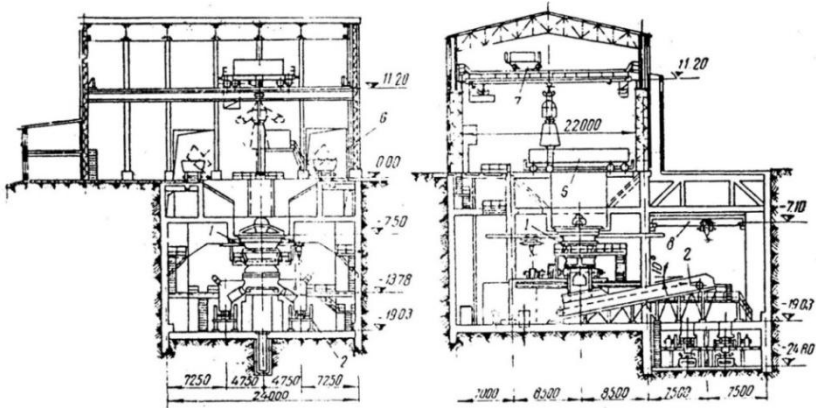
სამსხვრეველებისათვის საჭირო ძრავას სიმძლავრე აიღება ფორმულით ნაანგარიშებ სიმძლავრეზე 50% -ით მეტი.

7.4. კონუსური სამსხვრეველას ექსპლუატაცია

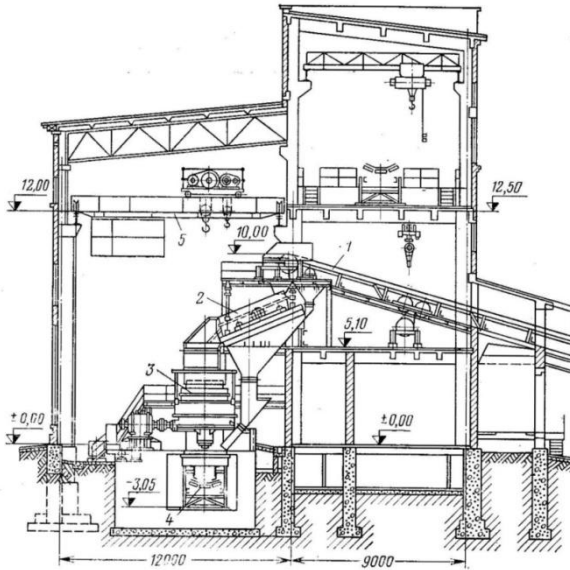
კონუსურ სამსხვრეველას მუშაობის პროცესში ახასიათებს ვიბრაცია, ამიტომ კონუსური სამსხვრეველა მონტაჟდება შენობის საძირკვლისაგან განმხოლოებულ საძირკველზე.

მსხვილად დამსხვრევის დიდი ზომის კონუსურ სამსხვრეველას (KKD - 1200, 1500) მასალა მიეწოდება უშუალოდ ვაგონიდან ზეავური ჩაყრით ხოლო მცირე ზომის. (KKD 500, 900) სამსხვრეველას მიმღები ბუნკერებიდან ფირფიტოვანი მკვებავის საშუალებით.

7.17 ნახაზზე მოცემულია მსხვილად დამსხვრევის საამქროს განივი და გრძივი ჭრილი, სადაც ნაჩვენებია უშუალოდ რკინიგზის ვაგონიდან - (6) მადნის ჩატვირთვა. KKD 1500 მარკის სამსხვრეველას - (1) მიმღებ არეში დამსხვრეული მასალა განიტვირთება ორმხრივად გვერდითი განტვირთვით ლენტურ კონვეიერზე - (2).

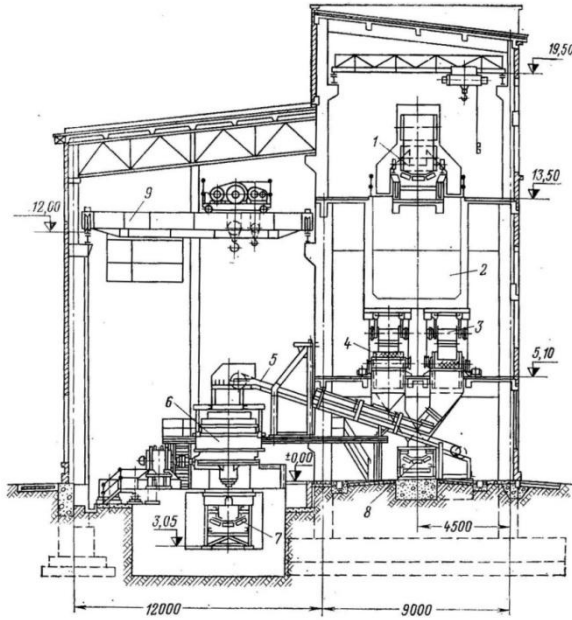


ნახ. 7.17. მსხვილად დამსხვრევის საამქროს განივი და გრძივი ჭრილი საშუალო და წვრილად დამსხვრევის სამსხვრეველებს (KCD, KMD) დასამსხვრევი მასალა მიეწოდება თანაბარი რაოდენობით ვიბრაციული მკვებავების საშუალებით. თუ KCD ტიპის სამსხვრეველას მწარმოებლობა თანხდენილია KCD და KMD ტიპის სამსხვრეველების მწარმოებლობის, ასეთ შემთხვევაში მსხვილად დამსხვრევის სტადიიდან საშუალოდ და წვრილად დამსხვრევის სტადიას მასალა მიეწოდება ლენტური კონვეიერით. (ნახ. 7.18).



ნახ. 7.18. საშუალოდ დამსხვრევის საამქროს გრძივი ჭრილი

დამსხვრევის წინ წვრილი კლასის გამოსაცხრილად იდგმება ცხრილი (2) ცხრილზედა კლასი მიეწოდება სამსხვრეველას (3) ცხრილქვედა კლასი კი უერთდება დამსხრეულ მასალას ლენტურ კონვეიერზე (4), რომელიც მიეწოდება წვრილად დამსხვრევის საამქროს (ნახ. 7.19) საშუალოდ ბუნვერს - (2), საიდანაც ვიბრაციული მკვებავის - (3) საშუალებით ვიბრაციულ ცხრილს - (4). ცხრილზედა მასალა ლენტური კონვეიერით - (5) მიეწოდება KMD ტიპის სამსხვრეველას - (6), ხოლო დამსხვრეული მასალა ცენტრალური განტვირთვით იყრება ლენტურ კონვეიერზე -(7).



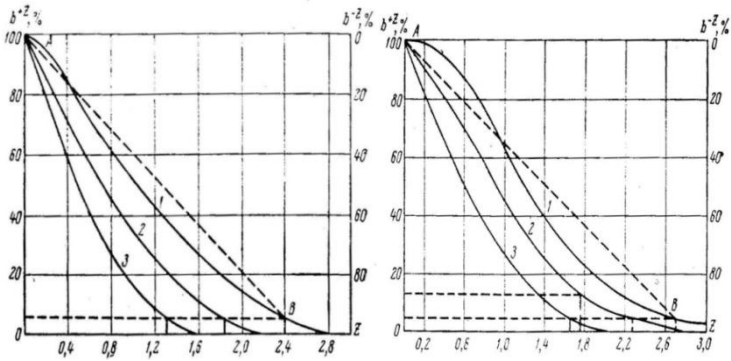
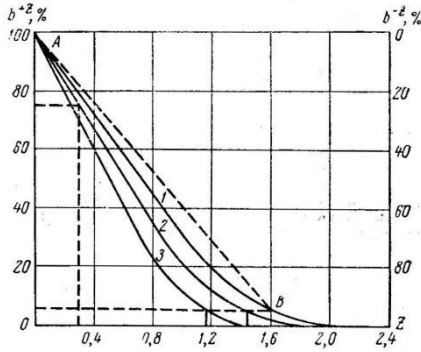
ნახ. 7.19. წვრილად დამსხვრევის სამქროს გრძივი ჭრილი

KMD ტიპის სამსხვრეველები, ჩვეულებრივ, მუშაობენ $2 \div 5$ - მდე დამსხვრევის ხარისხით.

KCD ტიპის სამსხვრეველები - $3 \div 6$;

KMD ტიპის სამსხვრეველები - $4 \div 8$.

დამსხვრევის პროცესში სამსხვრეველა უშვებს ზემსხვილ ნატეხებს, რომელთა ზომა და პროცენტული რაოდენობა დამოკიდებულია დასამსხვრევი მადნის სიმაგრეზე, (ნახ. 7.20). აღნიშნული სამსხვრეველებით დამსხვრეული მასალის შესაბამისი ტიპური მახასიათებლის გამოყენებით შესაძლებელია მოცემული სიმაგრის განსაზღვრულ ზომამდე დამსხვრეული მადნის გრანულომეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა.



ნახ. 7.20. კონუსური სამსხვრეველებით დამსხვრეული მასალის სისხოს ტიპური მახასიათებლები

კონუსური სამსხვრეველების უძრავ და მოძრავ კონუსებს უკეთდება ჯავშანი, რომლის მუშაობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მადნის სიმაგრეზე.

ლითონის ხვედრითი ხარჯი საშუალოდ ერთ ტონა დამსხვრეულ მასალაზე შეადგენს 0,005- 0,03 კგ/ტ . ხოლო ელექტროენერგიის 0,1- 0,8 კვტ . სთ/ტ .

კონუსური სამსხვრეველების ამუშავება შეიძლება დატვირთვის გარეშე, ხოლო გაჩერება დამსხვრეული მასალის

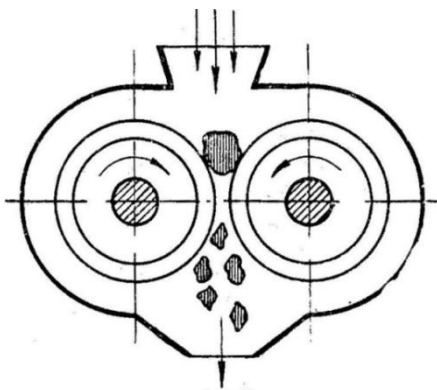
განტვირთვის შემდეგ ე. ი. სამსხვრეველასა და დამხმარე აპარატურის ამუშავება ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით, ჯერ ჩართავენ დამსხვრეული მასალის განმტვირთავ ლენტურ კონვეიერს, შემდეგ სამსხვრეველას და ბოლოს მასალის მიმწოდებელ ლენტურ კონვეიერს და ცხრილს, ხოლო გაჩერება წარმოებს შებრუნებული თანამიმდევრობით.

თავი VIII. ვალცებიანი სამსხვრეველა

8.1. ვალცებიანი სამსხვრეველას მოქმედების

პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო

ვალცებიან სამსხვრეველაში მადანი იმსხვრევა ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მბრუნავ ვალცებს შორის (ნახ. 8.1)



ნახ. 8.1. ვალცებიანი სამსხვრეველას სქემა

ვალცებიანი სამსხვრეველა მექანიკურ-კონსტრუქციული ნიშნისა და დამსხვრევის პრინციპის მიხედვით არსებობს:

გლუვზედაპირიანი, დადარულვალცებიანი და კბილავალცებიანი,

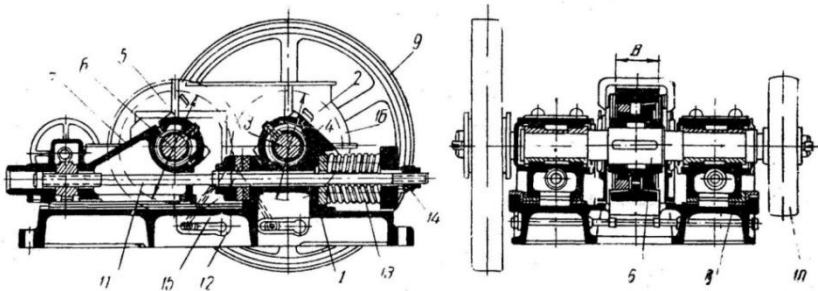
გლუვზედაპირიან სამსხვრეველებში მადანი იმსხვრევა გაჭყლეტის პრინციპით და გამოიყენება მაგარი და საშუალო სიმაგრის წიაღისეულის დასამსხვრევად წვრილ სტადიაში.

დადარულვალცებიან სამსხვრეველაში მადანი იმსხვრევა გაჭყლეტისა და ნაწილობრივ გახლეჩის პრინციპით და

გამოიყენება საშუალო სიმაგრის წიაღისეულის დასამსხვრევად საშუალო სტადიაში.

კბილავალცებიან სამსხვრეველაში მასალა იმსხვრევა გახლეჩის პრინციპით და გამოიყენება რბილი და ფიცი წიაღისეულის (ნახშირი, კოკსი, მარილი) დასამსხვრევად მსხვილ და საშუალო სტადიაში.

გლუვვალცებიანი სამსხვრეველა (ნახ. 8.2) მზადდება ორი ვალცით, რომლებიც დამონტაჟებულია სადგარზე (1) ერთი ვალცის (2) ლილვი (3) სადგარზე უძრავადაა დამაგრებული საკისარში (4), მეორე ვალცის (5) ლილვი (6) ჩასმულია სადგარზე მოსრიალე საკისარში (7), რომელიც მოჭიმულია საწევართ (11), რომელზედაც თავისუფლად ჩამოცმულია რგოლი (12) და ზამბარა (13), რომელიც მოჭიმულია ქანჩით (14).



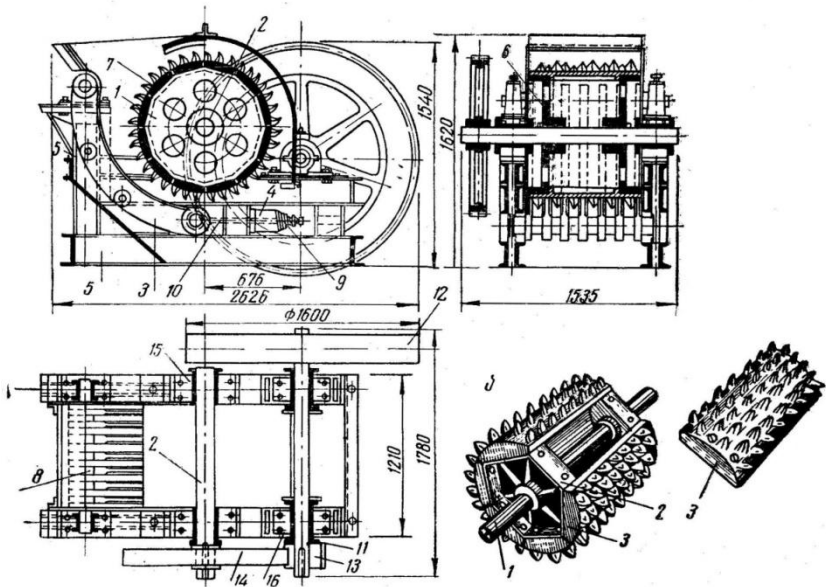
ნახ. 8.2. გლუვვალცებიანი სამსხვრეველა

თუ ვალცებს შორის არამსხვრევადი მასალა ჩავარდა, მაშინ განვითარებული დაწოლით ვალცის (5) მოსრიალე საკისარი მარცხნივ გაიწევეს მიმართულებაში (8) ზამბარა შეიკუმშება და, როდესაც არამსხვრევადი დეტალი გამოვარდება შეკუმშული

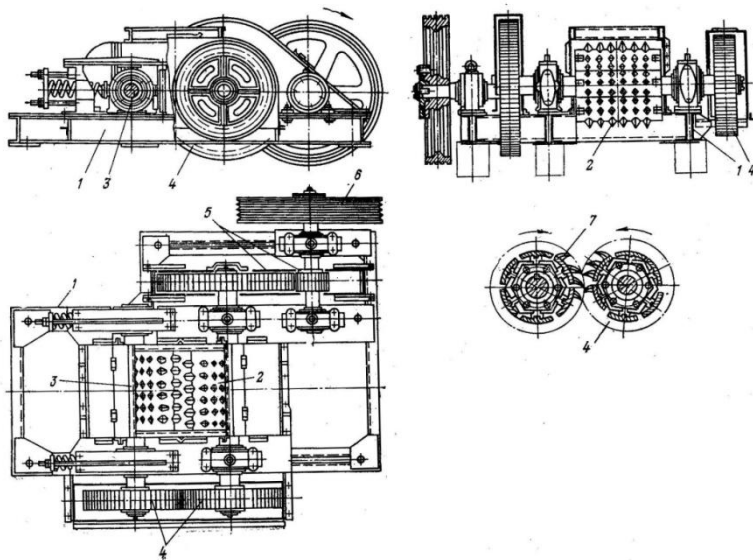
ზამბარის პოტენციური ენერჯის მოქმედებით, ვალცი პირვანდელ მდგომარეობას დაუბრუნდება.

ვალცებს შორის განმტვირთველი ხვრელის რეგულირება ხორციელდება საწევართ (11) მოძრავი ვალცის სადგარზე გადაადგილებით.

კბილავალცებიანი სამსხვრეველა მზადდება ერთი (ნახ. 8.3) ორი ან მრავალვალციანი (ნახ. 8.4) , პრაქტიკაში ძირითადად ორვალციანი სამსხვრეველა გამოყენება.



ნახ. 8.3.ერთკბილავალციანი სამსხვრეველა



ნახ. 8.4. ორკბილა ვალციანი სამსხრეველი

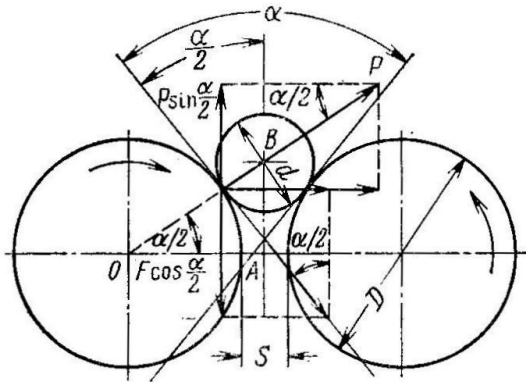
8.2. ვალციანი სამსხრეველას ტექნოლოგიური პარამეტრები

ვალციანი სამსხრეველას ტექნოლოგიურ პარამეტრებს მიეკუთვნება ჩატაცების კუთხე, სიმძლავრე, ბრუნთა რიცხვი და მწარმოებლობა.

პირმოდების კუთხე.

ვალციანი სამსხრეველას ჩატაცების კუთხე ეწოდება ვალცების ნატეხთან შეხების წერტილებზე გავლებულ მხებებს შორის კუთხეს. (ნახ. 8.5) ყბიანი და კონუსური სამსხრეველების ჩატაცების კუთხის გაანგარიშების ანალოგიურად ვალციანი

სამსხვრეველას ჩატაცების კუთხე $\alpha < 2\varphi$ გაორკეცებულ ხახუნის კუთხეზე ნაკლებია



ნახ. 8.5.ვალცებიანი სამსხვრეველას ჩატაცების კუთხე

პირმოდების კუთხის სიდიდე დამოკიდებული არის ვალცებსა და მაქსიმალური ნატების დიამეტრის ფართობზე. OAB სამკუთხედიდან

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{AB}{OB} = \frac{\sqrt{OA^2 - OB^2}}{OB} ; \quad (1)$$

ნახაზიდან

$$OA = \frac{D+d}{2} ;$$

$$OB = \frac{D+S}{2} ;$$

OA და OB სიდიდეები შევიტანოთ (1) ფორმულაში:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 - \left(\frac{D+S}{2}\right)^2}}{\frac{D+S}{2}} ;$$

$\frac{D+S}{2}$ შევიტანოთ კვადრატულ ფესვში:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 - \left(\frac{D+S}{2}\right)^2}{\left(\frac{D+S}{2}\right)^2}} = \sqrt{\frac{D+d}{\left(\frac{D+S}{2}\right)^2}} - 1 = \sqrt{\left(\frac{D+d}{D+S}\right)^2} - 1 ;$$

პირობითად

$$f > \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$\text{ე. ი. } f > \sqrt{\left(\frac{D+d}{D+S}\right)^2 - 1};$$

ფორმულიდან განვსაზღვროთ D, მივიღებთ:

$$D = \frac{d - S \sqrt{f^2 + 1}}{\sqrt{f^2 + 1} - 1};$$

f-არის ხახუნის კოეფიციენტი და $f = 0,3$.

f-ის ეს მნიშვნელობა ჩავსვათ აღნიშნულ გამოსახულებაში, მივიღებთ:

$$D > 22,7d \div 23,6S = d \left(22,7 \div 23,6 \frac{S}{d}\right);$$

$$\frac{S}{d} = \frac{1}{K};$$

K არის დამსხვრევის ხარისხი. $K = 4$. მაშინ $\frac{S}{d} = 0,25$,

ამიტომ $D > 16d$.

მაშასადამე, გლუვვალცებიანი სამსხვრეველას ვალცის დიამეტრი 16-ჯერ უნდა აღემატებოდეს დასამსხვრევი მასალის მაქსიმალური ნატეხის ზომას, ხოლო კბილავალცებიანი სამსხვრეველას

$$D > (2-4)d .$$

სიმძლავრე.

ვალცებიანი სამსხვრეველასათვის საჭირო სიმძლავრე გაიანგარიშება ფორმულით:

$$N = 0,85 LDn , \text{ კვტ.}$$

სადაც L - ვალცის სიგრძეა;

D - დიამეტრი,

n- ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ .

ვალცის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D n}{60} ;$$

$$n = \frac{20}{D} , \text{ ბრ/წთ .}$$

მწარმოებლობა.

ვალცებიანი სამსხვრეველას მწარმოებლობა დამოკიდებულია ვალცის ზომებზე, ბრუნთა რიცხვსა და გამოსაშვები ხვრელის სიდიდეზე.

მუშა არიდან ვალცის ერთი ბრუნის პერიოდში განტვირთული მასალის მოცულობა

$$\Delta V = \pi L D S,$$

ხოლო საათური მწარმოებლობა

$$V = 60 n \pi L D S \mu , (\text{მ}^3/\text{სთ}) ,$$

სადაც n ვალცის ბრუნთა რიცხვია (ბრ/წთ),

L, D — ვალცის სიგრძე და დიამეტრი, (მ),

S — გამოსაშვები ხვრელის ზომა, (მ),

μ — გაფხვიერების კოეფიციენტი, $\mu = 0,3-0,7$.

კბილავალცებიანი სამსხვრეველას წონითი მწარმოებლობა

$$Q = 3600 \cdot V L S \mu \delta \text{ ტ/სთ} ,$$

სადაც V არის ვალცის მოძრაობის წრიული სიჩქარე, $V = 1,6$ მ/წმ;

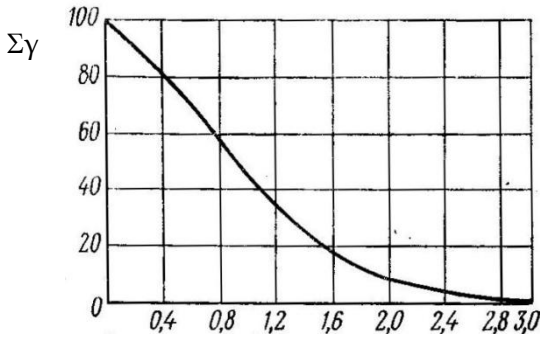
δ — მასალის ნაყარი წონა, ნახშირისათვის $\delta = 0,85$ ტ/მ³.

8.3. ვალცებიანი სამსხვრეველას ექსპლუატაცია

გლუვვალცებიანი სამსხვრეველა გამოიყენება წვრილად დამსხვრევის სტადიაში ძირითადად მყიფე მინერალების შემცველი მადნების (კალის და ვოლფრამის) დასამსხვრევად, რომელთა დაფქვა დაუშვებელია.

ვალცებიანი სამსხვრეველა ხასიათდება მცირე ვიბრაციით, ამიტომ მათი დამონტაჟება დასაშვებია შენობის საძირკვილიდან განმხოლოებელ საძირკველზე.

გლუვვალცებიან სამსხვრეველაში მასალის მიწოდება ხდება თხელ ნაკადად, ლენტური კონვეიერით ან ზვავურად. პირველ შემთხვევაში სამსხვრეველას მწარმოებლობა და მადნის გადაფქვაც ნაკლებია, ვიდრე მეორეში. გლუვვალცებიანი სამსხვრეველა ღია ციკლში ძირითადად 3-4 დამსხვრევის ხარისხით მუშაობს. ჩაკეტილ ციკლში შეუძლიათ უფრო დიდი დამსხვრევის ხარისხით მუშაობა. გლუვვალცებიან სამსხვრეველაში დამსხვრეული მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა დამოკიდებულია მადნის სიმაგრეზე, სამსხვრეველაში მისი მიწოდების ხერხსა და დამსხვრევის სქემაზე (ჩაკეტილი თუ ღია ციკლი). გლუვვალცებიან სამსხვრეველაში ღია ციკლით დამსხვრეული მადნის ტიპური მახასიათებლები მოცემულია 8.6 ნახაზზე. ელექტროენერჯის ხარჯი დამოკიდებულია მასალის მიწოდების ხერხზე: თხელ ფენად მიწოდების დროს 0,3-დან 1,5 კვტ.სთ/ტ -მდე ცვალებადობს, ხოლო ზვავურად მიწოდებისას — საშუალოდ 0,13 კვტ.სთ/ტ-მდე.



ნახ. 8.6. გლუვვალცებიანი სამსხვრეველას ტიპური მახასიათებელი კბილავალცებიანი სამსხვრეველა ძირითადად გამოიყენება ნახშირის მსხვილად დასამსხვრევად.

რიგითი ნახშირი, როგორც წესი, დამსხვრევის წინ იცხრილება (მზა კლასის გამოყოფის მიზნით) და სამსხვრეველას მიეწოდება მხოლოდ ცხრილზედა კლასი, რომელიც თანაბრად უნდა განაწილდეს ვალცების მთლიან სიგრძეზე. დამსხვრეული მასალა, როგორც წესი, ლენტური კონვეიერით ან თვითდინებით ღარის საშუალებით მიეწოდება მომდევნო ოპერაციას.

კბილვალცებიანი სამსხვრეველა ძირითადად მუშაობს $4 \div 6$ მდე დამსხვრევის ხარისხით. ელექტროენერგიის ხვედრითი ხარჯი $0,4-0,6$ კვტ. სთ/ტ – ს შეადგენს.

ნახშირში შემთხვევით მოხვედრლი რკინის დეტალებისგან სამსხვრეველას დაცვა განხორციელებულია ლენტურ კონვეიერზე დამონტაჟებული მძლავრი ელექტრომაგნიტებით.

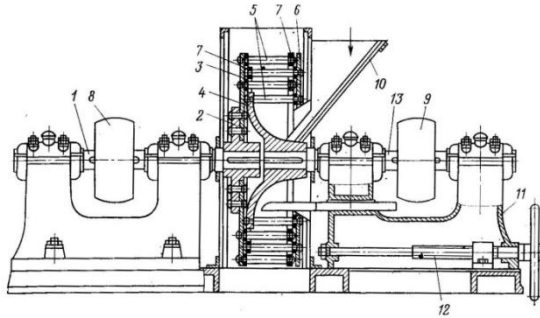
თავი IX. დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველა

9.1. დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველას

მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო

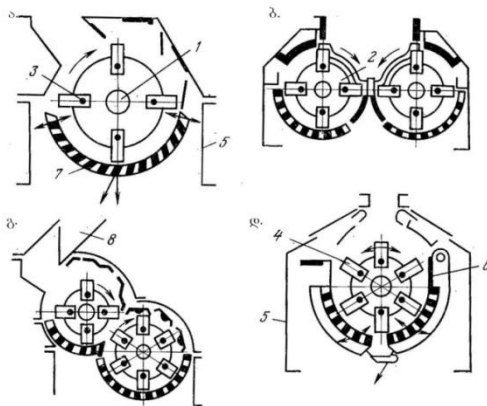
დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველაში წიაღისეული იმსხვრევა დარტყმის პრინციპით, რომელიც დამსხვრევი ორგანოს მოწყობილობის მიხედვით სამგვარია — ჩაქუჩბიანი, როტორული და დეზინტეგრატორი, გამოიყენება რბილი, ფიცხი და საშუალო სიმაგრის წიაღისეულის (ნახშირი, კირქვა, თაბაშირი, დოლომიტი, ბარიტი, ცარცი, მერგელი, ქვამარილი და სხვა) დასამსხვრევად.

დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველა შედგება კორპუსში ჩამონტაჟებული მბრუნავი როტორისაგან, რომელზედაც დამაგრებულია ჩაქუჩები. თუ ჩაქუჩები სახსრულადაა დამაგრებული, მაშინ მანქანას "ჩაქუჩბიან სამსხვრეველას" უწოდებენ, თუ ხისტადაა დამაგრებული — "როტორიან სამსხვრეველას". დეზინტეგრატორი (ნახ. 9.1) შედგება ორი საპირისპირო მიმართულებით მბრუნავი დისკოსაგან, რომლებზედაც დამაგრებულია ღეროები.



ნახ. 9.1. დეზინტეგრატორი

ჩაქუჩებიანი (ნახ. 9.2) და როტორული (ნახ. 9.3) სამსხვრეველები მზადდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ერთ და ორდოლიანი, ერთი მიმართულებით მბრუნავი როტორიანი და რევერსიული მასალის ცენტრალური და მხები მიწოდებით, ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების კონსტრუქციები მოცემულია 9.4 და 9.5 ნახაზზე.

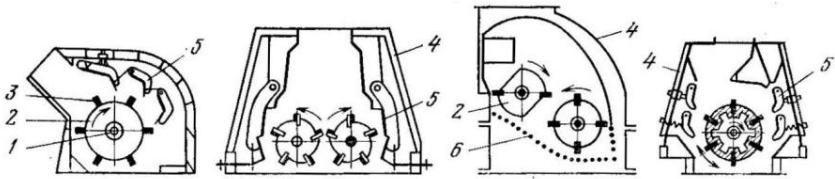


ნახ. 9.2. ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველას ძირითადი სქემები

ა,დ- ერთროტორიანი; ბ,გ- ოროტორიანი

1-ლილვი; 2-როტორის დისკი; 3-ჩაქუჩის ღერძი; 4-ჩაქუჩები; 5-კორპუსი; 6-

ჯავშანი; 7-რიკულებიანი ცხავი; 8-ჩამტვირთავი ძაბრი.

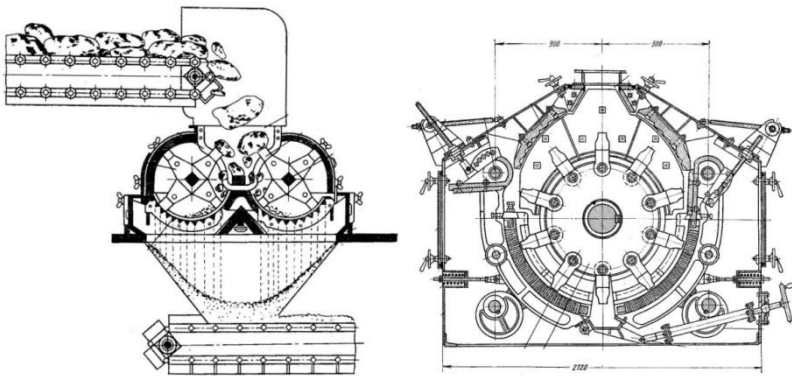


ნახ. 9.3. როტორული სამსხვრეველას ძირითადი სქემები

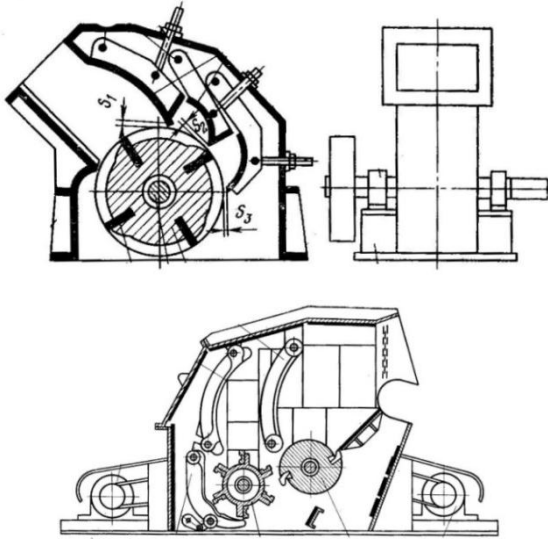
ა, დ-ერთროტორიანი; ბ, გ-ორროტორიანი

1-ლილვი; 2-როტორი; 3-მასიური ჩაქუჩი; 4-კორპუსი; 5-ჯავშანი;

6-რიკულებიანი ცხავი.



ნახ. 9.4 ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველა



ნახ. 9.5. როტორული სამსხვრეველა

9.2. ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები

ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების ტექნიკურ პარამეტრებს მიეკუთვნება: როტორის წრიული სიჩქარე, მწარმოებლობა და ძრავას სიმძლავრე.

როტორის წრიული სიჩქარედ, ჩვეულებრივ, მიღებულია 50 მ/წმ.

ელექტროძრავას სიმძლავრე დამოკიდებულია როტორის ზომებსა და ბრუნვის სიხშირეზე და გაიანგარიშება ფორმულით:

$$N = 0,15D^2Ln \text{ კვტ,}$$

სადაც D, L როტორის დიამეტრი და სიგრძეა, (მ),

n — ბრუნვის სიხშირე, (ბრ/წთ).

სამსხვრეველას მწარმოებლობა დამოკიდებულია როტორის ზომებსა და ბრუნთა რიცხვზე.

$$Q = 0,1D^2Ln \text{ ტ/სთ (როდესაც } D>L) .$$

$$Q = 0,1 DL^2n \text{ ტ/სთ (როდესაც } D<L) .$$

9.3. ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების ექსპლუატაცია

ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველები დამსხვრეული მასალის განტვირთვის მიზნით მონტაჟდება მაღალ საძირკველზე, რომლის წონა საკმარისი უნდა იყოს. ვიბრაციის კომპენსაციისათვის.

რადგან ამ ტიპის სამსხვრეველას აქვს დიდი ბრუნთა რიცხვი და მოსალოდნელი ვიბრაციები, ამიტომ სიმტკიცის შესანარჩუნებლად:

- სამსხვრეველასა და საძირკველს შუა უნდა დაიფინოს ვიბრაციის შთამნთქმელი საგები;

- ჩაქუჩების წონათა შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 10 გრამს;

- აკრძალულია ჩაქუჩებზე შემჩნეული ნაპრალის დადუღება;

- სამსხვრეველას გაშვება - გაჩერება დასაშვებია კორპუსიდან მასალის განტვირთვის შემდეგ.

სამსხვრეველას მადანი მიეწოდება მკვებავით ან ლენტური კონვეიერით. დაუშვებელია მადნის ზვავური მიწოდება.

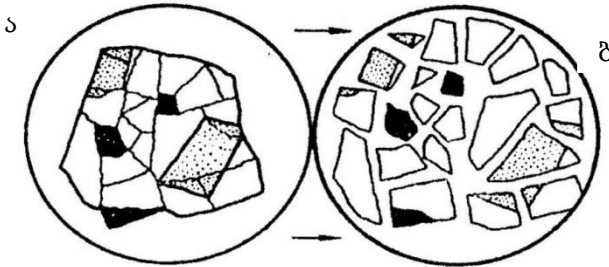
ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების დამსხვრევის ხარისხი 40-მდე აღწევს, ჩვეულებრივ, ისინი მუშაობენ დამსხვრევის ხარისხით არა უმეტეს 10-ისა.

III ნაწილი. დაფქვა

თავი X. დაფქვის პროცესი

10.1. დაფქვის პროცესის დანიშნულება

დაფქვის პროცესის ძირითადი დანიშნულებაა წვრილად ჩაწინწკლული მადნების შემადგენელი მინერალების მარცვალთა ურთიერთშემაკავშირებელი შიგა ძალების დაძლევა გარეგანი ძალების მოქმედებით და მარცვალთა გახსნა (ნახ. 10.1).



ნახ. 10.1. დაფქვის პროცესში მინერალების მარცვალთა გახსნა

ა-დაფქვამდე; ბ-დაფქვის შემდეგ.

დაფქვის პროცესში ხდება მინერალურ მარცვალთა 5 მმ- ზე უფრო წვრილად დაქუცმაცება. წმინდად ჩაწინწკლული მინერალებისა და შენაზარდი მარცვლების სრულად გახსნის მიზნით მადანს ხშირად 0,1 მმ-ზე უფრო წმინდად ფქვავენ. დაფქვის პროცესში საანგარიშო კლასად მიღებულია 74 მკმ (200 მეში).

დაფქული მასალის მარცვალთა გახსნის ხარისხი დამსხვრევის ხარისხის ანალოგიურად იანგარიშება.

ე.ი. დაფქვის ხარისხი არის დასაფქვავ მასალაში მაქსიმალური ნატების ზომის ფარდობა დაფქული მასალის საანგარიშო კლასის

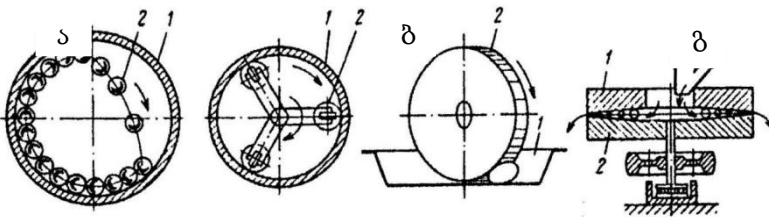
(74 მკმ) ზომასთან. თუ დაფქვის ხარისხი დიდია დაფქვა ხორციელდება სტადიურად.

წისქვილები მოქმედების პრინციპის მიხედვით არსებობს ორი ძირითადი სახის: აეროდინამიკური და მექანიკური.

აეროდინამიკურ წისქვილში მადანი იფქვება შეკუმშული აირის ნაკადის, ხოლო მექანიკურ წისქვილში — დამფქვავე სხეულების საშუალებით.

მექანიკური წისქვილი (ნახ. 10.2) კორპუსის გეომეტრიული ფორმის მიხედვით არის დოლური, რგოლური, ფიალიანი და დისკური.

მამდიდრებელ ფაბრიკებში ძირითადად გამოიყენება დოლური წისქვილები.



ნახ. 10.2. მექანიკური წისქვილები

ა-დოლური 1-დოლი; 2-ბურთულები;

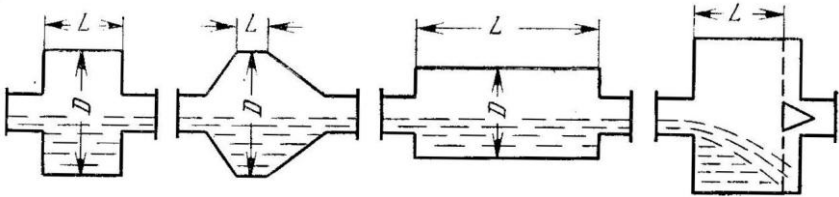
ბ-რგოლური 1-რგოლი; 2-გორგოლაჭი;

გ-ფიალისებური 1-ფიალა; 2- რბია;

დ-დისკური 1-2-უძრავი და მოძრავი დისკოები.

10.2. დოლური წისქვილების კლასიფიკაცია და მოქმედების პრინციპი

დოლური წისქვილები (ნახ. 10.3) სხვადასხვა კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით არსებობს სხვადასხვა სახის:



ნახ. 10.3. დოლური წისქვილის სახეები

I. დოლის ფორმის მიხედვით: მოკლევადიანი, ნორმალური, გრძელი მილისებური, კონუსური, ანუ ბიკონუსურ-ცილინდრული.

II. მამსხვრევი სხეულების ფორმის მიხედვით: ლითონის ბურთულებიანი, რიყის ქვის ბურთულებიანი, ლითონის ღეროებიანი.

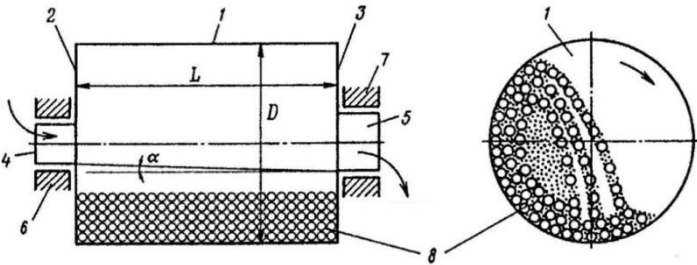
III. მოძრაობის სახეობის მიხედვით: მბრუნავი, ვიბრაციული, ნახევრად ვიბრაციული და ცენტრიდანული.

IV. დაფქული მასალის (პულპის) განტვირთვის სახეობის მიხედვით: ცენტრალური და პერიფერიული.

V. დაფქვის სახეობის მიხედვით: მშრალი და სველი.

დოლური ბურთულებიანი წისქვილები (ნახ. 10.4) შედგება ცილინდრისაგან (1), რომლის ორივე მხარე დახურულია პოჭოჭიკიანი (4;5) სახურავით (2;3) ცილინდრი პოჭოჭიკებით ეყრდნობა საკისრებს (6; 7) და ბრუნავს ჰორიზონტალური ღერძის

გარშემო. დოლის ბრუნვის შედეგად მასში მოთავსებული ბურთულები გადაადგილდება განსაზღვრულ სიმაღლეზე და თავისუფლად ჩამოვარდება ან ჩამოვარდება ქვემოთ. დასაფქვავი მასალა წისქვილს მიეწოდება პოჭოჭიკიდან (4) დამფქვავი სხეულების ზემოქმედებით მადანი იფქვება დარტყმით, გახეხვითა და გაჭყლევით და გაიტვირთება მეორე პოჭოჭიკიდან (5). სველი დაფქვის დროს დაფქული მასალა გაიტვირთება წყლის ნაკადით გადანადენის სახით, ხოლო მშრალი დაფქვის დროს დოლიდან ჰაერის შეწოვით.



ნახ. 10.4. დოლური ბურთულებიანი წისქვილის სქემა

დოლურ წისქვილებში დამფქვავ სხეულად ძირითადად გამოიყენება ლითონის ბურთულები მადნის წმიდად დაფქვისათვის (-74 მკმ 50-95%) და ღეროები უხეში (-74 მკმ 25-30%) დაფქვისათვის. როგორც მშრალი, ისე სველი დაფქვის მანქანაში ჩატვირთულია რამდენიმე ერთეული, ზოგჯერ ათეული ტონა სხვადასხვა ზომისა (25 მმ-დან 150 მ-მდე) და წონის ბურთულები; ღეროებიან წისქვილში კი დამფქვავ სხეულად გამოიყენება 25-დან 100 მმ-მდე დიამეტრის ლითონის ღეროები. წისქვილის ბრუნვით ღეროები ან ბურთულები ზემოთ აიწევა რაღაც A წერტილამდე

(ნახ. 10.5). ამ წერტილში ცენტრიდანული P ძალა გაუტოლდება ბურთულის mg სიმძიმის ძალის გეგმილს OA რადიუსის მიმართულებით, ბურთულა მოწყდება სიმაღლიდან დოლის შიგაზედაპირს და ვარდება B წერტილში, რადგანაც mg -ს გეგმილი რადიუსის მიმართულებით $mg \cos \alpha$ -ს ტოლია, ხოლო ცენტრიდანული ძალა

$$P = \frac{mv^2}{R};$$

სადაც R არის ცენტრიდან ბურთულას დაშორება, ამიტომ

$$G \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} = mg \cos \alpha;$$

აქედან
$$v = \sqrt{gR \cos \alpha};$$

რადგანაც
$$v = \frac{2\pi Rn}{60};$$

ამიტომაც ბრუნთა რიცხვი, რომლის დროსაც ბურთულა წყდება A წერტილიდან, იქნება

$$n = \frac{60v}{2\pi R} = \frac{30}{\pi R} \sqrt{gR \cos \alpha} = \frac{30\sqrt{\cos \alpha}}{\sqrt{R}};$$

α -ს ეწოდება ბურთულას მოწყვეტის კუთხე. თუ ბურთულამ ვერტიკალური დიამეტრის წრესთან გადაკვეთის ზენიტურ წერტილს მიაღწია, მაშინ $\alpha = 0$ -ს, $\cos \alpha = 1$, ხოლო ამ შემთხვევაში მიღებული სიჩქარე კრიტიკული იქნება:

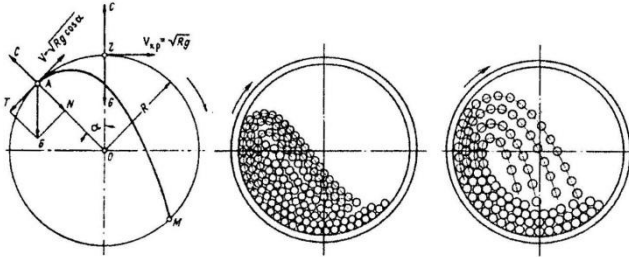
$$n_{კრ} = \frac{30}{\sqrt{R}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \text{ ბრ/წთ};$$

თუ $n_{კრ}$ მნიშვნელობას შევიტანთ ბრუნთა რიცხვის საანგარიშო ფორმულაში მივიღებთ

$$n = n_{კრ} \sqrt{\cos \alpha} = \varphi n_{კრ};$$

ფარდობა $n/n_{3\sigma}$ აღინიშნება φ -ით და ეწოდება ფარდობითი სიჩქარის კოეფიციენტი, ე.ი.

$$\varphi = \frac{n}{n_{3\sigma}} = \sqrt{\cos \alpha};$$



ნახ. 10.5. დოლში ბურთულების მოძრაობის სქემა

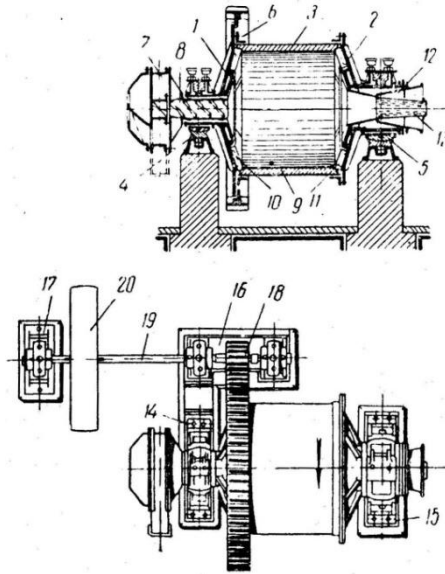
ეს არის წისქვილის მუშაობის ერთ-ერთი პარამეტრი. ფორმულისა და ნახაზის მიხედვით, რაც ნაკლებია α . მით მეტია φ და აწვეის H სიმაღლე, მაგრამ თუ φ იქნება 1-ის ტოლი, მაშინ ბურთულა იბრუნებს წისქვილთან ერთად, არ ჩამოვარდება და ვერ შეასრულებს მარგ მუშაობას. ბურთულებიან წისქვილში $\varphi=0,80 \div 0,85$ -ს, ხოლო დეროებიან წისქვილში $\varphi = 0,60 \div 0,65$ - ს.

В წერტილში ვარდნისას ბურთულა ეჯახება ბურთულებს შორის მოქცეულ მადანს და ფქვავს მას, გარდა ამისა, საათის ისრის მიმართულებით წისქვილის ბრუნვისას ისარი მოძრაობის BA წრიულ ტრანექტორიაზე ბურთულები გადაადგილდება სხვადასხვა სიჩქარით, გორავს ერთმანეთზე და დოლის კედლებზე და სრესს და ხეხავს მათ შორის მოქცეულ მადანს. ამრიგად, ბურთულებიან წისქვილში დაფქვა განხორციელებულია დარტყმის, გაჭყლეტის და გახეხვის პრინციპებით.

10.3. ბურთულეზიანი და ღეროზიანი წისქვილების კონსტრუქციები

დოლური ბურთულეზიანი წისქვილები მზადდება დაფქული მასალის პერიფერიული (МШР) და ცენტრალური (МИЦ) (МШЦ) გატვირთვით და გამოიყენება წმინდად დაფქვისათვის, ხოლო ღეროზიანი ცენტრალური (МСЦ) განტვირთვით—უხეში დაფქვისათვის.

დოლური წისქვილები (ნახ. 10.6) წარმოადგენს ცილინდრულ დოლს (3) წინა შუბლისა (1) და უკანა კეფის (2) სახურავებით. სახურავებს აქვს ღრუ პოჭოჭიკები, რომლებითაც წისქვილი წინა (4) და უკანა (5) საკისრებს ეყრდნობა. წინა ღრუ პოჭოჭიკზე დამაგრებულია მადნის კომბინირებული მკვებავი (7); ამავე პოჭოჭიკში მოთავსებულია სპირალური შნევი (8), რომლითაც მადანი წისქვილში გადადის. ცვეთისაგან დასაცავად დოლს და მის სახურავებს შიგნიდან უკეთდება ჯავშანი (9, 10, 11).



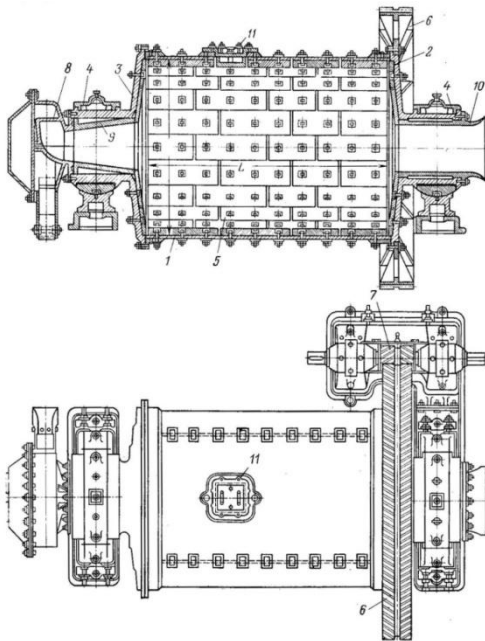
ნახ. 10.6 დოლური წისქვილი

უკანა კევის პოჭოჭიკში ჩადგმულია კონუსური კასრი (12), რომელშიც იდგმება დოლური ცხრილის ბადე (13). მსხვილი მარცვლები, რომლებიც ბადეში (13) ვერ გადის, წისქვილს უბრუნდება. დაფქული მასალა მიეწოდება მექანიკურ კლასიფიკატორს, რომელიც საჭირო ზომამდე დაუფქვავ მასალას ლარტყიანი ან სპირალური საფხეკებით ისევ წისქვილს უბრუნებს.

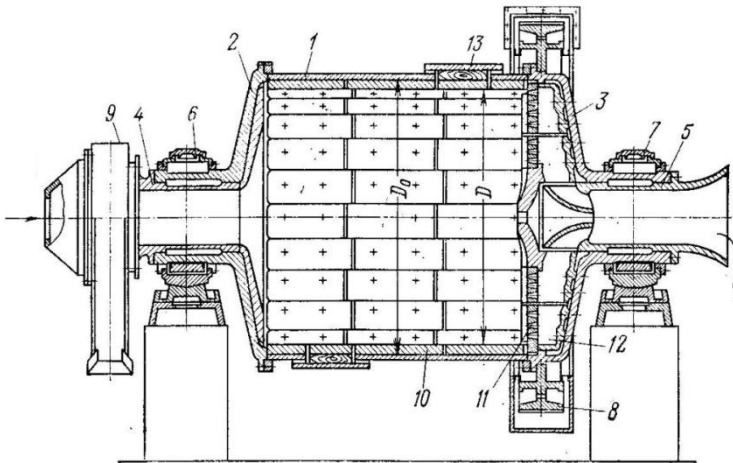
წისქვილის (4) და (5) საკისრები დამონტაჟებულია ბეტონის საძირკველზე დადგმულ საყრდენ (14) და (15) ფილებზე. დოლზე ჩამოცმული კბილანას (6) ამრავი კბილანა (18) სათანადო საკისრებით დამონტაჟებულია საყრდენ ფილაზე (16), ხოლო ამრავი ლილვის (19) მესამე საკისარი - საყრდენზე (17). პატარა წისქვილები მოძრაობაში მოჰყავთ ღვედიანი შკივით (20), სადაც

ხორციელდება კბილაცილინდრული გადაცემა, დიდი წისქვილები კი—რედუქტორით. ცენტრალური განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილი (ნახ. 10.7) შედგება ცილინდრული დოლისაგან (1), რომლის წინა და უკანა მხარე მოტორსულია ღრუ პოჭოჭიკიანი სახურავებით (2) და (3), რომლითაც ეყდნობა საკისრებს (4), დოლს (1) და სახურავებს (2,3) შიგნიდან უკეთდება ჯავშანი (5) დოლში ჩატვირთულია სხვადასხვა დიამეტრის (25-150 მმ) ბურთულები. დოლს ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემა ელექტროძრავადან კბილანური (6, 7) გადაცემით. დასაფქვავე მასალა მკვებავით (8) მარცხენა ღრუ პოჭოჭიკის გავლით ჩაიტვირთება წისქვილში, ხოლო დაფქული მასალა გადმოიტვირთება მარჯვენა პოჭოჭიკიდან გადანადენის სახით. პერიფერიული განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილი (MIIIIP) (ნახ. 10.8) შედგება დოლისაგან (1), რომლის წინა და უკანა მხარე მოტორსულია ორი პოჭოჭიკიანი (4, 5) სახურავით (2,3) რომლებითაც ეყდნობა საკისრების (6, 7) ბრუნვითი მოძრაობა დოლს გადაეცემა ელექტროძრავადან კბილანური გადაცემით. დოლის შიგა ზედაპირი დაფარულია ჯავშნით (10), დოლში ჩატვირთულია სხვადასხვა დიამეტრის (40-150 მმ) ბურთულები. დასაფქვავე მასალა დოლს მიეწოდება მკვებავით (9), დაფქული მასალა წისქვილიდან გადმოიტვირთება დოლის ბოლო ნაწილში სექტორებად დამაგრებული რადიალური წიბოიანი რიკულებიანი ცხავიდან (ნახ. 10.9) ღეროებიანი წისქვილის (MCLL) კონსტრუქცია ცენტრალური განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილის (MIIIIL) ანალოგიურია. წისქვილში ჩატვირთულია სხვადასხვა დიამეტრის (40-100 მმ) ღეროები,

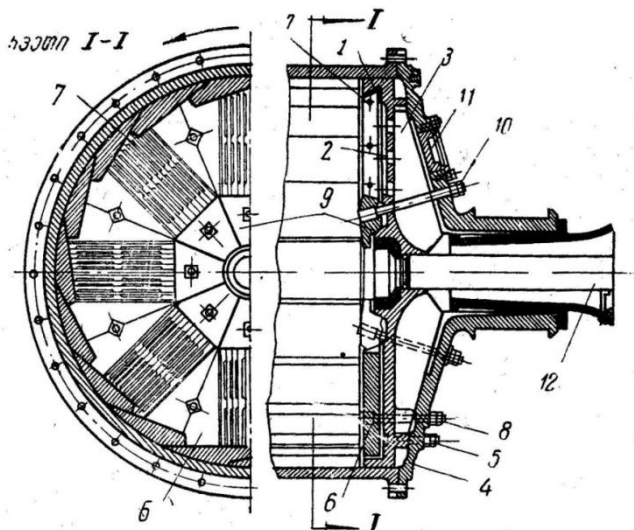
რომელთა სიგრძე, ჩვეულებრივ, 25-50 მმ ნაკლებია დოლის შიგა სიგრძეზე. სხვადასხვა კონსტრუქციის მკვებავები და ჯავშანი ნაჩვენებია 10.10 ნახაზზე.



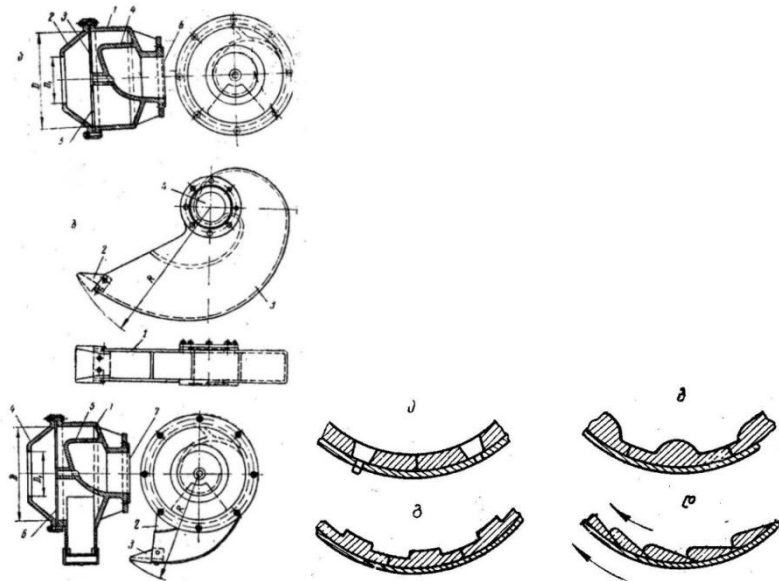
ნახ. 10.7.ცენტრალური განტვირთვის ბურთულეზიანი წისქვილი



ნახ. 10.8. პერიფერიული განტვირთვის ბურთულეზიანი წისქვილი



ნახ. 10.9. ბურთულეზიანი წისქვილის პერიფერიული განმტვირთავი მოწყობილობა



ნახ. 10.10. დოლური წისქვილის სხვადასხვა კონსტრუქციის მკვებავები და ჯავშანი

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

პრაქტიკამ აჩვენა, რომ თვითდაფქვის პროცესის წარმატებით გამოყენება ყოველთვის არაა შესაძლებელი. პროცესი დამოკიდებულია დასაფქვავე მასალის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. თვითდაფქვა ნაკლებად ეფექტურია არაერთგვაროვანი დანალექი ქანების, რბილი ქანების, აგრეთვე ძლიერ მაგარი ქანების დაფქვისას. ამის გამო, ზოგიერთ შემთხვევაში წისქვილში ამატებენ ბურთულებს გარკვეული

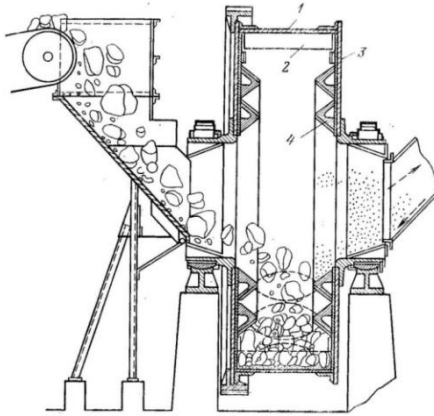
პროცენტული შეფარდებით. ამ პროცესს ნახევრად თვითდაფქვის პროცესს უწოდებენ.

პირველადი თვითდაფქვის და ნახევრად თვითდაფქვის პროცესებით შეიძლება ჩანაცვლებული იქნას საშუალოდ და წვრილად დამსხვრევისა და ჩვეულებრივი დაფქვის I სტადიის პროცესები.

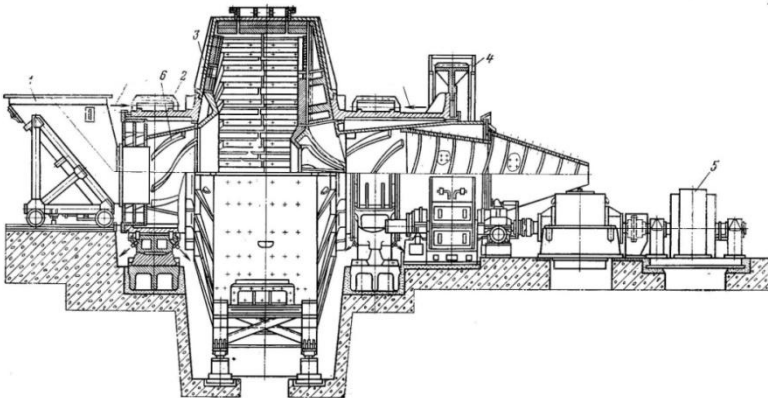
თვითდაფქვის ერთ-ერთ სახესხვაობას წარმოადგენს მადანკენჭოვანი დაფქვა, რომლის დროს დამფქვავ სხეულად გამოიყენება პირველადი თვითდაფქვის პროცესში გამოყოფილი მადნის გლუვზედაპირიანი კენჭები.

ლენტური კონვეიერით წისქვილში ჩატვირთული მადნის მსხვილი ნატეხები ასრულებენ ბურთულების მოვალეობას, ისინი დიდი სიმაღლიდან ვარდნის დროს ამსხვრევენ უფრო წვრილ ნატეხებს და თვითონაც იმსხვრევიან. დაფქული მასალა წისქვილიდან სისტემატიურად გადმოიტვირთება პნევმატური ტრანსპორტით.

სველი თვითმფქვავი წისქვილი - "კასკადი" ნაჩვენებია 10.12 ნახაზზე.



ნახ. 10.11 თვითდაფქვის წისქვილი — „აეროფლო“



ნახ. 10.12 თვითდაფქვის წისქვილი — „კასკადი“

10.4. დაფქვის პროცესის ტექნოლოგიური

პარამეტრები

დოლური წისქვილის მუშაობის ტექნოლოგიური და ეკონომიკური ეფექტურობის ძირითადი პარამეტრებია: დოლის

ბრუნვის სიხშირე; დოლის ბურთულებით გავსების კოეფიციენტი; მუშაობის სიჩქარული რეჟიმი; პულვის სიმკვრივე; დასაფქვავი მადნის სისხო და დაფქვის ხარისხი.

დოლის ბრუნვის სიხშირე. დოლის ბრუნვის დროს დამფქვავი სხეულები ხახუნის ძალის მოქმედებით მოძრაობენ წრიულ ტრაექტორიაზე. წისქვილის ჯავშანზე ბურთულები რომ არ ჩამოცურდეს მასზე მოქმედი ძალები უნდა იყოს გაწონასწორებული (ნახ. 10.5).

წრიულ ტრაექტორიაზე ბურთულის მოძრაობის დროს A წერტილში რადიალური N ძალა შეიძლება გაუტოლდეს ცენტრიდანულ C ძალას ამ წერტილიდან ბურთულა V სიჩქარით მოძრაობს ჰორიზონტის მიმართ რაღაც α კუთხით. ე. ი. პარაბოლური ტრაექტორიით. α წრიული ტრაექტორიიდან ბურთულას მოწყვეტის კუთხეა. A წერტილში ცენტრიდანული და რადიალური ძალები ტოლია ე.ი.

$$C = N ;$$

$$C = \frac{mv^2}{R} ; \quad N = G \cos \alpha ;$$

$$\text{მაშასადამე,} \quad \frac{mv^2}{R} = G \cos \alpha ;$$

სადაც N არის რადიალური ძალა (სიმძიმის ძალის მდგენელი);

G — სიმძიმის ძალა;

α — ბურთულის მოწყვეტის კუთხე;

$$C = \frac{GV^2}{gR} - \text{ცენტრიდანული ძალა;}$$

$$V = \frac{\pi R n}{30} - \text{ბურთულის მოძრაობის წრიული სიჩქარე};$$

q — თავისუფალი ვარდნის აჩქარება;

R — წრიული ტრაექტორიის რადიუსი, (მ);

n — დროის ბრუნთა სიხშირე, (ბრ/წთ);

აღნიშნულ ფორმულაში შევიტანოთ N , C და V - მნიშვნელობები და განვსაზღვროთ ბრუნვის სიხშირე n , მივიღებთ

$$n = \frac{30}{\sqrt{R}} \sqrt{\cos \alpha}.$$

მიღებული ფორმულით განისაზღვრება დოლის ის ბრუნვის სიხშირე, როდესაც ბურთულა წრიული ტრაექტორიიდან გადადის პარაბოლურ ტრაექტორიაზე. ფორმულაში, როდესაც $\alpha=0$; $\cos \alpha = 1$.

$$n = \frac{30}{\sqrt{R}}.$$

ასეთ შემთხვევაში ბურთულა განუწყვეტლივ იმოძრაებს წრიულ ტრაექტორიაზე. დოლის ზედაპირზე იქნება მიკრული და არ მოხდება მასალის დაფქვა. დოლის ბრუნვის ასეთ სიხშირეს კრიტიკული ეწოდება.

$$n_{კრ} = \frac{30}{\sqrt{R}}.$$

ბურთულებით გავსების კოეფიციენტი -წისქვილის მუშაობის ერთ-ერთი ძირითადი პარამეტრია და გაიანგარიშება ფორმულით:

$$\varphi = V_8 / V,$$

სადაც V_8 არის ჩატვირთული ბურთულების მოცულობა, (მ³);

V — წისქვილის მუშა მოცულობა, (მ³).

$$V_8 = G_8 / \gamma_8, \quad V = \pi D^2 L / 4,$$

სადაც G_8 არის ჩატვირთული ბურთულების წონა;

γ_b — ბურთულას სიმკვრივე, $\gamma_b = 4,8 \text{ ტ/მ}^3$;

D — დოლის შიგა დიამეტრი, (მ);

L — დოლის სიგრძე, (მ).

მაშინ

$$\varphi = V_b/V = 4 G_b / (\gamma_b \pi D^2 L) .$$

დადგენილია, რომ დოლის ოპტიმალური ბრუნვის სიხშირე დამოკიდებულია დამფქვავი სხეულებით გავსების კოეფიციენტზე. გავსების კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა ბურთულებიანი წისქვილებისათვის $\varphi = 0,4-0,5$; ღეროებიანიისათვის $\varphi = 0,3-0,4$; ხოლო თვითმფქვავი წისქვილებისათვის $\varphi = 0,35-0,45$.

წისქვილების მუშაობის სიჩქარული რეჟიმი - (ნახ. 10.5) დამოკიდებულია დოლის დამფქვავი სხეულებით გავსების კოეფიციენტზე და ბრუნვის სიხშირეზე.

აღნიშნული პარამეტრების გათვალისწინებით წისქვილები მუშაობს: კასკადურ, ჩანჩქერულ და შერეულ რეჟიმში. მუშაობის კასკადური რეჟიმი განხორციელდება როდესაც დოლის ბრუნვის სიჩქარე შეადგენს კრიტიკული სიჩქარის 50-60 %.

$$n_{\text{კასკ.}} = (50-60 \%) n_{\text{კრ.}} .$$

კასკადურ რეჟიმში მომუშავე წისქვილებში დამფქვავი სხეულები მოძრაობენ ჩაკეტილი კონტურით წრიულ ტრაექტორიაზე. ამ დროს მადანი იფქვევა გაქყლებით და გახევის პრინციპით. კასკადური რეჟიმით ძირითადად ღეროებიანი წისქვილი მუშაობს.

ჩანჩქერული რეჟიმი განხორციელდება კრიტიკული სიჩქარის 78-85%-ის ტოლი სიჩქარით მბრუნავ წისქვილებში.

$$n_{\beta} = (78-85 \%) n_{3r} .$$

ჩანჩქერულ რეჟიმში მომუშავე წისქვილი დამფქვავე სხეულები გადადიან წრიული ტრაექტორიდან პარაბოლურ ტრაექტორიაზე ამ დროს მადანის დაფქვა ხდება გაჭყლეტის, გახეხვისა და დარტყმის პრინციპებით. ჩანჩქერულ რეჟიმში ძირითადად ბურთულებიანი და თვითმფქვავე წისქვილები მუშაობს. წისქვილების შერეულ რეჟიმს ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც დოლის ბრუნვის სიხშირე უტოლდება კრიტიკულ სიჩქარის 60- 75 %-ს.

$$n_{\beta} = (60-75 \%) n_{3r} .$$

საწარმოო პირობების მიხედვით პრაქტიკული მონაცემებიდან გამომდინარე დოლის ოპტიმალური ბრუნვის სიხშირე

$$n = (32-36) / \sqrt{D} ,$$

სადაც D დოლის დიამეტრია.

აღნიშნულ სიჩქარულ რეჟიმში მომუშავე წისქვილების მწარმოებლობა და ეფექტურობა მაქსიმალური იქნება.

დამფქვავე სხეულების ზომები - დამოკიდებულია მადანის სისხოსა და სიმაგრეზე. მსხვილი და მაგარი მადნების დასაფქვადად გამოიყენება დიდი ზომის დამფქვავე სხეულები (ბურთულები, ღეროები), ხოლო წვრილი და რბილი მასალისათვის მცირე ზომის. აქედან გამომდინარე ბურთულის დიამეტრი გაითვლება ფორმულით

$$D = Kd ;$$

სადაც D ბურთულის დიამეტრია;

K — მადნის სიმაგრეზე დამოკიდებული კოეფიციენტი,
($K= 13 \div 32,5$);

d — დასაფქვავი მასალის ზომა.

დასაფქვავი მასალის ზომიდან გამომდინარე ბურთულების ოპტიმალური დიამეტრის მნიშვნელობები მოცემულია 10.1 ცხრილში.

ცხრილი 10.1

ბურთულების ოპტიმალური დიამეტრი

საწყისი მადნის ზომები, მმ.	0,2	0,3-0,42	0,6-0,8	1,2-1,7	2,4-3,3	4,7-6,7
ბურთულების დიამეტრი, მმ.	15	20	25	30	40	50
საწყისი მადნის ზომები, მმ.	6,8-9,5	13-19	27-38	38-53	53-60	
ბურთულების დიამეტრი, მმ.	60	70-80	90-100	100-110	125	

დაფქვის პროცესში ბურთულების და ღეროების ხვედრითი ხარჯი ცვალებადობს: ბურთულების 0,5-2,5კგ/ტ , ხოლო ღეროების 0,2-0,5 კგ/ტ .

გაცვეთილი ბურთულების ახლით შევსება ხდება მათი ცვეთის გათვალისწინებით. ჯავშნის მუშაობის ხანგრძლივობა

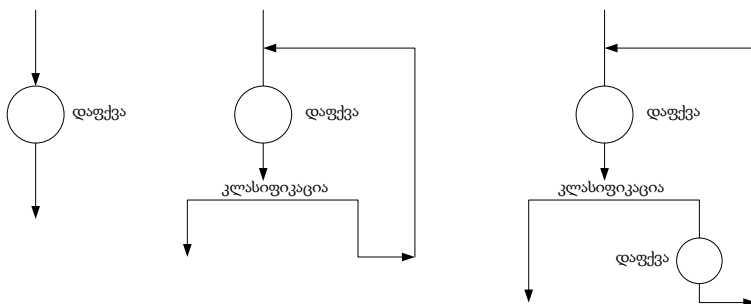
ცვალებადობს 6-5 თვემდე, მისი ხვედრითი ხარჯი შეადგენს 0,1-0,4 კგ/ტ .

დასაფქვაკვი მადნის ოპტიმალური სისხო ღეროებიანი წისქვილისათვის შეადგენს 15-25 მმ, ბურთულეებიანისათვის 8-15 მმ. ხოლო თვითმფქვაკვი წისქვილებისათვის ჩამტვირთი პოჭოჭიკის დიამეტრის 1/3 -ს.

პულპის სიმკვრივე - გამოისახება მყარისა და თხევადის წონათა ფარდობით (მყ:თხ), ან პულპაში მყარის პროცენტული შემცველობით, ბურთულეებიან წისქვილებში დაფქვის დროს პულპაში მყარის შემცველობა აიღება 65-75 %-ი , ხოლო ღეროებიანში 50-60 %-ი. პულპის განზავებაზე დამოკიდებულია დაფქული პროდუქტის ხარისხი, ოპტიმალურ მნიშვნელობაზე ნაკლები განზავების დროს მადანი გადაიფქვება, ხოლო პირიქით, არ მოხდება მინერალური მარცვალთა სრული გახსნა.

10.5. დაფქვის სქემები

არსებობს წისქვილის მუშაობის ღია, ჩაკეტილი და ნაწილობრივ ჩაკეტილი ციკლები და დაფქვის ერთი, ორი და იშვიათად სამი სტადია (ნახ. 10.13) დაფქვის სქემის შედგენა დამოკიდებულია დასაფქვაკვი მასალის გრანულომეტრიულ შედგენილობაზე, სასარგებლო კომპონენტის ჩაწინწყლულობის ზომაზე და მის ფიზიკურ- მექანიკურ თვისებებზე.



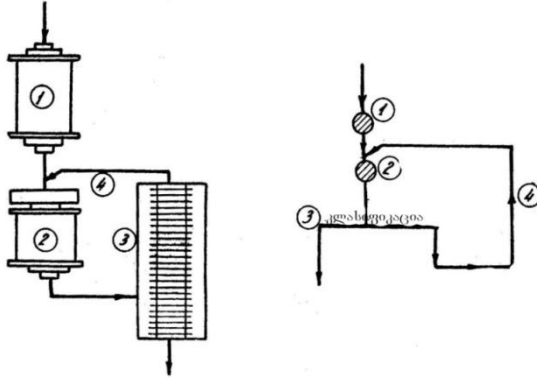
ნახ. 10.13 დაფქვის სქემები.

ერთსტადიური დაფქვა ღია ციკლით განხორციელებულია, როდესაც დასაფქვავ მასალაში მზა კლასის რაოდენობა მცირეა (< 15 %) და არ არის მიზანშეწონილი მათი გამოყოფა და გამოიყენება შედარებით მსხვილი (> 0,2 მმ) საბოლოო პროდუქტის მისაღებად, ღია ციკლით დაფქვა შედარებით იშვიათია და ძირითადად ორსტადიურ სქემებთანაა დაკავშირებული.

ერთსტადიური დაფქვა ჩაკეტილი ციკლით გამოიყენება მსხვილმარცვლოვანი (10-50 მმ) მასალის დაფქვის დროს. ერთსტადიური დაფქვა წინასწარი კლასიფიკაციით გამოიყენება, როდესაც დასაფქვავ მასალაში მზა კლასის რაოდენობა აღემატება 15 %-ს.

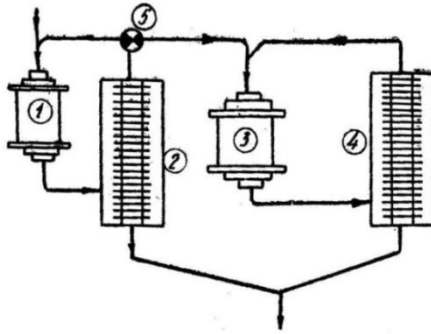
ორსტადიური დაფქვა ღია და ჩაკეტილი ციკლებით (ნახ. 10.14) გამოიყენება მსხვილ— მარცვლოვანი მასალის დაფქვის დროს. ასეთ შემთხვევაში პირველ სტადიაში ხდება უხეში დაფქვა ღეროებიან წისქვილში (1) , ხოლო მე-2 სტადიაში წმინდა დაფქვა ბურთულეებიან წისქვილში (2). მე-2 სტადიის წისქვილი (2) მუშაობს ჩაკეტილი ციკლით კლასიფიკატორთან (3), რომლის

სილები (4) კვლავ უბრუნდება წისქვილს (2), ხოლო კლასიფიკატორის გადანადენი (ლამი) წარმოადგენს მზა პროდუქტს შემდგომი პროცესისათვის.



ნახ. 10.14 ორ სტადიური დაფქვა ღია და ჩაკეტილი ციკლებით.

ორსტადიური დაფქვა ნაწილობრივ ჩაკეტილი ციკლით ნაჩვენებია (ნახ. 10.15) პირველ სტადიაში განხორციელებულია უხეში დაფქვა ღეროებიან წისქვილში (1). დაფქული მასალა გადადის სპირალურ კლასიფიკატორში (2), რომლის სილები იყოფა (5) ორ ნაწილად მისი 25-30 % უბრუნდება წისქვილს (1), ხოლო 70-75 % იფქვება ბურთულებიან წისქვილში (3), აქედან დაფქული მასალა გადადის მეორე კლასიფიკატორში (4), რომლის სილები უბრუნდება წისქვილს (3), ხოლო გადანადენი (ლამი) უერთდება პირველ კლასიფიკატორის გადანადენს და წარმოადგენს მზა პროდუქტს შემდგომი პროცესისათვის.

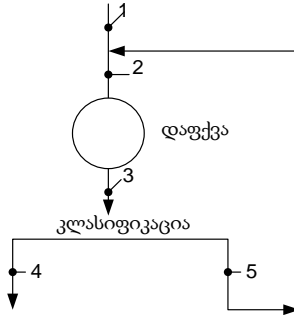


ნახ. 10.15 ორსტადიური დაფქვა ნაწილობრივ ჩაკეტილი ციკლით დაფქვის ნაწილობრივ ან ნახევრად ჩაკეტილი ციკლი გამოიყენება ორსტადიური დაფქვის დროს.

10.6. ცირკულაციური დატვირთვის განსაზღვრა

როგორც აღვნიშნეთ წისქვილი შეიძლება მუშაობდეს ღია ან ჩაკეტილი ციკლით. ჩაკეტილი ციკლით მუშაობისას კლასიფიკატორიდან გამოსული ზემსხვილი მასალა (სილები) უბრუნდება წისქვილს და ქმნის ცირკულაციურ დატვირთვას (ნახ. 10.16) ცირკულაციური დატვირთვა შეიძლება გამოვსახოთ აბსოლუტური (S) ან ფარდობით (C) მნიშვნელობით. ფარდობითი (C) ცირკულაცია ეწოდება სილის (S) წონითი რაოდენობის შეფარდებას გადანადენის ან საწყისი მასალის (Q) წონით რაოდენობასთან.

$$C = \frac{S}{Q} \quad \text{ან} \quad S = C \cdot Q$$



ნახ. 10.1 ცირკულაციური დატვირთვის სქემა.

ცირკულაციური დატვირთვის ფარდობითი მნიშვნელობა გამოისახება ერთეული ნაწილებით ან პროცენტებით, ხოლო აბსოლუტური—ტ/სთ-ებით. ცირკულაციური დატვირთვის მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს დაფქვა-კლასიფიკაციის ცალკეული პროდუქტების აწონით ან დასინჯვით.

დაფქვა-კლასიფიკაციის ცალკეული პროდუქტების დასინჯვა ითვალისწინებს მათგან სინჯის აღებას და მასში განსაზღვრული ზომის (-d) კლასის შემცველობას (β %) ან განზავებას (R). განზავება (R) არის სითხისა და მყარის წონითი ფარდობა $R = \text{სითხე} / \text{მყარი}$.

განსაზღვრული ზომის კლასის შემცველობის (β) მიხედვით ფარდობითი ცირკულაციური დატვირთვა განისაზღვრება დაფქვა-კლასიფიკაციის ოპერაციის (ნახ.10.17) მყარის ბალანსის განტოლებიდან.

$$Q_3\beta_3 = Q_4\beta_4 + Q_5\beta_5 ;$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_5 .$$

ბალანსის განტოლებათა სისტემის ამოხსნით მიიღებთ

$$C = \frac{S}{Q} = \frac{Q_5}{Q_4} = \frac{Q_5}{Q_1} = \frac{\beta_4 - \beta_3}{\beta_3 - \beta_5} 100\% ;$$

სადაც C - ფარდობითი ცირკულაციაა, % ;

$\beta_3, \beta_4, \beta_5$ - განსაზღვრული ზომის (-d) კლასის შემცველობაა შესაბამისად დაფქულ მასალაში, გადანადენში და სილებში.

სილების წონითი რაოდენობა (S)

$$S = Q_5 = CQ_1 = Q_1 \frac{\beta_4 - \beta_3}{\beta_3 - \beta_5} ;$$

დაფქვა კლასიფიკაციის პროდუქტების განზავების (R) მიხედვით ფარდობითი ცირკულაცია განისაზღვრება დაფქვა-კლასიფიკაციის ოპერაციის წყლის ბალანსის განტოლებიდან

$$Q_3 R_3 = Q_4 R_4 + Q_5 R_5 ;$$

მყარი მასალის ბალანსი

$$Q_3 = Q_4 + Q_5 ;$$

ბალანსის განტოლებათა სისტემის ამოხსნიდან მივიღებთ

$$C = \frac{S}{Q} = \frac{Q_5}{Q_4} = \frac{Q_5}{Q_1} = \frac{R_4 - R_3}{R_3 - R_5} 100\% ;$$

სილების წონითი რაოდენობა (S)

$$S = Q_5 = CQ_1 = Q_1 \frac{R_4 - R_3}{R_3 - R_5} ;$$

სადაც $Q_3 R_3$ არის კლასიფიკაციის პროცესში შემოსული წყლის რაოდენობა, ტ/სთ ;

$Q_4 R_4$ — კლასიფიკატორის გადანადენს გაყოლილი წყლის რაოდენობა, ტ/სთ ;

$Q_5 R_5$ — კლასიფიკატორის სილებს გაყოლილი წყლის რაოდენობა, ტ/სთ ;

$R_3R_4R_5$ — პულპის განზავება შესაბამისად კლასიფიკაციის პროცესში,

გადანადენში და სილებში.

ცირკულაციური დატვირთვა განისაზღვრება აგრეთვე ემპირიული ფორმულით

$$C = 0,68 \sqrt{f} - 0,25,$$

სადაც f არის ერთი ტონა მადნის დაფქვის ღირებულების ფარდობა ერთი ტონა სილების ტრანსპორტირების (კლასიფიკატორიდან წისქვილში) ღირებულებასთან.

$$(f = 25 \div 100).$$

10.7. დოლური წისქვილის მწარმოებლობა

წისქვილის მწარმოებლობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, ესენია:

- დასაფქვავი და დაფქული მასალის სისხო, მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები;

- წისქვილის კონსტრუქცია, მისი ზომები, ჯავშნის ფორმა;

- წისქვილის მუშაობის ციკლი (ღია ან ჩაკეტილი) ;

- კლასიფიკატორის ეფექტურობა;

- მამსხვრევი სხეულებით წისქვილის გავსების ხარისხი ;

- წისქვილში პულპის განზავება;

- წისქვილის ბრუნვის სიხშირე;

- ცირკულაციური დატვირთვის სიდიდე;

აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით შესაძლებელია მწარმოებლობის გაანგარიშება:

- დასაფქვაკი მასალის რაოდენობის მიხედვით, ტ;
- ახლად წარმოქმნილი ზედაპირის მიხედვით, ტ;
- ახლად წარმოქმნილი საანგარიშო კლასის (-74მკმ)

რაოდენობის მიხედვით, ტ.

წისქვილის მწარმოებლობა ახლად წარმოქმნილი კლასის მიხედვით გაიანგარიშება ფორმულით,

$$Q = \frac{Vq}{\beta_d - \beta_s} \text{ ტ/სთ.}$$

სადაც V არის წისქვილის მოცულობა, მ³;

q — წისქვილის ხვედრითი მწარმოებლობა, ტ/მ³ ; (ცხრ. 10.2)

β_d, β_s — საწყის და დაფქულ მასალაში საანგარიშო კლასის (-74მკმ) შემცველობა (ცხრ. 10.3).

ცხრილი. 10.2

დოლური წისქვილების ხვედრითი მწარმოებლობა

მადნის სახეობა	წისქვილის ტიპი		
	MIIIП	MIIIС	MCIИ
შავლითონიანი მადნები, q ტ/მ ³ სთ .	1,8-2,6	0,6-2,3	0,5-2,5
ფერადლითონიანი მადნები, q ტ/მ ³ სთ .	1,2-1,8	1,07-1,6	0,9-3,2

საწყის და დაფქულ მასალაში 74 მკმ კლასის შემცველობა

საწყისი მადნის სისხო მმ.	40-0	20-0	10-0	5-0	3-0	-	-
-74 მკმ კლასის შემცველობა %	3	6	10	20	23	-	-
დაფქული მასა- ლის სისხო მმ.	1-0	0,4-0	0,3-0	0,2-0	0,15-0	0,1-0	0,074-0
-74 მკმ კლასის შემცველობა %.	30	40	48	60	72	85	95

წისქვილის მწარმოებლობის მიახლოებითი მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს ემპირიული ფორმულით

$$Q = KD^2 L$$

სადაც D და L დოლის დიამეტრი და სიგრძეა, მ;

K — დაფქვადობის კოეფიციენტი. (0,5-0,7).

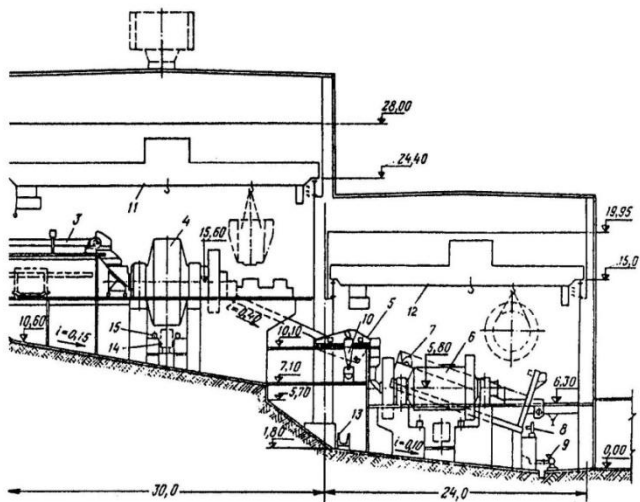
10.8. დოლური წისქვილის ექსპლუატაცია

დოლურ წისქვილს საწყისი მადანი თანაბარი რაოდენობით მიეწოდება სააკუმულაციო ბუნკერიდან მკვებავისა და ლენტური კონვეიერის საშუალებით. საწყისი მადნის სისხო ღერობიანი წისქვილისათვის არ უნდა აღემატებოდეს 40 მმ, ბურთულეებიანი წისქვილისათვის 25მმ, ხოლო თვითმფეკავი წისქვილებისათვის ჩამტვირთავ პოჭოჭიკის დიამეტრის 1/3 -ს.

ბურთულებით გავსების კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა პერიფერიული განტვირთვის წისქვილში არის 0,45-0,5. ცენტრალური განტვირთვის წისქვილში 0,35-0,4; თვითმფეკვავ წისქვილში 0,35-0,45; ხოლო ღეროებით გავსების კოეფიციენტი 0,3-0,4.

დოლური წისქვილების ოპტიმალურ რეჟიმში მუშაობისათვის დოლის ბრუნვის სიხშირე ღეროებიანი წისქვილისათვის აუცილებლად უნდა იყოს კრიტიკული სიჩქარის 60-72%, პერიფერიული განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილისათვის 75-86%, ცენტრალური განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილისათვის 60-80%, მადანკენჭოვანი წისქვილისათვის 80-85%, ხოლო თვითმფეკვავე წისქვილისათვის 70-80%.

ოპტიმალური ცირკულაციური დატვირთვა ბურთულებიანი წისქვილისათვის 300-500 %-ია, ღეროებიანის 50-75%. ხვედრითი ცირკულაციური დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს 12 ტ/მ³სთ. ფერადლითონიანი მადნების მამდიდრებელი ფაბრიკის საფეკვავე განყოფილება ნაჩვენებია 10.17 ნახაზზე.



ნახ. 10.17 საფეკვაი განყოფილების გრძივი ჭრილი

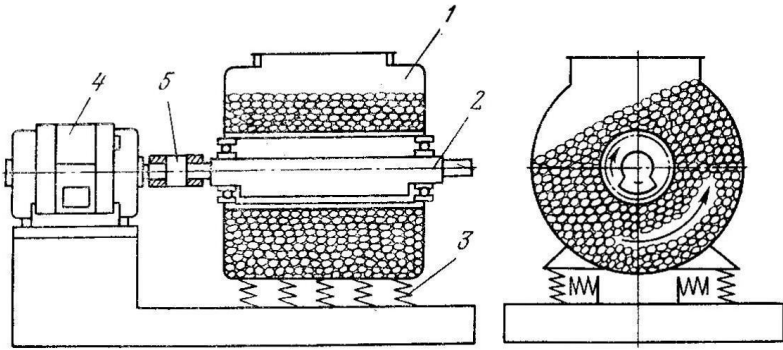
თავი XI. ვიბრაციული, პლანეტარული და

ჭავჭავური წისქვილები

11.1. ვიბრაციული წისქვილი

ვიბრაციული წისქვილის კორპუსი ბურთულეებთან და დასაფქვავ მასალასთან ერთად რხევით მოძრაობაში მოდის დებალანსური ამძრავი ლილვის მეშვეობით. ბურთულეები მასალას ფქვავს დარტყმისა და გახეხვის პრინციპით. დასაფქვავი მასალის ნაწილაკები ყოველთვის შეწონასწორებულ მდგომარეობაში არიან და ვიბრირებენ, რაც ხელს უშლის მათ ერთმანეთზე შეწყებებას. დაფქვის ეფექტურობა დამოკიდებულია ვერტიკალური რხევის ამპლიტუდის სწორად შერჩევაზე. დაფქვა შესაძლებელია მშრალი ან სველი წესით. კვებაში მასალის მაქსიმალური ზომა -25მმ-ს შეადგენს, ხოლო დაფქული მასალის სისხო 5 მკმ-ზე ნაკლებია, მწარმოებლობა 0.02-20ტნ/სთ.

ვიბრაციული წისქვილის (ნახ. 11.1) კორპუსში (1) დამაგრებულ საკისრებში ჩასმულია დებალანსური ლილვი (2), რომელიც პლასტიკური ქუროთი (5), უერთდება ძრავას (4) კორპუსი (1), რომლის მოცულობის 80% შევსებულია ბურთულეებით ეყრდნობა ხის კოჭებზე დამაგრებულ ზამბარებს (3), ეს უკანასკნელი მთლიანად შთანთქავს ვიბრაციებს.

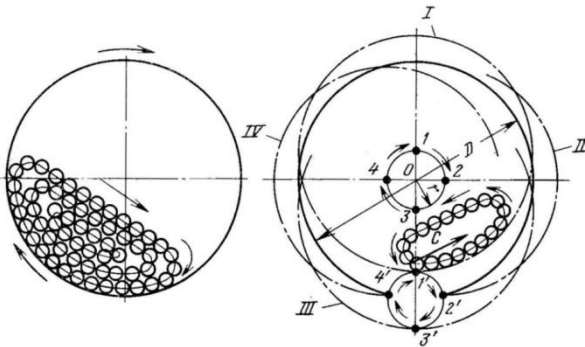


ნახ. 11.1 ვიბრაციული წისქვილი

ბრუნვის დროს დეზალანსური ტვირთის ინერციის ძალა

$$C = \frac{mv^2}{R}$$

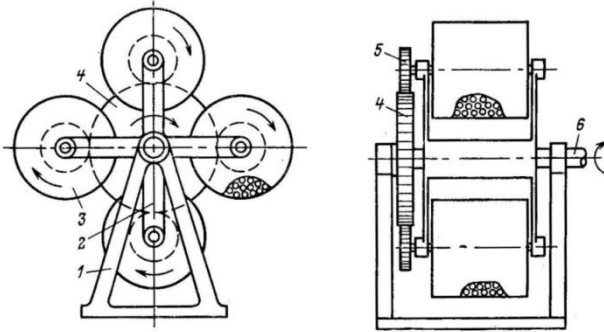
ზამბარის (3) მეშვეობით იწვევს წისქვილის კორპუსის ვიბრაციას. წისქვილში ბურთულებს მიძრაობის სქემა მოცემულია 11.2 ნახაზზე.



ნახ. 11.2. ვიბრაციულ წისქვილში ბურთულებს მიძრაობის სქემა

11.2. პლანეტარული წისქვილი

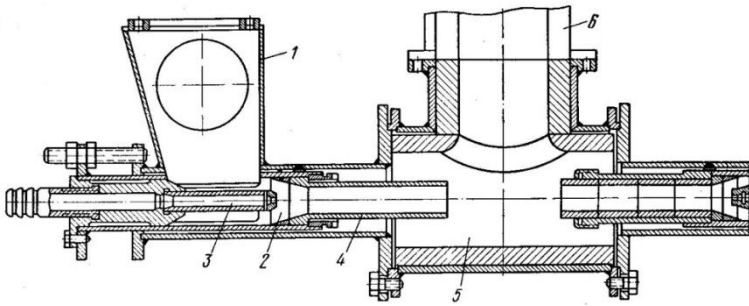
პლანეტარული წისქვილი (ნახ. 11. 3) წარმოადგენს ვერტიკალურ სადგარზე (2) დამონტაჟებულ რამდენიმე დოლური წისქვილისაგან (3) შემდგარ აგრეგატს (1). თითოეული წისქვილის ღერძზე ჩამოცმულია კბილანა (5), რომლებიც მოდებულია ლილვზე (6) დამაგრებულ კბილანა თვალზე (4). სატარის ბრუნვის შედეგად წისქვილები მოძრაობენ სატარის ღერძისა და საკუთარი ღერძის გარშემო, რაც ზრდის დაფქვის ეფექტურობას დამატებით წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალის ხარჯზე.



ნახ. 11. 3. პლანეტარული წისქვილის სქემა

11.3. ჭავლური წისქვილი

ჭავლური წისქვილის მუშაობა დაფუძნებულია ორთქლის ან აირის ენერჯის გამოყენებაზე. საქმენში გაფართოებული აირი დიდ სიჩქარეს იძენს, რომელიც გადაეცემა მასალის მარცვლებს. ბრუნავს რა აირის ჭავლში, მინერალთა მარცვლები იფქვება სპეციალურ ფილაზე დაჯახებისა და ურთიერთშეჯახებისას.



ნახ. 11.4. ჰავალურ წისქვილის სქემა

1-ბუნკერი; 2-ინჟექტორის კამერა; 3-მფრქვევანა; 4-გამფრქვევი მილი;

5-მუშა კამერა; 6-ცენტრალური მილი

თავი. XII. სამსხვრევ-საფქვავ საამქროში უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები

სამსხვრევ-საფქვავ-საკლასიფიკაციო საამქროში მომუშავე პერსონალის უსაფრთხოების, ჯანმრთელობისა და მაღალი შრომისუნარიანობის შენარჩუნების მიზნით აუცილებელია დაცული იქნას ქვემოთ განხილული უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის წესები და ნორმები.

12.1 საწარმოო სანიტარიის ნორმები

მაღალი შრომისუნარიანობის შენარჩუნების მიზნით მამდიდრებელი ფაბრიკის სამსხვრევ-საცხრილავ და საფქვავ საამქროებში ტემპერატურა უნდა იყოს სულ მცირე 14°C , ხოლო ტენიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 80%-ს (მხედველობაში გვაქვს ფარდობითი ტენიანობა, რომელიც იცვლება ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობასთან ერთად). რეკომენდებული პირობების დასაცავად საჭიროა შენობის სისტემატური განიავება. ქვემოთ მოცემულია სამსხვრევ-საფქვავ საამქროში საწარმოო ნაგებობათა ხელოვნური განათების ნორმები და ჰაერში მავნე ნივთიერებების ზღვრული შემცველობა.

ლუქსობით (არა უმცირესი) .

1. ბუნკერის ზემოთ ნაგებობებში (შუალედი ბუნკერისათვის)
დერეფანსა და გასასვლელში. 10,0.

2. მიმღები ბუნკერის ზემო ნაგებობის დანადგარებთან (უძრავრიკულებიანი ცხრილები, ლენტისანი ტრანსპორტიორები და სხვა). 15,0.

3. მოძრავ ცხრილებთან, სამსხვრეველებთან, წისქვილებთან, ტრანსპორტიორის ამძრავებთან. 20,0.

ჰაერში ზოგიერთი მავნე ნივთიერების ზღვრული შემცველობა.

ზღვრულად დასაშვები

კონცენტრაცია მგ (მ³)

1. არატოქსიკური მტვერი 10,0;

2. არატოქსიკური მტვერი, რომელიც შეიცავს 10% -ზე მეტ კვარცს 2,0;

3. მანგანუმი და მისი ნაერთები, გადათვლილი MnO_2 -ზე 0,3;

4. კირქვა, რომელიც შეიცავს 3 % -მდე კვარცს 6,0.

განათების ნორმის დაცვა შეიძლება შესაფერის ადგილზე სათანადო სიმაღლეზე დაკიდებული ნათურებით, რომელთა ერთიმეორისაგან დაშორება სპეციალურად უნდა გაანგარიშდეს. დამტვერიანების ზღვრულად დასაშვები ნორმის დაცვის მიზნით საჭიროა: ა) მშრალი მადნის დანამვა; ბ) სამსხვრევე-საცხრილავი აგრეგატების ჰერმეტიზაცია; გ) ამავე დანადგარებში წყლის შეკუმშვა; დ) აგრეგატების ზემოთ შემწოვი ქოლგებისა და ვენტილაციის მოწყობა.

12.2. უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები

სამსხვრევ-საფქვავ საამქროში, მომუშავე პერსონალის უსაფრთხო მუშაობის თვალსაზრისით დაცული უნდა იქნას შემდეგი ტექნიკური ნორმები:

1. მომუშავე აგრეგატების ყველა მოძრავი ნაწილი ისე უნდა შემოკავდეს, რომ მუშას ჰქონდეს აგრეგატის მართვის საშუალება, ხოლო სარემონტო ბრიგადის პერსონალს- მოხსნილი დეტალების დასალაგებელი ადგილი;

2. იატაკიდან 300 მმ-ზე მაღლა მოთავსებული სამუშაო მოედნები უნდა შემოკავდეს არა უმცირესი ერთი მეტრი სიმაღლის მოაჯირით, უკანასკნელის ქიმის ქვემო ნაწილი მთლიანი უნდა იყოს (სიმაღლით სულ მცირე 180 მმ) ;

3. საამქროში თავისუფლად უნდა შეიძლებოდეს მანქანებს შორის გავლა, სათანადო ნაწილების გატანა. მსხვილი დეტალების დალაგება და აკრება;

4. მილები და ღარები ბაქნებით უნდა დაიფაროს ან იატაკიდან აიწიოს სულ მცირე 2 მეტრზე. თუ რაიმე მიზეზით ამ პირობის დაცვა არ შეიძლება, უნდა გაკეთდეს ღარებზე გადასასვლელი ხიდები;

5. მძიმე დეტალების გადასატანად და სარემონტო სამუშაოების შესასრულებლად სამსხვრევ-საცხილავ და საფქვავ საამქროებში უნდა დაიდგას სათანადო ტვირთზიდვის ხიდური ამწე;

6. უსაფრთხოების წესების მიხედვით როგორც ყველა მოძრავი, ისე მანქანის ის ნაწილი, რომელიც რაიმე საფრთხეს ქმნის,

სათანადოდ უნდა შემოკავდეს. სამსხვრევ საფეკავ საამქროში უნდა შემოირაგვოს მანქანების ამძრავი და გადამცემი, აგრეთვე სამსხვრეველას და წისქვილის მიმღები და ჩამტვირთავი მოწყობილობები. კონვეიერისა და მკვებავის ამძრავი და ამჟღად დოლები, კონვეიერის გვერდით მთელ სიგრძეზე;

7. მთავარი გასასვლელის სიგანე არ უნდა იყოს 1,5მ-ზე ნაკლები, ხოლო სამსხვრეველების, წისქვილებისა და კლასიფიკატორების დადგმისა და შემოფარგვლის შემდეგ დარჩენილი გასასვლელის სიგანე 1,2 მ-ზე ნაკლები; დამხმარე მოწყობილობების დამონტაჟებისა და შემოფარგვლის შემდეგ დარჩენილი გასასვლელი უნდა იყოს სულ მცირე 1,0 მეტრი, ხოლო უძრავ ნაწილებს შორის გასასვლელი არა უმცირესი 0,8 მეტრისა;

8. 600 მმ-მდე სიგანის ტრანსპორტიორთა შორის გასასვლელი არ უნდა იყოს 0,8 მეტრზე ნაკლები, ხოლო უფრო მეტი სიგანის კონვეიერთა შორის— 1,1 მეტრზე ნაკლები. ტრანსპორტიორის ამძრავ მოწყობილობასთან, მის წამყვან და მიმყოლ დოლთან სამივე მხრიდან მისასვლელი არ უნდა იყოს ერთ მეტრზე ნაკლები;

9. აგრეგატების ასამუშავებელი მოწყობილობა ისეთ ადგილზე უნდა მოთავსდეს, რომ ამუშავების ადგილიდან თავისუფლად ჩანდეს თვით აგრეგატი. ცენტრალიზებული სისტემის დროს აგრეგატის ამუშავება დასაშვებია მხოლოდ ადგილიდან მიღებული სიგნალის შემდეგ. აგრეგატების გასაჩერებელი ამომრთველები უნდა მოთავსდეს მათ მახლობლად;

10. ამწე სატრანსპორტო და ელექტრომოწყობილობათა მონტაჟი და ექსპლუატაცია მიმდინარეობს სათანადო ინსტრუქციების მიხედვით.

11. უსაფრთხოების ტექნიკის წესები მუშავდება ფაბრიკაში თითოეული სამუშაო ადგილის მიხედვით. მუშებმა უნდა შეისწავლონ ეს წესები და შეასრულონ ყველა მოთხოვნა;

12. ინსტრუქციაში გათვალისწინებული ყველა პირობის და წესის შესრულებას ამოწმებს ფაბრიკის ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალი, ცვლის უფროსი და ბრიგადირი;

13. გარდა უსაფრთხოების წესების ზოგადი მოთხოვნებისა, ინსტრუქციაში მოყვანილი უნდა იყოს თითოეულ აგრეგატთან მუშაობის უსაფრთხოების წესები;

14. მომსახურე პერსონალი სამუშაო ადგილზე დაიშვება მხოლოდ ტექმინიმუმის ჩაბარებისა და სათანადო კვალიფიკაციის მიღების შემდეგ. უსაფრთხოების ტექნიკის ზოგადი მოთხოვნები, შემდეგია:

1. რომელიმე აგრეგატის შემოწმების ან შეკეთების დროს უნდა გამოირთოს შესაბამისი გამშვები. ეცნობოს ამის შესახებ დისპეტჩერს და გამომრთველზე ჩამოიკიდოს აბრა წარწერით:

” არ ჩართო, რემონტია”!

თუ სარემონტო აგრეგატს კიოსკში აქვს თავისი სპეციალური გამშვები, მაშინ გამორთვა ხდება კიოსკიდან, რომელიც იკეტება რემონტის პასუხისმგებელი ბრიგადირის მიერ;

2. მუშაობის დაწყება დაუშვებელია თუ: ა. აგრეგატი არ არის წესრიგში; ბ. სამუშაო ხელსაწყო დაზიანებულია; გ. მოძრავი ნაწილები არაა შემოკავებული.

3. არ შეიძლება მანქანის დაზეთვა და ღვედების გამოცვლა მანქანის მოძრაობის დროს;

4. დაუშვებელია მოძრავი მანქანის გაწმენდა და მუშაობის დროს ტრანსპორტიორისა და მისი დოლების გასუფთავება;

5. აკრძალულია ტრანსპორტიორზე ასვლა როგორც მუშაობის დროს, ისე უძრავ მდგომარეობაში. ტრანსპორტიორზე გადასასვლელად უნდა მოეწყოს სპეციალური ხიდი;

6. მოძრავ ცხრილს მსხვილი ნატეხების ამოვარდნის თავიდან ასაცილებლად უკეთდება დამცავი გარსაცმი;

7. ვიბრაციულ ცხრილებში სისტემატურად მოწმდება დებალანსის მოსაჭერის დისკებზე დამაგრების საიმედოობა;

8. წისქვილის ყოველი გაჩერებისას მოწმდება ჯავშნების ჭანჭიკების დამაგრება;

9. საჭიროა ელექტროძრავების დამიწება, რისთვისაც კეთდება შესაბამისი კონტური;

10. თითოეული სართული მომარაგებული უნდა იყოს სასმელი და სახანძრო წყლით, სათანადო მილსადენებით და ხანძარსაწინააღმდეგო მოწყობილობით (ცეცხლმქრობით, სილით, ნიჩბითა და სხვა).

თავი XIII. მოსამზადებელი საამქროს მანქანა- დანადგარების შერჩევა და გაანგარიშება

13.1. ცხრილის შერჩევა და გაანგარიშება

მამდიდრებელ ფაბრიკებში მასალის გასაცხრილავად გამოიყენება უძრავი და მოძრავი ცხრილები, შესარჩევი ცხრილის ტიპი დამოკიდებულია გასაცხრილავი მასალის ნატეხების ზომაზე, დაყოფის სისხოზე და მის ფიზიკურ თვისებებზე, რომელთაგან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სიმკვრივეს.

თანამედროვე მამდიდრებელ ფაბრიკაში ყველაზე ხშირად გამოიყენება ვიბრაციული ცხრილები მსუბუქი (J), საშუალო (C), და მძიმე (T) შესრულების. მსუბუქი შესრულების გამოიყენება მცირე სიმკვრივის სასარგებლო წიაღიულის გაცხრილვისათვის, ხოლო მძიმე შესრულების - დიდი სიმკვრივის მასალისათვის. შესაბამისად 1,4; 1,6; და 2,5 ტ/მ³ ნაყარი წონის მასალისათვის.

მაგალითი: მოცემული პირობების მიხედვით ცხრილის შერჩევა და გაანგარიშება. გაცხრილვის პროცესს მიეწოდება 1,7ტ/მ³ ნაყარი წონის მადანი რაოდენობით 150ტ/სთ იცხრილება 20 მმ-მდე. გასაცხრილავი მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა მოცემულია 2.2 ნახაზზე.

გაცხრილვის პროცესში ვირჩევთ მძიმე ტიპის ვიბრაციულ ცხრილებს, რომლის მწარმოებლობა

$$Q = Fq\delta klmnop \text{ ტ/სთ ;}$$

აქედან გაცხრილვისათვის საჭიროა ფართობი,

$$F = \frac{Q}{q\delta klmnop} \text{ მ}^2,$$

სადაც Q არის გასაცხრილავი მასალის წონითი რაოდენობა $Q = 150$ ტ/სთ ;

q — ცხრილის ხვედრითი მწარმოებლობა აიღება 4.1 ცხრილიდან საცრის

ნახვრეტის ზომის მიხედვით, ჩვენი შემთხვევისათვის $d = 20$ მმ ე.ი.

$$q = 28 \text{ მ}^3/\text{სთ} ;$$

δ — მასალის ნაყარი წონა $\delta = 1,7$ ტ/მ³ ;

k — წვრილი კლასის გავლენის კოეფიციენტი აიღება 4.2 ცხრილიდან გასაცხრილავ მასალაში -0,5 d კლასის პროცენტული რაოდენობის მიხედვით. ჩვენი შემთხვევისათვის $-0,5 \cdot 20$ კლასის ე.ი. -10 მმ კლასის გამოსავლის მიხედვით (ნახ: 2.2) $\beta^{-10} = 40$, $K = 1$;

l - მსხვილი კლასის გავლენის კოეფიციენტი აიღება 4.2 ცხრილიდან გაცხრილვის მესამე +d კლასის რაოდენობის ე. ი. +20 მმ კლასის გამოსავლის მიხედვით (ნახ. 4.2) $\beta^{+20} = 60$, $l = 1,32$;

m — ეფექტურობის გავლენის კოეფიციენტი, $\eta = 90\%$, $m = 1$;

n — მარცვლის ფორმის გავლენის კოეფიციენტი, $n = 1$;

O — ტენის გავლენის კოეფიციენტი, $O = 1$;

p — გაცხრილვის სახეობის (სველი ან მშრალი) $p = 1$;

ჩავსვათ აღნიშნული კოეფიციენტების მნიშვნელობები ფორმულაში და მივიღებთ,

$$F = \frac{150}{28 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 1,32 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \approx 3 \text{ მ}^2$$

ვირჩევთ მძიმე ტიპის ГИТ - 31 მარკის ვიბრაციულ ცხრილს, რომლის ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია დანართში.

13.2 სამსხვრეველას შერჩევა და გაანგარიშება

სამსხვრეველას ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია მადნის სიმაგრეზე, დასამსხვრევ მასალაში მაქსიმალური ნატეხის ზომაზე, მწარმოებლობაზე და დამსხვრეული პროდუქტის საჭირო სისხოზე. სამსხვრეველას შერჩევას დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობა: სამსხვრეველას მიმღები არის სიგანე (β) 15-20 % - ით მეტი უნდა იყოს მასალის ნატეხის მაქსიმალური ზომაზე, არ მოხდეს მასალის გაჭეკვა ე.ი.

$$\beta \geq (1,15-1,20) D_{max}$$

მაგარი და საშუალო სიმაგრის მადნების დასამსხვრევად მსხვილ სტადიაში გამოიყენება მსხვილი დამსხვრევის (KKD) კონუსური და ყბებიანი (ШДП) სამსხვრეველები, ხოლო საშუალო და წვრილ სტადიაში საშუალოდ (KCD) და წვრილად (KMD) დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველები.

რბილი და ფიცხი წიაღისეულის დასამსხვრევად გამოიყენება კბილავალცებიანი და ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველები.

სამსხვრეველების მწარმოებლობის მიახლოებული მნიშვნელობა გაიანგარიშება შემდეგი ემპირიული ფორმულებით:

$$Q_y = qLi\delta \text{ ტნ/სთ (ყბებიანი)}$$

$$Q_3 = qi\delta \text{ ტნ/სთ (კონუსური)}$$

$$Q_3 = 3600 LVi\mu\delta \text{ ტნ/სთ (ვალცებიანი)}$$

$$Q_6 = 0,1 D^2 Ln \text{ ტნ/სთ (ჩაქუჩებიანი)}$$

სადაც q - ხვედრითი მწარმოებლობაა, (ცხ) $q_{\text{ცხ}} = 150+750$
 $\text{მ}^3/\text{მ}^2 \text{ სთ}$;

L - ფორმულის შესაბამისად ყბის ან ვალცის სიგრძე, მ;

i - განმტვირთველი ხვრელის სიგანე კონუსური
 სამსხვრეველებისათვის მმ, ხოლო დანარჩენი
 სამსხვრეველებისათვის , მ;

δ - დასამსხვრევი მასალის ნაყარი წონა, ტ/მ² ;

μ - მასალის გაფხვიერების კოეფიციენტი, $\mu = 0,3-0,7$;

V - ვალცის მოძრაობის წრიული სიჩქარე, $V = 1,6 \text{ მ/წმ}$;

n - როტორის ბრუნვის სიხშირე, ბრ/წთ ;

D - როტორის დიამეტრი, მ.

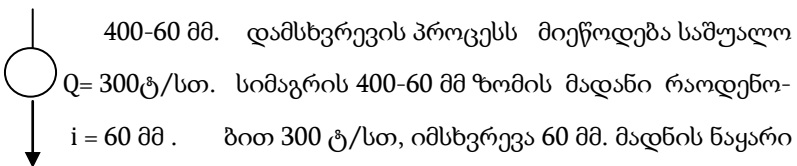
შერჩეული სამსხვრეველას მწარმოებლობის გაანგარიშების
 შემდეგ ვანგარიშობთ დამსხვრევის პროცესში საჭირო
 სამსხვრეველათა რაოდენობას.

$$n = \frac{Q_{\text{დატვ.}}}{Q_{\text{საშ}}}$$

სადაც $Q_{\text{დატვ.}}$ არის დასამსხვრევი მასალის წონითი
 რაოდენობა, ტ/სთ ;

$Q_{\text{საშ}}$ - ჩვენ მიერ გაანგარიშებული მწარმოებლობა, ტ/სთ .

მაგალითი:



წონა $\delta = 1,7 \text{ ტ/მ}^3$, სამსხვრეველას მიმღები არის ზომა

$$\beta \geq 1,15 D_{\text{მავ}} = 1,15 \cdot 400 = 460 \text{ მმ.}$$

მადნის სიმაგრის, მაქსიმალური ნატეხისა და განმტვირთველი ხვრელის ზომის მიხედვით ვირჩევთ მსხილი დამსხვრევის KKD-500 ტიპის სამსხვრეველას (დანართი. ცხრილი №2) რომლის მწარმოებლობა

$$Q = q \cdot i \cdot \delta \text{ ტ/სთ ,}$$

სადაც q არის ხვედრითი მწარმოებლობა, $q = 3,52 \text{ მ}^3 / \text{მმ. სთ}$ (ცხრ)

i — განმტვირთველი ხვრელის ზომა, $i = 60 \text{ მმ}$;

δ — მასალის ნაყარი წონა, $\delta = 1,7 \text{ ტ/მ}^3$;

ჩავსვათ პარამეტრის შესაბამისი მნიშვნელობები ფორმულაში, მივიღებთ

$$Q = 3,52 \cdot 60 \cdot 1,7 = 360 \text{ ტ/მ}^3 .$$

დამსხვრევის პროცესში საჭირო სამსხვრეველათა რაოდენობა

$$n = \frac{Q_{\text{დატვ}}}{Q_{\text{საშ}}} = \frac{300}{360} = 0,83 \approx 1.$$

შერჩეული KKD = 500 მარკის სამსხვრეველას ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია დანართში (ცხრილი 2).

13.3. საფქვავ-საკლასიფიკაციო აპარატურის შერჩევა და გაანგარიშება

წისქვილის ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია დასაფქვავ და დაფქული მასალის ზომაზე. მამდიდრებელ ფაბრიკებში ძირითადად გამოიყენება დოლური წისქვილები. მადნის უხეშად

(0,3-5 მმ) დაფქვისათვის ღეროებიანი წისკვილი, ხოლო წვრილად (50-95 % - 74 მკმ) დაფქვისათვის ბურთულეებიანი წისკვილი.

დაფქული მასალის კლასიფიკაციისათვის დაფქვის სქემაში შეიძლება ჩართული იყოს წინასწარი და საკონტროლო კლასიფიკაციის ოპერაციები.

წინასწარი კლასიფიკაციით განხორციელებულია დასაფქვავი მასალიდან მზა კლასის გამოყოფა და გამოყენება, პირველი სტადიის დაფქვის წინ, როდესაც მისი შემცველობა აღემატება 15%-ს, საკონტროლო კლასიფიკაცია გამოიყენება დაფქული მასალის კლასიფიკაციისათვის. დაფქული მასალის კლასიფიკაციისათვის ძირითადად გამოიყენება სპირალური კლასიფიკატორები და ჰიდროციკლონები. წისკვილის შერჩევის შემდეგ გაიანგარიშება მწარმოებლობა და დაფქვისათვის საჭირო მოცულობა

$$Q = \frac{V \cdot q}{\beta_{\text{დ}} - \beta_{\text{ს}}} \text{ ტ/სთ.}$$

აქედან შეგვიძლია განვსაზღვროთ დაფქვისათვის საჭირო მოცულობა

$$V = \frac{(\beta_{\text{დ}} - \beta_{\text{ს}}) Q}{q} \text{ მ}^3 .$$

სადაც Q არის დასაფქვავი მასალის რაოდენობა, ტ/სთ ;

q - წისკვილის ხვედრითი მწარმოებლობა, ტ/მ³ სთ

(ცხრ. 10.2)

$\beta_{\text{ს}} - \beta_{\text{დ}}$ - საწყის და დაფქულ მასალაში საანგარიშო კლასის

(-74მკმ) შემცველობა, %, (ცხრ. 10.3) .

დაფქვისათვის საჭირო მოცულობის მიხედვით კატალოგიდან ვირჩევთ შესაბამისი მარკის წისქვილს. დაფქვის პროცესში საჭირო წისქვილების რაოდენობა

$$n = \frac{V_{\text{ნაზგ}}}{V_{\text{წისქ}}},$$

სადაც V_6 არის ჩვენ მიერ გაანგარიშებული მოცულობაა ;

$V_{\text{წისქ}}$ - შერჩეული წისქვილის მოცულობა.

კლასიფიკატორის შერჩევა დამოკიდებულია კლასიფიკაციის სახეზე. უხეში კლასიფიკაციისათვის გამოიყენება ჩაუყვინთავსპირალიანი კლასიფიკატორი (KCH) , ხოლო წმინდა კლასიფიკაციისათვის ჩაყვინთულსპირალიანი კლასიფიკატორი (KCH) და ჰიდროციკლონები რომელთა მწარმოებლობა გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$Q_{\text{გად}} = m a b (75D^2 - 10D) \text{ (ჩაყვინთულსპირალიანი)}$$

$$Q_{\text{გად}} = m a b (94D^2 - 16D) \text{ (ჩაუყვინთავსპირალიანი)}$$

აქედან განვსაზღვროთ კლასიფიკატორის სპირალის დიამეტრი

$$D = 0,115 \sqrt{\frac{Q}{m a b}} - 0,07 \text{ (ჩაყვინთული)}$$

$$D = 0,103 \sqrt{\frac{Q}{m a b}} - 0,08 \text{ (ჩაუყვინთავი)}$$

სადაც Q არის გადანადენის რაოდენობა, ტ/დღ ;

m — სპირალის ბრუნვის სიხშირე, ბრ/წთ ;

D — სპირალის დიამეტრი, მ;

a, b — სისხოსა და სიმკვრივის შესწორების კოეფიციენტი; სპირალური კლასიფიკატორი დიამეტრის მიხედვით შეირჩევა.

საკლასიფიკაციო ჰიდროციკლონის მწარმოებლობა
გაიანგარიშება ფორმულით

$$Q = 30 d_1 d_2 \sqrt{H} \text{ მ}^3/\text{სთ} ,$$

სადაც $d_1 d_2$ არის მკვებავი და გადანადენი მილტუჩის
დიამეტრი, მ;

H — მიწოდებული პულპის წნევა, პასკალი.

მაგალითი: მოცემული დაფქვა-კლასიფიკაციის სქემის (ნახ.
10.15) მიხედვით წისქვილისა და კლასიფიკატორის შერჩევა
გაიანგარიშება.

დაფქვის I სტადიის წისქვილის შერჩევა

დაფქვის I სტადიაზე მიეწოდება 25-0 მმ კლასი, რაოდენობა
120 ტ/სთ. იფქვება 1-0,5 მმ-მდე. უხეში დაფქვისათვის ვირჩევთ
ღეროებიან წისქვილს, დაფქვისათვის საჭირო მოცულობა

$$V = \frac{Q (\beta_{\text{დ}} - \beta_{\text{ს}})}{q} \text{ მ}^3 ,$$

სადაც Q არის დასაფქვავე მასალის წონითი რაოდენობა,
 $Q=120$ ტ/სთ;

$\beta_{\text{დ}} - \beta_{\text{ს}}$ - საანგარიშო კლასის რაოდენობა დაფქულ და
დასაფქვავე მასალებში,

$$\beta_{\text{ს}} = 6\% , \quad \beta_{\text{დ}} = 30\% ,$$

q — ხვედრითი მწარმოებლობა

$$V = \frac{120 (0,3 - 0,06)}{1,8} = 16 \text{ მ}^3 ;$$

დასაფქვავე მოცულობის მიხედვით, კატალოგიდან ვირჩევთ
MCI - 2,7x3,6 მარკის ღეროებიან წისქვილს, რაოდენობით

$$n = \frac{V_{\text{საქ}}}{V_{\text{წიხ}}} = \frac{16}{18} \approx 1 ;$$

კლასიფიკატორის შერჩევა

კლასიფიკაციის პროცესს მიეწოდება I სტადიაზე დაფუძვლილი მასალა (1-0 მმ) რაოდენობით $Q = 120$ ტ/სთ, კლასიფიკატორის გადანადენში საანგარიშო კლასის (-74 მკმ) შემცველობა 70%-ია. წმინდა კლასიფიკაციისათვის ვირჩევთ ჩაყვინთულ-სპირალიან (КСП) კლასიფიკატორს, რომლის სპირალის დიამეტრი

$$D = 0,115 \sqrt{\frac{Q}{m_{aB}}} - 0,07 \text{ მ}$$

სადაც Q არის გადანადენის რაოდენობაა ტ/დღ
 $Q = 120 \cdot 24 = 2880$ ტ/დღ ;

m — სპირალის რიცხვი, $m = 1$

a, B — სისხოსა და სიმკვრივის შესწორების კოეფიციენტი

$$a = 2,9 . \quad B = 1,3$$

$$D = 0,115 \sqrt{\frac{2880}{2 \cdot 2,9 \cdot 1,3}} - 0,07 = 2,1 \text{ მ.}$$

კატალოგიდან ვირჩევთ КСП - 2,4 მარკის სპირალურ კლასიფიკატორს.

II სტადიის წისქვილის შერჩევა

დაფქვის II სტადიაზე მიეწოდება კლასიფიკატორის სილები რაოდენობით $Q = 160$ ტ/სთ, დაფქულ მასალაში საანგარიშო კლასის (-74 მკმ) შემცველობა 70 % -ია. ვირჩევთ ბურთულეზიან წისქვილს პერიფერიული განტვირთვით (МШР) დაფქვისათვის საჭირო მოცულობას

$$V = \frac{Q(\beta_d - \beta_s)}{q} \text{ მ}^3,$$

სადაც Q არის სიღების რაოდენობა, $Q = 160$ ტ/სთ ;

β_d, β_s - დაფქულ და დასაფქვავ მასალაში -74 მკმ კლასის შემცველობა,

$$\beta_d = 30\% , \quad \beta_s = 70\% .$$

$$V = \frac{160 (0,7 - 0,3)}{1,5} = 42,6 \text{ მ}^3 .$$

კატალოგიდან ვირჩევთ ბურთულებიან წისქვილს მარკით MHP -3,6- 5,0 რაოდენობით.

$$n = \frac{V_{საჭ}}{V_{წის}} = \frac{42,6}{45} \approx 1 .$$

წისქვილის და კლასიფიკატორის ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია დანართის ცხრილები მე-13, მე-14, მე-18.

დანართი

სამსხვრევ-საკლასიფიკაციო აპარატურის ტექნიკური
მახასიათებლები.

ცხრილებში აპარატის მარკა მოცემულია იმ დასახელებით, რომელსაც უშვებს ახლო საზღვარგარეთის (რუსეთი, უკრაინა, ყაზახეთი) ქვეყნები.

ცხრილი 1.

ყებტიანი სამსხვრევების ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	ШДП 9x12	ШДП 12x15	ШДП 15x21	ШДС 2.5x9	ШДС 4x9	ШДС 6x9
მიმღები ხერხის ზომები, მმ: სიგანე, სიგრძე.	900 1200	1200 1500	1500 2100	250 900	400 900	600 900
საწყისი მასალის ნატეხის მაქსი-მალური ზომა, მმ	750	1000	1300	210	340	500
გამოსაშვები ხერხის ნომინალური ზომა, მმ.	130	155	180	40	60	100
რეგულირების დიაპაზონი.	±35	±40	±45	±20	±30-20	±25
მწარმოებლობა გამოსაშვები ხერხის ნომინალური მნიშვნელობის დროს მ ³ /სთ.	90	160	250	37	45	75
ძრავას სიმძლავრე, კვტ.	180	310	550	18	30	60
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	5300 6000 4000	6400 6800 5000	7500 7000 6000	2600 2400 1900	2200 2600 22200	3000 2500 1800
სამსხვრეველას მასა, ტ.	57	116	208	8	12	20

ცხრილი 2 .

მსხვილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველების

ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები.	KKД- 500/75	KKД- 900/140	KKД- 1200/150	KKД- 1500/180	KPД- 700/75	KPД- 900/100
მიმღები ხერელის სიგანე,მმ	500	900	1200	1500	700	900
გამოსაშვები ხერელის ნომინალური სიგანე, მმ.	75	140	150	180	75	100
საწყისი მასალის ნატეხის უდიდესი ზომა, მმ.	400	750	1000	1200	550	550
მწარმოებლობა გამოსაშვები ხერელის ნომინალური მნიშვნელობის დროს მ ³ /სთ.	200	420	680	1450	400	780
ელექტროამძრავის სიმძლავრე, კვტ.	110	250	320	400	250	400
გაბარიტული ზომები,მმ: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	4500 600 5100	9000 5000 7800	10000 6500 8900	11000 6800 10500	4800 3600 7600	11500 6500 9100
მასა (ელექტროამძრავის გარეშე), ტ	40,6	145	240	404	138	237

ცხრილი 3.

სამუალოდ დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველების ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	KCD-600	KCD-900	KCD-1200ГР	KCD-1200	KCD-1750ГР	KCD-1750	KCD-2200ГР	KCD-2200Т	KCD-3000
მომრავი კონუსის ფუძის დიამეტრი, მმ	600	900	1200	1200	1750	1750	2200	2200	3000
მიმღები ხერელის სიგანე, მმ	75	130	185	125	250	200	350	275	475
საწყისი მასა-ლის უდიდე-სი ნატეხის ზომა, მმ	60	105	150	100	200	160	300	250	380
გამოსაშვები ხერელის რე-გულირების დიაპაზონი, მმ	12-35	15-40	20-50	10-25	25-60	15-30	30-60	15-30	25-50
მწარმოებლობა (მასალისათვის, დროებითი წინააღმდეგობა კუმშვაზე 100-150 მპა), მ ³ /სთ.	12-40	30-70	77-115 (80-120)	42-95	170-320	100-190	360-610	180-360	425-850
ელექტროამრავის სიმძლავრე, კვტ	30	55	75	75	160	160	250	250	400
გაბარიტული ზომები, მმ:									
სიგრძე	1600	2500	3500	3500	4400	4400	5500	5500	7000
სიგანე	1500	1730	2500	2500	3400	3400	4300	4300	5500
სიმაღლე	1465	2300	3100	3100	4400	4400	5100	5100	6500
სამსხვრეველას მასა, ტ	4,05	12,5	22	22	47	47	85	86	217

ცხრილი 4.

წვრილად დამსხვრევის კონუსური სამსხვრეველების ტექნიკური
მახასიოებლები

პარამეტრები	KMD- 1200Гр	KMD- 1200	KMD- 1750Гр	KMD- 1750	KMD- 2200Гр	KMD- 2200Г	KMD- 2200Г	KMD- 3000Гр
მოძრავი კო-ნუსის ფუძის დიამეტრი, მმ	1200	1200	1750	1750	2200	2200	2200	300
მომღები ხვრელის სიგანე, მმ	100	50	130	80	140	100	85	95
საწყისი მასალის უდიდესი ნატეხის ზომა, მმ	30	40	100	70	110	85	75	75
გამოსაშვები ხვრელის რეგულირების დიაპაზონი, მმ	5-15	3-12	9-20	5-15	10-20	5-15	7-15	6-20
მწარმოებლობა (მასალისათვის, დროებითი წინააღმდეგობა კუმშვაზე 100-150 მპა), მ ³ /სთ.	45-60	27-50	95-130	85-110	220-260	160-220	150-210	320-440
ელექტროამრავის სიმძლავრე, კვტ.	75	75	160	160	250	250	320	400
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	3500 2500 3100	3500 2500 3100	4400 3400 4400	4400 3400 4400	5500 4300 5900	5500 4300 5900	5700 4300 5900	7000 5500 7100
მასა, ტ	21	21	46	47	85	86	98	217

ცხრილი 5.

ვალცებიანი სამსხვრეველას ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	D1000x550U	DK ₄ B 900 x700
ვალცების ზომები, მმ		
დიამეტრი D	1000	900
სიგრძე L	500	700
საწყისი მასალის ნატეხის მაქსიმალური სისხო, მმ	50	40
გამოსაშვები ხვრელის სიგანე, მმ	4-18	10(ზედა) 2,5 (ქვედა)
მწარმოებლობა მ ³ /სთ.	12-54	16
ელექტროამძრავის სიმძლავრე, კვტ	45	65
მასა, ტ	13,3	28

ცხრილი 6.

კბილავალცებიანი სამსხვრეველას ტექნიკური მახასიათებლები

მაჩვენებლები	სამსხვრეველას ტიპი						
	ორვალციანი						ერთვალციანი
	DD3-4	DD3-6	DD3-9	DD3-9	DD30-9	DD30-15	D03
ვალცის ზომები (დიამეტრი x სიგრძე), მმ	450 500	600 750	900 900	900 1200	900 900	1500 1200	950 900
ვალცის ბრუნთარიცხვი, ბრ/წთ	100-200	400 500 600	400 600 800	400 600 800	250- 360	100-900	800
დამსხვრეულ პროდუქტებში ნატეხის მაქსიმალური სისხო, მმ	25-50 75-100	50- 75 100- 125	100 125-150	125-150	40-75	15 100- 150	100
მწარმოებლობა (ნახშირისთვის), ტ/სთ	20-35 45-55	60 80 100 125	125 150 180	200 240	65 120	150-მდე	60-80
ელექტროამპრავის სიმძლავრე, კვტ	11	20	25	35	40	75	20
სამსხვრეველას წონა ელექტრომოწყობილობის გარეშე, ტ.	3,1	5,2	10,4	11,2	13,4	32,1	6,28

ცხრილი 7.

ერთროტორიანი სამსხვრეველას ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	CMD-75A TY22- 5321-82	DPK- 16x12 (CMD-95)	DRK- 20x16 (CMD-87)	DPC- 12x12 (CMD-94)
როტორის ზომები, მმ: დიამეტრი	1000	1600	2000	1250
სიგრძე	1000	1250	1600	1250
საწყისი მასალის ნატეხის მაქსიმალური ზომა, მმ.	300	800	1100	375
გამოსაშვები ხერელის სარეგულირო ზომები, მმ	16-200 16-150	32-320 32-200	40-400 40-250	20-250 20-185
მწარმოებლობა მ ³ /სთ.	135	200	370	210
ელექტროამბრავის სიმძლავრე, კვტ	132	160	250	200
გაბარიტული ზომები, მმ				
სიგრძე	3755	4320	5690	5272
სიგანე	3864	4320	6110	4858
სიმაღლე	2100	3300	4280	2660
მასა, ტ.	8.74	29.3	66.1	17.2

ცხრილი 8.

ჩაქუჩებიანი სამსხვრეველას ტექნიკური მაჩვენებლები

პარამეტრები	M6- 4B	M8- 6B	M13- 16B	M20- 20Г	M20- 30Г	ДМРД 10x10	МРЭИ- Э- 14.5x13	СМД- 102
როტორის ზომები, მმ დიამეტრი სიგრძე	600 400	800 600	1300 1600	2000 2100	2000 3000	1000 1000	1450 1300	2000 2000
საწყისი მასალის ნატეხის მაქსიმალური ზომა, მმ	50	250	400	500	600	30	80	600
გამოსაშვები ხვრელის სიგანე, მმ	25	13	10	20	20	3-5	3-5	20- 180
როტორის ბრუნთა რიცხვი, წთ	1250	1000	725	490	500	725- 1480	1000	600
ელექტროამმრავის სიმძლავრე, კვტ	17	55	260	1000	1250	200	500- 700	800
გაბარიტული ზომები მმ								
სიგრძე	1100	1350	2385	6635	8865	3931	4943	9820
სიგანე	1031	1360	2750	3800	3800	2632	3320	5500
სიმაღლე	1150	1250	1900	3100	3100	1802	2270	3550
მასა, ტ	1.15	2.7	11	46	60	8.3	18.9	62

ცხრილი 9.

ინერციული ცხრილების ტექნიკური მაჩვენებლები

მარკა	გამცხრილავი ზედაპირის სიღრმე, მ	გამცხრილავის ფართობი, მ ²	რხევათა ამპლიტუდა, მმ	რხევათა რიცხვი, წთ.	გამცხრილავი ზედაპირის ნახევრეტის ზომა, მმ	გამცხრილი მასალის ნატეხების სიმსხვი, მმ	ელექტროაძრავის სიმძლავრე, კვტ.	გაბარიტული ზომები, მმ			მასა, ტ
								სიგრძე	სიგანე	სიმაღლე	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГИТ 31	3,0	3,8	4-6	970- 800	10- 16 13	150	5,5	31 00	1800	900	1,4
ГИТ 32	3,0	3,8	3-5	970 730	40 30 25 20 18 12	300	11	33 00	2000	1300	3,3
ГИТ 41	3,0	4,5	4	800	200- 450	150	15	31 00	2200	1500	5,0
ГИТ 41a	3,5	5,2	3-5	700	12 10 86	200	15	36 00	2300	1300	3,7
ГИТ 42m	3,4	5,1	3-5	970 730	80 60 40 30 25 20 18 15 12	200	15	36 00	2300	1300	4,8
ГИТ 51a	3,5	6,1	3-5	730	300 150 125 100 75 50	400	22	39 60	2540	1430	5,0

გაგრძელება ცხრილი 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГИТ 51b	4.5	7.9	3.7	970 730	12 10	40	18.5	5500	2600	1900	6.0
ГИТ 51m	3.9-4	7.0	3-7	970 730	10080 60 40 30 20 18 15 1284	400	18.5	4010	2687	1487	4- 5.3
ГИТ 52m	41	7.2	3-8	970 730	80 60 40 30 25 20 18 15 12	400	18.5	4400	3100	1900	7.5
ГИТ 71m	5.3	13.2	4-8	730	150 125 100 80 60 40 25	800	30	5500	3500	1800	13.5
ГСТ 31	3.0	3.8	2.5-7	820 960 1380	2.0 1.2 13	150	11.0	3200	2000	1200	1.8
ГСТ 41	3.0	5.2	2.5-7	820 960 1380	2.0 1.2 13	150	11.0	3800	2700	2000	2.1
243 ГР	4.0	6.0	4.2	950	ხვრე ლი 25 2	100	4,4	4020	2330	1150	2,2
ГСТ 42М	3,0	5,2	3,5	960	12 12- ზედა 44 ქვედა	40	8	3240	1995	1415	2,5
ГСТ 51В	4,5	7,9	4,5	790	ხვრე ლი 5 და 1,6	120	20	5070	3060	1452	4,9
259МГр	3,4	6,4	5,67	900 1000	ხვრე ლი-2	200	30	4030	3090	2100	7,1
253МГр	4,4	8,2	5,67	900 1000	ხვრე ლი2	200	30	5030	3090	2100	2,7
ГСТ61	5,0	10,0	5,0	735	20 16 128	200	22	5730	425	2700	9,2
ГСТ 62Б	4,96	9,9	6,0	700 735	60 50 40 30 20 15 10 5 21,6	120	44	5860	3533	2240	10,0

გაგრძელება ცხრილი 9

СТ72М	6,2	15,5	4,1-8,1	735	25 16	120	44	6950	4040	2275	14,4
ГИСТ 72	6,4	16,0	6,0	735	100 60 50 40 30 25 20 15 10 8 7 6	120	60	6805	3785	2530	14,1
ГСТ 72Н	7,0	17,5	6,0	375	1683	200	37	7400	4205	2500	13,5
ГСС 32	3,0	3,5	9,0	760	20 10	100	5,5	3870	1940	1423	2,24
ГИТ42	3,75	5,6	4,2	970	70 40 20 105	150	11	4500	2150	1290	3,3
ГИС52	4,5	7,9	3,8	970	40 20	200	15	5300	2700	1300	3,8
ГИС62	5,0	10,	4,2	900	40	150	17	5870	2620	1390	5,1

ცხრილი 10.

მსუბუქი ტიპის ვიბრაციული ცხრილების ტექნიკური
მახასიათებლები

მაჩვენებლები	ცხრილის ტიპი							
	ინერციული მსუბუქი ტიპის (ГИЛ) მასალისათვის, რომლის ნაყარი წონა არ აღემატება 1 ტ/მ ³						თვითბალანს ური მსუბუქი ტიპის	
	ГИЛ - 32А	ГИЛ - 3ДА	ГИЛ- 32А	ГИЛ- 42А	ГИЛ - 42	ГИЛ- 52	ГСЛ- 42	ГСЛ- 62
საცერთა რაოდენობა	2	2	2	2	2	2	2	2
გამცხრილავი ზედაპირის სიგრძე, მ	2.5	2.5	2.0	3.0	3.75	4.5	1.5	2.0
გამცხრილავი ზედაპირის ფართობი მ ²	3.12	3.12	5.0	4.5	5.62	7.87	5.0	5.0
ჩარჩოს რხევის ამპლიტუდა,მმ	2.5	2.5	3.0	2.5	1.5-3	3.0	5.0	4.5
რხევათა რიცხვი, წთ	1200	1200	900	1000	900	900	810	810
გამცხრილავი ზედაპირის ნახვრეტის ზომა, მმ	25 13	25 13	5025	25 13	-	100	-	-
გასაცხრილავი მასალის ნატეხის მაქსიმალური ზომა,მმ	100	100	150	100	300	300	300	300
ელექტროამძრავ ის სიმძლავ-რე, კვტ	4.5	3.8	8	3.8	8	8	20	20
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგანე სიგრძე	1250 2500	1250 2500	1250 4000	1500 3000	1500 3750	1750 4500	1500 5000	2000 5000
მასა, ტ.	1.4	1.58	2.18	1.69	2.97	3.11	8.46	9.06

ცხრილი 11.

რეზონანსული მსუბუქი ტიპის ცხრილების ტექნიკური მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	რეზონანსული ტიპის სველი და მშრალი გაცხრილისათვის					
	ГРЛ- 61	ГРЛ- 62	ГРЛ- 72	ГРЛ- 92	ГРД- 62	ГРД- 72
საცერთა რაოდენობა	2	2	2	2	2	2
გამცხრილავი ზედაპირის სიგრძე, მ	5,0	5,0	6,0	8,0	5,0	6,0
გამცხრილავი ზედაპირის ფართობი მ ²	10	10	15	20	10	15
ჩარჩოს რხევის ამპლიტუდა, მმ	10-12	10	10	20	8-10	8-10
რხევათა რიცხვი, წთ	700	550	550	550	600	600
გამცხრილავი ზედაპირის ნახვრეტის ზომა, მმ: ზედა ქვედა	50 6	50 6	40 10	40 5	50 10	50 10
გასაცხრილავი მასალის ნატების მაქსიმალური ზომა, მმ	300	300	300	300	600	600
ელექტროამმრავის სიმძლავრე, კვტ	11	11	15	15	15	15
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგანე სიგრძე	2000 5000	2000 5000	2500 6000	2500 8000	2000 5000	2500 6000
მასა, ტ.	11,4	22,4	27,1	29,2	14	15,8

ცხრილი 12.

რკალური ცხრილების ტექნიკური მაჩვენებლები

პარამეტრები	CD- 1	CD- 2A	CD0-3
სასარგებლო ფართობი, მ ²	0,95	1,9	3,0
ნახევრეტის ზომა, მმ	0,5-3	0,5-2	0,5
მწარმოებლობა კვების მიხედვით, მ ³ /სთ	200	300-400	450-500
პულპის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ	4	4,5-9	4,5-6

ცხრილი 13.

ღეროებიანი (MCI) -ტიპის წისქვილების ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -	MCI -
	900x 1800	500x 3000	2100 x 2200	2100 x 3000	2700 x 3600	3200 x 4500	3600 x 4500	3600 x 5500	4000 x 5500	4500 x 6000
დოლის შიგა ზომები (ჯავშნის გარეშე), მმ დამეტრი სიგრძე	900 1800	1500 3000	2000 2200	2100 3000	2700 3600	3200 4500	3600 4500	3600 5500	4000 5500	4500 6000
დოლის ნომინალური მოცულობა მ ³	0.9	4.2	6.3	8.5	17.5	32	40	49	60	82
ელექტროამძრავ ის სიმძლავრე, კვტ	22	100	200	200	400	900	1000	1000	2000	2500
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	3850 2200 1600	6300 3600 2600	8450 5650 4250	9100 4850 3750	9750 6300 5050	1415 0 7200	1430 0 7200	1520 0 7500	1530 0 8400	1600 0 9000
მასა,ტ	5,2	21	46	47	74	141	149	172	250	310

ცხრილი 14

ცხავიდან განტვირთვის ბურთულიანი წისქვილის ტექნიკური
მახასიათებლები (MIII P-)

პარამეტრები	MIII P- 1500 x 1600	MIII P- 2100 x 1500	MIII P- 2100 x 2200	MIII P- 2100 x 3000	MIII P- 2700 x 2100	MIII P- 2700 x 3600	MIII P- 3200 x 3100	MIII P- 3600 x 4000	MIII P- 3600 x 5000	MIII P- 4000 x 5000	MIII P- 4500 x 5000
დოლის შიგა ზომები (ჯავშნის გარეშე), მმ დიამეტრი სიგრძე	1500 1600	2100 1500	2100 2200	2100 3000	2700 2100	2700 3600	3200 3100	3600 4000	3600 5000	4000 5000	4500 5000
დოლის ნომინალური მოცულობა მ ³	2.2	4.3	6.3	8.5	10	17.5	22	36	45	55	68
ელექტროამპრ ავის სიმძლავრე, კვტ	55	132	200	200	400	400	630	1000	1250	2000	2500
გაბარიტული ზომები, მმ: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	4900 3100 2500	7350 4500 3750	8150 4850 3750	8850 4800 3750	8250 6400 5050	9700 6400 5050	9600 7300 5050	1300 0 8200 5200	1470 0 7400 5500	1480 0 8400 6300	1510 0 9100 6800
მასა, ტ	16.5	34.5	40.1	44.9	50.6	77	92.6	162	166	258	290

ცხრილი 15.

ცენტრალური განტვირთვის ბურთულებიანი წისქვილის ტექნიკური
მაჩვენებლები (MIII)

პარამეტრები	MIII 900x 1800	MIII 2100 x 2200	MIII 2100 x 3000	MIII 2700 x 3600	MIII 3200 x 3100	MIII 3200 x 4500	MIII 3600 x 5500	MIII 4000 x 5500	MIII 4500 x 6000	MIII 5500 x 6500
დოლის შიგა ზომები (ჯავშნის გარეშე), მმ: დიამეტრი სიგრძე	900 1800	2100 2200	2100 3000	2700 3600	3200 3100	3200 4500	3600 5500	4000 5500	4500 6000	5500 6500
დოლის ნომინალური მოცულობა მ ³	0.9	6.3	8.5	17.5	22.4	32	49	60	82	140
ელექტროამპ რავის სიმძლავრე, კვტ	82	200	200	400	630	900	1250	2000	2500	4000
გაბარითული ზომები, მმ სიგრძე სიგანე სიმაღლე	5400 2200 1600	8300 4850 3750	8850 4850 3750	9750 6400 5050	9650 6400 5100	14300 7300 5230	16000 7580 5500	16060 8500 6250	16700 9100 6800	25500 12400 8800

ცხრილი 16.

თვითდაფქვის და მადანკენჭოვანი წისქვილების ტექნიკური
მაჩვენებლები

პარამეტრები	MMC- 50x23	MMC- 70x23A	MMC- 90x30A	MPF- 4000x7500	MPF- 45500x6000
დოლის შიგა ზომები (ჯავშნის გარეშე), მმ: დიამეტრი სიგრძე	5000 2300	7000 2300	9000 2960	4000 7500	4500 6000
დოლის ნომინალური მოცულობა მ ³	36.5	80	160	83	83
ელექტროამპრავის სიმძლავრე, კვტ	830	1600	4000	1600	2000
გაბარიტული ზომები ამპრავით, მმ სიგრძე სიგანე სიმაღლე	12500 7340 4780	18500 10200 7900	23650 14450 7850	17300 8570 6250	16000 9100 6800
მასა, ტ	202	429	816	310	327

ცხრილი 17.

ჩაუყვინთავსპირალიანი კლასიფიკატორის ტექნიკური მაჩვენებლები

პარამეტრები	1КС H -3	1КС H -5	1КС H -7,5	1КС H -12	1КС H -15	1КС H -20	1КС H -24H	1КС H -24Б	1КС H -30	2КСН- -24	2КСН -30
სპირალის დიამეტრი,მმ	300	500	750	1200	1500	2000	2400	2400	3000	2400	3000
აბაზანის სიგრძე, მმ	3000	4500	5500	6000	8200	8400	9200	1340 0	1250 0	9200 12500 14500	12500
აბაზანის დახრის კუთხე	18	18	18	18	18	17	18	24	18	0-18	0-18
სპირალთა რიცხვი	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
სპირალის ბრუნთა რიცხვი,ბრ/წთ	25	12	7,8	4,18 2	2,6 3,9 5,8	3,1 4,1 6,1	2,6 3,6 5,2	3,6	1,53	3,6	3,6
ელექტროამპრა ვის სიმძლავრე, კვტ	1,1	1,1	3	6	5,5 7,5 10	7 11 14	7,5 11 13	22	19 28	22	22
გაბარითული ზომები, მმ სიგრძე სიგანე სიმაღლე	4000 800 950	5600 1000 1350	7200 1350 1600	8500 1700 3000	1000 0 2360 3750	1100 0 2800 4750	1250 0 3150 4900	1600 0 2900 3950	1500 0 3750 6000	11700 15050 17050 5600 4000	15050 5600 400
მასა, ტ	0,8	2,4	2,6	6,4	12,6	17,8	21,4	33,1	40,3	39,6 53,7 63,2	68,9

ცხრილი 18.

КСП ჩაყვინთულსპირალიანი კლასიფიკატორის ტექნიკური
მახასიათებლები

პარამეტრები	კლასიფიკატორების ტიპ-ზომები							
	1КСП -	2КСП -	1КСП -	2КСП -	1КСП- 20	2КСП- 20	1КСП- 24	2КСП- 24
სპირალის ზომები, მმ: დიამეტრი სიგრძე	1200 7976	1200 7976	1500 9700	1500 9700	2000 12500	2000 12500	2400 13600	2400 13600
სპირალთა რიცხვი	1	2	1	2	1	2	1	2
ბრუნთა რიცხვი ბრ/წთ	4,1/8, 3	4,1/8, 3	3,5/7	3,5/7	2,6/5,0 2	2,48/5	1,96/3,9 4	2/4
ვალცის ზომები,მმ სიგრძე სიგანე	8400 1370	8400 2600	10100 1650	10100 3200	13000 2140	13000 4210	14000 2540	1400 5020
ელექტროამბრავ ის სიმძლავრე, კვტ	3/5	3,5/7	4,5/7	6,5/10	6,5/7	128532 0	9314	88331 5
მასა, ტ	1,7	1,7	2,8	2,8	4,5	4,5	4,5	4

ცხრილი 19.

ჰიდროციკლონების ტექნიკური მახასიათებლები

პარამეტრები	ГЦ-25	ГЦ-50	ГЦ-75	ГЦ-150	ГЦ-250	ГЦ-360	ГЦ-500	ГЦ-710	ГЦ-1000	ГЦ-1400	ГЦ-2000
ჰიდროციკლონის დიამეტრი, მმ	25	50	75	150	250	360	500	710	1000	1400	2000
კონსტრუქციის კუთხე, გრად	10	10	10	10/20	20	20	20	20	20	20	20
მკვებავი მილის ეკვივალენტური დიამეტრი, მმ	6	12	17	38	65	90	130	150	210	300	400
გადანადენის ნაცმის დიამეტრი, მმ	7	13	22	50	80	115	150	200	250	380	500
სილის ნაცმის დიამეტრი, მმ	468	6812	81217	1227(20)2434	34344875	34487596	487596150	4875200	75150200250	150200250300360	250300360500
შემავალი პულპის წნევა	0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02								
მწარმოებლობა კვების მიხედვით 40% მყარის შემცველობისას მ ³ /სთ	0,7	2,5	5,0	15/20	50	95	180	260	470	900	1600
გაბარითული ზომები, მმ არაუმეტეს: სიგრძე სიგანე სიმაღლე	12070250	230100400	300350600	5004501200	6006501400	7007501900	90010002500	120014003500	150016004500	120022006200	- - -
მასა, კგ არაუმეტეს	2	5	20	100	200	300	450	14500	2400	4500	-

ლიტერატურა

1. ა. აბშილავა წიაღისეულთა გამდიდრების საფუძვლები. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2011 წ. 161 გვ.
2. ზ. არაბიძე წიაღისეულთა გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდები. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი 2009 წ. 178 გვ.
3. Авдохин В.М. Основы обогащений полезных ископаемых Т.1,М. Горная книга 2008 г. 416 с.
4. Андреев С.Е.и др. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М. Недра. 1980г. 414 с.
5. Булычев В.В. Машинист дробилки М. Гостехиздет. 1960 г. 302 с.
6. Бедрань Н.Г. Переработка и качество полезных ископаемых М. Недра 1986 г. 272 с.
7. Биленко Л.Ф. Закономерности измельчения в барабанных мельницах.М., Недра 1984 г.
8. Ваисберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов М. Недра 1986 г.
9. Донченко А. С. Донченко В. А. Справочник механика рудоподготовительной фабрики М. Недра 1986 г.
10. Ревнивцев Е. И., Азбел Е. г и др. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке М. Недра 1987 г.
11. Разумов К. А. проектирование обогатительных фабрик М. Недра 1982 г.
12. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых М. Недра 1985 г.

13. Справочник по обогащению руд Т. 1. М.Недра 1982 г.
14. Справочник по проектированию рудных об. фаб. Е 1.2. М. недра 1988 г.
15. Справочник по обогащению углей М. Недра 1974 г. 488 с.
16. დ. ტალახაძე, რ. სტურუა მამდიდრებელი ფაბრიკების დაპროექტება. II ნაწ. თბილისი 1997 წ.
17. ი. ხუხუნაიშვილი მარგი წიაღისეულის გაცხრილვა, დამსხვრევა, დაფქვა. თბილისი, განათლება 1971 წ. 357 გვ.

შინაარსი

I ნაწილი - გაცხრილვა.

თავი I. ზოგადი ცნობები.

- 1.1. გაცხრილვის არსი და დანიშნულება.....5
- 1.2. გამცხრილავი ზედაპირები9

თავი II. ფხვიერი მასალის გრანულომეტრული შედგენილობა

- 2.1 გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრის
მეთოდები.....13
- 2.2 გაცრითი ანალიზი.....14
- 2.3 სისხოს მახასიათებლები.....18
- 2.4 მადნის ნატეხების სისხოს მახასიათებლების
განტოლებანი.....20
- 2.5 მასალის მარცვალთა რიცხვისა და ხვედრითი ფართობის
განსაზღვრა სისხოს მახასიათებელი განტოლებით.....25

თავი III. გაცხრილვის პროცესი

- 3.1. გაცხრილვის ეფექტურობა.....28
- 3.2. გაცხრილვის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები.....30
- 3.3. გაცხრილვის დროს კლასების გამოყოფის
თანმიმდევრობა.....35

თავი IV. ცხრილები

- 4.1. რიკულებიანი ცხრილი.....37

4.2. წრიულად მოძრავი ცხრილები.....	41
4.3. გრძივად მერხევი ცხრილები.....	44
4.4. ნახევრად ვიბრაციული (გირაციული) ცხრილი.....	46
4.5. ვიბრაციული ცხრილები წრფივი ვიბრაციით.....	48
4.6. ვიბრაციული ცხრილები წრიული ვიბრაციით.....	52
4.7. ნახევრად ვიბრაციული და ვიბრაციული ცხრილების მწარმოებლობის გაანგარიშება.....	59
4.8. ცხრილების მონტაჟი და ექსპლუატაცია.....	61

II ნაწილი. დამსხვრევა

თავი V. დამსხვრევის პროცესი

5.1. დამსხვრევის პროცესის დანიშნულება.....	64
5.2. დამსხვრევა- დაფქვის ხარისხი და სტადიები.....	65
5.3. დამსხვრევის თეორიული საფუძვლები.....	69
5.4. დამსხვრევა- დაფქვის მეთოდები და მანქანა დანადგარების კლასიფიკაცია.....	73

თავი VI. ყბებიანი სამსხვრეველები

6.1. მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო.....	76
6.2. ყბებიანი სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები.....	79
6.3. ყბებიანი სამსხვრეველას ექსპლუატაცია.....	85

თავი VII. კონუსური სამსხვრეველა

7.1. კონუსური სამსხვრეველას მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო.....	90
7.2. კონუსური სამსხვრეველას კონსტრუქცია.....	94
7.3. კონუსური სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები.....	103
7.4. კონუსური სამსხვრეველას ექსპლუატაცია.....	109

თავი VIII. ვალცებიანი სამსხვრეველა

8.1. ვალცებიანი სამსხვრეველას მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო.....	115
8.2. ვალცებიანი სამსხვრეველას ტექნოლოგიური პარამეტრები.....	118
8.3. ვალცებიანი სამსხვრეველას ექსპლუატაცია.....	122

თავი IX. დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველა

9.1. დარტყმითი მოქმედების სამსხვრეველას მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და გამოყენების სფერო.....	124
9.2. ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების ტექნოლოგიური პარამეტრები.....	127
9.3. ჩაქუჩებიანი და როტორული სამსხვრეველების ექსპლუატაცია.....	128

III ნაწილი. დაფქვა.

თავი X. დაფქვის პროცესი.

10.1. დაფქვის პროცესის დანიშნულება.....	130
10.2. დოლური წისქვილების კლასიფიკაცია და მოქმედების პრინციპი.....	132
10.3. ბურთულებიანი და ღეროებიანი წისქვილების კონსტრუქციები.....	136
10.4. დაფქვის პროცესის ტექნოლოგიური პარამეტრები.....	143
10.5. დაფქვის სქემები.....	149
10.6. ცირკულაციური დატვირთვის განსაზღვრა.....	152
10.7. დოლური წისქვილის მწარმოებლობა.....	155
10.8. დოლური წისქვილის ექსპლუატაცია.	157

თავი XI. ვიბრაციული, პლანეტარული და ჭავლური წისქვილები.

11.1. ვიბრაციული წისქვილი.....	160
11.2. პლანეტარული წისქვილი.....	162
11.3. ჭავლური წისქვილი.....	162

თავი XII. სამსხვრევ-საფქვავ საამქროში უსაფრთხოების ტექნიკის
საფუძვლები

12.1. საწარმოო სანიტარიის ნორმები.....	164
12.2. უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები.....	166

თავი XIII. მოსამზადებელი სამეცროს მანქანა-დანადგარების

შერჩევა და გაანგარიშება.

13.1. ცხრილის შერჩევა და გაანგარიშება.....	170
13.2 სამსხვერველას შერჩევა და გაანგარიშება.....	172
13.3.საფქვავ-საკლასიფიკაციო აპარატურის შერჩევა და გაანგარიშება.....	174
დანართი	180
ლიტერატურა	200