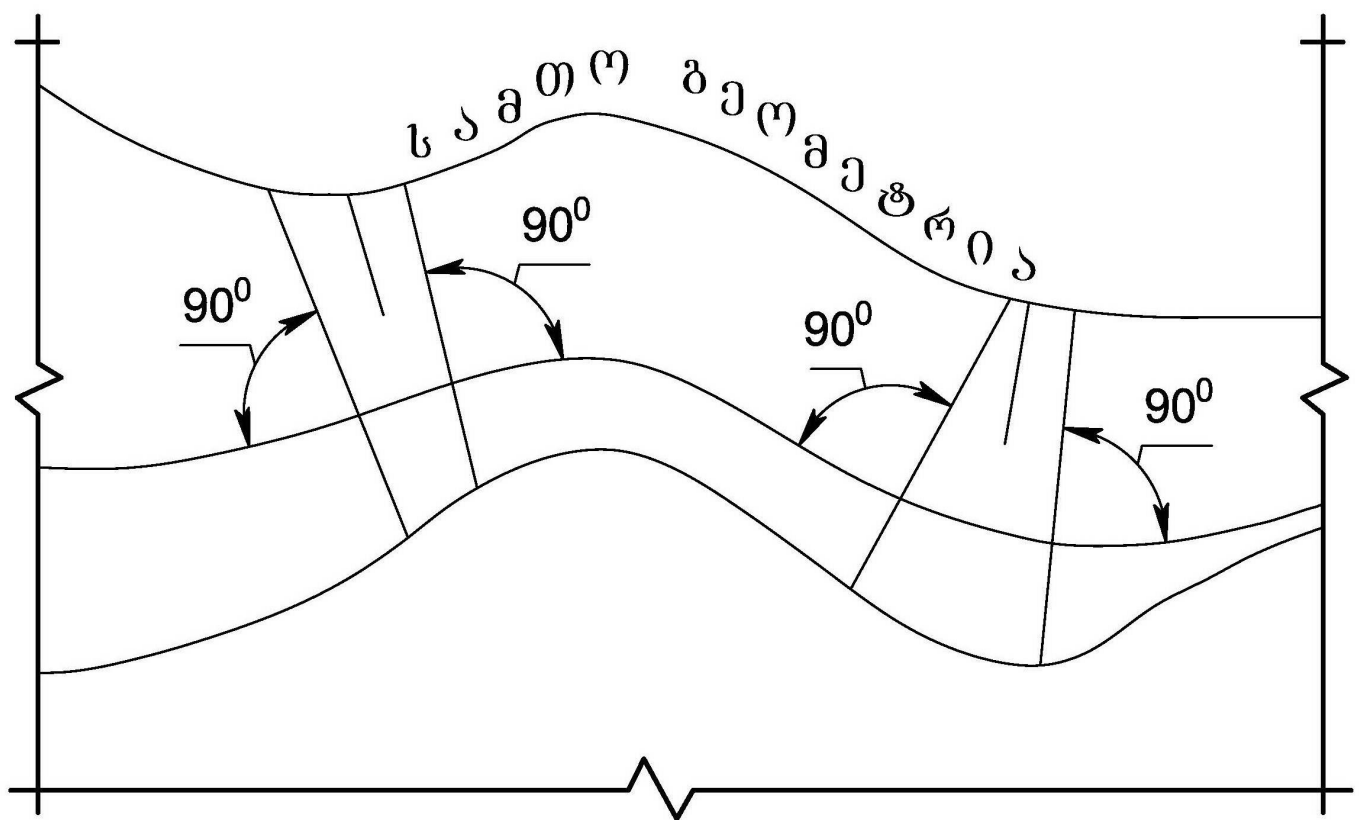


ანტონ კიკაბიძე, გრიგოლ შატბერაშვილი,
ჩირაკლი ერქომაიშვილი



საგამომცემლო სახლი
„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანტონ კიკაბიძე, გრიგოლ შატბერაშვილი,
ჩირაკლი ერქომაიშვილი

სამთო გეომეტრია



დამტკიცებულია სალექციო კურსად
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს
მიერ. 28.02.2018, ოქმი №1

თბილისი
2020

სალექციო კურსში მოცემულია სასარგებლო წიაღისეულის ბუდობების ზომები, ფორმა, მათი მდებარეობა სივრცეში და ჩაწოდის პირობები, სასარგებლო და მავნე კომპონენტების განაწილება, მოპოვება და დანაკარგების განსაზღვრა, სასარგებლო კომპონენტების ანგარიშის ხერხები და მოპოვების შედეგად მათი მოძრაობა. აგრეთვე, განიხილება სამთო და გეოლოგიურ-სადაზვერვო საქმის ამოცანების გადაწყვეტის გეომეტრიული მეთოდები.

გარდა ამისა, განხილულია სამთო გეომეტრიის მეთოდების გამოყენება სამთო წნეგებისა და სამთო გვირაბების ზეგავლენით გამოწვეული ქანების ძვრის საკითხების შესწავლის დროსა და სხვა.

სალექციო კურსი ძირითადად განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის იმ სტუდენტებისათვის, რომლებიც გადაწყვეტენ აღნიშნული საგნის შესწავლას.

რეცენზენტები: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის მოწვეული პროფესორი სერგო ცუცქირიძე,

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი გიორგი ჭიაურელი

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2020

ISBN 978-9941-28-588-2 (PDF)

<http://www.gtu.ge>



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

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

წიგნში მოყვანილი ფაქტების სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი/ავტორები.

ავტორის/ავტორთა პოზიციას შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.

შესავალი

სამთო გეომეტრია, როგორც წიაღის ობიექტებისა და მოვლენების მართვა

სამთო გეომეტრია, როგორც სამეცნიერო საგნის ჩამოყალიბება, დაკავშირებულია გამოჩენილი მარკშიდერ-მეცნიერების ვ. ბაუმანის, ს.ა. ლეონტოვსკი და პ. სობოლევსკის სახელებთან და როგორც საგანი, ჩამოყალიბდა ამ საუკუნის 20-იანი წლებიდან.

დღეს უკვე წარმოდგენილია ინჟინერ-მარკშიდერიის პროფესიონალური მომზადება სამთო გეომეტრიის შესწავლის გარეშე. სუნდა აღინიშნოს, რომ მთელი რიგი ავტორებისა, პირველ ხანებში „სამარკშიდერო საქმის“ ტერმინის ნაცვლად ხმარობდნენ „სამთო“/ან მიწისქვეშა გეომეტრიის“ ტერმინს, ამ ტერმინის ქვეშ იგულისხმებოდა მარკშიდერული სამუშაოები ერთობლიობაში, ამიტომ ამ შრომებში შედიოდა მხოლოდ ზოგიერთი ელემენტები, რომლებიც დღეს სამთო გეომეტრიის საგანშია განხილული.

სამთო გეომეტრია სამთო ტექნიკური დისციპლინაა, სადაც შეისწავლება:

1. მინერალური ნედლეულის ბუდობების ზომები, ფორმა, მათი მდებარეობა სივრცეში და ჩაწოლის პირობები.
2. წიაღში სასარგებლო კომპონენტის მარაგის განლაგება და თვით ბუდობებში სასარგებლო და მავნე კომპონენტების განაწილება.
3. მოპოვებისა და დანაკარგების განსაზღვრის, სასარგებლო კომპონენტების გამოთვლის ხერხები და მათი მოძრაობა მოპოვების შედეგად.
4. სხვადასხვა სამთო და გეოლოგიურ-სადაზვერვო საქმის ამოცანების გადაწყვეტის გეომეტრიული მეთოდები.

წიაღის გეომეტრიული ამოცანების გადაწყვეტისას გამოიყენება გეომეტრიის დებულებები, საბადოების მათემატიკური მოდელირება, სამთო მასივის აგებულების ანალიზი, სამთო საწარმოს მარაგების მართვა და სხვა.

როგორც ცნობილია, გეომეტრია ჩაისახა ძველ ეგვიპტეში, მაგრამ, როგორც მეცნიერება პირველად ჩამოაყალიბა ბერძენმა ევკლიდემ.

შემდგომში გეომეტრია ვითარდება ანალიზური მიმართულებით. გალილეი ევკლიდეს გეომეტრიისაგან განსხვავებით წრფეს განიხილავს, როგორც წერტილის მოძრაობის კვალს, შემდგომი განვითარება გეომეტრიამ დეკარტის ნაშრომებში პოვა.

გეომეტრიამ ახალი განვითარება მიიღო რუსი - გეომეტრის გ. ლობაჩევსკის შრომებში.

გეომეტრიის ეს ნაწილი სამთო საქმის კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტისას დაამუშავა პროფ. პ. სობოლევსკიმ. პროფ. პ. სობოლევსკი ნებისმიერ საბადოს განიხილავდა როგორც გეოქიმიურ ველს, რომელიც ერთ შემთხვევაში, სასარგებლო წიაღისეულის სამრეწველო კონცენტრაციის ველია, ხოლო მეორეში კი, სტრუქტურული ან ტექტონიკური ველი. უმრავლეს შემთხვევაში ტექტონიკური ველი დაკავშირებულია გეოქიმიურ ველთან ამა თუ იმ სასარგებლო წიაღისეულის კომპონენტების კონცენტრაციით.

ამასთან დაკავშირებით, სობოლევსკი გეოქიმიურ ველს მიიჩნევდა ცვალებადს დროსა და სივრცეში.

გეოქიმიური ველის გამოკვლევისას სობოლევსკიმ დაადგინა, რომ ის ანალოგიურია ფიზიკური და საერთოდ ძალთა ველისა. როგორც ცნობილია, ამ ველის ნებისმიერ კვეთში მისი თვისებათა საშუალო მნიშვნელობები წარმოგვიდგებიან იზოხაზების სისტემით, რომლებიც არ ჰკვეთენ ერთმანეთს.

აქედან გამომდინარე, წიაღის სახე, თვისებები და აგრეთვე, მასში მიმდინარე პროცესები შეიძლება გეგმაზე გამოისახოს იზოხაზების სისტემით, რომლებიც ტოპოგრაფიული ზედაპირის გამომსახველი ჰორიზონტალების ანალოგიურია.

იზოხაზებით გამოსახულ ზედაპირებს უწოდებენ ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებს. ამიტომაცაა, რომ ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებმა საბადოების შესწავლისას მიიღო განსაკუთრებული მათემატიკური გამოსახულების მნიშვნელობა, ისეთი, როგორიც აქვს განტოლებას მათემატიკურ ანალიზში.

სამთო საქმისა და გეოლოგიური დაზვერვის მრავალი პრაქტიკული ამოცანის გადაწყვეტისას, საჭირო გახდა ტოპოგრაფიული ზედაპირებისათვის მათემატიკური მოქმედების აპარატის შექმნა.

პროფ. სობოლევსკის მეთოდის გამოყენებით შესაძლო გახდა, გრაფიკულად დაჯამდეს ტოპოგრაფიული ზედაპირები ან ერთი ზედაპირიდან გამოკლებული იყოს მეორე, გრაფიკულად ამოვიღოთ ფესვი ტოპოგრაფიული ზედაპირიდან, ავიყვანოთ ის ნებისმიერ ხარისხში, გრაფიკულად გავაწარმოოთ ან გავაინტეგრებოთ ნებისმიერი ზედაპირი.

სამთო გეომეტრიის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების რაციონალურად დამუშავება.

აქედან გამომდინარე აუცილებელია, რომ გეომეტრიული ფორმების დადგენა და გეომეტრიული ველის შესწავლა წარმოებდეს სამთო-ეკონომიკური, გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებითა და მათი კანონების გამოყენებით.

მართლაც, შეუძლებელია დავადგინოთ საბადოს სასარგებლო კომპონენტის განაწილების სამრეწველო საზღვრები ეკონომიკური კანონების გათვალისწინებლად ამა თუ იმ დამუშავების სისტემების გამოყენების შემთხვევაში.

აქედან გამომდინარე, სამთო გეომეტრია არის საგანი, რომელიც ესაზღვრება ისეთ დისციპლინებს, როგორიცაა: გეომეტრია, სამთო საქმე, გეოლოგია, სამარკშიდერო საქმე, ეკონომიკა და სხვა, რომელიც აერთიანებს ამ დისციპლინებს სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალურად დამუშავების მიზნით.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, სამთო გეომეტრიის მეთოდები გამოიყენება სამთო წნევების, სამთო გვირაბების ზეგავლენით გამოწვეული ქანების ძვრის საკითხების შესწავლის დროს და სხვა.

ნაწილი I

1. სამთო გეომეტრიაში გამოყენებული გეგმილები

სამთო გეომეტრიაში ამოცანების ამოსახსნელად ფართოდ არის გამოყენებული გრაფიკული და გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდები.

ამიტომაცაა, რომ სამთო გეომეტრიაში პირველხარისხიანი ადგილი ენიჭება სასარგებლო წიაღისეულის ბუდობების გეოლოგიური სტრუქტურისა და სამთო გვირაბების გამოსახვასა და სხვა გეომეტრიულ აგებებს, რომლის საშუალებითაც განისაზღვრება საძიებელი სიდიდეები ან შედგება სამუშაოთა სქემები.

ყოველი ნახაზი ან გრაფიკი უნდა გვაძლევდეს სრულ წარმოდგენას გამოსახულ საგანზე, მის ელემენტებზე და მათ ურთიერთგანლაგებაზე, ესე იგი გამოსახულება თვალსაჩინო უნდა იყოს. ამასთან, ნახაზი უნდა აიგოს ისე, რომ, საგნის ზომები ადვილი დასადგენი იყოს. ე. ი. თვალსაჩინოების გარდა, ნახაზს უნდა გააჩნდეს გარკვეული მეტრიკული თვისებები (ადვილზომადობა).

როგორც მხაზველობითი გეომეტრიიდანაა ცნობილი, გამოსახვისა და აგების სხვადასხვა მეთოდები სხვადასხვანაირად აკმაყოფილებენ ზემოაღნიშნულ თვისებებს. გამოსახვისა და აგების ყველა ხერხი ემყარება გეგმილების მეთოდს.

დაგეგმილების ხერხის მიხედვით, ეს მეთოდი იყოფა ცენტრალური და პარალელური სხივებით დაგეგმილებადა.

ამოსახულებას, რომელიც მიიღება ცენტრალური დაგეგმილების მეშვეობით, ეწოდება პერსპექტივა. ის უზრუნველყოფს ნახაზის თვალსაჩინოებას.

საგნის პროექცირება პარალელური სხივების კონით სიბრტყეზე გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ მასზე პარალელურ-პროექცირებული ნახაზი. ასეთი ნახაზი შეიძლება განვიხილოთ როგორც პერსპექტივის კერძო შემთხვევა, როდესაც პროექციის ცენტრი გადატანილია უსასრულობაში. აქ მკვეთრად უმჯობესდება ნახაზის მეტრიკული თვისებები.

ნახაზის ყველაზე საუკეთესო მეტრიკულ თვისებებს უზრუნველყოფს პარალელური პროექცირების კერძო შემთხვევა-ორთოგონალური პროექციები ერთ ან რამდენიმე სიბრტყეზე.

სამარკშიდერო საქმეში, განსაკუთრებით კი სამთო გეომეტრიაში, ყველაზე დიდი გამოყენება პოვა ორთოგონალური პროექცირების მეთოდმა ერთ სიბრტყეზე

(გეგმილები რიცხობრივი ნიშნულებით). ამ მეთოდის გამოყენება იძლევა საშუალებას კომპაქტურად და სრულად დავახასიათოდ მაჩვენებლები (სახე, ხარისხი და პროცენტები), რომლებიც ვლინდებიან სასარგებლო ნამარხების საბადოების დაზვერვასა და დამუშავებისას.

დამრეცი და დახრილი ვარდნილობის ბუდობების სტრუქტურული და ხარისხობრივი მაჩვენებლებისა და აგრეთვე, გამონამუშევრების გამოსახვისათვის გამოიყენება ორთოგონალური გეგმილები და ვერტიკალური ჭრილების სისტემა.

ფენის ციცაბო ვარდნილობის შემთხვევაში, პროექციას ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე ემატება პროექცია ვერტიკალურ სიბრტყეზე, რომელიც ბუდობის საშუალო გავრცობის ხაზის პარალელურია.

ზოგიერთ შემთხვევაში, ბუდობის მაჩვენებლების სრული დახასიათების მიზნით, გამოიყენება გეგმილები დახრილ სიბრტყეზე, რომელიც ბუდობის საშუალო გავრცობის ხაზის და ვარდნილობის კუთხის პარალელურია.

ვინაიდან, უფრო ხშირად გამოიყენება პროექციები ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე, ამიტომ შემდგომში რიცხობრივი ნიშნულებიანი გეგმილების განხილვისას ვგულისხმობთ, რომ პროექციების სიბრტყეს უკავია ჰორიზონტალური მდგომარეობა.

ზოგიერთ შემთხვევაში (მაგალითად, მაღაროებში ბლოკური სისტემით დამუშავების დროს) გეგმების შედგენისას, სამთო გამონამუშევრებს, და ბუდობის მაჩვენებლებს გამოსახავენ ბუდობის სიბრტყეში.

სამარკშიდერო ნახაზებისა და გრაფიკულად გეომეტრიული ამოცანების გადაწყვეტისას, დიდი მნიშვნელობა აქვს სწორად შერჩეულ ნახაზის მასშტაბსა და აგების ხერხს.

აგების ხერხის შერჩევა განისაზღვრება შესადგენი გრაფიკის დანიშნულებით და იმ ძირითადი მოთხოვნილებებით, რომლებიც ტექნიკურ ნახაზს წაეყენება. მათ რიცხვს თვალსაჩინოებისა და ადვილზომადობის გარდა, მიეკუთვნება აგების მარტივი ხერხის გამოყენება და გრაფიკის დინამიურობის უზრუნველყოფა, რაც იმას ნიშნავს, რომ შეძლებისდაგვარად მასზე აღინიშნოს სამუშაოების განვითარება და ბუდობის მაჩვენებლების ცვალებადობა. ამასთან დაკავშირებით, აუცილებელი ხდება ნახაზის სისტემატური შევსება ან მათი სწრაფი თავიდან შედგენის შესაძლებლობა.

მასშტაბის შერჩევა განისაზღვრება საწყისი მონაცემებისა და მისაღები შედეგის საჭირო სიზუსტით, რომელსაც გვაძლევს გრაფიკული აგება.

ამასთან, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ორ შემთხვევას:

1. საწყისი მონაცემების სიზუსტე აღემატება შედეგის საჭირო სიზუსტეს;
2. საწყისი მონაცემების სიზუსტე ნაკლებია შედეგის საჭირო სიზუსტეზე;
3. პირველ შემთხვევაში გრაფიკული აგების მასშტაბი შეირჩევა ისე, რომ, მიღებული შედეგი აკმაყოფილებდეს მოცემულ სიზუსტეს, მეორეში კი, აგების მასშტაბი უნდა პასუხობდეს საწყისი მონაცემების სიზუსტეს.

გრაფიკის მასშტაბი, რომლის მიზანს წარმოადგენს ხაზოვანი სიდიდეების განსაზღვრა, მოიძებნება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$M=d / D$$

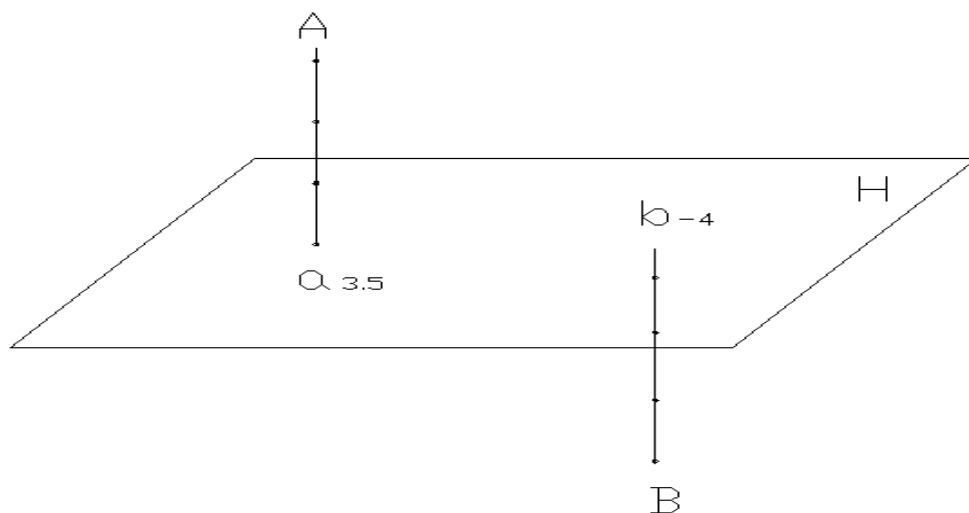
სადაც d – აგების ხაზოვანი ცდომილებაა ზუსტი აგებების შემთხვევაში, მაგალითად, კოორდინატების ბადის აგებისას ის უდრის 0.1მმ, ხოლო რიგით გრაფიკულ აგებებში 0.2,-0.3მმ., რომელიც განისაზღვრება ამოცანის პირობებით;

D – საჭირო ხაზოვანი სიზუსტე საძიებელი მნიშვნელობისათვის.

ნიშნულებიანი გეგმილების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ სივრცეში განლაგებული საგნის დამახასიათებელი წერტილები მართობულად დაგეგმილდება პროექციების ძირითად სიბრტყეზე. ამასთან, გეგმილზე აისახება საგნის მხოლოდ ორი კოორდინატი, საგნის მესამე კოორდინატი გამოისახება ნიშნულებით, რომლებიც განსაზღვრავს შესაბამისი წერტილის დაშორებას პროექტის მთავარი სიბრტყისაგან.

პრაქტიკაში, როგორც უკვე აღვნიშნავდით, ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა ნიშნულებიანმა გეგმილებმა ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე. ამიტომ შემდგომში, სადაც სპეციალურად არ მივუთითებთ, იგულისხმება, რომ საქმე გვაქვს ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან.

მაშასადამე, A წერტილის მდებარეობა სივრცეში ნიშნულებიანი გეგმილების შემთხვევაში, სავსებით განისაზღვრება შემდეგი ელემენტებით (სურათი 1).



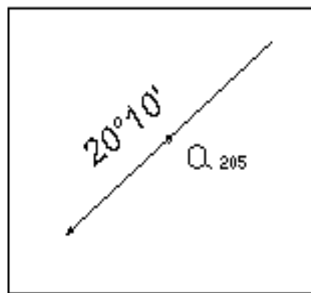
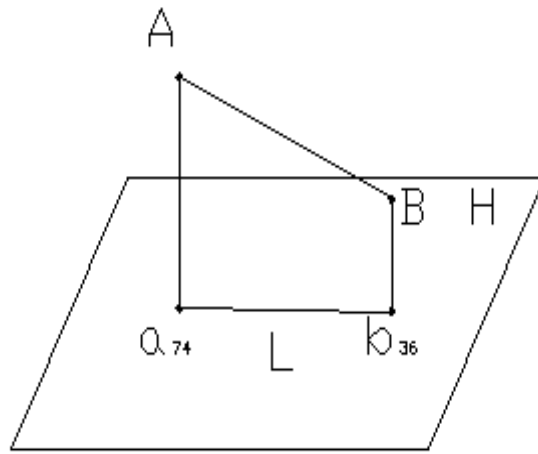
სურ. 1. წერტილის მართკუთხა გეგმილი

1. A წერტილის მართკუთხა გეგმილით a ძირითადი პროექციების სიბრტყეზე, რომელიც მიიღება $Aa_{3.5}$ მართობის H სიბრტყესთან გადაკვეთით.
2. წერტილის პროექციასთან ნიშნულით, რომელიც გვიჩვენებს მანძილს A წერტილიდან H პროექციების სიბრტყესთან. ამასთან, წერტილები ანლაგებული სიბრტყის ზევით დადებითია, მის ქვევით კი – უარყოფითი. წერტილის მდებარეობის სრული განსაზღვრისათვის საჭიროა აგრეთვე, მითითებული იყოს მასშტაბი და საზომი ერთეული, რომელშიც გამოხატულია ნიშნულები.

1.1 სწორი ხაზის გეგმილები

სწორი ხაზი ნიშნულებიანი გეგმილების შემთხვევაში განისაზღვრება ორი ნებისმიერი მასზე მდებარე წერტილით.

მაგალითად, სწორი მონაკვეთი, რომლის A ბოლოს სიმაღლეა 74მ (სურათი 2) და B წერტილის ნიშნული 36 მ, ძირითადი სიბრტყის მიმართ (მაგალითად, ონებრივი სიბრტყის მიმართ) გამოისახება $a_{74}b_{36}$ მონაკვეთით.



სურ. 2 სწორი ხაზის გეგმილი

სწორი ხაზი შეიძლება მოცემული იყოს თავისი პროექციით, რომელიმე ერთი წერტილის ნიშნულიანი გეგმილითა და დახრის კუთხის მნიშვნელობით, ამ ხაზის ძირითადი სიბრტყის მიმართ. მოცემული მონაკვეთის დახრის კუთხე და ჭეშმარიტი სიგრძე განისაზღვრება შემდეგნაირად: მოცემულ წრფეზე ატარებენ პროფილის სიბრტყეს, ე. ი. სიბრტყეს, რომელიც მართობულია ძირითადი სიბრტყის მიმართ და შემდეგ ბრუნვით სწორი ხაზის კვალის მიმართ უთავსებენ ძირითად სიბრტყეს.

შემდეგ, მონაკვეთის ბოლოებიდან აღმართავენ მართობებს და გადაზომავენ მასზე მასშტაბში ნიშნულების მნიშვნელობებს და ვიღებთ მონაკვეთს შეთავსებულ მდგომარეობაში. სწორად მიღებული δ დახრის კუთხე იქნება ტოლი კუთხისა დახრილ ხაზსა და ძირითად სიბრტყეს შორის.

δ კუთხეს უწოდებენ ხაზის აღმავლობის კუთხეს, როდესაც მას დადებითი მნიშვნელობა აქვს და დაქანების კუთხეს, როდესაც ის უარყოფითი მნიშვნელობებისაა. სწორი ხაზის i ქანობი განისაზღვრება δ კუთხის ტანგენსით, ე.ი.

$$i = \operatorname{tg} \delta$$

როგორც ვიცით, LL არის სივრცითი AB ხაზის ქვედებული, ნახაზიდან შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგი განტოლება

$$i = \frac{h_b - h_a}{L},$$

სადაც h_b და h_a მონაკვეთის A და B ბოლოების ნიშნულებია იმავე განზომილებებში, რაშიც L ქვედებულია. მონაკვეთის ქვედებულების სიდიდეს, რომელიც მოთავსებულია ორი წერტილს შუა, რომელშიც ნიშნულების სხვაობა მოცემულ ჰ სიდიდის ტოლია, ბიჯს უწოდებენ.

$$i = \frac{h}{l}$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიშნულების სხვაობა ერთის ტოლია, შესაბამის ქვედებულს ინტერვალს უწოდებენ.

$$i = \frac{1}{l}.$$

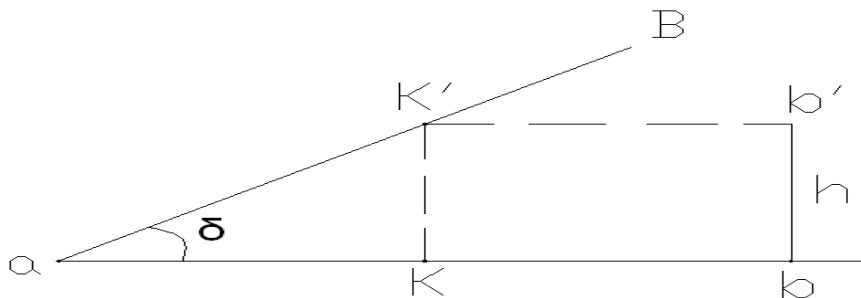
1.2 სწორი ხაზის გრადუირება

მთელი რიგი ამოცანების გადაწყვეტის დროს ხელსაყრელია გვექონდეს ხაზის გეგმილზე წერტილები, მთელი რიცხობრივი ნიშნულებით. ამ მიზნით, ხაზის გეგმილს ვყოფთ თანატოლ მონაკვეთებად მასზე ინტერვალის გადაზომვის საშუალებით. სწორი ხაზის გეგმილის თანაბარ მონაკვეთებად დაყოფას, დაქანების კუთხის შესაბამისად, სწორი ხაზის გრადუირება ეწოდება.

მანამ, სანამ გრადუირებას დავიწყებთ, საჭიროა მოვძებნოთ ინტერვალის ან მისი ჯერადი სიდიდე. თუ ხაზი მოცემულია ორი წერტილის კოორდინატებით, მაშინ მისი ინტერვალი უდრის ხაზის გეგმილის სიგრძეს გაყოფილს მოცემული წერტილების ნიშნულების სხვაობაზე. თუ ხაზი მოცემულია ერთი წერტილის კოორდინატებით და დაქანების კუთხით (ან ქანობით), მაშინ ინტერვალს მოვძებნით გრაფიკულად ან ზემოთ მოცემული ფორმულით.

როდესაც ხაზი მოცემულია ორი წერტილის ნიშნულებით, მაშინ მისი გრადუირება შესაძლებელია ტრაფარეტის, სერსეროთიან უჯრედებიანი ქაღალდის ხერხით.

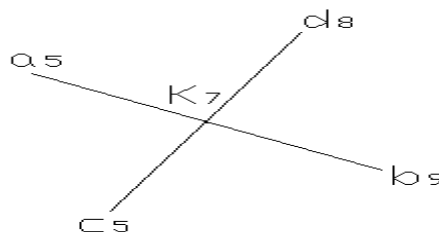
როდესაც მოცემულია ხაზის ერთი წერტილის ნიშნული, დირექციული და დახრის კუთხე, ამ შემთხვევაში ნახაზზე ვაგებთ მოცემული δ დაქანების კუთხეს. შემდეგ ნებისმიერ b წერტილში აღვმართავთ ab მიმართულებისადმი მართობ ხაზს და მასზე გადავზომავთ მასშტაბში შერჩეული კვეთის სიმაღლეს. მიღებულ b' წერტილიდან ვატარებთ აბ მონაკვეთის პარალელურ ხაზს aB ხაზის გადაკვეთამდე. მიღებულ K' წერტილიდან ვუშვებთ მართობს აბ-ზე. მონაკვეთი ak წარმოადგენს ინტერვალს (სურათი 3).



სურ. 3 სწორი ხაზის გრადუირება

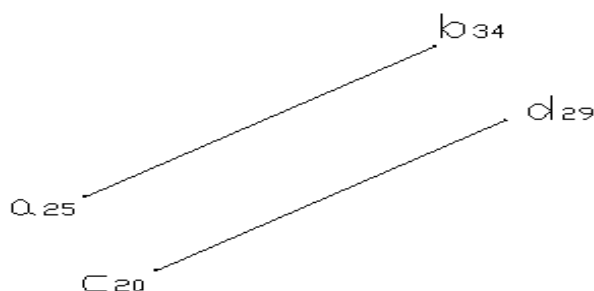
1.3. სწორი ხაზი სივრცეში

ორი სწორი ხაზი შეიძლება იოს პარალელური, გადაკვეთილი, მართობული და აცდენილი. ორი სწორი ხაზი იკვეთება, თუ მათი გეგმილები იკვეთებიან და გადაკვეთის K წერტილს აქვს ერთნაირი ნიშნული ორივე ხაზზე (სურათი. 4.).



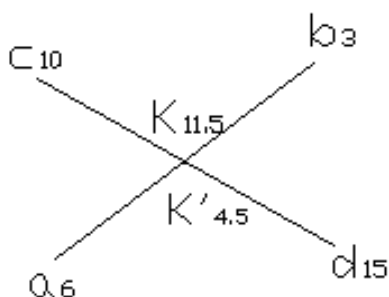
სურ 4. სწორი ხაზი სივრცეში

ორი სწორი ხაზი პარალელურია, თუ მათი გეგმილბი პარალელულები არიან, დაქანების კუხე ერთი და იგივე აქვთ და აქვთ ერთნაირი მიმართულება (სურათი 5).



სურ. 5 ორი პარალელური ხაზი

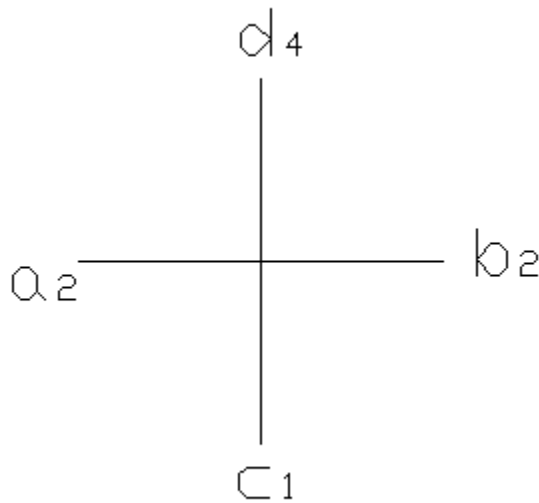
ორი სწორი ხაზი იქნება აცდენილი (გადაჯვარედინებული), თუ მათი გეგმილები არ არიან ურთიერთპარალელურები და გადაკვეთის წერტილს აქვს ორი სხვადასხვა ნიშნული, ან თუ მათი გეგმილები პარალელურებია, მაგრამ დაქანების კუთხეები სხვადასხვაა, როგორც სიდიდით, ისე მიმართულებით (სურათი 6).



სურ. 6. ორი სწორი აცდენილი ხაზი

როდესაც სწორი ხაზები იკვეთებიან, კერძო შემთხვევებში, ისინი შეიძლება ერთმანეთის მართობეზიც იყვნენ. ორთოგონალური დაგეგმილების თეორიიდან ცნობილია, რომ, როდესაც ორი ხაზი ერთმანეთის მართობულია და ერთი მათგანი რომელიმე სიბრტყის პარალელურია, მაშინ ამ ხაზების გეგმილები გეგმილით სიბრტყეზე ერთმანეთის მართობულია. ეს წესი ძალაშია რიცხოზრივ ნიშნულიან გეგმილებშიც, ე.ი. თუ ორი სწორი ხაზის გეგმილები ერთმანეთის მართობული იქნება

და ერთ მათგანს ბოლოებზე ერთნაირი ნიშნულები ექნება, მაშინ ეს ხაზები სივრცეში ერთმანეთის მართობულები იქნებიან (სურათი 7).



სურ. 7. ორი ურთიერთმართობული სწორი ხაზი

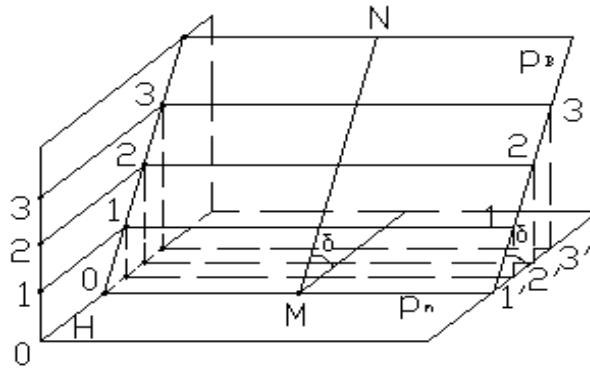
საერთოდ კი, იმის შემოწმება არის თუ არა ორი ხაზი ერთმანეთის მართობული, შეიძლება შემდეგნაირად. ორ ხაზზე გაგვყავს სიბრტყე და ვუთავსებთ ამ სიბრტყეს ძირითად გეგმილთ სიბრტყეს ან გეგმილთ სიბრტყის პარალელურ ნებისმიერ სიბრტყეს.

1.4. სიბრტყეების გეგმილები

სიბრტყე რიცხობრივ ნიშნულებიან გეგმილებში განისაზღვრება

1. სიბრტყის სამი წერტილის კოორდინატებით, რომლებიც ერთ სწორზე არ მდებარეობს.
2. სწორი ხაზით და ამ ხაზის გარეშე მდებარე წერტილით;
3. ერთი წერტილის კოორდინატებით და ამ წერტილზე გამავალი ორი მიმართულებით.
4. ორი პარალელური სწორი ხაზით. ნახაზზე გამოსახულია H გეგმილი სიბრტყე. P_n არის P სიბრტყის კვალი გეგმილთ სიბრტყეზე. MN ხაზს, რომელიც

მდებარეობს P სიბრტყეზე და მიმართულია P_h კვალის მართობულად, ეწოდება სიბრტყის დაქანების (ვარდნის) ანუ უდიდესი ვარდნილობის ხაზი. კუთხე, რომელსაც ქმნის ეს ხაზი თარაზულ გეგმილთ სიბრტყესთან არის სიბრტყის დაქანების (ვარდნის) კუთხე (სურათი 8).



სურ. 8. სიბრტყე ნიშნულებიან გეგმილებში

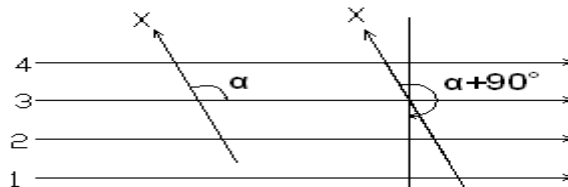
თუ მოცემულ სიბრტყეს გავკვეთავთ თანაბრად დაცილებული თარაზული სიბრტყეებით, მაშინ განკვეთში მივიღებთ ერთმანეთისაგან თანაბრად დაცილებულ თარაზულ ხაზებს, რომლებსაც P სიბრტყის ჰორიზონტალებს (თარაზულებს) უწოდებენ.

როდესაც P სიბრტყე უნდა გამოვსახოთ რიცხობრივ ნიშნულებიან გეგმილში, მაშინ H გეგმილთ სიბრტყეზე უნდა დავაგეგმილოთ P სიბრტყის ჰორიზონტალები. ერთმანეთისაგან ტოლად დაცილებული ხაზები გეგმილთ სიბრტყეზე წარმოადგენენ მოცემული სიბრტყის ჰორიზონტალების გეგმილებს.

ჰორიზონტალების გეგმილები მათ გვერდზე მიწერილი ნიშნულებით სრულიად განსაზღვრავენ სიბრტყის მდებარეობას სივრცეში, ამიტომ სიბრტყეებს ნიშნულებიან გეგმილებში გამოსახვენ აღნიშნული ჰორიზონტალები (სურათი 8).

მანძილი ორ მეზობელ ჰორიზონტალს შორის გეგმაზე დამოკიდებულია სიბრტყის დაქანების (ვარდნის) კუთხეზე და წარმოადგენს სიბრტყის დაქანების ხაზის ინტერვალს (ქვედებულს), გეგმაზე გრადუირებული დაქანების ხაზი არის ქანობის მასშტაბი. სიბრტყის მართებულობის კუთხე (ან დირექციული კუთხე) ეწოდება იმ კუთხეს, რომელსაც ქმნის სიბრტყის ჰორიზონტალის მიმართულება გეგმაზე X ღერძის

დადებით მიმართულებასთან და აითვლება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით 0-დან 360- მდე. სიბრტყის დაქანების ხაზის მიმართულება აიღება ქვევით (დაქანებისაკენ), მარტებულობის მიმართულება კი, მარცხნივ დაქანების მიმართულებისაგან. ამიტომ, თუ სიბრტყის მიმართების კუთხეს α ასოთი აღვნიშნავთ, მაშინ დაქანების ხაზის გეგმილის მიმართება ყოველთვის იქნება $\alpha + 90^\circ$ (სურათი 9).



სურ 9. სიბრტყის ელემენტების განსაზღვრა

ზემოთ თქმულიდან ჩანს, რომ სიბრტყის გეგმილი შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ორი ჰორიზონტალით ან გრადუირებული დაქანების ხაზის გეგმილით (ქანობის მასშტაბით).

როდესაც ჩვენ გვინდა სიბრტყე გამოვსახოთ რიცხობრივ ნიშნულებიან გეგმილში და გავიგოთ ამ სიბრტყის განლაგების ელემენტები (მიმართებისა და დაქანების კუთხეები), საჭიროა შემდეგი ოპერაციების შესრულება:

1. გამოსავალი მონაცემებით მიმართულებათა და წერტილების დატანა გეგმაზე.
2. მიმართულებათა გრადუირება, ან მოცემული წერტილების შემაერთებელი ხაზის გრადუირება.
3. სიბრტყის ჰორიზონტალების აგება მისი ერთნაირი ნიშნულების მქონე წერტილების სწორი ხაზებით შეერთების საშუალებით.
4. სიბრტყის α მიმართულებისა და δ დაქანების კუთხეების განსაზღვრა.

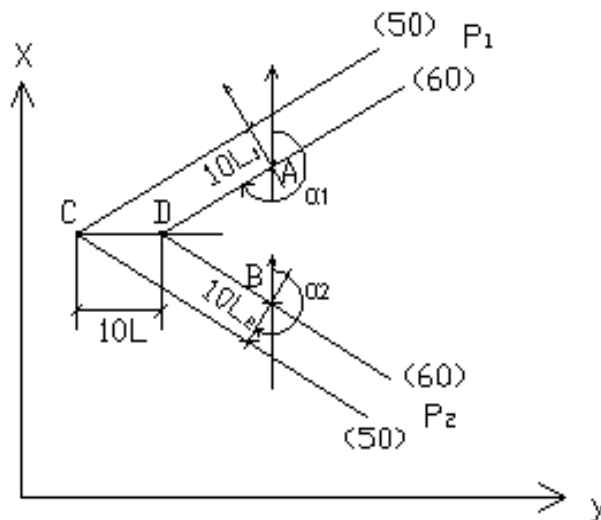
სივრცეში ორი სიბრტყე ან ერთმანეთის პარალელურია ან ერთმანეთს კვეთს.

თუ სიბრტყეები პარალელურები არიან, მაშინ ცხადია, მათ ერთი და იმავე გეგმილთ სიბრტყის მიმართ ერთნაირი მდებარეობა უკავიათ და ამიტომ ორი სიბრტყე ურთიერთპარალელურია. თუ მათი ჰორიზონტალები პარალელურია, აქვთ ერთი და

იგივე მიმართულება, მათი ინტერვალები ტოლია და დაქანების ხაზები მიმართულია ერთი და იგივე მხარეს.

ორი სიბრტყე ერთმანეთს კვეთს თუ :

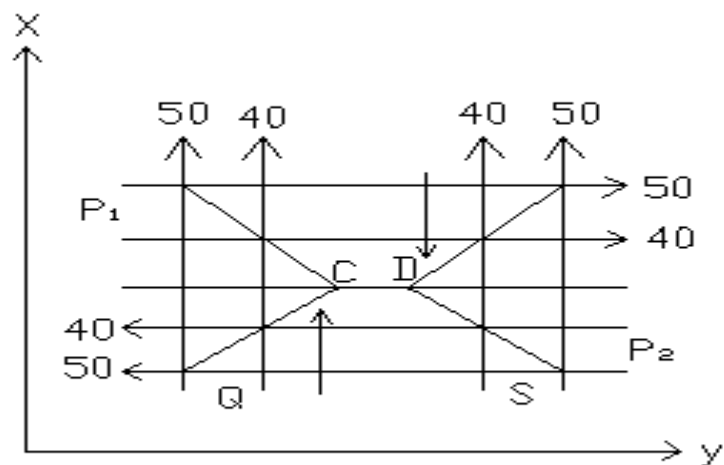
ა. მათი ერთსახელა ჰორიზონტალები იკვეთებიან, ამ შემთხვევაში სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზი მიიღება ერთსახელა ჰორიზონტალების გადაკვეთის წერტილების შეერთებით (სურათი 10).



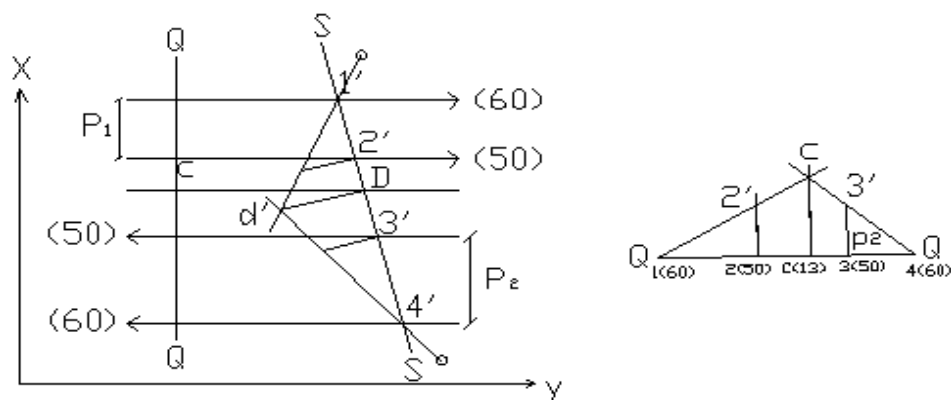
სურ. 10. სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზის განსაზღვრა

ბ. სიბრტყეების ჰორიზონტალები პარალელურია, მაგრამ აქვთ ერთმანეთის საწინააღმდეგო მიმართულება. ამ შემთხვევაში სიბრტყეების განკვეთის ხაზის მისაღებად გამოიყენება დამხმარე სიბრტყე (სურათი 11).

გ. სიბრტყეების ჰორიზონტალები პარალელურია. ერთი მიმართულება აქვთ, მაგრამ ინტერვალები კი სხვადასხვა (ე.ი. სიბრტყეებს აქვთ სხვადასხვა დაქანების კუთხე) ამ შემთხვევაშიც განკვეთის ხაზის ასაგებად გამოიყენება დამხმარე სიბრტყეები (სურათი 12).



სურ. 11. ორი სიბრტყის გადაკვეთის ხაზის აგება
დამხმარე საშუალებებით



სურ. 12. ოი სიბრტყის გადაკვეთის ხაზის აგება

როდესაც ერთსახელა ჰორიზონტალები გადაიკვეთებიან ნახაზის ფარგლებს გარეთ

იმ შემთხვევაში, როდესაც ორი სიბრტყე ერთმანეთს კვეთს, მათი გამოსახულების გარდა, აიგება მათი გადაკვეთის ხაზი და განისაზღვრება მისი განლაგების ელემენტები – გავრცობა α ჩაღრმავების მიმართულებით და δ_p დახრის კუთხე ჰორიზონტის მიმართ. სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზის მოძებნის მოცემული ხერხი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთსახელა ჰორიზონტალები იკვეთებიან ნახაზის ფარგლებში.

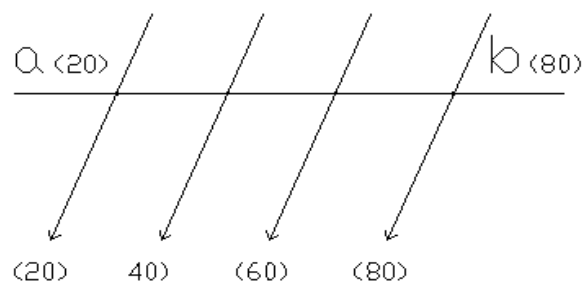
თუ კვეთის ხაზი მდებარეობს ნახაზის ფარგლებს გარეთ, ან და თუ ორი ერთმანეთის მკვეთი სიბრტყეების ჰორიზონტალები პარალელურია, მაშინ ორი სიბრტყის გადაკვეთის ხაზი იგება ორი ნებისმიერი დამხმარე მკვეთი სიბრტყეების საშუალებით. ამასთან, მკვეთი და მოცემული სიბრტყეების ჰორიზონტალები უნდა კვეთდნენ ერთმანეთს.

იგივე ამოცანის ამოხსნა შეიძლება აგრეთვე დამხმარე მართობი სიბრტყის გამოყენებით.

დავუშვათ, მოცემული გვაქვს P1 და P2 სიბრტყეები. გავკვეთოთ P1 და P2 სიბრტყეები შვეული სიბრტყით. ასეთი განკვეთა გამოვხაზოთ ცალკე ნახაზზე. ჩ წერტილი ძევს P1 და P2 სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზზე, C კი არის მისი გეგმილი QQ განკვეთის სიბრტყის კვალზე. C წერტილი გადაგვაქვს გეგმილზე, განკვეთის ხაზზე მდებარე მეორე წერტილის მოსაძებნად ვკვეთავთ მეორე დამხმარე შვეული S სიბრტყით SS ხაზზე. აღნიშნული განკვეთა ცალკე არ არის გამოხაზული და შეთავსებულია გეგმილ სიბრტყესთან SS სწორი ხაზის ირგვლივ ბრუნვით.

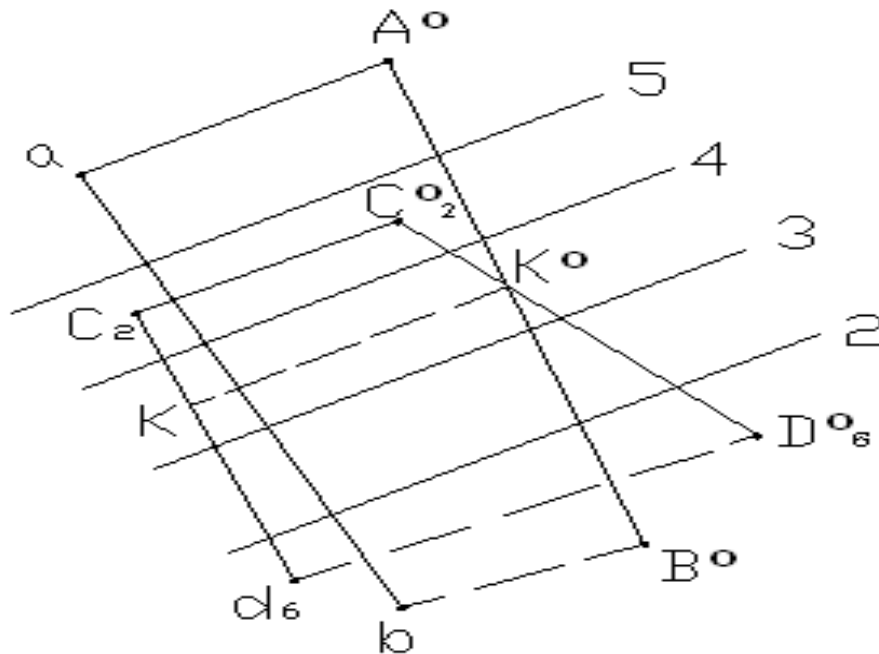
1.5. სწორი ხაზი და სიბრტყე

სწორი ხაზი შეიძლება იყოს განლაგებული სიბრტყეზე, იყოს მისი პარალელური ან მართობული, ან კვეთდეს მას. სწორი ხაზი მდებარეობს სიბრტყეზე, თუ ორი მისი წერტილი ემთხვევა სიბრტყეს (სურათი 13).



სურ. 13. სწორი ხაზი, რომელიც მდებარეობს ერთ სიბრტყეზე

სწორი ხაზი გადაკვეთს სიბრტყეს თუ პროფილის სიბრტყეზე, რომელიც გატარებულია ნებისმიერ უდიდეს ვარდნილობის ხაზზე, გადაიკვეთებიან სიბრტყის უდიდეს ვარდნილობის ხაზის და მოცემული სწორი ხაზის გეგმილები. (სურათი 14).



სურ. 14. მანძილის განსაზღვრა ნორმალური მიმართულებით
წერტილიდან სიბრტყემდე

Ab უდიდესი ვარდნილობის ხაზის გეგმილი, რომელზეც გატარებულია პროფილის სიბრტყე; A⁰B⁰ უდიდეს ვარდნილობის ხაზის შეთავსებული მდგომარეობაა.

C2 დნმოცემული სწორი ხაზის გეგმილი მთავარ გეგმილ სიბრტყეზე;

C2 დნ მოცემული სწორი ხაზის შეთავსებული მდგომარეობა პროფილის სიბრტყეზე;

K⁰ სწორი ხაზების C⁰2 D⁰6 და A⁰ B⁰ გადაკვეთის წერტილია.

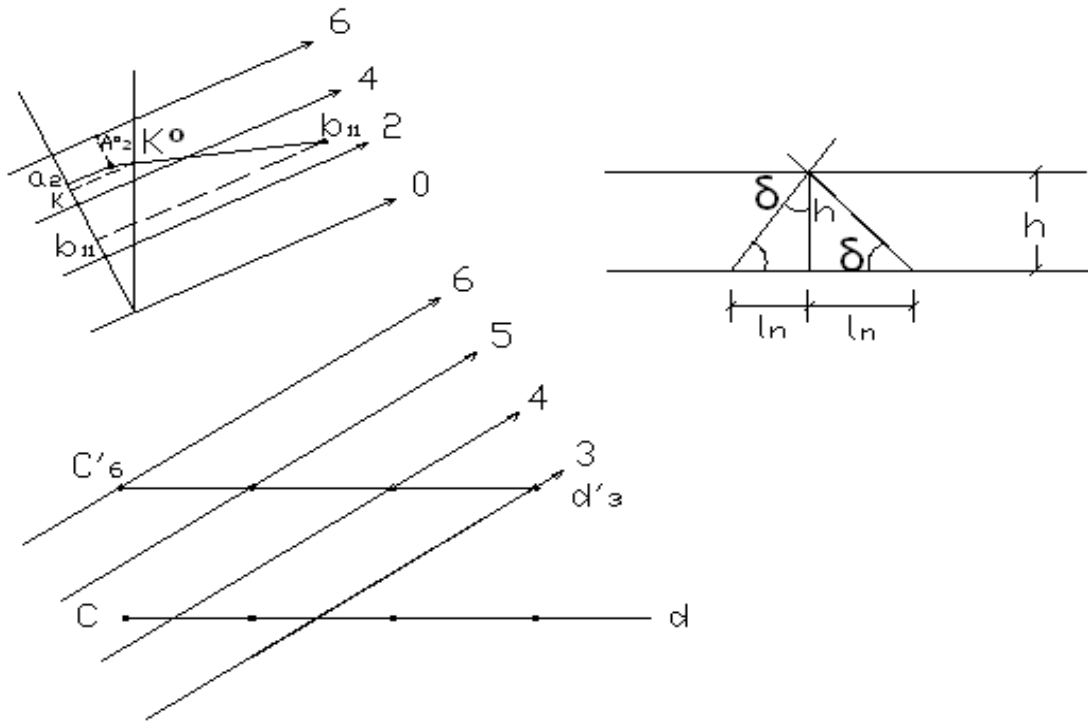
K სწორი ხაზისა და სიბრტყის გადაკვეთის წერტილის საძიებელი პროექციაა.

სწორი ხაზი მართობულია, თუ ამ ხაზის გეგმილი სიბრტყის ჰორიზონტალების მართობული, ხაზი სიბრტყის მიმართულების საწინააღმდეგო მიმართულებით არის დაქანებული და ხაზის ქვედებული უდრის

$$\ell_6 = \frac{h^2}{\ell_i},$$

სადაც h- (სიბრტყის ჰორიზონტალების კვეთია;) კვეთის სიმაღლეა.

ℓ_i - სიბრტყის ქვედებულია (ინტერვალი) (სურათი 15).



სურ. 15. სიბრტყისა და სწორი ხაზის გადაკვეთა

ნახაზზე გამოსახულია სიბრტყე თავისი ჰორიზონტალებითა და სწორი ხაზი a_2 b_2 და აგრეთვე, პროფილის სიბრტყე შეთავსებულ მდგომარეობაში, რომელიც გატარებულია მოცემულ ხაზზე. შეთავსებულ სიბრტყეზე გამოვლენილია სიბრტყისა და სწორი ხაზის გადაკვეთა.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{h}{\ell_i} = \frac{\ell_6}{h} \ell_i = \frac{h^2}{\ell_6}$$

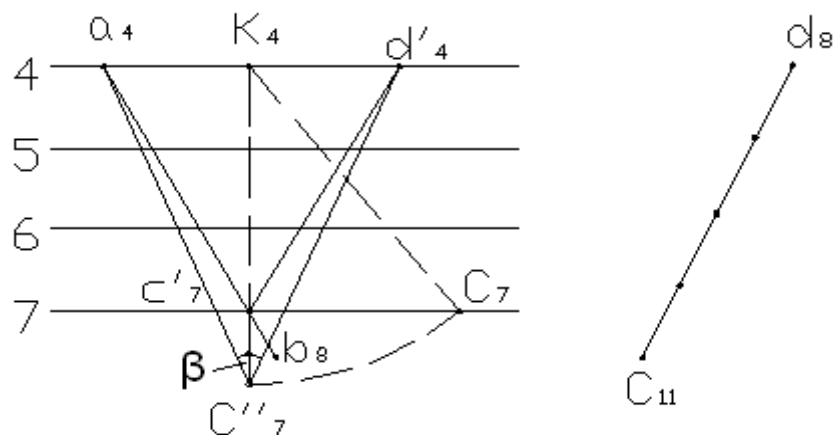
სწორი ხაზი სიბრტყის პარალელურია თუ მოცემულ სიბრტყეზე შეიძლება გავატაროთ ხაზი, რომლის ინტერვალიც უდრის სიბრტყის ინტერვალს, მათი ორივე ხაზის ვარდნილობის მიმართულება ერთია და გეგმილებიც პარალელურია.

1.6. სიბრტყეების შეთავსება

მთელი რიგი ამოცანების გადაწყვეტის დროს აუცილებელია განისაზღვროს საძიებელი სიდიდეების ჭეშმარიტი მნიშვნელობანი (ხაზების სიგრძე, კუთხეები და სხვა). თუ ისინი სივრცეში მდებარეობენ ნებისმიერად, მაშინ თარაზულ გეგმილთ სიბრტყეზე დაგეგმილების დროს, მათი ფორმა და სიდიდე მაჩინჯდება. თუ საძიებელი სიდიდის ყველა ელემენტი მოთავსებულია ერთ დახრილ სიბრტყეზე, მაშინ მათი ჭეშმარიტი სიდიდის მისაღებად გეგმაზე საკმარისია ამ დახრილი სიბრტყის შეთავსება გეგმილთ სიბრტყესთან. შეთავსება ხდება საძიებელი სიდიდეების შემცველი სიბრტყის ბრუნებით მისი რომელიმე ჰორიზონტალის ირგვლივ. თუ დახრილ სიბრტყეზე ავიღებთ რომელიმე წერტილს, ძნელი არ არის დავინახოთ, რომ სიბრტყის ბრუნვის დროს მისი ჰორიზონტალის ირგვლივ წერტილის გეგმილი გადაინაცვლებს გეგმაზე ამ ჰორიზონტალის მართობული მიმართულებით, ე.ი. სიბრტყის დაქანების ხაზის მიმართულებით

1.7. ორ მოცემულ მიმართულებას შორის გადაკვეთის კუთხის განსაზღვრა

მოცემულია ორიხაზის გეგმილი და საჭიროა განისაზღვროს კუთხე. მათ შორის ვთქვათ მოცემული ხაზები (a_4 ხაზი და d_8 ხაზი C_{11}) ნახაზის სიბრტყეში არ გადაიკვეთებიან, ამ შემთხვევაში ერთ-ერთი ომელიმე წრფის (სურათი 16).



სურ. 16. ორ მიმართულებას შორის კუთხის განსაზღვრა

a_4b_8 ხაზის ნებისმიერ წერტილში, მაგალითად C_7 წერტილში, გაგვყავს მეორე d_8C_4 ხაზის პარალელური ხაზი და ვსაზღვრავთ მათ შორის კუთხეს. ამისათვის პირველ რიგში a_4b_8 და d'_4 და C'_7 ხაზებზე გაგვყავს სიბრტყე ე.ი. ხაზების გრადუირების შემდეგ გაგვყავს სიბრტყის ჰორიზონტალები.

შემდეგ მიღებულ სიბრტყეს ვუთავსებთ გეგმილთ სიბრტყეს, რისთვისაც მას ვაბრუნებთ. 4 ჰორიზონტალის ირგვლივ ცხადია, რომ d_4 და d'_4 წერტილები ადგილზე დარჩებიან, ხოლო C'_7 წერტილი გადაინაცვლებს $C'_7 K_4$ მართობის მიმართულებით. გადაინაცვლების მანძილი უდრის C'_7 წერტილის აღმატებას შეთავსების სიბრტყის მიმართ და ტოლია მოცემულ მაგალითში -3.

ვაერთებთ C'_7 წერტილსა a_4 და d'_4 წერტილებთან და ვიღებთ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში შეთავსებულ $a_4 C'_7$ და $d_4 C'_7$ ხაზებს. მათ შორის β კუთხის სიდიდის მნიშვნელობა გაზომილი ტრანსპორტირით იქნება ჭეშმარიტი.

1.8. ორ მოცემულ სიბრტყეს შორის გადაკვეთის კუთხის განსაზღვრა

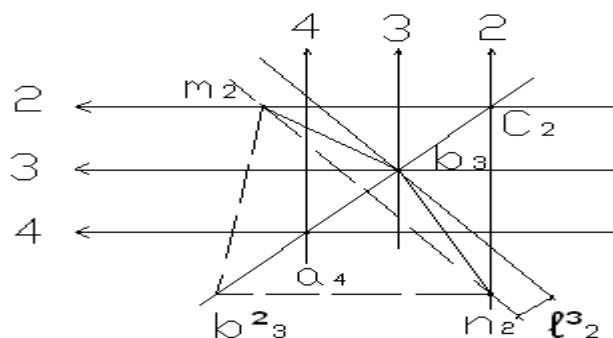
ორი მკვეთი სიბრტყის ერთნიშნულიანი ჰორიზონტალების გადაკვეთის წერტილებზე ვატარებთ $a_4b_3C_2$ ხაზს და ვიღებთ სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზს, ე.ი. ორწახნაგა კუთხის წიბოს, რომელსაც ადგენენ მოცემული სიბრტყეები.

რომელიმე წერტილში, მაგალითად, სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზის b_3 , წერტილზე გაგვყავს სიბრტყე, რომელიც მართობულია $C_7b_3d_4$ ხაზისა, ამ სიბრტყის ქვედებულის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით.

$$\ell_6 = \frac{h^2}{\ell_i}$$

შემდეგ პოულობენ ამ სიბრტყის და მოცემული სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზს, რისთვისაც ვაერთებთ ერთსახელა ჰორიზონტალის გადაკვეთის წერტილებზე b_3m_2 და b_3n_2 მიღებული $m_2b_3n_2$ კვეთი სიბრტყეებს შორის ორწახნაგა კუთხის ხაზოვანი კუთხე.

b_3 წერტილს უთავსებენ ჰორიზონტალურ სიბრტყეს, რისთვისაც მას აბრუნებენ მე-2 ჰორიზონტალის ირგვლივ. b_3 წერტილის შეთავსებულ ბ'3წერტილს აერთებენ n_2 და m_2 წერტილებთან. მიღებული კუთხე იქნება კუთხე ორ მოცემულ სიბრტყეს შორის, მის მნიშვნელობას ტრანსპორტირით საზღვრავენ. (სურათი 17).



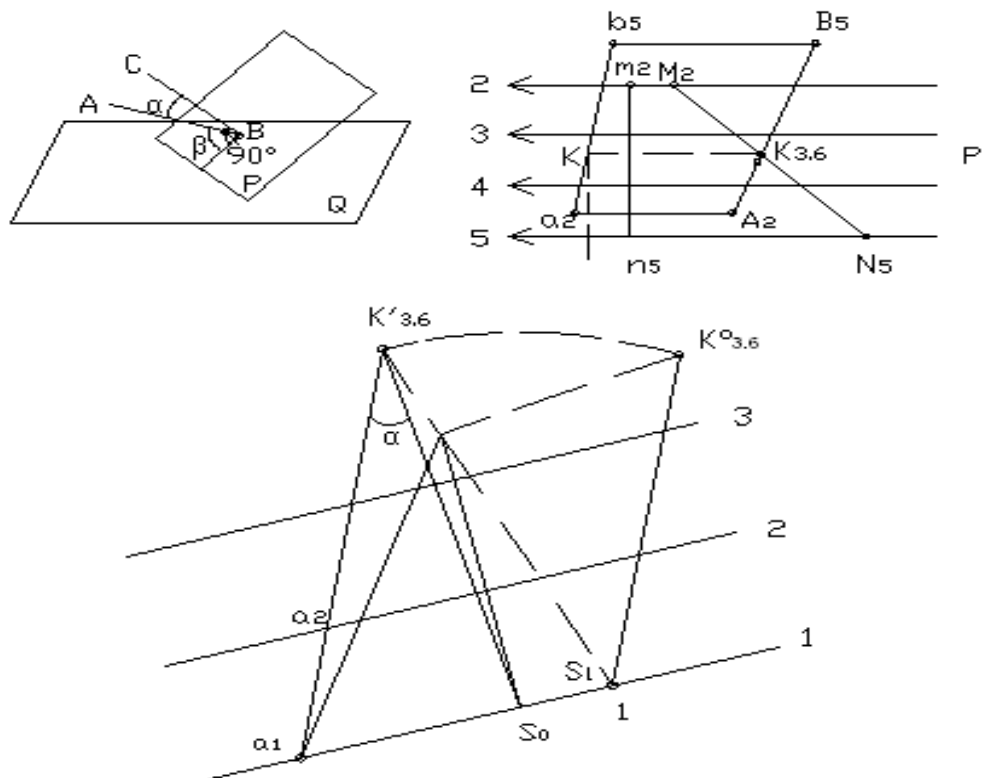
სურ. 17. ორ მოცემულ სიბრტყეს შორის გადაკვეთის კუთხის განსაზღვრა

1.9. ხაზისა და სიბრტყეს შორის შექმნილი კუთხის განსაზღვრა

ამისათვის საკმარისია განისაზღვროს მოცემული ხაზისა და მის სიბრტყესთან გადაკვეთის B წერტილში და B სიბრტყის მიმართ აღდგენილ მართობს შორის. საძიებელი კუთხე უდრის

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

პირველეს ყოვლისა განსაზღვრავენ მოცემული ხაზისა და სიბრტყის გადაკვეთის წერტილს. გადაკვეთის $K_{3,6}$ წერტილზე მოცემული სიბრტყის მიმართ ატარებენ მართობს $K_{3,6}S_6$ შემდეგ ორივე ხაზზე გაჰყავთ სიბრტყე. Hჰორიზონტალურ სიბრტყეს უთავსებენ $K_{3,6}$ წერტილს, რისთვისაც აბრუნებენ სიბრტყეს ჰორიზონტალის ირგვლივ (სურათი 18).



სურ. 18. ხაზსა და სიბეცე შორის შექმნილი კუთხის განსაზღვრა

ტრანსპორტირით ზომავენ α_1 $K'_{3.6}S_1$ კუთხეს.

2. ფენობრივი ტიპის საბადოების ჩაწოლის პარამეტრები

სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების დაზვერვისა და დამუშავების დროს, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია განისაზღვროს წიაღში ბუდობის ფორმა, ადგილმდებარეობა და დამუშავების სამთო-გეოლოგიური პირობები. ამ მაჩვენებლების განსაზღვრა, ცოდნა და აგრეთვე სამარკვეშიდერო საფუძველი არის აუცილებელი პირობა სადაზვერვო და მოპოვებითი სამუშაოების უსაფრთხო წარმოებისათვის.

სასარგებლო წიაღისეულის ჩაწოლის მრავალი სახეობიდან ყველაზე მარტივია ფენობრივი საბადოები.

ამ ტიპის საბადოებს ახასიათებს დიდი ზომები, განსაკუთრებით ფენის სისქესთან შედარებით, როგორც გავრცობით, ასევე ფენის დაქანების მიმართულებით.

ფენის ზომები და წიაღში მისი განლაგება განისაზღვრება ხაზოვანი და კუთხური სიდიდეების საშუალებით, რომელსაც ეწოდება წიაღის გეომეტრიული პარამეტრები.

მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

ფენისა და შემცველი ქანების კონტაქტებზე წერტილების კოორდინატები, სადაც განისაზღვრება სხვა გეომეტრიული პარამეტრები.

_ ფენის გავრცობა და მისი კუთხე.

_ ბუდობის სისქე.

_ ჩაწოლის სიღრმე.

X, Y, და Z კოორდინატები ბუდობის ზედაპირზე განისაზღვრება სამარკვეშიდერო ჭაბურღილებისა და ინკლინომეტრიული აზომვების საშუალებით.

ფენის განლაგება სივრცეში ყველაზე უფრო კარგად აისახება ორი მიმართულების საშუალებით, ფენის განვრცობისა და დაქანების ხაზით.

ფენის განვრცობის ხაზს უწოდებენ ჰორიზონტალურ ხაზს, ფენის რომელიმე გვერდის სიბრტყეში.

ფენის დაქანების ხაზი მართობულია განვრცობის ხაზის მიმართ და აფიქსირებს უდიდესი ვარდნილობის ხაზის მიმართულებას. ფენის განვრცობის მიმართულებად პირობითად მიჩნეულია მიმართულება, რომელსაც მივიღებთ მარცხნივ, თუ დავდგებით პირით დაქანების ხაზის მიმართ.

ბუდობის დახასიათებისათვის მნიშვნელოვანია ფენის სისქის განსაზღვრა, რომელიც წარმოადგენს მანძილს ფენის სახურავ და საგებ გვერდებს შორის.

2.1 ფენის ჩაწოლის ელემენტების (პარამეტრების) ძარღვის ან გეოლოგიური კონტაქტის განსაზღვრა

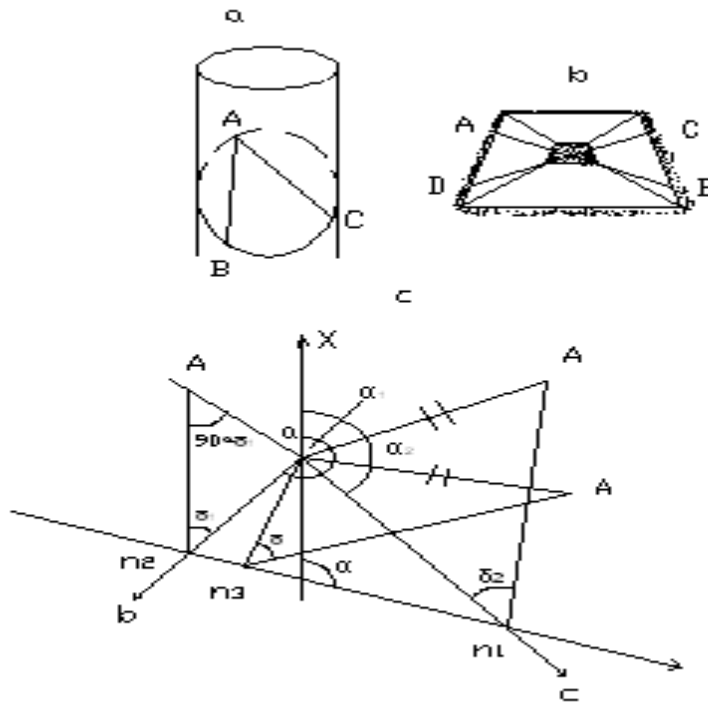
ფენის ჩაწოლის ელემენტების განსაზღვრა წარმოადგენს ამოცანას, რომელიც ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდება საბადოს დაზვერვისა და დამუშავების ყველა სტადიაზე.

პრაქტიკაში ამ ამოცანის გადაწყვეტისათვის დამკვიდრდა სამი ძირითადი მეთოდი:

1. უშუალო გაზომვებით. გეოლოგიური შესწავლის პროცესში ბუნებრივ და სანგრევში გაშიშვლებებში როგორც წესი იზომება სამთო კომპასით.

2. ფენის ჩაწოლის ელემენტების განსაზღვრა ორი მიმართულების საშუალებით. ეს მეთოდი გამოიყენება მკვეთი სამთო გამონამუშევრების იმ შემთხვევის დროს, როდესაც გაშიშვლებულ სიბრტყეზე შესაძლებელია განვრცობის, და ფენის ვარდნის განსაზღვრის საშუალებით. (სურათი 19).

გაშიშვლების სიბრტყეში აიღება ორი მიმართულება AB და AC (შურფი) და AB და CD კიდული კომპასით გაიზომება ორივე ზონარის დახრის კუთხე და აზიმუტი. შემდეგ სათანადო აგებების საშუალებით, ორივე მიმართულებაზე პოულობენ ერთნიშნა წერტილებს და შესაბამისად ფენის განვრცობისა და დაქანების მნიშვნელობებს. ფენის განვრცობის აზიმუტის (α) და დახრის კუთხის δ ირიბი განსაზღვრა სამი წერტილის კოორდინატების საშუალებით. ამ შემთხვევაშიც მოიძებნება ორ მიმართულებაზე ერთნაირი ნიშნულის მქონე წერტილები და შესაბამისად განვრცობისა და შემდეგ დაქანების ხაზის პარამეტრები.



სურ. 19. ფენის ჩაწოლის ელემენტების განსაზღვრა

ბუდობის გაშიშვლება მოცემულია მრგვალ ვერტიკალურ გვირაბსა და კვერშლავში.

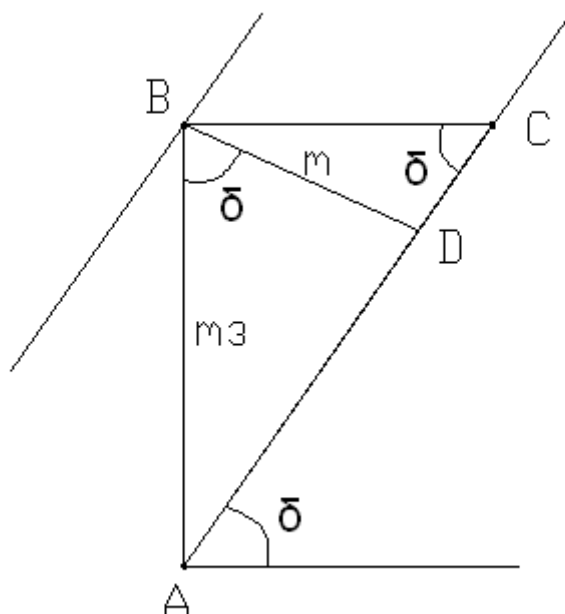
2.2. ფენის სისქის განსაზღვრა

ავიღოთ ჭრილი ფენის მიმართულების ჯვარედინად. ფენის სახურავი გვერდის B წერტილში გავატაროთ სამი მიმართულების სწორი ხაზები: BC თარაზულად, BD ფენის საგები გვერდის მართობულად და BA შვეულად (სურათი 20).

მაშასადამე, ფენის ნორმალური სისქე არის უმოკლესი მანძილი ფენის საგებ და სახურავ გვერდებს შორის, თუ ფენის დაქანების კუთხეს აღვნიშნავთ, როგორც უკვე ზევით აღვნიშნეთ, მაშინ მე-20 ნახაზის საფუძველზე დაიწერება შემდეგი დამოკიდებულება სისქეებს შორის: $m = mb \cdot \cos \delta$

$$m = mh \cdot \sin \delta$$

აღნიშნული ფორმულები საშუალებას იძლევიან გადავიდეთ ერთი სისქიდან (უშუალოდ გაზომილიდან) - მეორეზე (სადიებელზე).



სურ. 20. ფენის სისქის განსაზღვრა

მანძილები B წერტილიდან საგებ გვერდებამდე იწოდებიან:

BC - ფენის m_h თარაზულ სისქედ;

BD- ნორმალურ m სისქედ ან უბრალოდ სისქედ

BA- m_3 .

2.3. ბუდობის ჩაწოლის სხვა ელემენტების განსაზღვრა

მთელი რიგი სამთო ამოცანების გადაწყვეტისას, რომლებიც დაკავშირებული არიან გეოლოგიურ საძიებო სამუშაოებთან, საჭირო ხდება ფენის (ბუდობის) დღისეულ ზედაპირზე გამოსვლის ხაზის აგება (სურათი 21). ბუდობის დღისეულ ზედაპირზე გასვლის ხაზს უწოდებენ ბუდობის სიბრტყისა და დღისეული ზედაპირის განკვეთის ხაზს. ასეთი ამოცანის გადაწყვეტა ადვილია, თუ გვექნება ზედაპირის გეგმა. გგამოსახულ იზოჰიფსებში ფენის ჰიფსომეტრიული გეგმა. ამ შემთხვევაში ბუდობის (ფენის) დღისეულ ზედაპირზე გამოსვლის ხაზი მიიღება ზედაპირისა და ბუდობის ერთნაირი ნიშნულებიანი იზოჰიფსების გადაკვეთის წერტილების შეერთებით.

3. ფენის კონტაქტის ჰიფსომეტრიული გეგმის აგება

საინჟინრო პრაქტიკაში ხშირად საქმე გვაქვს ისეთ სხეულებთან, რომლებიც გარკვეულ პირობებში შეიძლება მივიჩნიოთ მრავალწახნაგებად მაგალითად, მთხრებლი, ყრილი, დასაწყობებული სასარგებლო წიაღისეული და სხვა.

მოცემული საპროექტო პარამეტრებისა და საყრდენი ქსელის მიმართ ობიექტებისა და სხვა ელემენტების მდგომარეობის მიხედვით, სამუშაოებისა და მასალის მოცულობის განსაზღვრისათვის და სხვა მრავალი პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტისათვის საჭირო ხდება ამა თუ იმ სხეულის გამოსახვა მრავალწახნაგების საშუალებით.

რიცხოვრივ ნიშნულებიან გეგმილებში მრავალწახნაგა გამოსახება მისი წიბოებისა და წვეროს გეგმილებითა და მათი რიცხოვრივი ნიშნულებით.

ხშირად სამთო ამოცანების გადაწყვეტისას, რიცხოვრივი ნიშნულების გეგმილებში საჭირო ხდება მრუდეებისა და ზედაპირების გამოსახვა (წრეხაზი, ელიფსი, ჰიპერბოლა, ცილინდრული, კონუსური და სხვა ზედაპირები).

იმ შემთხვევაში, როდესაც მრუდეები ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე მდებარეობენ, მაშინ მათი გეგმილები ძირითად სიბრტყეზე არ განიცდიან დამახინჯებას.

მოცემული მრუდის ნებისმიერი წერტილის რიცხოვრივი ნიშნული გამოსახავს ამ მრუდის ყველა წერტილის დაშორებას ძირითად გეგმილთ სიბრტყისაგან. ლოდესაც მოცემული მრუდი განლაგებულია დახრილ სიბრტყეზე, მაშინ მრუდის გეგმილი გეგმილთ სიბრტყეზე დამახინჯდება.

თუ ცნობილია ამ დახრილი სიბრტყის ქანობი და მრუდის პარამეტრები, ადვილად შეიძლება მისი გეგმილის გამოსახვა ორთოგონალური პროექციების ცნობილი ხერხებით.

გეომეტრიაში ზედაპირებს ყოფენ ორ კლასად – გეომეტრიულად სწორ და არასწორ ზედაპირებზე.

პირველ კლასს მიეკუთვნებიან ისეთი ზედაპირები, რომლის წარმოქმნის გეომეტრიული კანონები ცნობილია (მაგალითად: ცილინდრული, კონუსური, სფერული და სხვა).

მეორე კლასს კი მიეკუთვნებიან ისეთი ზედაპირები, რომლის წარმოქმნის კანონები უცნობია. ამ კლასში სხვა ჯგუფებთან ერთად შედის ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებიც.

ტოპოგრაფიული ზედაპირები ისეთი ზედაპირებია, რომლებიც დაკავშირებული არიან რა გეგმილთ სიბრტყესთან აქვთ გადაკვეთის მხოლოდ ერთი წერტილი ნებისმიერ მართობთან გეგმილთ სიბრტყის მიმართ.

ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებს მიეკუთვნებიან რელიეფის ზედაპირის, სასარგებლო წიაღისეულის იატაკისა და ჭერის ზედაპირები, ამ ჯგუფში შედის ისეთი ზედაპირები, რომლების საშუალებითაც ინტერპრეტირებულია სასარგებლო წიაღისეულისა და შემცველი ქანების ჩაწოლის პირობები, სიმძლავრისა და სიღრმის ცვალებადობა და ა.შ.

ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირები შეიძლება იყოს დაკავშირებული როგორც ჰორიზონტალურ ისე ვერტიკალურ და საერთოდ სივრცეში ნებისმიერად განლაგებულ სიბრტყესთან.

სამთო გეომეტრიის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს წიაღის შესასწავლი ელემენტების გამოსახვა ნახაზის სიბრტყეში და ამ გამოსახულებით სხვადასხვა საინჟინრო ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდების შექმნა.

სხვა ცნობილ ხერხებთან შედარებით, ყველაზე დიდი გავრცელება ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების გამოსახვისა, მოიპოვა ჰორიზონტალების ხერხმა.

ტოპოგრაფიული ზედაპირის ჰორიზონტალებს ანუ იზოჰიფსებს უწოდებენ ტოლი ნიშნულების მქონე წერტილების გეომეტრიულ ადგილს.

მაშასადამე ტოპოგრაფიული რიგის ჰორიზონტალი არის მრუდი ხაზის გეგმილი, რომელიც წარმოიქმნება რელიეფის ჰორიზონტალური სიბრტყეებით კვეთის შედეგად.

რელიეფის მკვეთ ჰორიზონტალურ სიბრტყეებს შორის ვერტიკალურ მანძილს კვეთის სიმაღლეს უწოდებენ.

ორ მეზობელ ჰორიზონტალებს შორის მანძილს გეგმაზე უწოდებენ ჰორიზონტალების ქვედებულს.

კვეთის სიმაღლის, ქვედებულისა და რელიეფის დახრის კუთხეს შორის არსებობს ცნობილი მათემატიკური დამოკიდებულება

$$l = h \operatorname{ctg} \delta,$$

საიდანაც ჩანს, რომ, რაც უფრო დიდია განხილული ადგილის დახრის კუთხე (ქანობი), მით უფრო ნაკლებია მანძილი ჰორიზონტალებს შორის და პირიქით.

ჰორიზონტალების ეს თვისება გეგმის გარჩევისას გვამღევს საშუალებას, განვსაზღვროთ რელიეფის დახრის კუთხის ზუსტი მნიშვნელობა ზემოთ მოყვანილი ფორმულით.

3.1. ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების ზოგიერთი თვისებანი

ტოპოგრაფიული ზედაპირის ნებისმიერი წერტილის ნიშნული ანუ Z კოორდინატი არის X და Y კოორდინატის ფუნქცია.

ტოპოგრაფიული ზედაპირი შეიძლება მათემატიკურად გამოისახოს შემდეგი ფორმულით.

$$Z=f(X, Y)$$

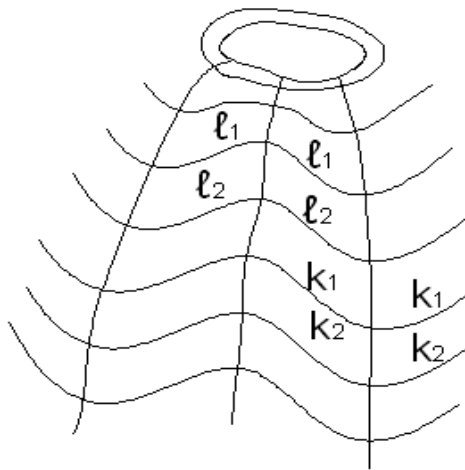
ეს ფუნქცია აკმაყოფილებს შემდეგ ოთხ პირობას:

1. სასრულობის პირობას ტოპოგრაფიულ ზედაპირზე ნებისმიერი წერტილის Z კოორდინატი უნდა იყოს სასრული. ტოპოგრაფიულ ზედაპირზე არ შეიძლება იყოს არც უსასრულოდ მაღალი მთა და არც უსასრულოდ ღრმული.

2. ერთნიშნაობის პირობას, მოცემული რელიეფის უბანზე X და Y კოორდინატის მქონე ნებისმიერ წერტილს Z კოორდინატის მხოლოდ ერთი მნიშვნელობა აქვს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ზედაპირი არ იქნება ტოპოგრაფიული, რაც ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების განსაზღვრიდან გამომდინარეობს. აქედან, ტოპოგრაფიული ზედაპირების თვისება ასეთ ზედაპირებზე იზოხაზები ერთმანეთს არ ჰკვეთს.

3. უწყვეტობის პირობას წერტილის უსასრულოდ მცირე გადაადგილებისას ანუ X და Y უსასრულოდ მცირე ცვალებადობას მოცემულ ტოპოგრაფიულ ზედაპირზე შეესაბამება Z კოორდინატის უსასრულოდ მცირე მატება.

4. სიმდოვრის პირობას, ეს უკანასკნელი იზოხაზებში გამოისახება ორგვარად (სურათი 22).



სურ. 22. ტოპოგრაფიის უარყოფითი და დადებითი ინვარიანტები

ა) ცალკეული იზოხაზის მოხაზულობის სიმდოვრით;

ბ) ტოპოგრაფიული ზედაპირის ცვალებადობის სიმდოვრით.

მოცემული ტოპოგრაფიული ზედაპირისათვის უცვლელი და განსაზღვრულია მისი შემდეგი გეომეტრიული ადგილები:

1. წარმოვიდგინოთ რელიეფი, სადაც განლაგებულია რომელიმე მდინარე თავისი შენაკადებით და გავკვეთოთ ის მთელი რიგი პარალელური მკვეთი სიბრტყეებით. დავინახავთ, რომ მდინარისა და მისი შენაკადების კალაპოტის ტალღებს /ანუ წყალსაერთ ხაზს/, თითოეულ კვეთში უკავია ყველაზე დაბალი მდგომარეობა, სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, მდინარის კალაპოტს ნებისმიერ მის მკვეთ სიბრტყეში აქვს მოცემული რელიეფისათვის უმცირესი ნიშნული ე.ი. მდინარის კალაპოტი და მისი შენაკადები წარმოადგენენ მოცემული ტოპოგრაფიული ზედაპირის მინიმალური სიმართლეების გეომეტრიულ ადგილს, ასეთი ტოპოგრაფიული ზედაპირის ადგილს უარყოფით გეომეტრიულ ინვარიანტს უწოდებენ.

2. ანალოგიურად ქედის ღერძი, თავისი წყალგამყოფი ხაზით. ტოპოგრაფიული ზედაპირის დადებითი გეომეტრიული ინვარიანტებია. ინვარიანტული ხაზების განმარტება შეიძლება სხვაგვარადაც, თუ პირობითად მივიღებთ, რომ სიმრუდის რადიუსი იზოჰიფსებისათვის, რომლებიც მიმართულია ზედაპირის დაქანების მხარეს, დადებითია / $K_1 K_1' K_2 K_2'$ / წინააღმდეგ შემთხვევაში კი უარყოფითი / $l_1 l_2 l_1' l_2'$ /. მაშინ

ინვარიანტების ხაზებს უწოდებენ უარყოფითი და დადებითი სიმრუდის მქონე მრუდების მინიმუმების გეომეტრიულ ადგილს.

3. ინვარიანტების ხაზების ორივე სისტემას ერთვის ინვარიანტული ჰორიზონტალური მოედანი. ასეთი მოედანი დადებითი და უარყოფითი ინვარიანტული ხაზების გადაკვეთის ადგილზე არის ინვარიანტული. სხვაგვარად ამ ადგილს უნაგარისებრ მოედანს უწოდებენ.

იზოჰიფსების მეშვეობით ტოპოგრაფიული ზედაპირის გამოსახვის სიზუსტის ანალიზისათვის, (დროის გარკვეულ მონაკვეთში), ზემოთ ჩამოთვლილ გეომეტრიულ მუდმივებს მოცემულ, ტოპოგრაფიული ზედაპირებისათვის აქვთ განსაკუთრებული მნიშვნელობა.

ვთქვათ, საჭიროა ავაგოთ რიმელიმე ტოპოგრაფიული ზედაპირის ზუსტი მოდელი მოცემულ ზედაპირზე ცალკეული წერტილების აზომვების მიხედვით.

ცხადია, რომ ზედაპირის ზუსტ მოდელს მივიღებთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დავადგენთ წერტილების აუცილებელ და საკმარის რაოდენობას ყოველ დადებით და უარყოფით ინვარიანტული ვარდნილობის ხაზებისათვის.

წერტილების აუცილებელი რაოდენობა უნდა დადგინდეს იმ ვარაუდით, რომ ტეხილი ხაზი, რომელსაც მივიღებთ ამ წერტილების შეერთებით არ შორდებოდეს მის შესაბამის ტოპოგრაფიული ზედაპირის მრუდს მოცემული სიდიდით, რომელიც შეესაბამება მოდელირების დასაშვებ სიზუსტეს.

რელიეფის ტოპოგრაფიული აგეგმვის დროს სწორედ ასეც იქცევიან: წერტილებს, რომლების ნიშნულებსაც განსაზღვრავენ, ირჩევენ არა ნებისმიერად ან ვთქვათ მექანიკურად, რომელიმე გეომეტრიულად სწორი ბადის საშუალებით ან მიმართულებით, არამედ რელიეფის ინვარიანტული ელემენტების ან ვარდნილობის ხაზებზე. ამასთან, ამ წერტილების რაოდენობის საკმარისობას განსაზღვრავენ საკონტროლო წერტილებით. თუ საკონტროლო წერტილის გაზომილი Z კოორდინატი განსხვავდება ამ წერტილის იზოჰიფსებით გამოთვლილი კოორდინატის მნიშვნელობას კვეთის სიმაღლის $1/3$ ან $1/2$, მაშინ წერტილების რაოდენობა არ არის საკმარისი და ტოპოგრაფიული აგეგმვა უნდა ჩატარდეს თავიდან.

3.2. ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებისათვის მათემატიკური მოქმედებანი

ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების შეკრება, გამოკლება, გამრავლება, გაყოფა, ამოფესვა და ხარისხში აყვანა, დიფერენცირება და ინტეგრირება შეიძლება ზედაპირების გრაფიკული გამოსახულების საშუალებით. ზემოთ ჩამოთვლილი მოქმედების შესრულებით, შეიძლება გადაწყდეს სამთო და სადაზვერვო საქმის საკითხები და მათ შორის ისეთიც, რომლის ანალიზური გადაწყვეტა შეუძლებელია, ამასთან, ზედაპირები, რომლებზეც უნდა შესრულდეს მათემატიკური მოქმედებანი, უნდა იყოს გამოსახული ერთი და იგივე მასშტაბით ერთი და იგივე კოორდინატთა სისტემაში და გეგმილთ სიბრტყეზე.

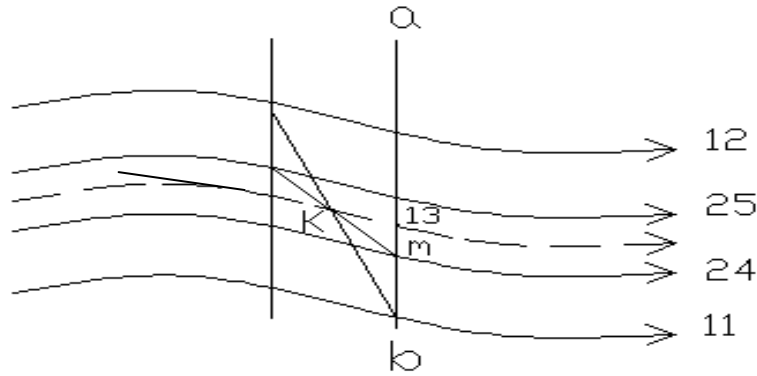
ტოპოზედაპირების შეკრების, და გამოკლების შემთხვევაში მიზანშეწონილია, რომ იზოხაზები გატარებული იყოს კვეთის ერთნაირი სიდიდით. ეს გარემოება არსებითად ამარტივებს და აჩქარებს ამოცანის ამოხსნას, რადგანაც საძიებელი ზედაპირის იზოხაზებიც გამოიხაზება, იმავე კვეთის სიდიდით.

თუ ორი ზედაპირი, რომლებზეც უნდა ვაწარმოოთ მათემატიკური მოქმედებანი, გამოხაზულია სხვადასხვა გეგმაზე, მაშინ ეს ორი გეგმა უნდა შეუთავსოთ ერთმანეთს, ისე, რომ კოორდინატების ერთსახელა ღერძები დაემთხვეს ერთმანეთს.

3.3. ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების გამოკლება

ტოპოგრაფიული ზედაპირების გამოკლების ამოცანის გადაწყვეტის შემთხვევაში, გეგმის სხვადასხვა უბანზე შეიძლება ადგილი ჰქონდეს შემდეგ შემთხვევას.

1. ორივე ზედაპირების ერთმანეთთან შეთავსებისას, იზოხაზები გადაიკვეთებიან და წარმოქმნიან ოთხკუთხედებს.
2. იზოხაზები არ გადაიკვეთებიან და მიმართულები არიან ან ერთ ან ურთიერთ-საწინააღმდეგო მხარეს.
3. იზოხაზებს გეგმაზე აქვს რთული კონფიგურაცია.
4. მოცემულ გეგმაზე ერთი და იგივე მასშტაბში გამოსახულია ერთი და იგივე კვეთით გატარებული. (სურათი 23).



სურ. 23. ტოპოზედაპირების გამოკლება

იზოხაზები P და Q ზედაპირისაა.

სამცირი P ზედაპირის იზოხაზები გამოხაზულია ნახაზზე უწყვეტი წვრილი ხაზებით, ხოლო მამცირი ზედაპირის მსხვილი ხაზებით.

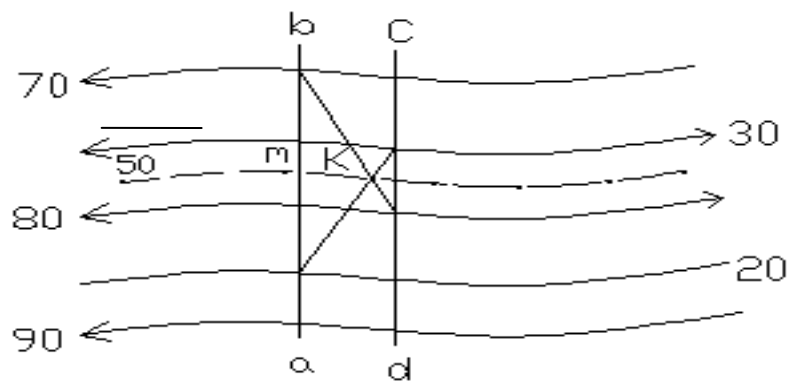
იმისათვის, რომ მივიღოთ ზედაპირების სხვაობა $R=P-Q$, შემდეგნაირად იქცევით: ორ ტოპოზედაპირის შეთავსებულ გეგმაზე ცალკე აირჩევენ ნებისმიერ ოთხკუთხედს, ვთქვათ, abcd იზოხაზების გადაკვეთის ადგილზე მათი ნიშნულების მიხედვით პოულობენ ნიშნულების სხვაობებს.

ერთნაირი მნიშვნელობის სხვაობებს ვაერთებთ ერთმანეთთან და ვიღებთ ღ ტოპოზედაპირს, რომელიც არის სხვაობა P და Q ზედაპირებისა.

2. იზოხაზები არ გადაიკვეთებიან. თუ მამცირი და სამცირი ტოპოზედაპირების შეთავსებისას, მათი იზოხაზები არ გადაიკვეთებიან და მიმართულებები არიან ერთ ან საწინააღმდეგო მხარეს, მაშინ, იზოხაზების სხვაობის მოსაძებნად, სარგებლობენ წყვილი პარალელური ხაზებით. ამ შემთხვევაში, ისეთი წერტილი გეგმაზე, რომლის ნიშნული მთელი რიცხვია. ორი ტოპოზედაპირების სხვაობის ნიშნულის მოსაძებნად საჭიროა ქვედა ზედაპირს დაუშვათ ან ზედას გამოვაკლოთ ისეთი რიცხვი, რომ თანამიმდევრულად ორ მოცემულ იზოხაზების ინტერვალში მოხდეს ზედაპირების გადაკვეთა. ეს რიცხვი ტოლია:

$$Z_R = Z_P - Z_a$$

იმისათვის, რომ მოვძებნოთ ზედაპირების გადაკვეთის წერტილები, საჭიროა შეთავსებულ გეგმაზე გავატაროთ პროფილის სიბრტყის კვალი აბ ისე, რომ კვალი იზოხაზების მიმართ იყოს მართობული. შემდეგ, ამ ხაზებზე აგებენ პროფილს ორივე ზედაპირებისათვის ერთი და იგივე მასშტაბში და უთავსებენ ნახაზის სიბრტყეს. წერტილი, სადაც გადაიკვეთებიან პროფილის სიბრტყეები, ჩამოაქვთ ab ხაზზე და გეგმაზე იღებენ m წერტილს, სადაც ზედაპირების სხვაობა მთელი რიცხვით არის წარმოდგენილი. მთელი რიგი ანალოგიური აგებების შესრულების შემდეგ, ვიღებთ წერტილებს, რომლებზეც ვატარებთ სხვაობის იზოხაზებს (სურათი 24).



სურ. 24. ტოპოზედაპირის გამოკლბა სერსეროთის გამოყენებით

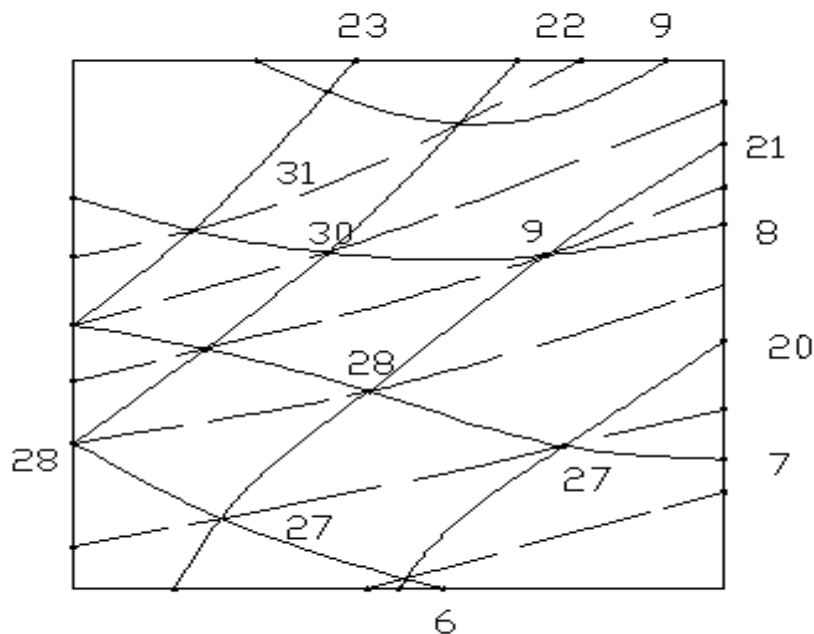
პრაქტიკულად არ არის საჭირო პროფილის აგება გეგმაზე. საკმარისია ტრაფარეტის გამოყენება. გამჭვირვალე ქაღალდზე დააქვთ ორი პარალელური ხაზის უფროსი cd და უმცროსი ab. შემდეგ, ვუთავსებთ გამჭვირვალე ქაღალდს ისე, რომ ხაზები მართობული და იზოხაზების პარალელური იყვნენ. შემდეგ, ვაგებთ ხაზებს შორის პროფილს, რისთვისაც ვაერთებთ სწორი ხაზით უფროს და უმცროს ტრაფარეტის ხაზებს ტოპოზედაპირების იზოხაზებთან.

განხილულ მაგალითში წერტილს, რომლის ნიშნულია 70 უმცროსი ხაზისა, ვაერთებთ პროექციის წერტილთან, რომლის ნიშნულია 80 უფროს ხაზზე. ამით ვიღებთ პირველი ზედაპირის ვექტორს, მეორე ვექტორს ატარებენ 20 ნიშნულის მქონე წერტილიდან უმცროს ხაზზე 30 ნიშნულამდე უფროს ხაზზე. ვექტორების გადაკვეთა გვაძლევს K წერტილს, რომელიც გეგმილდება მართობულად უმცროს ხაზზე. ვიღებთ m

წერტილს, სადაც ტოპოზედაპირების სხვაობა 50 –ის ტოლია. ეს წერტილი გადაგვაქვს გეგმაზე.

გამჭვირვალე ქაღალდის გადაადგილებით, ვიღებთ მთელ რიგ იზოწერტილებს, რომელთა შეერთებით ვპოულობთ ტოპოზედაპირის სხვაობებს.

3. როდესაც ზედაპირების იზოხაზებს გეგმაზე რთული კონფიგურაცია ახასიათებს, ამ შემთხვევაში სარგებლობენ ერთი და ორი ხერხის ერთდროული გამოყენებით.



სურ. 25. ტოპოზედაპირების დაჯამება

შეკრებისას, ისე როგორც ზედაპირების გამოკლებისას, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს შემდეგ შემთხვევებს:

1. ორივე ზედაპირის იზოხაზები გეგმაზე შეთავსებისას, ერთმანეთს კვეთენ და წარმოქმნიან შედარებით სწორ ოთხკუთხედებს;

2. იზოხაზები არ გადაიკვეთებიან და მიმართულნი არიან ერთ ან საწინააღმდეგო მხარეს;

3. იზოხაზებს გეგმაზე შეთავსებისას აქვთ გადაკვეთის რთული კონფიგურაცია.

1. ორივე ზედაპირის ერთმანეთთან შეთავსებისას იზოხაზები გადაიკვეთება და წარმოქმნიან ოთხკუთხედებს. იმისათვის, რომ მივიღოთ ზედაპირების ჯამი

$$R=P'+Q$$

შემდეგნაირად იქცევია:

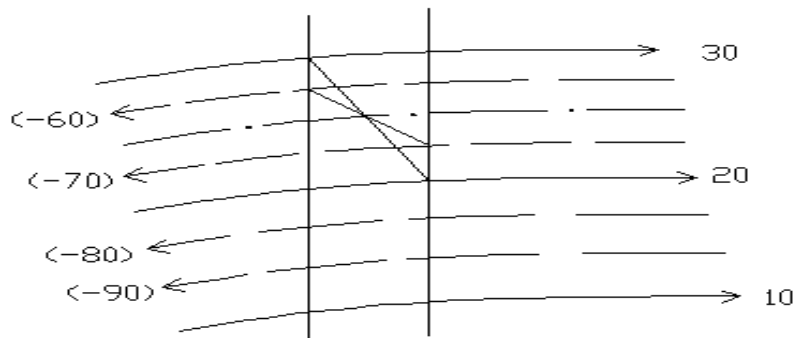
ორი ტოპოზედაპირის შეთავსებულ გეგმაზე, იზოხაზების გადაკვეთის ადგილზე, მათი ნიშნულების მიხედვით პოულობენ ნიშნულების ჯამს. ერთნაირი მნიშვნელობის წერტილებს ვაერთებთ ერთმანეთთან და ვიღებთ R ტოპოზედაპირს, რომელიც არის ჯამი P და Q ზედაპირებისა.

2. იზოხაზები არ გადაიკვეთება.

იმისათვის, ომ მოვძებნოთ და ავაგოთ ჯამური ზედაპირის იზოხაზები, როდესაც მოცემული ზედაპირების იზოხაზები გეგმაზე არ გადაიკვეთება, შეკრებას ვცვლით გამოკლებით.

$$S=P+Q=P-(-Q)$$

ამისათვის რომელიმე შესაკრები ზედაპირის იზოხაზების ნიშნულს პირობითად უცვლიან ნიშანს. ნიშნის შეცვლის შემთხვევაში უფროსი იზოხაზები გადაიქცევიან უმცროს იზოხაზებად და პირიქით. შემდეგ სარგებლობენ ორი ზედაპირის სხვაობის მოძებნის ხერხით ორი პარალელური ხაზით ან ტრაფარეტით (სურათი 26).

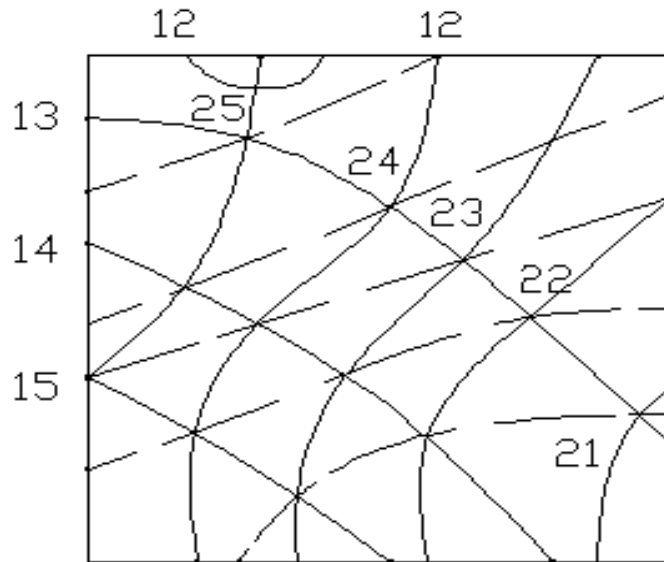


სურ. 26. ტოპოზედაპირების კორიზონტალების შეცვლა, ნიშნის შეცვლის საშუალებით
ზედარიების დაჯამება

ნახაზზე ნაჩვენებია ორი P და Q ტოპოზედაპირის იზოხაზები. უპირველეს ყოვლისა, ვცვლით ზედაპირის იზოხაზების ნიშნულების ნიშანს საწინააღმდეგოთ, მაშინ მათი მიმართულებაც შეიცვლება, შემდეგ ტოპოზედაპირებს ვკვეთთ პროფილის სიბრტყეებით.

პროფილის სიბრტყეები იკვეთება წერტილებში, სადაც გაივლის საძიებელი ზედაპირის იზოხაზები.

3. შესაკრები ზედაპირების იზოხაზები რთული კონფიგურაციისაა, ამ შემთხვევაში სარგებლობენ დამხმარე კვადრატული ბადით (სურათი 27),



სურ. 27. ტოპოზედაპირების მოძებნა დამხმარე კვადრატული ბადის საშუალებით

რომლის წვეროებში პოულობენ ტოპოზედაპირების ჯამის ნიშნულებს, შემდეგ შეარჩევენ კვეთის სიმაღლეს და აგებენ ჯამური ზედაპირის იზოხაზებს.

4. ბუდობის განლაგების რღვევითი სტრუქტურები, დიზუნქტივები, მათი წარმოშობა და დადგენა დამუშავების პირობებზე

სამთო ქანების ყველაზე უფრო გავრცელებულ ფორმას წარმოადგენს რღვევითი სტრუქტურები. საბადოს დაზვერვისა და დამუშავების თვალსაზრისით დიდ გავლენას ახდენს რღვევები და მასივის დანაპრალიანება და, აქედან გამომდინარე, მათი გამოვლენა, აღწერა და სათანადო დოკუმენტაციის შექმნა.

ამა თუ იმ ფორმის დიზუნქტივების საერთო ნიშანს წარმოადგენს მათი დანაწევრება ბლოკებად რღვევებისა და ნაპრალების მეშვეობით. დაკვირვებები გვიჩვენებს დიზუნქტივების ზონალობას, ხოლო დანაპრალიანებას საყოველთაო გავრცელება ახასიათებს.

სამთო ქანების რღვევები დიზუნქტივებისა და ნაპრალიანობის სახით წარმოიქმნებიან ბუნებრივ პირობებში მრავალი ფაქტორის შემოქმედების შედეგად.

გეოლოგიიდან ცნობილია, რომ სამთო ქანების რღვევები ბუნებრივ პირობებში წარმოიქმნებიან დიაგენეზის ან სამთო ქანებზე გარე ძალების ზემოქმედების, მაგალითად, ტექტონიკური ძალების შედეგად.

დიზუნქტივის ძირითადი ელემენტია წამწევი ანუ სიბრტყე (ზედაპირი), რომელიც ჰყოფს ქანებს ორ ნაწილად, საგებ და კიდულ ფრთებად.

დიზუნქტივის ფრთები გადაადგილდებიან წამწევის ზედაპირზე ერთმეორის მიმართ, რომელიც ვექტორის მიმართულებით და ეწოდება ბლოკების გადაადგილების სრული ამპლიტუდა. ამასთან, აქტიურ ფრთად პირობითად მიიჩნევენ კიდულ ფრთას.

4.1. ელემენტები, არამეტრები და ბრტყელი დიზუნქტივების

გეომეტრიული კლასიფიკაცია

დიზუნქტივების გეომეტრიული ელემენტები და სამთო ქანები, როგორც ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული რღვევითი გადაადგილების შედეგად, დანაწევრდებიან ცალკეულ ნაწილებად და ბლოკებად.

ზედაპირები, რომელზეც ხდება მათი დანაწევრება, წარმოდგენილია ნაპრალების სახით, რომლებზეც დაცალკევებული ბლოკები გადაადგილდებიან ერთმანეთის მიმართ, ამა თუ იმ მანძილზე. ყოველი ასეთი ნაპრალი წამწევს წარმოადგენს და წამწევისა და ფენების ფრთების (ბლოკების) გადაადგილების ელემენტებს უწოდებენ.

სამთო ამოცანების გადასაწყვეტად პრაქტიკულად ძირითადი მნიშვნელობა გააჩნია დიზუნქტივების წერტილების ურთიერთ განლაგებას და მათი ელემენტების გეომეტრიულ-სივრცულ ფარდობას.

მოცემულ წერტილში დიზუნქტივი ხასიათდება ორი მაჩვენებლით, ფორმითა და ფარდობით, გადაადგილების სიდიდით (ამპლიტუდით). თავის მხრივ, დიზუნქტივი განისაზღვრება გადაჯვარედინების სახეობით ზედაპირების (წამწევისა და ფრთების) და აგრეთვე, მათი ფარდობითი გადაადგილების სიდიდით.

დიზუნქტივის გეომეტრიული პარამეტრებია: კუთხური და ხაზოვანი პარამეტრები, რომელიც დადგენილია ცალკეულ წერტილებში ან უბნებში და ერთობლიობაში ახასიათებს ფორმას, სიდიდესა და მათ ურთიერთ განლაგებას წიაღში და ომელსაც, უწოდებენ დიზუნქტივის გეომეტრიულ პარამეტრებს.

კუთხურ სიდიდეებს განეკუთვნება ფრთების ჩაწოლის ელემენტები - განვრცობის (α) და დახრის კუთხეს (δ). მათი მნიშვნელობა სისტემატურად განისაზღვრება სამთო გვირაბებში და აისახება სამარკშიდერო გეგმებში. ხაზოვანი სიდიდეების რიცხვს მიეკუთვნება წამწევის ზონის სიმძლავრე და დიზუნქტივის ამპლიტუდა.

დიზუნქტივის გეომეტრიული კლასიფიკაცია: დიზუნქტივების დაჯგუფება პირველ რიგში, კეთდება მათი გამოვლინების (ამპლიტუდის სიდიდის) მიხედვით.

4.2. გეომეტრიული ამოცანების გადაწყვეტა აშლილი უბნების დამუშავებისას

დიზუნქტივები წარმოადგენენ ფაქტორს, რომელიც საგრძნობლად ართულებს ზოგჯერ კი არის ძირითადი განმსაზღვრელი პირობა დაზვერვისა და აშლილი ფენების დამუშავების სირთულისა.

ფენის ტექტონიკური რღვევით აშლილი უბნების დაზვერვისას საჭირო ხდება ჭაბურღილების ბადის გახშირება. რიგ შემთხვევებში საცდელი საექსპლუატაციო სამუშაოების შესრულება, რადგანაც ჭაბურღილების რაოდენობის გაზრდა არ იძლევა სასურველ შედეგს.

ნახშირის დაზიანებული ტექტონიკით ფენების დამუშავებისას, გვხვდება რიგი შემთხვევებისა, რომელიც ართულებს შახტის მუშაობას, მაგალითად:

- დასამუშავებელი ფენის დაკარგვა, რომელიც უეცრად აჩერებს სამთო სამუშაოებს;

- ართულებს გვირაბების გამაგრების ოპერაციებს;

- შეუძლებელს ხდის მაღალი მწარმოებლურობის ტექნოლოგიური სქემების გამოყენებას;

- აშლილობის ზონაში იწვევს ქვანახშირის მაღალ დანაკარგებს, გადარიბებასა და სხვა.

ქანების ნაპრალოვნება არის სამთო მასივის მნიშვნელოვანი სტრუქტურული ელემენტი, რომელიც მუდმივად მოქმედებს დამუშავების პირობებზე.

შესრულებულმა დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ნაპრალოვნება გავლენას ახდენს მუშების შრომის ნაყოფიერებაზე, სამთო სამუშაოების უსაფრთხო წარმოებაზე და სხვა.

ფენების გადანაცვლებისას და სამთო მასივის დანაპრალიანების სისტემატიური შესწავლა დასამუშავებელ საშახტო ველებში აუცილებლად უნდა აისახოს სამარკშიდერო დოკუმენტაციაში, რაც საშუალებას იძლევა შემდგომში, სწორად დაიგეგმოს მოპოვების ტექნოლოგიური პროცესები და მისი პარამეტრები.

4.3. სამთო ქანების მასივის დანაპრალიანება, მათი კლასიფიკაცია და მაჩვენებელი

მიწის ქერქის განვითარების საერთო პროცესში სამთო ქანები განიცდიან დანაწევრიანებას ბზარების მიხედვით, სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ბლოკებად. ამ მოვლენას უწოდებენ მასივის დანაპრალიანებას, რაც მასივის საერთო თვისებას განეკუთვნება.

იგი ახასიათებს მასივის სტრუქტურასა და გეომექანიკურ თვისებებს. განსაკუთრებით, მიწის ქერქის ცალკეული უბნების კვლევების დროს.

მთელი რიგი სამთო-გეოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტისას აუცილებელია სამთო მასივის დანაპრალიანების გათვალისწინება—უფრო სრულყოფილად გავითვალისწინოთ როგორც ანიზოტროპულ მექანიკური თვისებების მქონე მასივის მდგომარეობა.

ნაპრალები გამოვლინების მიხედვით იყოფა ღია, დახურულ და დამალულ ბზარებად.

ღია ბზარებს ახასიათებს მკაფიოდ ხილული ღრუ, დახურულ ბზარებში გახლეჩვა კარგად ჩანს შეუიარაღებელი თვალითაც, მაგრამ ბზარის კედლები იმდენად არის შეახლოვებული, რომ არ ჩანს ღრუ.

დამალული ბზარები არ ვლინდება სპეციალური გამოკვლევების გარეშე.

ბზარების კლასიფიკაცია შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგნაირად:

- არატექტონიკური ბზარები;
- პირველადი ბზარები, გამოფიტვის ბზარები, მეწყრული, ჩამონგრევისა და ჩავარდნის ბზარები, ხელოვნური ბზარები და სხვ.;
- ტექტონიკური ბზარები;
- ქანების ერთობლიობის რღვევით გამოწვეული ბზარები, კლივაჟი.

ტოპოგრაფიული ნიშნით ბზარების ზედაპირები შეიძლება იყოს ბრტყელი და ტალღისებრი, ხოლო სიგლუვის მიხედვით – ხორკლიანი, გლუვი და სარკისებრი.

4.4 მასივის ნაპრალიანობა ზოგიერთი სამთო ამოცანების გადაწყვეტისას

მასივის ნაპრალიანობის შესწავლის შედეგების გამოყენება სხვადასხვა სამთო-გეომეტრიული ამოცანის გადაწყვეტისას ცნობილია და საკმარისი სიზუსტით აღწერილია სამთო ლიტერატურაში.

მრავალი სამთო-ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტის დროს საჭიროა გათვალისწინებული იყოს მასივის მდგრადობა, რათა სამთო სამუშაოების წარმოებისას, უზრუნველყოფილი იქნეს უსაფრთხოების პირობები. მაგალითად: კარიერის ბორცის,

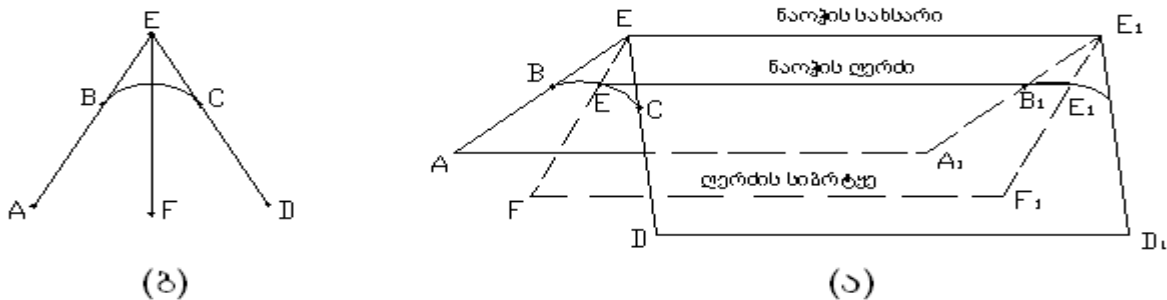
რომელიც წარმოდგენილია დაბზარული ქანებით, მდგრადობის შესაფასებლად განსაზღვრულ უნდა იქნეს მექანიკური შესუსტების ზედაპირები, რომლებიც გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია რეალიზებული იქნეს ჩამოქცევის ზედაპირად.

შესუსტების ზედაპირი წარმოდგენილია შენაცვლებით განლაგებული დაახლოებით ერთნაირად ორიენტირებული ბზარებით, რომლებსაც არ აკავშირებს ბუნებრივი მექანიკური კავშირები.

5. ფენების განლაგების ნაოჭისებური ფორმები

ისეთი გეომეტრიული ამოცანების გადაწყვეტისათვის, რომლებიც დაკავშირებული არიან ფენების ჩაწოლის ბრტყელ ფორმასთან, გამოიყენება როგორც გრაფიკული, ისე ანალიზური მეთოდები. მაგრამ ნაოჭის განლაგების ელემენტების განსაზღვრისას, უფრო მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ მხოლოდ გრაფიკული აგების მეთოდები, რადგანაც ანალიზური მეთოდები ამ შემთხვევაში უფრო რთულია და მიღებული შედეგი არ ამართლებს დახარჯულ შრომას.

ავიღოთ ცილინდრული ნაოჭის საერთო ხედი და ჭრილი (ნახაზი 28ა და 28ბ).



ნახ. 28. ნაოჭის გეომეტრიული ელემენტები

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ნაოჭის ზედაპირი ორი ნაწილისაგან შედგება: ერთი - მრუდხაზოვანი და მეორე - ბრტყელი. AB და CD ბრტყელ ნაწილებს ეწოდება ნაოჭის ფრთები, მრუდხაზოვან BC ნაწილს კი-ნაოჭის თხემი. ნაოჭის ფრთებს შორის მოთავსებულ ორწახნაგოვან კუთხეს - ნაოჭის კუთხე ეწოდება, ნაოჭის ფრთებს შორის მოთავსებულ სივრცეს კი - ნაოჭის გულას.

ნაოჭის გადაღუნვის ყველა წერტილის შემაერთებელ $E'E_1$ ხაზს ეწოდება ნაოჭის ღერძი. ზოგად შემთხვევაში ესარის ორმაგი სიმრუდის მრუდი. ცილინდრული ნაოჭისა და რთული ნაოჭის განსაზღვრულ უბნებზე იგი შეიძლება იყოს სწორი ხაზი.

ნაოჭის ფრთების გადაკვეთის EE_1 ხაზი არის ნაოჭის სახსარი. იგი ნაოჭის ღერძის პარალელურია EE_1 და FF_1 სიბრტყეს, რომელიც ნაოჭის V კუთხეს ყოფს შუაზე, ეწოდება ღერძული სიბრტყე. რთულ ნაოჭებში ეს იქნება არასიბრტყე, არამედ რაღაც ზედაპირი,

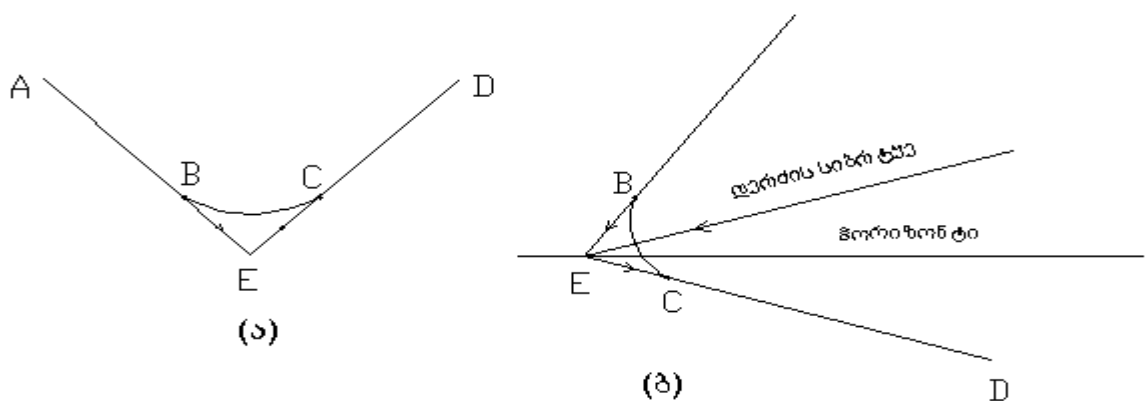
რომელსაც ღერძული ზედაპირი ეწოდება. ამ ელემენტს პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს როგორც გეოლოგებისათვის, ისე სამთოელებისათვის. გეოლოგებს ეს აინტერესებთ იმდენად, რამდენადაც აქ მოსალოდნელია გამადნება, სამთოელებს კი-როგორც რთული პირობები გვირაბების გაყვანისათვის. სწორედ, ამიტომ, ნაოჭის ღერძის სიბრტყის ცოდნა სივრცეში აუცილებელია.

იმ სიდიდეებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან განისაზღვროს ნაოჭის ფორმა და მდებარეობა სივრცეში, ეწოდებათ ნაოჭის განლაგების (ჩაწოლის) ელემენტები. ასეთებია:

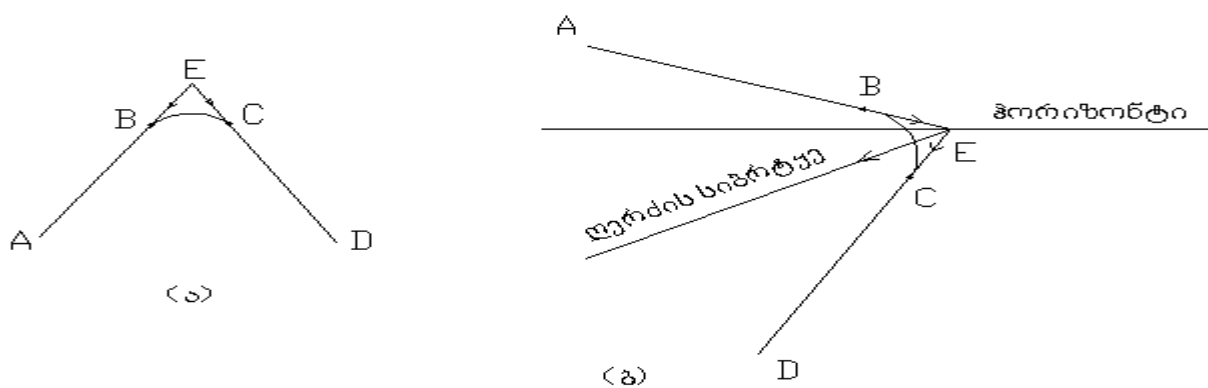
- 1) ნაოჭის ფრთების მიმართება და დაქანების კუთხე;
- 2) ნაოჭის სახსრის (ღერძის) მიმართება და დაქანება;
- 3) ნაოჭის კუთხე;
- 4) ღერძული სიბრტყის მიმართება და დაქანება.

იმისდა მიხედვით, თუ როგორი მდებარეობა აქვთ ნაოჭის ფრთებსა და სახსარს ერთმანეთთან შეფარდებით, არჩევენ სინკლინურ ნაოჭებს და ანტიკლინურ ნაოჭებს.

ნაოჭს ეწოდება სინკლინური, თუ ღერძული სიბრტყე ვარდება სახსრისაკენ, ხოლო ანტიკლინური - თუ ღერძული სიბრტყე ვარდება სახსრიდან (ნახაზი 29ა, 29ბ, 30ა, 30ბ).



ნახ. 29. სინკლინური ნაოჭი



ნახ. 30. ანტიკლინური ნაოჭი

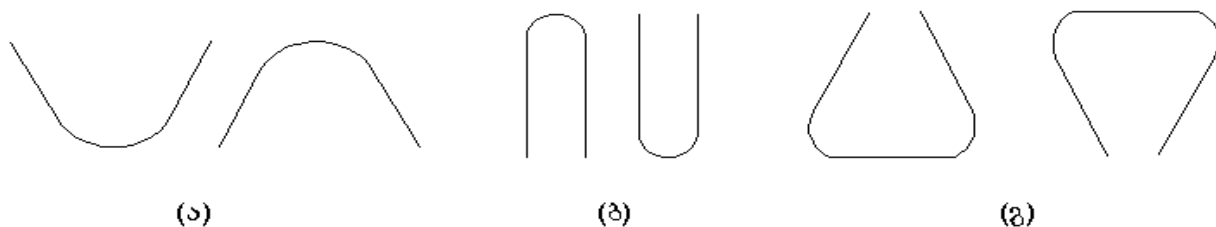
სინკლინში გულის ქანები უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე პერიფერიებზე, ანტიკლინში კი-პირიქით.

ნაოჭის კუთხის სიდიდის მიხედვით არჩევენ:

1) ნორმალურ ნაოჭს, როდესაც $180^\circ > V > 0$ (ნახაზი 31ა). ამ შემთხვევაში ნაოჭის გული და სახსარი საკეტის სხვადასხვა მხარეს მდებარეობენ;

2) იზოკლინურ ნაოჭს, როდესაც $V=0$, ე.ი., როდესაც ნაოჭის ფრთები ურთიერთპარალელურნი არიან (სახსარი იმყოფება უსასრულოებაში) (ნახაზი 31ბ);

3) მარაოსებურ ნაოჭს, - როდესაც ნაოჭის გული და სახსარი მდებარეობენ თხემის (საკეტის) ერთ მხარეს (ნახაზი 31გ).

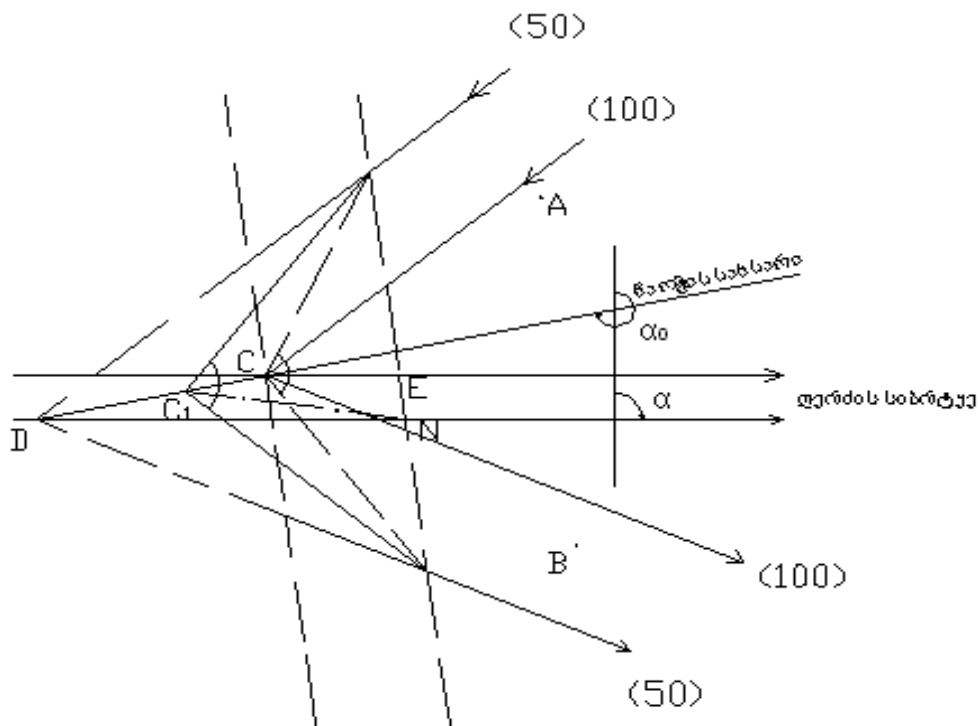


ნახ. 31. ნორმალური იზოკლინური და მარაოსებური ნაოჭი

5.1. ნაოჭის განლაგების ელემენტების განსაზღვრა

ავიღოთ სახსრიანი ნაოჭი. დავუშვათ, რომ მისი ფრთების A და B წერტილებში განსაზღვრულია მათი ჩაწოლის ელემენტები: $A(X_1, Y_1, \delta_1)$, α_1 და δ_1 ; $B(X_2, Y_2, \delta_2)$, α_2 და δ_2 . უნდა განისაზღვროს ნაოჭის სახსრის (ღერძის) მიმართება და დაქანების კუთხე, ნაოჭის V კუთხე და ღერძული სიბრტყის მიმართება და დაქანება.

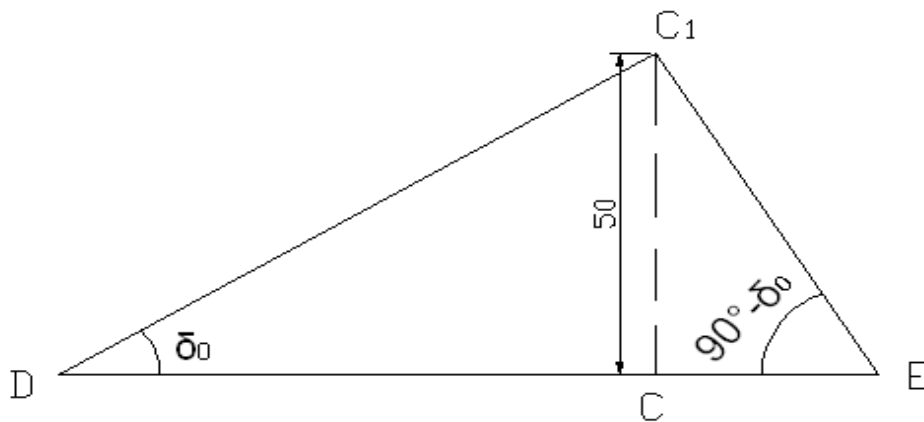
ნაოჭის ფრთები, მოცემული α და δ -ს საშუალებით, გამოვსახოთ ჰორიზონტალებით. თითოეული ფრთა სრულად განისაზღვრება ორი ჰორიზონტალის საშუალებით (მაგ. ჰორიზონტალებით 50 და 100). ფრთების ერთსახელა ჰორიზონტალების გადაკვეთის ჩდა D წერტილების შეერთებით მივიღებთ ნაოჭის სახსარს. მისი α_0 და δ_0 განლაგების ელემენტებს განვსაზღვრავთ გრაფიკულად, ტრანსპორტირის საშუალებით (ნახაზი 32).



ნახ. 32. სახსრიანი ნაოჭის განლაგების ელემენტების განსაზღვრა

ნაოჭის V კუთხის განსაზღვრისათვის გავაკეთოთ ჭრილი ნაოჭის სახსრის მართობულად (FCG). ცხადია, რომ ამ სიბრტყის ჰორიზონტალები ნაოჭის სახსრის მართობული იქნებიან. ამიტომ, ერთი ჰორიზონტალი გავატაროთ C წერტილზე (მას ექნება ნიშნული 100), მეორე კი – მისგან პარალელურად, CE მანძილზე, რომელსაც

გავიგებთ შემდეგნაირად: გავაკეთოთ ჭრილი DC ხაზზე. მასზე გამოჩნდება სახსრის დაქანების δ_0 კუთხე. თუ C_1 წერტილიდან (ნახაზი 33.) გავატარებთ მართობ ხაზს C_1D -სადმი, მაშინ ამ ხაზის გადაკვეთა DC ქვედებულის გაგრძელებასთან მოგვცემს EE წერტილს და CE კი იქნება საძიებელი მონაკვეთი. D დამხმარე სიბრტყის მეორე (50) ნიშნულიანი ჰორიზონტალის ასაგებად E მანძილის მოძებნა ასეც შეიძლება: ჩვენ ვთქვით, რომ დამხმარე სიბრტყე უნდა გავატაროთ ნაოჭის სახსრის მართობულად. ნაოჭის სახსრის დაქანების კუთხე არის δ_0 . მაშასადამე, დამხმარე სიბრტყის დაქანების კუთხე იქნება $90^\circ - \delta_0$ - δ_0 კუთხეს ავაგებთ ცალკე ნახაზზე და მოვძებნით ჩვენთვის ცნობილი წესით დამხმარე სიბრტყის (50) ნიშნულიან ჰორიზონტალს..



ნახ. 33. ნაოჭის ღერძული სიბრტყის ელემენტების განსაზღვრა

დამხმარე სიბრტყისა და ნაოჭის ფრთების ერთსახელა ჰორიზონტალების გადაკვეთის წერტილების შეერთება მოგვცემს ამ სიბრტყის გადაკვეთის FC და CG ხაზებს, ე.ი. ეს ხაზები წარმოადგენენ შვეული ჭრილის კვალს ფრთებზე და ქმნიან საძიებელი V კუთხის პროექციას (V'). V კუთხის ნამდვილი მნიშვნელობის მოსაძებნად საკმარისია აგებული ჭრილიდან C_1E მანძილი გადავიტანოთ გეგმაზე E წერტილიდან. მიღებული C_1 წერტილი შევუერთოთ F და G – ს, მივიღებთ საძიებელ ($V=FC_1G$) კუთხეს.

დაგვრჩა ნაოჭის ღერძული სიბრტყის მიმართებისა და დაქანების კუთხის განსაზღვრა. ჩვენ ვიცით, რომ ღერძული სიბრტყე ნაოჭის კუთხეს შუაზე ყოფს, ამიტომ, თუ გავატარებთ V კუთხის C_1N ბისექტრისას, მაშინ მასზე გაივლის ღერძული სიბრტყე. აგრეთვე, ღერძული სიბრტყე გაივლის C და D წერტილებზე, რომლებიც ნაოჭის

სახსარზე მდებარეობენ. ნახაზი 5-დან ჩანს, რომ N და D წერტილებს აქვთ ერთნაირი ნიშნული და მდებარეობენ ღერძულ სიბრტყეში. მაშასადამე, მათი შემაერთებული ხაზი და მისი გაგრძელება არის ღერძული სიბრტყის ერთ-ერთი ჰორიზონტალი, რომელსაც აქვს 50 ნიშნული. ღერძული სიბრტყის მეორე ჰორიზონტალი გავავლოთ სახსრის ჩწერტილზე, პირველის პარალელურად. მისი ნიშნულია 100. ღერძული სიბრტყის აგებული (50 და 100) ჰორიზონტალების საშუალებით კი ადვილად განვსაზღვრავთ ღერძული სიბრტყის მიმართებისა და დაქანების კუთხეს.

ძნელი არ არის დავრწმუნდეთ იმაში, რომ ღერძული სიბრტყე ვარდება ნაოჭის იმ ფრთისაკენ, რომელსაც მცირე დაქანება აქვს. ისეთ ნაოჭებში, რომელთა ფრთებს ერთი და იგივე დაქანება აქვთ, ღერძული სიბრტყე იქნება ვერტიკალური.

ნაოჭის სახსრის მიმართებისა და დაქანების კუთხის განსაზღვრა ხშირად გვხვდება გეოლოგიურ-სადიებო და სამთო საქმეში და ამ ამოცანას, ხშირად, ნაოჭის ჩაძირვის კუთხის განსაზღვრას უწოდებენ.

6. სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები, მათი პარამეტრები და კლასიფიკაცია

სამთო წარმოების გეოლოგიური და სამარკშიდერო სამსახურის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა აწარმოოს სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისა და დანაკარგების აღრიცხვა, აგრეთვე, მარაგების გადათვლა დროთა განმავლობაში მოპოვებისათვის მათი მზადყოფნის თვალსაზრისით. სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების გამოთვლის მიზანია უპირველეს ყოვლისა სწორად შეფასდეს საბადოს დანიშნულება და შეირჩეს დამუშავების მეთოდები, რაც უზრუნველყოფს მის რაციონალურად დამუშავებას.

სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები მათი დანიშნულების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ბალანსური მარაგები, რომლის მოპოვებაც ეკონომიურად ხელსაყრელია და რომელიც აკმაყოფილებს კონდიციების მოთხოვნილებას და ბალანსგარეშე მარაგები – ისეთი მარაგები, რომლის გამოყენება (მოპოვება) ამჟამად ეკონომიურად არაა ხელსაყრელი, მაგრამ მოსალოდნელია მომავალში მათი გამოყენება.

ორივე ჯგუფის მარაგების ოდენობა დგინდება ცალ-ცალკე.

სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების გამოთვლისათვის კონდიციების დადგენა წარმოებს კონკრეტული საბადოსათვის მარაგების კომიტეტის მიერ ტექნიკურ-ეკონომიური გაანგარიშების მიხედვით, რომელიც დამოკიდებულია საბადოს ექსპლუატაციის პირობებზე, მადნის ხარისხსა და დანაკარგებზე.

საბადოს მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები მათი დაზვერვის სისრულის მიხედვით იყოფა ოთხ A, B, C₁ და C₂ კატეგორიად.

6.1. მცირემარაგიანი საბადოების მთავარი პარამეტრების დადგენა

ოპტიმიზაციის მიზანია მოიძებნოს შესაძლო ვარიანტების განხილვის შედეგად ეკონომიკური თვალსაზრისით საუკეთესო, ე.ი. დამუშავების ისეთი ვარიანტი, რომელიც საბადოს ვადის განმავლობაში მაქსიმალურ ჯამურ მოგებას უზრუნველყოფს.

საოპტიმიზაციო გაანგარიშებების მთელი სირთულე პარამეტრებს შორის არსებული კავშირების გამოვლენა-დადგენაშია. განსაკუთრებით, საბადოს

ექსპლოატაციაში შესვლამდე, რადგანაც მეთოდის საპროგნოზო მაჩვენებლებს ემყარება.

ოპტიმიზაციის მეთოდი სხვადასხვა ვარიანტების ერთმანეთთან შედარებას ნიშნავს, რაც საუკეთესო ვარიანტის შერჩევით მთავრდება. ანალიზური ხერხი ასეთი შედეგის მიღწევის საუკეთესო საშუალებაა. პრაქტიკაში ამ მეთოდის გამოყენება შეზღუდულია. ეს პირველ რიგში გაპირობებულია განსახილველი ფუნქციების წყვეტილობით. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ზოგიერთი პარამეტრების უმნიშვნელო ცვლილებებიც კი, მოპოვების ტექნოლოგიის შეცვლას მოითხოვს, ამიტომ შედარება შესაძლებელია მხოლოდ ორ დამუშავების მეთოდს შორის მოხდეს.

საბადოს დამუშავების ეკონომიკური ეფექტი განისაზღვრება ჯამური მოგებით, რომელსაც მიიღებენ საბადოს დამუშავების მთელი პერიოდის განმავლობაში.

ეს კრიტერიუმი გამოიყენება კონდიციების პარამეტრების დადგენის დროს და ამ პარამეტრების განსაზღვრა სრულდება მაღაროს მწარმოებლურობის გათვალისწინებით, მაშინ ისინიც ოპტიმალური მნიშვნელობისა იქნებიან.

კონდიციების ანგარიში საერთოდ სრულდება გარკვეული თანამიმდევრობით. დასაწყისში განისაზღვრება მთელი რიგი პარამეტრებისა და ბოლოს-კონდიციების პარამეტრები. შემდგომშირამდენჯერმე კორექტირებას განიცდის ყველა პარამეტრის მნიშვნელობები საბოლოო შედეგის მიღწევამდე.

ანალიზური მეთოდის გამოყენებას გამორიცხავს აგრეთვე ის, რომ ბალანსური მარაგების სიდიდე ფუნქციურად არაა დამოკიდებული კონდიციების პარამეტრებზე.

ამიტომ, ამ შემთხვევაში, უფრო სწორი იქნება კონდიციების პარამეტრების განსაზღვრა საწყის სტადიაზე ანალოგიით, მისი შემდეგი დაზუსტებით ისე, რომ გათვალისწინებული იქნეს მაღაროს მწარმოებლურობა, გაწეული ხარჯები, მადნის ხარისხი, დანაკარგები, სასარგებლო წიაღისეულის გასაყიდი ფასი და სხვა.

შემუშავებული მეთოდის გამოყენება იწყება საბადოს დამუშავების ვადის დაფიქსირებითა და შემდგომ სხვა პარამეტრების განსაზღვრით გრძელდება, რისთვისაც გამოვიყენოთ შემდეგი გამოსახულება:

$$\left[U_1 - \left(\frac{3_{11}}{A_1} + 3_{12} \right) \right] A_1 = \left[U_0 - \left(\frac{3_{01}}{A_2} + 3_{02} \right) \right] A_0$$

სადაც Π_1 და Π_2 არის მოპოვებული მადნის ღირებულება, შესაბამისად განსახილველ და საბაზისო ვარიანტებისათვის,
 3_{11} და 3_{12} მოპოვებაზე გაწეული მუდმივი და ცვლადი ხარჯებია განსახილველი ვარიანტებისათვის,
 3_{01} და 3_{02} იგივე საბაზისო ვარიანტებისათვის,
 $\mathcal{D}_1$ და $\mathcal{D}_2$ განსახილველი და საბაზისო ვარიანტების მოპოვებული მადანია, საბადოს არსებობის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

მაგრამ, როგორც ცნობილია:

$$\Pi = \Pi_M \varepsilon \times K_H \times C,$$

სადაც Π_1 - არის 1 ტ მეტალის ღირებულება კონცენტრატში

ε - მეტალის ამოკრეფის კოეფიციენტია კონცენტრატში,

K_H - ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტია,

C - სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა ბალანსურ მარაგებში.

აღვნიშნოთ:

$$\Pi_H = \Pi_M \times \varepsilon \times K_H,$$

მაშინ

$$\Pi = \Pi_H \times C$$

ამის გათვალისწინებით, ამოვხსნათ შედარებითი ანალიზის განტოლება ბალანსური მარაგების შემცველობის მიმართ, მაშინ მივიღებთ:

$$C_1 = \frac{\Pi C_0 \mathcal{D}_0 - 3_{01} - 3_{02} + 3_{11} + 3_{12} \mathcal{D}_1}{\Pi \mathcal{D}_1}$$

თუ ამოხსნის შედეგად მივიღებთ, რომ ბალანსურ მარაგებში შემცველობა (C_1) ნაკლებია საბაზისო ვარიანტში განსაზღვრულ მნიშვნელობაზე (C_0), მაშინ ეს ვარიანტი ჩაითვლება ოპტიმალურად სხვა თანმხლებ პარამეტრებთან ერთად. წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს ვარიანტი მიუღებელია.

6.2. საბადოების კლასიფიკაცია გეოლოგიური აგებულების სირთულის მიხედვით

საბადოები გეოლოგიური აგებულების სირთულის მიხედვით, იყოფა ოთხ ჯგუფად:

პირველი ჯგუფი: მარტივი გეოლოგიური აგებულების საბადოები (უბნები) სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების მსხვილი და ძლიერ მსხვილი, იშვიათად საშუალო ზომებით, წოლის დაურღვეველი ან სუსტად დარღვეული ფორმებით, ხასიათდებიან სიმძლავრის, შინაგანი აგებულების, სასარგებლო წიაღისეულის ხარისხის მდგრადობითა და ძირითადი კომპონენტების თანაბარი განაწილებით. პარალელური გეოლოგიური ჭრილები ერთტიპობრივია, რასაც უზრუნველყოფს სამიეზო კვეთებისა და ჭრილების საკმაოდ საიმედო კორელაციას.

საბადოების (უბნების) აგებულების თავისებურებანი განსაზღვრავენ ძიების პროცესში A, B, C₁ და C₂ კატეგორიების მინერალური მარაგების გამოვლინებისა და P(1) კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსების შეფასების საშუალებას.

მეორე ჯგუფი - რთული გეოლოგიური აგებულების საბადოები (უბნები) მსხვილი და საშუალო ზომების სხეულებით, წოლის დარღვეული ფორმებით, რომლებიც ხასიათდებიან არამდგრადი სიმძლავრითა და შინაგანი აგებულებით, ანდა სასარგებლო წიაღისეულის არამდგრადი ხარისხითა და ძირითადი ფასეული კომპონენტების არათანაბარი განაწილებით. პარალელური გეოლოგიური ჭრილები ტიპობრივად სხვადასხვანაირია. სამიეზო კვეთებისა და ჭრილების გადაბმა შეიძლება გართულდეს ნაოჭა და რღვევითი დისლოკაციებით. მეორე ჯგუფს მიეკუთვნებიან აგრეთვე, ნახშირებისა და სხვა მარტივი გეოლოგიური აგებულების სასარგებლო წიაღისეულის საბადოები დამუშავების რთული ან მეტად რთული სამთო-გეოლოგიური პირობებით.

საბადოს (უბნის) აგებულების თავისებურებანი განსაზღვრავენ ძიების პროცესში B, C₁ და C₂ კატეგორიების მინერალური მარაგების გამოვლენისა და P(1) კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსების შეფასების შესაძლებლობებს.

მესამე ჯგუფი - საბადოები (უბნის) ძალიან რთული გეოლოგიური აგებულებით, სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების საშუალო და მცირე ზომებით ინტენსიურად დარღვეულ წოლაში, ხასიათდებიან ძლიერ ცვალებადი სიმძლავრეებითა და შინაგანი

აგებულებით ანდა სასარგებლო წიაღისეულის საგრძნობლად არამდგრადი ხარისხითა და ძირითადი კომპონენტების ძლიერ არათანაბარი განაწილებით. პარალელური გეოლოგიური ჭრილები ტიპობრივად მეტად სხვადასხვანაირია. დიზუნქტიური დისლოკაციების ფართო გავრცელების გამო, არსებითად გამწვანებულია მადნიანი კვებებისა და ჭრილების კორელაცია, რითაც გაპირობებულია მადნიანი სხეულების კონტურების გადახმის პირობითობა.

ამ ჯგუფის საბადოების მინერალური მარაგები იძიება უმთავრესად C_1 და C_2 კატეგორიებში და ფასდება P_1 კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსებით.

მეოთხე ჯგუფი - საბადოები (უბნები) მცირე, იშვიათად საშუალო ზომის სხეულებით წოლის საგრძნობლად დარღვეული ფორმებით ანდა ხასიათდებიან მკვეთრად ცვალებადი სიმძლავრეებითა და შინაგანი აგებულებით, სასარგებლო წიაღისეულის უკიდურესად არათანაბარი ხარისხითა და ძირითადი ფასეული კომპონენტების წყვეტილი, ბუდობრივი განაწილებით. სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების გეომეტრიზაცია ხორციელდება მხოლოდ დამუშავების პროცესში.

ამ ჯგუფის საბადოების მინერალური მარაგები იძიება უმთავრესად C_2 , ცალკეულ შემთხვევებში დეტალიზებულ უბნებზე C_1 კატეგორიებში, ხოლო პროგნოზული მინერალური რესურსების შეფასება ხდება P_1 კატეგორიაში.

6.3 საბადოების ჯგუფები მათი შესწავლილობის ხარისხის მიხედვით

სასარგებლო წიაღისეულის საბადოები მათი შესწავლილობის ხარისხის მიხედვით, იყოფიან დაძიებულ და შეფასებულ საბადოებად.

დაძიებულ საბადოებს მიეკუთვნებიან საბადოები, რომელთა მინერალური მარაგები, ხარისხი, ტექნოლოგიური თვისებები, ჰიდროგეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, გეოეკოლოგიური და დამუშავების სამთო-ტექნიკური პირობები შესწავლილია ჭაბურღილებითა და სამთო გვირაბებით საკმარისი სისრულით ტექნიკურ-ეკონომიკურად დასაბუთებული გადაწყვეტილების მისაღებად მათ სამრეწველო ათვისებაში ჩართვის წესსა და პირობებზე, აგრეთვე მათ ბაზაზე სამთო-მომპოვებელი წარმოების მშენებლობის ან რეკონსტრუქციის პროექტირებისათვის.

დამიებული საბადოები შესწავლილობის ხარისხის მიხედვით, უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

- მინერალური მარაგების კვალიფიკაცია კატეგორიების მიხედვით შესაბამისობაშია მოყვანილი საბადოს გეოლოგიური აგებულების სირთულის ჯგუფთან;
- სასარგებლო წიაღისეულის სამრეწველო ტიპებისა და სორტების ნივთიერი შემადგენლობა და ტექნოლოგიური თვისებები შესწავლილია საკმარისი დეტალობით საწყისი მონაცემების მისაღებად ამ უკანასკნელების გადამუშავების რაციონალური ტექნოლოგიის დაპროექტებისათვის სამრეწველო მნიშვნელობის მქონე სასარგებლო კომპონენტების კომპლექსური ამოღებითა და საწარმოო ნარჩენების გამოყენების მიმართულების, ანდა მათი დასაწყობების ან ჩამარხვის ოპტიმალური ვარიანტის განსაზღვრით;
- ერთობლივად განლაგებული სხვა სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგები (გადასახსნელი ქანებისა და მიწისქვეშა წყლების ჩათვლით) მათში შემავალი კომპონენტებით, კონდიციების საფუძველზე მიკუთვნებულ ბალანსურს, შესწავლილია იმ დეტალობით, რაც საკმარისია მათი რაოდენობისა და გამოყენების მიმართულების განსაზღვრისთვის;
- ჰიდროგეოლოგიური, სამთო-გეოლოგიური, გეოეკოლოგიური და სხვა ბუნებრივი პირობები შესწავლილია იმ დეტალობით, რომელიც აუცილებელია საბადოს დამუშავების პროექტის შესადგენად, ბუნების დაცვის შესახებ კანონმდებლობის მოთხოვნათა და სამთო სამუშაოთა წარმოების უსაფრთხოების გათვალისწინებით;
- სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების გეოლოგიურ აგებულებაზე, წოლის პირობებსა და მორფოლოგიაზე, მინერალური მარაგების ხარისხსა და რაოდენობაზე მონაცემების საიმედო მთლიანად საბადოსათვის დამტკიცებულია წარმომადგენლობით დეტალიზაციის უბნებზე, რომელთა ზომები და განლაგება ისაზღვრება წიაღთმფლობელთა მიერ თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში სასარგებლო წიაღისეულის გეოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით;
- საძიებო კონდიციების მინერალური მარაგების პარამეტრები დადგენილია ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლების საფუძველზე, რომლებიც საშუალებას იძლევიან განისაზღვროს საბადოების მასშტაბები და მათი სამრეწველო მნიშვნელობა საიმედოობის საჭირო ხარისხით;

- განხილულია საბადოს დამუშავების შესაძლო გავლენა გარემოს პირობებზე და მოცემულია რეკომენდაციები უარყოფითი ეკოლოგიური შედეგების თავიდან ასაცილებლად ან უარყოფითი ეკოლოგიური შედეგების დონის პროგნოზირებად შესუსტებაზე.

შეფასებულად ჩაითვლებიან საბადოები, რომელთა მინერალური მარაგები, მათი ხარისხი, ტექნოლოგიური თვისებები, ჰიდროგეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური და დამუშავების სამთო-ტექნიკური პირობები საკმარის დონეზეა შესწავლილი შემდგომი ძიებისა და დამუშავების მიზანშეწონილობის დასაბუთების მიზნით.

შეფასებული საბადოები შესწავლილობის ხარისხით უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

- უზრუნველყოფილია შესაძლებლობა მინერალური მარაგების მთლიანი ან უმეტესი ნაწილის კვალიფიცირებისა C₂ კატეგორიით, ხოლო პროგნოზული მინერალური რესურსებისა P₁ კატეგორიაში შეფასებით;
- სასარგებლო წიაღისეულის ნივთიერი შემადგენლობა და ტექნოლოგიური თვისებები შეფასებულია სისრულით, რომელიც აუცილებელია გადამუშავების პრინციპიალური სქემის შესარჩევად და სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალური გამოყენების უზრუნველსაყოფად;
- ჰიდროგეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, სამთო-გეოლოგიური, გეოეკოლოგიური და სხვა ბუნებრივი პირობები შესწავლილია სისრულით, რომელიც იძლევა საშუალებას წინასწარ იქნეს დახასიათებული მათი ძირითადი მაჩვენებლები;
- მონაცემების საიმედოობა სასარგებლო წიაღისეულის წოლის პირობებზე, გეოლოგიურ აგებულებაზე და სხეულების მორფოლოგიაზე დადასტურებულია დეტალიზაციის უბნებზე;
- კონდიციების პარამეტრები მინერალური მარაგების გამოსათვლელად დადგენილია გამსხვილებული ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლების საფუძველზე ანდა მიღებულია მსგავს გეოგრაფიულ და სამთო-გეოლოგიურ პირობებში განლაგებულ საბადოებთან ანალოგიით;
- განხილული და შეფასებულია საბადოს დამუშავების შესაძლო გავლენა გარემოზე.

სხვადასხვა კატეგორიის მინერალური მარაგების რაციონალური თანაფარდობა დაძიებულ და შეფასებულ საბადოებზე ისაზღვრება წიაღით მოსარგებლის მიერ,

გამომდინარე საბადოს კონკრეტული გეოლოგიური თავისებურებების, ფინანსირებისა და სამთომომპოვებელი საწარმოს მშენებლობის პირობებიდან.

6.4 მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები და პროგნოზული რესურსები

მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგები დამიების ხარისხის მიხედვით, იყოფიან A, B, C₁ და C₂ კატეგორიებად, ხოლო პროგნოზული მინერალური რესურსები, მათი დასაბუთების ხარისხის მიხედვით, P₁, P₂ და P₃ კატეგორიებად.

A კატეგორიის მინერალური მარაგები გამოიყოფა I-ლი ჯგუფის სირთულის საბადოების დეტალიზაციის უბნებზე და უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- დადგენილია სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების ზომები, ფორმა და წოლის პირობები, შესწავლილია მათი მორფოლოგიისა და შინაგანი აგებულების ცვალებადობის კანონზომიერებანი, მადნეული სხეულების შიგნით გამოყოფილი და შემოკონტურებულია უმადნო და არაკონდიციური უბნები. რღვევითი აშლილობისას, დადგენილია მათი მდგომარეობა და გადაადგილების ამპლიტუდა;
- განსაზღვრულია სასარგებლო წიაღისეულის ბუნებრივი სახესხვაობები, გამოყოფილი და შემოკონტურებულია სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპები და ხარისხები, დადგენილია მათი შემადგენლობა და თვისებები; სასარგებლო წიაღისეულის გამოყოფილი სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპები და ხარისხები დასაბუთებულია მრეწველობის მოთხოვნებით გათვალისწინებული ყველა პარამეტრით;
- სასარგებლო წიაღისეულის მინერალებსა და გადამუშავების პროდუქტებში შესწავლილია ფასეული და მავნე კომპონენტების განაწილება და ფორმები;
- სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების კონტურები განსაზღვრულია კონდიციების მოთხოვნების შესაბამისობაში ჭაბურღილებითა და სამთო გვირაბებით, მათი დეტალური დასინჯვის შედეგების მიხედვით.

B კატეგორიის მინერალური მარაგები გამოიყოფა 1-ლი და მე-2 ჯგუფის სირთულის საბადოების დეტალიზაციის უბნებზე და უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- დადგენილია სასარგებლო წიაღისეულის სხეულის ზომები, მათი ფორმის და შინაგანი აგებულების ძირითადი თავისებურებები და ცვალებადობა;
- უმადნო და არაკონდიციური უბნების შიგა სივრცობრივი განლაგება; მსხვილი რღვევების არსებობისას, დადგენილია მათი მდგომარეობა და გადაადგილების ამპლიტუდები, დახასიათებულია მცირეამპლიტუდიანი რღვევების შესაძლო განვითარების ხარისხი;
- განსაზღვრულია სასარგებლო წიაღისეულის ბუნებრივი სახესხვაობები, გამოყოფილია და შესაძლებლობისდაგვარად შემოკონტურებულია სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპები; შემოკონტურების შეუძლებლობის შემთხვევაში დგინდება მადნის სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპებისა და ხარისხების სივრცობრივი განაწილებისა და რაოდენობრივი შეფარდების კანოზომიერებანი; სასარგებლო წიაღისეულის გამოყოფილი სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპები და ხარისხები დახასიათებულია კონდიციებით გათვალისწინებული ყველა მაჩვენებლით;
- განსაზღვრულია სასარგებლო და მავნე კომპონენტების მინერალური ფორმები და განლაგება;
- სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგების კონტურები განსაზღვრულია კონდიციების მოთხოვნების შესაბამისობაში ჭაბურღილებისა და სამთო გამონამუშევრების დასინჯვის შედეგებით, მათში შეზღუდული ექსტრაპოლაციის ზონის ჩართვით, რომელიც დასაბუთებულია გეოლოგიური კრიტერიუმებით, გეოფიზიკური მონაცემებითა და გეოქიმიური კვლევებით.

C₁ კატეგორიის მინერალური მარაგები შეადგენენ 1-ლი, მე-2 და მე-3 ჯგუფის დაძიებული საბადოების ძირითად ნაწილს, აგრეთვე, გამოიყოფიან მე-4 ჯგუფის სირთულის საბადოების დეტალიზაციის უბნებზე და უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- გარკვეულია სასარგებლო წიაღისეულის სხეულთა ზომები და დამახასიათებელი ფორმები, მათი განლაგებისა და შინაგანი აგებულების პირობების ძირითადი თავისებურებანი, შეფასებულია სასარგებლო წიაღისეულის სხეულთა ცვალებადობა და

შესაძლო წყვეტადობა, ხოლო ფენობრივი საბადოებისა და სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი ქვების საბადოებისათვის ასევე, მცირე ამპლიტუდიანი ტექტონიკური რღვევებით განვითარებული ფართები;

- განსაზღვრულია სასარგებლო წიაღისეულის ბუნებრივი სახესხვაობები და სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპები, დადგენილია მათი სივრცობრივი გავრცელების ზოგადი კანონზომიერებანი და სასარგებლო წიაღისეულის სამრეწველო (ტექნოლოგიური) ტიპების, და ხარისხების რაოდენობრივი თანაფარდობა, სასარგებლო და მავნე კომპონენტების მინერალური ფორმების განლაგება;
- სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგების კონტური განსაზღვრულია კონდიციების მოთხოვნების შესაბამისი ჭაბურღილებისა და სამთო გამონამუშევრების დასინჯვის შედეგები, გეოფიზიკური და გეოქიმიური კვლევების მონაცემების გათვალისწინებით და გეოლოგიურად დასაბუთებული ექსტრაპოლაციით.

C₂ კატეგორიის მინერალები გამოიყოფა ყველა სირთულის ჯგუფის საბადოების ძიებისას, ხოლო მე-4 ჯგუფის საბადოებზე შეადგენენ მარაგების ძირითად ნაწილს და უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

- სასარგებლო წიაღისეულის სხეულთა ზომები, ფორმა, შინაგანი აგებულება და მათი წოლის პირობები, შეფასებულია გეოლოგიური და გეოფიზიკური მონაცემებით და დადასტურებულია მადნეული სხეულის გადაკვეთით ერთეული ჭაბურღილებითა და სამთო გვირაბებით.
- სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგების კონტური განსაზღვრულია კონდიციების მოთხოვნების შესაბამისად ერთეული ჭაბურღილების, სამთო გვირაბების, ბუნებრივი გაშიშვლების, ანდა მათი ერთობლიობის დასინჯვის შედეგების მიხედვით, გეოფიზიკური და გეოქიმიური კვლევების გათვალისწინებით და გეოლოგიური აგებებით, აგრეთვე გეოლოგიურად დასაბუთებული მარაგების უფრო მაღალ კატეგორიებში გამოთვლისას განსაზღვრული პარამეტრების ექსტრაპოლაციით.

კომპლექსური მინერალური მარაგები და მათში შემავალი ძირითადი კომპონენტების მარაგები გამოითვლება ერთსა და იმავე კატეგორიაში. თანამდევ კომპონენტების მარაგები, რომლებსაც სამრეწველო მნიშვნელობა აქვთ, გამოითვლება ძირითადი კომპონენტების კონტურებში და კვალიფიცირდებიან კატეგორიებში მათი

შესწავლილობის ხარისხის, გავრცელების ხასიათის, და გამოვლინების ფორმების გათვალისწინებით.

დამუშავებაში მყოფ საბადოებზე გახსნილი, მომზადებული და ამოსაღებად გამზადებული, აგრეთვე სამთო-კაპიტალურ, და სამთო-მოსამზადებელი გამოწამყვანების დამცავ მთელანებში განლაგებული სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგები გამოითვლება ცალკე ჯგუფებად და კატეგორიებად დაყოფით, მათი გეოლოგიური შესწავლილობის ხარისხის შესაბამისად.

სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგების კატეგორიებად დაყოფისას, დამატებით საკვალიფიკაციო მაჩვენებლად შესაძლებელია გამოყენებული იყოს ძირითადი დასათვლელი კომპონენტების განსაზღვრის რაოდენობრივი და ალბათობრივი შეფასების სიზუსტე და საიმედოობა.

P₁ კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსები ითვალისწინებს C(2) კატეგორიის მინერალური მარაგების კონტურებს გარეთ მარაგების ნამატის მიღების შესაძლებლობას, სასარგებლო წიაღისეულის სხეულთა ფართების, მოცულობის და მადნის ხარისხის გაზრდით ან სასარგებლო წიაღისეულის ახალი მადნეული სხეულების გამოვლენით მადანგამოვლინებებზე, დაძიებულ ან ძიების სტადიაში მყოფ საბადოებზე. ამ კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსების რაოდენობრივი შეფასებისას, გამოიყენება გეოლოგიურად დასაბუთებული წარმოდგენები ცნობილი მადნეული სხეულების ზომებსა და წოლის პირობებზე.

პროგნოზული მინერალური რესურსების შეფასება ეფუძნება სასარგებლო წიაღისეულის შესაძლო გამოსავლინებელ ფართებზე გეოლოგიური, გეოფიზიკური და გეოქიმიური კვლევების შედეგებს, აგრეთვე ერთეულ ძეგნით და სტრუქტურული ჭაბურღილების მასალებს და სტრუქტურულ, ლითოლოგიურ, სტრატეგრაფიულ და სხვა თავისებურებების გეოლოგიურ ექსტრაპოლაციას, დადგენილ საბადოს უფრო შესწავლილი ნაწილისთვის, რომლებითაც ისაზღვრება სამრეწველო მნიშვნელობის მქონე სასარგებლო წიაღისეულის შესაძლო გავრცელების ფართი და სიღრმე.

6.5 მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები

მათი ეკონომიკური მნიშვნელობის მიხედვით

მყარი სასარგებლო წიაღისეულის, და შემცველი სასარგებლო კომპონენტების მინერალური მარაგები, მათი ეკონომიკური მნიშვნელობის მიხედვით, იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად, რომლებიც ექვემდებარება ცალკე გამოთვლასა და აღრიცხვას;

ბალანსური (მიმდინარე პერიოდში ეკონომიკური) და ბალანსგარეშე (პოტენციურად ეკონომიკური) ჯგუფებად.

ბალანსური (მიმდინარე პერიოდში ეკონომიკური) ჯგუფის მინერალური მარაგები იყოფიან ქვეჯგუფებად:

ა) მინერალურ მარაგებად, რომელთა ამოღება შეფასების მომენტში ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე, ეკონომიკურად ეფექტურია კონკურენტუნარიანი ბაზრის პირობებში და აკმაყოფილებს წიაღის რაციონალური გამოყენებისა და გარემოს დაცვის მოთხოვნებს;

ბ) მინერალურ მარაგებად, რომელთა ამოღება შეფასების მომენტში, ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე, ვერ უზრუნველყოფენ მათი დამუშავების ეკონომიკურ ეფექტურობას. დაბალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო, კონკურენტული ბაზრის პირობებში, მაგრამ რომელთა ათვისება ეკონომიკურად შესაძლებელი ხდება სახელმწიფოს მხრიდან წიაღმოსარგებლის სპეციალური მხარდაჭერის განხორციელებით, გადასახადებზე შეღავათებით, სუბსიდიებითა და სხვა (ეკონომიკურად ზღვრული ან ზღვრული მინერალური მარაგები).

ბალანსგარეშე (პოტენციურად ეკონომიკური) ჯგუფის მინერალური მარაგები იყოფიან ქვეჯგუფებად:

ა) მინერალურ მარაგებად, რომლებიც პასუხობენ ბალანსური მარაგების მოთხოვნებს, მაგრამ რომელთა გამოყენებაც შეფასების მომენტში შეუძლებელია სამთო-ტექნიკური, კანონმდებლობითი, ეკოლოგიური და სხვა გარემოებებით;

ბ) მინერალურ მარაგებად, რომელთა ამოღებაც შეფასების მომენტში, ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლების საფუძველზე ეკონომიკურად არ არის მიზანშეწონილი სასარგებლო კომპონენტის დაბალი შემცველობის, სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების მცირე სიმძლავრის, ანდა მისი დამუშავების განსაკუთრებულად რთული

პირობების გამო, მაგრამ რომელთა გამოყენება უახლოეს მომავალში შესაძლოა გახდეს ეკონომიკურად ეფექტური მინერალურ-სანედლეულო რესურსებზე ფასების მომატებით ან ტექნიკური პროგრესის საშუალებით, რითაც უზრუნველყოფილი იქნება წარმოების ხარჯების შემცირება.

ბალანსგარეშე მინერალური მარაგები გამოითვლება და აღირიცხება იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლებით დადგენილია მათი წიაღში შენახვის შესაძლებლობა შემდგომი ამოღებისათვის, ანდა თანადროული ამოღების მიზანშეწონილობა, დასაწყობება და შენახვა მომავალში გამოსაყენებლად.

ბალანსგარეშე მინერალური მარაგების გამოთვლისას ხდება მათი დაყოფა ბალანსგარეშე მადნებისათვის მიკუთვნების მიზეზების გათვალისწინებით (ეკონომიკური, ტექნოლოგიური, სამთო-ტექნიკური, ეკოლოგიური და სხვა). სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგების ბალანსურობის (ეკონომიკურობის) შეფასება ხორციელდება სახელმწიფო ექსპეტიზით დადასტურებული სპეციალური ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებით. ამ დასაბუთებებში გათვალისწინებული უნდა იყოს საბადოს დამუშავების ყველაზე ეფექტური სისტემა, მოცემული მისი საღირებულებო შეფასება და შემოთავაზებული კონდიციების პარამეტრების მინერალური მარაგების მაქსიმალურად სრული და კომპლექსური გამოყენების უზრუნველსაყოფად მოქმედი ბუნებისდამცავი კანონმდებლობის გათვალისწინების მიმართვაში.

სასარგებლო წიაღისეულზე სამთო-მომპოვებელი საწარმოს პროექტირებისა და საექსპლუატაციო კონდიციების შედგენის ძირითადი საფუძველია ბალანსური მინერალური მარაგები, დამტკიცებული სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების სახელმწიფო კომისიის მიერ.

სასარგებლო წიაღისეულის მომპოვებელი საწარმოს მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის დროს, გათვალისწინებული უნდა იყოს:

P₂ კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსები ითვალისწინებს სასარგებლო წიაღისეულის ახალი საბადოების აღმოჩენის შესაძლებლობებს აუზებში, მადნიან რეგიონებში, კვანძებში და ველებში, რომელთა შესაძლო არსებობა ეყრდნობა მსხვილმასშტაბიანი გეოლოგიური აგეგმვისა და ძეგნითი სამუშაოების დროს გამოვლენილ და დადებითად შეფასებულ სასარგებლო წიაღისეულის გამოვლინებებს,

აგრეთვე, გეოფიზიკურ და გეოქიმიურ ანომალიებს, რომელთა ბუნება და შესაძლო პერსპექტიულობა დადგენილია ერთეული გამონამუშევრებით. პროგნოზული მინერალური რესურსების რაოდენობრივი შეფასება, წარმოდგენა მოსალოდნელი საბადოს ზომებზე, მინერალურ შემადგენლობასა და მადნების ხარისხზე ეყრდნობა ანალოგიას ცნობილ, იგივე ფორმაციული (გენეტიკური) ტიპის საბადოებთან. პროგნოზული მინერალური რესურსების შეფასება ხდება ექსპლოატაციისათვის მისაწვდომ სიღრმემდე, საბადოების დამუშავების ტექნიკისა და ტექნოლოგიის თანამედროვე და ახლო მომავლის დონის გათვალისწინებით. კონდიციების პარამეტრების შესაძლო შეცვლა ანალოგიურ საბადოებთან შედარებისას, უნდა იყოს სათანადოდ დასაბუთებული.

P₃ კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსები ითვალისწინებს ამა თუ იმ სახის სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების აღმოჩენის მხოლოდ პოტენციურ შესაძლებლობებს მაგმატური, სტრატეგრაფიული, ლითოლოგიური, ტექტონიკური და პალეოგრაფიული წინაპირობების საფუძველზე, რომლებიც გამოვლენილია შესაფასებელ რაიონში წიაღის საშუალო და წვრილმასშტაბიანი რეგიონალური გეოლოგიური შესწავლის დროს, კოსმოსური სურათების დეშიფრირებისა და აგრეთვე გეოფიზიკური და გეოქიმიური კვლევების შედეგების გათვალისწინებით. ამ კატეგორიის რესურსების რაოდენობრივი შეფასება ხორციელდება კონკრეტულ ობიექტებთან მიუხედავად, სავარაუდო პარამეტრებით ანალოგიის საფუძველზე შედარებით შესწავლილ რეგიონებთან, ფართებთან და აუზებთან, სადაც არის იმავე გენეტიკური ტიპის დაძვინებული საბადოები.

პროგნოზული მინერალური რესურსების რაოდენობრივი შეფასება ხორციელდება კომპლექსურად. ამასთან, გამოიყენება შეფასების მომენტში არსებული მოთხოვნები სასარგებლო წიაღისეულის ანალოგიური საბადოების ხარისხსა და ტექნოლოგიური თვისებებისადმი, ამ მოთხოვნათა შესაძლო შეცვლების გათვალისწინებით, უახლოეს პერსპექტივაში.

— ყველა კატეგორიის, როგორც ბალანსური, ასევე ბალანსგარეშე ჯგუფის მინერალური მარაგები და P₁ კატეგორიის პროგნოზული მინერალური რესურსები, აგრეთვე, ახლო განლაგებული აუთვისებელი საბადოების მინერალური მარაგები, რათა განისაზღვროს წარმოების განვითარების პერსპექტივები, დამუშავების ფართობისა და ზღვრული

სიღრმის, გასახსნელი გამონამუშევრების შეჭრის ადგილების, კარიერის საბოლოო შესაძლო კონტურების, შენობა-ნაგებობების განლაგების ადგილების, მისასვლელი გზების, ნაყარისა და სხვა სამთო-მეტალურგიული ნარჩენების განთავსების გათვალისწინება;

–ძირითად სასარგებლო წიაღისეულთან ერთად განლაგებული თანმდევი სასარგებლო წიაღისეულის ამოღებისა და გამოყენების შესაძლებლობა, ანდა მათი ცალკე დასაწყობების აუცილებლობა;

–საბადოზე დამტკიცებულ ბალანსგარეშე ჯგუფის მინერალური მარაგების ბალანსურ მინერალურ მარაგებთან ერთად ამოღებისა და გადამუშავების შესაძლებლობა ან მათი შენახვის ღონისძიებანი მომავალში გამოყენებისათვის;

–სასარგებლო წიაღისეულის სხეულების გეოლოგიური შესწავლა გადახსნითი, მოსამზადებელი გამონამუშევრებისა და გაწმენდითი სამუშაოების დროს სათანადო გეოლოგიური და მარკშიდერული დოკუმენტაციის შედგენით მარაგების გახსნის, მომზადების და მათი უფრო მაღალ კატეგორიებში გადაყვანის მიზნით.

დამუშავებაში მყოფ საბადოებზე სასარგებლო წიაღისეულის მინერალური მარაგები და საექსპლუატაციო კონდიციები ექვემდებარება გადამტკიცებას, როდესაც:

- საექსპლუატაციო ძიების დროს გამოვლენილია მინერალური ნედლეულის ახალი ტიპები და ხარისხები, აგრეთვე, ძირითადი და თანმდევი სასარგებლო წიაღისეულის გამოყენების ახალი მიმართულებები;
- მინერალური მარაგების ნამატი დამტკიცებულ მინერალურ მარაგებს აღემატება 50 და მეტი პროცენტით;
- იცვლება სტანდარტებისა და ტექნიკური პირობების მოთხოვნები მინერალური ნედლეულის ხარისხის მიმართ;
- ბალანსური ჯგუფის მინერალური მარაგებიდან 30%-ზე მეტი, როგორც დაუდასტურებული, ჩამოწერილია.

იცვლება წარმოდგენები საბადოს ბუნებრივ პირობებზე, სოციალურ-ეკონომიკურ გარემოებებზე, ბაზრის კონიუნქტურაზე, მინერალური ნედლეულის ამოღებისა და გადამუშავების ტექნოლოგიებზე და სხვა ობიექტურ პირობებზე, რომელთა გამო გაიზარდა (შემცირდა) მოგება 20 და მეტი პროცენტით.

მინერალური მარაგების მოძრაობის აღრიცხვას ექსპლუატაციაში მყოფ საბადოზე აწარმოებს სამთო-მომპოვებელი საწარმო და მონაცემები ამ აღრიცხვაზე რეგისტრირდება და შეიტანება სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების სახელმწიფო ბალანსში, საქართველოს გეოლოგიის სახელმწიფო დეპარტამენტთან არსებულ წიაღში ინფორმაციის ერთიან ფონდში კანონის მოთხოვნათა შესაბამისად.

ექსპლუატაციაში მყოფ საბადოზე უნდა ხორციელდებოდეს დამიება და საექსპლუატაციო ძიება.

დამიება ხორციელდება საბადოს არასაკმარისად შესწავლილ უბნებზე (ფლანგები, ღრმა ჰორიზონტები, განცალკევებული ნაწილები) სამთო სამუშაოების განვითარებისა და მინერალური მარაგების ამოღების მოსამზადებელი გეგმების ურთიერთკავშირში, რომელთა განხორციელების საფუძველზე შესაძლებელი ხდება, მინერალური მარაგების მაღალ კატეგორიებში გადაყვანა და ახლად გამოვლენილი მინერალური მარაგების გამოთვლა.

საექსპლუატაციო ძიება თანხვდება სამთო-მოსამზადებელ და საექსპლუატაციო გვირაბების გაყვანას, უსწრებს გამწმენდ სამუშაოებს და აზუსტებს დეტალური ძიების დროს მიღებულ მონაცემებს სასარგებლო წიაღისეულის მადნეულ სხეულთა მორფოლოგიაზე, მათ შინაგან აგებულებაზე, წოლის პირობებზე, ხარისხსა და სხვა.

ბალანსური მარაგების კატეგორიის მიხედვით, საბადოს დამუშავება ხელსაყრელია და დასაშვებია შემდეგ შემთხვევაში:

1. მარტივი საბადოებისათვის, რომლებიც გამოირჩევიან ჩაწოლის მაჩვენებლების მცირე ცვალებადობითა და სასარგებლო კომპონენტების თანაბარი განაწილებით. ასეთი საბადოების დამუშავება დასაშვებია, თუ მარაგების 30% მიეკუთვნება A და B კატეგორიას და აქედან არანაკლებ მარაგების 10% A კატეგორიისაა.

2. რთული აგებულების საბადოებისათვის, მათ ახასიათებთ ცვალებადი სისქის ან სასარგებლო კომპონენტის არათანაბარი განაწილება.

A კატეგორიის მარაგების დადგენა დეტალური დაზვერვის დროს, ეკონომიურად ხელსაყრელი არა არის, რადგანაც სადაზვერვო სამუშაოების ღირებულება ძალიან დიდია. ამ ჯგუფის საბადოების ექსპლუატაციაში გადაცემისას, საკმარისია გამოვლინდეს B კატეგორიის მარაგები 20%-ის ოდენობით.

3. ძლიერ რთული აგებულების საბადოები მკვეთრად ცვალებადი სისქის და მკვეთრად განსხვავებული სასარგებლო კომპონენტის შემცველობისაა ცალკეული უბნების მიხედვით. ასეთი საბადოებისათვის სამთო წარმოების დაპროექტებისათვის საკმარისია C₁ კატეგორიის მარაგების გამოვლენა.

სამრეწველო მარაგების მოპოვებისათვის მზადყოფნის მიხედვით, შეიძლება გამოვყოთ მარაგების ორი ჯგუფი:

1. გახსნილი სამრეწველო მარაგები არის მარაგების ის ნაწილი, რომლის მოპოვებისათვის არ არის საჭირო დამატებითი სამთო კაპიტალური გვირაბების გაყვანა;

2. მოპოვებისათვის მზა მარაგები—მარაგების ის ნაწილია, რომელიც შემოკონტურებულია მოსამზადებელი და დაჭრითი გამოწამლვებით.

7. სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების შემოკონტურება

სადაზვერვო გეოლოგიური და სამთო სამუშაოების მონაცემების მიხედვით, რიგში დგინდება სასარგებლო წიაღისეულის პირობითი კონტური, რომლის საშუალებითაც იანგარიშება მარაგები.

ზოგ შემთხვევაში, ასეთი კონტური გადის სასარგებლო წიაღისეულის გავრცელების ბუნებრივ საზღვარზე. მეორეში საზღვარი გადის სასარგებლო კომპონენტის გარკვეული სამრეწველო შემცველობის პირობით ხაზზე, მესამეში კი, საზღვარი ანცალკევებს სხვადასხვა კატეგორიების მარაგებს.

გეგმებსა და ჭრილებზე ამ საზღვრის კონტურის მოძებნის ტექნიკას უწოდებენ საბადოს შემოკონტურებას.

ამასთან, გამოყოფენ შიდა და გარე კონტურებს.

შიდა კონტურებს უწოდებენ წირს, რომელიც გადის საზღვარზე გაყვანილ გამონამუშევრებზე, სადაც არის გამოვლინებული სასარგებლო წიაღისეული.

გარე კონტური წარმოადგენს სასარგებლო წიაღისეულის ბუნებრივი გავრცელების საზღვარს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ საზღვრის დადგენა შეუძლებელია, მაშინ ის გაჰყავთ, რაღაც წერტილებზე, რომლებიც მდებარეობს ორ მეზობელ გამონამუშევარს შორის: პირველ მადანში გაყვანილი გვირაბია, მეორეში კი მადანი არ არის.

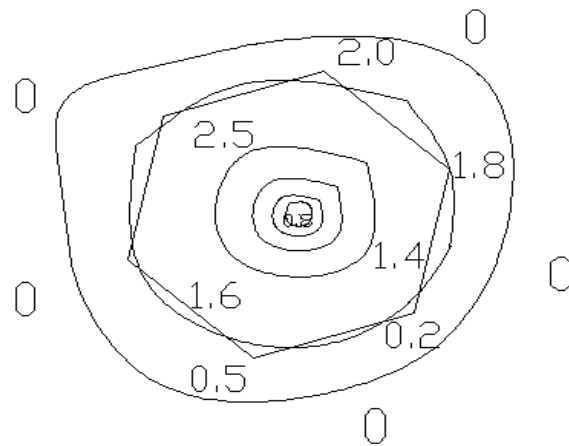
ნახაზზე 34 ჭაბურღილების მონაცემების მიხედვით აგებულია საბადოს იზოსისქეები.

იზოხაზი, რომელიც 0 სისქეზე არის გატარებული, წარმოადგენს საბადოს გარე კონტურს და ამავე დროს ეს ბუდობის ბუნებრივი საზღვარია. ბუდობის შიგა კონტური კი მოცემულ ნახაზზე არის ტეხილი ხაზი, რომელიც აერთებს იმ გამადნების საზღვარზე მდებარე ჭაბურღილებს, სადაც გამოვლინებულია სასარგებლო წიაღისეული.

ხშირ შემთხვევაში, გარე და შიგა კონტურის დადგენა სრულდება სასარგებლო ან მავნე კომპონენტების გავრცელების მიხედვით.

პირველ შემთხვევაში არ არსებობს მკვეთრი საზღვრები (მაგალითად, ჩაძირული საბადოებისათვის). მეორე შემთხვევაში (მაგალითად, ქვანახშირის საბადოებისათვის),

ნახშირის ფენი არ შეიძლება ჩაითვალოს კონდიციურად, თუ მას მაღალი ნაცრიანობა ახასიათებს.



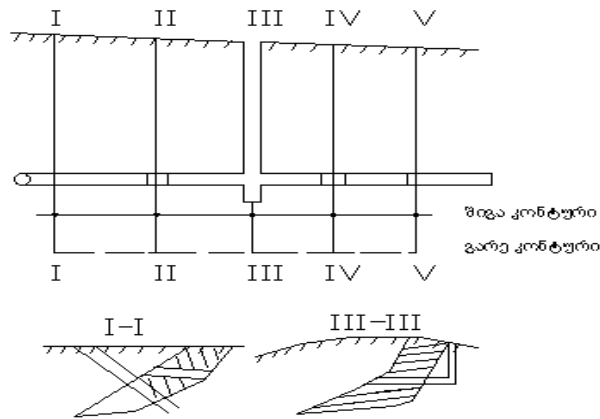
ნახ. 34. საბადოს იზოხალეები ჭაბუღილების მონაცემების მიხედვით

განხილული მაგალითებისათვის გარე და შიგა კონტურის გამოვლენა ხორციელდება მავნე და სასარგებლო შემცველობების იზოხალების აგებით.

ზღვრული სამრეწველო შემცველობის იზოხაზი იქნება, ამ შემთხვევაში, გარე კონტური.

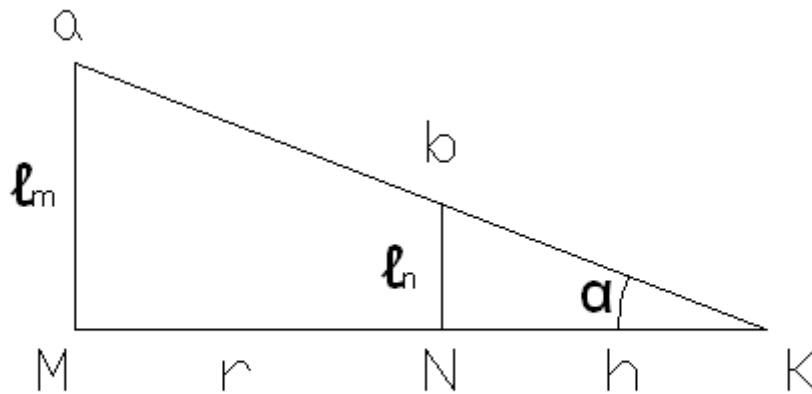
ჭრილების მეთოდით, გარე კონტურის დადგენის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ადგენენ მთელ რიგ გეოლოგიურ ჭრილებს და შემდეგ შიგა კონტურიდან მასზე ექსტრაპოლაციით ბუდობის გამოსოლვის წერტილს პოულობენ. ამ წერტილებზე გაივლის გარე კონტური. მაგალითად, მადნის ტანი (ლინზა) გამოვლენილია სამთო გვირაბებისა და მის ქვევით ორი რიგი ჭაბურღილების საშუალებით. განივ ჭრილებზე ექსტრაპოლაციით მოიძებნება გამოსოლვის წერტილები. ეს წერტილები გადააქვთ შემდეგ გრძივ ჭრილზე და ატარებენ გარე კონტურის ხაზს (ნახაზი 35).

ზოგ შემთხვევაში გარე კონტური მოიძებნება ეგრეთწოდებული გამოსოლვის კუთხის საშუალებით.



ნახ. 35. გარე კონტურის განსაზღვრა ქსტაპოლაციის საშუალებით

ირჩევენ ორ საზღვარზე მდებარე, ვთქვათ, M და N გამონამუშევარს, რომლებშიც გამოვლენილია მადანი. ამასთან, მათგან ერთ-ერთი უნდა მდებარეობდეს შიგა კონტურზე: სწორზე, რომელიც აერთებს ორ გვირახს, მასშტაბში აგებენ l_m და l_n მართობებს. ამ მართობებზე გადაზომავენ ბუდობის სისქის ან სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის მნიშვნელობებს. a და b მართობების მიღებულ ბოლოებზე გაჰყავთ ხაზი MN ხაზის გაგრძელების გადაკვეთამდე (ნახაზი 36).



ნახ. 36. შიგა და გარე კონტურების განსაზღვრა გამოსოლვის კუთხის მიხედვით

α კუთხე იქნება ბუდობის გამოსოლვის კუთხე. h მანძილი იანგარიშება შემდეგი გამოსაულებიდან

$$h = \frac{r \cdot \ell_n}{\ell_m - \ell_n}$$

გამოსოლვის კუთხე კი -

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\ell_m}{r + h}$$

ცხადია, რომ ამ ფორმულით გამოთვლილი გამოსოლვის კუთხე მიახლოებითი სიდიდეა.

გარე და შიგა კონტურის მოძებნა და საერთოდ, მარაგების დადგენა და ანგარიში დამოკიდებულია იმ ზღვრულ პარამეტრებზე (კონდიციებზე), რომელსაც საფუძვლად უდევს რაციონალური დამუშავებისა და ეკონომიურობის პირობების დაცვა.

საერთო სახით კონდიციების შემადგენლობაში შედის შემდეგი მაჩვენებლები:

1. სასარგებლო კომპონენტის ბორტული (ზღვრული) შემცველობა ცალკეულ სინჯებში;
2. სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო შემცველობა ბალანსური მარაგების საანგარიშო ბლოკში;
3. მადნის ტანის მინიმალური სამრეწველო სისქე;
4. მადნის ტანის მაქსიმალური სამრეწველო სისქე.

ბორტული შემცველობა არის სასარგებლო კომპონენტის უმცირესი მნიშვნელობა სინჯებში, რომელიც შედის ბალანსური მარაგის კონტურში. იგი გამოიყენება ბალანსური მარაგების კონტურის ასაგებად.

მინიმალური სამრეწველო შემცველობა სასარგებლო კომპონენტის უმაღლესი საშუალო მნიშვნელობაა მადნის გარკვეულ მოცულობაში, რომელიც უზრუნველყოფს ეკონომიურად მის სამრეწველო გამოყენებას. სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური მნიშვნელობა იანგარიშება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$C = \frac{3}{\Pi \cdot u \cdot K_k},$$

სადაც C სასარგებლო სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური მნიშვნელობაა გამოსათვლელ ბლოკში

Π –ლითონის შემადგენლობა კონცენტრატში.

u –ლითონის ამოკრეფის კოეფიციენტი კონცენტრატში.

K_k – მოპოვებული მადნის ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი.

3– მოპოვებული მადნის საშუალო თვითღირებულება.

მადანში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა იანგარიშება ზემოთ აღნიშნული ფორმულით, მაგრამ ამ შემთხვევაში ფორმულაში ჩაისმება მაქსიმალური თვითღირებულების მნიშვნელობა.

როგორც წესი კი, ორივე ზემოთ მოყვანილი კონდიციების პარამეტრების გაანგარიშება ხდება არა ანალიზურად, არამედ ვარიანტების მეთოდის გამოყენებით.

8. მარაგების ძირითადი პარამეტრები

ბუდობის ან მისი ნაწილის მოცულობა იანგარიშება ფორმულით

$$V = S \cdot L, \text{მ}^3,$$

სადაც S ბუდობის ფართია, მისი კონტურის ხაზის პროექციის საზვრებში.

L – ბუდობის საშუალო სისქე.

ბუდობის სისქეს ცალკეულ წერტილებში მიიჩნევენ გეგმილთ სიბრტყის მიმართ ნორმალურ მიმართულებას.

სასარგებლო კომპონენტის მარაგებს ბუდობში საზღვრავენ შემდეგი ფორმულით.

$$Q = S \cdot L \cdot \gamma, \text{ტ},$$

სადაც γ – არის სასარგებლო კომპონენტის სიმკვრივე მასივში, ტ/მ³

კომპონენტის P მარაგს, მაგალითად, მეტალის ბუდობში, ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$P = \frac{Q \cdot C}{100}, \text{ტ} \text{ ან } P = \frac{Q \cdot C'}{1000}, \text{ტ},$$

სადაც C სასარგებლო კომპონენტის საშუალო შემცველობაა ბუდობში, პროცენტებში;

C' – იგივე, გარემოებაში.

სასარგებლო კომპონენტის მარაგს ბუდობში ანგარიშობენ ტონებში. ამასთან, რკინის, მანგანუმის გროვის, კანადისა და ტიტანის საბადოებისათვის ანგარიშობენ მხოლოდ მადნის მარაგებს და საშუალო შემცველობას, ხოლო ოქროს, პლატინის და ვერცხლის მარაგებს – კილოგრამებში.

9. ფართობების განსაზღვრა მარაგების ანგარიშის დროს

პრაქტიკულად ფართობები განისაზღვრება შემდეგი ხერხების საშუალებით:

1. გეომეტრიული ფორმულებით;
2. სპეციალური სერსეროთებით;
3. პლანიმეტრით.

ყველა ეს მეთოდი გვაძლევს დაახლოებით ერთნაირი სიზუსტით გამოთვლილ ფართობის მნიშვნელობას, $\pm 1-3\%$.

გეომეტრიული ფორმულებით ფართობის გამოთვლის არსი მდგომარეობს ამ ფართობის სწორ ფიგურებად დაყოფაში. ცალკეული ფიგურების ფართობები გამოითვლება ცნობილი გეომეტრიული ფორმულებით, ამ ფორმულების ჯამი კი, საძიებელი ფართობის ტოლია.

ფართობების გამოთვლის სერსეროთის წესი ემყარება ცნობილი გეომეტრიული ფიგურების (უფრო ხშირად, კვადრატის) ფართობების შედარებას გამოსათვლელ ფართობთან.

პლანიმეტრით ფართობის გამოთვლა ცნობილია გეოდეზიის კურსიდან და ამიტომ მის თეორიაზე არ შევჩერდებით, მოვიტანთ მხოლოდ პლანიმეტრით გამოსათვლელი ფართობების ფორმულას

$$S=C \cdot n,$$

სადაც C – პლანიმეტრის საფასურია;

n – ანათვლების სხვაობა, პლანიმეტრის წვეტანათი საძიებელი ფართის შემოვლებამდე და შემოვლების შემდეგ.

ეს ფორმულა გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც პლანიმეტრის პოლუსი განლაგებულია გასაზომი ფართის გარეთ. იმ შემთხვევაში, როდესაც პლანიმეტრის პოლუსი ამ ფართის კონტურშია განლაგებული, მაშინ ფართობის გამოსათვლელი ფორმულა იქნება

$$S=Cn+Q,$$

სადაც Q – პლანიმეტრის მუდმივაა.

10. ფენის სისქის, მადნის სიმკვრივისა და

სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის განსაზღვრა

მადანში სასარგებლო კომპონენტის, უმთავრესად სასარგებლო წიაღისეულის ბუდობის საშუალო სისქეს, ანგარიშობენ როგორც სისქეების ცალკეულ განაზომთა საშუალო არითმეტიკულს

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \ell_i}{n}.$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბუდობი მდორედ და თანაბრად გამოისახება და ამავე დროს სისქეები არის განსაზღვრული წერტილებში, რომლებიც არათანაბრად არიან დაცილებული ერთმანეთისაგან, მაშინ საშუალო სისქე იანგარიშება როგორც საშუალო შეწონილი დასინჯვის წერტილებს შორის მანძილისა

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \ell_i}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

სადაც a_i –მანძილი, გაზომილი სისქის წერტილებს შორის;

ℓ_i –ბუდობის სისქის მნიშვნელობა ამ წერტილებში;

n –განაზომთა რიცხვი.

მადნის სიმკვრივე (მოცულობითი წონა) განისაზღვრება შემდეგნაირად:

მადანში გაჰყავთ გვირაბი, რომელსაც შემდეგ ასუფთავებენ და წმენდენ, შემდეგ მადანში ქმნიან ამონაჩეხს, ამოჩეხილ მადანს წონიან და ზუსტად ზომავენამონაჩეხის მოცულობას, მადნის სიმკვრივეს ანგარიშობენ შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\gamma = \frac{Q}{V},$$

სადაც Q – ამოჩეხილი მადნის წონა;

V –სინჯის მოცულობა მასივში.

ყველა ტიპის მადნების სიმკვრივეს საზღვრავენ ცალკე სიმკვრივის ზუსტი ოდენობის დასადგენად რთული მადნებისათვის, რისთვისაც საკმარისია 20-30 ერთგვაროვანი მადნებისათვის 10-20 სინჯის აღება.

რადგანაც სინჯი, როგორც წესი, გვაძლევს ტენიანი მადნის სიმკვრივის განსაზღვრის საშუალებას, ამიტომ სიმკვრივე გადაიანგარიშება მშრალი მადნებისათვის შემდეგი ფორმულით

$$\gamma = \frac{100 - \omega}{100},$$

სადაც ω – სასარგებლო წიაღისეულის ტენიანობაა.

სასარგებლო კომპონენტი ყველაზე უფრო ხშირ შემხვევაში განისაზღვრება
საშუალო შეწონილი ხერხი

$$C = \frac{c_1\ell_1 + c_2\ell_2 + \dots + c_n\ell_n}{\ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_n},$$

სადაც C – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა სინჯებში;

ℓ –მანძილები, აღებული სინჯების წერტილებს შორის.

11. მოცულობების განსაზღვრა

სასარგებლო წიაღისეულის ბუდობის ფორმები მრავალფეროვანია. ამ მოცულობათა დაყოფა ბუდობის შემაკონტურებელი ზედაპირების მიხედვით, შეიძლება ორ ჯგუფად:

1. მრუდი ზედაპირებით შემოფარგლული მოცულობები.
2. სიბრტყეებით შემოფარგლული ზედაპირები.

მარაგების გამოთვლის ანგარიშის გაადვილების მიზნით, ბუდობის რთულ ფორმებს ცვლიან უფრო მარტივი თანატოლი მოცულობის მქონე ფიგურებად. ამ მიზნით, მრავალწახნაგებს ყოფენ ელემენტარულ (კუბი, პრიზმა, პირამიდა და ა.შ.) ფიგურებად, რომლის მოცულობებიც გამოითვლება გეომეტრიაში ცნობილი ფორმულების საშუალებით.

ქანები, რომლებიც შემოფარგლულია რთული ზედაპირებით, გამოისახებიან იზოპიფსების საშუალებით, ე.ი. ისინი დაყვანილია თანატოლი მოცულობის ფიგურაზე, რომელიც შემოფარგლულია ტოპოზედაპირებით და ქვევიდან გეგმილთ სიბრტყით. ბრტყელი ზედაპირებით შემოფარგლული ქანები პრაქტიკულად შეიძლება შეიცვალოს მრავალწახნაგებით, მათ მოცულობას კი ვანგარიშობთ, როგორც პროზამატოიდის მოცულობას.

პროზამატოიდი ისეთ მრავალწახნაგას წარმოადგენს, რომელსაც პარალელური ფიგურები აქვს და ნებისმიერი რაოდენობის გვერდითი წიბოები. პროზამატოიდის მოცულობა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$V = \frac{H}{6}(m + M + 4P),$$

სადაც H – პროზამატოიდის სიმაღლეა;

m –ერთი ფუძის ფართობი;

M –მეორე ფუძის ფართობი;

P –საშუალო კვეთის ფართობი.

12. მარაგების ანგარიში

12.1. საშუალო არითმეტიკულის ხერხი

მარაგის გამოთვლის ეს ხერხი ყველაზე მარტივია, სწრაფი და ხშირ შემთხვევაში, საკმაოდ ზუსტიც. იგი გამოიყენება მაშინ, როდესაც ბუდობს აქვს ფენობრივი ხასიათი, ფენის ზედაპირი არ არის რთული და სისქე არ განიცდის დიდ ცვალებადობას. თუ სისქე მეტად ცვალებადია, მაგრამ ამ ცვალებადობას არაქვს ადგილი ცალკე უბნების ფარგლებში, მაშინ მიზანშეწონილია გამოიყოს ეს უბნები და მათთვის ცალკე იყოს გამოანგარიშებული მარაგი: მათი შეჯამებით კი, მიიღება საერთო მარაგი საშუალო არითმეტიკულის ხერხის გამოყენების დროს ერთ-ერთი ცნობილი ხერხით (პლანიმეტრით გაიგება ფართი), მარაგის გამოსაანგარიშებელი ველის ფარგლებში.

ნამდვილი S_1 ფართი ტოლი ექნება.

$$S_1 = \frac{S_0}{\cos \delta},$$

სადაც S_0 – არის ფართი გეგმის მიხედვით;

δ – ფენის დახრის კუთხე.

თუ გამოსაანგარიშებელი ველის ფარგლებში გატარებულია კონტური, მაშინ, შიგა კონტურის S_1 ფართობი გამოიანგარიშება ცალკე და კონტურშორის ზოლის ფართი S_2 – ცალკე.

მადნეულის მოცულობა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$V = S_1 m_L,$$

სადაც m_L – არის ფენის საშუალო სისქე გამოსაანგარიშებელი საზღვრების ფარგლებში.

თუ ამ ფარგლებში გამონამუშევრების რაოდენობა უდრის n -ს, მაშინ ფენის საშუალო

სისქე მიიღება შემდეგი ფორმულიდან

$$m_L = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}.$$

მარაგი წონით ერთეულებში

$$Q_1 = V_1 R_{saS},$$

სადაც Q_1 – არის საშუალო მოცულობითი წონა

$$R_{saS} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}.$$

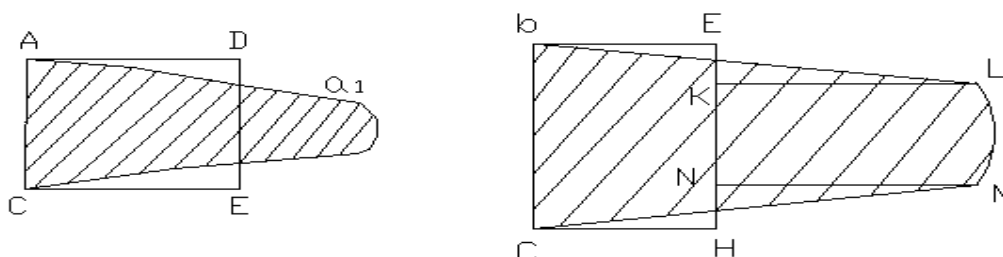
მადნიდან ბუდობისათვის ლითონის წონით ერთეულებში

$$P_1 = Q_1 \cdot C_i,$$

სადაც C_i – არის ლითონის შემცველობა მადანში

$$C_i = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}.$$

ანალოგიური თანამიმდევრობით გამოითვლება კონტურშორის ზოლის ფართობები. მაგრამ, სანამ მარაგების გამოთვლას შევუდგებით, შიგა და გარე კონტურებს შორის ვატარებთ შუა ხაზს, რომელიც ყოფს ამ ზოლს ორ თანატოლ ნაწილად (ნახაზი 38).



ნახ. 37. კონტურშორისი ზოლის ფართობების განსაზღვრა

აქ შეიძლება გამოვყოთ ორი შემთხვევა;

1. გარე კონტური გადის ფენის ნულოვან სისქეზე;
2. გარე კონტური გადის ფენის მინიმალურ სამრეწველო სისქეზე (კონდიციების მიხედვით).

პირველ შემთხვევაში კონტურშორის მარაგები ტოლი იქნება მისი ფართის ნახევარი გამრავლებული სისქეზე, რომელიც მიღებულია შიგა კონტურის გამონამუშევრებში აღებული სინჯების მიხედვით. მართლაც, ადაბმოცულობები დაახლოებითი მოცულობის ტოლია.

მეორე შემთხვევაში, შიგა კონტურთან მიმდებარე ზოლის მარაგების ანგარიში ხორციელდება შიგა კონტურის გამონამუშევრების მონაცემების შესაბამისად, ხოლო გარე კონტურთან მიმდებარე ზოლის მარაგები იანგარიშება მინიმალური სამრეწველო სისქის გამოყენებით. შიგა კონტურის მიმდებარე ზოლის ფენის სისქე და მოცულობაც მეტია მის ჭეშმარიტ მნიშვნელობაზე $(a+b)$ ოდენობით, გარე კონტურის მარაგები კი –

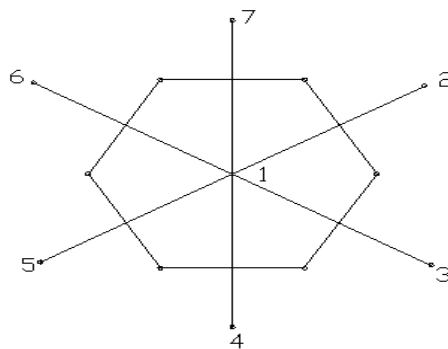
ნაკლები (a_1+b_1) შესაბამისი მოცულობით. ვინაიდან, ორივე ჯამში დაახლოებით თანატოლია, ამიტომ მარაგი გამოიანგარიშება დასაშვები სიზუსტით.

12.2. მრავალკუთხედების ანუ პროფ. ბოლდირევის ხერხი

მარაგის ანგარიში მრავალკუთხედების (ანუ უახლოესი ფართობების) ხერხი მოწოდებული იყო პროფ. ბოლდირევის მიერ. იგი გამოიყენება უმეტესად ქვიშრობი საბადოების სასარგებლო ნამარხების მარაგის ანგარიშებისათვის, რომლებსაც ახასიათებთ არათანაბარი სისქე და საძიებო გამონამუშევრის განლაგების უთანაბრობა.

ამ ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მადნეულის შემოკონტურებული ველი იყოფა მრავალწახნაგა პრიზმებად. მრავალკუთხედები, რომლებიც პრიზმების ფუძეებს შეადგენენ, აიგება შემდეგნაირად:

1. აერთებენ თითოეულ საძიებო გამონამუშევარს (შურფს, ჭაბურღილს) უახლოეს საძიებო გამონამუშევართან;
2. უახლოესი გამონამუშევრების შემაერთებელი ხაზების შუა წერტილებზე აღმართავენ მართობებს, რომლებიც ერთმანეთს გადაკვეთენ და შეიქმნება მთელი რიგი მრავალკუთხედები (ნახაზი 38)



ნახ. 38. მარაგების ანგარიში მრავალკუთხედების ხერხით

შემდეგ დაინიშნება ამგვარად მიღებული მრავალკუთხედები და გამოიანგარიშება მათი ფართობები რომელიმე ხერხით. თუ მრავალკუთხედში

მოთავსებულ გამონამუშევარში განსაზღვრულია სისქე m_1 , მაშინ ამ მრავალკუთხედის შესაბამისი პრიზმის მოცულობა იქნება

$$V_1 = S_1 \cdot m_1 .$$

თუ ამ მარაგებში განსაზღვრულია მადნის სიმკვრივე, მაშინ პრიზმაში მოთავსებული მარაგი იქნება

$$Q_1 = V_1 \cdot R_1 ,$$

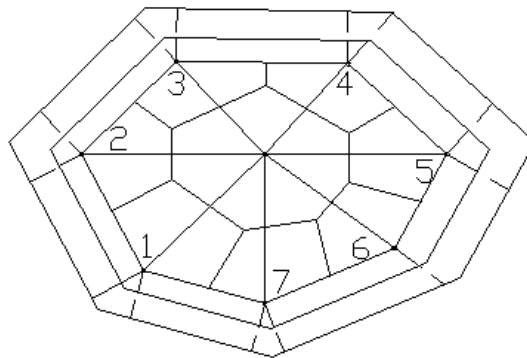
ლითონის მარაგი კი იქნება

$$P_1 = Q_1 \cdot C_1 ,$$

სადაც C –ლითონის შემცველობა %-ში.

ამრიგად, გამოანგარიშებული მარაგი თითოეული პრიზმისათვის შეჯამდება და მივიღებთ მთლიან მარაგს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა მარაგის გამოანგარიშება კონტურშორის ზოლისათვის, შიგა კონტურში მდებარე განაპირა გამონამუშევრებიდან გაიყვანება შიგა კონტურის გვერდების მიმართ მართობები გარე კონტურის ხაზის გადაკვეთამდე (ნახაზი 39)



ნახ. 39. მარაგების გამოთვლა საშუალო არითმეტიკულის ხერხით

მართობების შუა წერტილზე გაიყვანება საშუალო ხაზი, რომლითაც კონტურშორისი ზოლი გაიყოფა ორ ნაწილად. აქედან ის ნაწილი, რომელიც ემხრობა შიგა კონტურს, ამ უკანასკნელის გვერდების შუა წერტილებიდან აღმართული მართობებით, დაიყოფა მრავალკუთხედებად და თითოეული მრავალკუთხედის მარაგი გამოითვლება ზემოაღნიშნული წესის მიხედვით, ე.ი. მრავალკუთხედის ფართი

გამრავლება უახლოესი, გამონამუშევრების განსაზღვრულ სისქესა და მოცულობით წონაზე.

12.3. სამკუთხედების ხერხი

ამ ხერხის გამოყენების დროს იყოფა ირიბად წაკვეთილ სამკუთხა პრიზმებად. მათ ქვედა და ზედა ფუძეებს წარმოადგენენ სამკუთხედები, რომელთა წვეროებში მდებარეობენ საძიებო გამონამუშევრების ურთიერთშეერთებები იმგვარად, რომ ერთმანეთს არ კვეთდნენ, რის შედეგადაც გეგმაზე მიიღება სამკუთხედები. მარაგის ანგარიში თითოეული პრიზმისათვის წარმოებს ცალ-ცალკე. საერთო მარაგის მიღების მიზნით პრიზმების მარაგი ჯამდება.

სამკუთხედების აგების დროს ცდილობენ, რომ ისინი შეძლებისდაგვარად იყვნენ დაახლოებით ტოლგვერდიანები. თუ გამოსაანგარიშებელია მარაგი კონტურშორისი ზოლისთვის, მაშინ შიგა კონტურის ხაზზე მდებარე გამონამუშევრებზე აიგება ტოლფერდა სამკუთხედები კონტურშორის ზოლის ფარგლებში.

ანგარიში წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. გაიგება ცალკეული სამკუთხედების ფართი ფორმულით

$$S = \frac{a_1 \cdot h_1}{2},$$

სადაც a_1 – არის სამკუთხედის ფუძე (იზომება გეგმაზე);

h_1 – სამკუთხედის სიმაღლე (იზომება გეგმაზე).

სამკუთხედის ფართის განსაზღვრა შეიძლება აგრეთვე პლანიმეტრის საშუალებით.

2. გამოიანგარიშება პრიზმის მოცულობა

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot S_1 (m_1 + m_2 + m_3),$$

სადაც m_1, m_2, m_3 – არის ფენის სისქე სათანადო გამონამუშევარში.

3. მარაგი იქნება

$$Q = V_1 \cdot R_1,$$

სადაც R_1 – არის მადნის სიმკვრივე.

$$R_1 = \frac{R' + R'' + R''' }{3},$$

სადაც R', R'', R''' – მადნის სიმკვრივე შესაბამის გამონამუშევრებში.

ლითონის მარაგი იქნება

$$P_1 = \frac{1}{3} \cdot Q_1 (C' + C'' + C'''),$$

სადაც $C' + C'' + C'''$ – არის ანალიზის მიხედვით, ლითონის შემცველობა სათანადო გამონამუშევრებიდან აღებული ნიმუშისათვის (%-ში ან წონით ერთეულებში).

12.4. იზოჰიფსების ანუ პროფ. ბაუმანის ხერხი

ამ ხერხის გამოყენების დროს საჭიროა ფენის ჰიფსომეტრიული გეგმა. მისი გამოყენება ხელსაყრელია, როცა ფენას ახასიათებს რთული ზედაპირი და შედარებით თანაბარი სისქე.

ამ მეთოდის არსი გამოიხატება შემდეგში, ფენის ჰიფსომეტრიული გეგმა შახტის ველის ფარგლებში დაიყოფა ცალკე უბნებად იმგვარად, რომ ფენის დაქანება ერთი უბნის ფარგლებში იყოს დაახლოებით თანაბარი, თითოეული უბნის ფართობი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით.

$$S = \sqrt{B^2 + C^2},$$

სადაც S – არის ფენის ზედაპირის ფართობი უბნის ფარგლებში.

B – იგივე ზედაპირის თარაზული გეგმის ფართი (განისაზღვრება პლანიმეტრით ან სხვა ხერხით გეგმილიდან).

$$C = h \cdot \ell_0$$

აქ h არის კვეთის სიმაღლე.

ℓ_0 – არის ნახევარჰორიზონტის სიგრძე (იზომება კურვიმეტრით). თუ უბნის ფარგლებში საშუალო სისქე არის m_{sa} , (რომელიც განისაზღვრება რომელიმე ხერხით), მაშინ მოცულობა იქნება

$$V_1 = S_1 \cdot m_{sa}$$

თუ მადნის საშუალო სიმკვრივე R_1 ტოლია, მაშინ

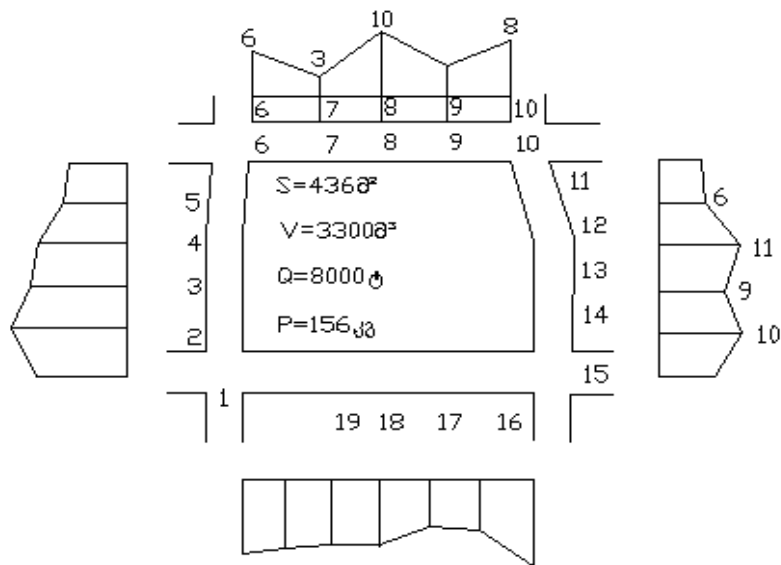
$$Q_1 = R_1 \cdot V_1$$

და ბუდობის მთელი მარაგი

$$Q = \sum_1^n Q_i$$

12.5. ბლოკების ხერხი

ბლოკების ხერხი გამოიყენება უმთავრესად ლითონიანი მადნეულის ბუდობის მარაგის გამოსათვლელად, მარდვისებური განლაგების შემთხვევისათვის. ამ წესის გამოყენების დროს, მარაგი გამოითვლება ცალკეული ბლოკებისათვის, რომლებიც გაკვეთილია ყოველმხრივ საძიებო ან მოსამზადებელი სამთო გამონამუშევრებით. საერთო მარაგი მიიღება ცალკეული ბლოკების მარაგების შეჯამებით (ნახაზი 40.)



ნახ. 40. მარაგების გამოთვლა ბლოკების ხერხით

ბლოკის მარაგის გამოსაანგარიშებლად გამოითვლება ჯერ ბლოკის ფართი, რომელიც გამრავლდება საშუალო სისქეზე და საშუალო მოცულობით წონაზე.

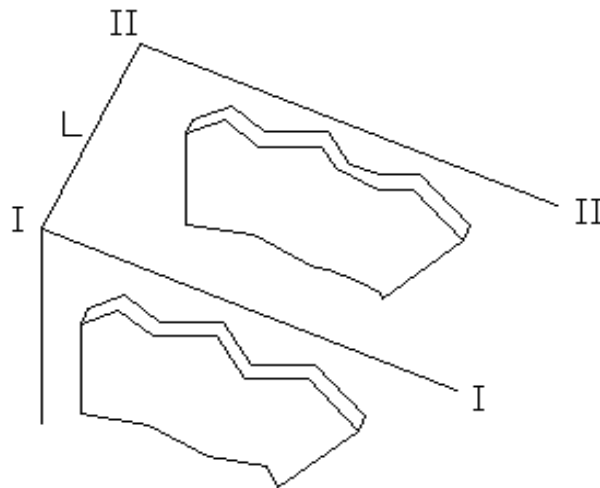
$$Q = S_1 \cdot m_{saS} \cdot r_{saS}$$

თუ ვიცით ლითონის საშუალო შემცველობა, ბლოკის ლითონის მარაგი იქნება

$$P = Q_1 \cdot C$$

12.6. კვეთების ხერხი

კვეთების ხერხი გამოიყენება უმთავრესად არასწორი ფორმის ბუდობის მარაგის ანგარიშის დროს (მძლავრი ძარღვი, ლინზა და სხვა). ამ ხერხით მარაგის ანგარიშის არსი შემდეგში მდგომარეობს. მადნეულის მარაგი გამოითვლება ორ კვეთს შორის. ეს კვეთები შეიძლება იყოს ურთიერთპარალელური ან შესაყარი. მეთოდმა ფართო გამოყენება მოიპოვა, როდესაც დეტალური დაზვერვა შესრულებულია რაიმე ხაზების მიმართულებით (ნახაზი 41)



ნახ. 41. მარაგების ანგარიში კვეთების ხერხით

საერთო მარაგი მიიღება ცალკეული კვეთების მარაგების შეჯამებით. განვიხილოთ მაგალითი. ვთქვათ, ზგამოითვლება მარაგი, რომელიც მოთავსებულია I-I და II-II ჭრილებს შორის "L" მანძილით, მათ შორის მოთავსებული მარაგები უახლოვდებიან I-I და II-II ჭრილების ზოლურ მარაგებს (ზოლის სიგანე 1მ.).

ავღნიშნოთ ჭრილების შესაბამისი ფართობების S_1 და S_2 , რომელიც ამავე დროს ამ ჭრილების ზოლური მარაგებია, მაშინ ორ ჭრილს შორის მოთავსებული მარაგების მოცულობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით.

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \ell_{I-II}$$

ამ ბლოკში მოთავსებული მარაგები კი,

$$Q_1 = V_1 \cdot R_{\text{საშ}},$$

სადაც $R_{\text{საშ}}$ – მადნის საშუალო სიმკვრივეა.

სასარგებლო კომპონენტის მარაგი ბლოკში კი, იქნება ტოლი

$$P_1 = Q_1 \cdot C_1,$$

სადაც C_1 -საანგარიშო ბლოკში სასარგებლო კომპონენტის საშუალო შემცველობაა.

12.7. მარაგების ანგარიშის ცდომილება

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, წიაღისეულის მარაგები იანგარიშება შემდეგი ფორმულით.

$$Q = S \cdot L \cdot R, \text{ ტ}$$

$$P = \frac{S \cdot L \cdot R \cdot C}{100}, \text{ ტ}$$

როგორც აღბათობის თეორიიდანაა ცნობილი, ფუნქციის ანგარიშის ცდომილება ტოლია

$$M_f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 m_n^2},$$

სადაც m_1, m_2, m_n – ცალკეული წევრის აბსოლუტური ცდომილებაა.

ამ გამოსახულების მიხედვით, მარაგის ანგარიშის ცდომილება იქნება.

$$M_Q = \sqrt{\left(\frac{Q}{S}\right)^2 m_S^2 + \left(\frac{Q}{L}\right)^2 m_L^2 + \left(\frac{Q}{R}\right)^2 m_R^2}$$

$$M_P = \sqrt{\left(\frac{P}{S}\right)^2 m_S^2 + \left(\frac{P}{L}\right)^2 m_L^2 + \left(\frac{P}{R}\right)^2 m_R^2 + \left(\frac{P}{C}\right)^2 m_C^2}$$

საშუალო სიდიდეების ანგარიშის დროს, მისი განსაზღვრის ცდომილება ორი ნაწილისაგან შედგება:

1. ცალკეულ წერტილებში პარამეტრის განსაზღვრის ტექნიკური ცდომილებისაგან.
2. რეპრეტენტატიულობის ცდომილებისაგან.

სწორედ გენეალური და ამონაკრები ერთობლიობების საშუალო პარამეტრებს შორის სხვაობა წარმოადგენს შემთხვევით რეპრეტანტიულ ცდომილებას.

რეპრეტანტიულობის ცდომილების მიახლოებითი მნიშვნელობა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$m = \frac{t \cdot \delta}{\sqrt{n}},$$

სადაც t – ალბათობის კოეფიციენტი, რომელიც 1,2 B კატეგორიის მარაგების ანგარიშის დროს, როცა უზრუნველყოფს მაჩვენებლის გაანგარიშების 75% გარანტიას და A მარაგების შემთხვევაში 1,7, რაც მარაგების ანგარიშის 90% გარანტიას წარმოადგენს.

δ - დისპერსია რომელიც იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_1^n (a_{sa} - a_i)^2}{n-1}},$$

სადაც a_{sa} – ნიშანთვისების საშუალო არითმეტიკულია.

a_i - ყოველ წერტილში გაზომილი ნიშანთვისებაა.

მიღებული ფორმულის გამოყენებით, საბოლოოდ, მარაგის ანგარიშის ცდომილება იქნება.

$$M_Q = \frac{qt}{\sqrt{n}} \sqrt{\delta_L^2 + \delta_R^2}$$

13. მადნის მოპოვების მაჩვენებლები

ბუნებისა და წიაღის დაცვა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების საკითხი, ჩვენს ქვეყანაში უპირველესი ამოცანაა.

მართალია, სასარგებლო ნამარხების მარაგები მსოფლიოში ჯერ კიდევ საკმარისია, მაგრამ მათი ხარისხობრივი მაჩვენებლები წლიდან წლამდე უარესდება. D

დანაკარგების კოეფიციენტი, რომლითაც განისაზღვრება მადნის დანაკარგები, არის დაკარგული და ბალანსური მარაგების ფარდობა

$$K_{\text{დ}} = \Pi / B$$

გაღარიბების კოეფიციენტი კი, მოპოვებულ მადანში ფუჭი ქანისა და მოპოვებული სამთო მასის რაოდენობათა ფარდობაა

$$K_{\text{გ}} = P / D$$

ხშირად გაღარიბების კოეფიციენტი იანგარიშება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$K_{\text{გ}} = (c - a) / c = 1 - a / c,$$

სადაც a – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა მოპოვებულ მადნებში,

c – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა ბალანსურ მარაგებში.

ქვანახშირის საბადოების დამუშავებისას, გაღარიბება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით.

$$K_{\text{გ}} = (1 - 3\text{მ}) / (1 - 3\text{ბ}),$$

სადაც 3 მ – მოპოვებული ქვანახშირის ნაცრიანობაა;

3 ბ- ქვანახშირის ბალანსური მარაგების ნაცრიანობა.

ზემოთ მოტანილი დანაკარგების, და გაღარიბების კრიტერიუმები, რომლებიც ძირითადად გამოიყენებოდა 1970 წლამდე, მოპოვების მხოლოდ ნეგატიურ მხარეს გვიხატავს, ამავე დროს, ანალიზის მიღმა რჩება მისი პოზიტიური გავლენა სამთო წარმოების ტექნიკურ – ეკონომიურ მაჩვენებლებზე. მართლაც, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება უდანაკარგოდ

ალბათ შესაძლებელია, მაგრამ გარკვეული ზღვარის შემდეგ, დანაკარგების შემცირება ეკონომიურად გაუმართლებელი იქნება. მეორე მხრივ, სასარგებლო წიაღისეულის

დანაკარგები ცხადია, სხვადასხვა მნიშვნელობისა უნდა იყოს იმისდამიხედვით, თუ რამდენად მკირფასია მოსაპოვებელი ნედლეული.

არ იქნება მიზანშეწონილი ბუნებაში გავრცელებული სასარგებლო ნამარხების მცირე დანაკარგებით მოპოვება. მაგ. სამშენებლო ქვის, ამავე დროს მკირფასი, მაგ. ფერადი ლითონების მადნების დიდი დანაკარგები დიდ ზარალს გამოიწვევდა.

აკადემიკოს მიხეილ აგოშკოვმა მადნის მოპოვების სისრულის (დანაკარგების საწინააღმდეგოდ) დახასიათებისათვის შემოიღო შემდეგი მაჩვენებლები.

ა) სასარგებლო წიაღისეულის რაოდენობრივი ამოღების კოეფიციენტი

$$K = \frac{D}{B}$$

სადაც D- მოპოვებული მადნის რაოდენობაა;

B - ბალანსური მარაგი.

ბ) სასარგებლო ნამარხის ამოღების კოეფიციენტი

$$K_u = \frac{Da}{Bc}$$

სადაც a და c – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა მოპოვებულ მადანში და ბალანსურ მარაგში.

გ) ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი

$$K_u = \frac{a}{c}$$

ქვანახშირის საბადოებისათვის

$$K_u = \frac{3\partial}{3\partial}$$

ამ შემთხვევაში ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი განისაზღვრება მადნის ღირებულებითი ერთეულების საშუალებით.

$$K_u = \frac{u\partial}{u\partial}$$

სადაც u∂ - არის 1 ტ მოპოვებული მადნის ღირებულება.

u ∂- ბალანსური მარაგის ღირებულებაა.

უკანასკნელი ფორმულა გამოიყენება, როდესაც მოპოვებული სასარგებლო ნამარხის ღირებულება განისაზღვრება არა მასში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობით, არამედ სასაქონლო ბლოკების გამოსავლით.

დავადგინოთ, თუ რა დამოკიდებულებაშია დანაკარგების კოეფიციენტი, შევადგინოთ მადნისა და ლითონის ბალანსი.

$$D = B + \Pi - P$$

$$D_{\text{ა}} = B_{\text{ც}} - \Pi_{\text{ც}} + P_{\text{ბ}},$$

სადაც b – არის სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ფუჭ ქანში. და ფორმულის გამოყენებით (7) ფორმულა შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს.

$$D = B - K_{\Pi} \cdot B + D \cdot K_P,$$

აქედან

$$D = B \frac{1-K_{\Pi}}{1-K_P},$$

ხოლო

$$K_{\Pi} B_{\text{ც}} = B_{\text{ც}} - K_{\Pi} B_{\text{ც}} + P_{\text{ბ}},$$

საიდანაც

$$K_u = 1 - K_{\Pi} + \frac{P_b}{B_{\text{ც}}}$$

თუ სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ფუჭ ქანში ნულის ტოლია.

ამ შემთხვევაში

$$K_H = 1 - K_{\Pi}$$

დავწეროთ გამოსახულება შემდეგი სახით.

$$D = B K,$$

მაშინ გვექნება

$$B K = B \frac{1-K_{\Pi}}{1-K_P}.$$

$$K = \frac{1-K_{\Pi}}{1-K_P}$$

მაგრამ

$$K = \frac{K_H}{K_u}$$

$$\text{და } \frac{K_H}{K_u} = \frac{1-K_{\Pi}}{1-K_P}$$

როგორც ზემოთ მოტანილი გამოსახულებიდან ჩანს, მრიცხველები ერთმანეთის ტოლია, იმ შემთხვევაში, როდესაც სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ფუჭ ქანში ნულის ტოლია, ე.ი. ამ დროს ტოლია მნიშვნელობაც.

14. დანაკარგების კლასიფიკაცია

მყარი სასარგებლო წამარბების დამუშავებისას

დანაკარგების კლასიფიკაციის (საერთოდ ყველა კლასიფიკაციის) მიზანია, მათი აღრიცხვის ერთიანი საფუძვლის შექმნა, მადნის მოპოვების სისრულისა და ხარისხის ცვალებადობის მაჩვენებლების კონტროლის უზრუნველყოფა მოპოვების დროს და პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა, სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალურად გამოყენების დანაკარგები იყოფა ორ ძირითად კლასად:

I კლასი, საწეთო საშახტო დანაკარგები.

ამ კლასის დანაკარგები კაპიტალური გვირაბების დამცავ მთელანებში საინჟინრო ნაგებობების ქვეშ. წყლის საცავებსა და მდინარეების ქვეშ.

II კლასი საექსპლუატაციო დანაკარგები.

I ჯგუფი. სასარგებლო წამარბის დანაკარგები მასივში.

1. მოსამზადებელი გვირაბების დამცავი მთელანების გამომუშავებული ჩაწოლა. (ბლოკებს შორის, პანელებს შორის, სართულებს შორის).
2. ამოსაღები უბნის შიგა მთელანებში (ბლოკში, კამერებში, პანელში, სვეტში და ა.შ.)
3. საგებ და სახურავ გვერდებზე (ჭერში და იატაკში), მადნის ფენის, ბუდობის ზედა და ქვედა კონტურებზე. კარიერის ბორტებზე.
4. გამოსოღვის ადგილებში ფენის ფლანგებზე.
5. ამოსაღებ შრეებს შორის.
6. ბუდობის გამომუშავებული ადგილების ქვეშ.
7. გეოლოგიურ აშლილობებთან მდებარე მთელანებში.

II ჯგუფი. მონგრეული მადნის დანაკარგები.

1. მოსამზადებელი გვირაბებისა და ამოსაღებ სანგრევეებში, მადნის ფუჭ ქანთან შერევისას.
2. გამომუშავებულ სივრცეში დატოვებული
 - ა) ჩამოქცეულ ქანებთან შერეული გამომუშავების დროს.
 - ბ) საგებ გვერდში, საფეხურებზე და ბლოკის ფსკერზე.
3. ჩამოქცევის ადგილებში, დატბორილი და ხანძარსახიფათო უბნებში.

4. დაზვერვის, გადატვირთვის, დასაწყობების, დახარისხებისა და წარმოების სატრანსპორტო გზების ადგილებში.

14.1. დანაკარგების განსაზღვრის მეთოდები

დანაკარგების რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი მეთოდებით.

1. პირდაპირი უშუალო გაზომვებით.
2. არაპირდაპირი ხერხით.
3. სტატისტიკური მეთოდით.

დანაკარგების ოდენობის პირდაპირი უშუალო გაზომვები ეყრდნობა გაზომვებს, რომელიც ტარდება, საექსპლუატაციო უბნებში ან სამარკშიედერო და გეოდეზიური გეგმების და ჭრილების მიხედვით, საექსპლუატაციო სამუშაოების დამთავრების შემდეგ.

განვიხილოთ დანაკარგების უშუალო გაზომვების, რამდენიმე მაგალითი უბნებში მთელანებში განისაზღვრება სამარკშიედერო გეგმებისა და დოკუმენტის საშუალებით. ამასთან, დანაკარგების ოდენობა განისაზღვრება ფორმულით.

$$\Pi = S_u \cdot h \cdot \gamma$$

სადაც S_u - მთელანის საშუალო ფართობი, m^2 .

h - ფენის საშუალო სისქე, m .

γ - სასარგებლო წიაღისეულის სიმკვრივე.

დანაკარგებს ფენის ჭერში ან იატაკში განსაზღვრავენ დატოვებული მადნის შრის გავრცელების ფართობით, ჭაბურღილების ან შპურებით დადგენილი სისქის მიხედვით და აგრეთვე დასინჯვის მონაცემების გამოყენებით, შემდეგი გამოსახულებიდან.

$$\Pi_{K\Pi} = S_{cn} \cdot m_{op} \cdot \gamma_m$$

სადაც S_{cn} - მადნის დატოვებული, დაკარგული შრის ფართობი, m^2 .

γ_m - შრის სიმკვრივე, m .

გამომუშავებულ სივრცეში ფენის იატაკზე დატოვებული მადნის რაოდენობა დგინდება ინსტრუმენტალური დაკვირვებებისა და გაზომვების საშუალებით, ფორმულიდან

$$\Pi_{\text{omn}} = S_0 \frac{\sum h}{n} \gamma$$

სადაც S_0 – ფენის გამომუშავებული ფართია.

$\sum h$ - დაკარგული მადნის შრის სისქე.

n - გაზომვების რაოდენობა.

γ – სასარგებლო კომპონენტის სიმკვრივე.

დანაკარგები სასარგებლო წიაღისეულის კრებაში, რომელიც წარმოიშობა სავსე მასალაში მდიდარი ფრაქციების მოხვედრის შემთხვევაში, დგინდება სავსე მასალის დასინჯვის შედეგების მიხედვით, შემდეგი გამოსახულებიდან.

$$\Pi_m = S_3 \cdot h_3 \frac{C_3 - C'_3}{100} \gamma_3$$

სადაც S_3 – საშუალო კვეთია შევსებული გამომუშავებული სივრცისა.

h_3 – სასარგებლო წიაღისეულის შეღწევის სიდიდე სავსე მასალაში

C_3 – C'_3 – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა სავსე მასალაში, მადნის მონგრევის წინა და შემდგომ ციკლებს შორის

γ_3 - გამდიდრებული სავსე მასალის სიმკვრივე.

15. სამრეწველო მარაგები და მათი კლასიფიკაცია

მოპოვებისათვის მზადყოფნის თვალსაზრისით

სამრეწველო მარაგები ბალანსური მარაგების ის ნაწილია, რომელიც მოიპოვება მიწის წიაღიდან.

სამრეწველო მარაგები იანგარიშება ყოველივე, უკვე გამომუშავებულ დამუშავებაში მყოფ და მშენებარე პირობანტებზე. დანარჩენი პირობანტებისათვის მათი მნიშვნელობა იანგარიშება ჯამურად. სამრეწველო მარაგების დასადგენად ბალანსურ მარაგებს აკლებენ საპროექტო, საშახტო და საექსპლუატაციო დანაკარგებს.

სამრეწველო მარაგების გამოანგარიშებისათვის სარგებლობენ შემდეგი მასალებით.

ა) მასალებით, ბალანსური მარაგების შესახებ, მთლიანად ბუდობში ცალკეულ ჰორიზონტებზე, მათი დანაწევრებით დაწერილი მარაგების კატეგორიების მიხედვით.

ბ) საშახტო ველის დამუშავების პროექტით.

გ) საპროექტო მასალები, დამცავ საბარიერო მთელანების შესახებ, იმ მარაგების ჩვენებით, რომელიც დაიტოვება მიწის წიაღში.

დ) საექსპლუატაციო ნორმატიული დანაკარგების გამოყენებული დამუშავების სისტემების მიხედვით.

ე) სხვა აუცილებელი გეოლოგიურ-სამარკშიდერო დოკუმენტაცია, საპროექტო საშახტო დანაკარგებს მიეკუთვნება მარაგები, რომელიც დაპროექტებულია დასატოვებლად მიწის ზედა ნაგებობის, საბარიერო და სამთო კაპიტალური გვირაბების დამცავ მთელანებში.

საპროექტო საექსპლუატაციო დანაკარგებს მიეკუთვნებიან პროექტით გათვალისწინებული დანაკარგები მთელანებში, რომლებიც დაკავშირებულია დამუშავების სისტემებთან.

სამრეწველო მარაგების ანგარიში წარმოებს ყოველ წელიწადს სპეციალურ წიგნში, რომელიც ინახება სამარკშიდერო განყოფილებაში. ეს წიგნი არ არის ანგარიშების დოკუმენტი, ის გამოიყენება მხოლოდ მარაგების მართვისათვის.

სამრეწველო მარაგები მომზადების ხარისხის მიხედვით იყოფა გახსნილ, მომზადებულ და მოპოვებისათვის მზა მარაგებად.

გახსნილ მარაგებს მიეკუთვნება სამრეწველო მარაგების ის ნაწილი, რომელიც გახსნილია კაპიტალური გვირაბებით (ჭაურებით, შტოლნით, კაპიტალური ქანობებითა და სხვა). ამ მარაგების დამუშავებისათვის არ არის საჭირო დამატებითი კაპიტალური გვირაბების გაყვანა.

ღია სამუშაოების შემთხვევაში, გახსნილ მარაგებს მიეკუთვნება ის მარაგები, რომელიც განლაგებულია კონტურში შემდეგი საზღვრებით, ზევიდან ბუდობის ზედაპირით, საიდანაც ექსკავატორებით მოცილებულია ზემდებარე გადასახსნელი ქანები, მაგრამ არ არის აწმენდილი.

მიწისქვეშა დამუშავების დროს მომზადებულ მარაგებს მიეკუთვნება გახსნილი სამრეწველო მარაგების ის ნაწილი, რომელშიც გაყვანილია მოსამზადებელი გვირაბები.

მოპოვებისათვის მზა მარაგები ითვლება ისეთ მარაგებად, რომელშიც გაყვანილია ყველა მოსამზადებელი და დაჭრითი გვირაბები, რომელიც გათვალისწინებულია გამოყენებული დამუშავების სისტემით. ამავე დროს, სანგრევები აღჭურვილია ყველა საჭირო დანადგარებით, რაც საშუალებას აძლევს წმენდითი სამუშაოების უსაფრთხო წარმოებას.

15.1. მოპოვებისათვის მომზადებული მარაგების ნორმირება

სამთო წარმოების ნორმალური ფუნქციონირების ერთ-ერთი პირობაა, მისი მომზადებული მარაგებით უზრუნველყოფა.

მაღაროს გეგმიური სამუშაოების წარმოებისათვის აუცილებელია ისეთი ნორმატივების შემოღება, რომლებიც კრიტერიუმებად გამოდგება სამთო სამუშაოების სწორი დაგეგმვისათვის. თავის-თავად ნორმატივები წარმოადგენენ შემცირებულ რეზერვებს მომზადებული და მოპოვებისათვის მარაგებისა, რომელიც უნდა გააჩნდეს სამთო წარმოებას მიღებული დამუშავების სისტემების დროს მიღებული მოპოვების სიდიდის მიხედვით.

ნორმატივები გვაძლევს საშუალებას დროულად გავაანალიზოთ მოსამზადებელი სამუშაოების ჩამორჩენა, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს გეგმის შეუსრულებლობა. წინააღმდეგ შემთხვევაში კი, როდესაც მომზადებული სამრეწველო მარაგების

რაოდენობა აღემატება მათი ნორმატივების მნიშვნელობას, იზრდება ხარჯები, სანგრევების შენახვაზე და კაპიტალდაბანდების გაწევა საჭირო ხდება დროზე, რაც გარკვეულ ეკონომიურ ზარალს აყენებს სამთო წარმოებას.

აქედან გამომდინარე, მარაგების ნორმირების მეთოდს საფუძვლად უდევს მკაცრად დაცული შეთანხმებული მოსამზადებელი, დაჭრითი და წმენდითი სამუშაოების მიმდინარეობა. ამ მოთხოვნებიდან გამომდინარეობს, რომ, ბლოკების რაოდენობა, რომელიც იმყოფება მომზადებაში დაჭრასა და მოპოვებაში, უნდა იყოს დროის პროპორციული, რომელიც საჭიროა მათი მომზადებისათვის და ბლოკის გამომუშავებისათვის, ე.ი.

$$\frac{N_n}{N_n} = \frac{T_n}{T_n}, \frac{N_n}{N_0} = \frac{T_n}{T_0}, \frac{N_H}{N_0} = \frac{T_H}{T_0},$$

სადაც NN_n , N_H , N_0 - ბლოკების რაოდენობა შესაბამისად მომზადებაში, დაჭრასა და მოპოვებაში.

T_n , T_H , T_0 - დრო, რომელიც საჭიროა ბლოკის მომზადებაზე, დაჭრა და გამომუშავებაზე.

ნორმატივების სიდიდე განპირობებულია მთელი რიგი ფაქტორებით, რომლებიც გამოიყოფა დამუშავების სისტემების პარამეტრებით, მოსამზადებელი დაჭრითი სამუშაოების სიჩქარით, სამთო-გეოლოგიური პირობებითა და სხვა. ამიტომ ნორმატივების სიდიდე გარკვეული სამთო პირობებისათვის იცვლება და ხშირად ერთი და იგივე პირობებისათვისაც ხდება აუცილებელი მისი კორექტირება.

მზა მარაგების ნორმატივები უნდა უდრიდეს მარაგების სიდიდეს, რომელიც განლაგებულია მოქმედ და სარეზერვო ბლოკებში და, რომელიც უზრუნველყოფს გეგმიურ მოპოვებას

$$Q_0 = \alpha \cdot K \cdot N_0 \cdot B$$

სადაც α – კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს მზა მარაგების მქონე ბლოკების რაოდენობის რიცხვს

K - რეზერვების კოეფიციენტი.

B – ბლოკის მარაგების საშუალო რაოდენობაა.

მზა მარაგების ნორმატივი (B_1) გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით.

$$B_1 = \frac{Q_0}{A} = \frac{\alpha \cdot K N_0 E}{A},$$

სადაც A – თვიური მოპოვება.

$$A = v \cdot N_0,$$

სადაც v – ბლოკის მწარმოებლურობა.

$$v = \frac{E}{T_0},$$

სადაც T_0 – ბლოკის გამომუშავების დროა.

აქედან

$$B_0 = \frac{\alpha \cdot K \cdot N_0 E}{E N_0}, T_0 = \alpha \cdot K \cdot T_0,$$

სადაც α კოეფიციენტი განისაზღვრება თანამიმდევრული ბლოკების ჩართვით წმენდით სამუშაოებში. ის ფარდობით გამომეტყველებაში იცვლება 1-დან, როდესაც ერთი ბლოკი გამომუშავდება, მაშინ 0-ის ტოლი ხდება და მუშაობაში ჩაერთვლება ახალი ბლოკი, რომლის მარაგები 1-ის ტოლია. აქედან გამომდინარე, საშუალოდ მზა მარაგების რაოდენობა უდრის ბლოკის მარაგების ნახევარს.

K -კოეფიციენტზე მოქმედებს სხვადასხვა ფაქტორები, როგორც სამთო-გეოლოგიური, ისევე სამთო-ტექნიკური პირობები.

მომზადებული მარაგები Q_n ტოლია მზა მარაგების და გარკვეული მომზადებული მარაგების ჯამისა, რომელიც იმყოფება დაჭრით სტადიაში, მასასადამე, მისი ნორმატივები ტოლი იქნება.

$$B_2 = \frac{Q_0 + Q_H}{A}$$

$$Q_0 = E \cdot N_H N = \frac{N_0}{T_0} T_H,$$

სადაც T_H – არის დაჭრითი სამუშაოების ხანგრძლივობა წმენდითი სამუშაოების დაწყებამდე ბლოკში,

$$\text{მაშინ } Q_H = \frac{N_0}{T_0} T_H E,$$

$$\text{როდესაც } A = \frac{E}{T_0} N_0$$

$$\text{მაშინ } \frac{Q_n}{A} = \frac{N_0 T_H E T_0}{E N_0 T_0} = T_H$$

$$\text{და საბოლოოდ } B_2 = \alpha + T_0 + T_H$$

ორივე ნორმატივი მიეკუთვნება დამუშავების ერთ სისტემას.

ნაწილი II. მარაგების მართვა სამთო საწარმოში

16. მადნეული საბადოების რაციონალური გამოყენების

პრინციპები და მეთოდური დებულებები

16.1. საერთოდებულებები

მარაგების რაციონალური გამოყენების ამოცანა, ანუ საბადოების დამუშავების ეფექტიანობა მოითხოვს მთელი რიგი პრობლემების გადაწყვეტას, ისეთს, როგორიცაა: სამთო საწარმოს მწარმოებლურობისა და კონდიციების დასაბუთება, დანაკარგებისა და გადარიბების ნორმატიული მაჩვენებლების დადგენა, საბადოების ეკონომიკური შეფასება, საბალანსო მარაგების დამუშავების რიგითობა და ა.შ.

ერთიანი მიზნებიდან გამომდინარე, ცალკეული ამოცანების გადაწყვეტისას, დასმული საკითხების გათვალისწინებით წარმოქმნილი პრობლემების გადაწყვეტა უნდა ხორციელდებოდეს ერთობლივად. მაგრამ, მათი გადაწყვეტის დროს გვხვდება მთელი რიგი სიძნელეებისა, რის გამოც, მათი განსაზღვრა ხდება ეტაპობრივად, გარკვეული თანამიმდევრობით, დროდადრო საწყის მონაცემებთან დაბრუნებით მათ მნიშვნელობებში კორექტივების შეტანისათვის.

ასეთი მიდგომა უმთავრესად სამთო-ეკონომიკური პრობლემების გადაწყვეტას ახასიათებს.

კერძოდ, სამთო საწარმოების დაგეგმარების დროს, პირველ რიგში, შეირჩევა საბადოს დამუშავების ტექნოლოგია და მხოლოდ მას შემდეგ, როცა მკაფიო გახდება, თუ როგორ განხორციელდება მოპოვებითი სამუშაოები, იღებენ გადაწყვეტილებას საწარმოს სიმძლავრის დასაბუთების შესახებ.

სამთო საწარმოთა პროექტირების დროს, პირველ რიგში ირჩევენ საბადოს დამუშავების ტექნოლოგიას. მხოლოდ იმის შემდეგ, როდესაც ამ საკითხის გადაწყვეტის გზები მკაფიოდ იქნება წარმოდგენილი, იწყებენ სამთო საწარმოს მწარმოებლურობის განსაზღვრას.

სამთო საწარმოს სამთო შესაძლებლობების მიხედვით, სიმძლავრის დადგენის მეთოდები იყოფა სამ ჯგუფად: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება მეთოდები, რომელიც ექსპლუატაციის კოეფიციენტის გამოყენებას ეყრდნობა:

$$A = \eta \cdot S ,$$

სადაც η - ექსპლუატაციის კოეფიციენტი, ტ/მ²;

S - მადნის ტანის ფართობი, მ².

მწარმოებლურობის დადგენის მეთოდის მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ის მეთოდები, რომლებიც ეფუძნებიან საბადოს მომზადების პარამეტრებს.

მესამე ჯგუფს საანგარიშო მეთოდი უდევს საფუძვლად, რომლის გამოყენების დროსაც იანგარიშება საწმენდი სანგრევების ჯამური სიგრძე და ბალანსური მარაგების ჩაქრობის სიჩქარე.

პირველი ჯგუფის მეთოდები გამოიყენება ციცაბო ფენების დამუშავების დროს, მესამე - დამრეცი ფენებისათვის, ხოლო მეორე, როგორც წესი კონტროლის მიზნით.

საბადოს შეფასებისა და სამთო საწარმოს დაგეგმარება სრულდება დაახლოებით შემდეგი თანამიმდევრობით. პირველ რიგში, მიახლოებით დგინდება (ინიშნება) კონდიციების პარამეტრები და ადგენენ საბადოს ზომებს. შემდეგ შეირჩევა დამუშავებისა და გადამუშავების მეთოდი და საზღვრავენ მათ პარამეტრებს.

შემდეგ სრულდება საწარმოს წლიური სიმძლავრის გაანგარიშება სამთო შესაძლებლობების გათვალისწინებით და მიიღება გადაწყვეტილება ბუდობის გახსნისა და მომზადების შესახებ. განისაზღვრება მშენებლობის საორიენტაციო ფასი, დრო და კაპიტალდაზანდების სიდიდე. წლიური მწარმოებლურობის გათვალისწინებით ისაზღვრება საექსპლუატაციო ხარჯები.

შემდეგ უბრუნდებიან კონდიციების პარამეტრების განსაზღვრას და ახალი მონაცემებისა და დაზუსტებული პარამეტრების საფუძველზე ანგარიშობენ საექსპლუატაციო და კაპიტალურ ხარჯებს, რომელთა ფორმირება ხდება შერჩეული ბუდობის გახსნის, მომზადების, დამუშავებისა და გამდიდრების გათვალისწინებით და დიდ წილად დამოკიდებულია ყოველწლიურად წარმოებული პროდუქციის მოცულობაზე.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ოპტიმალური პარამეტრების ანგარიშის თანამიმდევრობა, რომელიც გამოყენებულია რთული მადნეული საბადოს დამუშავების პარამეტრების კომპლექსური ოპტიმიზაციისათვის:

1. საბადოს დახასიათება და საერთო ცნობები მისი ადგილმდებარეობის შესახებ;
2. საბადოს სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობები;

3. საბადოს სასარგებლო წიაღისეულის დახასიათება და მარაგების ანგარიში. მარაგების კონდიციების პარამეტრებზე დამოკიდებულების განსაზღვრა;
4. საწარმოს სამთო შესაძლებლობების მიხედვით, წლიური მწარმოებლურობის ანგარიში;
5. მადნის გადამუშავების ხერხის შერჩევა;
6. მინიმალური ხარჯების დადგენა შესაბამისი საწარმოს მწარმოებლურობის მიხედვით–სასარგებლო წიაღისეულის მინიმალური სამრეწველო შემცველობის წინასწარი განსაზღვრა;
7. დამუშავების მეთოდისა და საბადოს გახსნის სქემის შერჩევა;
8. სამთო საწარმოს წლიური მწარმოებლურობის ოპტიმიზირება და კონდიციების პარამეტრების კორექტირება. კონდიციების პარამეტრების ხელახალი მნიშვნელობის განსაზღვრის შემდეგ მწარმოებლურობის ხელმეორედ განსაზღვრა.

მაღაროს მთავარი ეკონომიკური და ტექნიკური პარამეტრები ურთირთადამოკიდებულია და ამიტომ, რომელიმე მნიშვნელობის შეცვლას თან მოსდევს სხვებისათვის ახალი მნიშვნელობების შეძენა.

საბადოს დამუშავების ეფექტურობის გადაწყვეტის ასეთი გზა ძალიან შრომატევადია და ამიტომ პრაქტიკულად უფრო გამარტივებულ მეთოდს მიმართავენ, მაგალითად, კონდიციების ანგარიშის დროს ირჩევენ მაღაროს პარამეტრების რამდენიმე ფიქსირებულ მნიშვნელობებს და შემდეგ, მათ შესაბამისად, ანგარიშობენ ბალანსურ მარაგებს და შერჩეული ვარიანტების ტექნიკურ- ეკონომიკურ მაჩვენებლებს ერთმანეთს ადარებენ.

მაღაროს პარამეტრების ანგარიშისადმი სხვადასხვა მიდგომას იყენებენ საბადოს დამუშავების, პროექტირებისა და ექსპლუატაციის დროს. ამის ძირითადი მიზეზია, ამოცანის გადაწყვეტისათვის სხვადასხვა კრიტერიუმის გამოყენება.

სწორი გადაწყვეტილების მიღების საშუალებას არ იძლეოდა ის გარემოება, რომ მკვლევარებს უხდებოდათ დასაბუთებული პასუხის მისაღებად კომპრომისების მეთოდის გამოყენება, რადგანაც საძიებო პარამეტრები ხანდახან ურთიერთ-საწინააღმდეგო გავლენას ახდენდნენ წარმოების ეკონომიკაზე.

ყველა ეტაპზე ოპტიმალური პარამეტრების დადგენას მისთვის დამახასიათებელი თავისებურებები ახასიათებს, რომლებიც განპირობებულია ვარიანტების შერჩევის თავისუფლების ხარისხითა და ძიების სხვადასხვა მასშტაბით.

ფართო ძიება ხორციელდება საბადოს ეკონომიკური შეფასებისა და დაპროექტების სტადიაზე, როდესაც დგინდება ყველა მთავარი პარამეტრები. შემდგომში, საბადოს ექსპლუატაციის დროს, დასმული ამოცანების გადაწყვეტა ხორციელდება სულ უფრო ვიწრო ფარგლებში იმ შეზღუდვების გათვალისწინებით, რომელსაც ადრე მიღებული გადაწყვეტილებები იწვევს. ამიტომ, საწყის ეტაპზე დაშვებული შეცდომების სრულად გამოსწორება შეუძლებელი ხდება.

სამთო საქმეში ოპტიმიზაციის მეთოდების უმრავლესობას საფუძვლად უდევს ფუნქციის მინიმუმის (მაქსიმუმის) მოძებნა. ამასთან, თვლიან, რომ პირობითად საოპტიმიზაციო პარამეტრები დამოკიდებული არის ხარჯებზე. მათ შორის გამოყოფენ ხარჯების სამ სახეობას, რომლებიც იზრდება, მცირდება და რჩება უცვლელი.

პარამეტრების მოძებნის ეს მეთოდი გამოიყენება ძირითადად იმ შემთხვევაში, როდესაც ეკონომიკურ კრიტერიუმად მიღებულია თვითღირებულება (ხარჯების მინიმიზება) ან მოგება (მოგების მაქსიმიზება). მაგალითად, ამოსაღები ველების, სართულების, პანელების, მწარმოებლურობისა და ა.შ. პარამეტრების მოსაძებნად.

ძირითადი პარამეტრების დასადგენად (კონდიციების, მარაგების) ფუნქციის ექსტრემუმის დადგენის, მეთოდი იშვიათად გამოიყენება.

წიაღის რაციონალური გამოყენების საკითხები გულისხმობს როგორც მარაგების სრულ მოპოვებას, ასევე რესურსების მაქსიმალურ გაზრდას ღარიბი ბალანსგარეშე მადნების მოპოვებაში ჩართვის გზით. ასეთი გადაწყვეტილება კარგ ეფექტს იძლევა მწარმოებლურობის ან მაღაროს არსებობის ვადის გაზრდის შემთხვევაში. მადნის ხარისხისადმი მოთხოვნის შემცირება იწვევს მარაგების ზრდას, რის შედეგადაც იზრდება ამოსაღები ფენის სისქე, ან მაღაროს ველის ზომები. ეს გარემოება იწვევს მწარმოებლურობის ან საწარმოს არსებობის ვადის ცვალებადობის აუცილებლობას. იმ შემთხვევაში, თუ ღარიბი მადნების მოპოვებაში ჩართვა არ არის გამოწვეული სასარგებლო წიაღისეულზე ფასების გაზრდით, მათი სელექციური მოპოვება არარენტაბელური იქნება, ხოლო საწარმოს არსებობის ვადის გაზრდა შესაძენი ეკონომიკური ეფექტის მომტანი საერთოდ არ არის. ამიტომ, ღარიბი მადნების მოპოვება

მიზანშეწონილია მხოლოდ მდიდარ მადნებთან ერთად. ეკონომიკური ეფექტურობის მისაღწევად ამ დროს საჭიროა მაღაროს მწარმოებლურობის გაზრდა, ხოლო შექმნილი ზარალის დასაფარავად, დამატებითი პროდუქციის გამოშვება.

თუ ბალანსური მარაგების მატება განპირობებულია მაღაროს ველის ფართობის ზრდით, მაშინ ხარჯები მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე იზრდება. იცვლება სამთო სამუშაოების განვითარების სტრატეგია და მარაგების ხარისხი.

იმ შემთხვევაში, როცა ბალანსური მარაგების მატება გამოწვეულია ამოსაღები ფენის სისქის მატების ხარჯზე, მაშინ ფენის სისქის გაზრდა (გარკვეულ ზღვრამდე) იწვევს საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას. შემდგომში ბუდობის სისქის ზრდასთან ერთად, მატულობს საექსპლუატაციო ხარჯებიც.

ე.ი. თუ მადნის ხარისხის და როგორც შედეგი, გამდიდრების პარამეტრების გაუარესება კომპენსირდება საერთო მოგების ზრდით დამატებით გამოშვებული პროდუქციის საშუალებით, მაშინ ბალანსგარეშე მადნების მოპოვება ეკონომიკურად გამართლებულია.

თუ მაღაროს მწარმოებლურობის ცვალებადობა განპირობებულია ბალანსური მარაგების რაოდენობით, რომელიც დამოკიდებულია ბუდობის სისქეზე, მარაგების მოპოვების ხარისხზე და სისრულეზე. პრაქტიკულად ხარჯების კლასიფიკაცია და ოპტიმალობის კრიტერიუმი გვაძლევს საშუალებას, შემუშავებული მეთოდიკა ერთიან საფუძველს ეყრდნობოდეს, მაშინ პირობითად გაწეული ხარჯები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- მუდმივი ხარჯები (კაპიტალური დაბანდების დასაფარავი საამორტიზაციო ანარიცხები, კაპიტალური და მოსამზადებელი გვირაბების შენარჩუნებაზე გაწეული ხარჯები და სხვა);
- ცვალებადი ხარჯები (მადნის მონგრევაზე, წმენდითი სანგრევეების გამაგრებაზე და სხვა);
- მოპოვების პროპორციული ხარჯები (მადნის ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე და სხვა).

იმ შემთხვევაში, როდესაც მარაგების მატება გარე კონტურში განლაგებული ფართობების მოპოვებაში ჩართვით არის განპირობებული, მაშინ ხარჯები შეიძლება დაჯგუფდეს შემდეგნაირად:

- მუდმივი ხარჯები (საამორტიზაციო ანარიცხები მხოლოდ იმ გვირაბებისა და დანადგარების ღირებულების დასაფარავად, რომლის სიდიდე არ იცვლება, საექსპლუატაციო ხარჯები და სხვა);
- ცვალებადი ხარჯები (სატრანსპორტო საშუალებებზე გაწეული ხარჯების ამორტიზაცია, მადნის ტრანსპორტირება და სხვა).

მარაგების ზრდისა და მწარმოებლურობის ფიქსირებული მნიშვნელობის შემთხვევაში, ეკონომიკური ეფექტი საწარმოს არსებობის ვადის გაზრდასთან დაკავშირებით იზრდება. მაგრამ, როგორც სათანადო გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, ეფექტი უმნიშვნელოა თუ მაღაროს ექსპლუატაციაში შეყვანის მომენტი საგრძნობლად არის დაცილებული მარაგების ამოწურვის დროსთან.

ცხადია, რომ საერთოდ საბადოს შეფასება მისი მარაგების გამოყენების მიხედვით იქნება უფრო სრული და სანდო, თუ იგი ამოიხსნება, როგორც ერთიანი, ამოცანა სხვა დანარჩენი პარამეტრების ოპტიმიზაციასთან ერთად.

პრაქტიკულად უფრო გავრცელებულია მარაგების შეფასების მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ფიქსირებულ პარამეტრებზე. ეს გამოწვეულია შემდეგი გარემოებით:

1. მთავარი პარამეტრების დადგენისას, გამოიყენება ერთმანეთისაგან განსხვავებული კრიტერიუმები;
2. სამრეწველო მარაგების გამოყენების მაჩვენებლების ტექნიკურ-ეკონომიკური ოპტიმიზაციისათვის ანალიზური ხერხის გამოყენების შეზღუდულობის გამო;
3. დანახარჯების, მარაგების, მოპოვების მასშტაბითა და კონდიციების პარამეტრებთან მკაფიოდ ჩამოყალიბებული დამოკიდებულების არარსებობით;
4. სასარგებლო წიაღისეულის გამოყენების პარამეტრებს შორის დამოკიდებულების დადგენის სიძნელით.

არსებით მნიშვნელობას იძენს საბადოს მარაგების გამოყენების საკითხის გადაწყვეტისას სხვადასხვა ხარისხის ბალანსური მარაგების მოპოვების რიგითობაც.

სელექციური, პირველ რიგში მხოლოდ მდიდარი მადნების მოპოვება იძლევა მნიშვნელოვან მოგებას, რაც არა მარტო ინვესტიციების სწრაფ დაბრუნებას უზრუნველყოფს, არამედ პასუხობს მადნის თანამედროვე ღირებულების მაქსიმიზაციის პრინციპებს, რომელიც გამოითვლება დროის ფაქტორის გათვალისწინებით.

ამ გეგმით მუშაობის დროს იგულისხმება, რომ მოპოვებისათვის გამოსადეგი მარაგების გარკვეული ნაწილი რჩება წიაღში იმ პირობით, რომ მათი მოპოვება მოხდება მოგვიანებით. ასეთი მიდგომა სწორია, როდესაც მაღაროს მწარმოებლურობა ბევრად უფრო, მცირეა მადნის საერთო მარაგებთან შედარებით. ე.ი. მოპოვების სიმცირე გამოწვეულია არა ეკონომიკური, არამედ სხვა მოსაზრებით, მაგ. მოთხოვნილების სიმცირით. მაგრამ, ამ შემთხვევაში, ლოგიკურია კონდიციების პარამეტრების მნიშვნელობის ზრდაც, კერძოდ, სასარგებლო წიაღისეულის ზღვრული (ბორტული) მნიშვნელობისა და შედარებით ღარიბი მადნების ბალანსგარეშე მარაგების რიცხვში გადაყვანა. ამ შემთხვევაში სელექციური მოპოვების საკითხიც იხსნება. მაგრამ, მოპოვების მასშტაბების მკვეთრი ზრდის დროს, შერჩევითი მოპოვების უპირატესობა აღარ არსებობს. ღარიბი მადნების მდიდარ მადნებთან ერთად მოპოვების ეკონომიკური ეფექტი განპირობებულია მაღაროს მაღალი მწარმოებლურობით, რადგანაც ბალანსური მარაგების სწრაფი ჩაქრობა ზრდის საბადოს თანამედროვე ღირებულებას.

ამავე დროს, სწრაფი გამომუშავება ზრდის რისკის ფაქტორს, რომელიც სხვა დარგებთან შედარებით საგრძნობლად უფრო მაღალია სამთო მრეწველობაში.

არსებობს რისკის შემდეგი სახეობები:

1. გეოლოგიური რისკი უკავშირდება დაზვერილი მარაგების რაოდენობისა და ხარისხის დადასტურებას;
2. ტექნოლოგიური რისკი დამოკიდებულია მარაგების მოპოვების სისრულის, ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსაზღვრას სწორ პასუხებზე, საწარმოს მართვის ეფექტურობაზე და სხვა.
3. ეკონომიკური რისკი დაკავშირებულია წარმოებული პროდუქციის გასაღების ბაზრის მოძებნაზე, მის ფასზე და სხვა;
4. სოციალურ-პოლიტიკური რისკი, რომელიც უკავშირდება დისკრიმინაციული გადასახადების დაწესებას, რეგიონალური კონფლიქტების შესაძლებლობას.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, სამთო საწარმოების ფუნქციონირების მიზანშეწონილობის დადგენა რისკის გაუთვალისწინებლად, რომლის მიხედვითაც ფორმირდება მადნის მოპოვებისა და გადამუშავების მაჩვენებლები, არასწორ დასკვნამდე მიგვიყვანდა.

16.2. მიწისქვეშა დამუშავებისას საწარმოო სიმძლავრის დადგენა მაღაროს მარაგების რაციონალური გამოყენების თვალსაზრისით

სამთო საწარმოს (შახტის, მაღაროს) პარამეტრები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება მთავარი პარამეტრები: მაღაროს მწარმოებლურობა, კონდიციები, საბადოს მარაგები, დამუშავებისა და გადამუშავების ტექნოლოგია, არსებობის ვადა, გახსნის სქემა. მეორე ჯგუფის პარამეტრებია: წმენდითი სანგრევების სიგრძე და წინსვლა, ამოსაღები ბლოკის ზომები და სხვა.

სამთო საწარმოს პარამეტრების განსაზღვრა უნდა ხორციელდებოდეს ერთდროულად, ყველა ერთმანეთზე დამოკიდებული მთავარი პარამეტრების დადგენით.

მთავარი პარამეტრებიდან გამოსაყოფია სამთო საწარმოს მწარმოებლურობა, რადგანაც ძირითადად სხვა პირობებთან ერთად, მასზე არის დამოკიდებული მოპოვების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

მადნეული საბადოს შეფასებისას, სამთო საწარმოს პროექტირებისა და ექსპლუატაციის სტადიაზე, მაღაროს მწარმოებლურობა განიხილება ორ ასპექტში – სამთო შესაძლებლობებისა და ოპტიმალური (ეკონომიკურად მაქსიმალურად მიზანშეწონილი) პირობების გათვალისწინებით.

მაღაროს სამთო შესაძლებლობების ქვეშ იგულისხმება მაქსიმალურად მიღწევადი წლიური მოპოვება საშახტო ველში შესაბამისი ტექნიკისა და ტექნოლოგიის გამოყენების შემთხვევაში.

საწარმოო სიმძლავრის დადგენა სამთო შესაძლებლობების მიხედვით წარმოადგენს წინაპირობას და საფუძველს ტექნიკურ-ეკონომიკური ანგარიშისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს სამთო საწარმოს ეკონომიკურად გამართულ ფუნქციონირებას.

მაგალითად, ლავებითდამუშავების დროს, სამთო შესაძლებლობების მიხედვით წლიურიმწარმოებლურობა A განისაზღვრებაფორმულით

$$A = \ell_0 \cdot \ell \cdot h \cdot \gamma \cdot K_H \cdot \left(\frac{L}{\ell_0} - 1 \right) \cdot n ,$$

სადაც ℓ_0 არის ამოსაღები ბლოკის სიგანე, მ; ℓ –სანგრევის დღედამური წინწაწევა, მ;

h –მანგანუმის ფენის სისქე, მ; γ –მანგანუმის მადნის მოცულობითი წონა, ტ/მ³;

K_H –მადნის ამოღების კოეფიციენტი; L –პანელისსიგრძე, მ; n –სამუშაო დღეთა რაოდენობა წელიწადში, დღე (ცხრილი1).

ცხრილი1

მადაროს წლიური მწარმოებლურობის ანგარიში ლავების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში

დამუშავები სმეთოდის დასახელება	ℓ_0 , მ	ℓ , მ	L , მ	h , მ	γ , ტ/მ³	K_H	n , დღე	A , წლიურიმწარმოე ბლურობა, ტ
ლავები	52	1.2	260	2.8	2.2	0.9	365	505081

სპირაჯოებით დამუშავების დროს, წლიური მწარმოებლურობა სამთო შესაძლებლობების მიხედვით A განისაზღვრება ფორმულით

$$A = \ell_0 \cdot \frac{q \cdot \ell_1}{L_1} \cdot h \cdot \gamma \cdot K_H \cdot \left(\frac{L}{\ell_0} - 1 \right) \cdot n ,$$

სადაც q –სპირაჯოს სიგანე, მ; ℓ_1 –სპირაჯოს დღედამური წინწაწევა, მ;

L_1 –სპირაჯოს სიგრძე, მ.(ცხრილი2).

ცხრილი2

მადაროს წლიური მწარმოებლურობის ანგარიში სპირაჯოების მეთოდის გამოყენებით

დამუშავების მეთოდისდას ახელება	ℓ_0 , მ	q , მ	ℓ_1 , მ	L_1 , მ	L , მ	h , მ	γ , ტ/მ³	K_H	n , დღე	A , წლიურიმწა რმოებლ.ტ
სპირაჯოები	52	4	2.1	15	260	2.8	2.2	0.85	365	222610

ლავების მეთოდით დამუშავების, დროს მაღაროს მწარმოებლურობა შესაძლოა აღწევდეს 0.5 მლნტწელიწადში, ხოლო სპირაჯოების მეთოდის მადნის მოპოვების შემთხვევაში - 230 ათას ტ.

საწარმოს წლიური მაქსიმალური სიმძლავრის ანგარიშის შემდეგ, სამთო შესაძლებლობების მიხედვით საზღვრავენ მის ოპტიმალურ სიდიდეს.

განტოლება, რომლის საშუალებითაც იანგარიშებოდა სამთო საწარმოს მწარმოებლურობა, შემდეგი სახისა:

$$C = C_1 \cdot A + \frac{C_2}{A} + C_3 ,$$

სადაც C_1, C_2, C_3 – მუდმივი კოეფიციენტებია, რომლებიც არის ან არ არის დამოკიდებული მწარმოებლურობაზე;

A – საწარმოს წლიური მწარმოებლურობა, ტ .

საბადოს მოპოვებაზე გაწეული ხარჯები პირობითად შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- მუდმივი ხარჯები, კაპიტალდაბანდებები, საამორტიზაციო ანარიცხები, კაპიტალური და მოსამზადებელი გვირაბების შენარჩუნებაზე გაწეული ხარჯები;
- ცვალებადი ხარჯები (მადნის მონგრევაზე, სანგრევის გამაგრებაზე და სხვა);
- მოპოვების პროპორციული ხარჯები (მადნის ტრანსპორტირებაზე, გამდიდრებაზე და სხვა).

მაღაროს ოპტიმალური საწარმოო სიმძლავრის (ხარჯების მინიმიზაციის დროს) მნიშვნელობა იქნება:

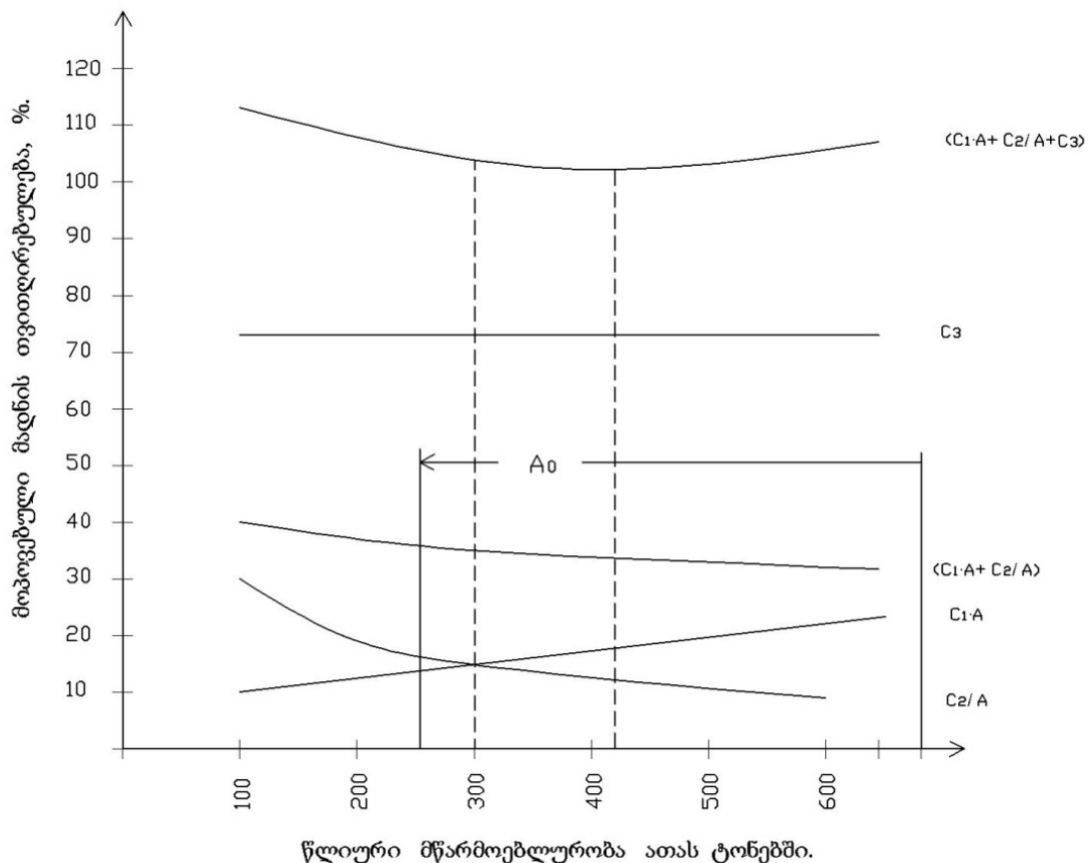
$$A = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}},$$

მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ხარჯები სამად არის დაჯგუფებული. მწარმოებლურობის ზრდასთან ერთად, პირველი - იზრდება, მეორე – მცირდება, ხოლო მესამე ჯგუფის ხარჯები არ იცვლება (ნახაზი 1).

ამ მეთოდს მეტად მნიშვნელოვანი უარყოფითი თვისებები ახასიათებს: არ არის გათვალისწინებული ბალანსური მარაგების ხარისხი, მოცულობა დასაბადოს გამომუშავების დრო. არ არის გათვალისწინებული პროდუქციის გასაღების

შესაძლებლობა, რაც პირველ რიგში განაპირობებს სამთო საწარმოს მწარმოებლურობას. მეთოდი იძლევა ოპტიმალური მნიშვნელობის ფართო დიაპაზონს $-0.7-$ დან $1.4-$ მდე, რაც ეკონომიკური თვალსაზრისით, პრაქტიკულად იდენტურია.

თუ მაღაროს მწარმოებლურობის დასადგენად გამოვიყენებთ ეკონომიკურ კრიტერიუმს – მოგებას, რომელიც მიიღება საბადოს დამუშავების მთელი არსებობის პერიოდის დროს, ფუნქციის მაქსიმიზაციის საშუალებით, მივიღებთ მის ოპტიმალურ მნიშვნელობებს (ნახაზი 42).



ნახ. 42. მაღაროს მწარმოებლურობის ოპტიმალური მნიშვნელობა ხარჯების მინიმიზაციის შემთხვევაში.

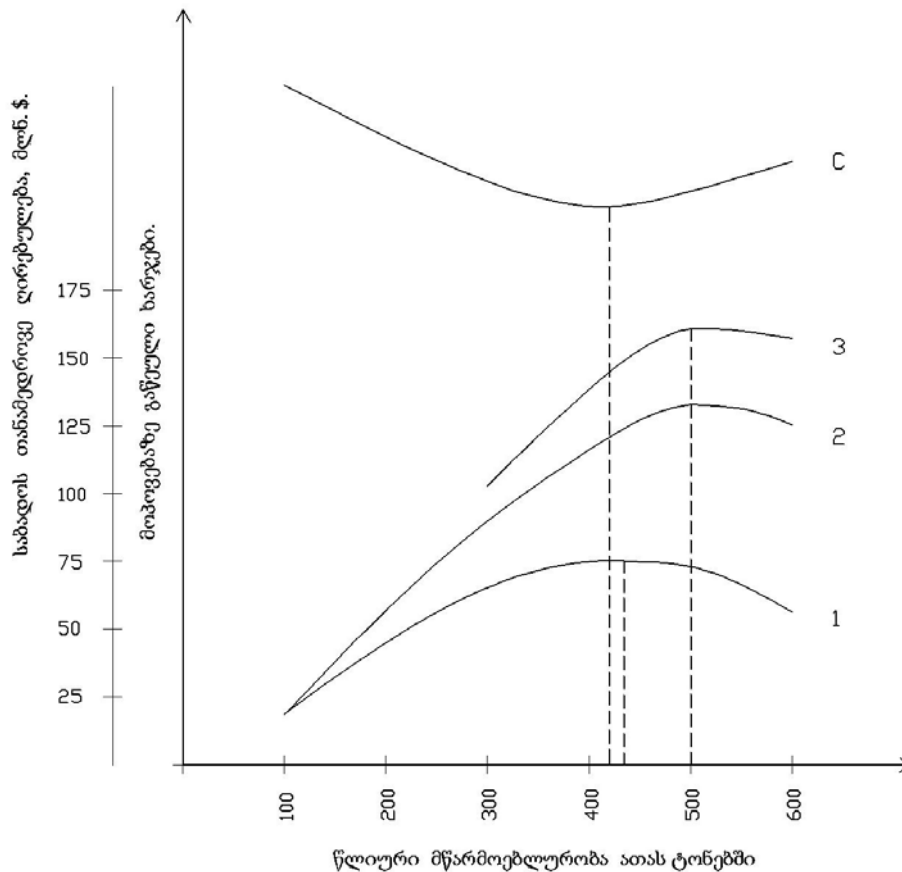
$$A_0 = 420 \text{ ათასი ტ.}$$

საბადოს თანამედროვე ღირებულება (NPV) (net present value) განისაზღვრება ფორმულით:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{E}{(1+i)^t},$$

სადაც E არის წლიური მოგება, \$; i - დისკონტირების სანდოპროცენტი, % ; t - საბადოს არსებობის ვადა, წ.

ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გათვლები მაღაროს მწარმოებლურობის ოპტიმალური მნიშვნელობის დასადგენად მიზანშეწონილია, თუ მის ზრდასთან ერთად, მცირდება საბოლოო პროდუქციის მისაღებად გაწეული ხარჯები (ნახაზი 43).



ნახ.43. მაღაროს მწარმოებლურობის ოპტიმალური

მნიშვნელობა მოგების მაქსიმიზაციის შემთხვევაში

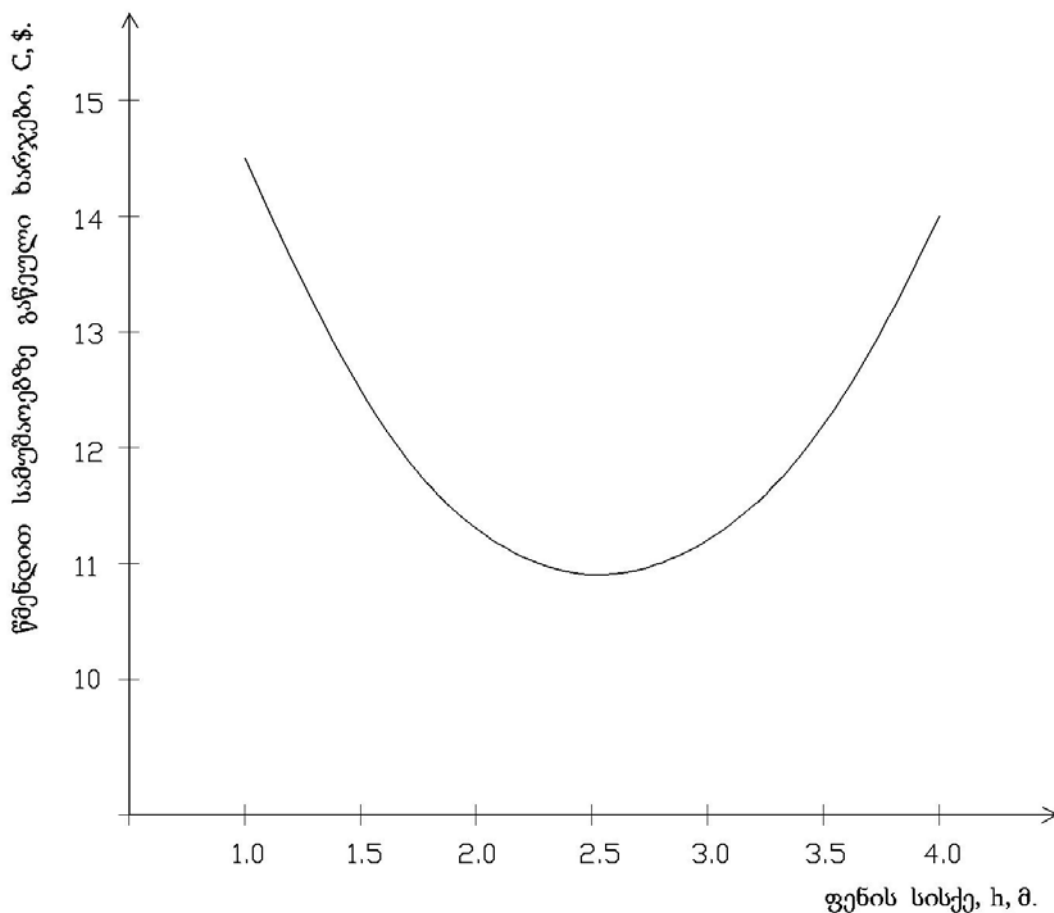
მარაგები: 1. $Q = 5.0$ მლნ. ტ; 2. $Q = 10.0$ მლნ. ტ; 3. $Q = 20.0$ მლნ. ტ.

საბადოს რაციონალური დამუშავების ერთ-ერთ პირობას წარმოადგენს შედარებით ღარიბი მადნების ჩართვა მოპოვებაში, რაც მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც მკვეთრად იზრდება მაღაროს მწარმოებლურობა. ე.ი. მარაგების ღირებულების შემცირების კომპენსირება ხდება მოგების ზრდის ან თვითღირებულების შემცირების ხარჯზე.

მაგ. როგორც ცნობილია, წმენდით სამუშაოებზე გაწეული ხარჯები დამოკიდებულია დასამუშავებელი, ფენის სისქეზე (ნახაზი 44).

$$C = 20.73 - 7.72 \cdot h + 1.51 \cdot h^2,$$

სადაც h – ფენის სისქეა, მ.



ნახ. 44. წმენდით სამუშაოებზე გაწეული ხარჯების დამოკიდებულება ფენის სისქის ცვალებადობაზე

მიღებული გამოსახულების ანალიზის შედეგად, მინიმალური თვითღირებულება შეესაბამება ფენას, რომლის სიდიდეც 2.5– 3.0მ– ს უდრის.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ მწარმოებლურობის გაზრდა შესაძლებელია, როგორც ფენის სისქის ზრდით, ანუ დაბალი შემცველობის მადნისა და ასევე მოპოვებაში ახალი ფართობების ჩართვის შედეგად, უნდა ვივარაუდოთ, რომ პირველ შემთხვევაში გაიზრდება მაღაროს მწარმოებლურობა, ხოლო მეორეში-მისი არსებობის ვადა.

ბოლო წლებში შემუშავებული ტექნოლოგიური დაგეგმარების ნორმების მიხედვით, სამთო საწარმოს მწარმოებლურობის ოპტიმალური მნიშვნელობა აღარიანგარიშებოდა და მიიღებოდა სამთო შესაძლებლობების მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით.

მაღაროს მწარმოებლურობის ოპტიმიზაციის სირთულის გამო, ბოლო წლებში განვითარდა აზრი, საბადოს დამუშავების არსებობის ვადის დადგენისა და შემდგომ მიღებული შედეგის მიხედვით, ისაზღვრება მაღაროს მწარმოებლურობა.

მაღაროს არსებობის ვადა, წელი,	წლიური მწარმოებლურობა, მლნ. ტ.
10–15	1– 2 – მდე
15– 20	2– დან– 5– მდე
20– 25	5– დან – 10 – მდე
30	10– ზე ზევით.

რიგი ავტორებისა თვლის, რომ სინამდვილეში მწარმოებლურობა ისაზღვრება გაცილებით მეტი ფაქტორებით და ხშირად საბადოს დამუშავება მრავალ ათწლეულს გრძელდებოდა ინვესტიციების უქონლობის გამო და არა იმიტომ, რომ არ იყო მოთხოვნა წარმოებულ პროდუქციაზე.

ხშირად მაღაროს არსებობის ვადა განისაზღვრებოდა ბალანსური მარაგების მიხედვით

ბალანსური მარაგები, მლნ.ტ.	არსებობის ვადა, წელი
10– მდე	10– 25
10– დან– 50 – მდე	15– 40
50 და ზევით	30– 60

მინიმალური ვადები მიღებულია ხელსაყრელი სამთო– ტექნიკური, ხოლო მაქსიმალური – რთული პირობებისათვის.

სამთო საწარმოს მწარმოებლურობის განსაზღვრა ხორციელდება განსხვავებულად დასაპროექტებელ და ექსპლუატაციაში მყოფი ობიექტებისათვის.

დასაპროექტებელი საწარმოსათვის საკითხის გადაწყვეტა მეტად რთულ ამოცანას წარმოადგენს, რომელიც მოითხოვს ყოველმხრივ ეკონომიკურ ანალიზსა და დამუშავების მეთოდების გამოყენების დასაბუთებას.

არის შემთხვევები, როდესაც ოპტიმიზაცია საერთოდ ყოველგვარ აზრს არის მოკლებული:

- როდესაც მოთხოვნა სასარგებლო წიაღისეულზე შეზღუდულია;
- როდესაც თვითღირებულების შემცირება, რომელიც განპირობებულია მწარმოებლურობის ზრდაზე, არ აღემატება 2.0 – 2.5 %.

ხშირ შემთხვევაში, ოპტიმალური მწარმოებლურობა არის არა მხოლოდ ეკონომიკურად ხელსაყრელი, არამედ მიზანშეწონილი ტექნოლოგიური მოსაზრებებით, რომლებიც პასუხობენ სამ სფეროს: სამრეწველოს, სოციალურსა და ეკოლოგიურს.

მოქმედ სამთო საწარმოში, სადაც წლიური მოპოვება განსაზღვრულია გამოყენებული ტექნიკითა და ტექნოლოგიით, მოპოვებითი სამუშაოების სათანადო ორგანიზაციით, ხშირად წარმოიქმნება საწარმოო სიმძლავრის გაზრდის ეკონომიკური დასაბუთების აუცილებლობა ტექნოლოგიისა და შრომის ორგანიზაციის სრულყოფის საშუალებით.

პრაქტიკაში ასეთი ამოცანის გადაწყვეტა ხშირად არის საჭირო, რადგანაც საწარმოო სიმძლავრის გაზრდა ეტაპობრივად, საბადოს სამრეწველო ათვისებასთან ერთად, მისი ახალი მარაგების გამოვლენის დროს მაღალეფექტურია.

მარაგების მატება შეიძლება საექსპლუატაციო კონდიციების ცვლილების საფუძველზე, ან ახალი მადანშემცველი უბნების აღმოჩენის შემთხვევაში, რომელიც კონდიციურ მარაგებს შეიცავს.

პირველ შემთხვევაში, ბალანსური მარაგების ნამატი წარმოიქმნება მანგანუმის მადნის ფენის სისქის გაზრდის ხარჯზე, ან დამუშავებაში ჩაირთვება ადრე არაკონდიციური მადნების შემცველი უბნები. შესაძლებელია ისეთი ვარიანტიც, როდესაც საბალანსო მარაგების მატება ორივე მიმართულებით ხდება.

შედეგად, ან იზრდება საწარმოო სიმძლავრე, ან მისი არსებობის ვადა და საწარმო დამატებით ეკონომიკურ ეფექტს ღებულობს. ამასთან, წლიური მწარმოებლურობის

გაზრდა უფრო საგრძნობი ეკონომიკური ეფექტის მომცემია, ვიდრე საბადოს დამუშავებისათვის სამთო საწარმოს არსებობის ვადის ხანგრძლივობა.

ამასთან, შესაძლებელია საკითხი გადაწყდეს საწარმოს რეკონსტრუქციით ან მის გარეშე. პირველ შემთხვევაში საჭიროა გათვალისწინებული იყოს ხარჯების ცვალებადობა მხოლოდ მოპოვებაზე, ტრანსპორტსა და გამდიდრებაზე, მეორეში მათ ემატება დამატებითი კაპიტალური დაბანდებები.

სამთო საწარმოს ოპტიმალურა მწარმოებლურობა ძირითადად განისაზღვრება პროდუქციის თვითღირებულებით და კაპიტალდაბანდებით.

საექსპლუატაციო დანახარჯების განაწილება, 1ტ მოპოვებულ მადანზე საწარმოო პროცესების მიხედვით, ამორტიზაციის გათვალისწინებით.

	აგოშკოვის	ბენუნის მიხედვით
მოსამზადებელი სამუშაოები	8- 16	18- 20
წმენდითი სამუშაოები	40- 60	50- 55
მიწისქვეშა ტრანსპორტი		
აწევა	5- 10	5- 10
წყალამოღვრა	2- 6	2- 4
ვენტილაცია	1- 3	1- 2
გვირაბების რემონტი და შენახვა	4- 10	5- 10
მალაროს ზედაპირის განათება	1	1
მომსახურება	4- 15	-
საერთო საშახტო ხარჯები	10- 20	18- 20

საწარმოო სიმძლავრის ყოველ 100 ათას ტ გაზრდის შემთხვევაში 1ტ მადნის თვითღირებულება და კაპიტალდაბანდება მცირდება შემდეგ ფარგლებში.

წლიური საწარმოო სიმძლავრე, მლნ. ტ.	თვითღირებულების საშუალო შემცირება, %.	ხვედრითი კაპიტალდაბანდების საშუალო შემცირება, %.
0.5 - 1.0	3.6	1.4
1.0 - 2.0	1.9	0.8
2.0 - 5.0	1.0	0.6
5.0 - 10.0	0.6	0.2

თუ მაღაროს წლიური მოპოვება არ არის დამოკიდებული რეკონსტრუქციის ჩატარების აუცილებლობასთან და დამატებითი კაპიტალდაბანდების გაწევასთან, მაშინ მწარმოებლურობის გაზრდა იძლევა საგრძნობ დადებით ეკონომიკურ ეფექტს, პირობითად მუდმივი ხარჯების შემცირების გამო. ამ ეფექტის სიდიდე შეიძლება მივიღოთ თვითღირებულების 1 – 3% ოდენობით, მწარმოებლურობის ყოველი 10%-ით მატების დროს.

სამთო საწარმოს სიმძლავრე შეიძლება გაიზარდოს, თუ არსებობს მოთხოვნა გამოსაშვებ პროდუქციაზე ან ობიექტური ცვლილებების შემთხვევაში, რომელიც გამოწვეულია სამთო სამუშაოების ჩაღრმავების (ციცაბო და დამრეცი ბუდობებისათვის) ან სამთო სამუშაოების პერიფერიულ უბნებთან მიახლოების შემთხვევაში. ამასთან, გარდაუვალია საწყისი თანაზოზადობის მოშლა ურთიერთდაკავშირებულ რგოლებს შორის, რომელიც იწვევს საწმენდ სამუშაოებზე, ტრანსპორტსა და ვენტილაციაზე გაწეული ხარჯების გაძვირებას, მოპოვებული მადნის ხარისხის გაუარესებასთან ერთად.

მწარმოებლურობის გაზრდა ხელს უწყობს უარყოფითი შედეგების კომპენსირებას, რომელიც გამოწვეულია დამუშავების ახალი პირობების გაუარესებასთან შექმნის მოპოვებაში, შედარებით ღარიბი მადნების ჩართვის შესაძლებლობას.

ამ შემთხვევაში, მაღაროს საწარმოო სიმძლავრის ზრდასთან ერთად, გაიზრდება საბალანსო მარაგები. რაც, თავის მხრივ, გამოიწვევს ბუდობის სიმძლავრის გაზრდას, რის შედეგადაც

- შემცირდება ხვედრითი ხარჯები, რომლის სიდიდე დროში უცვლელია.
- შეიცვლება ხვედრითი ხარჯები საწმენდ სამუშაოებზე.
- დარჩება უცვლელი ხვედრითი ხარჯები გაწეული 1ტ მადნის ტრანსპორტირებაზე და გამდიდრებაზე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საბალანსო მარაგების მატება ახალი ფართების ათვისებით არის გამოწვეული და ამასთან მწარმოებლურობა იზრდება, მაშინ

- მცირდება ხვედრითი ხარჯები, რომლის სიდიდე არ იცვლება დროში;
- იცვლება ხარჯები ტრანსპორტირებაზე;

- უცვლელი რჩება მოპოვებასა და გამდიდრებაზე გაწეული პროპორციული ხარჯები და სხვა.

მაშასადამე, საბოლოო პროდუქციის მიღებაზე გაწეული ხარჯების ფორმირება წარმოებს მათი ცვლილებების ხარჯზე, ზემოთ ჩამოთვლილი პუნქტების მიხედვით.

როგორც ანალიზი გვიჩვენებს, ღარიბი მადნების მოპოვება შესაძლებელი და ეკონომიკურად გამართლებულია, შემდეგი პირობის დაკმაყოფილების შემთხვევაში.

$$\frac{(M_1 - C_1) \cdot N_1}{T} \geq \frac{(M_2 - C_2) \cdot N_2}{T},$$

სადაც M_1 და M_2 – 1 ტ ბალანსური მარაგის ღირებულებაა ღარიბი მადნების მოპოვების დროს და მის გარეშე, ლარი/ტ;

C_1 და C_2 – ჯამური ხარჯებია, რომელიც გაწეულია 1 ტ ბალანსური მარაგების ღარიბი მადნების მოპოვების დროს და მის გარეშე, ლარი.

N_1 – წლიური მოპოვებაა ღარიბ მადნებთან ერთად;

N_2 – წლიური მოპოვებაა ღარიბი მადნების გარეშე;

T – დროის ფაქტორია.

ან

$$N_1 = \frac{M_2 - C_2}{M_1 - C_1} \cdot N_2.$$

მიღებული გამოსახულების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება მივიღოთ მნიშვნელოვანი დასკვნა, მწარმოებლურობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საბადოს ათვისების რენტაბელობაზე.

განსაკუთრებულ მნიშვნელობას მაღაროების მწარმოებლურობა იძენს მცირე-ნმარაგიანი საბადოების დამუშავების დროს. მწარმოებლურობის გაზრდა ღარიბი მადნების მოპოვებაში ჩართვის საშუალებას იძლევა, ამასთან, შემუშავებული მეთოდოლოგია შეიძლება გამოყენებული იყოს, როგორც მაღაროს მწარმოებლურობის, ასევე კონდიციების პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენის დროს, რაც იძლევა ოპტიმიზაციის ერთიანი მიდგომის გამოყენების საშუალებას.

საბადოს მარაგების გამოყენების სისრულე, რომლის ხარისხიც შეიძლება იცვლებოდეს როგორც სისქის, ასევე გავრცელების ფართობის მიხედვით, ბევრ ფაქტორებზე არის

დამოკიდებული: გარე-სასარგებლო წიაღისეულზე მოთხოვნილებასა და ფასზე, შიდა - სამთო-გეოლოგიურ პირობებსა და მადნის ხარისხზე.

ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან რეგულირების საშუალებას იძლევა მხოლოდ მადნის ხარისხი, თუ შესაძლებელია ბუდობიდან ამოვიღოთ მხოლოდ ის ნაწილი, რომელიც საბადოს დამუშავების შედეგად უზრუნველყოფს მაქსიმალურ ჯამურ მოგებას.

თუ ბალანსურ მარაგებსა და მადნის ხარისხს შორის არ არსებობს დამოკიდებულება, მაშინ წარმოიქმნება დიდი მოცულობითი საოპტიმიზაციო სამუშაოების წარმოების აუცილებლობა.

დამატებით საჭირო ხდება საბადოს დამუშავების თანამიმდევრობის განსაზღვრა, ე.ი. პრაქტიკულად დასადგენია საბადოს გამომუშავების ბოლომდე მოპოვების კალენდარული გეგმა, რაც, თავის მხრივ, მაინც არ იძლევა სანდო შედეგების მიღების გარანტიას გრძელვადიანი პროგნოზირების გამო.

ზემოთ მოყვანილი ანალიზის საფუძველზე დაყრდნობით ცხადი ხდება, რომ საბადოს მარაგების რაციონალურად გამოყენების საკითხის გადაწყვეტა შესაძლებელი და მისაღებია მხოლოდ მსხვილი საბადოების დაპროექტების დროს.

ე.ი. პრაქტიკულად ბალანსური მარაგების რაოდენობის განსაზღვრა ხდება გასაშუალებულ მაჩვენებლებზე, რომელიც მიახლოებული ეკონომიკური ანგარიშის საფუძველზე მისაღებია მხოლოდ მსხვილი საბადოების დაპროექტების დროს.

მაგრამ ,მცირე მარაგიანი საბადოებისათვის და ექსპლუატაციაში მყოფი საწარმოებისათვის, საჭიროა დიფერენცირებულად შეფასდეს ცალკეული ამოსაღები ველები. ამასთან, სავსებით მისაღებია საკითხის გადაწყვეტა:

1.ავტონომიურად, მიღებული პარამეტრების მნიშვნელობის გაუთვალისწინებლად.

2.დამუშავების პირობებისა და ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარების საფუძველზე.

მეორე ვარიანტის გამოყენების შემთხვევაში მოთხოვნები მადნის ხარისხის მიმართ შეიძლება შემცირდეს და ბალანსური მარაგების რაოდენობა გაიზარდოს, თუ:

- გაიზარდა ფასები მოპოვებულ სასარგებლო წიაღისეულზე;
- შემცირდა მადნის მოპოვების თვითღირებულება;

- გაიზარდა სამთო საწარმოს მწარმოებლურობა, რომლის შედეგად 1 ტონა მოპოვებულ მადანზე მოგების შემცირება კომპენსირდება დამატებით მიღებული პროდუქციის ხარჯზე.

თუ მარაგების გამოყენება უფრო სრულად ხორციელდება და მას თან სდევს თვითღირებულების შემცირება ან გაზრდა, მაშინ შემოწმდეს კომპენსაციის პირობები.

როგორც უკვე აღინიშნა, ოპტიმიზაციის მიზანია მოიძებნოს შესაძლო ვარიანტების განხილვის შედეგად ეკონომიკური თვალსაზრისით საუკეთესო, ე.ი. დამუშავების ისეთი ვარიანტი, რომელიც საბადოს არსებობის ვადის განმავლობაში მაქსიმალურ ჯამურ მოგებას უზრუნველყოფს.

საოპტიმიზაციო გაანგარიშებების მთელი სირთულე პარამეტრებს შორის არსებული კავშირების გამოვლენა-დადგენაშია. განსაკუთრებით, საბადოს ექსპლუატაციაში შესვლამდე, რადგანაც მეთოდისა საპროგნოზო მაჩვენებლებს ემყარება.

თავისთავად ოპტიმიზაციის მეთოდი სხვადასხვა ვარიანტების ერთმანეთთან შედარებას ნიშნავს, რაც საუკეთესო ვარიანტის შერჩევით მთავრდება. ანალიზური ხერხი ასეთი შედეგის მიღწევის საუკეთესო საშუალებაა. პრაქტიკაში ამ მეთოდის გამოყენება შეზღუდულია. ეს პირველ რიგში, განპირობებულია განსახილველი ფუნქციების წყვეტილობით. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ზოგიერთი პარამეტრების უმნიშვნელო ცვლილებებიც კი, მოპოვების ტექნოლოგიის შეცვლას მოითხოვს, ამიტომ შედარება შესაძლებელია მხოლოდ ორი დამუშავების მეთოდს შორის მოხდეს.

ზემოთ უკვე აღინიშნა, რომ საბადოს დამუშავების ეკონომიკური ეფექტი განისაზღვრება ჯამური მოგებით, რომელსაც მიიღებენ საბადოს დამუშავების მთელი პერიოდის განმავლობაში.

ეს კრიტერიუმი გამოიყენება კონდიციების პარამეტრების დადგენის დროს და ამ პარამეტრების განსაზღვრა სრულდება მაღაროს მწარმოებლურობის გათვალისწინებით, მაშინ ისინიც ოპტიმალური მნიშვნელობისა არიან.

კონდიციების ანგარიში საერთოდ სრულდება გარკვეული თანამიმდევრობით. დასაწყისში განისაზღვრება მთელი რიგი პარამეტრებისა და ბოლოს - კონდიციების პარამეტრები. შემდგომში, საბოლოო შედეგის მიღწევამდე, რამდენჯერმე განიცდის კორექტირებას ყველა პარამეტრის მნიშვნელობები.

ანალიზური მეთოდის გამოყენებას გამორიცხავს აგრეთვე ის, რომ ბალანსური მარაგების სიდიდე ფუნქციონალურად არ არის დამოკიდებული კონდიციების პარამეტრებზე.

ამიტომ, ამ შემთხვევაში, უფრო სწორი იქნება კონდიციების პარამეტრების განსაზღვრა საწყის სტადიაზე ანალოგიით, შემდეგი მისი დაზუსტებით ისე, რომ გაითვალისწინონ მაღაროს მწარმოებლურობა, გაწეული ხარჯები, მადნის ხარისხი, დანაკარგები, სასარგებლო წიაღისეულის გასაყიდი ფასი და სხვა.

შემუშავებული მეთოდის გამოყენება იწყება საბადოს დამუშავების ვადის დაფიქსირებით და შემდგომ, სხვა პარამეტრების განსაზღვრით გრძელდება.

17. საბადოების დამუშავების პროცესში კონდიციების პარამეტრების

ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება

17.1. საერთო დებულებები

ამჟამად, მკაფიოდ გამოიკვეთა მოპოვებაში ღარიბი მადნების ჩართვის ტენდენცია.

არ არის გამონაკლისი არც ის, რომ ჭიათურის მანგანუმის საბადო, სადაც ბოლო 20-25 წლის განმავლობაში მანგანუმის შემცველობა მოპოვებულ მადნებში 25% - დან 18% -მდე შემცირდა.

ამასთან, ეს გარემოება ბალანსურ მარაგებში სასარგებლო კომპონენტის სამრეწველო მნიშვნელობით გამოსაანგარიშებლად მხედველობაში არ მიიღება, რადგანაც სამთო საწარმოები ჯერ კიდევ სარგებლობენ მუდმივი კონდიციებით, რომლებიც დიდი ხანია დამტკიცებულია და ერთი და იგივე მნიშვნელობისაა მთელი საბადოსათვის.

ამის გამო, მუდმივი კონდიციების გამოყენება აღარ პასუხობს წიაღის რაციონალური ათვისების მოთხოვნებს.

ჭიათურის საბადოსათვის შესაძლებელია კონდიციის მთავარი პარამეტრით მინიმალური სამრეწველო შემცველობით შემოვიფარგლოთ, რადგანაც მანგანუმის ფენასა და ფუჭ ქანს ერთმანეთთან გააჩნია მკვეთრი საზღვრები. აქედან გამომდინარე, საჭიროა შემუშავდეს კონდიციების პარამეტრებისა და შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგია.

კონდიციების ორი მნიშვნელოვანი პარამეტრიდან, წამყვანი ბორტული შემცველობაა, ხოლო მინიმალურ სამრეწველო შემცველობას მაკონტროლებელი ფუნქცია გააჩნია, რომელიც უზრუნველყოფს დამუშავების ეკონომიკურ ეფექტურობას.

პრაქტიკაში ბორტულ შემცველობას ანგარიშობენ ნულოვანი მოგების შემთხვევაში, შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\alpha_{\delta} = \frac{C}{M_M \cdot K_u \cdot \varepsilon},$$

სადაც C არის ჯამური ხარჯები, გაწეული 1 ტ მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებაზე და გამდიდრებაზე, ლარი/ტ;

M_M -მეტალის ფასია კონცენტრატში, ლარი;

E -მეტალის ამოკრეფისკოეფიციენტია კონცენტრატში;

K_w -ხარისხისცვალებადობისკოეფიციენტია.

იმის გამო, რომ მოპოვებასა და გამდიდრებასა გაწეული ხარჯები დამოკიდებულია დამუშავების პარამეტრებზე, ამიტომ ამ გამოსახულების გამოყენების არე ძალიან შეზღუდულია და ბორტული შემცველობა განისაზღვრება ვარიანტული მეთოდით. ამასთან, ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა ხორციელდება სხვადასხვა კრიტერიუმების ერთობლიობით, მადნის მარაგების, თვითღირებულებით, მოგებითა და ხვედრითი კაპიტალდაბანდებით.

ზოგჯერ ბორტულ შემცველობას საზღვრავენ კუდებში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის მნიშვნელობის საფუძველზე.

ამ მეთოდის საერთო პრინციპული უარყოფითი თვისებაა ის, რომ ბორტული შემცველობის ცვალებადობა იწვევს ამოსაღები სისქის, მოპოვებაზე გაწეული ხარჯებისა და აგრეთვე, სხვა ამ ფორმულაში შემავალი სიდიდეების მნიშვნელობების შეცვლას.

თავის მხრივ, გავლენას ახდენენ მაღაროს არსებობის ვადაზე, საწარმოს წლიურ მწარმოებლურობაზე, ისინი კი, თავის მხრივ, მოპოვებაზე გაწეულ დანახარჯებსა და კაპიტალდაბანდებაზე. ამიტომ, კონდიციების განსაზღვრის ანალიზურმა მეთოდმა ვერ ჰპოვა ფართო გამოყენება, ხოლო ყველაზე უფრო ხშირად, ანალიზური მეთოდი გამოიყენება სასარგებლო წიაღისეულის მინიმალური სამრეწველო მნიშვნელობის დასადგენად. ვარიანტების მეთოდი არ გამორიცხავს შეცდომას, ვინაიდან ვარიანტები შეირჩევა ისე, რომ არ არის გამორიცხული მისი ოპტიმალური მნიშვნელობის გამოტოვება.

მადნეულის საბადოების კლასიფიკაცია ფენის სისქის მიხედვით შემდეგნაირად დაიყოფა:

ძალიან თხელი ფენები	0.5 -0.8მ;
თხელი ფენები	0.8- 2.0მ
საშუალო სისქის ფენები	2.0- 3.5მ
გადიდებული სისქის ფენები	3.5- 4.5მ

ხარჯების ცვალებადობა, ფენობრივი საბადოების დამუშავებისას, შეიძლება მოხდეს ფენის სისქის მნიშვნელობის გადიდების ან შემცირების შედეგად მიღებული კლასიფიკაციის ერთ ან რამდენიმე ჯგუფს შორის. დანახარჯების ცვალებადობა ფენის სისქის მიმართ, შესაძლებელია გამოსახული იყოს ანალიზურად. ე.ი. შესაძლებელია ანალიზური ხერხი გამოყენებული იყოს კონდიციების განსაზღვრისას. მაგრამ, თუ, ფენის სისქე მოითხოვს დამუშავების სხვა მეთოდზე გადასვლას, მაშინ შესაძლებელია მხოლოდ ვარიანტების მეთოდის გამოყენება.

მომუშავე სამთო საწარმოსა და დამტკიცებული კონდიციების პირობებში, საჭიროა კორექტირება საექსპლუატაციო კონდიციების გამოყენების გზით, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ ძირითად ფენას თან სდევს ბალანსგარეშე მარაგები.

ბალანსგარეშე მადნები შეიძლება განლაგებული იყოს: ფენის ჭერში, იატაკში ან ძირითადი ფენისგან დაშორებით.

როდესაც ბუდობის დამუშავება ხდება ჭერის უშუალო ჩამოქცევით, მაშინ ჭერში განლაგებული ბალანსგარეშე მარაგების შენარჩუნება შემდგომი მოპოვებისათვის შეუძლებელია. დაკარგულად შეიძლება ჩავთვალოთ, ფენის იატაკში დატოვებული მადნებიც, თუ მათი სისქე ნაკლებია მინიმალურად დასაშვები სიმძლავრისა. მხოლოდ ცალკე განლაგებული ბალანსგარეშე მადნები შეიძლება შენარჩუნდეს მომდევნო მოპოვებისაგან.

მუდმივი კონდიციების ანგარიშის დროს აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული მოპოვებული მადნის ხარისხის გასაშუალების შესაძლებლობა და სხვადასხვა ხარისხის მადნებით წარმოდგენილი ამოსაღები უბნების მოპოვების რიგითობა და აქედან გამომდინარე, კაპიტალდაბანდების ოდენობაც. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს სამთო საწარმოს მწარმოებლურობას, რადგანაც მასზე დამოკიდებულია საოპერაციო ხარჯები.

განვსაზღვროთ კონდიციების მთავარი პარამეტრები მაღაროს უცვლელი მწარმოებლურობის დროს, დამუშავების სამთო ტექნიკური პირობებისა და მადნებისადმი მრეწველობის მოთხოვნების გათვალისწინებით.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, საბადოს შემოკონტურებისათვის სრულიად საკმარისია მინიმალური სამრეწველო შემცველობის განსაზღვრა. სხვა პარამეტრებიდან საბადოს დამუშავებისას უნდა გამოიყოს ფენის მინიმალური სამრეწველო სიმძლავრე და შუა შრეებისა და არაკონდიციური მადნების სიმძლავრე და მადნის სამრეწველო ტიპები.

ფენის მინიმალური სისქე ყველა შემთხვევაში განისაზღვრება უსაფრთხო წარმოების წესებით.

ფუჭი ქანის მაქსიმალური სისქის განსაზღვრისა და დასაბუთების დროს, მისი მნიშვნელობა (0.5მ) არ შეიძლება იყოს ფიქსირებული მნიშვნელობის და უნდა განისაზღვროს მხოლოდ სამთო-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, კონდიციების პარამეტრებს განეკუთვნება სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო შემცველობა და ფუჭი ქანისა და არაკონდიციური მადნების მაქსიმალური სისქე, რომელიც ჩართული უნდა იყოს საანგარიშო კონტურში.

უსაფრთხოების წესებით რეგლამენტირებულია დასადუშავებელი ფენის მინიმალური სისქე, ხოლო სამრეწველო მოთხოვნებით - მადნების სამრეწველო ტიპები.

კონდიციების პარამეტრების განსაზღვრისათვის ყველაზე უფრო მისაღებია, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მოგება 1ტ ბალანსურ მარაგებზე, რომელსაც გამოვიყენებთ შემდგომში. იმ შემთხვევაში, როდესაც მარაგები კონდიციების პარამეტრებზე იქნება დამოკიდებული, მაშინ გამოვიყენებთ კრიტერიუმს მოგება 1ტ გეოლოგიურ მარაგებთან. (ბალანსურის პლუს ბალანსგარეშე მადნები), რაც საშუალებას იძლევა შენარჩუნდეს შედარების ერთიანი საფუძველი

$$E = (M - C) \cdot \frac{K_H}{K_u} \cdot K_B ,$$

სადაც E არის წლიური მოგება, ლარი/ტ; M- 1ტ მოპოვებული მადნის ამოსაღები ღირებულება, ლარი/ტ; C-1ტ მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე გაწეული ხარჯები, ლარი/ტ; K_H და K_u - ამოკრეფისა და ხარისხის

ცვალებადობის კოეფიციენტი; K_B - ბალანსური მარაგების ცვალებადობის კოეფიციენტი

$$K_B = \frac{B_1}{B},$$

აქ B_1 - არის განსახილველი ვარიანტის ბალანსური მარაგები, ტ; B - საერთო გეოლოგიური მარაგები, ტ.

საბაზისო ვარიანტად მიღებულია ვარიანტი, რომელიც ეყრდნობა მარაგების გათვლას დამტკიცებული კონდიციების საშუალებით.

17. 2 ბალანსური მარაგების კონტურში შესაყვანი ფუჭი ქანის

მაქსიმალური სისქის განსაზღვრა

ფუჭი ქანის მაქსიმალური სისქის განსაზღვრის მიზანს წარმოადგენს ასეთი უბნების ბალანსურ მარაგებში გადაყვანა, მაშინ, როდესაც ფუჭი ქანის არსებობა არ უზრუნველყოფს საანგარიშო ბლოკში სასარგებლო წიაღისეულის მინიმალურ სამრეწველო შემცველობას. ფუჭი ქანის გატანა ბალანსური მარაგების კონტურის გარეთ შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც არსებობს ტექნიკური შესაძლებლობა და ეკონომიკური მიზანშეწონილობა ასეთ უბნებში გამოიყენონ განცალკევებული მოპოვება.

მადნეულ საბადოზე წიაღისეულის მოსანგრევად ძირითადში გამოიყენება ბურღვა-აფეთქებითი მეთოდი. ამ თვალსაზრისით, ფუჭი ქანის განცალკევებულად მონგრევა, თუ მისი სისქე 0.5მ - ზე ნაკლებია, შეუძლებელია.

მაგალითად, ჭიათურის საბადოზე დაგროვილია გამოცდილება ერთად ჩაწოლილი მადნის სახესხვაობათა განცალკევებითი მოპოვებისა, სანგრევისთვის საფეხურის ფორმის მიცემის გზით. ერთობლივი მოპოვებისგან განსხვავებით, სამთო სამუშაოების ღირებულება 10-15% - ით მჭირდება.

აქედან გამომდინარეობს, რომ სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო მნიშვნელობა ასეთ უბნებში უნდა იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე უბნებში, სადაც ფუჭი შრე არ ართულებს სამუშაოების მიმდინარეობას.

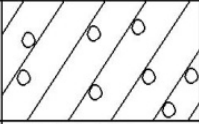
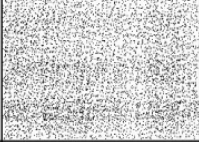
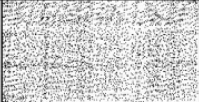
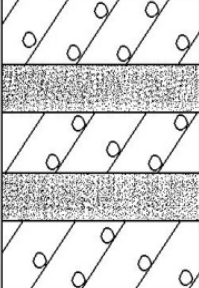
მანგანუმის მადნების სქელი ფენების დამუშავების დროს, ფუჭი ქანის არსებობა პირიქით, გააადვილებს წმენდითი სამუშაოების მიმდინარეობას და საგრძნობლად უსაფრთხოს გახდის ქვედა შრის მოპოვებას. იმ შემთხვევაში, თუ ფუჭი ქანის შრე განლაგებულია ფენის შუა ნაწილში, მაშინ მისი გამოყენება შესაძლებელია როგორც გამყოფი შრე. იმ შემთხვევაში, თუ გამყოფის შრე 0.30 მ-ის ტოლია, მაშინ ფუჭი ქანის მაქსიმალური სისქე 0.30მ იქნება

გადიდებული სისქის ფენის დამუშავებისას, რომელშიც განლაგებულია 0.4 – 0.5 მ ფუჭი ქანის შრე, ამ შემთხვევაში განხილული უნდა იყოს ტექნიკურ- ეკონომიკური მიზანშეწონილობა შრეობრივი მეთოდის გამოყენებისა და აქედან გამომდინარე განისაზღვროს არაკონდიციური ფუჭი ქანის მნიშვნელობა, რომელიც მიკუთვნებულია ბალანსური მარაგების კონტურს.

განვიხილოთ მაგალითი, როდესაც მანგანუმის მადნის ჰორიზონტში გამოყოფილია ბალანსური მარაგების სამი ინტერვალი. პირველი ინტერვალის სისქე 1.1მ-ია, რომელშიც მანგანუმის შემცველობა 14.25%, შესაბამისად II ინტერვალის - 0.6მ და 18.6%, III ინტერვალის 0.6მ და 19.7%. ფუჭი ქანის სიმძლავრე პირველ და მეორე ჰორიზონტებს შორის უდრის 2.7 მ, ხოლო მეორე და მესამეს შორის-1.50 მ.

მანგანუმის ჰორიზონტის საერთო სიმძლავრე 7.4 მ-ია. ამ შემთხვევაში ფუჭი ქანის გამოყოფა და ბალანსგარეშე კონტურში მოქცევა მართებულია, რადგანაც, ასეთი სისქის ფენის დამუშავება მხოლოდ შრეობრივი მეთოდით არის შესაძლებელი.

ამავე დროს, თუ ფუჭი ქანის შრეს, რომელიც 0.4მ -ის ტოლია, შევიყვანთ ბალანსური მარაგების კონტურში, მასში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ვერ უზრუნველყოფს მის მინიმალურ სამრეწველო მნიშვნელობას (ნახაზი 45).

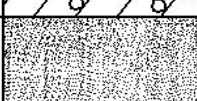
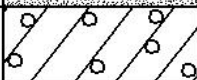
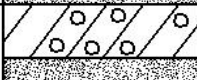
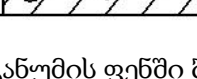
სისქე, მ	სვეტი	ჯამური სიმძლავრე, მ	შემცველობა, Mn %	ფენის აღწერილობა
0.50		0.50	20.83	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.70		1.20		ქვიშაქვა
0.60		1.80	20.57	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.40		2.20		ქვიშაქვა
1.65		3.85	18.50	ქანგეული მანგანუმის მადანი ქვიშაქვის ჩანართით

ნახ. 45. ბალანსური მარაგების სამი ჰორიზონტი მანგანუმის ფენში

მრავალი ფუჭი ქანის შრეების არსებობამ მანგანუმის ჰორიზონტზე (ნახაზი 46), რომლის სიმძლავრე 7.45მ-ია, მოგვცა საშუალება გამოვყოთ მხოლოდ 0.85მ სისქის ბალანსური მარაგები. მარაგების ანგარიშში ვერ მოხვდა ქანგეული მადნის შრე 26.97% (0.15მ) და კარბონატული მადნისა 24.01% (0.10მ) შემცველობით და ა.შ.

ე.ი. წინასწარი კონდიციების პარამეტრების დანიშვნით, სამთო- ტექნიკური პირობების გათვალისწინების გარეშე, შეიძლება მიგვიყვანოს არასწორ დასკვნებამდე.

დღეისათვის, სანამ არ არის შემუშავებული ასეთი ფენებისათვის დამუშავების ტექნოლოგია, ისინი უნდა გადაიყვანონ დროებით პასიურ მარაგებში.

სისქე, მ	სვეტი	ჯამური სიმძლავრე, მ	შემცველობა, Mn %	ფენის აღწერილობა
0.45		0.45	15.59	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.12		0.57		ქვიშაქვა
0.13		0.70	10.43	კარბონატული ქვიშაქვოვანი მანგ. მად.
0.65		1.35		ქვიშაქვა
0.35		1.70	20.27	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.45		2.15		ქვიშაქვა
0.15		2.30	14.79	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.70		3.00		ქვიშაქვა
0.10		3.10	24.01	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.15		3.25	26.97	ჟანგეული მანგანუმის მადანი
0.65		3.90		ქვიშაქვა
0.85	  	4.75	19.76	ჟანგეული მანგანუმის მადანი ქვიშაქვის ჩანართით
0.40		5.15		ქვიშაქვა
0.45		5.60	15.66	ჟანგეული მანგანუმის მადანი კარბონატის ჩანართით

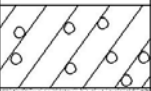
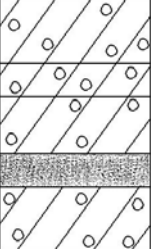
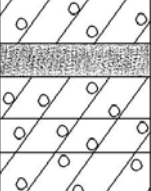
ნახ. 46. მანგანუმის ფენში ბალანსური მარაგების ერთი ჰორიზონტი

ფენობრივი საბადოების დამუშავებისას, მინიმალური სამრეწველო მნიშვნელობა უნდა განისაზღვროს დიფერენცირებულად, ცალკეული უბნებისათვის სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით. ასეთი მიდგომა გამოირცხავს

მარაგების დაწუნებას, რომელთა მოპოვება შესაძლებელია საკმარისი ეკონომიკური ეფექტით.

განვიხილოთ რამდენიმე ტიპური მაგალითი.

1. ნახაზზე 47 მოცემულია მანგანუმის ფენის ჭრილი, სადაც გამოყოფილია ბალანსგარეშე და ბალანსური მარაგები.

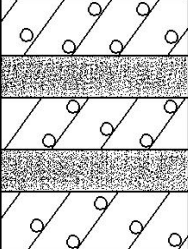
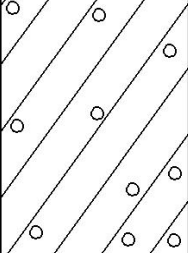
სისქე, მ	სვეტი	ჯამური სიმძლავრე, მ	შემცველობა, Mn %	ფენის აღწერილობა
0.30		0.30	14.06	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.25		0.55		ქვიშაქვა
1.43		1.98	12.20	კარბონატული მანგანუმის მადანი ჟანგულის და ქვიშაქვის ჩანართით
0.91		2.89	19.27	ჟანგული მანგანუმის მადანი ქვიშაქვის და კარბონატის ჩანართით

ნახ. 47. ბალანსგარეშე მარაგები მანგანუმის ფენის ჭერში

ბალანსური მარაგების სიმძლავრე შეადგენს 0.91 მ, ხოლო ბალანსგარეშე - 1,98 მ. ბალანსგარეშე მადნები განლაგებულია მანგანუმის ფენის ჭერში, რაც გამოიწვევს ჭერის ჩამოქცევის შემდეგ, მათი სრული მოცულობით დაკარგვას. ამავე დროს, ბალანსგარეშე მადნების მოპოვებაში ჩართვის შემთხვევაში, შეიქმნება უფრო ხელსაყრელი ეკონომიკური ვითარება.

2. ნახაზზე 48 ბალანსური და ბალანსგარეშე მადნების ურთიერთგანლაგება აჩვენებს ასეთი გაყოფის მართებულობას. ბალანსგარეშე მადნების მოპოვებაში ჩართვის შემთხვევაში, ფუჭი ქანის გათვალისწინებით, გამოიწვევს საწმენდი

სამუშაოების გაძვირებას და მათ არაკონდიციურ მარაგებში გადაყვანის აუცილებლობას.

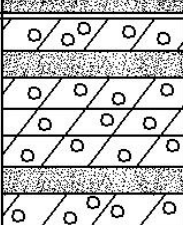
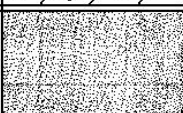
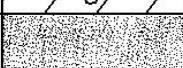
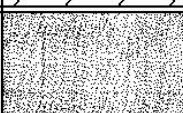
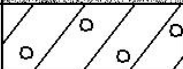
სისქე, მ	სვეტი	ჯამური სიმძლავრე, მ	შემცველობა, Mn %	ფენის აღწერილობა
1.66		1.66	16.49	კარბონატული მანგანუმის მადანი ქვიშაქვის ჩანართით (ბალანსური)
0.94		2.60		თიხოვანი ქვიშაქვა
0.28		2.88	21.16	კარბონატული მანგანუმის მადანი
0.40		3.28		ქვიშაქვა
2.06		5.34	13.41	კარბონატული მანგანუმის მადანი ქვიშაქვის ჩანართით (ბალანსგარეშე)

ნახ. 48. ბალანსგარეშე მარაგები მანგანუმის ფენის იატაკში

- მართალია ორ ინტერვალად გამოყოფილი ბალანსური (ნახაზი 49) მარაგები პასუხობენ მუდმივი კონდიციების მოთხოვნებს, მაგრამ, მისი დამუშავების მეთოდი არ არის ნათელი. მხოლოდ ის არის გარკვეული, რომ მანგანუმის მაღალი შემცველობის შრე უნდა იყოს მოპოვებული მინიმალური დანაკარგებით.

პირველ მაგალითში მინიმალური სამრეწველო შემცველობის განსაზღვრისათვის მართებულია ანალიზური მეთოდის გამოყენება, მეორეში უფრო სწორი იქნება ვარიანტული, ხოლო მესამეში ორივე მეთოდის გამოყენებაა საჭირო.

შედარების საფუძველზე, პირველ რიგში, უნდა შევამოწმოთ ერთი ან ორი ბალანსური იტერვალის მოპოვების შესაძლებლობა. შემდგომ კი, ანალიზური მეთოდით ისაზღვრება დასამუშავებელი ფენის სისქე.

სისქე, მ	სვეტი	ჯამური სიმძლავრე, მ	შემცველობა, Mn %	ფენის აღწერილობა
0.25		0.25	4.50	ქვიშაქვიანი მარცვლოვ. კარბონატული მადანი
0.25		0.50	14.35	კარბონატული საშ. მარ. მანგანუმის მადანი
0.25		0.75		თიხოვანი ქვიშაქვა
1.40		2.15	18.81	კარბონატული მსხვილმარცვლოვანი მანგანუმის მადანი ჟანგეულის და ქვიშაქვის ჩანართით (ბალანსური)
0.70		2.85		თიხოვანი ქვიშაქვა
0.30		3.15	19.30	კარბონატული მსხვილ. მანგანუმის მადანი
0.20		3.35		თიხოვანი ქვიშაქვა
0.45		3.80	26.73	ჟანგეული მსხვილმარ. მანგანუმის მადანი (ბალანსური)
0.55		4.35	3.80	ქვიშაქვიანი მარცვლოვ. ჟანგეული მადანი
0.15		4.50	17.98	კარბონატული მსხვილ. მანგანუმის მადანი
0.37		4.87		ქვიშაქვა
0.15		5.02	17.98	კარბონატული მსხვილ. მანგანუმის მადანი

ნახ. 49. მანგანუმის ფენი არაკონდიციური მადნების ჩანართით

მოვიყვანოთ მინიმალური სამრეწველო შემცველობის განსაზღვრის ანალიზური მეთოდის საბადოს დამუშავების სტადიაზე.

საბადოს დამუშავების დროს, მინიმალური სამრეწველო შემცველობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი გამოსახულებიდან, რომლის სტრუქტურულ საფუძველს წარმოადგენს მოგება. ცხადია, რომ აქ იგულისხმება გარკვეული მოგება, რომელიც განსაზღვრავს საბადოს დამუშავების ეფექტურობას იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ცვალებადია ბალანსური მარაგები.

$$\alpha_{\min} = \frac{\Delta E + \frac{C_1}{K_B} + C_2 + C_3(h)}{M_M \cdot \varepsilon},$$

სადაც $\alpha_{\min}$ - მინიმალური სამრეწველო შემცველობა მოპოვებულ მადანში, %;

ΔE - ნორმატიული მოგება 1 ტ მოპოვებულ მადანზე, ლარი/ტ.

C_1 - პირობითად უცვლელი ხვედრითი ჯამური დანახარჯები, რომელიც არ არის დამოკიდებული ბალანსური მარაგების სიდიდეზე (გეოლოგიურ სამუშაოებზე, გვირაბების გაყვანაზე და სხვა), ლარი/ტ;

C_2 - ბალანსური მარაგების პროპორციული ხვედრითი ხარჯები (ტრანსპორტირებაზე, გამდიდრებაზე და სხვა), ლარი/ტ;

C_3 - ხვედრითი საექსპლუატაციო ხარჯები, რომელიც დამოკიდებულია ამოსაღები ფენის სისქეზე, ლარი/ტ;

K_B - ბალანსური მარაგების ბაზურ ვარიანტთან შედარების ცვალებადობის კოეფიციენტი:

$$K_B = \frac{B_1}{B},$$

აქ B და B_1 - შესაბამისად შესაფასებელი და ბაზური ვარიანტების ბალანსური მარაგებია, ტ;

h - დასამუშავებელი ფენის სისქეა, მ;

M_M - მეტალის ფასია კონცენტრატში, ლარი;

ε - მეტალის ამოკრეფა კონცენტრატში, %.

აქედან გამომდინარე, ბალანსურ მარაგში სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო მნიშვნელობა იქნება

$$\alpha_{\min B} = \frac{\Delta E + \frac{C_1}{K_B} + C_2 + C_3(h)}{M_M \cdot \varepsilon \cdot K_u}.$$

მინიმალური სამრეწველო შემცველობის განსაზღვრის დროს, მოქმედი საწარმოსათვის ბაზური ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლად მიიჩნევა უბნის ან მაღაროს მონაცემები.

მანგანუმის საბადოსათვის 1 ტ ბალანსური მარაგის ღირებულება იანგარიშება გამოსახულებიდან

$$M = M_M \cdot \alpha_n \cdot \varepsilon \cdot K_u, \quad (3.6)$$

სადაც α_n არის სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ბალანსურ მარაგებში;

K_u - ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი.

მოპოვების თვითღირებულება, საშუალო და გადიდებული სიმძლავრის ფენების დამუშავება, იცვლება მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად

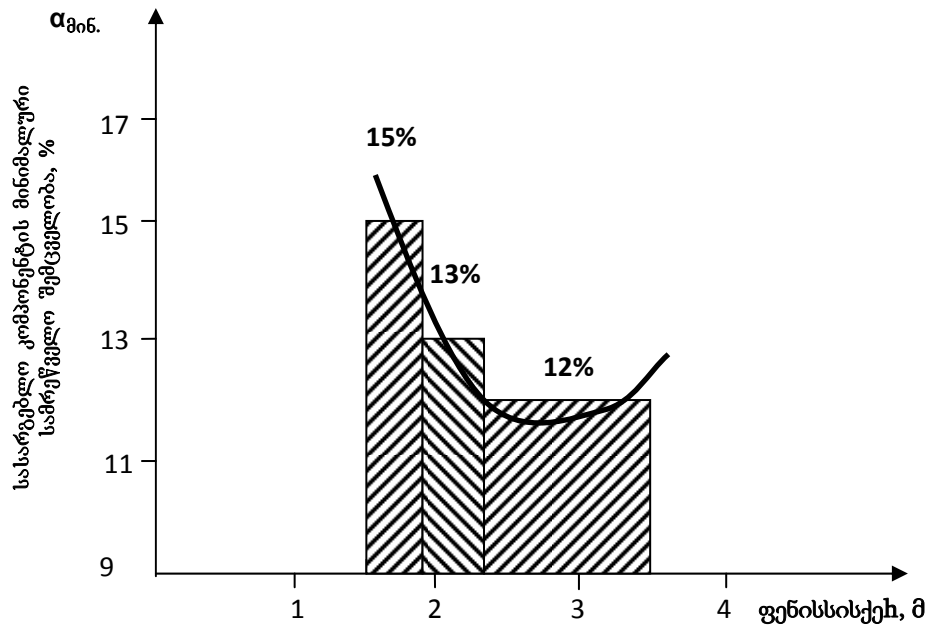
$$C = a_{g_1} + a_{g_2} \cdot h + a_{g_3} h^2, \quad (3.7)$$

სადაც $a_{g_1}, a_{g_2}, a_{g_3}$ - კორელაციური განტოლების მუდმივი კოეფიციენტებია;

h - ფენის სისქეა, მ.

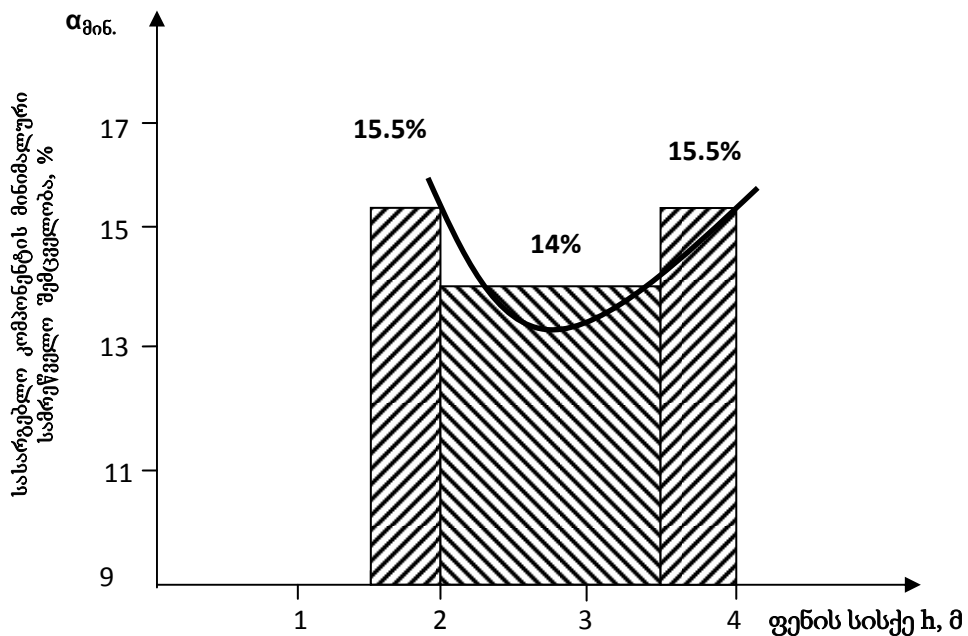
წმენდითი სამუშაოების წარმოებაზე გაწეული ხარჯების ცვალებადობასთან ერთად, იცვლება მადნის მარაგები და შესაბამისად მინიმალური სამრეწველო შემცველობა. [29]

მანგანუმის ფენის სტრუქტურიდან გამომდინარე დაკონდიციების პარამეტრების განსაზღვრის სიზუსტი სგათვალისწინებით, ლავებითდამუშავებისას, თუფენის სისქე იცვლება 1.5-1.8 მ-მდე, მინიმალური სამრეწველო შემცველობაა 15%, ხოლო ფენის სისქის 1.8 მ-დან 2.3 მ-მდე ცვალებადობის შემთხვევაში, მისიმნიშვნელობა 13%-ია, ფენის სისქის 2.3 მ-დან 3.5მ-მდე ცვალებადობისას-12%. (ნახაზი 50.)



ნახ.50. ლავებით დამუშავებისას, სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის დამოკიდებულება ფენის სისქეზე

სპირაჯობით დამუშავებისას, იმ ფენებისათვის, რომლის სისქე იცვლება 1.5-2.0 და 3.5-4.0მ-ისფარგლებში, მინიმალური სამრეწველო შემცველობა 15.5%-ია, ხოლო 2.0-3.5მ-ისდიაპაზონში-14% (ნახაზი 51).



ნახ. 51. სპირაჯობით დამუშავებისას, სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის დამოკიდებულება ფენის სისქეზე

კონდიციების პარამეტრების გამოანგარიშება საჭიროა განხორციელდეს თითოეული ამოსაღები ველისათვის ცალ-ცალკე.

მოპოვებული მადნების გასაშუალების გათვალისწინებით, შემუშავებული მეთოდის შეიძლება გამოიყენონ იმ შემთხვევაშიც, თუ ფენიწარმოდგენილი იქნება სხვადასხვა მადნებით, რის შემდეგაც, შეირჩევა დამუშავების ერთ-ერთ ივარიანტი-ერთობლივი ან სელექციური მოპოვება.

17.3. სასარგებლო კომპონენტის ნორმატიული

შემცველობის დადგენის მეთოდის

სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო და ბორტული შემცველობის განსაზღვრის დროს, ეყრდნობიან საბადოს გასაშუალებულ დახასიათებას. მაშინ, როდესაც რეალურ პირობებში არათანაბარი მინერალიზაციის გამო, ამოსაღებ ბლოკებში ხარისხობრივი მახასიათებლები შეიძლება საგრძნობლად იყოს განსხვავებული მათი საბადოს საშუალო მნიშვნელობისაგან. ამის გამო, შერჩევითი (სელექციური) საბადოს დამუშავებამ შეიძლება მიგვიყვანოს ისეთ მდგომარეობასთან, რომ, საწარმოო ცალკეულ პერიოდში იქნება ხან მაღალრენტაბელური, ხან კი - არარენტაბელური.

ცნობილია, რომ მადნების ხარისხი საბადოს პერიფერიულ უბნებზე ქვეითდება. ამასთან, შედარებით მდიდარ მადნებს ცვლის ღარიბი მადნები. ამიტომ, სტაბილური ეკონომიკური მაჩვენებლების მისაღწევად, საბადოს ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში, საჭიროა მუშავდებოდეს ისეთნაირად, რომ მდიდარ მადნებთან ერთად, მოიპოვებოდეს შედარებით ღარიბი, მაგრამ კონდიციური მადნები. ე.ი. ყოველ წელს საჭიროა გაიხსნას საბადოს უფრო დაცილებული უბნები. ე.ი. შერჩევით მოპოვებასთან შედარებით, ერთობლივი მოპოვება ვადაზე ადრე მოითხოვს კაპიტალდაბანდების განხორციელებას.

როგორც საბადოების დამუშავების პრაქტიკამ და ეკონომიკურმა გაანგარიშებებმა დაგვანახეს, ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია მარაგების ისეთი თანამიმდევრობით გამომუშავება, როდესაც მოგება ნელ-ნელა შემცირდება. ამ შემთხვევაშია საბადოს თანამედროვე ღირებულება იქნება უფრო მაღალი. ამასთან, საბადოს გამომუშავება ისე

უნდა დაიგეგმოს, რომ გეგმიური მოგება დამუშავების ნებისმიერ პერიოდში იყოს ნორმატიულ მაჩვენებლებზე მეტი ან უდრიდეს მის მნიშვნელობას. სასარგებლო კომპონენტის ნორმატიული მაჩვენებელი ბალანსურ მარაგებში განისაზღვრება სამთო საწარმოს არსებობის დროს მაქსიმალური მოგების E_o გათვალისწინებით:

$$(M_M \cdot \alpha_n \cdot \varepsilon \cdot K_u - C) \cdot \frac{K_H}{K_u} = E_o ,$$

სადაც M_M - მეტალის ფასია კონცენტრატში, დოლარი;

α_n - სასარგებლო კომპონენტის გეგმიური შემცველობა ბალანსურ მარაგებში, %;

C - 1ტ მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა, და გამდიდრებაზე გაწეული ხარჯები, ლარი/ტ.

K_H - წიაღიდან მადნის მარაგების ამოკრეფის კოეფიციენტი;

K_u - მადნის ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი;

E_o - 1ტ ბალანსურ მარაგებზე მოსული მოგებაა, ლარი.

მიღებული გამოსახულებიდან სასარგებლო კომპონენტის გეგმიური შემცველობა ბალანსურ მარაგებში იქნება

$$\alpha_n = \frac{E_o + C \cdot \frac{K_H}{K_u}}{M_M \cdot \varepsilon \cdot K_H} ,$$

მიღებული გამოსახულების საშუალებით შესაძლებელია დაიგეგმოს ყოველწლიური მოგება იმ პირობით, რომ მოგება უდრიდეს ან მეტი იყოს მის ნორმატიულ მაჩვენებელზე.

17.4. ბალანსგარეშე მადნების თანმდევი მოპოვების ეკონომიკური

მიზანშეწონილობის განსაზღვრა

მოქმედ სამთო საწარმოს დამტკიცებული მუდმივი კონდიციების პირობებში ტექნოლოგიების წინაშედგას ამოცანა, დაიცვან ბალანსგარეშე მარაგები შემდგომში მათი დამუშავების მიზნით. ამასთან, მათი დაცვა, თუ ისინი განლაგებული არიან ფენის ჭერში, შეუძლებელია. შეიძლება დაკარგულად ჩაითვალოს მარაგები, რომლებიც

განლაგებული არიან ფენის იატაკში, თუ მათი სიდიდე ნაკლებია მინიმალურად დასაშვებ სიდიდეზე. მხოლოდ მადნები, რომლებიც განლაგებული არიან განცალკევებით, მთლიანად შეიძლება შენარჩუნებული იყოს მომდევნო დამუშავებისათვის.

ამიტომ, სანამ მოპოვებითი სამუშაოების წარმოებას შევუდგებით ისეთ უბნებზე, სადაც ფენის კონტურში (ჭერში, იატაკში) განლაგებული არიან ბალანსგარეშე მადნები, საჭიროა შესაბამისი ეკონომიკური გაანგარიშების ჩატარება და მხოლოდ შემდეგ, წმენდითი სამუშაოების დაგეგმვა და ჩატარება.

ბალანსგარეშე მადნების თანმდევი მოპოვებაში ჩართვის მიზანშეწონილობის შეფასებისათვის ვისარგებლოთ განტოლებით, რომელშიც მოპოვებაში ჩასართავი მადნების ღირებულება უდრის დამატებით ხარჯებს, რომელიც უნდა შექმნან თანმდევი მოპოვების უზრუნველსაყოფად

$$\alpha_{\min} = \frac{\Delta C}{M_M \cdot K_u \cdot \varepsilon},$$

სადაც ΔC არის დანახარჯები მიჭრილი მარაგების მოსაპოვებლად;

$$\Delta C = C_1 + C_2 + C_3 - C_p$$

M_M -სასარგებლო კომპონენტის ღირებულება კონცენტრატში, ლარი.;

ε - კონცენტრატში მეტალის ამოკრეფის კოეფიციენტი;

C_1, C_2 და C_3 - შესაბამისად, 1 ტ მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე გაწეული ხარჯებია, ლარი/ტ;

C_p - მუდმივი ხარჯები ამოსაღები ველის (უბნის) მოპოვებისთვის მოსამზადებლად, ლარი.

ბალანსგარეშე მადნების მოპოვებაში ჩართვის მიზანშეწონილობა განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\alpha_{\min} = \alpha_{\min B} \cdot \frac{\Delta C}{C},$$

სადაც $\alpha_{\min}$ არის შემცველობა ბალანსგარეშე მადნებში;

$\alpha_{\min B}$ - შემცველობა ბალანსურ მადნებში.

განვიხილოთ მაგალითი: მუშავდება 3.0 მ სიმძლავრის მანგანუმის ფენი 18% სასარგებლო კომპონენტის შემცველობით. ჯამური ხარჯები მოპოვებაზე,

ტრანსპორტირებასა და გადამუშავებაზე შეადგენს 25.8 დოლარს, ჭერში განლაგებულია 0.3 მ სისქის ბალანსგარეშე მადნები 10.4% შემცველობით. მადნის ფენის სისქის ცვალებადობის შემთხვევაში, ხარჯები არ იცვლება. ამ შემთხვევაში მინიმალური სამრეწველო მნიშვნელობა უდრის 8.3%. ამიტომ მისი მოპოვება მიზანშეწონილია.

ეკონომიკური ეფექტი ბალანსგარეშე მარაგების თანმდევი მოპოვების შემთხვევაში, იანგარიშება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით

$$\Delta E = E_1 - E_2 ,$$

სადაც E_1 და E_2 არის მოგება, შესაბამისად მხოლოდ ბალანსური და ბალანსგარეშე მარაგების ერთობლივი მოპოვებისაგან მიღებული მოგება.

ხელსაყრელია ბალანსგარეშე მარაგების მოპოვებაში ჩართვა, თუ

$$E_2 \geq E_1 ,$$

$$B_1 = B \cdot \frac{\alpha_{\min} - \Delta E \cdot C_2 - C_3(h)}{M_M \cdot \varepsilon \cdot K_u \cdot C_1} ,$$

სადაც: B და B_1 არის ბალანსური და ბალანსგარეშე მარაგები, ტ; $\alpha_{\min}$ - მინიმალური სასარგებლო წიაღისეულის შემცველობა; ΔE - 1ტ ბალანსური მარაგიდან დაგეგმილი მოგება, ლარი/ტ; h - ფენის სისქე, მ; M_M - მეტალის ღირებულება კონცენტრატში, ლარი; ε - ამოკრეფის კოეფიციენტია კონცენტრატში; K_u - ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი; C_1, C_2, C_3 - 1ტ მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე გაწეული ხარჯები, ლარი/ტ.

მაშასადამე, იმისათვის, რომ განისაზღვროს ბალანსგარეშე მადნების თანმდევი მოპოვების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა, რომლებიც განლაგებული არიან ფენის ჭერში ან იატაკში, პირველ რიგში აუცილებელია გაიანგარიშონ კონდიციების დამატებითი პარამეტრი. მინიმალური სამრეწველო შემცველობა ბალანსგარეშე მადნების დასამუშავებლად, თუ მარაგები პასუხობენ სამრეწველო მინიმუმს, მაშინ ისაზღვრება ბალანსგარეშე მადნების ის რაოდენობა, რომლის გამომუშავებაც ეკონომიკურად ხელსაყრელია.

17.5. ბალანსური მარაგების მინიმალური სიდიდის დადგენა

ამოცანა აქტუალურია, როგორც მთლიანად მცირე მარაგიანი საბადოსათვის, ასევე ძირითადი ბუდობიდან დაცილებული ნაწილისათვის.

მეტად მნიშვნელოვანია ამ საკითხის გადაწყვეტა ისეთი საბადოებისათვისაც, სადაც ბალანსური მარაგები ერთ ამოსაღებ ველს არ წარმოადგენს.

ბალანსური მარაგის დასაშვები დონის განსაზღვრისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს დამუშავების რენტაბელობას, საექსპლუატაციო და კაპიტალური ხარჯები იყოფა სამ ჯგუფად და განისაზღვრება მთელი საბადოს დამუშავებისაგან მიღებული ჯამური მოგება:

$$E = \left[M - \left(\frac{C_1}{B} + C_2 + C_3 \right) \right] \cdot D ,$$

სადაც D - არის მოპოვებული მადნის რაოდენობა.

გავყოთ განტოლების მარჯვენა და მარცხენა ნაწილები ბალანსური მარაგების B სიდიდეზე, მაშინ მივიღებთ

$$\frac{E}{B} = \left[M - \left(\frac{C_1}{B} + C_2 + C_3 \right) \right] \cdot \frac{D}{B} ,$$

აღვნიშნოთ 1-ე ბალანსურ მარაგზე მიღებული მოგება, E_o , მაშინ

$$E_o = \frac{E}{B} ,$$

ხოლო იმის გათვალისწინებით, რომ

$$K_K = \frac{D}{B} ,$$

სადაც K_K - არის მარაგების რაოდენობის ამოღების კოეფიციენტი, მაშინ

$$B = \frac{C_1}{(M_M - C_2 - C_3) \cdot K_K - E_o} ,$$

მიღებული ფორმულის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ნორმატიული მოგების შემცირებით და აგრეთვე ხარჯების ცვალებადი ნაწილის შემცირებასთან ერთად, ბალანსური მარაგების მნიშვნელობა იზრდება. მხოლოდ მარაგების ხარისხისა და მოპოვებული მადნის ღირებულების ზრდა ადიდება ბალანსური მარაგების მინიმალურ სიდიდეს ისე, რომ წარმოება რენტაბელური დარჩეს.

18. მადნის მარაგების გამოყენების პარამეტრების დადგენის მეთოდика

18.1. მადნის დანაკარგებისა და გაღარიბების აღრიცხვა,

მათინორმატიული მაჩვენებლების დადგენა

მადნის დანაკარგების კლასიფიკაცია, როგორც ნებისმიერი კლასიფიკაცია, ემსახურება მათი წარმოქმნის პირობების ანალიზს, იმისათვის, რომ დავადგინოთ შეიძლება თუ არა მათითავე დან აცილება.

ერთიანი კლასიფიკაცია, რომელიც გამოიყენება საბადოების დამუშავებისას, იძლევა საშუალებას დავადგინოთ მათი გავლენა წარმოების ეკონომიკაზე.

ამ კლასიფიკაციის მიხედვით, დანაკარგების ყველა სახეობა იყოფა საერთო-საშახტო და საექსპლუატაციო დანაკარგებად.

საერთო-საშახტო დანაკარგები არ არის დამოკიდებული დამუშავების მიღებულ ტექნოლოგიაზე. მათ მიეკუთვნება მოუნგრეველი მადნები ფენის დღისეული ზედაპირის გამოსასვლელებში, კაპიტალურ გვირაბებთან დამცავ მთელანებში, ფენის ჭერში და ა.შ. მოუნგრეული მადნების დანაკარგები – ტრანსპორტირების დროს გროვდება მიწისქვეშა გვირაბებში, ფენის დასტაში, რომელიც დატოვებულია ფენის ჭერში ან იატაკში, სანგრევის არასრული აწმენდისა და ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების შედეგად გამომუშავებულ სივრცეში გატყორცნილი მადნის სახით. შემოთავაზებული კლასიფიკაცია იძლევა საშუალებას, აღირიცხოს დანაკარგები მათი სახეობების მიხედვით, გამოყენებული დამუშავების სისტემის შესაბამისად, რაც ხელს უწყობს მადნის დანაკარგების შემცირების გზების გამოძებნას და მათი მოპოვების ეკონომიკურობის დასაბუთებას.

მადნის გაღარიბება ძირითადად წარმოიშობა ფუჭი ქანის მოპოვებულ სასარგებლო წიაღისეულთან შერევისას. იშვიათად, მაღალხარისხიანი მადნების სეგრეგაციის გამოც.

პირველი ცდები დანაკარგებისა და გაღარიბების ეკონომიკური დასაბუთებისა, უშედეგო იყო, რადგან მათი შეფასებისთვის არასწორად იყო შერჩეული ეკონომიკური კრიტერიუმი–თვითღირებულება.

მიაჩნდათ რა, რომ დანაკარგები უარყოფითად მოქმედებს საწარმოს ეკონომიკაზე, ე.ი. იკარგება გარკვეულ იღირებულების პროდუქცია. არითვალისწინებდნენ იმ გარემოებას, რომ დანაკარგებისა და გაღარიბების ზრდა

დადებითი შედეგების მომტანი შეიძლება იყოს, თუ ამ ღონისძიების გატარებით, საგრძნობლად შემცირდება მოპოვება ზეგაწეული ხარჯები.

თვითღირებულების კრიტერიუმად გამოყენების დროს, არასრულფასოვანი შედეგების მიღების თავიდან აცილების მიზნით, სხვადასხვა ავტორებიც დილობდნენ გაეთვალისწინებინათ დაკარგული მადნის ხარისხი . დროის ფაქტორი დასაწარმოს უზრუნველყოფა მადნის მარაგებით,ზარალი მიუღებელი პროდუქციის გამო დაა.შ.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ მხოლოდ მათმა არასრულყოფილებამ გამოიწვია ის გარემოება, რომ დანაკარგებისა და გაღარიბების ნორმატივები დგინდებოდა ეკონომიკური დასაბუთების გარეშე სტატისტიკური, კონსტრუქციული ან საანგარიშო მეთოდების გამოყენებით.

სტატისტიკური მეთოდის არსი მდგომარეობს დანაკარგებისა და გაღარიბების ფაქტორივი მაჩვენებლების სტატისტიკურ დამუშავებასა და ანალიზში იმმაჩვენებლების გამოკლებით, რომელიც მიიღეს სამთო პროცესების არასწორი წარმართვი სშედებად. მეთოდის გამოყენება რეკომენდებულია ისეთი დამუშავების მეთოდებისათვის,სადაც შეუძლებელია მათი უშუალო გაზომვების საშუალებით დადგენა.

დამუშავების ისეთი სისტემების გამოყენების შემთხვევაში ,სადაც შერეული ფუჭი ქანისა და დანაკარგების ოდენობა შესაძლებელია დადგინდეს უშუალო გაზომვებით, გამოიყენე ბანორმატივების დადგენის კონსტრუქციული მეთოდი.

საანგარიშო მეთოდის საფუძველს წამოადგენს დანაკარგებსა და გაღარიბებას შორის გარკვეული დამოკიდებულებების არსებობა. მეთოდი გამოიყენება ძირითადად სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას, მადნისა და ფუჭი ქანის მასობრივი ჩამოქცევის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში.

გარდა ზემოთ მოყვანილი მეთოდებისა, გამოყოფენ, აგრეთვე ანალოგიების და ტექნიკურ-ექსპერიმენტულ მეთოდებს, რომელიც პრაქტიკულად ცნობილი სამი მეთოდის სახესხვაობას წარმოადგენს.

სტატისტიკური, კონსტრუქციული და საანგარიშო მეთოდის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მათი გამოყენება დანაკარგებისა და გაღარიბების მაჩვენებლების ოპტიმალური პარამეტრების დასადგენად არ გამოდგება, რადგანაც ისინი არ ეყრდნობიან ეკონომიკურ დასაბუთებას და მხოლოდ მათი აღრიცხვისთვის არის გამოსადეგი.

ეკონომიკაზე დანაკარგებისა და გაღარიბების გავლენის დასადგენად უფრო მისაღებია ეკონომიკური კრიტერიუმის მოგების გამოყენება.

ხშირად დანაკარგებისა და გაღარიბების შესაფასებლად მიმართავენ შედარებით ანალიზს. ირჩევენ დამუშავების რამდენიმე მეთოდს და საბადოს რაციონალურად გამოყენების ოპტიმალურ მაჩვენებლებს ადგენენ იმ დამუშავების მეთოდის მიხედვით, რომელიც მიჩნეული იქნება საუკეთესოდ.

ასეთი მიდგომა თავისთავად გულისხმობს, რომ შესადარებელი მეთოდების პარამეტრები ოპტიმალურია. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა სამთო-გეოლოგიური პირობების, მადნის ხარისხის და სხვა გარემოების გათვალისწინებით, დანაკარგებისა და გაღარიბების მაჩვენებლების ოპტიმალური პარამეტრები სხვადასხვა მნიშვნელობას მიიღებს.

ამჟამად ცნობილი ოპტიმიზაციის მეთოდები შემუშავებულია ისეთი დამუშავების სისტემებისათვის, სადაც არსებობს მკაფიო დამოკიდებულება დანაკარგებსა და გაღარიბებას შორის.

მადნის გაღარიბების გაზრდის შემთხვევაში, წარმოება მაშინვე განიცდის უარყოფით ეკონომიკურ შედეგებს, რადგანაც უარესდება გამდიდრების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და, როგორც წესი, იზრდება საბოლოო პროდუქციის მიღების თვითღირებულება.

დანაკარგების გავლენა წარმოებაზე უარყოფით შედეგებს იძლევა მხოლოდ საბადოს გამომუშავების ბოლო სტადიაზე-მცირდება სამთო საწარმოს არსებობის ვადა და, აქედან გამომდინარე, ჯამური მოგება.

დამუშავების სისტემის მადნის შემცველი ქანების ჩამოქცევის გამოყენებისას, სასარგებლო წიაღისეულის დანაკარგები წარმოიქმნება იმის გამო, რომ მადანს ერევა ფუჭი ქანი. ე.ი. მადნის ბლოკიდან გამოშვების დროის გარკვეული ზღვარის, შემდეგ გამოსაშვებ მასას ერევა ფუჭი ქანი და რაც უფრო სრული იქნება მადნის მოპოვება, მით უფრო გაღარიბდება მადანი. ამ შემთხვევაში, სასარგებლო წიაღისეულის რაციონალური გამოყენების ოპტიმალური გადაწყვეტილება მოიძებნება გაღარიბების, და დანაკარგების ურთიერთ კავშირის დადგენის შემთხვევაში.

ზემოთ მოყვანილი პრინციპი გამოიყენება საოპტიმიზაციო გაანგარიშებებში არასტაბილური ჰიფსომეტრიის მქონე ბუდობის დამუშავებისას. ამოსაღები ფენის

სისქის ზრდით, მცირდება დანაკარგების რაოდენობა, სამაგიეროდ, იზრდება გაღარიბება. ოპტიმალური გადაწყვეტილება გაღარიბების, და დანაკარგების ისეთი მაჩვენებლებია, როდესაც მოგება 1 ტ ბალანსურ მარაგზე მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდისაგან ცოტაოდენ განსხვავდება-გვერდითი ქანების მონგრევის ეკონომიკურიმი ზანშეწონილობის განსაზღვრის მეთოდი.

ერთი მხრივ, გვერდითი ქანების მონგრევის დროს, იზრდება გაღარიბება და მასთან ერთად გადამუშავებაზე გაწეული ხარჯები, მეორე მხრივ, სანგრევის სიმაღლის ზრდით, უმჯობესდება მუშის სამუშაო პირობები.

როგორც წინა თავებში იყო აღნიშნული ეკონომიკურ კრიტერიუმად მადნის დანაკარგებისა და გაღარიბების შესაფასებლად გამოიყენება მოგება, რომელიც მიიღება საბადოს სრული გამომუშავების შედეგად.

ცხადია, რომ ნებისმიერი ტექნოლოგიის გამოყენების დროს, მადნის მოპოვება შესაძლებელია უდანაკარგოდ, მაგრამ დანახარჯების ზრდის ხარჯზე, რომლის სიდიდე აღემატება მოპოვებული მადნის ღირებულებას. ე.ი. მარაგების გარკვეული ნაწილის მოპოვება ეკონომიკურად გამართლებული არ არის. ამავე დროს მათი დიფერენცირება, ე.ი. დაყოფა, თუ საბადოს რა ნაწილის მოპოვება ვერ დაფარავს მასზე გაწეულ ხარჯებს, საკმარისად ძნელია.

საექსპლუატაციო დანაკარგები უკავშირდება სამთო პროცესებს. მაგალითად, სანგრევაში არასრული აწმენდის შედეგად იკარგება მონგრეული მადანი. აწმენდის შრომატევადობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა მოცულობის მადანია დარჩენილი დასატვირთად. ე.ი. გარკვეული ზღვარის შემდეგ, მადნის მოპოვების სისრულის გაზრდა წამგებიანია.

ბურღვა-აფეთქების სამუშაოს სწორი შერჩევით შესაძლებელია გამომუშავებულ სივრცეში მონგრეული მადნის გატყორცნის შემცირება, რისთვისაც უნდა გაიზარდოს ბურღვაზე გაწეული სამუშაოს მოცულობა. განხილული ორი სახის დანაკარგების ოდენობა და ნორმები შეიძლება დაიგეგმოს შესაბამის საწარმოო პროცესებზე დაკვირვების და მის საფუძველზე დადგენილი კორელაციური კავშირების გამოყენებით.

რაც შეეხება მესამე სახის დანაკარგებს, ჭერში ან იატაკში დატოვებული მთელანების სახით, მათი ნორმატიული მნიშვნელობა იმის გამო, რომ ისინი დატოვებული არიან საწმენდ, სანგრევში მის მნიშვნელობას ადგენენ სანგრევში არასრული აწმენდის ეკონომიკურად დასაბუთებული მოცულობის მიხედვით. მართლაც, ამ ტიპის დანაკარგების ლიკვიდაციისას, გარდა მისი მონგრევისა, საჭირო ხდება მისი აწმენდაც და აქედან გამომდინარე, მისი ოდენობა პირველ რიგში დამოკიდებულია დანაკარგებით, რომელიც გამოწვეულია სანგრევის არასრული აწმენდით.

ამავე დროს, სანგრევის გამაგრება ზედა ჭერის მართვაზე გაწეული ადმინისტრაციული ხარჯები და სხვა, არ არის დამოკიდებული წიაღიდან სასარგებლო წიაღისეულის ამოღების სისრულეზე. ე.ი. მათი ხვედრითი მნიშვნელობა, მადნის ამოღების სისრულის ზრდასთან ერთად, მცირდება.

მაშინ, სასარგებლო წიაღისეულის ამოკრეფის ზრდის შემთხვევაში, დანახარჯების ერთი ნაწილი მცირდება, ხოლო მეორე იზრდება და უნდა ვიფიქროთ, რომ არსებობს მარაგების ამოკრეფის ისეთი დონე, როდესაც მოგება მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს. ამ შემთხვევაში, ხვედრითი ხარჯების ზრდა კომპენსირდება მათი მეორე ნაწილის შემცირებით.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ხარჯები, რომელიც გაწეულია სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებაზე, პირობითად შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად:

1. ხარჯები, რომელიც იზრდება ბალანსური მარაგების მოპოვების სისრულის ზრდასთან ერთად (მადნის მონგრევა და ჩატვირთვა ვაგონებში);
2. ხარჯები, რომლის სიდიდე არ არის დამოკიდებული მოპოვების სისრულის დონეზე და ამიტომ, მათი ხვედრითი მნიშვნელობა მცირდება (სანგრევის გამაგრება ჭერის მართვა და სხვა.);
3. ხარჯები, რომელიც დამოკიდებულია მოპოვებული მადნის რაოდენობაზე, მაგრამ მათი ხვედრითი მნიშვნელობა არ იცვლება (ტრანსპორტირება, გამდიდრება და სხვა).

დანაკარგების შემცირების შედეგად, 1ტ მადნიდან ამოსაღები ღირებულება უცვლელი რჩება, მისი ზრდა შესაძლებელი ხდება ხარისხის ცვალებადობის შემცირების შემთხვევაში. ეს გარემოება მოახდენს საგრძნობ გავლენას მოგების მაქსიმალურ

მნიშვნელობაზე. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია, მთელი საწარმოო პროცესის ამსახველი მათემატიკური მოდელის შექმნამადნის ტრანსპორტირებისა და გადამუშავების პარამეტრების გათვალისწინებით.

მათემატიკური მოდელების გამოყენების მეთოდები მრავალნაირია. სხვადასხვა სამთო ეკონომიკური ამოცანების გადაწყვეტის დროს, უმრავლეს შემთხვევაში, მოდელი მიიღება სტატისტიკური მონაცემების სპეციალური დამუშავებისა და მათ საფუძველზე კორელაციური დამოკიდებულების განსაზღვრის შედეგად.

მართალია, ასეთი ტიპის მოდელები ატარებს ალბათობის ხასიათს, მაგრამ ამის მიუხედავად, ისინი მისაღებია, რადგანაც ასახავენ ტექნოლოგიური პროცესის რეალურ მონაცემებს.

კვლევის მეთოდი შედგება რამდენიმე ეტაპისაგან, კერძოდ, სტატისტიკური მონაცემების შეკრება და ანალიზი, მათი სანდომიანობის დასაბუთების, ძირითადი ფაქტორების გამოყოფის, ურთიერთკავშირების ფორმის დადგენის, მოდელის ამოხსნისა დამიღებული შედეგების ანალიზის.

ყველაზე უფრო მისაღებ ფორმად უნდა მიიჩნიონ ანალიტიკური და ალბათობის გადაწყვეტილების სიმბიოზი.

ჭიათურის მანგანუმის საბადოს დამუშავების დროს დანაკარგებს, მაგალითად, მონგრეული მადნის სახით, მიეკუთვნება დანაკარგები:

- გაბნეული მადნის სახით (ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების შედეგად)(x_2);
- სანგრევის არასრული აწმენდის შედეგად, (x_3);
- ფენისკონტურში (ჭერში, იატაკში) დარჩენილი მადნების სახით(x_1);
- მთელანებში გამომუშავებული სივრცის საზღვარზე;
- გვირაბების დამცავ მთელანებში.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, დანაკარგები გაბნეული მადნის სახით, უნდა განისაზღვროს ბურღვა-აფეთქებითი პარამეტრების სანგრევის არასრული აწმენდით, მადნის ვაგონეტებში დატვირთვის დანახარჯების გათვალისწინებით და ა.შ.

ე.ი. დანაკარგებისა და გაღარიბების ოპტიმალური დონე უნდა განისაზღვროს ცალ-ცალკე მათი სახეობების მიხედვით, რადგანაც მათი წარმოქმნა დამოკიდებულია ტექნოლოგიური პროცესის სხვადასხვა შემადგენელ ნაწილებზე.

ამავე დროს, დანაკარგების ნაწილი უნდა განისაზღვროს მხოლოდ სტატისტიკური მეთოდით, რადგანაც მისი ოდენობა პირდაპირ არ არის დამოკიდებული ეკონომიკურ ფაქტორებზე.

მანგანუმის მადნის დანაკარგების განსაზღვრა უნდა ხდებოდეს შერეული ფუჭი ქანის, ე.ი. გაღარიბების გათვალისწინებით.

ამავე დროს, გათვლის მეთოდი უნდა იყოს მარტივი და ხელმისაწვდომი საწარმოს მუშაკებისათვის.

ლავების სისტემის დროს, მადნის მონგრევისათვის გამოყენებულია ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები.

ეჭვს არ იწვევს ის გარემოება, რომ მოპოვების სისრულე დამოკიდებულია ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების სწორ წარმართვაზე.

გარკვეულ სიძნელეებზე არის დამოკიდებული აფეთქების მართვა ისეთნაირად, რომ მონგრეული მადნის გატყორცნა გამომუშავებულ სივრცეში იყოს მინიმალური და ამავე დროს, მონგრეული მადნის სიმსხო არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ სიდიდეს.

სავარაუდოა, რომ არა რის გამორიცხული მადნის ჭერში ან იატაკში გარკვეული რაოდენობის სასარგებლო წიაღისეულის დანაკარგები. ამსახის დანაკარგების თავიდან აცილება შესაძლებელია მხოლოდ დამატებითი ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების შესრულებით, რაც ყოველთვის ეკონომიკურად მიზანშეწონილი არ იქნება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ფენის კონტურში (ჭერში, იატაკში) დარჩენილი დასტის მოსანგრევად (მოცულობა x_1) და დანაკარგის ამ სახის ლიკვიდაციისათვის, საჭიროა გარკვეული სამუშაოების ჩატარება. მათ შორის, მონგრეული მადნის (x_3) აწმენდაც. ე.ი. ამ სახის დანაკარგების ნორმატიული მნიშვნელობა არ შეიძლება ნაკლები იყოს სანგრევის არასრული აწმენდით გამოწვეული დანაკარგებისა ($x_1 = x_3$).

ფენის კონტურზე წარმოქმნილი დანაკარგების გარდა, ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოებით გამოწვეულია, აგრეთვე, დანაკარგები, რომელიც გადაიტყორცნება გამომუშავებულ სივრცეში.

ლავების დამუშავების დროს, შესაძლებელია, მათი რაოდენობის საგრძნობლად შემცირება, თუ აფეთქების ენერგია მიმართული იქნება არაგამომუშავებული სივრცის, არამედ სავენტილაციო ან საზიდი შტრეკისაკენ, ე.ი. გვერდითი გაშიშვლებული სიბრტყისაკენ.

ასეთი შედეგი შესაძლებელია მიღწეული იყოს, თუ უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზი გვერდითი გაშიშვლებული სიბრტყის მიმართულებით (W_x) ნაკლები იქნება სანგრევის კედლის ანუ გამომუშავებული სივრცის მიმართულებით W_y . ე.ი. დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია $\frac{W_x}{W_y}$ ფარდობის სწორი შერჩევით.

დადგინდა, რომ გამომუშავებულ სივრცეში გატყორცნილი მადნის რაოდენობა, დამოკიდებულია უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზების თანაფარდობაზე.

ცდების მონაცემების დამუშავებით მიღებულია გაბნეული მადნის დანაკარგების კოეფიციენტის დამოკიდებულება უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზების თანაფარდობაზე.

რეგრესიის განტოლება მოცემულ სიდიდეებს შორის აისახება შემდეგი გამოსახულებით

$$K_2 = 3.908 \cdot \left(\frac{W_x}{W_y} \right)^{2.06},$$

სადაც K_2 გაბნეული მადნის დანაკარგების კოეფიციენტია;

$$K_2 = \frac{100 \cdot x_2}{B},$$

სადაც x_2 - მადნის დანაკარგების გაბნევისაგან, ტ;

B- ბალანსური მარაგი, ტ.

ცხადია, რომ უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზების ფარდობის რეგულირება შესაძლებელია მხოლოდ შპურების რიგებს შორის მანძილის ცვლილებით. რაც უფრო მცირეა უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზის სიგრძე გვერდითი გაშიშვლებული სიბრტყის კედლის მიმართ (შტრეკის) მიმართულებით, მით უფრო დიდია მისი მნიშვნელობა სანგრევის სიბრტყეზე. მაშასადამე, მადნის დანაკარგების შესამცირებლად საჭიროა შპურების რაოდენობის გაზრდა ლავებში, რითაც მოიმატებს ბურღვაზე გაწეული სამუშაოთა მოცულობა.

ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გაბნეული მადნების დანაკარგების პირაჯოებში არ არის დამოკიდებული $\frac{W_x}{W_y}$ ფარდობაზე, ე.ი. სპირაჯოებში ამსახიბთ დანაკარგების ოპტიმიზაციას არის შესაძლებელი დამისი მაჩვენებელი უნდა დადგინდეს ანალოგიით, ანუ სტატისტიკური მეთოდით.

ლავების სისტემის დროს, სამუშაოები მიმდინარეობს შემდეგი სქემის მიხედვით: ჩასატვირთი თარო განთავსებული ასაზიდ შტრეკში ლავის ბოლოში, ხოლო გორგოლაჭი – ლავის მხარეს (სავენტილაციო შტრეკში).

სასკრეპერო დანადგარის მწარმოებლურობა დამოკიდებულია მადნის გადატანის მანძილზე, სანგრევის სიგრძესა და ბილიკზე მონგრეული მადნის რაოდენობაზე.

ვაგონეტებში მადნის ჩატვირთვა ზედაკვირვებები სანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ არსებობს დამოკიდებულება სანგრევში მადნის რაოდენობასა და სატვირთო დანადგარის მწარმოებლურობას შორის

$$y = Ux_3^V,$$

სადაც y დატვირთვის მწარმოებლურობაა, ტ/წთ;

x_3 - სანგრევში მონგრეული მადნის რაოდენობა, ტ;

U და V - განტოლების მუდმივი კოეფიციენტები.

შესრულებულმა სამუშაოებმა ცხადყო, რომ ლავებით დამუშავების სისტემის გამოყენებისას, კორელაციური კავშირი $\eta = 0.88$ ლავისებრი სანგრევისათვის $\eta = 0.714$, რაც საკმარისად მჭიდრო კავშირის მაჩვენებელია დატვირთვის შრომის მწარმოებლურობასა და სანგრევში მონგრეული მადნის რაოდენობას შორის. მიღებული შედეგების ანალიზი მეტყველებს იმაზე, რომ დატვირთვის მწარმოებლურობა მადნის რაოდენობის კლებასთან ერთად, ჯერ მდორედ, შემდეგ კი, როდესაც მადნის მცირე რაოდენობა რჩება სანგრევში, მკვეთრად ეცემა.

აქედან გამომდინარე, დგება ისეთი მომენტი, როდესაც მუშის ანაზღაურება მის მიერ გაწეული შრომის შეუსაბამო ხდება.

რეგრესიის განტოლება დატვირთვის მწარმოებლურობის, და მონგრეული მადნის რაოდენობასთან სანგრევში შემდეგი სახისაა:

ლავებში

$$y = 0.042x_3^{0.534},$$

ლავისებრ სანგრევში

$$y = 0.0731x_3^{0.5}.$$

სპირაჯოებსა და ვაგონეტებში მადნის ჩატვირთვა ხორციელდება ქანსატვირთი მანქანის საშუალებით.

საწარმოო დაკვირვებების შედეგად, დადგინდა: ქანსატვირთი მანქანის მწარმოებლურობისა და სპირაჯოში მონგრეული მადნის რაოდენობას შორის, სტატისტიკური მაჩვენებლების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ, როდესაც სანგრევში აუწმენდავი მადნის რაოდენობა მცირეა, მადნის ვაგონეტებში ჩატვირთვის მწარმოებლურობა მკვეთრად კლებულობს, რაც გამოწვეულია მადნის გადანიჩბვის აუცილებლობით სპირაჯოს გვერდებიდან შუაგულისაკენ და ქანსატვირთი მანქანის არაეფექტურ მუშაობაზე. დამოკიდებულება მონგრეული მადნის მოცულობასა და ქანსატვირთი მანქანის მწარმოებლურობას შორის, შემდეგი სახისაა:

$$y = 0.17514x_3^{0.365}.$$

როგორც ლავების, ასევე სპირაჯოების დამუშავების სისტემის გამოყენების დროს, გვირაბების გამაგრებაზე გაწეული ხარჯები არ არის დამოკიდებული სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების სისრულესა და ხარისხზე. ამის გარდა, პირობითად არაცვალებად ხარჯებს მიეკუთვნება ადმინისტრაციული და სხვა ტიპის ხარჯები, რომელიც მუდმივია და, აქედან გამომდინარე, მადნის მოპოვებისა და ხარისხის ცვალებადობაზე არ არიან დამოკიდებულნი. ამიტომ, 1-ტ მადანზე მოსული ეს ხარჯები შემცირდება მადნის მოპოვების სისრულის გაზრდასთან ერთად

$$C_4 = C_1 + C_2 + C_3,$$

სადაც C_1 - საწმენდი სანგრევის გამაგრებაზე გაწეული ხარჯებია, ლარი;

C_2 - საწმენდი სანგრევისა და შტრეკის შეუღლების გამაგრებაზე გაწეული ხარჯებია, ლარი;

C_3 - სხვა დანარჩენი მუდმივი ხარჯებია, ლარი.

დანაკარგებისა და გაღარიბების ოპტიმალური მნიშვნელობის გამოსაანგარიშებლად საჭიროა, რომ ვისარგებლოთ ობიექტური ინფორმაციით სამთო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური და ღირებულებითი პარამეტრების შესახებ, რადგანაც მათ სიზუსტეზე დამოკიდებულია მიღებული შედეგების სანდოობა.

კონკრეტული საოპტიმიზაციო გათვლების შემთხვევაში, რომელიმე სახის დანაკარგი შესაძლებელია შეცვლილი იყოს ისეთი დანაკარგით, რომელიც ახასიათებს შესასწავლ დამუშავების მეთოდს.

აქვე საჭიროა აღინიშნოს, რომ მაღაროებზე დანაკარგები და გაღარიბება აღირიცხება როგორც პირდაპირი, ასევე ირიბი მეთოდით. ამასთან, მონაცემები სასარგებლო წიაღისეულის შემცველობაზე დაკარგულ მადნებში განისაზღვრება დასინჯვის მეთოდით.

წიაღის სარგებლობის რაციონალური გამოყენების კრიტერიუმებია: მადნის მოპოვების სისრულე (K_H) და ხარისხის ცვალებადობის კოეფიციენტი (K_u).

რა თქმა უნდა, ასეთი მიდგომა სწორია, რადგანაც, ის ასახავს მოპოვების პროცესის პოზიტიურ მხარეს მაშინ, როდესაც დანაკარგები და გაღარიბება არის მისი ნეგატიური მხარე.

საბალანსო მარაგების მოპოვების სისრულის მაჩვენებლის გასაუმჯობესებლად, საჭიროა ვიცოდეთ დანაკარგების გამომწვევი მიზეზები, რათა შესაბამისი ეკონომიკური დასაბუთების საფუძველზე, დავსახოთ ღონისძიებები დანაკარგებისა და გაღარიბების შესამცირებლად, ან მათი თანაფარდობის დასადგენად.

სამთო - ტექნოლოგიური პროცესების მათემატიკური მოდელირების შედეგად და შემდგომ მიღებული გამოსახულების მაქსიმუმის მოძებნით, შესაძლებელია განისაზღვროს დანაკარგებისა და გაღარიბების ოპტიმალური პარამეტრები. ამ შემთხვევაში მიიღწევა დანაკარგებისა და გაღარიბების მნიშვნელობების გაანგარიშება ერთმანეთზე ურთიერთგავლენის გათვალისწინებით.

უფრო სწორი, მარტივი და ეკონომიკურად გამართლებული არის იმ დანაკარგების განსაზღვრა, რომლის მოპოვება გამართლებული არ არის. ე.ი. თუ მოვძებნით საზღვარს, რომლის ქვევით დანაკარგების მოპოვება გაუმართლებელია, მაშინ დავადგენთ დანაკარგების ნორმატიულ მაჩვენებლებს და, ამასთან, შევინარჩუნებთ გამოანგარიშების ერთიან ეკონომიკურ საფუძველს.

ამისათვის მიზანშეწონილია დავადგინოთ დანაკარგების მაჩვენებლები, რომლის დროსაც მოგება ნულის ტოლია. ე.ი. ბალანსური მარაგების ღირებულება და მადნის მოპოვებაზე, ტრანსპორტირებასა და გამდიდრებაზე გაწეული ხარჯები, ერთმანეთის ტოლი იქნება.

მიღებული ეკონომიკური კრიტერიუმიდან გამომდინარე ვღებულობთ

$$E = M - C = 0,$$

სადაც C 1 ტ მადნის მოპოვებაზე გაწეული ხარჯია, ლარი;

M 1 ტ ბალანსური მარაგის ღირებულებაა და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$M = M_M \cdot \alpha \cdot \varepsilon,$$

სადაც M_M არის 1% შემცველობის საბაზრო ღირებულება ლარში;

α - სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა მოპოვებულ მადანში, %;

ε - სასარგებლო კომპონენტის ამოკრეფის კოეფიციენტი გამდიდრების პროცესში.

ოპტიმიზაციას ეკონომიკური გათვლების საფუძველზე ექვემდებარება დანაკარგების შემდეგი სახეობები: ფენის ჭერში ან იატაკში მოუნგრეველი მადანი; ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოებით გამოწვეულ გამომუშავებულ სივრცეში გაბნეული მადანი და მადანი, რომელიც რჩება აუწმენდელი სანგრევში.

გათვლები ოპტიმალური (ზღვრული) მაჩვენებლების გამოსათვლელად წარმოებს იმ პროცესების მიხედვით, რომლის მიზეზითაც წარმოიქმნება ამა თუ იმ სახის დანაკარგები. ამასთან, დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია პროცესის პარამეტრების სწორი შერჩევით, ან მასზე გაწეული ხარჯების მინიმუმამდე დაყვანის საშუალებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ შესწავლილი სტატისტიკური მასალა გვამღებს საფუძველს ვივარაუდოთ, რომ ალბათი დანაკარგი ფენის სისქის სავარაუდო ცვალებადობის მიხედვით 1,5%-დან იცვლება და არ აღემატება 7.5%.

სპირაჯოში, რომლის ნულოვანი მოგების შემთხვევაში, დანაკარგების კოეფიციენტი 2,2% უდრის, ხოლო საბალანსო მარაგების ამოკრეფის კოეფიციენტი 97,8% ტოლი იქნება.

ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების შედეგად, ლავებში ნაწილი მონგრეული მადნისა (x_2) გადაიტყორცნება გამომუშავებულ სივრცეში და იკარგება. ამ სახის დანაკარგის შემცირება შესაძლებელია, თუ აფეთქების ენერგია არ იქნება მიმართული გამომუშავებული სივრცისაკენ. ამის მიღწევა კი შესაძლებელია უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზების გამომუშავებული სივრცისაკენ (W_y) და გვერდითი ზედაპირის (W_x) მიმართ გარკვეული თანაფარდობის შერჩევით.

ამჟამად, ლავებში გაბურღული შპურების სიგრძე 1.6- 1.8 მ შეადგენს, რომელიც უზრუნველყოფს სანგრევის 1.4 მ-ით გადაადგილებას, რაც სკრეპერის გამართული მუშაობისათვის არის საჭირო.

აქედან გამომდინარე, უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზი ლავის კედლის მიმართულებით, გამოითვლება ფორმულით

$$W_y = l_1 - \frac{l_1 \cdot a_3}{2}.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ლავაში დაბურღულ შპურებს შორის მანძილი 0.7მ-ს უდრის, მაშინ უმცირესი წინააღმდეგობის ხაზების ფარდობა 0.73მ-ს უდრის, ხოლო მისი შესატყვისი დანაკარგების მნიშვნელობა $-K_p = 2.8\%$ -ს, საბალანსო მადნის წიაღიდან ამოკრეფის კოეფიციენტი კი, 97.2%-ია. ე.ი. მაღაროზე არსებული ფაქტობრივი მდგომარეობა დანაკარგების კოეფიციენტის რეალურ მნიშვნელობას ასახავს.

რაც შეეხება სპირაჯოებით დამუშავების დროს გაბნეული მადნების დანაკარგების განსაზღვრა, შესაძლებელია მხოლოდ, სტატისტიკური მეთოდით ან ანალოგიის საფუძველზე.

დანაკარგები (x_3), რომელიც გამოწვეულია სანგრევის არასრული აწმენდით ლავებში, ლავისებრ სანგრევსა და სპირაჯოებში, განისაზღვრება ნულოვანი მოგების საფუძველზე.

ლავაში ნულოვანი მოგება გვექნება იმ შემთხვევაში, თუ არასრული აწმენდით გამოწვეული დანაკარგი შეადგენს 11.5ტ. ერთი ციკლის შესრულების დროს, თუ დაფარული საბალანსო მარაგი უდრის 400ტ, მაშინ ამ სახის დანაკარგის კოეფიციენტი შეადგენს 3.8%, ხოლო წიაღიდან მადნის ამოკრეფის კოეფიციენტი 96.2%.

ლავისებრ სანგრევში ამ სახის დანაკარგების მაჩვენებლები შესაბამისად შეადგენს 3.3ტ; 2.2%; 97.8%.

შედარებით დაბალი დანაკარგების ოდენობა ლავისებრ სანგრევში გამოწვეულია იმით, რომ დამცავი მთელანის სიგრძე არ აღემატება 15მ და აქედან გამომდინარე, სკრეპერის წარმადობა მეტია, ვიდრე 30მ -იან ლავაში.

სპირაჯოებში დატოვებული მადნის რაოდენობა ნულოვანი მოგების შემთხვევაში, არ უნდა აღემატებოდეს 1.0 ტ, ე.ი. 2.7%. საბალანსო მოგების წიაღიდან ამოკრეფა 97.3 % - ს უტოლდება.

მიწისქვეშა დამუშავების დროს, საექსპლუატაციო დანაკარგები ლავებში 9% -ს შეადგენს, ხოლო სპირაჯოებში 13%. გადარიბება კი, როგორც სპირაჯოებში, ასევე ლავებში 15% -ის ტოლია.

ღია წესით დამუშავების დროს, მანგანუმის მადნის საექსპლუატაციო დანაკარგები 6% -ია, ხოლო გადარიბება 16% -ს შეადგენს.

გადარიბების კოეფიციენტის ნორმატიული მნიშვნელობა იანგარიშება შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$K_p = 1 - \frac{a - b}{c - b},$$

სადაც c, a და b სასარგებლო კომპონენტის შემცველობაა, შესაბამისად, მოპოვებულ მადანსა და ფუჭ ქანში.

მაღაროებზე გადარიბების კოეფიციენტის ნორმატიული მნიშვნელობა გამოანგარიშებულია ირიბი ხერხით, ე.ი. უშუალოდ გაზომვების გამოყენების გარეშე. ეს განსაკუთრებით მიუღებელია, თუ მანგანუმის ფენის კონტურში მოთავსებულია არაკონდიციური 0.5მ-ის ტოლი და მეტი ფუჭი ქანის შრე.

უნდა აღინიშნოს, რომ გადარიბების კოეფიციენტის დადგენა შესაძლებელია ისეთ პირობებში, როდესაც არსებობს მოპოვებულ მადანში შერეული ფუჭი ქანის სასარგებლო წიაღისეულის დადგენის შესაძლებლობა.

მაღაროებზე გადარიბების კოეფიციენტის ნორმატიული მნიშვნელობა მიღებულია ტექნოლოგიური პროცესის გავლენის გაუთვალისწინებლად.

უნდა აღინიშნოს, რომ გადარიბების კოეფიციენტის განსაზღვრის შესაძლებლობა გაჩნდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შეიქმნება ხარისხის მართვის სამსახური. ამისათვის, პირველ ხანებში, მაღაროებში მადნის ხარისხის გასაუმჯობესებლად უნდა გამოიყენონ ფუჭი ქანის განმანცალკევებელი მოპოვება.

18.2. მადნისგადარიბებისშემცირებისლონისძიებებიდა

ეკონომიკურიეფექტი

მანგანუმის ფენის აგებულება იძლევა საშუალებას, ვიზუალურად გავარჩიოთ ფუჭი ქანი მადნისაგან და მოვახდინოთ მათი ხელით გადარჩევა, რაც ამჟამად

ხორციელდება. განსაკუთრებით იმ უბნებში, სადაც მადნის მონგრევას აწარმოებენ მომნგრევი ჩაქურის საშუალებით.

მადნისა და ფუჭი ქანის განცალკევებული მოპოვების ეკონომიკური ეფექტურობის დასადგენად, პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს მოგება 1 ტ ბალანსურ მარაგებზე იმ შემთხვევისათვის, როდესაც მადნის მოპოვება ფუჭი ქანის მოცილების გარეშე ხდება

$$E_1 = M_1 - C_1,$$

ხოლო როდესაც მოპოვების ტექნოლოგია მოიცავს მადნისა და ფუჭი ქანის გაცალკევებელ ღონისძიებებს, მაშინ

$$E_2 = M_2 - C_2.$$

ე.ი. თუ $E_2 > E_1$, მაშინ გაღარიბების შემცირება ეკონომიკურად გამართლებულია. აქედან გამომდინარე, გაღარიბების ნორმატიული მნიშვნელობის გამოთვლა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$K_{u_2} \leq \frac{C_2 - C_1}{M_M \cdot \varepsilon \cdot \alpha} + K_{u_1},$$

სადაც α არის სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა ბალანსურ მარაგებში.

გაღარიბების კოეფიციენტის შემცირება მიზანშეწონილია, თუ მასზე გაწეული ხარჯები ნაკლები იქნება მარაგების ღირებულების ნაზრდზე.

სასარგებლო წიაღისეული სმარაგების სრულად მოპოვების გაზრდასთან ერთად, იმ საბადოების დამუშავებისას, რომელშიც მარაგების ხარისხის გაუარესების ტენდენცია იკვეთება, მეტად მნიშვნელოვანია მოპოვებული მადნების ხარისხის მართვის სისტემების შექმნა და მათი სამრეწველო მასშტაბებით დანერგვა, რისი ფუნქციონირებაც შესაძლებელია ხარისხის ოპერატიული კონტროლის გამოყენებით.

მადნის გაღარიბების შემცირების ერთ-ერთი საშუალებაა, სამთო მასიდან ფუჭი ქანის გამორჩევა, რითაც გაიზრდება სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა მოპოვებულ მადანში.

საწყის ეტაპზე, მადნის ხარისხის გასაუმჯობესებლად საჭიროა მადნის მოპოვების ისეთი ტექნოლოგიის შემუშავება, რომელშიც გამოყენებული იქნება სხვადასხვა ტიპის მადნებისა და მათგან ფუჭი ქანის გამორჩევის პროცესები.

მადნისაგან ფუჭი ქანის გამორჩევის ეკონომიკური ეფექტიანობა პირველ რიგში დამოკიდებულია გაწეულ ხარჯებზე, რომლებიც უნდა დაიხარჯოს ფუჭი ქანის გამოსარჩევად. ფუჭი ქანის გამორჩევით გაიზრდება სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა მოპოვებულ მადანში, რაც დადებითად აისახება კონცენტრატის გამოსავალზე.

მადნისაგან ფუჭი ქანის გამორჩევის ეკონომიკურ ეფექტიანობას განსაზღვრავს, აგრეთვე მოპოვებული მადნის ხარისხი. მანგანუმის ფენა შედგება ერთობლივად ჩაწოლილი ფუჭი ქანისა და მადნის შრეებისაგან. მადნისაგან ფუჭი ქანის გამორჩევა არ წარმოადგენს დიდ სირთულეს და არ საჭიროებს მათ დასინჯვას, რადგანაც მათი გამოცნობა შესაძლებელია ვიზუალურად. როგორც მანგანუმის ფენის სტრუქტურულმა ანალიზმა ცხადყო, ფუჭი ქანის შემცველობა ფენის დასტაში შეადგენს 25-50%-ს.

მაშასადამე, პრაქტიკულად ფუჭი ქანის გამორჩევის სავარაუდო მოცულობა 10-20%-ია, როდესაც 1 ციკლში ფუჭი ქანი მონგრეული სამთო მასის 40%-ია.

1 ტ მადანზე მოგება (E_1) ფუჭი ქანის გამორჩევის გარეშე გამოისახება შემდეგნაირად:

$$E_1 = M_o \cdot \gamma_M - C_1,$$

სადაც M_o არის 1 ტ კონცენტრატის საბაზრო ფასი, ლარი;

γ_M - 1 ტ მადნიდან კონცენტრატის გამოსავალი;

C_1 - 1 ტ მადნის მოპოვებაზე გაწეული ხარჯი, ლარი.

1 ტ მოპოვებულ მადანზე მოგება (E_2) ფუჭი ქანის გამორჩევის შემთხვევაში, გაიანგარიშება ანალოგიური გამოსახულების საშუალებით:

$$E_2 = M_o \cdot (\gamma_M + \Delta\gamma_M) - (C_1 + \Delta C_1),$$

სადაც $\Delta\gamma_M$ არის კონცენტრატის რაოდენობის ზრდის მაჩვენებელი, რომელიც მიიღება სანგრევში ფუჭი ქანის გამორჩევის შედეგად;

ΔC_1 - გაწეული ხარჯების ზრდის მაჩვენებელი, რომელიც მიიღება სანგრევში ფუჭი ქანის გამორჩევის შედეგად.

ფუჭი ქანის გამორჩევით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი, როდესაც მოგება ნულის ტოლია, მაშინ

$$M_o \cdot \Delta\gamma_M = \Delta C_1 ,$$

აქედან გამომდინარე, მადანში სასარგებლო კომპონენტის გაზრდა გამოიწვევს კონცენტრატის მოცულობის მატებას და თუ ხარჯები მადნის გამორჩევაზე ნაკლები იქნება მოგების ნაზრდზე, მაშინ ეს ღონისძიება დადებით შედეგს მოიტანს.

ბოლოსიტყვა

1. სამთო საწარმოს მწარმოებლურობის, მარაგების, და დანაკარგებისგანსასაზღვრავად მიზანშეწონილია გამოიყენონ ეკონომიკური კრიტერიუმი- მოგება 1 ტ ბალანსურ მარაგზე;
2. საწარმოო სიმძლავრის განსაზღვრას უნდა უსწრებდეს, მისი მწარმოებლურობის დადგენა სამთო შესაძლებლობის თვალსაზრისით;
3. მარაგების გამოყენების სისრულე დამოკიდებულია გარე (სასარგებლო წიაღისეულზე მოთხოვნილებასა და ფასზე) და შიდა (სამთო-გეოლოგიურ პირობებსა და მადნის ხარისხზე) ფაქტორებზე;
4. ღარიბი მადნების მოპოვებაში ჩართვა გამართლებულია, თუ მოგების შემცირება კომპენსირდება დამატებით წარმოებული პროდუქციის ზრდით;
5. მარაგების განსაზღვრისას, მუდმივი კონდიციების პარამეტრების ნაცვლად, გამოყენებული უნდა იყოს საექსპლუატაციო კონდიციები;
6. საბადოს ბალანსური მარაგების მადნების შემოკონტურებისათვის, საკმარისია ვისარგებლოთ მინიმალური სამრეწველო შემცველობის პარამეტრით;
7. არაკონდიციური ფუჭი ქანის მინიმალური სისქე უნდა ისაზღვრებოდეს საბადოს ყველა უბნისათვის ცალ-ცალკე;
8. საბადოზე ბალანსგარეშე მარაგების რაციონალურად გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ ბალანსურ მარაგებთან ერთად. მათი მოპოვებაში ჩართვა მიზანშეწონილია, თუ დამატებითი პროდუქციის ღირებულება მეტია გაწეულ ხარჯებზე;
9. ლავებით დამუშავებისას, ფენის სისქის ცვალებადობასთან ერთად სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური სამრეწველო შემცველობა იცვლება 12%-დან 15%-მდე, სპირაჯოებით 14%-დან 15.5%-მდე;
10. მუდმივი კონდიციების გამოყენება არ არის მართებული, რადგანაც ამ შემთხვევაში, საბადოს დამუშავება ხან მაღალრენტაბელურია, ხან კი, წამგებიანი;
11. დანაკარგების ოპტიმალური მაჩვენებლის დადგენისათვის საჭირო გათვლები უნდა წარმოებდეს იმ პროცესების მიხედვით, რომლის მიზეზითაც წარმოიქმნა ამა თუ იმ სახის დანაკარგები;

12. მადნის გადარიბების შემცირების მიზნით, მონგრეული სამთო მასიდან შესაძლებელია ფუჭი ქანის გამოცალკევება, რაც საგრძნობლად გაზრდის მადნის ხარისხს და უზრუნველყოფს წარმოების ეფექტურობას;
13. დანაკარგები მონგრეული მადნის სახით განისაზღვრება ბურღვა-აფეთქების პარამეტრებით, სანგრევის არასრული აწმენდით-სასკრეპერო ბილიკზე განთავსებული მადნის მოცულობის გათვალისწინებით;
14. დანაკარგების ოპტიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრა ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე ხორციელდება მაშინ, როდესაც არსებობს ფუნქციონალური დამოკიდებულება დანაკარგებსა და გაწეულ ხარჯებს შორის;
15. მაღაროს მწარმოებლურობის განსაზღვრა განპირობებულია ბალანსური მარაგების რაოდენობით, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ბუდობის სისქეზე, მოპოვებული მარაგების ხარისხზე და სისრულეზე;
16. ხარჯების კლასიფიკაცია და ეკონომიკური კრიტერიუმის გამოყენება გვაძლევს საშუალებას მაღაროს მწარმოებლურობის, კონდიციების, რიცხოვნობის და ხარისხობრივი დანაკარგების პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდულ ეყრდნობად ერთიან ეკონომიკურ საფუძველს.

ლიტერატურა

1. Агошков М. И. Конструирование и расчёты систем и технологии разработки рудных месторождений, „Наука“, М. 1965. 219 с.
2. Агошков М. И. Определение производительности рудника. „Металлургиздат“, М. 1948. 271 с.
3. Агошков М. И., Гольдман Е. Л., Кривенков Н. А. Экономика горнорудной промышленности М. „Недра“ 1986. 264 с.
4. Адигамаев Я. М., Зарайский В. Н. Нормирование запасов руд по степени подготовленности к добыче. М. Недра, 1978. 264. с.
5. Астахов А. С., Калинецкий Л. Е., Чернегов Ю. А. Экономика горной промышленности М. „недра“ 1982. 406 с.
6. Безрукова Л. Г., Малкин А. С. Экономическая оценка решений при проектировании и развитии шахты. М. , Недра, 1979. 231 с.
7. Беришвили Г. А., Михельсон Р. В. К вопросу рационального распределения шпуровых зарядов ВВ в очистных забоях рудников треста „Чиатурмарганец“ Сб. „Марганец“ № 1 (5) Тбилиси. Груз НИИНТИ, 1965.с. 18-33.
8. Бронников Д. М. Подходы к выбору систем подземной разработки и определению производственной мощности рудника в кн. Актуальные проблемы освоения месторождений и использования минерального сырья. Изд. Московского Государственного горного института. М. 1993. с. 116-125.
9. Быховцев Н. А. Научно-технический прогресс и проблемы минерального сырья. М. Недра, 1979. 223 с.
10. Бурчаков А. С. , Малкин А. С., Устинов М. И. Проектирование шахт. М, Недра 1978. 407 с.
11. Гавашели А. В. Марганцевые руды Чиатуро-сачхерского бассейна, Тбилиси, „Сабчота Сакартвело“, 1969. с. 84.
12. Гатов Т. А. Техничко-экономическое обоснование уровня минимального содержания цветных металлов в руде. М, недра, 1967. с. 155.
13. Гатов Т. А. Рациональное использование месторождений цветных металлов. М, Недра, 1980. 277 с.
14. Городецкий П. И. Проектирование горнорудных предприятий. М,Металлургиздат, 1949. 450 с.
15. Добыча и обогащение полезных ископаемых Грузии (справочник). Тбилиси, „Мецниереба“, 1989. 370 с.
16. Дронов Н. В. Комплексная оптимизация подземной разработки сложных рудных месторождений. Фрунзе, „Илим“, 1975. с. 205.
17. Зурабишвили И. И. Технология подземной разработки рудных месторождений. М. „Недра“, 1976. 272 с.
18. Зурабишвили И. И., Каландадзе В. А., Кикабидзе А. Ф. Разработка марганцеворудных месторождений. Недра, Москва, 1987. 176 с.
19. Зурабишвили И. И. Каландадзе В. А., Кикабидзе А. Ф. Эффективность рационального использования марганцевых месторождений „Социально-экономические проблемы рационального использования недр, вип. 2. Сб. Проблемы рационального использования недр, Л, изд. ЛГИ. 1973. с. 110-115.

20. Именитов В. Р., Жигалов М. Л. Порядок разработки рудных месторождений, М, РПТ Московского института радиоэлектроники и горной электромеханики 1966. 43 с.
21. Каждан А. Б., Кобахидзе Л. П. . Геолого экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. М. „Недра“, 1985. с. 198.
22. Кикабидзе А. Ф. „ Рациональное извлечение запасов из недр при подземной разработке пластовых месторождений Груз НИИНТИ, Тбилиси, 1987. с. 52.
23. Кикабидзе А. Ф. Оценка точности определения оптимальных показателей извлечения руд. В кн. Рациональных методы добычи и обогащения полезных ископаемых Грузии. „ Мецниереба“, Тбилиси, 1978, с. 47-53.
24. Кикабидзе А. Ф., Кутелия З. А., Шекриладзе Н. Ш. горная промышленность Грузии и её роль в экономике страны. Горный журнал №4, Москва . 2004. с. 24-26.
25. ა. კიკაბიძე, გ. შატერაშვილი. საბადოს მიწისქვეშა დამუშავებისას სამთო საწარმოთა მწარმოებლობის განსაზღვრა მარაგების რაციონალური გამოყენების თვალსაზრისით. „სამთოჟურნალი“, თბილისი, №2(25), 2010. გვ.26-28.
26. ა. კიკაბიძე, გ. შატერაშვილი. მარაგების მინიმალური მოცულობის დადგენა საბადოს დამუშავების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობის დასადგენად. „სამთოჟურნალი“, თბილისი, №2(25), 2010. გვ.28-29.
27. ა.კიკაბიძე,გ.შატერაშვილი, ი.ერქომაიშვილი. „ჭიათურის მანგანუმის მადნის დანაკარგებისა და გაღარიბების აღრიცხვა, მათი ნორმატიული მაჩვენებლების დადგენა“, სამთოჟურნალი, თბილისი, №1(28), 2012. გვ.51-54.
28. ა.კიკაბიძე,ი.ერქომაიშვილი. „ჭიათურის მანგანუმის მადნის გაღარიბების შემცირების ღონისძიებები და ეკონომიკური ეფექტი“, ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №4-6, თბილისი,2012.გვ.51-53.
29. ა. კიკაბიძე, ი. ერქომაიშვილი, გ. შატერაშვილი. „ჭიათურის მანგანუმის საბადოს მარაგების ანგარიშისას კონდიციების შემადგენლობა და მათი განსაზღვრის პრინციპები“, სამთოჟურნალი, თბილისი, №2(29), 2012. გვ. 11-15.
30. Кикабидзе А. Ф. Оптимизация планирования добычи марганцевых руд подземным способом сб., технология добычи и обогащения полезных ископаемых Грузии. Мецниереба, Тбилиси 1980.
31. Кикабидзе А. Ф. Результаты оптимизации показателей полноты и качества извлечения марганцевых руд Чиатурского месторождения. Сб. „ Марганец “. Груз НИИНТИ, Тбилиси, 1979. с. 116-118.
32. Кикабидзе А. Ф., Цуцкиридзе С. Р. Метод установления минимального промышленного содержания марганца в рудах Чиатурского месторождения „Марганец“ №1(85) Ред сб. Груз НИИНТИ, Тбилиси 1983. с. 6-11.
33. Кикабидзе А. Ф. Оптимизация показателей извлечения марганцевых руд при подземной добыче. Технология добычи и обогащения полезных ископаемых Грузии, „Мецниереба“, Тбилиси, 1977. с. 48-55.
34. Никаноров В. И., Синдаровская Н. Н. Некоторые вопросы экономической оценки эффективности разработки руд. В кн. (повышение полноты и качества извлечения запасов при разработке жильных месторождений.) ИПКОН АН СССР, 1980. с. 116-127.
35. Попов Г. Н., Юков В. А., Пахомов В. П. Технология и Техника подземной разработки рудных месторождений осадочного происхождения. М. Недра, 1975. 303 с.
36. Подвиженский С. Н., Чалов В. И., Кравченко О. П. Рациональное использование природных ресурсов в горнопромышленном комплексе. М. Недра, 1988. с. 228.

37. Рачковский С. Я. Экономика горнорудной промышленности. „Недра“, Москва, 1966. с. 315.
38. Рогинский Ф. Н. Планирование развития горных работ на рудниках. М. Недра, 1978. с. 221.
39. Техничко – экономическая оценка добычи и использования руд. Авт. А. Х.Бенуни, Е. М. Казаков, Г. Д. Киселёв и др. М. „Недра“, 1978. 232 с.
40. Шестаков В. А. Проектирование рудников, М, Недра, 1987. – 231с.
41. Шестаков В. А. , Дронов Н. В. Критерии экономической эффективности добычи руд. Фрунзе, издат. „ Илим“, 1972. с. 86.
42. Шестаков В. А. Научные основы выбора и экономической оценки систем разработки рудных месторождений. М. Недра, 1976. с.272.
43. Шестаков В. А. Проектирование рудников. М. Недра,1987. с.231.
44. Ястребинский М. А. Особенности разгосударствления собственности в горной промышленности. „Горный журнал“. 1993, №8, с. 40-45.
45. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. Авт. Кобахидзе Л. П. и др. М, Недра, 1976. с. 333.
46. Чернегов Ю. А. Экономические методы управления в горной промышленности. М. Недра, 1977. с. 295.

სარჩევი

შესავალი

სამთო გეომეტრია, როგორც წიაღის ობიექტებისა და მოვლენების მართვა

2

ნაწილი I

1 სამთო გეომეტრიაში გამოყენებული გეგმილები	5
1.1 სწორი ხაზის გეგმილები	8
1.2 სწორი ხაზის გრადუირება	10
1.3 სწორი ხაზი სივრცეში	11
1.4 სიბრტყეების გეგმილები	13
1.5 სწორი ხაზი და სიბრტყე	18
1.6 სიბრტყეების შეთავსება	20
1.7 ორ მოცემულ მიმართულებას შორის კუთხის განსაზღვრა	21
1.8 ორ მოცემულ სიბრტყეს შორის გადაკვეთის კუთხის განსაზღვრა	22
1.9 ხაზსა და სიბრტყეს შორის შექმნილი კუთხის განსაზღვრა	23
2 ფენობრივი ტიპის საბადოების ჩაწოლის პარამეტრები	24
2.1 ფენის ჩაწოლის ელემენტების (პარამეტრების) ძარღვის ან გეოლოგიური კონტაქტის განსაზღვრა	25
2.2 ფენის სისქის განსაზღვრა	26
2.3 ბუდობის ჩაწოლის სხვა ელემენტების განსაზღვრა	27
3 ფენის კონტაქტის ჰიფსომეტრული გეგმის აგება	28
3.1 ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირების ზოგიერთი თვისებები	30
3.2 ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირებისათვის მათემატიკური მოქმედებანი	33
3.3 ტოპოგრაფიული რიგის ზედაპირის გამოკლება	33
4 ბუდობის განლაგების რღვევითი სტრუქტურები, დიზუნქტივები, მათი წარმოშობა და დადგენა დამუშავების პირობებზე	39
4.1 ელემენტები, პარამეტრები და ბრტყელი დიზუნქტივების გეომეტრიული კლასიფიკაცია	40
4.2 ეომეტრიული ამოცანების გადაწყვეტა აშლილი უბნების დამუშავებისას	41
4.3 სამთო ქანების მასივის დანაპრალიანება, მათი კლასიფიკაცია და მაჩვენებელი	42
4.4 მასივის ნაპრალიანობა ზოგიერთი სამთო ამოცანების გადაწყვეტისას	43
5 ფენების განლაგების ნაოჭისებური ფორმები	44
5.1 ნაოჭის განლაგების ელემენტების განსაზღვრა	47
6 სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები, მათი პარამეტრები და კლასიფიკაცია	49
6.1 მცირემარაგიანი საბადოების მთავარი პარამეტრების დადგენა	50
6.2 საბადოების კლასიფიკაცია გეოლოგიური აგებულების სირთულის მიხედვით	53
6.3 საბადოების ჯგუფები მათი შესწავლილობის ხარისხის მიხედვით	54
6.4 მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები და პროგნოზული რესურსები	57
6.5 მყარი სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები მათი ეკონომიკური მნიშვნელობის მიხედვით	61
7 სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების შემოკონტურება	67

8 მარაგების ძირითადი პარამეტრები	71
9 ფართობების განსაზღვრა მარაგების ანგარიშის დროს	72
10 ფენის სისქის, მადნის სიმკვრივის და სასარგებლო კომპონენტის შემცველობის განსაზღვრა	73
11 მოცულობების განსაზღვრა	75
12 მარაგების ანარიში	76
12.1 საშუალო არითმეტიკული ხერხი	76
12.2 მრავალკუთხედის ანუ პროფ. ბოლდირევის ხერხი	78
12.3 სამკუთხედების ხერხი	80
12.4 იზოჰიფსების ანუ პროფ. ზაუმანის ხერხი	81
12.5 ბლოკების ხერხი	82
12.6 კვეთების ხერხი	83
12.7 მარაგების ანგარიშის ცდომილება	22
13 მადნის მოპოვების მაჩვენებლები	84
14 დანაკარგების კლასიფიკაცია მყარი სასარგებლო წარმოების დამუშავებისას	88
14.1 დანაკარგების განსაზღვრის მეთოდები	89
15 სამრეწველო მარაგები და მათი კლასიფიკაცია მოპოვებისათვის მზადდონის თვალსაზრისით	91
15.1 მოპოვებისათვის მომზადებული მარაგების ორმირება	92

ნაწილი II

მარაგების მართვა სამთო საწარმოში

16 მადნეული საბადოების რაციონალური გამოყენების პრინციპები და	98
16.1 საერთოდებულებები	98
16.2 მიწისქვეშა დამუშავებისას საწარმოო სიმძლავრის დადგენა მაღაროს მარაგების რაციონალური გამოყენების თვალსაზრისით	105
17 საბადოების დამუშავების პროცესში კონდიციების პარამეტრების ტექნიკურ	120
17.1 საერთო დებულებები	120
17.2 ბალანსური მარაგების კონტურში შესაყვანი ფუჭი ქანის მაქსიმალური სისქის განსაზღვრა	124
17.3 სასარგებლო კომპონენტის ნორმატიული შემცველობის დადგენის მეთოდები	134
17.4 ბალანსგარეშე მადნების თანმდევი მოპოვების ეკონომიკური მიზანშეწონილობის განსაზღვრა	136
17.5 ბალანსური მარაგების მინიმალური სიდიდის დადგენა	138
18 მადნის მარაგების გამოყენების პარამეტრების დადგენის მეთოდები	140
18.1 მადნის დანაკარგებისა და გაღარიბების აღრიცხვა, მათი ნორმატიული მაჩვენებლების დადგენა	140
18.2 მადნის გაღარიბების შემცირების ღონისძიებები და ეკონომიკური ეფექტი	155
ბოლოსიტყვა	158
ლიტერატურა	160

რედაქტორი მ. კეზულაძე

გადაეცა წარმოებას 26.04.2018. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 02.07.2020. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 10. №2736.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent