

6. თ ე ვ ზ ა ძ ე

შენიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული ზოღვაწე.
ტექნიკურ შენიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ს ა ი ნ შ ი ნ რ ო გ ე ო დ ე ზ ი ა

X

(გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია და ნაკრობი
სახალხო მუშაკთა სხვადასხვა დარგების საინჟინრო
ამოცანების გადაწყვეტის რჩოლ)

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური
განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სა-
ხელმძღვანელოდ უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლები
ბის სტუდენტებისათვის

საინჟინრო გეოლუზიის მეთე ტომში განხილულა გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია და წარმოება გეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, პიდრო-გეოლოგიური, პიდროლოგიური, გეოფიზიკური, სამრეწველო, პიდროტექნიკური, მელიორაციული, საგზაო-სატრანსპორტო, ხიდების, მაგისტრალური მილ და ელექტროგაყვანილობის, აეროპორტების, ვიარაბებისა და უნიკალურ ნაგებობათა ძემა-მიმოკლდეა-დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და დეფორმაციებზე დაკვირვებების დროს.

წიგნი სრულად აკმაყოფილებს საინჟინრო-გეოდეზიური და სამარკშიდერო სპეციალობის სტუდენტებისათვის განკუთვნილ პროგრამებს. იგი შეიძლება გამოიყენონ წარმოების მუშაკებმა და პოლიტექნიკური ინსტიტუტის იმ სტუდენტებმა, რომელთაც ეკითხებათ გეოდეზია.

რ ე ც ე ნ ე ნ ტ ე ბ ი :

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო მექანიკის და სეისმოლტვადობის ინსტიტუტის დირექტორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი შ. ნაფეტვარიძე

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კირტოგრაფიისა და გეოდეზიის კათედრის გამგე, გეოგრაფიულ მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი **ა. ასლანიკაშვილი**

შინაარსი

გ ა ნ ე ო ფ ი ლ ე ბ ა

გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია-წარმოება გეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდროლოგიური და გეოფიზიკური სამუშაოების შესრულების დროს

თ ა ვ ი

10. 1. 1. საინჟინრო ნაგებობების სიხეები და დაპროექტების სტადიები. ნაგებობების მშენებლობისათვის მიმოკვლევები და სასარგებლო ნამარხთა დაზვერვები. გეოლოგიური აგეგმვების ზოგადი განსაზღვრება	11
10. 1. 2. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევები. სამთო ქანების ძირითადი თვისებები. ფიზიკურ-გეოლოგიური პროცესები. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევების დროს გეოდეზიური სამუშაოები	14
A. საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევები. სამთო ქანების ძირითადი თვისებები	14
B. ფიზიკურ-გეოლოგიური პროცესები	15
C. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევების დროს საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოები	17
10. 1. 3. ჰიდრომეტრიული დაკვირვებები	18
A. მდინარის დინების ცვალებადობაზე დაკვირვებები	18
B. მდინარის გრძივი ქანობის განსაზღვრა	22
C. მდინარის დინების სინქარის განსაზღვრა	26
a. ზედაპირული ტივტივებით	26
b. ჰიდრომეტრიული ტრაალებით	29
c. აერომეთოდებით	33
D. მდინარის წყლის ხარჯის განსაზღვრა	34
a. გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით	34
b. გრაფიკულ-მექანიკური მეთოდით	35
E. მდინარის დინების მიმართულების განსაზღვრა	37
10. 1. 4. ჰიდროლოგიური მიმოკვლევების წარმოების დროს გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია და სიზუსტე	37
10. 1. 5. გეოფიზიკური მიმოკვლევების დროს გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია და სიზუსტე	39
A. გეოდეზიური სამუშაოები გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს	40
a. თეოფორინაგეობის რეისების ორგანიზაცია	41
b. გრავიტაციული და გეოდეზიური რეისების აგება	42
c. გრავიმეტრიული აგეგმვების ხარისხი	42
d. ადგილის რელიეფით გამოწვეული შესწორების განსაზღვრა	45
e. გეოდეზიური სამუშაოები სეისმური დაზვერვების დროს	47
f. გეოდეზიური სამუშაოები ელექტროდაზვერვების დროს	49
g. გეოდეზიური სამუშაოები მაგნიტური დაზვერვების დროს	51
I. საპიერო მაგნიტური აგეგმვები	51
II. მიწისზედა (მიწისპირული) მაგნიტური აგეგმვები	52
h. ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენების შესახებ	53
I. ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გეოფიზიკური პუნქტების გეგმურის მიხედვით	54
II. ტოპოგრაფიულ რუკაზე პუნქტების ნიშნულების განსაზღვრა	57
i. გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა	60

**მშენებლობაზე მიწისა და ზოგადად სამონტაჟო ხაშუშაობების დროს
გეოდეზიური მომსახურება**

10. 2. 1. გრუნტების სამშენებლო თვისებები	63
10. 2. 2. მიწის სამუშაოების მოცულობების გამოთვლები	65
A. ტრანშეის (მიწათხრილის ან მიწაყრილის) ვაყვანასთან დაკავშირებული მიწის სამუშაოების ტრაპეციების მეთოდით გამოსათვლელი ფორმულები	67
B. ლიხ ქვაბულის მიწის სამუშაოების გამოთვლები	78
C. მიწის სამუშაოების მოცულობების განსაზღვრა ვერტიკალური დაპროექტების დროს	81
D. გრუნტისა და ნულოვანი ბალანსები	89
E. ტერიტორიის მოსაშენდაკებლად გრუნტის გადაადგილების საშუალო მანძილ- ბის განსაზღვრა, ყრილის შრე და შრის გამკვრივების სამუშაოების ოდენობა	95
10. 2. 3. მიწის ნაგებობების მშენებლობის დროს გეოდეზიური მომსახურება	96
10. 2. 4. სამშენებლო კონსტრუქციების აგების დროს საკირო გეოდეზიური სამუშაოები	99

ზოლური ნაგებობების ტრასირება [18]

10. 3. 1. ზოგადი ცნობები ტრასირების შესახებ	102
A. ტრასების სახეობები	102
B. ტრასირება ვაკე ადგილებში	103
C. ტრასირება მთაგორიან ადგილებში	105
10. 3. 2. მავსტრალური ტრასების მიმოკვლევები	106
A. ტრასის წინასწარი მიმოკვლევები	106
B. ტრასის საბოლოო მიმოკვლევა	110
10. 3. 3. აერორადიონევილიზაცია	111
10. 3. 4. კამერულად ტრასის პროექტის შედგენა	112
10. 3. 5. ველზე ტრასირება	116

დაკვალვითი ხაინჯირო-გეოდეზიური მეთოდები

10. 4. 1. კეგმის ლეფორმაცია	117
A. ხაზოვანი ლეფორმაცია	118
B. კუთხური ლეფორმაცია	119
10. 4. 2. დაკვალვებისათვის გეოდეზიური მონაცემების გამზადება	121
A. გრაფიკული ხერხი	121
a. ხაზების სიგრძეების განსაზღვრა	121
b. აზიმუტების (ღირეკიული კუთხეების) განსაზღვრა	121
c. წერტილის კოორდინატების განსაზღვრა	122
B. ანალიზური ხერხი	122
C. გრაფიკულ-ანალიზური ხერხი	124
10. 4. 3. დაკვალვითი სამუშაოების ეტაპები და სიზუსტე	124
10. 4. 4. დაკვალვითი სამუშაოების ელემენტები	125
A. საპროექტო კუთხის აგება ადგილზე	125
B. საპროექტო მანძილების ადგილზე აგება	128
C. წერტილის ნიშნულის გადატანა ადგილზე	130
D. წერტილების ნიშნულების გადატანა ღრმა ქვაბულებში და მაღალ შენობებზე	132
E. მოცემული ქანობით ხაზებისა და სიბრტყეების ნატურაში გადატანა	133
a. მოკლე დაშრევი ხაზის დაკვალვა ადგილზე მოცემული ქანობის შესაბ- მისად	133

	b. ხაზის მეორე წერტილის ნიშნის წინაწარ განსაზღვრის გარეშე მოცემული კინობით ხაზის ნატურაში დანიშნა	135
	c. თეოდოლიტ-ტიქსომეტრით ნატურაში მოცემული კანობით ხაზის შუილედო წერტილების დანიშნა	136
	d. შოედნის დაკვალვა პორიზონტულად და დხირილად მოსაწინადაკებლად	136
10. 4. 5.	დაკვალვითი სამუშაოების საფუძველები	137
	A. გეოდეზიური სამუშაოებლო ბადის რაობისა და სიხუტის შესახებ	138
	B. სამუშაოებლო ბადის გამოსაელო მიმართულებების დაპროექტება და ადგილზე გადატანა	140
	C. სამუშაოებლო ბადის ადგილზე დეტალურად დაკვალვის მეთოდები	141
	D. სამუშაოებლო ბადის განვითარების დროს გეოდეზიური სამუშაოები	143
	ა. შთავარი საფუძვლის აგება	144
	b. შემავსებელი ქსელების განვითარება	144
	c. ქსელის გაწონასწორება	145
	d. სამუშაოებლო ბადის რედუცირება	146
	e. სამუშაოებლო ბადის პუნქტებზე საკონტროლო გაზომვები	147
	f. მონებლობის პროცესში სამუშაოებლო ბადის გზშირება	148
	F. კორდინატების გადაწვარება	148
10. 4. 6.	დაკვალვითი სამუშაოების მეთოდები	150
	A. ნაგებობათა შთავარი და ძირითადი ღერძების დაკვალვისათვის საკირო მეთოდები	150
	ა. პოლარული კორდინატების მეთოდი	151
	b. მართკუთხა კორდინატების მეთოდი	153
	c. პირდაპირი კუთხური გადაკვების მეთოდი	155
	d. ჩაკეტილი სამკუთხედის მეთოდი	157
	e. საპროექტო პოლიგონის აგების მეთოდი	158
	B. ნაგებობათა დეტალურად დაკვალვისათვის საკირო მეთოდები	159
	ა. ზაზონანი გადაკვების მეთოდი (ბიპოლარული მეთოდი)	159
	b. გასწვრივობის მეთოდი	160
	c. ფარგსაკვალის გამოყენების მეთოდი	161
	I. ძირითადი ღერძების ადგილზე დაკვალვა	161
	II. ფარგსაკვალის დაპროექტება და ადგილზე გადატანა	162
	d. ფარგსაკვალზე ძირითადი და საპროექტო (დასაკვალავი) ღერძების დანიშნა	116
	e. ფარგსაკვალზე დანიშნული ძირითადი ღერძების დამგარება ადგილზე	168
	f. დაკვალვითი სამუშაოების ჩაბარება კომისიისადმი	169
	გ. დამგარებული ღერძების გადატანა შენობის შიგნით	170
	C. შენობების დაკვალვა წითელი ხაზების საფუძველზე	170
	D. კვარტლების გაშენების პროექტის ადგილზე დაკვალვა	172
	E. შენებიდი ობიექტის დეტალური დაკვალვების სასიმართლო საფუძველი	173

თ ა ვ

გეოდეზიური დაკვალვების ზოგადი შემთხვევები [13]

10. 5. 1.	მიწისქვეშა ქსელების ტრანზიტივის და სამეთვალურა კვების დაკვალვა. გეოდეზიური დაკვალვები ნულოვანი ციკლის სამუშაოებლო სამუშაოების დროს	177
	გეოდეზიური დაკვალვები ნულოვანი ციკლის სამუშაოებლო სამუშაოების დროს	180
	A. გეოდეზიური სამუშაოები კვებულის აგების დროს	180
	B. ლენტისებური ასაკრები საძირკვლების დაკვალვა	182
	C. მონოლითური რკინაბეტონის ლენტური საძირკვლის დაკვალვა	184
	D. სვეტების ქვეშ ცალკეული საძირკვლების დაკვალვა	185
10. 5. 2.	გეოდეზიური სამუშაოები შენობებისა და ნაგებობების მიწისზედა ნაწილების აგების დროს	186
	A. დაკვალვითი სამუშაოები აგურის კვლებების აგების დროს	189
	B. შენობის კვლების ვეგმორებისა და ვერტიკალურობის შემოწმება	191
	C. ფანჯრების, კარების, სიოების და სართულთშორის გადახურვების დაკვალვები	193

10. 5. 3. საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების კონსტრუქციების მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	195
A. უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების თავისუფალი მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	185
B. უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების ძილუბითი მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	196
C. კარკასულ-პანელიანი შენობების მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	189

ბ ა ნ ყ ო ფ ი ლ ე ბ ა II

გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია და წარმოება საშრეწველო, ჰიდროტექნიკური, საგზაო-სატრანსპორტო, მეტროპოლიტენების, ხიდების, მელიორაციული, აეროპორტების, მილგაყვანილობებისა და უნიკალურ ნაგებობათა მიმოკვლევა-დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს

თ ა ვ ი VI

გეოდეზიური სამუშაოები საშრეწველო შენობების მონტაჟის დროს

10. 6. 1. საშრეწველო შენობების კონსტრუქციული სქემები	203
10. 6. 2. ნაგებობების სექტების საძირკვლების გამზადების დროს გეოდეზიური სამუშაოები	204
10. 6. 3. სექტების დასაყენებლად საძირკვლებს განზადებისათვის დაკვალვები	205
10. 6. 4. ანწისქვეშა ძელების მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	207
10. 6. 5. მიწისქვეშა რელსების მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები	208
10. 6. 6. გეოდეზიური სამუშაოები ფერმების მონტაჟის დროს	210

თ ა ვ ი VII

გეოდეზიური სამუშაოები საშრეწველო მოწყობილობების, ბრძმელებისა და ცემენტის ღუმელების კონსტრუქციებისა და მალღვივი შენობების მონტაჟის დროს

10. 7. 1. გეოდეზიური სამუშაოები საშრეწველო მოწყობილობების მონტაჟის დროს	212
A. საძირკვლებზე ღერძების დამაგრების ნიშნები. საძირკვლების მიღება	212
B. გვერდური გეოდეზიური საფუძველი ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟისათვის	214
a. საკონტროლო და სამუშაო ღერძების დაკვალვა სიმათე	215
b. ღერძების დაკვალვა ოპტიკური ხერხით	219
c. კოლიმატორული მეთოდი [8] [55]	221
d. ავტოკოლიმაცია	222
e. დიფრაქციული მეთოდი	223
C. ტექნოლოგიური მოწყობილობების დაყენება სიმაღლეში	226
a. გეომეტრიული ნივთი	227
b. მიკრონიველობა	228
c. ჰიდროსტატიკური ნივთი	231
D. გეოდეზიური სამუშაოები საგლინი მოწყობილობების მონტაჟის დროს	234
E. გეოდეზიური სამუშაოები საგლინი ღვანის სამუშაო კაბინის (გალის) ხაზის მონტაჟის დროს	235
10. 7. 2. გეოდეზიური სამუშაოები მეტალურგიული ქარხნების ბრძმელებსა და ავტომატების ობიექტების მონტაჟის დროს	238
A. გეოდეზიური სამუშაოები ბრძმედის რეკონსტრუქციის დროს	242
10. 7. 3. გეოდეზიური სამუშაოები მარუნივი ცემენტის ღუმლის მონტაჟის დროს	244
A. დაკვალვა საძირკვლების ასაგებად	245
B. დაკვალვები საძირკვლების ჩარჩოების მონტაჟისათვის	247

C. დაკვალვა საყრდენი გორგოლაკების მონტაჟისათვის	248
D. დაკვალვები ღუმლის კორპუსის მონტაჟისათვის . . .	250
10. 7. 4. გეოდეზიური სამუშაოები მალღივი შენობების აგების დროს	252

თ ა ვ ი VIII

ხაინჟინრო-გეოდეზიური სამუშაოები ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მიმოკვლევების, დაპროექტების და მშენებლობის დროს

10. 8. 1. ჰიდროტექნიკური სამუშაოების დაპროექტების სტადიები და მიმოკვლევების შედეგნილობა	255
10. 8. 2. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტებისათვის საჭირო გეოდეზიური და ტოპოგრაფიული მასალები	258
A. ტოპოგრაფიული რუკა ჰესის სიმძლავრის განსაზღვრისათვის. ჰესის სიმძლავრის განსაზღვრის სხუსტე	258
B. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტების დროს ნიველობა, როგორც გამოსავალი მონაცემების საფუძველი	264
10. 8. 3. გეოდეზიური სამუშაოები მდინარის გრძივი პროფილის შედგენისათვის	270
A. მდინარის გრძივი პროფილის დანიშნულება და მისშტაბი	270
B. მდინარის წყლის დონის ნიველობისათვის სისიზღლო საფუძვლის სქემის შედგენა	271
C. მდინარის დონის ნიველობა	272
D. მდინარის გრძივი პროფილის შესადგენად საჭირო მასალების დამუშავება	274
a. მდინარის სიღრმეების განაზომების დამუშავების შესახებ	274
b. მდინარის სამუშაო დონის დაყენა დროს ერთ მომენტზე	275
E. მდინარის გრძივი პროფილის შედგენა	278
10. 8. 4. გეოდეზიური სამუშაოები წყალსაცავის დაპროექტებისათვის	279
A. წყალსაცავის მოცულობის განსაზღვრა	280
a. მიახლოებითი მეთოდით	281
b. დაზუსტებული მეთოდით	282
10. 8. 5. დატბორვის ფართობების განსაზღვრა ინტერპოლობის მეთოდებით	286
A. წირული ინტერპოლობის მეთოდი	287
B. სასრულო სხვაობების მეთოდი	287
C. ლოკალური პირამოლის მეთოდი	288
D. წაკვეთილი კონუსის მეთოდი	289
E. წყალსაცავის დატბორვის ფართობების ექსტრაპოლირება	290
10. 8. 6. წყალსაცავის საპროექტო კონტურის ადგილზე გადატანა	291
10. 8. 7. ჰიდროკვანძების სივრცეებზე გეოდეზიური სამუშაოები	294
A. ჰიდროკვანძის სამშენებლო ტერიტორიაზე გეოდეზიური ქსელის შექმნა და ნაგებობათა ღერძების ნიტურაში დაკვალვა	294
a. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების აგების დროს ბუნებრივი კალაპოტით წყლის ხარჯის გატარების ხერხი	295
b. სამშენებლო არხის ან გვირაბის გამოყენების ხერხი	295
c. ჰიდრონაგებობების ორ რიგად ანუ ნაწილ-ნაწილ აგების ხერხი	296
d. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ღერძების ნიტურაში დაკვალვა	297
e. დაკვალულ ღერძებზე წერტილების დამაგრება	299
10. 8. 8. გეოდეზიური სამუშაოები ჰიდროტექნიკური აგარეგატების მონტაჟის დროს	301
10. 8. 9. გეოდეზიური სამუშაოები ორხების დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს	304
A. გეგმური საფუძველი	305
B. სისიზღლო საფუძველი	307
10. 8. 10. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დეფორმაციების განსაზღვრები	308

თ ა ვ ი IX

გეოდეზიური ხაზუშაოები პიდრომელიორაციული მიმოკვლევების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის დროს

10. 9. 1.	ზოგადი ცნობები მელორაციის შესახებ	312
10. 9. 2.	პიდრომელიორაციული მშენებლობისათვის მიმოკვლევების არსი და დაპროექტების სტადიები	314
10. 9. 3.	პიდრომელიორაციული მშენებლობის ტერიტორიის ტოპოგრაფიული აგეგმვები .	315
10. 9. 4.	მდინარეების აგეგმვები და წყალმიწდებების მარეგულირებელი კალაპატის ტრასირება	316
10. 9. 5.	სარწყავი და დამაშრობელი სისტემების ელემენტების დაპროექტებისა და მიმოხილვისათვის სიკირო გეოდეზიური ხაზუშაოები	318
10. 9. 6.	მოსარწყავი ადგილების ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტის აღვილზე გადატანა	321
10. 9. 7.	მეწყობით გამოწვეულა გადანაცლებების გეოდეზიური მეთოდებით გაზომვები	323

თ ა ვ ი X

გეოდეზიური ხაზუშაოები ხაზგაო ხატრანსპორტო მშენებლობისათვის

10. 10. 1.	ხაზგაო მიმოკვლევები და ხაზგაო ტრასირების აღდგენა	325
10. 10. 2.	გზის ვაკისის დაკვალვა	326
	A. გზის განივი პროფილო	326
	B. საშენებლო განივი პროფილის დაკვალვა .	327
	C. განივი პროფილის დაკვალვა ყრილში	328
	D. განივი პროფილების დაკვალვა თხრებებში	332
10. 10. 3.	გზის ვაკისზე ფენილების დი ზედა ნაშენების დაკვალვები	334
	A. საავტომობილო გზების ფენილების დაკვალვები	335
	B. რკინიგზების ზედა ნაშენების დაკვალვები	334
10. 10. 4.	საავტომობილო გზების ვირაჟებზე განივების გაანგარისება და დაკვალვა .	336
10. 10. 5.	რკინიგზების ლიანდაგების შეერთებისა და პარკების დაკვალვები	339
	A. ლიანდაგების მიმხრობა .	339
	B. მიმხრობების დაკვალვები	340
	C. პარალელური ლიანდაგების მიმხრობის დაკვალებისათვის	341
	D. ისრული გადასასვლელების დაკვალებისათვის .	342
	E. ისრული გზების დაკვალებისათვის	343
	F. ლიანდაგების პარკის დაკვალვა	345
	G. მოსაბრუნე მოწყობილობის დაკვალვა .	346
	ა. მოსაბრუნე სამკუთხედები .	346
	ბ. მარყუქისებრი მოსაბრუნების დაკვალვა	347
10. 10. 6.	საავტომობილო გზების მიმხრობებისა და გადაკვეთების დაკვალვა .	349
10. 10. 7.	ვერტიკალური მრუდები	352
10. 10. 8.	რკინიგზის მრუდების აგეგმვები .	354

თ ა ვ ი XI

ხილვებით გადახასვლვების საინჟინრო-გეოდეზიური მიმოკვლევები და პროექტების ნატურაში გადატანა

10. 11. 1.	წყალსადინარებზე გადასასვლელი ადგილების შერჩევა	355
10. 11. 2.	ხილვით გადასასვლელის აგეგმვა	358
10. 11. 3.	ხილვით გადასასვლელის სიგრძის განსაზღვრა	359
10. 11. 4.	დიდ წყალსადინარებზე ნიწულების გადაცემა	361
	A. ყინულზე ნიწულობა	362
	B. ორმაგი გეომეტრიული ნიწულობა	362
	C. ტრიგონომეტრიული ნიწულობა .	364
	D. პიდროსტატიკური ნიწულობა	368

10. 11. 5.	სახიდე ტრიანგულაცია	366
	A. სახიდე ტრიანგულაციის პროექტი	367
	B. სახიდე ტრიანგულაციის წინასწარი გაანგარიშება	368
	C. ქსელის პროექტის რეკონსტრუქცია, დაზუსტება და აგება	369
10. 11. 6.	ხიდის საყრდენების ცენტრების ადგილზე დაკვალვა	370
	A. ხიდის გადასასვლელის ტრასის აღდგენა	370
	B. საყრდენების ადგილზე უშუალოდ დაკვალვა	370
	C. საყრდენების დაკვალვა ადგილზე პირდაპირი კუთხური გადაკვეთით	371
10. 11. 7.	ხიდის საყრდენების დეტალურად დაკვალვა	372
	A. ხიდის საყრდენების ფუძეები	372
	B. საყრდენების ღერძების დაკვალვა ხმელეთსა და კუნძულებზე .	373
	C. საყრდენების ფუძეების დაკვალვა ტიპიური	374
	a. კამერის ჩაშვების სიღრმის განსაზღვრა .	375
	b. კესონის გრძივი და განივი მძვინვარებით განსაზღვრა .	375
	c. კამერის ღერძის და კუარის გვერდითი გადაადგილების განსაზღვრა	375
	D. საყრდენების საძირკვლების ყალიბის შემოწმება	378
	E. საყრდენების შესრულებითი აგებულება	379
10. 11. 8.	ხიდის შალის ნაშენის შემოწმება	380
	A. ხიდის საყრდენების დაჯდომუხება და გადაადგილებაზე დაკვირვება	381

თ ა ვ ი I I I

მაგისტრალური მილგაყვანილობებისა და ელექტროგადამცემი ხაზების მიმოკვლევა

10. 12. 1.	მაგისტრალური მილგაყვანილობების მიმოკვლევა	382
	A. წინასწარი მიმოკვლევები .	383
	B. საბოლოო მიმოკვლევა	383
10. 12. 2.	დაკვლითი სამუშაოები მილგაყვანილობის მშენებლობის დროს .	385
10. 12. 3.	ელექტროგადამცემი ხაზების მიმოკვლევები .	388
	A. წინასწარი მიმოკვლევები .	388
	B. საბოლოო მიმოკვლევები	390
	C. ადგილზე ტრასირება	391
	D. საყრდენების დაკვალვა	392

თ ა ვ ი I I I I

აეროპორტების მიმოკვლევებისა და მშენებლობის დროს გეოდეზიური სამუშაოები

10. 13. 1.	აეროპორტებისათვის საპერო ტერიტორიების მიმოკვლევა	394
	A. აეროპორტის კომპლექსი	394
	B. აეროპორტისათვის საპერო ტერიტორიის შერჩევის დროს მოთხოვნები	395
	C. აეროპორტების მიმოკვლევების დროს საპერო სამუშაოები	396
10. 13. 2.	აეროპორტისათვის შერჩეულ ტერიტორიაზე გვერდითი და სისინალის საფუძვლის, კორიზონტული და ვერტიკალური სააგვერდო სელებისა და აგებულების წესისა	397
10. 13. 3.	ტრასირება, მისადგომების აგებულება	397
10. 13. 4.	მისადგომის ზონაში დაბრკოლების სიმაღლის აღდგენა	398
	A. ახლომდებარე დაბრკოლების სიმაღლის გაზომვა .	398
	B. შორს მდებარე დაბრკოლების სიმაღლის გაზომვა	399
10. 13. 5.	საფრენი მინდორის ღერძების დაკვალვები და დამაგრება	400
10. 13. 6.	მიწის მასივების გადაადგილებისა და მოწინადაკების დროს ასაღრუნი მიწისპირის დაკვალვები	403
	A. კვადრატების მეთოდი	403
	B. ტაქსომეტრიული მეთოდი	404
10. 13. 7.	მიწის ვარცხლის აგებისათვის განივების დაკვალვა	405
10. 13. 8.	ხელოვნური სახურავების (საფარების) დაბეტონების დროს გეოდეზიური სამუშაოები	407
	A. ფუძეების დაკვალვა	407

B. ყალიბის უდაკვლეო ბეტონის ფილებისათვის .	407
C. ფინიშერის რელსების დაყენება	407
10. 13. 9. საფრენი მინდერის მიწისქვეშა კომუნიკაციის დაკვლევა	408

თ ა ვ ი X I V

10. 14. 1. ზოგადი ცნობები გვირაბების შესახებ	410
10. 14. 2. აცლენების სახეები. გეგმური და სასიმალო საფუძვლის აგებისათვის დაშვებების გაანგარიშება	411
10. 14. 3. დამაკავშირებელი აგებულების შესახებ	415
10. 14. 4. გამკვეთის (შებენის) მოსილოდნელი შეცდომის წინასწარი გაანგარიშება	416
10. 14. 5. გვირაბის ლერძის ნატურაში ვალატანა	424
10. 14. 6. გვირაბების ტუბინგებით მოპირკეთებისა, ბლოკებით წყობებისა და ფარებით გაყვანის დროს გეოდეზიური სიმუშაოები	429
10. 14. 7. გვირაბებში რკინიგზის ლიანდაგის დაგებისათვის დაკვირვებითი სიმუშაოები .	436
10. 14. 8. დაქლომებისა და დეფორმაციებზე დაკვირვებები	440
10. 14. 9. მიწისქვეშა მუშაობის დროს უსაფრთხოების ძირითადი წესები	441

თ ა ვ ი X V

გადაადგილებებისა და დაქლომების გაწმენები გეოდეზიური მეთოდებითა

10. 15 1. სამთო ქანების გადაადგილება, დაქლომების მიზეზები და მათზე დაკვირვებების სქემები	442
10. 15. 2. სამთო ქანების შრე და შრე გადაადგილებებზე დაკვირვებებისათვის რეპერების სახეები	447
A. ჩვეულებრივი რეპერი	447
B. სიმუხიანი ღრუ რეპერი	449
10. 15. 3. სინდინრო ნაგებობების დაქლომებისა და გადაადგილებებზე დაკვირვებები .	451
A. დაკვირვებები დაქლომებზე	451
B. დაკვირვებები თარაზულ გადაადგილებებზე	461

**გეოდეზიური სამუშაოების ორგანიზაცია-წარმოება
გეოლოგიური, საინჟინრო-გეოლოგიური,
ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდროლოგიური და გეოფიზიკური
სამუშაოების შესრულების დროს**

თ ა ვ ი 1

**10.1.1. საინჟინრო ნაგებობების სახეები და დაპროექტების სტადიები.
ნაგებობების მშენებლობისათვის მიმოკვლევები და სასარგებლო
ნამარხთა დაზვერვები. გეოლოგიური აგებობების ზოგადი
განსაზღვრება**

სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგის მოთხოვნათა შესაბამისად საინჟინრო ნაგებობების სახეები: სამთო-გეოლოგიური, სამრეწველო, სამოქალაქო-საცხოვრებელი, სასოფლო-სამეურნეო, ჰიდროტექნიკური, სატრანსპორტო, კავშირგაბმულობის, მეტროპოლიტენების და სხვა. გეომეტრიული სახეობების მიხედვით კი ნაგებობები ვეხვდება ფართობითი (ქალაქები, დასახლებები, პეროდრომები, ქარხნები, ფაბრიკები, კომბინატები) და ზოლური (გზები, არხები, მილგაყვანილობები, მაღალი ძაბვისა და კავშირგაბმულობის ხაზები).

ნებისმიერი სახის ნაგებობის აშენებისათვის საჭიროა ძებნა-მიმოკვლევები, დაპროექტება და მშენებლობა.

ნაგებობის დაპროექტება ხორციელდება ტექნიკური პროექტისა (ТП—ტპ) და სამუშაო ნახაზების (РЧ—სნ) შედგენით. მსხვილი და რთული ნაგებობის დაპროექტების შემთხვევაში წინა ორი სტადიის (ტპ და სნ) შესრულებამდე ასრულებენ ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას (ТЭО—ტედ), ხოლო, როცა ობიექტი მარტივია და შენდება ტიპური პროექტით, საკმარისია დაპროექტების ერთი სტადია. სახელდობრ ასრულებენ ტექნიკურ-სამუშაო (ТР—ტს) პროექტს.

ტექნიკური პროექტის შედგენის სტადიის შესრულების დროს გარკვეული საპროექტო მოცემულობის შესაბამისად დგინდება გამოყოფილ ტერიტორიაზე ნაგებობის აგების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა და ტექნიკური შესაძლებლობა; ისაზღვრება მშენებლობის დირექტულება.

სამუშაო ნახაზების შედგენის სტადიის შესრულების დროს ადგილობრივი პირობების მხედველობაში მიღებით მუშავდება ნაგებობათა ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტები და ზუსტდება მათი პარამეტრები.

დაპროექტების ყოველ სტადიას შეესაბამება სათანადო მიმოკვლევა. რომელსაც ზუსტად შეესაბამება სამუშაოთა გარკვეული სახე (გეგმაზე გამოსაკვლევი წერტილების დანიშვნა), ამომწურველობა და შესრულების სიზუსტე.

საერთოდ, მიმოკვლევა სრულდება ეკონომიკური და ტექნიკური ავალთახედვით. ეკონომიკური მიმოკვლევით ისაზღვრება ეკონომიკური მიზანშეწონილობა მშენებლობისათვის გამოყოფილ ტერიტორიაზე ამა თუ იმ ნაგებობის ან დასახლების აგებისა; დგინდება საჭირო მასალებით მშენებლობის უზრუნველყოფის მდგომარეობა; შეისწავლება ნაგებობათა ექსპლუატაციის პერიოდში ნელი მასალით. წყლით, გაზით, ელექტროენერგიით, მუშახელით და სხვ. უზრუნველყოფის საკითხები. ტექნიკური მიმოკვლევით ღრმად უნდა იქნეს შესწავლილი საკითხი გამოყოფილი ტერიტორიის ბუნებრივი პირობების შესახებ, რაც განაპირობებს ნაგებობათა დაპროექტება-მშენებლობის პროცესში მისი გამოყენების და მომავლისათვის საქსპლუატაციო ნაგებობათა შორის ტექნოლოგიური პროცესების მოსალოდნელი სიძნელეების სრულყოფილად დადგენის საკითხებს.

მშენებლობისათვის გამოიზნული ტერიტორიის ყოველმხრივ შესწავლის თვალთახედვით სათანადო პროგრამებით სრულდება მიმოკვლევები საინჟინრო გეოდეზიური, ანუ გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიული; საინჟინრო-გეოლოგიური; ჰიდროგეოლოგიური; ჰიდროლოგიური; კლიმატოლოგიური; მეტეოროლოგიური; სანიტარულ-ჰიგიენური; ნიადაგ-ბოტანიკური; მიწათმოწყობის მეურნეობის; გამწვანების; ადგილობრივი სამენი მასალების მიმოკვლევები; არსებული ნაგებობების გამოკვლევები და სხვა. ზემოთ ჩამოთვლილი მიმოკვლევებიდან პირველი სამი სრულდება ყველა ტიპის ნაგებობისათვის, ჩადგანაც ისინი არიან სრულხარისხიანი.

საინჟინრო-გეოდეზიური მიმოკვლევები იძლევა სამშენებლო ტერიტორიის რელიეფისა და სიტუაციის ხასიათის შესახებ ყოველგვარ ცნობებს.

საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური მიმოკვლევები საშუალებას იძლევა გარკვევით გვქონდეს წარმოდგენა ადგილის გეოლოგიური აგებულების შესახებ, როგორცაა: სტრატეგრაფია — ადგილის გეოლოგიური აგებულებისა და დედამიწის აგებულების გეოლოგიური ისტორიის შესწავლა სამთო ქანების თანამიმდევრობით დაფენისა, სივრცობრივი განლაგებისა და ასაკის დადგენის შედეგად;

ტექტონიკა — ლითოსფეროს (დედამიწის ქერქის) აგებულებისა და მისი მოძრაობის (ვერტიკალურად აწევ-დაწევის) კანონზომიერებისა და დეფორმაციის შესწავლა: ლითოლოგია — დანალექი ქანების წარმოშობისა და ისტორიის, მათი შემადგენლობის, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა, ფიზიკურ-გეოლოგიური მოვლენებისა და მიწის წყლების შემადგენლობის შესწავლა მომავალში ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლებზე მათი აგრესიული ზეგავლენის ასაშორებლად. ზემოხსენებული მიმოკვლევითი მასალა სრულყოფილ წარმოდგენას იძლევა ნაგებობათა მშენებლობისა და საერთოდ ტერიტორიის სამშენებლოდ გამოყენების ვარგისობის შესახებ.

ჰიდროლოგიური მიმოკვლევები ცნობებს იძლევა მდინარეებისა და წყალსაცავების წყლების რეჟიმების შესახებ. აქვე დგინდება მდინარეების დონის ცვალებადობის ხასიათი, ქანობები, სწავლობენ მათი დინების მიმართუ-

ლებასა და სიჩქარეს, ანგარიშობენ წყლის ღებეტს, ზომავენ სიღრმეებს, აღრიცხავენ ნალექებს, შეისწავლიან წყლების ქიმიურ შედგენილობას და სხვა. კლიმატოლოგიური მიმოკვლევებისა და საინჟინრო ნაგებობების მშენებლობის საკითხების გადაწყვეტისათვის საჭირო მასალას იძლევა კლიმატოგრაფია, სადაც შეისწავლება დედამიწის ცალკეული ადგილების გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით ამინდის მრავალწლიანი რეჟიმი ანუ კლიმატი.

მეტეოროლოგიური მიმოკვლევებით შეისწავლება გარკვეულ სივრცეებზე ატმოსფერული მოვლენები, ამინდის შეცვლის საკითხები და სხვა. დაწარჩენ დაჩვენებს საგანგებო განსაზღვრება არ სჭირდება.

განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა გეოდეზიური სამუშაოები სასარგებლო ნამარხების დაზვერვების (ძებნა-ძიებების) დროს. როგორც ცნობილია, ლითონსფეროში გეოლოგიური მეთოდებით სასარგებლო ნამარხთა დაზვერვების გარდა, ლითონფეროსა და ზემომანტიის გეოლოგიური აგებულების გეოფიზიკური გამოკვლევები სრულდება სეისმური ელექტრული, გრაფიკური, მაგნიტომეტრიული და სხვა მეთოდებით, რომელთაც, გეოლოგიური ხასიათის ამოცანების შესაბამისად, სხვადასხვა მასშტაბებში და სახეცვალებადობის მიხედვით ასრულებენ კომპლექსურად ან დამოუკიდებლად.

გამოსაკვლევი სივრცეების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გამო სხვადასხვა მეთოდებითა და ხერხებით სრულდება გეოდეზიური სამუშაოები, რომელთა ძირითადი დანიშნულებაა გეოფიზიკური ინსტრუმენტებისა და ხელსაწყოების აღგებზე დასაყენებელი წერტილების დაკვალება და კოორდინატების განსაზღვრა.

გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების თანამედროვე მზარდი მეთოდები მოითხოვს მაღალი სიზუსტისა და გაუმჯობესებული მეთოდებით გეოდეზიური სამუშაოების შესრულებას. მაგალითად, გეოფიზიკური წერტილების გეგმური მიზმისათვის დაიწყეს რადიოგეოდეზიური გაზომვები; რეგიონარული (ლოკალური—ადგილობრივი) გეოფიზიკური აგეგმვების დროს იყენებენ ბარომეტრული ნიველობის გაუმჯობესებულ მეთოდებს, ხოლო დეტალური აგეგმვებისათვის დამუშავებულია ახალი მეთოდები, სადაც იყენებენ მაღალი სიზუსტის ბარომეტრებს; ფართოდ იყენებენ რადიოგეოდეზიურ საფუძველზე დაყრდნობილ აეროფოტოგეგმების მასალებს და სხვა.

ზოგადად გეოლოგიურ აგეგმვებს ეუწოდებთ სავალე და კამერულ სამუშაოთა ერთობლიობას ადგილის გარკვეულ სივრცეზე საინჟინრო ნაგებობათა მშენებლობისათვის გრუნტების ვარჯისიანობა-გამოყენების ძებნა-მიმოკვლევებისათვის (რუკაზე სადაზვერვო წერტილების შერჩევა და ველზე მათი დაზვერვისათვის) ან გარკვეული ნიშან-თვისების მიხედვით სასარგებლო ნამარხთა ველზე დაზვერვებისათვის (ძებნა-ძიებისათვის).

გრუნტების მიმოკვლევების დროს გეოდეზიური მეთოდებით ხდება რუკებზე დაპროექტებული სადაზვერვო წერტილების (შურფები, გვირაბები და სხვა) ადგილზე გადატანა (დაკვლევა) და ველზე მიმოკვლეული წერტილების პორიზონტული კოორდინატებისა და სიმაღლეების განსაზღვრები; ხოლო სასარგებლო ნამარხთა დაზვერვების (ძებნა-ძიებების) დროს გეოდეზიური მეთოდებით ხდება ველზე დაზვერვითი და გამოკვლეული წერტილების მიზმები. ანუ სამ-სამი კოორდინატის განსაზღვრა და რუკებში შეტანა.

10.1.2. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევები. სამთო ძანების ძირითადი თვისებები. ფიზიკურ-გეოლოგიური პროცესები. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევების დროს გეოდეზიური სამუშაოები

4. საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევები. სამთო ძანების ძირითადი თვისებები

წინა პარაგრაფში აღნიშნული იყო, რომ საინჟინრო ნაგებობების დაპროექტების სტადიების შესაბამისად საინჟინრო-გეოლოგიური სამუშაოები სრულდება ძეზნა-მიმოკვლევითი და სადაზვერვო(ძებნა-ძიებით) სამუშაოების სახით. ძეზნა-მიმოკვლევითი სამუშაოები სრულდება ასაშენებელი ნაგებობებისათვის შედარებით შესაფერისი გეოლოგიური პირობების მქონე ადგილის დადგენის მიზნით. სადაზვერვო (ძებნა-ძიებით) სამუშაოებით კი სრულდება გამოკვლევები შერჩეული ადგილის გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური დახასიათებისათვის, ანუ ნაგებობათა ფუძედ მათი გამოყენების შესაძლებლობის თვალთახედვით. გეოლოგიური სამუშაოების მეორე სახე, მოცულობისა და დეტალიზაციის მხრივ, პირველს მნიშვნელოვნად აღემატება. როგორც ვხედავთ, ასაშენებელი ნაგებობისათვის ადგილის საბოლოო საინჟინრო-გეოლოგიურ შეფასებას იძლევა ინჟინერ-გეოლოგი.

ინჟინერ-გეოდეზისტი ვალდებულია იცოდეს გრუნტების ძირითადი საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები, რის საფუძველზე მან უნდა შეძლოს პირველადი საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასება, რაც მრავალ შემთხვევაში გეოდეზიური სამუშაოების სწორი ორგანიზაციის საშუალებას იძლევა. მაგალითად, აწარმოოს ნაგებობათა დეფორმაციებზე დაკვირვებები, შეგნებულად გამოიყენოს ზოგიერთი სამშენებლო დაშვებები რელიეფის აგეგმვის დროს, სწორად შეარჩიოს გეოდეზიური ნიშნების დასაყენებელი წერტილები, ტოპოგრაფიულ გეგმებზე სწორად აღინიშნოს გეოლოგიური აღნაგობის ელემენტები და სხვა.

სამშენებლო ტერიტორიების შესახებ პირველ გეოლოგიურ ინფორმაციას რღებენ იმ რუკებიდან, რომლებშიც შეტანილია წერტილები განილადა ტერიტორიის გეოლოგიური მიმოკვლევის მასალებით, რასაც უწოდებენ გეოლოგიური აგეგმვების შედეგად მიღებულ რუკებს. ხოლო, როგორც ითქვა, უფრო საიმედოდ გრუნტების შემადგენლობას, ასაკს, განლაგების (ჩაწოლის) ხასიათს და თვისებებს ადგენენ ჰაბურღილებით, სამთო-სადაზვერვო გამოწამუშევრებით, აგრეთვე იყენებენ დაზვერვის გეოფიზიკურ მეთოდებს, სხვადასხვა მეთოდებს გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დასადგენად და სხვა. ზემოხსენებულის პარალელურად სრულდება ჰიდროგეოლოგიური გამოკვლევები.

საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწისქვეშა წყლებს, განსაკუთრებით კი მიწის ზედაპირიდან პირველ წყლოვან (წყლიან) ფენას.

ჰიდროგეოლოგიური მიმოკვლევების დროს ფენების წოლის სიდრმეების, სიმძლავრის (სისქის), დებეტის, საზრდობის პირობებისა და სხვა მაჩვენებლების დადგენას გადაამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. გრუნტების წყლების დონე დიდ გავლენას ახდენს სამშენებლო ტერიტორიაზე ნაგებობათა ვერტიკალურად დაყენების საკითხის გადაწყვეტაზე.

მიწისქვეშა წყლები იწვევს ფიზიკურ-გეოლოგიურ მოვლენებს კარსტების

(გამორეცხილი სივრცეების), მეწყრებისა და დაჭლოების (დაწეების) სახით. განსაკუთრებული მნიშვნელობა კი აქვს აგრესიულ წყლებს, რომლებიც იწვევენ მიწაში მყოფი ბეტონის საძირკვლების გამოფიტვა-ნგრევას.

ბ. ფიზიკა-გეოლოგიური პროცესები

ფიზიკურ-გეოლოგიურს უწოდებენ დედამიწის ცალკეულ უბნებზე ისეთ გეოლოგიურ პროცესებს, რომელთა გაუთვალისწინებლობით შეიძლება მოხდეს ნაგებობათა დაზიანება ან სრულად დანგრევა ამ პროცესების მრავალსახეობიდან დავასახელებთ ზოგიერთს, როგორცაა: მექანიკური და ქიმიური სუსობა, ანუ წყლის მიერ სამთო ქანებიდან ან გრუნტებიდან გახსნილი ნივთიერებებისა და ნაწილაკების გამოტანა (გამორეცხვა), რაც ქმნის კარსტებს და იწვევს რელიეფის დაწევას; მეწყრები; მაკროფორებიან, ანუ ღილფორებიან. გრუნტებზე რელიეფის დაჭდომა; ტორფნარი — ქაობები; ყინვის-მიერი ამობურცვები; მარადი გაყინულობა; ფხვიერი ქვიშები; ლითოსფეროს ტექტონიკური, ანუ მისი აგებულობის ცვალებადობისა და დეფორმაციების, გაგლეჯების, ვერტიკალური აწევ-დაწეების და სხვა პროცესები.

როგორც ითქვა, სუფობიური მოვლენების შედეგია კარსტული სიღრმეების წარმოქმნა. მათ ზემოთ არსებული მთის ქანები საყრდენის სისუსტის გამო ჯდება და ჩნდება რელიეფის ჩაქეული, ანუ კარსტული ძაბრები. ცხადია, ასეთ ადგილებზე აშენებული ნაგებობები დროთა ვითარებაში განიცადის დეფორმაციებს და ინგრევა. ვინაიდან განხილად მოვლენასთან ბძოლა ძლიერ რთულია, ამიტომ სამშენებლო ადგილის შერჩევის დროს განსაკუთრებული სიფრთხილით იკვლევენ სამშენებლო ტერიტორიაზე კარსტული მოვლენების არსებობის ან მოსალოდნელი მოვლენების შესაძლებლობის საკითხებს.

მეწყრები წარმოადგენს მიწისქვეშა და მიწისზედა წყლების გავლენის შედეგად გარკვეული შემადგენლობის წყლიანი და წყალგამძლე ქანების მქონე ფენების სიმძიმის ძალის შესაბამისად ადგილის დაქანების მიმართებით დაცურების შედეგს.

მეწყრებიან ადგილებზე აშენებული ნაგებობების გეომეტრიული მდგომარეობის სისტემატური დაკვირვებები ხდება საინჟინრო-გეოდეზიური მეთოდებით.

გრუნტების დაჭდომის მოვლენები ვითარდება იმ ადგილებში, სადაც გრუნტები წარმოადგენს ლიოსისა და ლიოსისებრ თიხნარებს. ასეთი გრუნტები მიეკუთვნება მაკროფორებიანებს, რომელთა ფორები (სერეტები) არის ქანების ნაწილაკების ზომების თანზომადი ან მათზე ნაკლები. ლიოსები მშრალ მდგომარეობაში, ანუ როცა სინესტე არ აღემატება 9—10%, სხვა რბილი გრუნტებისაგან ღილად არ განსხვავდება, მაგრამ სველ (ნესტიან) მდგომარეობაში იგი კარგავს დატვირთვებისადმი წინააღმდეგობის უნარს და მათზე აშენებული ნაგებობების ფუძე-საძირკვლები არათანაბრად ჯდება ლიოსებრ თიხნარებში, ანუ გრუნტები შეიცავს თიხის ნაწილაკებს და ამიტომ ისინი ხასიათდებიან ნაკლები ჯდომებით. ვინაიდან სინესტე უარყოფით გავლენას ახდენს მაკროფორებიან ქანებზე, სამშენებლო უბნების შერჩევის დროს განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ წყლიანი და ლიოსიანი ფენები: ურთიერთგანლაგებებს ჭრილებში. ჯდომის ოდენობა პროპორციულია ფენის სისქისა. აგრეთვე, როცა ლიოსის ქანები უშუალოდ ზემოდან ძეგს წყლიანი ქა-

ნების ფენაზე, მათი ჯდომა დიდია იმ შემთხვევასთან შედარებით, როცა მათი განლაგება შებრუნებულია.

ტორფიანი ჭაობები მცირე ტერიტორიებისა და დიდი წყალგამტარობის გამო არასაიმედოდ ითვლება. ასეთი ტერიტორიის საშენებლოდ გამოყენებისათვის ტორფს სრულიად აშრობენ.

ყინვისმიერი ამობურცეების მიზეზია გრუნტების მოცულობების გაზრდა მათში არსებული წყლების გაყინვის გამო. ამობურცეებით ხასიათდება რბილი გრუნტები. უფრო დიდი ამობურცეებით ხასიათდება თიხოვანი, ვიღრე ქვიშარი გრუნტები. რაც დიდია გაყინვის სიღრმეები, მით დიდია ამობურცვის ოდენობები. გაყინული გრუნტები ვალლოზის შედეგად იღებს თავის პირვანდელ დონეს; მაგრამ ხშირად ის ადგილები, რომელზეც აშენებულია მსუბუქი ნაგებობები (მაგალითად, გეოდეზიური ნიშნები), პირვანდელ დონეს არ უბრუნდება. გრუნტების ამობურცვაზე გავლენას ახდენს გრუნტის წყლები. რაც მეტია გრუნტის წყლების დონე, მით მეტი იქნება ამობურცვები და რაც უფრო ღრმია, ამობურცვები მით ნაკლები იქნება.

ყინვისმიერი ამობურცვები დიდ გავლენას ახდენს ნაგებობათა კანალიზაციებსა და წყალსადენებზე.

ზოლური ნაგებობები, როგორცაა გზები, აგრეთვე მიწაყრილები, გეოდეზიური პუნქტების ცენტრები, მეტად განიცდის არაერთგვაროვანი ამობურცვების გავლენას; იმ ნაგებობებს, რომლებიც თბებიან, არა აქვთ ამობურცვებისაქენ მიდრეკილება, რადგანაც მათ ფუტე-საძირკვლებს გაყინვის სიღრმეზე დაბლა აგებენ. აგრეთვე ნაგებობათა გათბობა ხელს უშლის გაყინვის გავრცელებას სიღრმეებში.

მრავალწლიანი გაყინვის სივრცეებს უჭირავს საბჭოთა კავშირის ტერიტორიის დაახლოებით 45%. საერთოდ, გაყინვის სიმძლავრე არსებობს რამდენიმე მეტრიდან რამდენიმე ასეულ მეტრამდე; გრუნტების მრავალწლიანი გაყინვის ტემპერატურა იმყოფება 0°-დან — 15°-მდე. ასეთ გრუნტზე დასაშვებია 15 კგ/მ² დატვირთვა, რაც ძლიერ მცირე ოდენობას წარმოადგენს. გრუნტების მრავალწლიანი გაყინვები ხასიათდება ამობურცვებით. ასეთ გრუნტებზე ნაგებობებს აგებენ ხიმინჯებზე, რის შედეგად ნაკლებად ირღვევა გრუნტების ტემპერატურის ბუნებრივი რეჟიმი.

ფხვიერი ქვიშები გავრცელებულია შუა აზიაში, სადაც უდაბნოებს უჭირავს დაახლოებით 7%. 5 მ/სეკ სიჩქარის ქარი იწვევს განხილადი ქვიშების გადაადგილებას ქარების მიმართებით. წლის განმავლობაში ეს გადაადგილებები აღწევს ათეულ მეტრებს და ფარავს სხვადასხვა სანახებს, არხებს, საირიგაციო ქსელებს, გზებსა და საერთოდ სამშენებლო ქვაბურებს, რაც მეტად ხელის შემშლელია მშენებლობის ნორმალურად მართვის საქმეში. ამ მოვლენის საწინააღმდეგოდ ავრცელებენ სხვადასხვა ბალახებს, აგებენ ბელტებს, აწყობენ ფარებს. აგებენ ასფალტს, გუდრონს და სხვა.

ტექტონიკური პროცესები შედეგია დედამიწის შიგა ძალების მოქმედებისა, რომლებიც შეიძლება მოგვევლინონ ხმელეთისა და ოკეანეების სივრცეების ნელი (საუკუნეობრივი) გადაადგილების სახით ან ჩქარი (სეისმური) რხევებისა და გადაადგილებების სახით.

საუკუნეობრივი გადაადგილებები ვრცელდება დიდ სივრცეებზე, როგორცაა ქვეყნები (მხარეები), კონტინენტების ნაწილები, და გამოვლინდება ხმელეთისა და ზღვების დონეების ნელი აწეე-დაწეეებით. ვაკე ადგილებში

ეს გადაადგილებები წელიწადში საშუალოდ აღწევს 1—5 მმ, ხოლო მაღალ ადგილებში 10—20 მმ. მაგალითად, დადგენილია, რომ ზევით იწვევს ბალტიის ზღვის, კოლის ნახევარკუნძულის, კავკასიის, ტიან-შანის, პამირის, ალტაის და საიანის სანაპიროების დონეები; ხოლო ქვევით იწვევს აზოვის ზღვის აღმოსავლეთ სანაპირო, შავი ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ სანაპირო, კასპის ზღვის დაბლობების ყარაყუმი, ფერგანის ხეობა და სხვა.

საუკუნეობრივი გადაადგილებები ნაგებობების მდგრადობის მხრივ საშიში არ არის, გარდა იმ ადგილებისა, სადაც აღინიშნება ტექტონიკური ნაკერები (გარღვევები).

ხმელეთისა და ზღვების დონეების წელი გადაადგილებების ოდენობები დგინდება მაღალი სიზუსტის განმეორებითი გეომეტრიული ნიველობებით.

ნაგებობების მდგრადობაზე დიდ საშიშ გავლენას ახდენს სეისმური ჩქარი მოვლენები, რომლებიც აღინიშნება ყირიმის გორებზე, შუა აზიაში, პაკისტანის შემოგარენში, შორეულ აღმოსავლეთში, კამჩატკასა და კურილის კუნძულებზე.

მიწისძვრის კერიდან გამოვლინებული დრეკადი ტალღები იწვევს ქალაქების, დასახლებული პუნქტების, პიდროტექნიკური, სატრანსპორტო, სამრეწველო და სხვა ნაგებობების ნგრევებს და სხვა.

მიწისძვრების შედეგად შეიძლება მოხდეს ადგილების 2—3 მეტრით გეგმური და სასიმალო გადაადგილებები.

სეისმურ რაიონებში ნაგებობათა დაპროექტების დროს იყენებენ სეისმურ რუკებს და საერთოდ აშენებენ სეისმო გამძლე ნაგებობებს. აგრეთვე იღებენ მრავალგვარ სეისმო საწინააღმდეგო ღონისძიებებს.

С. ხინეინრო-გეოლოგიური შიშოკვლევების დროს ხინეინრო-გეოდეზიური ხაშუშაობები

როგორც ითქვა, ხინეინრო-გეოლოგიური აგეგმვების დროს საჭირო ხდება ტოპოგრაფიული რუკებიდან ადგილზე გადატანილ იქნეს სადაზვერვო (შესასწავლო) შურფების, გვირაბების განლაგების პროექტი, ხოლო დაზვერვითი ხინეინრო-გეოლოგიური სამუშაოების დროს კი სრულდება შურფებისა და გვირაბების მიხმები, ანუ ისახლვრება პორიზონტული კოორდინატები და სინაღლები იმ განონაშუშეარათა, სადაც შესრულებული იყო გეოლოგიური მიმოკვლევები.

სადაზვერვო გვირაბების (გამონამუშევრების) ტოპოგრაფიული რუკებიდან ადგილზე გადატანა რუკების მასშტაბის შესაბამისად ხდება თვლით ან ინსტრუმენტით. მაგალითად, 1:25 000 მასშტაბიანი და უფრო წვრილმასშტაბიანი რუკების გამოყენების დროს ხსენებულ გამონამუშევართა ადგილზე დანიშნა ხდება ადგილის კონტურების მიხედვით ან ამ კონტურებიდან ბიჭების გადათვლით; უფრო მსხვილმასშტაბიანი რუკის შემთხვევაში კი ვიყენებთ თეოდოლიტურ ან ტაქომეტრიულ სვლას, პოლარულ მეთოდს, ბიპოლარულ, ანუ პირდაპირ კუთხურ გადაკვეთის მეთოდს, ან ადგილზე ქმნიან საგანგებო გეოლოგიურ ხაზებსა და ბადეს.

რუკიდან გამონამუშევართა ადგილზე დანიშნა ინსტრუმენტების გამოყენ-

ნების შემთხვევაში საჭიროა შესრულდეს გეგმაში არაუმეტეს 1 მეტრი საშუალო კვადრატული შეცდომისა უახლოეს გეოდეზიურ პუნქტების მიმართ, რაც შეიძლება შესრულდეს უმარტივესი გეოდეზიური ინსტრუმენტებით.

10. 1. 3. პილოტაჟული დაკვირვებები

პილოტაჟული დაკვირვებები მოიცავს წყლის დონეების ცვალებადობაზე დაკვირვებებს; მდინარეების გრძივი ქანობების დადგენას; მდინარეების ღინების სიჩქარეების გამოთვლებს; წყლის ხარჯის გამოთვლებს და ღინების მიმართულების განსაზღვრას.

4. მდინარის დონების ცვალებადობაში დაკვირვებები

მდინარეებისა და ტბების ცვალებადობას აკვირდებიან გარკვეულ ადგილებზე (უმთავრესად ნაპირებზე) საგანგებოდ მოწყობილ დონის საზომ საგუშაგოებზე და სადგურებზე.

მრავალწლიანი დაკვირვებები სრულდება იმ საგუშაგოებსა და სადგურებზე, რომლებიც შედიან სსრ კავშირის პილოტაჟული დაკვირვების სამსახურის გამგებლობაში; ხოლო სხვადასხვა უწყებებისათვის საჭირო საინჟინრო ნაგებობების მშენებლობისათვის დონეებზე დაკვირვებებს აწარმოებენ უშუალოდ სამშენებლო ტერიტორიებზე რამდენიმე თვით ან წლით მოწყობილ საგუშაგოებსა და სადგურებზე.

წყლის დონეს საზღვრავენ პირობითი დონის, ანუ გრაფიკის (დიაგრამის) ნულის მიმართ, რომელსაც ნიშნავენ განხილად ადგილას წყლის შესაძლო უდაბლეს დონეზე დაბლა.

დონის საზომი საგუშაგოებია ლ ა რ ტ ყ ი ა ნ ი ხ ი მ ი ნ ჭ ი ა ნ ი , შ ე რ ე უ ლ ი და ა ე ტ ო მ ა ტ უ რ ი .

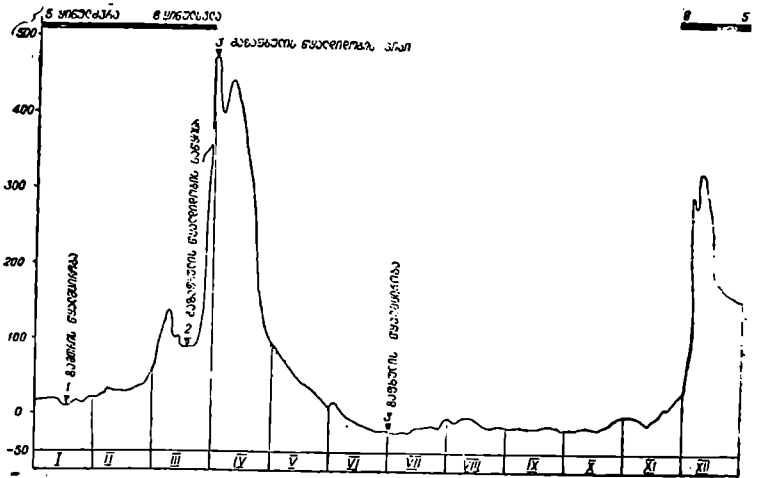
მდინარეებზე მრავალწლიანი დანაკვირვები მასალა საშუალებას იძლევა თვალყური ვადევნოთ წლის პერიოდში მდინარის დონის ცვალებადობის რეჟიმს და დავადინოთ მდინარეების რიცხვითი მახასიათებლები ზამთრის წყალმცირობის (межень), გაზაფხულის წყალდიდობის პიკის, ზაფხულის წყალმცირობის, ყინულძვრის და ყინულსვლის შესახებ.

(1) ცხრილი წარმოადგენს სოფლის გარკვეულ ადგილებზე მდინარის დონეებზე 1975 წელს ყოველდღიური დაკვირვებების შედეგს სანტიმეტრებში, ცხრილის ქვემოთ მოყვანილია ყოველი თვისათვის ყოველდღიური დონეების საშუალო, უმაღლესი და უდაბლესი დონის ოდენობები სანტიმეტრებში.

ც ხ რ ი ლ 10.1.3.1

დღეობი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	16	22	56	417	114	8	-15	-7	-14	-20	-7	20
2.	19	21	63	477	113	12	-18	-6	-13	-20	-5	20
3.	20	25	69	472	107	14	-19	-2	-13	-19	-3	22
4.	19	26	80	450	101	15	-21	-8	-14	-18	1	23
5.	19	29	96	425	99	11	-22	-4	-14	-16	3	28
6.	18	30	112	406	97	7	-24	-4	-15	-14	1	35
7.	19	32	119	402	96	4	-21	-5	-15	-14	0	48
8.	20	32	132	415	96	1	-18	-7	-15	-15	-2	77

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	20	32	140	433	91	0	-19	-7	-17	-16	-3	246
10	20	31	136	447	86	0	-27	-6	-15	-17	-3	294
11	20	31	123	450	79	-2	-20	-4	-16	-18	-4	247
12	18	30	116	442	72	-3	-22	-4	-17	-19	-5	288
13	16	20	107	428	67	-5	-21	-3	-16	-19	-6	320
14	12	31	104	412	62	-8	-18	-3	-13	-13	-9	315
15	12	31	103	394	57	-10	-16	-6	-12	-8	-16	315
16	12	30	94	386	54	-13	-16	-7	-11	-19	-15	301
17	12	31	89	375	49	-14	-17	-8	-9	-21	-8	285
18	14	32	89	364	46	-16	-14	-9	-10	-21	-5	244
19	14	32	90	353	42	-16	-13	-9	-10	-19	-10	206
20	14	33	91	339	40	-16	-13	-11	-12	-19	-5	194
21	17	34	96	323	40	-15	-12	-14	-14	-20	-3	191
22	18	36	93	300	43	-16	-11	-17	-16	-19	-1	184
23	16	37	86	275	40	-16	-12	-18	-16	-18	3	182
24	17	39	91	251	39	-18	-12	-17	-16	-17	10	179
25	17	41	100	219	37	-19	-12	-17	-16	-16	8	171
26	17	43	115	194	34	-18	-14	-4	-14	-16	7	162
27	18	48	151	175	29	-20	-17	-14	-17	-15	10	162
28	19	50	204	159	28	-22	-17	-14	-17	-10	21	158
29	20		265	144	24	-19	-16	-15	-19	-9	21	157
30	21		297	133	13	-19	-15	-13	-19	-8	20	159
31	22		343	13	13		-12	-13		-8		158
საშუალო	17	33	125	330	62	-7	-17	-9	-15	-17	0	174
უმაღლესი	22	50	343	477	144	15	-11	-2	-9	-18	21	320
უდაბლესი	12	21	56	133	13	-22	-24	-5	-18	-21	-19	20



ნაბ. 10.1.3.1.

(1) ცხრილის საფუძველზე შედგენილი დონეების განაზომთა ყოველდღიურ გრაფიკზე (ნაბ. 1) ნაჩვენებია ზამთრის წყალმცირობის წერტილი 1 (12 იანვარი),

გაზაფხულის წყალდიდობის საწყისი წერტილი 2 (19—20 მარტი), გაზაფხულის წყალდიდობის პიკი (მწვერვალი) 3 (2 აპრილი), ზაფხულის წყალმოცრობის წერტილი 4 (1 ივლისი), ყინულძვრისა 5 და ყინულსვლის 6 სივრცეები. გრაფიკის მასშტაბია ჰორიზონტული 1 მმ—1 დღე, ვერტიკალური 1:25, შემდეგ მისი ოდენობა შემცირებულია წიგნის ერთი გვერდის ზომამზე.

გარდა ზემოხსენებულისა, (1) ცხრილის საფუძველზე შედგენილია წელიწადში ღონეების განმეორადობის (სიხშირის), ხშირადობისა და ხანგრძლივობის უწყისი, რაც შეტანილია (2) ცხრილში. ამ ცხრილის შესაღვენად მიღებულია ღონეთა ინტერვალები სანტიმეტრებში (პირველი სვეტი), რომელთა შესაბამისი ღონეები შეტანილია (2) ცხრილის გარკვეულ თვეებში (2—13 სვეტი). წელიწადში სიხშირეები (განმეორადობები) და ხშირადობა შეტანილია მე-14 და მე-15 სვეტში სტრიქონების ჩანაწერთა ჯამების სახით; ხანგრძლივობა კი შეტანილია ინტერვალების შესაბამისად მე-14 და მე-16 სვეტების ჩანაწერთა გაზრდილი (დაგროვილი) ჯამების სახით.

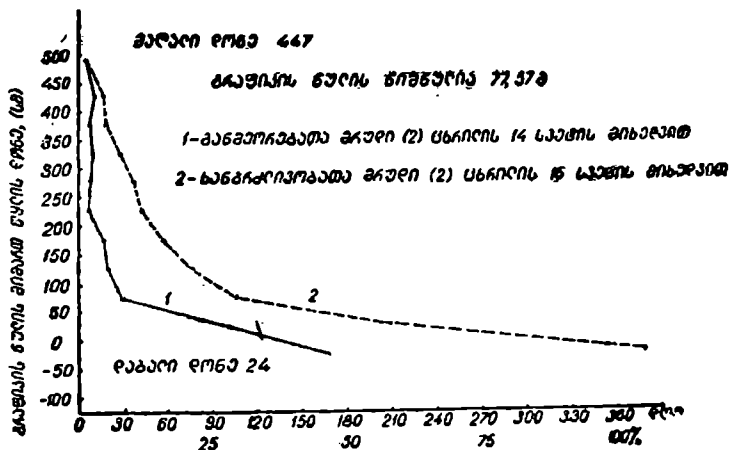
ცხრილი 10.1.3.2

ღონეთა ინტერვალები (სმ)	ყოველ თვეში განმეორადობა (სიხშირე)													განმეორადობა წელიწადში		ხანგრძლივობა	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	სიხშირე, დღეები	ხშირადობა, %	დღეები	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
477—450				4									4	1	4	1	
449—400				10									10	3	14	4	
399—350				6									5	1	19	5	
349—300			1	3									8	2	27	7	
299—250			2	2								4	8	2	34	9	
249—200			1	1									4	6	40	11	
199—150			1	3									12	16	58	15	
149—100			12	2	4								18	6	74	20	
99—50		1	14		12								28	8	102	28	
49—0	31	27			15	10							102	28	204	56	
—1—-24							31	31	30	31	18		161	44	365	100	
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	100			

(2) ცხრილს და მისი ინტერვალების შუა მნიშვნელობათა შესაბამისად შედგენილი ღონეების დგომის განმეორებათა (ცხრილის 14 სვეტი) და ხანგრძლივობათა (ცხრილის 16 სვეტი) გრაფიკს (ნახ. 2) იყენებენ წყალმომარაგების, ჯემსელის, მელიორაციის, ხე-ტყის დაცურებისა და ჰიდროტექნიკური მშენებლობის საკითხების გადაწყვეტის დროს. მათ აღდგენენ რამდენიმე წლის ერთი წლის ან წლის სხვადასხვა სეზონისათვის (ზაფხული, ზამთარი).

მდინარეების წყლის ღონეებზე დაკვირვებები, ჩვეულებრივ, სრულდება შეზღუდულ დროებში და საჭირო ხდება სხვადასხვა დროში შესრულებული ჰიდრომეტრიული დანაკვირებები დაყვანილი იყოს ერთ განსაზღვრულ თარიღზე.

დროთა ვითარებაში დონეთა ცვალებადობა ამახინჯებს მდინარეების გაზომილ სიღრმეებს, რის გამო საჭირო ხდება განაზომ დონეებში შესწორებები



ნახ. 10.1.3.2.

ბის შეტანა, ანუ დონეების დაყვანა. დაყვანის სიდიდე აღინიშნება ΔH სიმბოლოთი და მისი ოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta H = H_{\text{შეკ}} - H_{\text{პირობითი}}, \quad (10.1.3.1)$$

სადა: $H_{\text{შეკ}}$ არის გაზომვების დროს მიღებული დონე — მუშა დონე;

$H_{\text{პირობითი}}$ — პირობითი დონე დროის ერთ-ერთი რომელიმე მომენტისათვის, რომლის ოდენობას, ჩვეულებრივ, იღებენ დონეების გაზომვის პერიოდში შედარებით ყველაზე მცირე ოდენობის ტოლს.

ეთქვათ, მდინარის 250 მეტრი სიგრძის მონაკვეთის ყოველ 50 მეტრზე გაზომილია მდინარის სიღრმეები განივების მეთოდით.

ცხრილი 10.1.3.3

განაზომების წინააღმდეგობა	(მ) $H_{\text{შეკ}}$ დონე	(მ) $H_{\text{პირობითი}}$ დონე	(მ) ΔH დონე	მომენტის ნომერი	(მ) $H_{\text{შეკ}}$ დონე	(მ) $H_{\text{პირობითი}}$ დონე	(მ) ΔH დონე
1	1,23	1,15	+0,08	4	1,17	1,15	+0,02
2	1,21	1,15	+0,06	5	1,16	1,15	+0,01
3	1,19	1,15	+0,04	6	1,15	1,15	0,00

დროებით მოწყობილ დონის საზომ საგეშაგოზე მიღებული ჩანაწერებიდან ჩანს (ეს განაზომები აქ არ მოგვეყვას,) რომ წყლის დონეების გაზომვის

მთელ პერიოდში გრაფიკის ნულის მიმართ დონეების ოდენობები იცვლებოდა 1,23 მეტრიდან 1,15 მეტრამდე. ყოველ განივზე განაზომ დონეებს შორის სხვაობები არ აღემატებოდა 3 სმ.

ვინაიდან ყოველ განივზე დონის ოდენობის ცვალებადობა არ აღემატებოდა დონეთა გაზომვების დასაშვებ შეცდომას (3 სმ), ყოველ განივზე სამუშაო დონეებად მიღებულ იქნა წყლის დონის საზომ ლარტყახზე პირველი და უკანასკნელი ანათვლის საშუალო, რაც შეტანილია (3) ცხრილის მეორე სვეტში. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ მთელ მანძილზე დონემ დაიწია 8 სმ, რაც აღემატება დასაშვებ შეცდომას. ამიტომ სამუშაო დონეები დაყვანილი უნდა იქნეს, ანუ შემციობებული, 1, 15 მ პირობითი, ახუ ყველა ჩანაწერზე მცირე ოდენობებით. (3) ცხრილის მეოთხე სვეტის ჩანაწერები (დაყვანილი დონეები) იძლევა განხილად მანძილზე (250 მ) მდინარის დონეების ურთიერთ ადვილად შესადარებელ სურათს.

ბ. მდინარის მდინარის მანძილის მანსაზღვრა

მდინარის იმ ადგილებში (ხიდების, აკვედულების აგების ადგილები), სადაც საჭიროა განისაზღვროს წყლის ზედაპირის ქანობი, წყლის კიდეებზე დონის სიმაღლეებზე ასობენ პალოებს და საზღვრავენ მათ შორის აღმატებებს და პორიზონტულ მანძილებს. ხსენებულ პალოებს შორის მანძილები შეიძლება განისაზღვროს ბაფთით, რულეტით, მანძილზომით ან ტაქომეტრიული სვლის აგების შედეგად. აღმატებები კი ისაზღვრება გეომეტრიული ნიველობით, რომლის კლასი დამოკიდებულია განსასაზღვრელი ქანობის ოდენობაზე; მაგალითად, რაც დიდია ქანობის ოდენობა, მით საჭირო იქნება გამოყენებულ იქნეს ნიველობის დაბალი კლასი.

ნიველობის მოთხოვნილი სიზუსტის დასადგენად გამოვიყენოთ i ქანობის გამოსათვლელი ფორმულა

$$i = \frac{h}{l}, \quad (10.1.3.2)$$

სადაც h არის წყლის კიდის წერტილებს შორის აღმატებები;

l — ხსენებულ წერტილებს შორის პორიზონტული მანძილები.

(2) ფორმულის სრული დიფერენციალის ან გალოგარითმების და გადიფერენციალების შედეგად მივიღებთ

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta l}{l}, \quad (10.1.3.3)$$

ხოლო საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით დაიწერება

$$\left(\frac{m_i}{i}\right)^2 = \left(\frac{m_h}{h}\right)^2 + \left(\frac{m_l}{l}\right)^2. \quad (10.1.3.4)$$

l მანძილი შეიძლება ჩაითვალოს უშეცდომოდ გაზომილად, რადგამაც მისი $\frac{m_l}{l}$ სიზუსტე შეიძლება მივიღოთ 1:500 ტოლი. მაშასადამე, დავწერთ

$$\frac{m_i}{i} = \frac{m_h}{h}. \quad (10.1.3.5)$$

ცდების საფუძველზე შეიძლება დაეუშვათ. რომ აღმატების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_k = 0,1h$. მაშინ (5) ტოლობის მიხედვით სხვადასხვა ოდენობების i ქანობების შესაბამისად კილომეტრებისათვის მიიღება (4) ცხრილი. მაგალითად, (4) ცხრილის მეორე სვეტში 100 მიღებულია $m_i = 0,1 \times 0,0010 = 0,0001$, ხოლო 1 კილომეტრისათვის გამოვა $m_i = 0,0001 \times 1000000 = 100$.

ცხრილი 10.1.3.4

აღმატების განსაზღვრის საშ. კვ. შეცდომა	ქ ა ნ ო ბ ე ბ ა					
	0,0010	0,0005	0,00025	0,00010	0,00005	0,00002
$m_k = 0,1h$ მმ	100	50	25	5	2,5	2

(4) ცხრილიდან ჩანს, რომ წყლის ზედაპირის მხოლოდ ძლიერ მცირე ოდენობის ქანობებისათვისაა საჭირო II კლასის გეომეტრიული ნიველობის შესრულება; უფრო ხშირად საკმარისია IV კლასის და ტექნიკური ნიველობის გამოყენება.

წყლების მიმოხილვითი სამუშაოების შესრულების დროს საჭირო რიცხვით მახასიათებლებს, ანუ მორფომეტრიულ მახასიათებლებს, წარმოადგენს წყლის კვეთის ფართობი. დასველებული პერიმეტრი, საშუალო სიღრმეები და პილრაელიკური რადიუსი.

ზემოხსენებული მახასიათებლები ისაზღვრება სიღრმეების განაზომთა გამოყენების შედეგად, რომელთაც მათი ოდენობებისა და მოცულობის შესაბამისად საზღვრავენ ლოტლინით (საწონი ბაწრით ან პილროსტატიკური სიღრმის მზომით) ან ექოლოტით (სიღრმეების გასაზომი ელექტრონავიგაციური ხელსაწყო, რომლითაც იზომება ნაეიდან ზღვის ფსკერზე და უკან ბგერის ტალღის გავრცელებისათვის საჭირო დრო). ლოტლინით სიღრმეების განაზომებში შეაქვთ შესწორებები დინების მიერ ლოტის გატაცებისათვის, ხოლო ექოლოტით განაზომებში შეაქვთ წყალში ნავის ჩაჯდომისა და წყლის ტემპერატურის გავლენის შესწორებები. საშუალოდ ორივე საშუალებით წყლის სიღრმეები იზომება 3—10 სმ შეცდომებით.

მდინარის განიკვეთის სიღრმეების გასაზომი წერტილების რაოდენობა დგინდება (5) ცხრილის მონაცემების შესაბამისად. მაგალითად, როცა მდინარის სიგანე არის 50—100 მეტრი, სიღრმეების გასაზომ წერტილებს შორის მანძილები დაახლოებით უნდა იქნეს 2-დან 3 მეტრამდე, ანუ სულ 20—33 წერტილი.

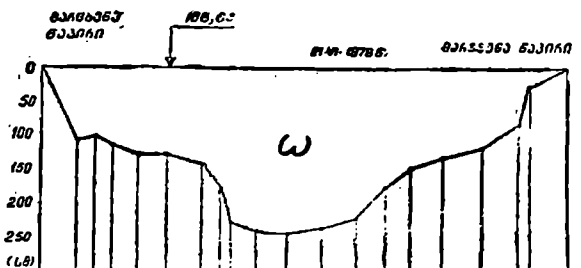
ცხრილი 10.1.3.5

მდინარის სიგანე (მ)	10-მდე	25—50	50—100	100—200	200 მ. მეტ.
განიკვეთზე წერტილებს შორის მანძილები (მ)	1	2	2—3	3—5	5—20

(1) სქემის 1—6 სვეტების მიხედვით შედგენილია (3) ნახაზი. მდინარის წყლის კვეთის ω ფართობი ისაზღვრება ანალიზურად, რისთვისაც

შირიძის
მახასიათებლები

H_0	102,63
$\omega(\sigma^2)$	102,51
$B(\sigma)$	74,0
$R_{საშ(ა)}$	1,38(ა)
$R_{მოთ(ა)}$	2,44
$I^2(\sigma)$	70,518
$R(\sigma)$	1,45



მანძილი (მ)	სიღრმე (სმ)	სიღრმე $R(\sigma)$	ჯამური მუდმივი საწყობიდან (σ)	შესარიცხი ნიშნული (σ)
0	0	0	0	102,63
1	40,9	40,9	31,7	102,58
2	5,85	5,85	36,8	102,60
3	1,10	1,10	38,0	102,60
4	1,25	1,25	41,5	102,55
5	1,25	1,25	45,1	102,38
6	1,46	1,46	49,0	107,26
7	1,24	1,24	54,2	107,23
8	2,29	2,29	56,6	106,70
9	2,38	2,38	60,0	106,34
10	2,44	2,44	61,8	106,24
11	2,34	2,34	67,8	106,19
12	2,13	2,13	71,0	106,23
13	1,73	1,73	76,1	104,50
14	1,43	1,43	80,0	106,38
15	1,88	1,88	85,4	107,20
16	1,13	1,13	88,0	107,35
17	0,82	0,82	93,5	102,50
18	0,23	0,23	98,6	107,01
18,63	0	0	106,1	103,40
18,63	0	0	105,7	102,63

მანძილები: შორისმდებელი 1:200, პარალელური 1:50

ნახ. 10.1.3.3.

განხილად კვეთს ყოფენ ელემენტარულ ფიგურებად (სამკუთხედები, ტრაპეციები), იყენებენ ფორმულას

$$\omega = \frac{1}{2} h_1 \Delta S_1 + \frac{1}{2} (h_1 + h_2) \Delta S_2 + \dots + \frac{1}{2} (h_{n-1} + h_n) \Delta S_{n-1} + \frac{1}{2} h_n \Delta S_n, \quad (10.1.3.6)$$

სადაც h_i არის მდინარის კვეთის წერტილებში დაყვანილი სიღრმეები, (1) სქემის მეხუთე სვეტი;

ΔS_i — წერტილებს შორის მანძილები, (1) სქემის მეორე სვეტი.

კვეთის B სიგანე ისაზღვრება (1) სქემის მეორე სვეტიდან

$$B = 105,7 \text{ მ} - 31,7 \text{ მ} = 74,0 \text{ მ}.$$

წყლის კვეთის ω ფართობი წარმოადგენს (1) სქემის მეხუთე სვეტის გამონათვალთა ჯამს, რაც შეესაბამება (1) ფორმულას. $\omega = 102,51 \text{ მ}^2$, ხოლო დასველებული პერიმეტრის ელემენტები ისაზღვრება ფორმულით

$$P_i = \sqrt{\Delta h_i^2 + \Delta S_i^2}, \quad (10.1.3.7)$$

რომლის ოდენობები მიღებულია ელექტროგამომთვლელი მანქანებით და იწყება (1) სქემის მეთერთმეტე სვეტში; ჯამი კი იქნება დასველებული პერიმეტრის სიგრძე $P = 70,518$ მ. დასველებული P პერიმეტრის სიგრძეს იყენებენ ჰიდრავლიკური R რადიუსის გამოსათვლელად

$$R = \omega : P. \quad (10.1.3.8)$$

განხილად შემთხვევაში $R = 102,51 : 70,518 = 1,45$ მ.

გარდა აღნიშნულისა, დასველებული პერიმეტრის P სიგრძეს იყენებენ ჰიდრავლიკის სხვადასხვა ფორმულებში.

საშუალო სიღრმეს საზღვრავენ კვეთის ფართობის და სიგანის ფარდობით

$$h_{\text{სა}} = \omega : B. \quad (10.1.3.9)$$

განხილად შემთხვევაში

$$h_{\text{სა}} = 102,51 : 74,0 = 1,38 \text{ მ.}$$

ვაკე და შედარებით დიდი სიგანის მქონე ღრმა მდინარეების ჰიდრავლიკური R რადიუსის ოდენობა და საშუალო $h_{\text{სა}}$ სიღრმე ისე, როგორც ეს მივიღეთ განხილად შემთხვევაში, დაახლოებით ურთიერთტოლი გამოდის. ამ ფაქტით ხშირად სარგებლობენ და რთულ ფორმულებში გარკვეულ პირობებში ჰიდრავლიკური R რადიუსის ნაცვლად შეაქვთ დაახლოებით მისი ტოლი $h_{\text{სა}}$ სიმაღლე, რითაც მეტად მარტივდება გამოთვლითი სამუშაოები.

უარესად სავალდებულოა უწყისებსა და გრაფიკულ მასალას ჰქონდეს მდინარეების დინების შესახებ სამუშაოს შესრულების თარიღი, წინააღმდეგ შემთხვევაში განსახილველი მასალა ითვლება უვარგისად.

C. მდინარის დინების სინძარის განსაზღვრა

მდინარის სიჩქარეს იკვლევენ მათი სიჩქარეების რეჟიმის, წყლის ხარჯვისა და ნატანების შესასწავლად; აგრეთვე გემოსვლების საპირობისათვის. საჭირო გაზომვები სრულდება ზედაპირული ტივტივებით, ჰიდრომეტრიული ტრიალებით, აერომეთოდებითა და სხვა.

ა. ზედაპირული ტივტივებით

მდინარის დინების ზედაპირული სიჩქარე ისაზღვრება (4) ნახაზზე მოყვანილი ხის მასალისაგან (ხის ტანიდან ჩამონახერხი, ფიცრები) დამზადებული ტივტივებით ან ცარიელი ბოთლებით, რომლებშიც დგას ცოტა წყალი, ხოლო წყალდიდობის დროს იყენებენ მდინარის მიერ წამოღებულ ყინულებს. მდინარის ნაპირზე ურთიერთ ტოლ მანძილებზე, დაახლოებით მდინარისადმი მართობად კვალავენ მთავარ, ზედა და ქვედა ლერძს, რომელთა გასწვრივობის წერტილებზე ასობენ სარებს (მე-5 ნახაზზე სარები ნაჩვენებია მცირე წრეხაზებით). ზედა და ქვედა გასწვრივობის ლერძებს შორის l მანძილებს ადგენენ იმ ანგარიშით, რომ განხილად მდინარის ყველაზე მეტი სიჩქარით მოძრავ უბანზე მანძილი ტივტივამ გაიაროს 20—40 სეკუნდის განმავლობაში. ვთქვათ, ეს მანძილია რულეტით გადაზომილი და. $l = 20$ მეტრს, ე. ი. ზემოხსენებულ ლერ-

მოცემულ უბანზე საგანგებო გაზომვებით ან იღებენ დაახლოებით $K = 0,80$.
მაშასადამე, ნაკადის საშუალო სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$v_{\text{სა}} = K \cdot v_{\text{გეო}} \quad (10.1.3.11)$$

განხილად შემთხვევაში

$$v_{\text{სა}} = 0,8 \cdot 0,494 = 0,396 \text{ მ/სეკ.}$$

ზედაპირული ტივტივებით მდინარის სიჩქარის დადგენის სიზუსტე დამოკიდებულია მდინარის თვით სიჩქარეზე, მდინარის კალაპოტის ხასიათსა და ამინდზე. ზედაპირული ტივტივით მდინარის ზედაპირული სიჩქარის გაზომვის შესაძლებლობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს წყნარი ამინდი.

მ. ჰიდრომეტრიული ტრიალებით

ჰიდრომეტრიული ტრიალები ტივტივებთან შედარებით სიმედო შედეგებს ავლენს. პირველ შემთხვევაში ხელსაყრელი პირობების დროს იღებენ მდინარის v სიჩქარის განსაზღვრის 8—15% შეცდომას, მეორე შემთხვევის დროს კი 3—5%.

მდინარის ნაკადის v სიჩქარის ოდენობის დადგენა დამოკიდებულია ჰიდრომეტრიული ტრიალას ხრახნული ფრთის დროის ერთეულში ბრუნთა n რიცხვის ოდენობაზე, ანუ

$$v = f(n). \quad (10.1.3.11)$$

ამ დამოკიდებულების კონკრეტულად დადგენა ხდება საგანგებო ზოლურ აუზში ტრიალას ტარირებით. ტრიალას, რომელიც წააგავს ვენტილატორს, ამაგრებენ რკინის ლეროთი ურიკაზე და ელექტრომობილით მინიჭებული მისი სიჩქარის შესაბამისად დგინდება v -სა და n -ს შორის დამოკიდებულება გრაფიკულად ან ანალიზურად. პირველ შემთხვევაში თარაზულ ლერძზე ხდება ხრახნული ფრთის ერთ სეკუნდში ბრუნთა n რაოდენობის გადაზომვა ხოლო ვერტიკალურ ლერძზე გადაზომება აუზში დამღვარი წყლის სივრცეზე ერთ სეკუნდში ურიკათი გადაადგილების v მანძილი მეტრებში. ასეთი ცდა მეორდება 20—30-ჯერ. v სიჩქარის მცირე ოდენობისათვის ანალიზური ფორმულაა

$$v = an + \sqrt{bn^3 + v_0}$$

ხოლო ნებისმიერი v დიდი ოდენობებისათვის კი $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \quad (10.1.3.12)$

$$v = v_0 + kn$$

სადაც a , b , k არის ტრიალას კონკრეტული ნიმუშებისა და ტარირების დროს მიღებული პარამეტრები;

v_0 — ტრიალას საწყისი, ანუ ერთ-ერთი უმცირესი სიჩქარე;

n — ხრახნული ფრთის ბრუნთა რაოდენობა ერთ სეკუნდში.

დროთა ვითარებაში (11) ტოლობების პარამეტრების ცვალებადობის გამო საჭიროა პერიოდულად შესრულდეს ტრიალას ტარირება.

მდინარის დინების სიჩქარის განსაზღვრის მიზნით, შერჩეულ განივ-
ქვეთზე მისი სიგანისა და მდინარის სიჩქარის განსაზღვრის მიზანდასახულო-

პირველად ინჰინგა (6) ცხრილში მოყვანილი სიჩქარას განაჯღკრას წერტილების, ანუ ვერტიკალების, რაოდენობა.

ცხრილი 10.1.3.6

მდინარის სიგანე (მ)	2—5	5—20	20—100	100—300	300—600	600—1000	1000-ზე მეტი
განივი კვეთის გასწვრივში სიჩქარის ვერტიკალების მინიმალური რაოდენობა	3	5	7	9	11	13	15—17

ასხვევებზე მდინარის სიჩქარის განსაზღვრის მეთოდისა და ზამთარში ამასთან დაკავშირებით განივი კვეთზე უცვლელი საწყისიდან h_i მანძილების შესაბამის ყოველ ვერტიკალზე სხვადასხვა სიღრმეზე ზაფხულში მიღებულია შტანგით ან ბაგირით ტრიალას დაყენება განივი კვეთის h_i მონაკვეთის ფარგლებში პირობითი h_i (უდიდესი) სიღრმის მიხედვით: ზედაპირიდან 0,1 h_i ; 0,2 h_i ; 0,6 h_i ; 0,8 h_i და 0,9 h_i სიღრმეებზე. როდესაც h_i განივის შესაბამისი მაქსიმალური სიღრმე ნაკლებია 0,5 მეტრზე და აგრეთვე საჭიროა შოკლე დროში მდინარის სიჩქარის დადგენა, ტრიალას აყენებენ ორ 0,2 h_i და 0,8 h_i ან ერთ 0,6 h_i წერტილში. ზამთარში კი მიღებულია ყოველ ვერტიკალზე ექვს წერტილში ტრიალას დაყენება: ყინულის ქვედა პირიდან 15—20 სმ; 0,2 h_i ; 0,4 h_i ; 0,6 h_i ; 0,8 h_i და 0,9 h_i ან 0,15 h_i ; 0,5 h_i ; 0,8 h_i და ან 0,8 h_i .

იმისათვის, რომ მივიღოთ შედარებით საიმედო შედეგები, ყოველი ვერტიკალის ზემოთ, მოყვანილი სიღრმეების შესაბამის წერტილებში, მაგრად უნდა დავიჭიროთ ჰიდრომეტრიული ტრიალები (7) ცხრილში მოყვანილი დროით. ხოლო, თუ მდინარის სიჩქარე ნაკლებია 0,2 მ/სეკ, ტრიალები ყოველ ვერტიკალში უნდა ვაშუშაოთ არანაკლები 10 მინუტისა.

ცხრილი 10.1.3.7

სიღრმეები (მ)	ტრიალას მუშაობის მინიმალური დრო (მინუტი)
მდინ. ზედაპირთან	არა უმცირეს 2
0,1 h_i	2
0,6 h_i	3
0,8 h_i	4
მდინ. ფსკერთან	5

(3) სქემაში განხილულია 22/VI 1976 წელს ხუთწერტილიანი ხერხით მდინარის სიჩქარის განსაზღვრის მაგალითი. (3) სქემის პირველ სვეტშია ნაკადის, ანუ ვერტიკალის, ნომერი, უცვლელი საწყისიდან ამ ვერტიკალამდე h_i მანძილი, მის ფარგლებში უდიდესი h_i სიღრმე, ყოველ ილეთში ბრუნთარიცხვი n_0 მეორე და მესამე სვეტშია ვერტიკალზე ტრიალას ჩაშვების სიღრმე, მაგალითად, პირველ სტრიქონშია 0,1 შემდეგ კი $0,1 \cdot h_i = 0,1 \cdot 0,90 = 0,1$ მ.

განხილად მაგალითში ყოველ ილეთში, ანუ $n_0 = 20$, შემობრუნების შესაბამისად ტრიალაში ხდება ელექტროჯაჭვის ჩართვა, კონტაქტის შედეგად

აინთება ნათურა და დარეკავს ზარი; საერთოდ, იღებენ 4—26 ილეთს, რაც იწერება სქემის მეხუთე სვეტში და შესაბამისი დრო სეკუნდებში კი იწერება სქემის მეოთხე სვეტში, მაგალითად, მეხუთე სვეტში $n_0 = 20$ და 8 ილეთის ნამრავლი—160, რომლის შესაბამისი დროა 115,8 სეკუნდი, ჩაწერილია მეოთხე სვეტში; მეექვსე სვეტში არის ტრიალას ბრუნთა რაოდენობა სეკუნდში n , რომელიც მიიღება მეხუთე და მეოთხე სვეტების ჩანაწერთა გაყოფით $160:115,8 = 1,38$ ბრ/სეკ. მეშვიდე სვეტში იწერება ყოველ ვერტიკალში (11) ფორმულებით გამოთვლილი კერძო სიჩქარეები. განხილადი შემთხვევისათვის ტარირებით დადგენილია, რომ (11) ფორმულის პარამეტრები $a = 0,194$, $b = 0,0016$, $v_0 = 0,0013$ და $k = 0,2461233$. იმ შემთხვევაში, როცა მეექვსე სვეტის ჩანაწერებში $n \leq 2,00$, ვიყენებთ (11) დამოკიდებულების პირველ ფორმულას

$$v = 0,194 n + \sqrt{0,0016n^2 + 0,0013}.$$

სქემის № 1 ვერტიკალის პირველი სტრიქონისათვის ეს ფორმულა ასე დაიწერება:

$$v_{0,1A} = 0,194 \cdot 1,38 + \sqrt{0,0016 \cdot (1,38)^2 + 0,0013} = 0,334 \text{ მ/სეკ.}$$

ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა მეექვსე სვეტის ჩანაწერებში $n \geq 2,00$, მაშინ (11) დამოკიდებულებით მეორე ტოლობის $v = v_0 + kn$ იღებს ასეთ სახეს: $v = 0,247n$ და მას ვიყენებთ, მაგალითად, № 6 ვერტიკალის პირველ სტრიქონში $n = 2,63$, ამის შესაბამისად

$$v_{0,6A} = 0,0013 + 0,2461233 \cdot 2,63 = 0,649,$$

ანუ

$$v_{0,6A} = 0,247 \cdot n = 0,247 \cdot 2,63 = 0,650,$$

რაც უფრო მისაღებია.

(3) სქემის მერვე სვეტში იწერება ყოველი ვერტიკალის კერძო სიჩქარეების წონითი საშუალო ფორმულით

$$v_{\text{წონ.საშ}} = \frac{v_{0,1A} + 3v_{0,2A} + 3v_{0,6A} + 2v_{0,8A} + v_{0,9A}}{10}, \quad (10.1.3.13)$$

განხილადი შემთხვევისათვის № 1 ვერტიკალისათვის

$$v_{\text{წონ.საშ}} = \frac{0,334 + 3 \cdot 0,325 + 3 \cdot 0,259 + 2 \cdot 0,188 + 0,109}{10} = 0,257 \text{ მ/სეკ.}$$

ანალოგიურად გამოითვლება ყველა (8) ვერტიკალის წონითი საშუალო სიჩქარეები. (12) ფორმულაში პირველი და უკანასკნელი წევრი ნაკლებად სანდოა ქარის გავლენით წყლის ღელვის გამო და მდინარის ფსკერთან წყლის დინების პულსაციის (დარტყმების) გამო, ამიტომ მათ კოეფიციენტებად ეწერებათ ერთის ტოლი წონები; მეორე და მესამე წევრი უფრო საიმედოა და ამიტომ მათ მიეწერა წონები სამ-სამი, მეოთხეს კი მიეწერა წონა ორი.

როგორც ითქვა, ზ ა ფ ხ უ ლ შ ი საჭიროებისამებრ იყენებენ ორ და ერთ-წერტილოვან მეთოდს, რომელთა შესაბამისი ფორმულები იქნება

$$\left. \begin{aligned} v &= \frac{v_{0,2A} + v_{0,8A}}{2} \\ v_{\text{საშ}} &= v_{0,6A} \end{aligned} \right\}. \quad (10.1.3.14)$$

ანალოგიური სახე ექნება ფორმულებს ზამთრისათვის

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\text{ნონ.სამ}} &= \frac{\sigma_{0,1\text{სა}} + 2\sigma_{0,2\text{სა}} + 2\sigma_{0,4\text{სა}} + 2\sigma_{0,6\text{სა}} + 2\sigma_{0,8\text{სა}} + \sigma_{0,9\text{სა}}}{10} \\ \sigma_{\text{ნონ.სამ}} &= \frac{\sigma_{0,2\text{სა}} + 2\sigma_{0,6\text{სა}} + \sigma_{0,8\text{სა}}}{4} \\ \sigma_{\text{სამ}} &= \sigma_{0,6\text{სა}} \end{aligned} \right\} (10.1.3.15)$$

მდინარის სიჩქარის განსაზღვრა უნდა დამთავრდეს ერთ დღეში. მაგალითად თითოეულ ვერტიკალზე საშუალოდ იხარჯება 20—30 მინუტი. ასე რომ, ფართო მდინარეების სიჩქარის განსაზღვრას დაახლოებით ჰქირდება 8—10 საათი.

სქემა 10.1.3.3

22. VI 1976 წ.
H_P = 108,57 მ.

ამინდი—მოწმენდილი, სუსტი ქარი დინების საწინააღმდეგოდ.
წყლის ზედაპირი—სუფთა, წყნარი

ვერტიკალის №	ვერტიკალზე ტრიანგლის ჩივების სიღრმე h		ღრვი (სმ)	ილეუების შესაბამის ბრუნვა ქამბ 20, ილეუთი	ბრუნვა რიბზე სეკუნდებში, მ/სმკ	სიჩქარე v, მ/სმკ (II) დამოკლ. პარელოან v _{II} = 0,247H _P ფორმულით	წონითი საშუალო სიჩქარე ნაკადში, მ/სმკ
1	2	3	4	5	6	7	8
№ 1 l ₁ = 37,7 h ₁ = 0,90 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,18 0,54 0,72 0,80	115,8 114,4 152,5 119,2 667,0	160 161 160 160 240	1,48 1,34 1,05 0,75 0,36	0,34 0,25 0,259 0,188 0,109	0,257
№ 2 l ₂ = 44,2 h ₂ = 1,25 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,25 0,75 1,00 1,15	121,3 121,4 172,9 199,0 355,0	240 240 281 166 20	1,98 1,98 1,62 1,34 0,90	0,471 0,471 0,316 0,325 0,226	0,371
№ 3 l ₃ = 55,2 h ₃ = 1,50 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,30 0,90 1,20 1,40	141,0 150,2 167,8 224,7 299,0	320 320 320 400 400	2,27 2,14 2,03 1,78 1,34	0,560 0,526 0,501 0,425 0,325	0,480
№ 4 l ₄ = 59,9 h ₄ = 2,4 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,48 1,44 1,92 2,30	119,4 120,1 151,0 182,5 214,1	360 360 440 480 520	3,04 3,00 2,84 2,63 2,43	0,751 0,741 0,702 0,650 0,600	0,698
№ 5 l ₅ = 64,5 h ₅ = 2,5 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,50 1,50 2,00 2,40	111,2 116,0 156,6 210,8 233,5	320 320 400 520 520	2,88 2,78 2,56 2,47 2,23	0,712 0,682 0,630 0,610 0,551	0,642
№ 6 l ₆ = 74,5 h ₆ = 2,15 n ₀ = 20	0,1 0,2 0,6 0,8 0,9	0,10 0,43 1,29 1,72 2,05	121,7 121,5 167,2 216,3 263,0	320 320 400 480 520	2,63 2,63 2,39 2,23 1,84	0,650 0,650 0,591 0,551 0,462	0,594

1	2	3	4	5	6	7	8
№ 7	0,1	0,10	109,6	160	1,46	0,350	0,280
$l_1=82,4$	0,2	0,33	115,9	160	1,38	0,334	
$n_7=1,65$	0,6	0,99	177,0	200	1,13	0,277	
$n_0=20$	0,8	1,32	247,3	240	0,97	0,241	
	0,9	1,55	571,5	280	0,49	0,136	
№ 8	0,1	0,10	110,1	120	1,09	0,268	0,204
$l_8=97,8$	0,2	0,20	114,3	120	1,05	0,259	
$n_8=1,00$	0,6	0,60	141,3	1 0	0,85	0,214	
$n_0=20$	0,8	0,80	679,5	320	0,53	0,144	
	0,9	0,90	500,0	80	0,16	0,067	

ე. ანალოგიურობით

წყლის ნაკადის ზედაპირული სიჩქარის დადგენის ერთ-ერთი საიმედო მეთოდია აერომეთოდი. ამ მიზნით განივკვეთიდან თანადროულად უშვებენ დაახლოებით 2 მეტრი დიამეტრის ხის მრგვალ ჩამონაკრებს (ან ფარებს) და ყოველ 4—5 მინუტ ინტერვალებში თვითმფრინავიდან იღებენ ერთეულ სურათებს. ფოტოგრაფირების მომენტებს შორის დროს საზღვრავენ აეროფოტოაპარატზე მოწყობილი საგანგებო საათის საშუალებით. ტივტივების გავლილი მანძილის ოდენობას საზღვრავენ მდინარის განხილადი მონაკვეთის საგანგებოდ შექმნილ ფოტოპლანზე, რომელზედაც გადააქვთ ტივტივების მდებარეობა გადაღებული ფოტოსურათებიდან. ამ მეთოდით მდინარის ზედაპირული სიჩქარე ისაზღვრება 5—10% შეცდომის ფარგლებში.

ამ მეთოდის ნაკლია ფოტოსურათების შედგენისათვის საჭირო აეროსურათების გეოდეზიური მიზნითი სამუშაოების შესრულება. აღნიშნულის გამო შედარებით ზუსტ და პრაქტიკული გამოყენებისათვის ხელსაყრელ მეთოდს წარმოადგენს ბ. შალიავესკის მიერ დამუშავებული სტერეოფოტოგრაფიული მეთოდი. ამ მეთოდის არსის არის, რომ მდინარის განხილად უბანზე იღებენ ურთიერთგადაფარულ გეგმურ ფოტოსურათებს მდინარის დინების გასწვრივ გაშვებულ ტივტივებითურთ ისე, რომ გადაღებულ იქნეს მდინარის ორივე ნაპირი. მიღებულ ფოტოსურათს ამუშავებენ მარტივი ხელსაწყოებით (პარალაქსური სახაზავი, ტოპოგრაფიული სტერეომეტრი), რომლებიც საშუალებას იძლევა განესაზღვროთ მდინარის სიჩქარე შემდეგი ფორმულით:

$$v_{\text{ზედა}} = \frac{\Delta p}{\Delta f \cdot f_2} \cdot H, \quad (10.1.3.16)$$

სადაც H არის თვითმფრინავის ფრენის სიმაღლე, რომლის ოდენობა ისაზღვრება რადიოსიმაღლსაზომით მეტრებში;

Δf — ფოტოგადაღებებს შორის დროის ინტერვალი;

f_2 — აეროფოტოაპარატის მთავარი საფოკუსო მანძილი მილიმეტრებში;

Δp — ტივტივას გადაადგილების ოდენობა ფოტოსურათებზე, რომელიც შესაბამება Δf დროს (პარალაქსუს შორის სხვაობა).

(16) ფორმულის ანალიზით და ცდებით დადგენილია, რომ ამ მეთოდით მიღებული შეცდომა არ აღემატება 2%.

D. მდინარის წყლის ხარჯის განსაზღვრა

დროის ერთეულში (სეკუნდში) მდინარის განივკვეთში გამავალი წყლის რაოდენობას უწოდებენ მდინარის ხარჯს, ანუ დებიტს.

მდინარის ხარჯის დადგენა საჭირო ხდება მრავალი სახის საინჟინრო ნაგებობათა მშენებლობისათვის. მდინარის ხარჯის დადგენის ცნობილი მეთოდებიდან განვიხილავთ გრაფიკულ-ანალიზურ და გრაფიკულ-მექანიკურ მეთოდებს.

ზემოხსენებული განსაზღვრების მიხედვით განხილავი საკითხის გადაწყვეტისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ მდინარეების განაზომი სიღრმეებითა და სიჩქარეებით. მაგრამ, თუ მდინარის ხარჯის დასადგენად გამოყენებულ იქნა სიჩქარეების ვერტიკალებზე განსაზღვრული სიღრმითი წონითი საშუალო სიჩქარეები და სათანადო სიღრმეები, განსაზღვრული იქნება მდინარის ნამდვილი $Q_{\text{ნამდ}}$ ხარჯი, ხოლო, თუ გამოვიყენებთ მდინარის ზედაპირული სიჩქარეები და სიღრმეების ვერტიკალების მონაცემები, განსაზღვრავთ ფიქტიურ $Q_{\text{ფიქტ}}$ ხარჯს, მაშასადამე, საჭიროა საკითხის ამოხსნისათვის გამოვიყენებულ იქნეს (1) და (3) სქემები.

ა. გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით

გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით მდინარის ხარჯის დადგენისათვის შერჩეულ მასშტაბში აგებენ მდინარის წყლის განივკვეთს (ნახ. 6). პროფილის აგებისათვის ზემოდან პირველ თარაზულ სვეტში (სტრიქონში) (1) და (3) სქემიდან ამოიწერება სიღრმეების (18) და სიჩქარეების (8) ვერტიკალების ნომრები, რომელთა შესაბამისი სიღრმეები ამოწერილია იმავე სქემებიდან, მხოლოდ 21/VI—76 წ. ვაზომილი 18 ვერტიკალის ნიშნულები, გამოთვლილი 108,63 მ დონის შესაბამისად, უნდა იქნეს დაყვანილი ექვს-ექვსი სანტიმეტრით, რადგანაც 22/VI—76 მდინარის დონე არის 108,57 მ და მათ შორის სხვაობა (108,63—108,57). აღმატება დასაშვებ 2 სმ. სიჩქარის 8 ვერტიკალის ნიშნულები კი ამოიწერება დაყვანის გარეშე, რადგანაც ის შედგენილია 22/VI-76 მესამე სტრიქონში ამოწერილია (3) სქემიდან 8 ვერტიკალის წონითი საშუალოები, რომელთა მიხედვით აიგება სიჩქარეების მრუდი. მეოთხე სტრიქონში შეტანილია იმავე (6) ნახაზის მეორე და მესამე ჩანაწერების ნამრავლი, ფორმულით

$$q = h \cdot v \text{ მ}^3/\text{სეკ.} \quad (10.1.3.17)$$

q -ს ეწოდება ელემენტარული ხარჯი, რაც გულისხმობს განხილავი მდინარის ცოცხალი (განივი) კვეთის ერთი მეტრის სიგანეზე წყლის ხარჯის ოდენობას ერთ სეკუნდში. მაშასადამე, q ფაქტობრივის განზომილებაა მ³/სეკ. (1) სქემის მეორე და (3) სქემის პირველი სვეტის ამონაწერებით შევსებულია (6) ნახაზის შეეჭვზე სტრიქონი და ამ უკანასკნელის საშუალებით კი—მეხუთე სტრიქონი. მეშვიდე სტრიქონი შეივსება შემდეგი ფორმულის შესაბამისად:

$$Q_{\text{ნამდ}} = \Sigma \Delta Q_{\text{ნამდ}} = K_1 q_1 b_1 + \frac{q_1 + q_2}{2} b_2 + \frac{q_2 + q_3}{2} b_3 + \dots + \frac{q_{n-2} - q_{n-1}}{2} b_{n-1} + K_2 q_{n-1} b_n \quad (10.1.3.18)$$

სადაც $Q_{\text{ნამდ}}$ არის მდინარის ნამდვილი ხარჯი, რომლის ოდენობა წარმოადგენს კერძო ხარჯების $\Delta Q_{\text{ნამდ}}$ ჯამს;

q_1, q_2, \dots, q_n — ელემენტარული ხარჯი;

b_1, b_2, \dots, b_n — ვერტიკალებს შორის მანძილები;

K_1 და K_2 — მდინარის ნაპირების ხასიათის შესაბამისი კოეფიციენტები.

როცა ნაპირზე სიჩქარე ნულოვან ახლოა, ან კალაპოტი დამრეცია, მაშინ $K=0,5-0,7$; თუ ფერდობი უთანაბროა, $K=0,8$, ხოლო თუ ფერდობი დაქანებულია, მაშინ $K=0,9$ განხილად შემთხვევაში, მდინარის მარცხენა ნაპირისათვის $K_1=0,8$, მარჯვენა ნაპირისათვის კი მიღებულია $K_2=0,5$.

როგორც აღნიშნავთ, რვა ცალი სიჩქარის ვერტიკალის ნიშნულებით აგებენ წონითი საშუალოების მრუდს, რომელიც უნდა იყოს მდოვრე. ამ მრუდის გრაფიკული ინტერპოლაციით და აღნიშნული რვა ცალი ვერტიკალის ნიშნულების გამოყენებით ადგენენ 18, ანუ იმ წერტილებში სიჩქარეების ოდენობებს, სადაც გაიზომება მხოლოდ სიმაღლეები, და მათ სვამენ ფრჩხილებში იმის ნიშნად, რომ ისინი არ არიან გაზომვების შედეგად მიღებული ((6) ნახაზის მესამე სტრიქონი).

თუ ერთ (ან სხვადასხვა დღეს, მხოლოდ ისე, რომ მდინარის დონე არ იყოს შეცვლილი 2 სმ მეტი ოდენობით) დღეს განვსაზღვრავთ მდინარის ხარჯს წონითი საშუალებით, ანუ მივიღებთ $O_{\text{ნაშ}}$, და ზედაპირული სიჩქარეა $Q_{\text{ფიქ}}$, მათი საშუალოთი ისაზღვრება K ;

$$K = \frac{Q_{\text{ნაშ}}}{Q_{\text{ფიქ}}} \quad (10.1.3.19)$$

მაშასადამე, K კოეფიციენტი მდინარის ნამდვილი და ფიქტიური ხარჯის დამოკიდებულების დახასიათებას გვაძლევს. უნდა აღინიშნოს, რომ მდინარის დონის ცვალებადობით იცვლება K კოეფიციენტის ოდენობა.

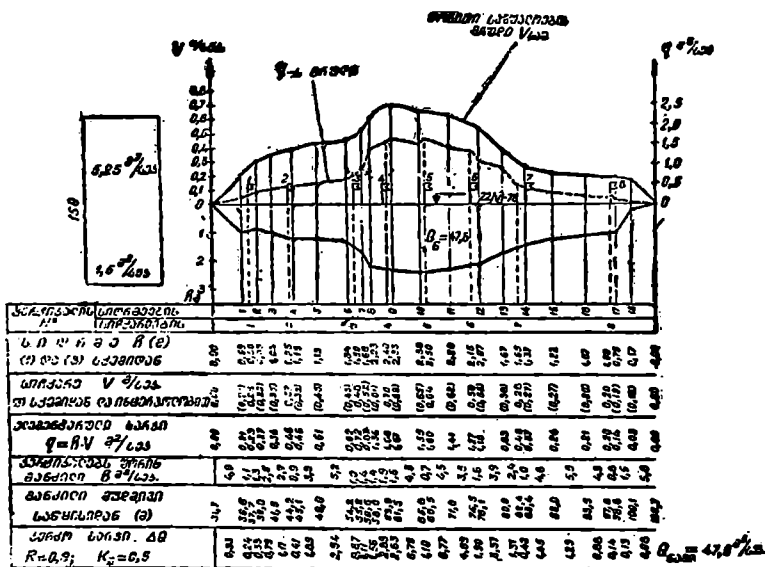
ბ. გრაფიკულ-მეტრიკული მეთოდით

გრაფიკულ-მეტრიკული მეთოდი ემყარება პლანიმეტრს. ამ მიზნით მეოთხე სტრიქონის მონაცემთა საშუალებით აგებენ q ელემენტარული ხარჯის პუნქტირებიან (წყვეტილი) მრუდს (ნახ. 6). შემდეგ პლანიმეტრით საზღვრავენ აღნიშნულ წყვეტილ მრუდსა და მდინარის დონეს შორის ფართობს, გამოსახულს პლანიმეტრის დანაყოფებში, რომელსაც ამრავლებენ პლანიმეტრის საფასურზე და იღებენ მდინარის ხარჯის ოდენობას. ამ მეთოდს იყენებენ გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდის საკონტროლოდ. პლანიმეტრით მდინარის ხარჯის გამოთვლის მაგალითი განხილულია (4) და (5) სქემებში. პირველ რიგში ადგენენ პლანიმეტრის საფასურს ცნობილი ფართობის მქონე ფიგურის გამოყენებით. განხილად შემთხვევაში გამოყენებულია (6) ნახაზის მარცხნივ აგებული მართკუთხედი, რომლის მოედანი პორიზონტული და q -ების ((6) ნახაზის მარჯვნივ) მასშტაბების მიხედვითაა აგებული და უდრის 52.3 მ²/სეკ. მაგალითად. (4) სქემაში განსაზღვრულია პლანიმეტრის საფასური, რომლის განზომილება იქნება მ²/სეკ.

პლანმეტრზე ანათულები		საშუალო ფართობი პლანმეტრის დანა- ყოფებში	ფაქტობრივი ფარ- თობი ნახაზის მი- ხედვით	საფასური
I შემოტარება	II შემოტარება			
23,8 დან.	23,5 დან.	23,55 დან.	52,5 მ ² /სკ.	2,229 მ ³ /სკ.

განხილავთ მაგალითის მიხედვით წყლის ხარჯის ოდენობა მიიღება (5) სქემით.

	პლანმეტრზე ანათულები		ფიგურის ფართობი პლანმეტრის და- ნაყოფებში	პლანმეტ- რის საფასური	მდინარის ხარჯი Q _{ნაშ}
	I შემოტარება	II შემოტარება			
სიწყისი ბოლო სხვაობა	807,6-დან. 828,8 21,2	885,8-დან. 884,2 21,6	21,4-დან.	2,229	47,6 მ ³ /სკ



მასშტაბი: გეგმითური 1:500, კვეთითური (პროექტული) 1:100

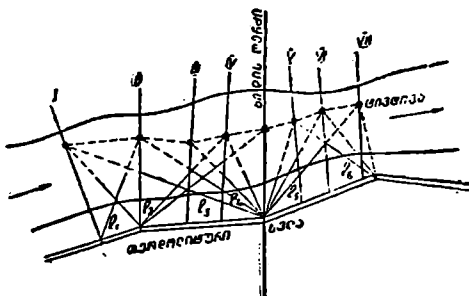
გ. მდინარის დინების მიმართულების განსაზღვრა

მდინარის ნაკადის მიმართულების განსაზღვრის საკითხი დაკავშირებულია მდინარის კალაპოტის სრულყოფილად შესწავლასთან გამოსვლის და, საერთოდ, სამდინარო ტრანსპორტის მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის საჭირო დაპროექტებისათვის, ხიდეებისა და სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობის დაპროექტება-მშენებლობისათვის და სხვა.

მდინარის ნაკადის შესწავლა ხდება როგორც ზედაპირული ისე სიღრმითი ფენებისათვის. პირველ შემთხვევაში იყენებენ ზედაპირულ ტივტივებს, ხოლო მეორეში—სიღრმით ტივტივებსა და სხვა სახის საგანგებო ხელაწყოებს.

ზედაპირული ჰაველების მიმართულების განსაზღვრის მიზნით მდინარის შესასწავლ უბანზე აგებენ განივი ჰრილების სისტემას (ნახ. 7), რომელთაც გეოდეზიურად აკავშირებენ თეოდოლიტურ სვლასთან. ხსენებულ ცოცხალ

განივჰრილებს შორის k მანძილები ინიშნება მდინარის მაქსიმალური სიჩჰარის შესაბამისად $20\text{მ} - 50\text{მ}$ მდე ყოველ განივჰრზე ტივტივას მდებარეობა ისაზღვრება თეოდოლიტური სვლების მიმართ გადაკვეთების ხერხით, ერთი ან ორი თეოდოლიტით. ამავე დროს ფიქსირდება



ნახ. 10.1.3.7.

ტივტივას ჰრილზე გაელის დრო. ტივტივების გაშვების შედეგად მდინარის განხილად აკვატორიის (ანუ შესასწავლი სივრცის) გეგმაზე იხაზება ტივტივების მოძრაობის ტრაექტორიები და დგება ზედაპირული სიჩჰარების ებიურები (ბრტყელი ნახაზები, რომლებიც მიიღება გეგმილთზედაპირების შეთავსებების შედეგად).

ნაკადის ჰაველის შესწავლა სრულდება არამართო მდინარის დაბალი დონის დროს, არამედ წყალდიდობის დროსაც.

წყალდიდობის დროს მდინარის ნაკადის ჰაველის განსაზღვრის ერთ-ერთი კარგი ღონისძიებაა აერომეთოდის გამოყენება. ამ დროს ყოველ 4—5 მინუტ ინტერვალში ასრულებენ თვითმფრინავიდან ყინულების ან გაშვებული დილასტების ცალკეულ ფოტოგრაფირებას. შემდეგ ისინი გადააქვთ საგანგებოდ შედგენილ მდინარის ფოტოგეგმაზე, სადაც მიიღება მოძრაობის ტრაექტორია გადაღებული ბუნებრივი და ხელოვნური ტივტივებისა, რომელთაც მიეწერება სიჩჰარები.

10.1.4. ჰიდროლოგიური მიმოკვლევების წარმოების დროს გეოდეზიური საშუაოების არსი და სიზუსტე

წინა პარაგრაფში განხილული საკითხებიდან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ჰიდროლოგიური სამუშაოების ნორმალურად წარმოებისათვის საჭიროა ძირითადად შესრულდეს შემდეგი სახის გეოდეზიური სამუშაოები: 1) ნიე-

ლობა; 2) აგეგმვებისათვის გეგმური და სასიმალო საფუძველის შექმნა; 3) კლინარების ნაპირების და კალაპოტის მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვები; 4) სიჩქარეებისა და სიღრმეების საზომი ვერტიკალების კოორდინატების განსაზღვრა; 5) მცირე წყალსაინარების წყალსაყრები ფართობების განსაზღვრა.

ნიველობით ისაზღვრება ნიშნულები რეპერების, წყალსაზომი საგუშაგოების ხიმიჩების და ლარტყების ნულების. ნიველობით იქმნება სასიმალო საფუძველი აგეგმვებისათვის; ასევე, გაზომვითი სამუშაოების დროს ისაზღვრება სანაპირო პალოების ნიშნულები და დგინდება მდინარის ქანობები. ინსტრუქციის მიხედვით ზემოხსენებული სამუშაოები სრულდება ტექნიკური ან IV კლასის ნიველობის მეთოდებით.

მდინარის დონის ცვალებადობისათვის ხიმიჩების ან ლარტყების საჭირო მდგრადობის დაკვირვებები ხდება ნიველობით. წყალსაზომი საგუშაგოების რეპერებზე ნიშნულების გადაცემა სახელმწიფო გეოდეზიური რეპერებიდან ხდება ორმაგი ნიველობით. პირდაპირ და შებრუნებულ სანიველო სვლებს შორის დასაშვებ შეუკვრელობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$\text{დასაშ. } W_{\Delta} = 40\sqrt{L} \text{ მმ,} \quad (10.1.4.1)$$

სადაც L არის ნიველირისავალების სიგრძე კილომეტრებში.

მდინარის ნაპირებისა და ფსკერის ზუსტად გამოხაზვისათვის სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა ტექნიკური ნიველობით შექმნილი სასიმალო საფუძველი.

სხვადასხვა საინჟინრო ნაგებობათა მშენებლობისათვის საჭირო ტერიტორიები არ არის დიდი, ჩვეულებრივ იგი არ აღემატება 100 ჰექტარს, აგრეთვე საჭირო ხდება მდინარის კალაპოტისა და ნაპირების ზოლების აგეგმვები. ამიტომ ასეთი სახის აგეგმვები შეიძლება დაეყრდნოს ნიველირ-თეოდოლიტურ სვლებს, რომელთა სიგრძეები დამოკიდებულია აგეგმვის მასშტაბის სისხობზე და ცვალებადობს 1—3 კილომეტრამდე.

მცირე სივრცეებზე კალაპოტისა და სანაპიროების მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვები სრულდება ტაქსომეტრით ან მენზულით, ხოლო მდინარეების გრძელი ზოლური აგეგმვები შეიძლება შესრულდეს აეროაგეგმვებით.

დაპროექტების სტადიისა და დანიშნულების შესაბამისად სანაპიროების აგეგმვები სრულდება 1:5 000—1:500 მასშტაბებში. კალაპოტის აგეგმვები სრულდება განიკვეთების. ირიბი გალსების (გემის ირიბი სვლის) ან გასწვრივობის მეთოდებით. მდინარის ფსკერის ნიშნულები ისაზღვრება განიკვეთების წყლის კიდის ცნობილი ნიშნულებისა და გაზომილი სიღრმეების საშუალებით. სასიმალო ვერტიკალების კოორდინატები ისაზღვრება ოპტიკური მანძილზომებით და მდინარეზე ვაკიმული და დანიშნული ბავირით პირდაპირი გადაკვეთის ზეჩისა და რადიო საშუალებების გამოყენებით. განსაზღვრული წერტილების კოორდინატები ამ მეთოდით ისაზღვრება 0,5—3 მეტრი შეცდომით.

მდინარის კალაპოტის აგეგმვის დროს აუცილებელია დროებითი წყალსაზომი საგუშაგოს მოწყობა. საგუშაგოზე დაკვირვებების დროს საჭიროა ყველა მუშა დონის დაყვანა. იმ შემთხვევაში, როცა კალაპოტის აგეგმვის მიზანია სხვადასხვა საინჟინრო ნაგებობების (ხიდი, კაშხალი, დიუკერი) უზრუნველყოფა დაპროექტებისათვის, რომელთა ნაწილი იქნება წყალში და ნაწილი ხმელეთზე, მდინარის ფსკერი გამოისახება იზოჰიფსებით, ხოლო გემთ-

სელისა და კალაპოტის მოწესრიგების საკითხების დაპროექტებისათვის კი მდინარის ფსკერს იზობატებით (ტოლი სიღრმეების მრუდეები) გამოსახავენ.

წინა პარაგრაფში აღნიშნული იყო, რომ 70—100 მეტრი სიგანის მქონე მდინარეების სიჩქარეებისა და სიღრმეების საზომი ვერტიკალების მდებარეობები ისაზღვრება მდინარის ნაპირზე გატარებული თეოდოლიტური სელის გვერდებიდან ან საგანგებო ბაზისიდან პირდაპირი კუთხური გადაკვეთით გადაკვეთის კუთხეები არ უნდა იყოს ნაკლები 30°-ზე. ბაზისი უნდა იქნეს განზომილი 1:1 000 სიზუსტით და გადაკვეთის კუთხე უნდა გაიზომოს არაუმეტეს 3' შეცდომისა. მიუხედავად იმისა, რომ მოთხოვნილი სიზუსტე არ არის მაღალი, მაინც ძნელი ხდება მათი მიღწევა, რადგანაც სიღრმეებზე დაკვირვებები სრულდება ნავიდან ჩაშვებული მოძრავი სამიზნეების, ანუ ნიშნაკების, მიმართ; ასევე ექოლოტებით სიღრმეების გაზომვების დროს საჭიროა მოძრავი კატარის ბორტიდან ჩაშვებული სამიზნეებისადმი დამიზნება. თუ გულდასმით იქნა სამუშაო შესრულებული, სიღრმისაზომი ვერტიკალები მდებარეობის შეცდომას იღებენ 0,5—1 მეტრამდე. რაც შეეხება სიჩქარეების ვერტიკალების მდებარეობებისა და მათთან დაკავშირებული სხვადასხვა სიღრმეების დანაკვირვებთა შეცდომებს, მათ ემატება თვით ტრიალას მიერ დაშვებული შეცდომები, ამიტომ წონითი საშუალოების შეცდომები გამოდის მათი ოდენობების 3—5%-ის ტოლი, ხოლო ვერტიკალების მდებარეობის შეცდომები აღწევს 3 მეტრამდე.

მცირე ზომის მუდმივი და დროებითი წყალშემკრებების 1:25 000 და 1:50 000 რუკებიდან ფართობების გამოთვლა გზებზე ხელოვნური ნახვრეტების გაანგარიშებისათვის არასაიმედოა. ამიტომ, როცა წყალშემკრების ფართობი 0,25 (კმ²) ნაკლებია და რუკაზე უქირავს 5 (სმ²) ნაკლები ტერიტორია, უნდა შესრულდეს მისი ტაქომეტრიული აგეგმვა ტალევიდან, ანუ ყველაზე დაბალი წერტილიდან, წყალგამყოფ საზღვრებამდე მსხვილ მასშტაბში (1:5 000 — 1:1 000).

10.1.5. გეოფიზიკური მიმოკვლევების დროს გეოდეზიური საშუაოების არსი და სიზუსტე

როგორც ცნობილია სასარგებლო ნაპარხთა დაზვერვა-ძიებისა და დედამიწის გეოლოგიური მიმოკვლევებისათვის იყენებენ გეოფიზიკურ მეთოდებს გრავიმეტრიული აგეგმვების, სეისმურ-რელექტრო და მაგნიტო-დაზვერვების სახით.

გეოფიზიკური დაზვერვების დროს გეოდეზიური საშუაოების ძირითადი დანიშნულებაა ინსტრუმენტებისა და ხელსაწყოების დაყენების წერტილების დაკვალვა ადგილზე და მათი კოორდინატებისა და ნიშნულების განსაზღვრები.

გეოდეზიური საფუძვლით გეოფიზიკური აგეგმვების უზრუნველყოფის ხარისხი დამოკიდებულია აგეგმვების მასშტაბზე, გეოდეზიური და კარტოგრაფიული მასალით უზრუნველყოფასა და ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე. თუ ვისარგებლებთ მაღალხარისხოვანი რუკებით, საიმედოდ, მარტივად და ეკონომიკურად სასარგებლოდ იქნება განსაზღვრული გეოფიზიკური წერტილების კოორდინატები. თანამედროვე გეოფიზიკური საშუაოები ვითარდება ძნელად მისადგომ ტერიტორიებზე. ამავე დროს ცნობილია, რომ ასეთი ტერიტორიების რუკები ეყრდნობა გაუნშვლებულ გეოდეზიურ საფუძველს, რაც აძნელებს მათ გამოყენებას და საჭირო ხდება დიდი შრომატევადი საშუაოების შესრულება.

თანამედროვე დეტალური გეოფიზიკური აგეგმვების საჭიროებამ წარმოშვა, შეიქმნას საგანგებო გეოდეზიური საფუძველი, რომლის საფუძველზე გატარდება საგანგებო მაგისტრალების და მათ შორის კი გარკვეულ ინტერვალებზე, პროფილების ქსელები. შექმნილ მაგისტრალებსა და პროფილებზე იგება თეოდოლიტური და სანიველო სვლები.

4. გეოდეზიური საშუაოეზი გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს

გრავიმეტრიული სამუშაოები, გარდა საინჟინრო გეოდეზიის I და II ტომში მოყვანილი დედამიწის ფიგურის დადგენისა, გამოიყენება დიდი სივრცეების ტექტონიკური, ანუ მისი ქერქის (ლითოსფეროს), აგებულების, მათი მოძრაობის კანონზომიერების და დეფორმაციის (განსაკუთრებით ქერქის აწვე-დაწვევის) საკითხების შესწავლისათვის, რაც დაკავშირებულია სტრუქტურების ლოკალიზაციის, ანუ მოცემულ ადგილზე, სასარგებლო ნამარხთა თავმოყრის ადგილების გამოვლინებასთან.

გამოყენებული ინსტრუმენტების შესაბამისად გრავიმეტრიული აგეგმვები სრულდება გ რ ა ვ ი მ ე ტ რ ე ბ ი თ, ვ ა რ ი ო მ ე ტ რ ე ბ ი თ და გ რ ა დ ი ე ნ ტ ო მ ე ტ რ ე ბ ი თ.

გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს სრულდება შემდეგი სახის გეოდეზიური სამუშაოები: 1) გეოფიზიკური დაკვირვებებისათვის ადგილზე პუნქტების ქსელის გამზადება; 2) გეოფიზიკური დაკვირვებებისათვის საჭირო პუნქტების კოორდინატებისა და სიმაღლეების განსაზღვრა; 3) სიმძიმის ძალის აჩქარებებზე ადგილის რელიეფის გავლენის მხედველობაში მიღება; 4) გრავიმეტრიული რუკების შედგენისათვის ტოპოგრაფიული საფუძვლის შემზადება.

გრავიმეტრებით აგეგმვებისათვის საჭირო დაკვირვების წერტილებს ძირითადად ირჩევენ გზების, მდინარეებისა და ტბების ნაპირების ახლოს. მთაგორიან ადგილებში სიმძიმის ძალის აჩქარებებზე რელიეფის გავლენის შესწორების დადგენის მიზნით შერჩეული პუნქტების მოედნებზე ასრულებენ ნიველობას. საზღრავენ ყოველი (ძირითადი და რიგითი) გრავიმეტრიული პუნქტის კოორდინატებს და ნიშნულებს. ადგენენ მათ კატალოგებს, სქემას ან რუკებს და კროკებს საყრდენი გრავიმეტრიული პუნქტებისას.

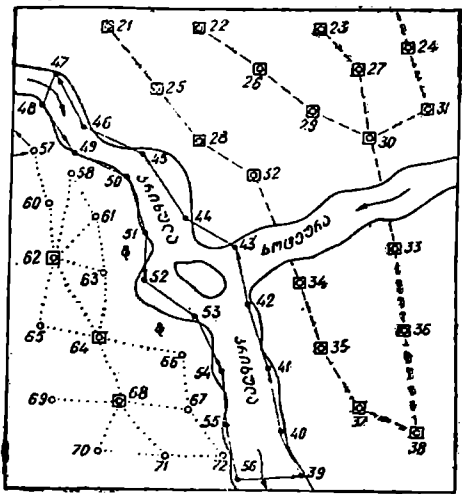
გრავიმეტრით წ ვ რ ი ლ (1:2 500 000 — 1:100000), ს ა შ უ ა ლ ო (1:100000 — 1:25 000) და მ ს ხ ვ ი ლ (1:10 000 — 1:1 000) მასშტაბებში აგეგმვების დროს მოთხოვნილი ძირითადი მაჩვენებლები, მთაგორიანი ადგილების მხედველობაში მიღების გარეშე, მოცემულია (1), (2), (4) ცხრილებში.

ც ხ რ ი ლ 10.1.5.1

აგეგმვის მასშტაბი	ასათვლელ რუკაზე იზოანომალების კვეთა (მგლ)	ანომალიის განსაზღვრის შეცდომა (მგლ)	გამოსავალი პუნქტების მიმართ განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა	
			კოორდინატების (მ)	ნიშნულების (მ)
1 : 2500000 1 : 1000000	10	±2,5	±200	±10
1 : 1000000 1 : 500000 1 : 200000	5	2,0	200	6
1 : 100000	2	0,8	80	2,5

ამ აგეგმვებს აწარმოებენ თვითმფრინავიდან ან ვერტმფრინავიდან დიდ სივრცეებზე. 1:1000. 000 რუკაზე დაყრდნობით ძველი და ახალი ფოტოგადაღებით ისაზღვრება პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატები, ნიშნულები კი — ბარომეტრული ნივლეობით.

შესასწავლ ტერიტორიაზე გრავიმეტრიული და გეოდეზიური რეისების აღვილზე დანიშნას, თვითმფრინავებისა და ვერტმფრინავების მოედნებზე დაჯდომის შესაძლებლობის თვალთახედვით, სწუვეტენ აღვილზე მანქანებით გადაადგილებით ან არახელშემწყობი პირობების დროს თვითმფრინავიდან ღესანტების საშუალებით. (1) ნახაზზე ნაჩვენებია გარკვეულ ტერიტორიაზე გრავიმეტრიული რეისების სქემის ნიმუში. ქვემოთ თანამიმდევრობით მოკლედ განვიხილავთ სამივე სახის ინსტრუმენტებით აგეგმვების საკითხებს.



- ქვირთვითმფრინავის რეისები
- - - - - პერტმფრინავის რეისები
- სვერტი (ზახით) რეისები
- ჰაერმფრინავის მოედნები

ნახ. 10.1.5.1.

ა. თვითმფრინავების რეისების ორგანიზაცია

ქვეითი, ანუ დედამიწის ზედაპირული, აგეგმვების დროს თვითმფრინავება და ვერტმფრინავები გამოიყენება გრავიმეტრიული ქსელების ასაგებად, ქვეითი რაზმების სხვადასხვა უბნებზე გადასაყვანად, მათთვის აპარატურისა და პროდუქტების გადასატანად და სხვა.

როდესაც რეისებს აღგენენ თვითმფრინავიდან ღესანტების გამოყენებით, მაშინ მათ გრავიმეტრების რაზმები გადაყვანა პროექტზე აღნიშნულ გრავიმეტრიულ პუნქტებზე. ზემოაღნიშნული სამუშაოები უნდა შესრულდეს რაც შეიძლება დიდი სიფრთხილით და მტკიცე მოსამზადებელი სამუშაოების შესრულებით, რადგანაც თვითმფრინავების ბაზად იყენებენ არა აეროპორტებს, არამედ სხვადასხვა საეველ მოედნებს.

დადგენილია, რომ ზემოხსენებული ზედაპირული აგეგმვების დროს ერთ ვერტმფრენს შეუძლია მოემსახუროს არანაკლებ 3—4 გრავიმეტრიულ რაზმს

საველე პერიოდში საფრენი სამუშაოებია: წინაღობის საფრენი მოსამზადებელი სამუშაო, რომელიც სრულდება საფრენი სამუშაოების დაწყების წინა დღეს, დამუშავებული გემით ფრენის რეისების შესრულება და შესრულებული სამუშაოების ანალიზი. წინა მოსამზადებელ სამუშაოს ასრულებენ შემდეგ დღეს საფრენი რეისების უშუალოდ შემსრულებლები (ვერტმფრენის ეკიპაჟი). ამავე დროს სქემაზე ადგენენ ნატურაში ამოსაცნობი პუნქტების განლაგებას ფრენის რეისებს ყველა პუნქტებზე, მათ შორის მანძილებს და ჰემ-მარიტ აზიმუტებს. იქვე უჩვენებენ მიმართულებებს და საჭირო ორიენტირებს სვლის გზაზე.

ვერტმფრენაგების დაჯდომა ხდება კარტოგრაფიული და აეროფოტოგამების მასალების და საველე რეკოგნოსციებით გულდადებით საგანგებოდ შერჩეულ მოედნებზე.

ვინაიდან ძნელად მისადგომ ტყიან რაიონებში საჭირო ხდება ვერტმფრენაგების დასაჯდომი მოედნებისათვის ტყის გაჩეხვა, განსაკუთრებული გულისყურით უნდა შეიძინეს ისეთი ადგილები, სადაც საჭირო იქნება ტყის ნაკლები გაჩეხვითი სამუშაოები.

ვერტმფრენების დასაჯდომი მოედნის ზომა უნდა იქნეს (50×100) მ² გრძელი გვერდით ქარის დინების მიმართებით. მოედანი ისე უნდა იყოს გაფშენილი, რომ 0,5 მეტრზე მეტი სიმაღლის დაბრკოლებები არ უნდა იყოს. აგრეთვე ქარისაგან არ უნდა იყოს მოსალოდნელი დარჩენილი ტოტების აწევით ვერტმფრენების ტვირთამტანი ხრახნების დაზიანება.

ბ. პრაქტიკული და გეოდეზიური ჩინების აგება

ზედაპირული აგებმების დროს რიგითს გრავიმეტრიულ და გეოდეზიურ რეისებს ნიშნავენ აეროდრომებზე ან დასაჯდომ მოედნებზე, ან მათ ახლოს განლაგებულ გამოსავალ საყრდენ გრავიმეტრიულ პუნქტებზე ყოველდღიური დაბრუნებისთანავე. ჩაკეტილი რიგითი რეისები დგება ფოთლოვანი სქემის სახით, სადაც ისინი თანაბრად არიან განლაგებული გამოსავალი პუნქტის გარშემო.

ზედაპირული აგებმების დროს მხედველობაში იღებენ გრავიმეტრიულა პუნქტების სიხშირეს და ბარომეტრიული მეთოდების გამოყენების თავისებურებებს. გამოსავალი პუნქტიდან მარშრუტის დაშორება არ უნდა აღემატებოდეს 10 კმ, სამუშაო უნდა შესრულდეს საშუალოდ 7 საათის ინტერვალში.

ამავე დროს უნდა ვიგულისხმოთ, რომ თითოეულ საფრენ მარყუქში უნდა შედიოდეს 5—10 რიგითი პუნქტი.

თვითმფრენიდან სადესანტო რეისების მარშრუტის სიგრძეს იღებენ 100 კილომეტრამდე. პუნქტის გამოცნობისა და მდებარეობის ფიქსაციისთანავე საჭირო ხდება დაკვირვებები გრავიმეტრით და ბარომეტრით, რის შემდეგ გრავიმეტრიულ პუნქტს ამაგრებენ ადგილზე.

გ. პრაქტიკული აგებმების ხარისხი

1. 6. 3. პარაგრაფიდან ცნობილია, რომ სტოქსის (1. 6. 3. 2) ფორმულის გამოყენების მიზნით დედამიწის საჭირო რეგულაციისათვის, ანუ დედამიწის მთელი მასის გეოიდის ტანში შეტანისათვის, ახდენენ სიმძიმის ძალის რედუქ-

ქცია (დაყვანის) ერთი დღიური ზედაპირიდან მეორეზე (გეოიდის ზედაპირზე). აგრეთვე ცნობილია, რომ Δg_0 ბუგეს ანომალია გამოითვლება (1. 6. 3. 14) ფორმულით.

$$\Delta g_0 = g + (\Delta g_1 + \Delta g_2) - \gamma_0, \quad (10.1.5.1)$$

სადაც g არის უშუალოდ განზომილი სიმძიმის ძალის აჩქარება (სიმძიმის ძალა); γ_0 — ნორმალური სიმძიმის ძალა.

$\Delta g_1 = 0,3086H$ (1.6.3.8 ფორმულა) და $\Delta g_2 = -0,0961H$ (1.6.3.13 ფორმ.) ალგებრულ ჯამს ეწოდება ბუგეს შესწორება; H არის ბარომეტრული ნიველობით განსაზღვრული გრავიმეტრიული პუნქტის ნიშნული. (1) ტოლობის გადიფერენციალებით და საშუალო კვადრატულ შეცდომებზე გადასვლით მივიღებთ

$$m_{\Delta g_0} = \sqrt{m_{g_0}^2 + (0,3086 - 0,0961)^2 m_H^2 + m_{\gamma_0}^2}, \quad (10.1.5.2)$$

სადაც $m_{\Delta g_0}$ არის ბუგეს ანომალიის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

m_{g_0} — რიგითს პუნქტზე სიმაღლის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელიც წარმოადგენს კვადრატულ ფესვს ძირითად საყრდენ პუნქტზე სიმძიმის ძალის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომის კვადრატისა და რიგითს პუნქტზე განსაზღვრული სიმძიმის ძალის ნაზრდის საშუალო კვადრატული შეცდომის კვადრატის ჯამიდან. პირველის ოდენობა იცვლება $\pm 0,5$ — $\pm 0,20$ მგლ, აქ ავიღოთ მაქსიმუმი და მეორე გამოდის $\pm 0,60$ მგლ. მაშასადამე,

$$m_{g_0} = \sqrt{0,20^2 + 0,60^2} = \pm 0,64 \text{ მგლ.} \quad (10.1.5.3)$$

m_H არის ბარომეტრული ნიველობით ნიშნულების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა ურთიერთ 150 კილომეტრამდე მდებარე სადგურზე. მისი ოდენობა $m_H = \pm 2,3$ მ.

m_{γ_0} არის ნორმალური ველის სიმძიმის ძალის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობა დგინდება შემდეგნაირად: გრავიმეტრიული პუნქტის მდებარეობის განსაზღვრის შეცდომა აეროავეგმეების მასალის გამოყენებით 1:100 000 მასშტაბიან რუკაზე დაყრდნობით გამოდის ± 80 მეტრი. ეს ოდენობა ახასიათებს გეგმაზე საშუალო დიაგონალურ გადახრას, რომელიც ედრება კვადრატულ ფესვს x და y სიდიდეების საშუალო კვადრატული შეცდომების კვადრატების ჯამიდან. განედის მიმართულებით გეგმისმიერი შეცდომა იქნება ზემოთ დადგენილთან შედარებით $\sqrt{2}$ -ჯერ ნაკლები, ე. ი. $80 : \sqrt{2} \approx \pm 60$ მ. ეს უკანასკნელი მოცემულ გრავიმეტრიულ პუნქტზე გამოიწვევს ნორმალური ველის სიმძიმის ძალის განსაზღვრაში $\pm 0,05$ მგლ ანუ $m_{\gamma_0} = \pm 0,05$ მგლ საშუალო კვადრატულ შეცდომას.

მაშასადამე, (2) ტოლობით განსაზღვრული ყოველი ცალკეული პუნქტის საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$m_{a.6} = \sqrt{0,64^2 + 0,05^2 + 0,2^2 \cdot 2,3^2} = \pm 0,8 \text{ მგლ.}$$

ბუგეს ანომალიის საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელად მიღებული ზემოთ მოყვანილი საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები დასაშვებია და სრულიად შეესაბამება 1:200 000 — 1:100 000 მასშტაბში გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს 2,5 მეტრი შეცდომის მომცემი ბარომეტრული ნიველოზის გამოყენების შესაძლებლობას.

(2) ცხრილში მოყვანილი მასშტაბებისათვის ისევე, როგორც ადგილობრივი სივრცეების აგეგმვებისათვის, თვითმფრინავების დაჯდომის შესაძლებლობის შესაბამისად გრავიმეტრიული და გეოდეზიური რეისები იგება ავიოტრანსპორტით, ავტომატურად ან ქვეითი რეისებით.

ცხრილი 10.1.5.2

აგეგმვის მასშტაბი	ასათვლელ რუკაზე იზობაზომალიების კვეთა (მგლ)	ანომალიის განსაზღვრის შეცდომა (მგლ)	გამოსავალი პუნქტების მიმართ განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა	
			კოორდინატების (მ)	ნიშნულების (მ)
1 : 100000 1 : 50000	1,0	$\pm 0,4$	± 40	± 10
1 : 50000 1 : 25000	0,5	$\pm 0,2$	± 20	± 5

ამ მასშტაბებში კოორდინატები მიზანშეწონილია განისაზღვროს რადიოგეოდეზიურ საფუძველზე დამყარებული აეროფოტოაგეგმვის მონაცემების მიხედვით. იმ შემთხვევაში, როცა არ არსებობს რადიოგეოდეზიური საფუძველი, საჭიროა შედგეს გეგმური ფოტოტრიანგულაცია. საყრდენი წერტილების საჭირო რაოდენობას ანგარიშობენ მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისად, ბაზისების საჭირო რაოდენობას კი ანგარიშობენ ფორმულით

$$m = 0,35Rb \frac{m'_a}{\rho'} \sqrt{n^2 + 14n} \quad (10.1.5.4)$$

სადაც R არის რელუციების კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა ტოლია აგეგმვის მასშტაბისა და რუკის მასშტაბის ფარდობის;

b — ფოტოგრაფირების ბაზისის ოდენობა ფოტოსურათიდან მილიმეტრებში;

m'_a — აეროსურათზე გატარებული მიმართულებების ჯამური შეცდომა მინუტებში;

n — გეგმურ გამოსაცნობ ნიშნებს შორის ბაზისების რაოდენობა;

$\rho' = 3438'$ — რადიანის ოდენობა მინუტებში.

ზემოხსენებულ მასშტაბებში აგეგმვების დროს ბარომეტრული ნიველობით სიმაღლეების გაზომვები მიზანშეწონილია შესრულდეს ერთი დროებითი

ბარომეტრული სადგურის მიმართ, ბარიული (ანუ ატმოსფერული) პორიზონტული გრადიენტის (ანუ დედამიწის ზედაპირზე წერტილის განედის ერთი გრადუსით შეცვლის შესაბამისად ატმოსფეროს წნევის ცვალებადობა) გავლენის ამორების მიზნით საჭიროა რეისის საწყისი და ბოლო წერტილებს ნიშნულები იყოს განსაზღვრული ტექნიკური ნიველობით.

როგორც ითქვა, წინასწარ ამზადებენ გრავიმეტრიული და გეოდეზიური სკელების სქემას. განაპირა მყარ წერტილებს შორის მანძილი დამოკიდებულია ამ წერტილებს შორის ტრანსპორტირების მეთოდის გამოყენებაზე. მაგალითად, როცა რეისის დრო აღწევს 5 საათზე მეტს, მაშინ ქვეითი რეისების მანძილები შეიძლება მივიღოთ 10—12 კილომეტრი; ხოლო როცა რეისის დრო 3 საათია, მაშინ თ ვ ი თ მ ფ რ ი ნ ა ვ ი დ ა ნ ს ა დ ე ს ა ნ ტ ო რეისის განაპირა წერტილებს შორის მანძილი შეიძლება იყოს 30 კილომეტრი. განაპირა წერტილებს შორის სკელები უნდა იყოს რაც შეიძლება გაკვიმული. ძირითადი სკელიდან გადახრა დასაშვებია 4 კილომეტრამდე. როგორც საყრდენ მეტეოროლოგიურ სადგურზე, ისე სავლელ რეისების წერტილებზე უნდა ვიყენებდეთ მიკრობარომეტრს, რომელსაც აქვს ინსტრუმენტული შეცდომა ვერცხლის წყლის სკეტის 0,03 მმ.

დ. ალგილის კალიფით გამოწვეული შეხორაების განსაზღვრა

დეტალური გრავიმეტრიული ავეგმვების დროს, გარდა სიმაღლეების (ნიშნულების) განსაზღვრისა, საჭირო ხდება განაზომ სიმძიმის ძალებზე რელიეფის გავლენის განსაზღვრა. გაზომილი სიმძიმის ძალის აჩქარებებზე რელიეფის გავლენით შესწორების დადგენის დროს პირველ რიგში განვიხილოთ საკითხი სიმაღლეების განსაზღვრის დროს ბარომეტრიული ნიველობის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ.

1. 6. 3 პარაგრაფში მოყვანილია (1. 6. 3. 16) და (1. 6. 3. 17) ფორმულები რელიეფის გამო Δg_3 შესწორების შესახებ

$$\Delta g_3 = \Sigma F (H - H_0) = \Sigma F (h)$$

და

$$F(h) = 2\pi f \left[a_i - a_{i+1} + \sqrt{a_{i+1}^2 + h^2} - \sqrt{a_i^2 + h^2} \right], \quad (10.1.5.5)$$

სადაც $f = 6,685 \cdot 10^{-8}$ სმ³/გ სეკ² არის მიზიდულობის მუდმივა;

σ — შუალედი შრის $D = 2,5$ გ/სმ³ სიმკვრივისა და რგოლში ცილინდრული უჯრედების $n = 8$ რაოდენობის ფარდობა $\sigma = \frac{2,5}{8} = 0,31$ გ/სმ³;

a_i — კონცენტრული წრეწირების რადიუსები;

$h = H - H_0$ — აღმატებები;

განსაკუთრებით გართულებულია პუნქტის ახლო (200 — 300 მეტრის) ზონებში რელიეფის გავლენის ოდენობის დადგენა, რადგანაც წვრილმასშტაბიანი რუკები შესატყვის შედეგებს არ იძლევა და მსხვილმასშტაბიანი რუკები კი ძნელად მისაღვამ რაიონებში ჯერჯერობით არ არის გადაღებული. თანამედროვე ზუსტი ბარომეტრები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს პუნქტების ნიშნულები ბარომეტრული ნიველობით და რელიეფი გამოიხაზოს იზოპიფსებში ჩვეულებრივი წესით. ცხადია, ამისათვის უნდა განისაზღვროს რელიეფის

ინვარიანტული ხაზების შესაბამისად ნიშნულები. იმ შემთხვევაში, როცა გვაქვს 1:25 000 მასშტაბიანი აეროგადაღების შედეგად მიღებული რუკა, პიკეტების ნიშნულები მიზანშეწონილია გადაღებულ იქნეს ბარომეტრული ნიველობით, ხოლო აეროსურათებზე იზოპიფსები უნდა დაიხატოს სტერეოსკოპით დაყვანილი 1:10.000 მასშტაბის შესაბამისად.

ღრობითი ბარომეტრული სადგურიდან 300 მეტრზე პორიზონტული ბარიული გრადიენტი პრაქტიკულად არ არის, იგი არ აღემატება 0, 05 მ. და თუ რელიეფის დახრას მივიღებთ 6°, სამას მეტრზე საშუალო აღმატება $h=30$ მეტრი, რომლის შესაბამისი საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$m_h = \sqrt{\left(\frac{h}{K}\right)m_K^2 + \left(\frac{h \cdot \epsilon}{1 + \epsilon T}\right)m_T^2 + \left(\frac{7991}{B_1}\right)m_{B_1}^2 + \left(\frac{7991}{B_2}\right)m_{B_2}^2}, \quad (10.1.5.6)$$

სადაც $h = 30$ მ არის საშუალო აღმატება 300 მეტრზე ურთიერთდაშორებული წერტილებისა, რომელთა შორის დაქანებაა 6°;

$K=16025$ — ბაზენის (8.10.2.1) ფორმულის კოეფიციენტები;

$m_K=6$ — K -ს განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$\epsilon=0,003665$ — გაზების გაფართოების კოეფიციენტი;

$T=20^\circ\text{C}$ — გარე ჰაერის საშუალო ტემპერატურა;

$m_T=0,5$ — ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$B_1=750$ და $B_2=759$ — პუნქტებზე წნევა;

$m_{B_1}=m_{B_2}=\pm 0,02$ მმ (ვერცხლისწყლის სვეტის).

ზემოაღნიშნული მონაცემებით განხილად (შედარებით ძნელ) პირობებში ბარომეტრული ნიველობით ნიშნულის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა (6) ტოლობით იქნება

$$m_h = \sqrt{\left(\frac{30}{16025}\right)^2 6^2 + \left(\frac{30 \cdot 0,0037}{1 + 0,0037 \cdot 20}\right)^2 0,5^2 + \left(\frac{7991}{750}\right)^2 0,02^2 + \left(\frac{7991}{759}\right)^2 0,02^2} = \pm 0,28 \approx \pm 0,3 \text{ მ.}$$

ბარომეტრული ნიველობით წერტილებს შორის აღმატებას ასეთი ოდენობის საშუალო კვადრატული შეცდომით განვსაზღვრავთ თუ თანადროულად ავითვლით წნევებს წერტილებზე და არ იქნება პორიზონტული გრადიენტები.

განივად, ანუ იმ შემთხვევაში, როცა აღმატებას ვსაზღვრავთ 300 მეტრამდე დაშორებულ პუნქტზე და როცა $m_h=0,3$ მ, რელიეფის მიხედვით გამოიღო სიძიძის ძალის Δg , შესწორება სხვადასხვა ზონებისათვის მოყვანილია (3) ცხრილში.

მასასადამე, სადგურიდან 300 მეტრით დაშორებული სივრცეების რელიეფის ბარომეტრული ნიველობა საჭიროა შესრულდეს 1,0—0,5 მგლ კვეთებით

ზონები	1	2	3	4	5	6	7
ზონის რადიუსი	0—2	2—10	10—20	20—50	50—100	100—200	200—300
$m_{\Delta g}$	$\pm 0,023$	$\pm 0,020$	$\pm 0,001$	$\pm 0,001$ მეტრე			

შესრულებული გრავიმეტრიული აგეგმვების მოთხოვნების შესაბამისად, საკურო დაშვებები მოყვანილია (4) ცხრილში.

აგეგმვის მისშტაბი	ასათვლელ რუკაზე იზოანომალეების კვეთა (მგლ)	ნომალის განაზღვრის შეცდომა (მგლ)	გამოსავლი ბუნქტების შიშართ განაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა	
			კოორდინატების	ნიშნულების
1 : 10 000	0,25	0,08—0,1	± 5	$\pm 0,25—0,3$
1 : 5 000				
1 : 5 000	0,1	0,04	± 2	$\pm 0,15$
1 : 2 000				
1 : 1 000				

ზემომოყვანილი მისშტაბებისათვის გეოდეზიური მასალებით და პირობებით უზრუნველყოფის საკითხი ადრევე უნდა იყოს მოგვარებული, რისთვისაც ადგილზე აგებენ სელებს, პროფილებს, რომელთა მიხედვით სრულდება თეოდოლიტური, ტაქომეტრიული, სანიველო სელები და სხვა. მუშაობის წესრიგის საერთო ხასიათი ასეთია: გეოდეზიური მომსახურებით ხელი უნდა შეეწყოს გეოფიზიკური აგეგმვებისათვის მოთხოვნილი პირობების შექმნას. მაგალითად, რელიეფის ზეგაყენის აღრიცხვის მიზნით პუნქტის გარშემო სრულდება ნიველობა 18—50 მეტრის რადიუსით; ვარიომეტრის დასადგმელი 2-3 მეტრ რადიუსიანი მოედანი უნდა მომანდაკდეს, გარდა ამისა, პუნქტის გარშემო 20 მეტრის მანძილზე 6°-ზე მეტი დაქანება არ უნდა იყოს; 50 მეტრზე არ უნდა იყოს ამადლებული ადგილები და ლელები; ინსტრუმენტის ახლოს არ უნდა იყოს თხრილები, შურფები და სხვა.

6. გეოდეზიური სამუშაოები სეისმური დაზვიანების დროს

სეისმური დაზვიერების დროს სრულდება გეოდეზიური სამუშაოები ადგილზე პროფილების ქსელებისა და დაკვირვების წერტილების გეოდეზიური მიბმების სახით, შემდგომში სახელმძღვანელო გეოფიზიკური რუკებისა და სქემების ასაგებად და სეისმური ჰრილებისათვის პროფილების შესადგენად.

არეკლილი ტალღების მეთოდებით სეისმური დაზვიერების დროს ადგილზე ხდება სეისმური პროფილების დაკვაღვა, გეგმური გეოდეზიური მიბმები და პროფილების მიხედვით წერტილთა ნიშნულების განსაზღვრა.

გადატეხილი ტალღებით კორელაციური მეთოდით სეისმური დაზვიერების

დაბეურების მეთოდი	გვერდი მიმე		სსიამიღლი მიმე		მიმართულებებისა და მანძილების პროექციით გამოთვლისწინებულ ოდენობებთან აღვირზე გადართალი ოდენობების დასაშუალები გვანარები
	მიმის პუნქტი	პროფილე შერტილები შორის მანძილები ზღვრული შეცდომები	საშ. კვადრ. შეცდომა	საშ. კვადრ. შეცდომა	
არეკლი ტალღის	საწყისი და უკანასკნელი პუნქტი პროფილის ან გვირგვინის, პროფილიდან მოხილვით მდებარე ფოტოკამერის პუნქტი	გამოსახული პუნქტის მიმართ სიწლილი ყვადრული შეცდომა	მიმის პუნქტი	საშ. კვადრ. შეცდომა	პროფილის საწყისი პუნქტის მიმართ
გოდანხილი ტალღების	რეკონსტრუქციის აგებულების დროს ±30 მ	გამოსახული პუნქტის მიმართ სიწლილი ყვადრული შეცდომა	რეკონსტრუქციის აგებულების დროს ±30 მ	0,5—1,5 მ	პროფილის მიმართულებას ±5, მანძილებში 1:200
სესპური ზონდირების	ოგვე	—	ოგვე	ოგვე	ოგვე
მასიური სერვისი ზონდირების	ზონდის ცენტრი	მოსაზღვრე ზონდის შორის 10 მ	ზონდის ცენტრი	0,5—1,5 მ	ზონდის შორის გვერდის მიმართულებას ±2, გვერდის 1:200
სესპური კარტი	ასაფოთლებელი კარტი	კარტიდან და ასაფოთლებელი კარტის მანძილის 1:100	ასაფოთლებელი კარტი	კარტიდან და ასაფოთლებელი კარტის მანძილის 1:100	კარტიდან და ასაფოთლებელი კარტის მანძილის 1:100

ა

დროსაც იმავე სახის გეოდეზიური სამუშაოები სრულდება. მხოლოდ აქ დამატებით სრულდება პროფილის გარეთ აფეთქების წერტილების გეოდეზიური მიზნები.

სეისმური ზონდირების (მოსინჯის) დროს სრულდება ზონდირების გეოდეზიური მიზნები, ისაზღვრება ყოველი ზონდის მიმართულებები აფეთქების წერტილების მიმართ; ასევე ისაზღვრება აფეთქების პუნქტებისა და მახასიათებელი ზონდების ნიშნულები და მათ შორის მანძილები.

გეოდეზიური მეთოდებით ისაზღვრება სეისმური კაროტაჟის, ანუ წიაღისეულთა ფიზიკური თვისებების, შესასწავლი ქაბურღილებისა და ასაფეთქებელ პუნქტს შორის მანძილები, მათ შორის აომატებები და აზიმუტები კაროტაჟის ქაბურღილებიდან ასაფეთქებელ პუნქტებზე. წყალსაცავებში შერჩეული ასაფეთქებელი პუნქტებისათვის საზღვრავენ აღმატებას კაროტაჟის ქაბურღილის პირსა და წყლის კიდეც შორის.

როდესაც სივრცობრივი ზონდირება სრულდება მასობრივად, მაშინ საზღვრავენ ზონდებისა და აფეთქების პუნქტების გეგმურ და სასიმალო მდებარეობებს, დაკვირვებენ იმ ფიგურების გვერდებზე ზონდების პიკეტებს, რომელზეც მდებარეობს სეისმოგრაფი.

ზღვებზე სეისმური გაზომვების დროს გეოდეზიური სამუშაოების მეთოდითა დამოკიდებულია ზღვის ნაპირიდან სამუშაო სივრცეების დაშორებაზე და სრულდება საგანგებო ინსტრუქციის შესაბამისად.

სეისმური დაზვერვების დროს საჭირო გეოდეზიური სამუშაოებისადმი ძირითადი მოთხოვნები მოყვანილია (5) ცხრილში.

ცალკეული, ანუ რეგიონალური, აგეგმვების დროს განხილავი ცხრილიდან გამომდინარეობს, რომ არ მოითხოვება დიდი სიზუსტე, ამიტომ პუნქტების კოორდინატები შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ტოპოგრაფიული რუკებიდან და აეროაგეგმვის მასალებიდან. ხოლო სიმაღლეები—ბარომეტრული ნივთობით.

f. გეოდეზიური სამუშაოები მლემტროდაზვერვის დროს

ელექტროდაზვერვითი სამუშაოების მიზანია ბუნებრივი ან ხელოვნური ელექტრო, ანუ ელექტრომაგნიტური, ველის დედამიწაში გავრცელების თავისებურებების გამოვლინება.

გეოფიზიკური გამოკვლევების დროს გამოიყენება შემდეგი სახის ელექტროდაზვერვითი მეთოდები:

1. ბუნებრივი ელექტროველის;
2. დამუხტული ტანის;
3. იზოხაზების;
4. პროფილირებისა და საშუალო გრადიენტების;
5. ზონდირების;
6. იტელურიკებული (მზის სპექტრის ხაზების) დენის;
7. პოლარიზაციით გამოწვეული;
8. ველის დადგომის ზონდირების;
9. მაგნიტურ-ტელურიკებული პროფილირების;
10. ინდუქციის;
11. დედამიწაზე დაბალი სიხშირის ელექტროდაზვერვის;
12. რადიოტალღების;
13. აეროელექტროდაზვერვისა და
14. საზღვაო ელექტროდაზვერვის.

ზემოხსენებული სამუშაოების დროს საჭირო გეოდეზიური საქმიანობის მიზანია, ანალოგიურად სეისმოდაზვერვისა, ადგილზე გამზადება და მიზმა დაძვირების წერტილებისა, ანომალიების გამოვლინება პროფილებისა და მაგის-

დახვერვის შეოლდები	გამგზავნი მიმღებები			სასომხლო მიმღებები		მიზართულებების და მიზნობრივ პროექტით გაყოფილების პროექტით გაყოფილების პროექტით ოქციონებიდან იღვლი- ნე გალატანოლი იღვ- ნილებების დასაშუები გა- დახვერვა
	მიმღების პუნქტები	გამგზავნი საშუალო კატორატული შეცდომა	ფარდობითი შეც- დომა პროფილზე წერტილებს შორის	მიმღების პუნქტები	გამგზავნი საშუალო ფარდობითი შეც- დომა	
ბუნებრივი ველის, და- ბუნებრივი ტანის, ბო- ხაუბის, პროფილორე- ბის და სხვა მგავსი მე- თოდები	პროფილის ან მა- გისტრალის საწყი- სი და ბოლო წერ- ტილი	რეგონალური აგვ- მების დროს ±30 მ, დებულური აგვმე- მის დროს ±15 მ	მოცემული ინტერ- ვალის 1 : 100	დაკვირვების წერ- ტილები	რეგონალური აგვ- მების დროს ±10 მ დებულური აგვმე- მის დროს —5 მ	პროფილის მიმოთულება- ში 1 : 10000 და უფრო მსკივლი მაშვტების დროს ±0,5 1 : 25 000 და უფ- რო უფრო მაშვტების დროს ±1,0.
ტექნოლოგიური დანის, მაგნიტოტექნოლოგიური, ლიპროფილორების, მაგნიტოტექნოლოგიური, ლიპროფილორების	დაკვირვების წერ- ტილები	იგვე	იგვე	იგვე	საყრდენი ელექტ- როპროფილორების სიღრმის 1 : 50	დანადგარის აზომების ±3
ზონდირების	პროფილის ან მა- გისტრალის საწყი- სი და ბოლო პუნ- ქტი				±2,5—10 მ	
ელექტრომაგნიტური ველის დადგომის	დაკვირვების წერ- ტილები				საყრდენი ელექტ- როპროფილორების სიღრმის 1 : 50	

ტრალების შედგენა სახელმძღვანელო რუკებისა და სქემების შესაღწევად და კრილების აგება პროფილების მიმართულებით.

ელექტროდაზვერვების დროს გეოდეზიური სამუშაოების ძირითადი მოთხოვნები მოცემულია (6) ცხრილში.

გ. გეოდეზიური სამუშაოები მაგნიტური დაზვერვის დროს

მაგნიტური დაზვერვების მეთოდები ეყრდნობა გეომაგნიტური ველის, მისი ელემენტების, დეკლინაციის და ჰაერში მათი წარმოებულების და სამთო გამონამუშევრებში განაზომებს; მისი მიზანია სასარგებლო მარხთა გეოკარტირება, ძიებები და დაზვერვები.

წარმოებაში გამოიყენება საჰაერო და მიწისზედა მაგნიტური აგეგმვები.

I. საჰაერო მაგნიტური აგეგმვები

ამოსახსნელი გეოლოგიური ამოცანების შესაბამისად საჰაერო მაგნიტური აგეგმვებია საშარშრუტო — რეკოგნოსირებითი 1:1 000 000 და 1:500 000 მასშტაბში; აგეგმვები გეოლოგიური კარტირებისათვის 1:200 000 და დეტალური აგეგმვები 1:100 000 — 1:25 000 მასშტაბებში.

გეოლოგიური სამუშაოების გამოსავალ მონაცემებს იღებენ სათანადო ინსტრუქციებიდან. მარშრუტების სასიმალო მიბმების შეცდომები არ უნდა განსხვავდებოდეს აგეგმვის მოცემული სიმაღლეებიდან $\pm 10\%$.

(7) ცხრილში მოცემულია აეროაგეგმვების მარშრუტების მიბმების ძირითადი მოთხოვნები. სხვა სახის აეროგეოფიზიკური აგეგმვების (აერორადიომეტრიული, აეროელექტროდაზვერვითი და სხვა) გეგმური მიბმები ანალოგიურად სრულდება.

ცხრილი 10.1.5.7

საფრინო რუკის ან ფოტოსტეჰის მასშტაბი	თვითმფრინავის ნიშნელის განსაზღვრის სიხშირის შესაბამისი მანძილი (კმ)	თვითმფრინავით განვლილი მანძილის განსაზღვრაში შეცდომა (კმ)	ფრენის ფაქტობრივი მანძილის გადახრა მოთხოვნილისაგან (კმ)
1 : 1 000 000	40	1—2	2—4
1 : 500 000	30	0,5—1	1—2
1 : 200 000	25	0,2—0,4	0,4—0,8
1 : 100 000	20	0,1—0,2	0,2—0,4
1 : 50 000	15	0,08—0,1	0,1—0,2
1 : 25 000	10	0,025—0,	0,05—0,1

აერომაგნიტური აგეგმვის რიგითი მარშრუტების დროს ორიენტირებს აგეგმვენ ამორჩევითი მეთოდით.

სხვადასხვა მარშრუტებისათვის აღგენენ ზღვრულ მანძილებს ამორჩევითი მეთოდით ფოტოგრაფირებისათვის, რაც მოცემულია (8) ცხრილში.

აგეგმვის მასშტაბი	დასაშვები მანძილი (კმ)	აგეგმვის მასშტაბი	დასაშვები მანძილი (კმ)
1 : 2500 000	30	1 : 50 000	10
1 : 1 000 000	20	1 : 25 000	7
1 : 200 000	1,5	1 : 10 000	უწყებრღვ
1 : 100 000	12		

იმ რაიონებში, სადაც ცოტაა ორიენტირები, აწარმოებენ მარშრუტებში მდებარე ორიენტირების ფოტოგრაფირებას.

II. მიწისზედა (მიწისპირული) მაგნიტური აგეგმვები

მიწისპირული მაგნიტომეტრიული აგეგმვების დროს გეოტომოგრაფიული სამუშაოები სრულდება ასაგეგმი უბნების კონტურების გამოტანის დაკვირვების წერტილების დაკვალვის მიზმებისა, და დამაგრებისა და აღმოჩენილი პერსპექტული ანომალიური ზონების დაკვალვა - დამაგრებისათვის.

დაკვირვების პუნქტების შერჩევის მეთოდების შესაბამისად მიწისზედა მაგნიტური აგეგმვები სრულდება სამი ხერხით: 1. დაკვირვებებისათვის წინასწარ დაკვალული ქსელის პროფილების; 2. პროფილების, თანადროულად ნახევრადინსტრუმენტული დაკვალული ქსელებიდან დაკვირვებებისათვის; 3. მარშრუტული დაკვირვებების თანადროულად ტომოგრაფიულ რუკებზე და აეროფოტომასალებზე დაკვირვებების პუნქტების გამოცნობით (9) ცხრილში მოცემულია მითითებები, რომლებიც საჭიროა შესრულდეს პროფილური მაგნიტური აგეგმვების დროს წინასწარ ინსტრუმენტებით შედგენილ სააგეგმვო ქსელზე დაყრდნობით.

ინსტრუმენტებით დაკვალული პროფილებიდან მაგნიტური აგეგმვის მასშტაბები	საყრდენი პუნქტებისა-დმი პროფილის ან მიგისტრალის საწყისი (გამოსასვლელი) პუნქტის მიზმის საშუალო კვადრატული შეცდომა (მ)	პროფილის წერტილებს შორის მანძილების ფარდობითი შეცდომა	დაპროექტებულ სელიდან ერთ კომეტრ სვლაზე პროფილის განივი გადაადგილება
1 : 50 000	15	პროფილზე წერტილებს შორის ინტერვალების	0,5
1 : 25 000	15		0,5
1 : 10 000	8		0,2
1 : 5 000	8	1 : 100	0,2
1 : 2 000	8	0,8033	4'
1 : 1 000	8		4'

ზემოხსენებულ მასშტაბებში გეოდეზიური აგეგმვები წინასწარ უნდა იყოს დაპროექტებული და შესრულებული. აღვილზე იკვალება მაგისტრალები პროფილებით და მათი საშუალებით იგება თეოდოლიტური სვლები.

ტიპის რაიონებში 1:50 000, 1:25 000 1:10 000 მასშტაბიანი ძიებით

მაგნიტური აგეგმვების დროს სააგეგმვო პროფილების დასარვა ორიენტირების წერტილების მიმართ დასაშვებია მაგნიტური აზიმუტებით. პროფილის წერტილებს შორის მანძილების გაზომვები სრულდება ზონრით ან ბიჭებით.

გზების მარშრუტული მაგნიტური აგეგმვები სრულდება გაჯაფული ადგილებიდან, ბილიკებიდან, მდინარეების ნაპირებიდან და სხვა ანალოგიური ადგილებიდან რუკაზე და ადგილზე არსებული ორიენტირებისაღმი თვალით მიბმების საშუალებით. მარშრუტული მაგნიტური აგეგმვების დროს წერტილთა გეგმური მდებარეობა უნდა შესრულდეს წერტილებს შორის მანძილების 1:4 შეცდომამდე დაშვების ფარგლებში, მაგრამ არა უმეტეს 250 მეტრისა.

ა. ტოპოგრაფიული რუკების გაზომვების შენახვა

გეოფიზიკური დაზვერვების დროს ტოპოგრაფიულ რუკებს იყენებენ პროექტის ადგილზე დაკვალვისა და გეოფიზიკური დაკვირვებებისათვის პუნქტების მიბმების მიზნით.

ამ რუკების მასშტაბები უნდა იყოს გეოფიზიკური აგეგმვების მასშტაბების ტოლი ან უფრო მსხვილი, მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისად. როგორც წესი, ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გეოფიზიკური წერტილების დაკვალვისა და მიბმებს აწარმოებენ გეოფიზიკური აგეგმვების პროცესში.

რუკით ველზე მუშაობის არსია რუკაზე გამოსახული ცალკეული საგნებისა ან კონტურული წერტილების ამოცნობა და მათი საშუალებით გეოფიზიკური დაკვირვებების წერტილების გეგმური და სასიმალო მდებარეობის განსაზღვრა შერჩეული კონტურული წერტილები ზუსტად უნდა იქნეს ამოცნობილი როგორც რუკაზე, ისე ადგილზე, ამიტომ არ უნდა შეირჩეს კონტურების (გზები, ბილიკები, განაკაფები) გადაკვეთის ისეთი წერტილები, სადაც გადაკვეთის კუთხეები იქნება 30° ნაკლები ან 150°-ზე მეტი. აგრეთვე არ უნდა იქნეს გეოდეზიური მიბმებისათვის შერჩეული ისეთი ობიექტები, რომლებიც რუკაზე შეიძლება იქნეს გადაადგილებული, მაგალითად, რკინიგზის ან გზატკეცილის ახლო მდებარე ჭიხურები და სხვა.

რუკაზე საგნებისა და მკაფიოდ გამოსახული წერტილების ახლო მდებარე გეგმური სააგეგმვო ქსელის წერტილების მიმართ მდებარეობის დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა ვაკე ადგილებში არ უნდა აღემატებოდეს რუკის მასშტაბში $\pm 0,35$ მმ, ხოლო მთაგორიან სივრცეებზე შეიძლება დაეშვათ $\pm 0,50$ მმ. როდესაც ვიყენებთ არამკაფიოდ კონტურულ წერტილებს, ეს შეცდომა შეიძლება გაიზარდოს $\pm 0,7 - 1,0$ მეტრამდე. 1:100 000 მასშტაბიანი რუკების გამოყენების დროს, როცა საყრდენად ვიყენებთ ასტრონომიულ პუნქტებს, მათ კოორდინატებში შეცდომები აღწევს ± 30 მეტრს და მხედველობაში ვიღებთ იმასაც, რომ შევეულის გადახრის გამო შესწორებები გაზომილ ასტრონომიულ კოორდინატებში არ შეგვიტანია, ე. ი. საყრდენი გეოდეზიური პუნქტების გაზომილი ასტრონომიული კოორდინატები შესწორების გარეშე მივიღეთ გეოდეზიურ კოორდინატებად.

კონტურების ურთიერთმდებარეობის შეცდომები მიღებულაა მათ შორის მანძილების 1:100.

ტოპოგრაფიულ რუკებზე იზოჰიფსების მდებარეობის დასაშვები m საშუალო კვადრატული შეცდომები მოცემულია (10) ცხრილში.

რელიეფი	რუკების მასშტაბები							
	1 : 10 000		1 : 25 000		1 : 50 000		1 : 100 000	
	კუთის სიმაღლე (მ)	საშ. კვად. შეცდომა (მ ²)	კუთის სიმაღლე (მ)	საშ. კვად. შეცდომა (მ ²)	კუთის სიმაღლე (მ)	საშ. კვად. შეცდომა (მ ²)	კუთის სიმაღლე (მ)	საშ. კვად. შეცდომა (მ ²)
ვაკე ადგილები	2,5 1,0	0,7 0,3	2,5	1,0	10,0	3,0	3,0	6,0
ვაკე დასერილი ადგილები, უმე. ვ. ს. დ. და ხარის ბჟონე ადგილები	2,5	1,0	5,0	2,0	10,0	4,0	20,0	9,0

შენიშვნა. ტყთან და დახურულ ადგილებში ნორმები შეიძლება გაორკედეს.

1. ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გეოფიზიკური პუნქტების გეგმური მიზნები

გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ტოპოგრაფიული რუკებით მიზნების განხილვის წინ საჭიროა გაეხსენოთ (2-7-1) პარაგრაფი ადგილზე წვლილადების მდებარეობის დადგენასთან დაკავშირებით.

ტოპოგრაფიული რუკებით გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების გეოდეზიური მიზნების მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია არსებული ტოპოგრაფიული რუკების სიზუსტეზე; რუკებზე გეოფიზიკური დაკვირვებების სიზშირესა და ადგილზე მათი განლაგების ხასიათზე; რუკაზე ცალკეული ობიექტებისა და მკაფიოდ გამოსახული კონტურული წერტილების სიზშირეზე და განხილად რაიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე. ამასთან დაკავშირებით ამჟამად ცნობილია ექვსი შემთხვევა ადგილზე საიმედოდ გამოცნობილი საგნებისა და კონტურული წერტილებისადმი ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების გეოდეზიური მიზნების შესახებ.

პირველი შემთხვევა. გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ადგილზე განლაგებას ახდენენ ამორჩევითი წესით ყოველი პუნქტის მდებარეობას საზღვრავენ ტოპოგრაფიული რუკით ადგილზე ამოცნობილი საგნისადმი ან კონტურული წერტილისადმი მისი შეთავსებით. წერტილების მდებარეობას აუცილებლად აკონტროლებენ ადგილზე გარკვევით ხილულ პუნქტებზე ან საგნებზე დამიზნებით და ახლო მდებარე გარკვევით ამოცნობილ და ხილულ კონტურულ წერტილებამდე მანძილების გაზომვით. ეს მეთოდი შედარებით იაფი და პერსპექტიულია.

მეორე შემთხვევა. გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ადგილზე განლაგებას ახდენენ ადგილზე ამოცნობილი კონტურების გასწვრივ. ყოველი პუნქტის მდებარეობას საზღვრავენ ტოპოგრაფიული რუკით ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილ კონტურულ წერტილსა (გზების გადაკვეთის წერტილი, გზებისა და ნაკადულეების გადაკვეთის წერტილი და სხვა) და დანიშნულ პუნქტს შორის მანძილის გაზომვით. გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების მდებარეობის დანიშნვის სიზუსტისა და გამოყენებული მასშტაბის მხედველობაში მიღებით ხსენებული

მანძილები იზომება ავტომანქანის სპიდომეტრით მანძილზომებით ან საზომი ზონარით. ამ მეთოდს იყენებენ, როცა ადგილზე არსებობს საკმარისი რაოდენობა გზების, ბინულების, განაყოფების, ბილიკების და სხვა ამოცნობილი კონტურები; მხოლოდ საიმედოდ ამოცნობილი კონტურული წერტილები და ადგილის საგნები არ არის საკმარისი, რომ მათ შეეუთავსოთ გეოფიზიკური დაკვირვებებისათვის საჭირო პუნქტები.

მეექვსე შემთხვევა გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ადგილზე განლაგებას ახდენენ წინასწარ ადგილზე შედგენილ წირულ პროფილზე. ყოველი პროფილის ბოლო წერტილებს აბამენ რუკის საშუალებით ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილ კონტურულ წერტილზე. პროფილზე დანიშნული პუნქტების მდებარეობას არკვევენ მათ შორის მანძილების გაზომვებით. ამ მეთოდს იყენებენ მაშინ, როცა რუკით საიმედოდ ამოცნობილი ადგილის საგნები ან კონტურული წერტილები არ არის საკმარისი.

მეოთხე შემთხვევა გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ადგილზე განლაგებას ახდენენ წინასწარ ადგილზე შედგენილ დიდ მანძილებზე ურთიერთდაშორებულ წირულ პროფილებზე. ამ პროფილების ბოლო წერტილებს აბამენ რუკების საშუალებით ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილ ცალკეულ საგნებს ან კონტურულ წერტილებს. პუნქტის მდებარეობის კონტროლისათვის განხილადი პუნქტებიდან უძიხებენ ხილულ ტრიანგულაციისა და ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილ კონტურულ წერტილზე. მიზმის ეს მეთოდი გამოიყენება, როცა რაიონში ბევრია გეოდეზიური პუნქტები, რუკიდან ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილი საგნები და კონტურული წერტილები.

მეხუთე შემთხვევა გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტებს ადგილზე განლაგებებს ტრიანგულაციის ან ასტროპუნქტებს შორის, ან რუკებით ადგილზე საიმედოდ გამოცნობილ საგნებს და კონტურულ წერტილებს შორის აგებენ მაგისტრალებს. ღია ადგილებში აგებენ წრფივ მაგისტრალებს, ხოლო დასერიულში—წრფივ ან ტეხილ მაგისტრალებს. მაგისტრალების სწორხაზოვნებას აღწევენ თეოდოლიტით, ბინოკლით და ხაზებს ზომავენ მანძილზომებით ან ზონარით. ტეხილ მაგისტრალებს აგებენ თეოდოლიტით ან მენზულით და ხაზებს ზომავენ მანძილზომით ან საზომი ზონარით. აგებულ მაგისტრალს კონტროლისათვის აბამენ ადგილზე რუკიდან საიმედოდ ამოცნობილ კონტურულ წერტილებს. მაგისტრალებს შორის აგებენ ადგილზე სწორხაზოვან ან ტეხილ პროფილებს. ამ პროფილებზე ვადაკვთ გეოფიზიკური დაკვირვებებისათვის საჭირო პუნქტები ავტომანქანის სპიდომეტრის მანძილზომის ან ფოლადის ბაგირის გამოყენებით. ტეხილი პროფილების შემთხვევაში მაგისტრალებს შორის აგებენ ბუსოლურ, მენზულურ ან ტაქიომეტრიულ სელებს. ამ დროს გარკვეულ ინტერვალებზე ნიშნავენ გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტებს. ყოველი პროფილის მიზმას ასრულებენ მაგისტრალის მაგნიტური აზიმუტისა და პროფილიდან მაგისტრალის ახლო წერტილებამდე მანძილების გაზომვის შედეგად. კონტროლისათვის პროფილის შუა წერტილს აბამენ რუკით ადგილზე საიმედოდ ამოცნობილ კონტურულ წერტილს.

მეექვსე შემთხვევა გეოფიზიკური დაკვირვებების

პუნქტებს ადგილზე განალაგებენ განხილად უბანზე არსებული გეოდეზიური ქსელის გახშირებით, რისთვისაც რუკით ადგილზე საიმედოდ გამოცნობილ კონტურულ წერტილებზე ასობენ გეოდეზიურ სარკეებს. გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების ადგილები ისე უნდა შეირჩეს, რომ შესაძლებელი იყოს ყოველ პუიქტზე შებრუნებული კუთხური გადაკვეთა. მაშასადამე, გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტების გეგმური მდებარეობა, როსლეიც გასლაგეილნი არიხ ადგილის მაასიათეიელი წერტილების გარეთ, ისახლერება ადგილზე გამოცნობილი წერტილების, მაგისტრალეისა და პროფილების წერტილების შედეგელობაში ძილებით.

როგორც თეყახილი შეთხევეებიდან ჩანს, პირველ რიგში ტოპოგრაფიული რუკების საშეალებით ხდეია ადგილზე საიმედოდ ამოცნობა საყრდენი წერტილებისა (ტრაიაგულაიის, ასტროპუნქტების, ცალკე საგნების, კონტურული წერტილების და სხვა), შემდეგ ამ სივოცეზე ხდეია გეოფიზიკური პუნქტების განლაგება და გეოდეზიური ძიბმები ზეოფხსეიებული საყრდენი პუნქტებისაღძი.

როგორც წესი, ღია ადგილებში სრულდება გაზომვები გასწერივობის, პერპენდიკულარების, პოლარული, ხაზოვანი, პირდაპირი და შებრუნებული კუთხური გადაკვეთის მეთოდებით. დახურულ ადგილებში კი სრულდება ბუსოლური, ფარგის სიგრძივ სვლის და სხვა მეთოდებით. ამ მეთოდების შესახებ დაწერილებითი ცნობები მოყვანილია „საინჟინრო გეოდეზიის“ IX ტომში. მაგალითად, გასწვრივობის მეთოდი გამოიყენება, როცა გეოფიზიკური დაკვირვების პუნქტი მოქცევა ტოპოგრაფიული რუკით საიმედოდ გამოცნობილ ორ წერტილს შორის ახ მის გაგრძელებაზე. რუკაზე პუნქტის მდებარეობა გაისახლერება ორივე წერტილიდან პუნქტამდე მახილეის რამდენიმეჯერ განაზომის საშეალებით; ხაზოვანი გადაკვეთების დროს მინიმუმ გამოცნობილი სამი წერტილიდან პუნქტამდე განაზომებით ისახლერება ადგილზე პუნქტის მდებარეობა, ხოლო თვით რუკაზე პუნქტის მდებარეობა წარმოადგენს რამდენიმე გადაკვეთის საშეალოს; ფარგის სიგრძივ (სარიდან სარამდე) სვლის მეთოდი გამოიყენება, როცა გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტები განლაგდება ამოცნობილ კონტურზე, ამ შემთხვევაში იზომეია კონტურის ამოცნობილ წერტილებსა და გეოფიზიკურ პუნქტებს შორის მანძილები, იგივე იზომება რუკაზე. შედეგთა განსხვავება ნაწილდება ყოველ მანძილზე თანაბრად; პერპენდიკულარების მეთოდის გამოყენების დროს გეოფიზიკური პუნქტები ისახლერება ამოცნობილი სწორხაზოვანი კონტურებიდან (გზები, მდინარეები და სხვა) როგორც ადგილზე, ისე რუკაზე; პოლარული მეთოდის გამოყენების დროს ადგილზე და რუკაზე ორ-ორჯერ იზომება ამოცნობილ წერტილებსა და პუნქტებს შორის მიმართულებები და მანძილები. წერტილის მდებარეობა საშეალოთი განისახლერება; პირდაპირი გადაკვეთის დროსაც სამ-სამი გამოცნობილი წერტილიდან ხდება პუნქტის მდებარეობის განსახლერა. პუნქტის მდებარეობა რუკაზე იქნება შეცდომის სამკუთხედის შუაწერტილი; შებრუნებული გადაკვეთა სრულდება მენზულით—ბოლოტოვის ხერხის გამოყენებით (იხ. IX ტომი).

1:100 000 რუკების გამოყენების დროს, რომელთა საყრდენ წერტილებს წარმოადგენს ასტრონომიული პუნქტები, გეოფიზიკური პუნქტის მდებარეობის

შეცდომა აღწევს გაზომილი მანძილების 1:100. ამ წერტილების ძვრის ოდენობა ტრიანგულაციის პუნქტებიდან, რუკის გამოცემის შემდეგ შეიძლება აღწევდეს 4 მმ.

II. ტოპოგრაფიულ რუკაზე პუნქტების ნიშნულებს განსაზღვრა

ტოპოგრაფიული რუკების საშუალებით გეოფიზიკური დაკვირვებების პუნქტის ნიშნულის განსაზღვრის სიზუსტე დამოკიდებულია რუკის ხარისხზე, მის მასშტაბზე. ადგილის რელიეფის ხასიათსა და საიმედო ორიენტირების (ობიექტების) სიხშირეზე.

არადეფორმირებული ტოპოგრაფიული რუკების საშუალებით გეოფიზიკური პუნქტების ნიშნულების განსაზღვრის, ანუ m_H საშუალო კვადრატული შეცდომის, ოდენობა დამოკიდებულია იზოპიფსების საშუალებით რუკაზე რელიეფის გამოხაზვის m_h საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობაზე და ტოპოგრაფის მიერ რუკაზე გეოფიზიკური პუნქტის მდებარეობის დანიშვნის m_i საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე. მაშასადამე, შეცდომის ურთიერთდამოუკიდებელი წყაროების შესაბამისად, თანახმად (3.4.1-6) ფორმულაა დაეწეროს.

$$m_H^2 = m_h^2 + m_i^2 \quad (10.1.5.7)$$

რუკაზე რელიეფის გამოხაზვის m_h საშუალო კვადრატული შეცდომის ურთიერთდამოუკიდებელი წყაროებია რუკაზე იზოპიფსების მდებარეობის m_1 საშუალო კვადრატული შეცდომა სასიმალო საყრდენი პუნქტის მიმართ სიმაღლეებში და იზოპიფსებს შორის ინტერპოლირების m_2 საშუალო კვადრატული შეცდომა რუკაზე პუნქტის ნიშნულის განსაზღვრის დროს სიმაღლეებში. მაშასადამე, დაეწეროს

$$m_h^2 = m_1^2 + m_2^2 \quad (10.1.5.8)$$

მოქმედი ინსტრუქციის თანახმად, იზოპიფსების მდებარეობის შესაბამისი m_1 საშუალო კვადრატული შეცდომების დასაშვები ოდენობები სიმაღლეებში სასიმალო საყრდენების ნიშნულების მიმართ მოყვანილია (11) ცხრილში.

ცხრილი 10.1.5.11

დახრის კუთხე	იზოპიფსების მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა
2°-მდე	$\frac{1}{4} h$ (h არის ძირითადი კვეთის სიმაღლე)
5	$\frac{1}{2} h$
7	$\frac{3}{4} h$

1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 მასშტაბიანი რუკებისათვის ზემოხსენებული შეცდომების დასაშვები ოდენობები მოყვანილია (12) ცხრილში.

რუკის მასშტაბი	ძირითადი კვეთის სიმაღლე	იზოპიესების მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომები (მ)			
		2°-მდე	5°-მდე	7°-მდე	7°-ზე მეტი
1 : 100 000	20	5,0	10	15	20
1 : 50 000	10	2,5	5	7,5	10
1 : 25 000	5	1,3	2,5	3,6	5

იზოპიესებს შორის წერტილების ნიშნულების ინტერპოლაციით განსაზღვრის m_2 საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$m_2 = 0,12 M \cdot \text{tg } \nu^\circ + 0,035h, \quad (10.1.5.9)$$

სადაც M არის რუკის მასშტაბის მნიშვნელის ათასების რაოდენობა;

ν° — ადგილის დახრის კუთხე გრადუსებში;

h — ძირითადი კვეთის სიმაღლე მეტრებში.

მაგალითად, 1:100 000 მასშტაბიანი რუკის $h = 20$ მ და დახრის კუთხე $\nu = 2^\circ$ და 5° შესაბამისად, (9) ფორმულით $m_2 \approx 1,1$ და $1,8$ მეტრს. მაშასადამე, თუ მიღებულ ოდენობებს შევადარებთ (11) და (12) ცხრილების მონაცემებს, თანაბარ პირობებში $m_1 = 5m_2$, ე. ი. შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ $m_4 = m_1$. მართლაც, $\nu = 2^\circ$, $h = 20$ მ; 1 : 100 000 მასშტაბისათვის (8) ფორმულით

$$m_4 = \sqrt{5^2 + 1^2} = 5,099 \approx 5,$$

ე. ი. m_2 შეცდომის უგულებელყოფით დაშვებული შეცდომა აღწევს 2%.

ახლა დავადგინოთ გეოფიზიკური პუნქტის მდებარეობის დანიშვნის m_4 საშუალო კვადრატული შეცდომის გავლენა ნიშნულის განსაზღვრაზე. მისი ოდენობის დამოუკიდებელი წყაროებია რუკაზე კონტურული წერტილების მიმართ პუნქტის ამოცნობის m_3 საშუალო კვადრატული შეცდომა და თვით კონტურული წერტილის რუკაზე მდებარეობის m_4 საშუალო კვადრატული შეცდომა. მაშასადამე, დავწერთ

$$m_4^2 = m_3^2 + m_4^2. \quad (10.1.5.10)$$

რუკაზე კონტურული წერტილის მიმართ პუნქტის ამოცნობის m_3 საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა დამოკიდებულია ადგილის კონტურების მიმართ გეოფიზიკური პუნქტის რუკაზე მდებარეობის დადგენის მეთოდიკაზე. გეოფიზიკური ავეგმების დროს რუკის კონტურებისადმი გეოფიზიკური პუნქტების გეგმურ მიზმას აწარმოებენ ინსტრუმენტი ხერხით; მსხვილ-მასშტაბიან აეროსურათებზე თვალზომით ამოცნობისა და შემდეგ ამოცნობილი პუნქტის რუკაზე გადატანით და რუკაზე თვალზომით პუნქტის ამოცნობის ხერხით. ეს მეთოდები იძლევა პუნქტის ამოცნობის სხვადასხვა ოდენობის შეცდომებს, მაგალითად, ინსტრუმენტული ხერხი იძლევა $\pm 0,2$ მმ საშუალო კვადრატულ შეცდომას; აეროსურათებით ამოცნობის ხერხი 1:25 000 მასშტაბის აეროსურათისათვის იძლევა $\pm 0,5$ მმ შეცდომას, ხოლო 1:100 000 რუკაზე კი იგი $\pm 0,22$ მმ ტოლია. უფრო მეტი ოდენობისაა შეცდომა უშუალო რუკაზე, როცა თვალზომით ხდება გეოფიზიკური პუნქტის ამოცნობა. გაშლილ ადგილებში $m_3 = \pm 0,5$ მმ, დახურულში $m_3 = \pm 0,8$ მმ. რუკაზე თვით კონტურის მდე-

ბარეობის m_4 საშუალო კვადრატული შეცდომის წყაროებია საყრდენი პუნქტების მდებარეობის m_5 საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობა მკაფიოდ გამოსახული კონტურებისათვის არის $\pm 0,1$ მმ, ხოლო დახურული ადგილებისათვის აღწევს $\pm 0,2$ მმ, გეოდეზიური პუნქტების მიმართ კონტურული წერტილების მდებარეობის m_6 საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელიც გაშლილი ადგილებისათვის არის $\pm 0,5$ მმ, ხოლო დახურულ ადგილებში აღწევს $\pm 0,8$ მმ; რუკის შედგენის გრაფიკული პროცესების m_7 საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს $\pm 0,2$ მმ. ეს შეცდომები ურთიერთდამოუკიდებელია, ე. ი. დავწერთ

$$m_4^2 = m_5^2 + m_6^2 + m_7^2. \quad (10.1.5.11)$$

(11) ფორმულით გაშლილი ადგილებისა და მკაფიოდ ხილული კონტურებისათვის

$$\pm m_4 = \sqrt{0,1^2 + 0,5^2 + 0,2^2} \approx \pm 0,5 \text{ მ.}$$

დახურული ადგილებისათვის კი

$$m_4 = \pm \sqrt{0,2^2 + 0,8^2 + 0,2^2} \approx \pm 0,8 \text{ მ.}$$

(10) ფორმულით გაშლილი ადგილებისათვის

$$m_6 = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \approx \pm 0,7 \text{ მმ,}$$

მთავორიან და დახურულ ადგილებში კი

$$m_6 = \sqrt{0,8^2 + 0,8^2} = 1,1 \text{ მმ.}$$

რუკაზე წერტილის მდებარეობის დანიშვნის m_8 საშუალო კვადრატული შეცდომა პირდაპირდამოკიდებულებაშია რელიეფის დახრის კუთხესა და რუკის მასშტაბთან, ე. ი. დავწერთ

$$m_8 = \sqrt{m_3^2 + m_4^2} \cdot \operatorname{tg} \nu \cdot M. \quad (10.1.5.12)$$

სხვადასხვამასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკების საშუალებით ნიშნულების განსაზღვრის ზემოთ მოყვანილი ფორმულებით განსაზღვრული საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები მოცემულია (13) ცხრილში ღია და კარგად გამოსახული კონტურებისათვის, (14) ცხრილში—მთავორიანი და დახურული ადგილებისათვის.

ც ხ რ ი ლ 10.1.5.13

რუკის მასშტაბი	ძირითადი კვეთის სიმაღლე h (მ)	ადგილის დახრა					
		2°			6°		
		m_4	m_6	m_H	m_4	m_6	m_H
1 : 100 000	20	6,0	2,4	6,4	9,0	7,6	11,7
1 : 50 000	10	3,0	1,2	3,2	4,0	3,8	5,5
1 : 25 000	5	1,0	0,6	1,4	2,0	1,9	2,8

რუკის მასშტაბი	ძირითადი კუთხის სიმაღლე h (მ)	ადგილის დახრა					
		2°			6°		
		m_k	m_e	m_H	m_k	m_e	m_H
1 : 100 000	20	12,0	6,3	13,1	18,0	16,4	28,3
1 : 50 000	10	6,0	2,6	6,5	8,0	8,2	11,4
1 : 25 000	5	2,0	1,3	2,3	4,0	4,1	5,7

(13) და (14) ცხრილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რუკაზე პუნქტების ნიშნულების განსაზღვრის დროს უნდა მივიღოთ შემდეგი შეზღუდვები:

1) 1:1 000 000 და უფრო მსხვილ მასშტაბებში გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს პუნქტების ნიშნულების განსაზღვრისათვის არ შეიძლება ვისარგებლოთ 1:100 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკით;

2) 1:1000 000, 1:500 000, 1:200 000 მასშტაბიანი რეგიონალური გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს ღია ვაშლილ 2°-მდე დაქანების ადგილებში და როცა კონტურები მკაფიოდ არის გამოსახული, პუნქტების ნიშნულების განსაზღვრები შეიძლება 1:50 000 ტოპოგრაფიულ რუკებზე.

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილის კონტურები მკაფიოდ არ არის გამოსახული და ადგილის დახრა არ აღემატება 3—4°, 1:50 000 ტოპოგრაფიული რუკა შეიძლება გამოვიყენოთ იმ პირობით, რომ ამოცნობილი წერტილების მიხედვით გეოდეზიური საფუძვლის, მკაფიოდ გამოსახული კონტურების ან უფრო მსხვილმასშტაბიანი ფოტოგეგმის მიმართ ვაწარმოებთ ინსტრუმენტული მეთოდით;

3) 1:1 000 000 და 1:200 000 მასშტაბში გრავიმეტრიული აგეგმვების დროს შეიძლება ვისარგებლოთ 1:25 000 მასშტაბიანი რუკით.

გეოფიზიკური დაკვირვებების წერტილები არ უნდა შეირჩეს ბორცვების მწვერვალებზე, ინვარიანტულ ხაზებზე, ქვაბურებში, უნაგირზე, ყრილებსა და საერთოდ იმ წერტილებზე, რომელთა ნიშნულების განსაზღვრა ძნელია ტოპოგრაფიულ რუკაზე.

როდესაც ვიყენებთ მდინარეების კილის ნიშნულებს, საჭირო მონაცემები უნდა მივიღოთ პიდროლოგიური დაწესებულებიდან. თუ ადგილზე არ არსებობს დონის საზომი საგუშაგოები, მაშინ უნდა განვსაზღვროთ რუკაზე წარწერილი მდინარის კილის ნიშნული და შევადაროთ ფაქტობრივად უშუალოდ გაზომილ დონეებს, რაც უნდა შესრულდეს გეოფიზიკური აგეგმვების მიმდინარეობის დროს.

1. გეოდეზიური საფუძვლის შემქმნა

გეოფიზიკური დაზვერვების დროს გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის არის ის არის, რომ მან უნდა შექმნას საყრდენი აეროფოტოაგეგმვებისათვის, რადიოგეოდეზიური გაზომვების და ბარომეტრიული ნიველობისათვის. ამ მიზნით გეოდეზიური საფუძვლის გახშირებისათვის ყოველ 10—15 კილომეტრით ურთიერთდამორაბიბით ატარებენ მაგისტრალებს, რომელთა შორის გარკვეული ინტერვალებით კვალავენ პროფილების ქსელს. მაგისტრალებსა და აგრეთვე პროფილებზეც აგებენ თეოდოლიტურ და სანიველო სვლებს. მაგისტრალების

საფუძველს წარმოადგენს სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის ანალიზური ქსელის პუნქტები ან თეოდოლიტური სანიველო სვლების წერტილები.

ხშირად მაგისტრალებისა და პროფილების ბოლოებს აბამენ ადრე შექმნილ გეოფიზიკურ პუნქტებს, რომელთა კოორდინატები და ნიშნულები განსაზღვრულია სხვადასხვა მეთოდებით. ამ შემთხვევაში საჭირო იქნება დადგინდეს დასაშვები შეუკვრელობების ოდენობები სააგეგმვო სვლებში (თეოდოლიტური, თეოდოლიტ-ტაქომეტრული, ტაქომეტრული, ბუსოლური და სხვა) გამოსავალი მონაცემების შეცდომების მხედველობაში მიღებით.

მაგისტრალებისა და პროფილების აგება სააგეგმვო ქსელებითურთ მოითხოვს სვლების საჭირო სიგანის ტყეების გაჩეხვას, რაც აბრკოლებს და აძვირებს სამუშაოებს, ამიტომ, თუ არ მოითხოვება დიდი სიზუსტე, როგორმე უნდა ვერიდოთ ტყეების გაჩეხვას.

მაგისტრალების გატარება ხდება გეოფიზიკური სამუშაოებისათვის გამიზნული სივრცეების შესაბამისად, რათა განსაზღვრულ იქნეს გეოფიზიკური პუნქტების კოორდინატები და ნიშნულები. მაგისტრალების აგებისა და მიბმების დროს კუთხეები უნდა გაიზომოს ორი ილეთით. კუთხური $\angle W_{\beta}$ შეუკვრელობები არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგი ფორმული განსაზღვრულ ოდენობას:

$$W_{\beta} = 2l\sqrt{n}, \quad (10 \cdot 1 \cdot 5.13)$$

სადაც l არის ვერნიერის სიზუსტე;

n — კუთხეების რაოდენობა.

მისაბმელი სვლის გვერდების სიგრძე უნდა იყოს 100—1000 მეტრამდე; როცა გვერდის სიგრძე მეტია 1 000 მეტრზე, საჭიროა იგი თეოდოლიტით ან ბინოკლით წინასწარ დაისაროს. გვერდების სიგრძეები იზომება ორმაგვაოსანხულებიანი ოპტიკური მანძილზომებით წინ და უკან. მაგისტრალებზე ინიშნება პროფილების საწყისი და გადაკვეთის წერტილები ყოველი ინტერვალის ფარგლებში, რომლის ოდენობა უნდა მივიღოთ 500 მეტრამდე. ამ შემთხვევაში თუ ეს ინტერვალი გამოვიდა 500 მეტრზე მეტი, მაგისტრალზე აღინიშნება პიკეტაჟი ყოველ 100 მეტრზე.

მაგისტრალისა და პროფილის საწყის ან გადაკვეთის წერტილებში იძლევიან მაგისტრალიდან ერთ ან ორივე მხარეზე ტექნიკური პროექტით ნაჩვენები დირექციული კუთხის შესაბამის მიმართულებებს.

მაგისტრალიდან პროფილის ერთ ან ორივე მხარეზე მის გასწვრივობაში ას-ას მეტრზე ასობენ სარებს ან რაიმე გარკვევით ხილულ საგანს.

ორ საყრდენ წერტილს შორის მაგისტრალის სიგრძე (მისაბმელი სვლის ჩართვით), რომელიც უნდა იზომებოდეს 1:700—1:500 სიზუსტით, არ უნდა აღემატებოდეს 80 კმ.

1:5 000 და 1:2 000 მასშტაბში გეოფიზიკური აგეგმვებისათვის საჭირო თეოდოლიტური და სანიველო სვლები უნდა აიგოს 1:10 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული ასათვლელი გეგმის შედგენის მოთხოვნათა შესაბამისად.

მსხვილმასშტაბიანი გეოფიზიკური აგეგმვის დროს იყენებენ კიპრეგელიან მენზულას, რისთვისაც აგებენ გეომეტრიულ ქსელს.

ღია ადგილებში მოცემული მიმართულებით პროფილს დაკვალავენ თვალზომით ბუსოლის ან ბინოკლის დახმარებით. დახურულ, ტყიან ადგილებში, სადაც დასარეები უხერხულია, პროფილს აგებენ გაკიშული გვეგური თეოდოლიტურ-ტაქომეტრიული ან ბუსოლური სვლებით ისე, რომ საწყისი მაგ-

ნიტური აზიმუტი იქნეს დატული, ხოლო იმ ადგილებში, სადაც სელას შეხედება დაბრკოლება, ხე ან სხვა რაიმე, შეიძლება მას განზე გაუუაროთ მარჯვნივ ან მარცხნივ. პროფილზე განლაგებული გეოფიზიკური პუნქტების დაკვალვა და მიბმა უნდა შესრულდეს ხაზების დასარვასთან თანადროულად. პროფილის გადატანა ადგილზე უნდა შესრულდეს თეოდოლიტით, ბინოკლით ან ბუსოლით, სადაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მისი შესწორება. დაკვალვების დროს ხაზების ადგილზე გადასაზომად იყენებენ ფოლადის ბაგირს, რომელთა სიგრძეს იღებენ გამოყენებული გეოფიზიკური მეთოდის მიხედვით; მაგალითად, სეისმოლაზვერების დროს მისი სიგრძეა 25—30 მეტრი, რაც ტოლია სეისმომიტრების შორის მანძილისა. საერთოდ, 100 მეტრზე უგრძესი ბაგირის გამოყენება არ არის რეკომენდებული. პროფილის ბოლოს მიბმისათვის მას სარავენ და ზომავენ მაგისტრალის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილიდან ინსტრუმენტით ზომავენ პროფილისა და მაგისტრალის უახლოეს წერტილზე აზიმუტებს და მანძილებს. ეურნალში შეაქვთ პროფილის ბოლოების მიბმის ნახაზი სათანადო განაზომებით. საველე განაზომების მიხედვით რუკაზე გადააქვთ წერტილების მდებარეობები გრაფიკულად.

პროფილების გატარებისათვის გაჩეხვის სამუშაოებს აწარმოებენ თვალზომით, ხოლო დაბრკოლებების (ბორცვი, ღელე, ქედი და სხვა) დროს იყენებენ თეოდოლიტს. რკინიგზების რაიონებში ბუსოლს არ იყენებენ, დაკვალვები ხდება თეოდოლიტით. გამიზნული მიმართულებიდან პროფილის განივი გადაადგილება არ უნდა აღემატებოდეს პროფილებს შორის მანძილების 10—20% ფარდობითი აგეგმვებისათვის, ხოლო ცალკეული პროფილებისათვის 20 მ \sqrt{L} კმ, სადაც L არის პროფილის სიგრძე კილომეტრებში. პროფილის გარდატეხები დასაშვებია 15°-მდე გამოყენებული გეოფიზიკური მეთოდების მიხედვით, რომლის ოდენობა ისაზღვრება პროექტით. პროფილის დაკვალვის დროს ადგენენ საპიკეტაჟო ეურნალს, რომელშიც იწერება ყველა ზემოხსენებული განაზომები. სწორხაზოვანი პროფილები და ბუსოლური სელები რუკაზე გადააქვთ თვალზომით. პროფილის მიმართულებას ადგილზე ნიშნავენ სარებით, ქვებით, ყორღანებით, ტყიან ადგილებში ხეებზე ჩამოჭრებით და სხვა. სახნავ ადგილებში იღებენ ორმოებს, ასობენ პალოებს პროფილისა და პიკეტის ნომრების წარწერებით და სხვა.

საერთოდ, სათანადო ინსტრუქციებისა და მითითებების შესაბამისად ხდება გეოფიზიკური აგეგმვებისათვის საჭირო გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა, რომლის დროს მოითხოვება საინჟინრო გეოდეზიის წინა ტომებში განხილული მასალის ნაყოფიერად გამოყენება და სამუშაოს კარგი ორგანიზაცია.

თ ა ვ ი ი

მშენებლობაზე მიწისა და ზოგადად სამონტაჟო სამუშაოების დროს გეოდეზიური მოგსახურება

სახალხო მეურნეობის მართვის საქმეში კაპიტალური მშენებლობისათვის საჭირო მიწის სამუშაოები უაღრესად დიდია, რისთვისაც ტერიტორიების ვერტიკალური დაპროექტების და მომანდაკებისათვის სამშენებლო პარკებიდან გამოიყოფა დაახლოებით 80% სამშენებლო მანქანებისა (ბულდოზერები, სკრე-

პერები, ექსკავატორები და სხვა). როგორც ვხედავთ, ზემოხსენებული დიდი მოცულობების მიწის სამუშაოების, სამშენებლო ტექნოლოგიის შესაბამისად, ეკონომიკურად უშეცდომოდ მართვას სახალხო მეურნეობისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რაც ჭერჭერობით სრულყოფილად მიღწეული არ არის. მაგალითად, ბელარუსისი ქალაქ უოლინოს საავტომობილო ქარხნის ტერიტორიის ვერტიკალური დაპროექტებით დაგეგმილი იყო 1,2 მილიონი მ³ გრუნტის შემოზიდვა გამოირკვა, რომ ფაქტობრივად საჭირო იყო 900 ათასი მ³ გრუნტის შემოზიდვა, რის შედეგად ეკონომია მიიღეს 1,5 მილიონი მანეთი. სამუშაო, ასეთი ფაქტები ჭერჭერობით ცოტა არ არის.

ქვემოთ დავრწმუნდებით, რომ მიწის სამუშაოებთან დაკავშირებული ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების, როგორცაა: მიწაჭრილის კვადრატებიდან მიწაყრილის კვადრატებში გრუნტების გადაადგილება; გრუნტის გაზიდვის წონითი საშუალო მანძილები; მინიმალურ ჯამურ სამუშაოებსა და სხვა ფუნქციებში საერთო არგუმენტს წარმოადგენს მიწის სამუშაოების მოცულობები. რომელთა განსაზღვრას უნდა მიექცეს განსაკუთრებული ყურადღება.

10. 2. 1. გრუნტების სამშენებლო თვისებები

როგორც ცნობილია [23], გრუნტი წარმოადგენს იმ ქანს, რომელსაც იყენებენ სხვადასხვა შენობისა და საინჟინრო ნაგებობის ფუძე-საძირკვლად. ტოპოგრაფიული თვალთახედვით გრუნტების ოთხი სახეობის—კლდოვანი და ქვიანი, ფხვიერი, ჰარბტენიანი (ტორფიანი) და ჰარბმარილიანის შესახებ მოკლე ცნობები მოცემულია „საინჟინრო გეოდეზიის“ I ტომში. აქ შევეხებით გრუნტების სამშენებლო თვისებებს, როგორცაა: მოცულობითი წონა, შეჭიდულობა, ტენტივადობა, წარეცხვადობა, ფერდის დახრილობა და ფხვიერადობა.

გრუნტის მოცულობითი წონას, ანუ მოცულობით მასას, უწოდებენ ბუნებრივ, ანუ მკვრივ, მდგომარეობაში მყოფი მისი სხეულის ერთი კუბური მეტრის წონას (მასას). ფხვიერი გრუნტების მოცულობითი წონა შეადგენს 1,6 — 2,1 ტ/მ³, ხოლო კლდოვანისა 3,3 ტ/მ³.

გრუნტის შეჭიდულობა ხასიათდება მისი ძერისათვის საჭირო საწყისი წინააღობით, მაგალითად, ქვიშიანი გრუნტების შეჭიდულობის ძალა შეადგენს 0,03 — 0,5 კგ/(სმ²), ხოლო თიხიანი და კლდოვანი გრუნტებისა 0,05 — 2 კგ/(სმ²).

გრუნტის ტენტივადობას უწოდებენ მის მიერ წყლის შთანქმის უნარს, გამოსახულს პროცენტებში. მაგალითად, მშრალი გრუნტები შეიცავს არაუმეტეს 5% წყალს, ტენიანი გრუნტები 5 — 30%-მდე, სველი კი 30%-ზე მეტ წყალს.

გრუნტის წარეცხვადობა იქმნება წყლის მიერ მისი ნაწილაკების გატაცებით. მაგალითად, იმისათვის, რომ გრუნტები არ წაირეცხოს, საჭიროა ქვიშნარებიან გრუნტებში წყლის სიჩქარე არ აღემატებოდეს 0,3 მ/სეკ, მყართიხებიან გრუნტებში 0,8 მ/სეკ. მსხვილდორიან გრუნტებში კი არა უმეტეს 1,5 მ/სეკ.

გრუნტის ფხვიერადობა წარმოიქმნება მთხრელი მანქანებით მისი დამუშავების დროს. რადგანაც ბუნებრივი მდგომარეობიდან იგი ფხვიერდება ამ მოვლენის გამო გრუნტის მოცულობა იმატებს, ხოლო მოცულობითი წონა

(მას) იკლებს. გრუნტის მოცულობის გაზრდას ექსკავატორის ჩამჩაში (ან ადგილზე ყრილის სახით) ეწოდება გრუნტის საწყისი ფხვიერადობა და ხასიათდება გრუნტის საწყისი ფხვიერადობის $K_{ს.ფ}$ კოეფიციენტით, რომლის ოდენობა განისაზღვრება გაფხვიერებული და ბუნებრივ მდგომარეობაში მყოფი გრუნტების მოცულობათა ფარდობით. მაგალითად, ქვიშნარი გრუნტებისათვის მისი ოდენობა 1,08—1,17, თიხებიანი გრუნტებისათვის 1,14—1,28 და თიხნარი გრუნტებისათვის კი 1,24—1,30.

ღრთა ვითარებაში გრუნტების გაფხვიერებული ყრილი ზემო შრეების სიმძიმის გამო, ნალექების ზეგავლენით, მანქანებისა და ხალხის მოძრაობის შედეგად იტკეპნება, მაგრამ თავის პირველ (ბუნებრივ) მდგომარეობას მაინც ვერ უბრუნდება გამკვრივებული გრუნტის ფხვიერადობას უწოდებენ გრუნტის ნარჩენ ფხვიერადობას, რომლის ოდენობას გამოსახვენ $K_{ნ.ფ}$ კოეფიციენტით. მისი ოდენობა ქვიშაანი გრუნტებისათვის არის 1,01—1,025, თიხებიანი გრუნტებისათვის 1,015—1,05, თიხნარი გრუნტებისათვის 1,04—1,09.

მიწის სამუშაოების მასივების მოცულობებს, მიწათსათხრელი მანქანების მწარმოებლურობის გამოთვლებს და საერთოდ მიწის შესრულებული სამუშაოების ანგარიშსწორებას აწარმოებენ გრუნტების ბუნებრივი, ანუ დამუშავებული (მკვრივი), მდგომარეობის დროს კუბურ მეტრებში. ზოგიერთი მოსაზრადებელი და დამხმარე პროცესის დროს, როგორც არის მიწის ზედაპირის მოხვნა, ფერდობების მოშანდაცება და სხვა, მიწის სამუშაოების რაოდენობა გამოისახება კვადრატულ მეტრებშიც.

გრუნტის ფერდის (გვერდის), ანუ ტრანშეის ხელოვნური ელემენტის, დახრილობა ხასიათდება გრუნტის ფერდის ბუნებრივი დახრის β კუთხით, რომლის დროს გრუნტი იმყოფება ზღვრულ წონასწორობაში. გრუნტის ფერდის ბუნებრივი დახრის β კუთხის ოდენობა დამოკიდებულია შიგა ხახუნის კუთხეზე, შექილულობის ძალებსა და გრუნტის ზემო ნაწილში მდებარე ფენების წნეებზე. თუ არ არსებობს შექილულობის ძალები, მაშინ ბუნებრივი ფერდის ზღვრული $\beta_{ზღ}$ კუთხის ოდენობა იქნება გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხის ტოლი იმ გრუნტებში, რომლებიც ხასიათდებიან შექილულობის ძალებით, დახრის (დაქანების) კუთხის ოდენობა იცვლება ტრანშეის სიღრმის მიხედვით, მაგალითად, ტრანშეის (მიწაჭრილის ან მიწაყრილის) ზემო ნაწილში მაქსიმუმია, ხოლო ქვემო ნაწილში — მინიმუმი და უახლოვდება შიგა ხახუნის კუთხის ოდენობას. აღნიშნულის გამო ტრანშეის ქვაბულის ან სხვა სახის დიდი სიღრმის (სიმაღლის) მიწის ნაგებობის გვერდებს აგებენ ცვალებადი დაქანების კუთხით, ისე, რომ ქვემოთ რაც შეიძლება ვაკეს უახლოვდებოდეს. ამასთან დაკავშირებით დროებითი და მუდმივი მიწის ნაგებობისათვის სამშენებლო ნორმებით მითითებულია, თუ გარკვეულ საინჟინრო პირობებში მიწაჭრილების ან მიწაყრილების ელემენტებს შორის როგორი უნდა იყოს ურთიერთობა.

ზემოსხენებულის გამო, მიწის ნაგებობის მდებარეობის დაცვის მიზნით, როგორც მიწაჭრილებს, ისე მიწაყრილებს აგებენ დახრილ ფერდობებით

(გვერდებით), რომელთა დაქანების, ანუ ქანობის ოდენობის საჭირო ფორმულებს მოხერხებული გამოსახვის მიზნით ასე წერენ:

$$i_{\alpha} = \frac{h}{c} = \operatorname{tg} \beta = \frac{1}{\frac{c}{h}} = 1 : m, \quad (10.2.1.1)$$

სადაც h არის ტრანშეის ფერდის (გვერდის) სიმაღლე (უმთავრესად სამუშაო ნიშნული, ამოღებული გრძივი პროფილიდან);
 c — ფერდის ქვედებული (ხელოვნური ელემენტი);
 β — ფერდის დახრის კუთხე (ხელოვნური ელემენტი);

m — ფერდის ქანობის კოეფიციენტი, ანუ ფერდის დახრის კუთხის კონტანგენსი, ქანობის შებრუნებული სიდიდე, რომელთა ოდენობები სხვადასხვა გრუნტისათვის დადგენილია ცდებით,

(1) დამოკიდებულებიდან

$$m = \frac{c}{h} = \operatorname{ctg} \beta \quad \text{ანუ} \quad e = hm. \quad (10.2.1.2)$$

სხვადასხვა გრუნტისათვის ცდებით დადგენილია ფერდის ქანობის m კოეფიციენტები:

3 მეტრამდე სიღრმის თიხნარი გრუნტებისათვის	1,25	}	(10.2.1.3)
მუდმივი ყრილებისათვის	1,50		
ქვაბულებში და ტრანშეებშიც	0,75		
ქვიშნარისათვის	1,50—2,00		

მიწის სამუშაოების გამოსათვლელი ფორმულების მოხერხებულად გამოსახვის მიზნით რელიეფის ქანობის (2.7.2.3) ფორმულას აძლევენ ასეთ სახეს:

$$i_{\alpha} = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{L_0} = \frac{1}{\frac{L_0}{h}} = 1 : n, \quad (10.2.1.4)$$

სადაც h არის აღმატება (ბუნებრივი ელემენტები);

$L_0 = hn$ — ქვედებული (ბუნებრივი ელემენტი);

ν — დახრის კუთხე;

$n = \operatorname{ctg} \nu$ — რელიეფის (და არახელოვნური ელემენტის) ქანობის შებრუნებული სიდიდე.

10.2.2. მიწის სამუშაოების მოცულობების გამოთვლა

ნიშანთვისების მიხედვით მიწის ნაგებობებს იხილავენ მათი დანიშნულების მიხედვით, სივრცობრივი განლაგებისა და გამოყენების ხანგრძლივობის მხრივ.

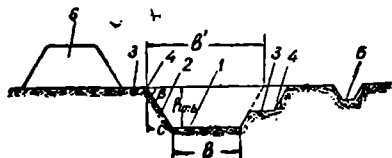
დანიშნულების მიხედვით მიწის ნაგებობები იყოფა: 1) სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობისათვის (ტრანშეები, ქვაბულები, ზედამხრის თხრილები, ვერტიკალური დაგეგმარების შოედნები და სხვა); 2) საგზაო

მშენებლობისათვის, როგორცაა გზის ვაკისები; 3) პილროტექნიკური მშენებლობისათვის (კაშხალები, არხები, ჯებირები და სხვა); 4) საირიგაციო და საძელორაციო მშენებლობისათვის (გუბურები, სარწყავი და დასაშრობი ანუ დამშრობი, არხები).

სივრცობრივი განლაგების მხრივ მიწის ნაგებობებია: მიწისზედა (მიწაყრილები და კრილები), მიწაში (წიაღში), როგორცაა წყლის ზედა და წყლის ქვედა გვირაბები.

გამოყენების ხანგრძლივობის მხრივ მიწის ნაგებობებია მუდმივი, ანუ ნაგებობები, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება დიდი დროის პერიოდში (საგზაო ყრილები და კრილები, არხები, აუზები და სხვა), და დროებითი, რომელთა გამოყენება ხდება მშენებლობის პერიოდში (ფუძე-საძირკველთა ქვაბულები, მილგაყვანილობებისათვის საპირო თხრილები და სხვა).

საერთოდ, მიწის ნაგებობები არსებობს მიწათხრილებისა და მიწაყრილების

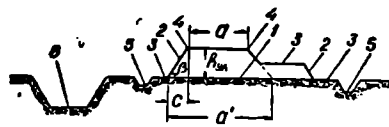


ნახ. 10.2.2.1.

ბის სახით. მიწათხრილებს, რომელთა სიგანე აღემატება 3 მეტრს, უწოდებენ ქვაბულებს. მიწათხრილებს, რომელთა საშუალებით ხდება გრუნტის მოპოვება, უწოდებენ რეზერვებს, ანუ მარაგებს, ხოლო ყრილებს,

რომლებიც იქმნება ზედმეტი გრუნტით, უწოდებენ ნაყარს, ანუ კავალიებს.

(1) და (2) ნახაზები წარმოადგენს საგზაო თხრილისა (კრილის) და ყრილის ტიპურ განივ პროფილებს. (1) ნახაზზე 1 არის ფსკერი (თხრილის ფსკერი); 2 — ფერდი (თხრილის ფერდი, ხელოვნური ელემენტი); 3 — თხრილის ბეგი; 4 — კიდე (თხრილის კიდე); 5 — ზედა მხარის თხრილი; 6 — ნაყარი (კავალიერი); $h_{თა}$ — თხრილის სიღრმე; e — ფერდის ქვედებული; b — თხრილის ფსკერის სიგანე; b' — თხრილის ზედა მხარის სიგანე.



ნახ. 10.2.2.2.

(2) ნახაზზე—1 არის ძირი (ყრილის ძირი); 2—ფერდი (ყრილის ფერდი ხელოვნური ელემენტი); 3 — ყრილის ბეგი; 4 — კიდე (ყრილის კიდე); 5 — კიუვეტი (ყრილის ქვედა მხარის თხრილი); 6 — რეზერვი (მარაგი); $h_{ყ}$ — ყრილის სიმაღლე; e — ფერდის ქვედებული; a — ყრილის ზედა მხარის სიგანე; a' — ყრილის ქვედა მხარის (ძირის) სიგანე.

დამროეჭების დროს მიწის მასების მოცულობებს ანგარიშობენ სამშენებლო ტერიტორიების გეგმებისა და პროფილების საშუალებით, ხოლო მშენებლობის მსვლელობის დროს კი — ნატურაში განაზომების მიხედვით.

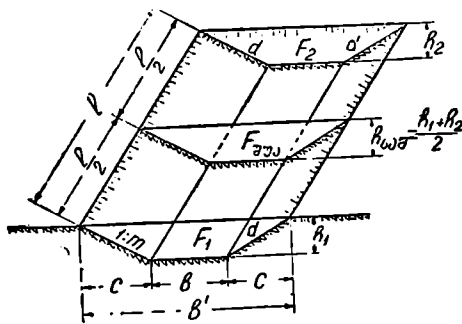
გრუნტების ბუნებრივი, ანუ მკვირივი, მდგომარეობის მოცულობის დასადგენად საპიროა გაფხვიერებული გრუნტების განაზომების გადაანგარიშება. სადაც მხედველობაში უნდა მივიღოთ გაფხვიერების კოეფიციენტი.

მიწის ნაგებობათა მშენებლობის პრაქტიკაში შედარებით ხშირად გვხვდება შემდეგი სახის სამუშაოები: 1. ტრანშეის (თხრილის) გაყვანა მილგაყვანილობისათვის; 2. ღია ქვაბულების დამუშავება და 3 ვერტიკალური გეგმარებითი (მოშანდაკებითი) სამუშაოებისათვის.

პირველ და მეორე შემთხვევაში იყენებენ განივი პროფილებს, ანუ უფრო სწორად ტრაპეციების ხერხს; მესამე შემთხვევაში კი სამკუთხა და ოთხკუთხა პრიზმების ხერხებს ანუ უფრო სწორად სამკუთხედის ან ოთხკუთხედის ხერხს. გამოიყენება აგრეთვე სხვადასხვა სახის ნომოგრამები.

A. ტრანშეის (მიწათხრილის ან მიწაყვანილობის) დაკავშირებული მიწის საფუძვლის ტრაპეციების მეთოდით გამოსათვლელი ფორმულები

ნებისმიერი ზოლური მიწის ნაგებობის პროექტის ერთ-ერთ ძირითად გეომეტრიკულ სავალდებულო დოკუმენტს წარმოადგენს გასწორივი—განივი პროფილი, რაც შესასრულებელი მიწის სამუშაოების მოცულობის დადგენის საშუალებას იძლევა. გრძივი პროფილი დაყოფილი უნდა იყოს უზენადად ადგილის



ნახ. 10.2.2.3.

რელიეფის მახასიათებელ, ანუ გარდატეხის, წერტილებს შორის როგორც მიწაზე, ისე ტრანშეის დსკერზე. თავის მხრივ, უზენადად წარმოადგენს პიკეტების (ასახსი მეტრის) ერთობლიობას. მათი მოცულობების ჯამი კი იქნება მიწის სამუშაოების სრული მოცულობა. ყოველ წყვილ პიკეტს ან უზანს შორის სივრცე წარმოადგენს ტრაპეციულ პრიზმატოიდს¹ (ნახ. 3), რომლის მოცულობა შეიძ-

ლება განსაზღვრულ იქნეს ვინკლერის (1) ან მურზოს (2) მიახლოებითი ფორმულებით

$$v = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l \quad (\text{მეტრებით}), \quad (10.2.2.1)$$

$$v = F_{2av} \cdot l \quad (\text{ნაკლებობით}), \quad (10.2.2.2)$$

სადაც F_1 და F_2 არის გრძივი პროფილის სათანადო პუნქტებზე განივი პროფილის შესაბამისი კვეთების (ტრაპეციების) ფართობები, რომელთა გამოსათვლელ ფორმულებს ქვემოთ მოვიყვანთ;

¹ პრიზმატოიდ წარმოადგენს ამოზრდილ შრავლწახნავს, რომლის ორი წახნავი, დუქებად წოდებული, შეიძლება იქნეს სხვადასხვა (არაერთნაირი) მრავალკუთხედიები. იუცილებლად ურთიერთპარალელურები, დანარჩენი წახნავები (გვერდები) კი ტრაპეციები (შეიძლება იქნეს სამკუთხედიები).

1 — განივ კრილებს შორის პორიზონტული მანძილები (უბნებს ან პიკეტებს შორის მანძილები მეტრებში);

F_{Σ} — 1-ლ და მე-2 პუნქტს შორის შუა წერტილში განივი კრილის ფართობი და არა საშუალო არითმეტიკული F_1 და F_2 კრილების ფართობებისა.

ზემოთ მოყვანილი ვინკლერის და მურზოს ფორმულებით მიწის სამუშაოების ოდენობის დასადგენად გარკვეული სახის გრუნტისათვის (10. 2. 1. 3.) ოდენობებიდან შეარჩევენ ტრანშეის გვერდის დასაშვები ქანობის m კოეფიციენტი; ჰიდრაულიკური გაანგარიშების ან მილგაყვანილობის და ქების დიამეტრების შესაბამისად ნიშნავენ კრილის ფსკერის b სიგანეს (3' ფორმულა) და გრძივი პროფილიდან იღებენ ტრანშეის სიღრმეს, ანუ მუშა (წითელ), h ნიშნულებს. ტრანშეის კრილის (ტრაპეციის) გვერდის d სიგრძე გამოითვლება ფორმულით

$$d = \sqrt{h^2 + c^2},$$

რომელშიც შევიტანოთ (10. 2. 1. 2.) ტოლობიდან ქვევლებულის ოდენობა, მივიღებთ

$$d = \sqrt{h^2 + (hm)^2} = h\sqrt{1 + m^2}. \quad (10.2.2.3)$$

კრილის ფსკერის b სიგანეს ანგარიშობენ ინსტრუქციის მიხედვით, ფორმულით

$$b = d' + 1,00, \quad (10.2.2.3')$$

სადაც d' არის მილის დიამეტრი.

კრილის ზემო b' სიგანე განისაზღვრება ტოლობით:

$$b' = b + 2c = b + 2hm, \quad (10.2.2.4)$$

ხოლო ტრაპეციის, ანუ განხილად შემთხვევაში განივი კვეთის, ფართობი იქნება

$$F = \frac{b + b'}{2} \cdot h = \frac{b + b + 2hm}{2} \cdot h.$$

ე. ო. ვინკლერის (1) ფორმულისათვის

$$F = (b + hm) \cdot h, \quad (10.2.2.5)$$

ხოლო მურზოს (2) ფორმულისათვის

$$F_{\Sigma} = (b + h_{\Sigma} \cdot m) h_{\Sigma}, \quad (10.2.2.6)$$

სადაც

$$h_{\Sigma} = \frac{h_1 + h_2}{2}. \quad (10.2.2.7)$$

მაშასადამე, როგორც ითქვა, აქაც აღვნიშნავთ, რომ F_{Σ} არ წარმოადგენს F_1 და F_2 სიდიდეების საშუალოს, არამედ ის გამოითვლება (6) ფორმულით დამოუკიდებლად, (7) ფორმულით განსაზღვრული h_{Σ} სამუშაო ნიშნულის მიხედვით. ამის შემდეგ გამოითვლება ყოველი უბნის ან პიკეტებს შორის სივრცეების მოცულობები (1) ან (2) ფორმულით, რის შემდეგ გამონათვალთა შეჯამებით მიიღება მიწის სამუშაოების მთელი მოცულობა.

მოსაზღვრე პიკეტების სამუშაო ნიშნულების ერთმანეთისაგან მცირე განსხვავების შემთხვევაში, ანუ განივი კრილების ფართობების მცირე განსხვავების შემთხვევაში, იღებენ სრულიად დამაკმაყოფილებელ შედეგებს ამიტომ 2 მეტრზე ნაკლები სიღრმის ტრანშეების გაყვანისას იყენებენ (1) ან (2) ფორმულებს.

მოყვანილი ფორმულები წარმატებით გამოიყენება მიწაყრილით გაყვანილი ნაგებობების შემთხვევაშიც, რადგანაც მიწაყრილი არის გადაბრუნებული მიწაპრილი.

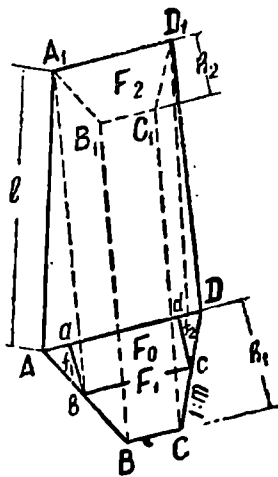
იმ შემთხვევაში, როცა ზოლური ნაგებობის ტრანშეის განივი კვეთების სამუშაო ნიშნულებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებები არსებობს და ფერდობის ქანობები სხვადასხვაა, ხოლო განივი პროფილები არ არის დახრილი იყენებენ ქვემოთ მოყვანილ ვინკლერისა (8) და მურზის (9) ზუსტ ფორმულებს

$$v = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{(h_1 - h_2)^2 \cdot m}{6} \right) \cdot l, \quad (10.2.2.8)$$

$$v = \left(F_{\text{შპ}} + \frac{(h_1 - h_2)^2 \cdot m}{12} \right) \cdot l. \quad (10.2.2.9)$$

როგორც ვხედავთ, ვინკლერის მიახლოებითი (1) ფორმულა მცირდება ((8) ფორმულა), რადგანაც იგი მეტობით შედეგს იძლევა, ხოლო მურზის მიახლოებითი (2) ფორმულა იზრდება ((9) ფორმულა), რადგანაც იგი ნაკლებობით შედეგს მომცემია. როგორც ვნახავთ, ზემოხსენებული შესწორებები შედეგია ტრანშეის გვერდების ქანობებისა და სამუშაო ნიშნულთა სხვაობებისა.

ვინკლერის ზუსტი (8) ფორმულის გამოსაყვანად ვისარგებლოთ (4) ნახაზით, რომელიც წარმოადგენს ტრანშეის ლერძისადმი მართობული სხვადასხვა სიმაღლის (სამუშაო ნიშნულების) მქონე პორიზონტული AD და A_1D_1 ხაზების შესაბამისი $ABCD$ და $A_1B_1C_1D_1$ კვეთილობებიან პრიზმატიდს. ეს თხრილი გაყოფილია ოთხ ნაწილად, რისთვისაც: 1) A_1D_1 წრფეზე გატარებულია bA_1D_1c სიბრტყე, რომელიც პარალელური იქნება BB_1C_1C სიბრტყესა; 2) bA_1 და cD_1 ხაზებზე გატარებულია A_1Ab და D_1DC ვერტიკალური სიბრტყეები. ამ ღონისძიებებით მიღებულია შემდეგი ნაწილები: 1. სწორი პრიზმა $A_1B_1C_1D_1$ და $bBCc$ ფუძეებით, რომლის სიმაღლეა (მალია) $l = BB_1$, რადგანაც აღნიშნული ფუძეები არის



ნახ. 10.2.2.4.

ვერტიკალურები და BB_1CC_1 ივლისსხმება თარაზულად; 2. A_1D_1abcd სოლი, ანუ სწორი პრიზმის ნახევარი $abcd$ ფუძით და l სიმაღლით (მალით);

3. A_1Aab სამკუთხა პირამიდა Aab ფუძით და l სიმაღლით; 4. D_1Ddc სამკუთხა პირამიდა Ddc ფუძით და l სიმაღლით.

თხრილის ყველა ელემენტს საერთო l სიმაღლე აქვს. აღვნიშნოთ $ABCD$ ფართობი F_1 -ით; $A_1B_1C_1D_1$ ფართობი F_2 -ით; $abcd$ ფართობი F_0 ით; Aab და Ddc სამკუთხედების ფართობები, შესაბამისად, f_1 -ით და f_2 -ით, რის შესაბამისად თხრილის მოცულობის გამოსათვლელი ფორმულა დაიწერება ასეთი სახით:

$$v = \left(F_2 + \frac{F_0}{2} + \frac{f_1}{3} + \frac{f_2}{3} \right) l, \quad (a)$$

რადგანაც თხრილის მეორე ნაწილის, ანუ სოლის, მოცულობა უდრის F_0 ფუძის მქონე პრიზმის მოცულობის ნახევარს, ხოლო ყოველი სამკუთხა პირამიდის მოცულობა ტოლია ფუძისა და სიმაღლის ნამრავლის მესამედის. ნახაზის მიხედვით

$$F_0 = F_1 - F_2 - f_1 - f_2.$$

F_0 ოდენობა შეერთანოთ (a) ფორმულაში, მივიღებთ

$$v = \left(F_2 + \frac{F_1}{2} - \frac{F_2}{2} - \frac{f_1}{2} - \frac{f_2}{2} + \frac{f_1}{3} + \frac{f_2}{3} \right) l,$$

რითაც მივიღებთ ვინკლერის ზუსტი ფორმულის პირველ სახეს

$$v = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{f_1 + f_2}{6} \right) l. \quad (10.2.2.10)$$

ნაგულისხმებია, რომ აღვიღს არა აქვს განივი ქანობი, ამიტომ შეიძლება დავუშვათ, რომ $f_1 = f_2$; თუ ვისარგებლებთ გვერდის ქანობის m კოეფიციენტით და სამუშაო h_1 და h_2 ნიშნულებით, დავწერთ

$$f_1 = f_2 = \frac{(h_1 - h_2)^2 m}{2}, \quad (10.2.2.11)$$

ორივე სამკუთხედის ჯამი იქნება

$$(h_1 - h_2)^2 m. \quad (10.2.2.12)$$

შევიტანოთ იგი (10) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ ვინკლერის ზემოთ მოყვანილ სამუშაო (8) ფორმულას

$$v = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{(h_1 - h_2)^2 m}{6} \right) l. \quad (10.2.2.13)$$

ამ ფორმულაში შემასწორებელი ϵ წევრი იქნება

$$\epsilon = \frac{(h_1 - h_2)^2 m}{6}. \quad (10.2.2.14)$$

მუ რ ზ ო ს ზუსტი სამუშაო (9) ფორმულის გამოსაყვანად წარმოვიდგინოთ, რომ (4) ნახაზზე მოყვანილი ტრანშეი არის გაჭრილი ისე, როგორც (3) ნახაზზე, ზუსტად შუაში. მაშინ საკირო შეიქნება ორი v_1 და v_2 პრიზმატოიდის მოცულობის გამოთვლა და შეკრება.

პრიზმატობის ორივე ნახევრის მიმართ გამოვიყენოთ ვინკლერის (10) ფორმულა

$$v_1 = \left(\frac{F_{\text{პრა}} + F_1}{2} - \frac{f_3 + f_4}{6} \right) \frac{l}{2}$$

და

$$v_2 = \left(\frac{F_{\text{პრა}} + F_2}{2} - \frac{f_3 + f_4}{6} \right) \frac{l}{2}, \quad (10.2.2.15)$$

სადაც f_3 და f_4 სამკუთხედები აგებულია სხეულის ნახევრისათვის ისე, როგორც f_1 და f_2 სამკუთხედები მთელი სხეულისათვის. აღსანიშნავია, რომ $f_3 = \frac{1}{4} f_1$ და $f_4 = \frac{1}{4} f_2$, იმის გამო, რომ პირამიდის ფუძის ფართობი და მისი პარალელური კვეთის ფართობი ისე შეეფარდება ერთმანეთს, როგორც წვეროდან ამ კვეთილობებამდე მანძილების კვადრატები.

(15) ტოლობების შეკრებით და f_3 და f_4 ფართობების $\frac{1}{4} f_1$ და $\frac{1}{4} f_2$ -ით შეცვლით მივიღებთ

$$v = \left(F_{\text{პრა}} + \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{f_1 + f_2}{12} \right) \frac{l}{2}. \quad (10.2.2.16)$$

(10) ტოლობის გამოყენებით გამოვიცხობთ (15) ტოლობიდან $\frac{F_1 + F_2}{2}$ წვერი, რის შედეგად მივიღებთ v მოცულობას, გამოსახულს $F_{\text{პრა}}$, f_1 და f_2 ელემენტებით. მაგალითად, (10) ტოლობიდან

$$\frac{F_1 + F_2}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{v}{2} + \frac{f_1 + f_2}{6} \cdot \frac{l}{2}. \quad (10.2.2.17)$$

(16) ტოლობაში (17) გამოსახულების შეტანით მივიღებთ

$$v = \frac{v}{2} + \left(F_{\text{პრა}} + \frac{f_1 + f_2}{6} - \frac{f_1 + f_2}{12} \right) \frac{l}{2},$$

ანუ

$$v = \left(F_{\text{პრა}} + \frac{f_1 + f_2}{12} \right) l,$$

ხოლო ერთნაირი ფერდობების დროს, როგორც აღვნიშნეთ, (11) და (12) ფორმულის გამოყენებით დავწერთ მუ რ ზ ო ს სამუშაო ზუსტ (9) ფორმულას

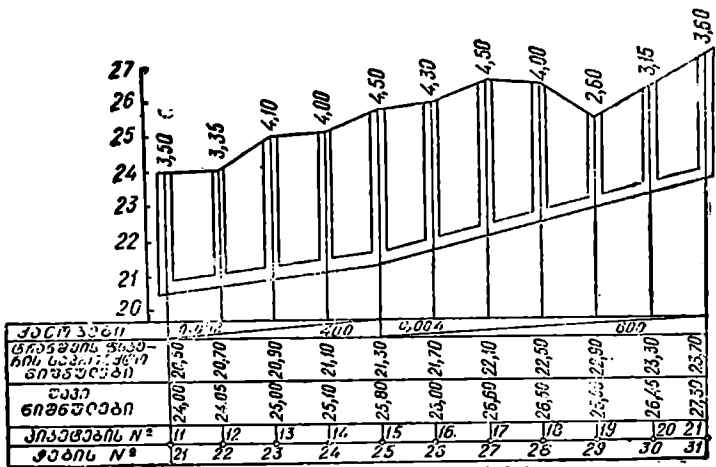
$$v = \left(F_{\text{პრა}} + \frac{(h_1 - h_2)^2 m}{12} \right) l. \quad (10.2.2.18)$$

შესწორება იქნება

$$v = \frac{(h_1 - h_2)^2 m}{12} l. \quad (10.2.2.18')$$

მაგალითი 10. 2. 2. განსაზღვრეთ მიწის სამუშაოების ოდენობა ტრანშეისა (თხრილის), რომელშიც გაყვანილი უნდა იქნეს რკინაბეტონის მილებიდან შედგენილი კანალიზაციის კოლექტორი; მილების დიამეტრი $d' = 720$ მმ, კედლების სისქე $t = 60$ მმ; კეების გარე დიამეტრი $d_{\text{გ}} = 1410$ მმ; კებს შორის მანძილება (მალებია) 100 მ; კოლექტორის სიგრძე $L = 1000$ მ; ტრანში უნდა მოითხაროს ნაყარის სახით კედლების გამაგრების გარეშე; გრუნტი ლის თიხნარი, მიწის სამუშაოების ოდენობა გამოთვალეთ მურზოს (18) ფორმულით.

განხილადი მაგალითის პირველად (საყრდენ) დოკუმენტს წარმოადგენს (3) ნახაზზე გამოსახული ტრანშეის გრძივი პროფილი. სიმარტივის მიზნით, რადგანაც სულ კრილთან გვაქვს საქმე, პიკეტაჟის სამუშაო h_1 ნიშნულები გამოთვლილია შავსა და წითელ (ტრანშეის ფსკერის საპროექტო) ნიშნულების სხვაობებით მეტრებში, რომლებიც ყოველი ჰის ლერძს (პიკეტის) ზემოთ აწერია. პროფილზე კები გამოსახულია უმასშტაბოდ. მურზოს ზუსტი (18) ფორმულის შესაბამისად ყოველივე დამუშავებულია (1) სქემაში



მასშტაბები: კოიბი. 1:1000
კვანძ. 1:100

ნახ. 10.2.2.5.

განხილადი პროფილი შედგება თერთმეტი (11, 12, ..., 21) პიკეტისაგან, რომელთაშიც შეთავსებულია თერთმეტი ჰის ლერძი (21, 22, ..., 31). მოსათხარელი მიწის მოცულობა გამოთვლილია (1) სქემის მიხედვით შემდეგი თანამიმდევრობით:

პიკეტები	სამუშაო ნიშნულები h_i (მ)	საშუალო სამუშაო ნიშნ. $h_{საშ} = \frac{h_{i1} + h_{i2}}{2}$	მალში ტრანშეის განაღობის შუა ფართობები $F_{შუა}$ (მ ²)	შეწირუბები $\frac{m}{n}$	შესწორებული განვიწილები $F = F_{შუა} + \frac{m}{n}$ (მ ²)	$F \cdot 1.00$ (მ ²)
1	2	3	4	5	6	7
11	3,50	3,42	14,65	—	14,65	1465
12	3,35	3,72	16,78	0,04	16,62	1682
13	4,10	4,05	19,28	—	19,28	1928
14	4,00	4,25	20,86	0,02	20,88	2088
15	4,50	4,40	22,09	—	22,09	2209
16	4,30	4,40	22,09	—	22,09	2209
17	4,50	4,25	20,88	0,02	20,88	2088
18	4,00	3,30	13,84	0,12	13,98	1398
19	2,60	2,88	11,11	0,02	11,13	1113
20	3,15	3,38	14,38	0,01	14,39	1439
21	3,60					
	პროცედან	ჯამი (7) ფორმულით	175,84 (6) ფორმულით	0,23 (18) ფორმულით	(18) ფორმულით (მ ²)	17617 (8) ფორმულით (მ ²)

1. პირველ და მეორე სვეტში შეტანილია პროფილის პიკეტები და h_i სამუშაო ნიშნულები ($i = 11, 12, \dots, 21$);

2. მესამე სვეტში ჩაწერილია ყოველი უკანა და წინა პიკეტის სამუშაო ნიშნულების საშუალო, მაგალითად, პირველ მალში (11 და 12 პიკეტებს შორის მანძილი) $h_{საშ} = \frac{h_{11} + h_{12}}{2} = \frac{3,50 + 3,35}{2} = 3,42$; მეორე მალში $h_{საშ} = \frac{3,35 + 4,10}{2} = 3,72$ მ; .., მეთე მალში $h_{საშ} = \frac{3,15 + 3,60}{2} = 3,38$;

3. მეოთხე სვეტში ჩაწერილია ყოველი მალის (პიკეტებს შორის) შუა განვიწილების საშუალო ($F_{შუა}$) ფართობები, გამოთვლილი (6) ფორმულით

$$F_{შუა} = (b + mh_{საშ}) h_{საშ}$$

სადაც b არის თხრილის (ტრანშეის) ფსკერის სიგანე მეტრებში, რომლის ოდენობა ინსტრუქციის მიხედვით უნდა იქნეს გამოთვლილი (3) ფორმულით

$$b = d' + 1,00 = 1,72 \text{ მ};$$

m — ფერდის დასაშვები ქანობის m კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა თიხნარისათვის ინსტრუქციის მიხედვით მიღებულია 0, 75. მაშასადამე, (6) ფორმულით ყოველ მალში ჰრილის ფართობი იქნება:

$$F_{შუა} = (1,72 + 0,75 \cdot 3,42) \cdot 3,42 = 14,65; \quad F_{შუა} = (1,72 + 0,75 \cdot 3,72) \cdot 3,72 = 16,78, \quad (1,72 + 0,75 \cdot 3,38) \cdot 3,38 = 14,38 \text{ მ}^2.$$

თუ ყოველ გამონათვალს გავამრავლებთ პიკეტებს შორის მანძილზე (მა-
ლებზე), ანუ 100 მეტრზე, მურზოს (2) ფორმულის შესაბამისად განვსაზ-
ღვრავთ მოსათხრელი მიწის მოცულობას.

$$S_{\text{მოს}} = [F_{\text{შა}}] \cdot 100, \quad (10.2.2.19)$$

ე. ო. $S_{\text{მოს}} = 175,94 \text{ მ}^2 \cdot 100 = 17594 \text{ მ}^2$.

4. შედარებით უფრო ზუსტ შედეგს აღწევენ მურზოს ზუსტი (18) ფორ-
მულით ანუ (18) ფორმულაში (18') ფორმულით განსაზღვრული შესწორების
შეტანით

$$z = \frac{m(h_i - h_{i+1})^2}{12},$$

რომლის გამონათვლები შეტანილია (1) სქემის მეხუთე სვეტში

$$\epsilon_1 = \frac{0,75(3,50 - 3,35)^2}{12} \approx 0; \quad \epsilon_2 = \frac{0,75(3,35 - 4,10)^2}{12} \approx 0,03656 \approx 0,04; \dots$$

$$\epsilon_{10} = \frac{0,75(3,15 - 3,60)^2}{12} = 0,0126562 \approx 0,01.$$

მათი ჯამია 0,23 მ².

5. უფრო ზუსტი ფორმულის სახე იქნება მურზოს (18) ტოლობის შესაბა-
მისი სქემის მეექვსე სვეტი.

$$S_{\text{მოს}} = [F_{\text{შა}} + \epsilon] \cdot 100 = \left[F_{\text{შა}} + \frac{m(h_i - h_{i+1})^2}{12} \right] \cdot 100.$$

6. განხილად შემთხვევაში სქემის მეშვიდე სვეტის მიხედვით

$$S_{\text{მოს}} = (175,94 + 0,23) \cdot 100 = 17617 \text{ მ}^2.$$

მიწის სამუშაოების ბალანსის დასადგენად საჭიროა განისაზღვროს გაყვა-
ნილ მალეზე ტრანშეის ამოსავსები მიწის მოცულობა, რომ-
ლის ოდენობის დადგენისას უნდა ვისარგებლოთ ნორმებით მიღებული გრუნ-
ტის ნარჩენი ფხვიერებადობის კოეფიციენტით

$$S_{\text{ამოსავსები}} = \frac{S_{\text{მოს}} - S_{\text{მიღგაყვ.}} - S_{\text{შვების}}}{K_{\text{ნარჩ.ფხვიერებადობის}}}, \quad (10.2.2.20)$$

სადაც $S_{\text{ამოსავსები}}$ არის მიღებისა და ჭების გაყვანის შემდეგ ტრანშეის
ამოსავსები გრუნტის მოცულობა;

$S_{\text{მოსათხრელი}}$ — ექსკავატორით ამოღებული გრუნტის მოცულობა,
განხილად შემთხვევაში 17 617 მ²;

$S_{\text{მიღგაყვანილობის}}$ — მიღგაყვანილობით დაკავშირებული ტრანშეის მო-
ცულობა;

$S_{\text{შვებით}}$ — ჭებით დაკავებული ტრანშეის მოცულობა;

$K_{\text{ნარჩ.ფხვიერებადობის}}$ — გრუნტის ნარჩენი ფხვიერადობის კოეფიციენტი, რო-
მლის ოდენობა თიხნარისათვის ნორმებით მიღებუ-
ლია 1,05.

მთელი კოლექტორისათვის

$$S_{\text{მიღგაყვანილობის}} = \frac{\pi (d')^2}{4} (L - nd_k) k_{\text{მიღძაბრებით}} \quad (10.2.2.21)$$

სადაც $d' = 0,72$ მ არის კოლექტორის მიღების დიამეტრი;
 $L = 1000$ მ — კოლექტორის სიგრძე;
 $n = 10$ — ჰალების (ჰებს შორის მანძილების) რაოდენობა;
 $d_k = 1,41$ მ — ჰების გარე დიამეტრი;
 $k_{\text{მიღძაბრებით}}$ — კოლექტორის რგოლების მიღძაბრებით დაკავებულ სივრცე, ანუ ჩასაყრელი მიწის შესამცირებელი კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა ნორმებით მიღებულია 1,05.

მაშასადამე, (1) ფორმულით

$$S_{\text{მიღგაყვანილობის}} = \frac{3,14 (0,72)^2}{4} (1000 - 10 \cdot 1,41) 1,05 = 421,26639 \approx 422 \text{ მ}^2.$$

ჰებისაგან დაკავებული კოლექტორის მოცულობა გამოითვლება ფორმულით

$$V_{\text{ჰების}} = \frac{\pi d_{\text{ხახის}}^2}{4} h_{\text{ხახის}} \cdot n + \frac{\pi d_k}{4} [(h_{11} - h_{\text{ხახ}}) + (h_{12} - h_{\text{ხახ}}) + \dots + (h_{21} - h_{\text{ხახ}})], \quad (10.2.2.22)$$

სადაც მხედველობაშია მიღებული ჰების ხახები, რომელთა სიმაღლეებია $h_{\text{ხახ}}$ და დიამეტრები $d_{\text{ხახ}}$.

პროფილის მიხედვით ჰების რაოდენობა $n = 11$; $d_k = 1,41$; აგრეთვე მოცემულია, რომ $h_{\text{ხახის}} = 0,90$ მ და $d_{\text{ხახის}} = 0,84$ მ.

მაშასადამე, (22) ფორმულით მივიღებთ

$$V_{\text{ჰების}} = \frac{3,14 \cdot 0,84^2}{4} 0,90 \cdot 11 + \frac{3,14 \cdot 1,41^2}{4} [(3,50 - 0,90) + (3,35 - 0,90) + (4,10 - 0,90) + (4,00 - 0,90) + (4,50 - 0,90) + (4,30 - 0,90) + (4,50 - 0,90) + (4,00 - 0,90) + (2,60 - 0,90) + (3,15 - 0,90) + (3,60 - 0,90)] \approx 54 \text{ მ}^3.$$

მაშასადამე, (6) ფორმულით ტრანშეაში უკან ჩასაყრელი (ამოსავსები) გრუნტის მოცულობა იქნება

$$S_{\text{ამოსავსები}} = \frac{17617 - 422 - 54}{1,05} \approx 16325 \text{ მ}^3,$$

ნოლო ტერიტორიიდან გასაზიდი ჰარბი გრუნტის მოცულობა იქნება

$$S_{\text{ჰარბი}} = S_{\text{მოსათბრელი}} - S_{\text{ამოსავსები}} = 17617 - 16325 = 1292 \text{ მ}^3,$$

ანუ მოსათბრელი გრუნტის $0,073 = 7,3\%$.

შენიშვნა. იმ შემთხვევაში, როცა კანალიზაციის კოლექტორი გადის ფერდობზე, მოსათბრელი გრუნტის ოდენობის დასადგენად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ადგილის განივი პროფილები, რაც განმარტებულია შემდეგ მაგალითში.

იგივე მაგალითი ამოვხსნათ ვინკლერის მიხსლოებითი (1) და ზუსტი (8) ფორმულის გამოყენებით. ყოველივე მოცემულია (2) სქემაში.

პარტია	საშუალო ნიშნულ- ბი \bar{h}_i (მ)	პიკეტაჟზე განვი- კვდილბის ფართო- ბები $F_i = (b - h_i) h$ (მ ²) ფორმულა (8)	საშუალო ფართობი $\frac{F_1 + F_2}{2}$ (მ ²)	შესწორება (14) ფორმულა $s = \frac{(h_1 - h_2) m}{6}$ (მ ³)	შესწორებული ფართობი $\frac{F_1 + F_2}{2} - s = F$ (მ ²)	V პოტენციალი (10) ფორმულა $F \cdot 100$ (მ ³)
1	2	3	4	5	6	7
11	3,50	15,21	16,01			1501
12	3,35	14,81	17,24	0,07	17,17	1717
13	4,10	18,66	19,27		19,27	1927
14	4,00	18,88	20,90	0,03	20,87	2087
15	4,50	22,08	22,10		22,10	2210
16	4,30	21,26	22,10		22,10	2210
17	4,50	22,08	20,80	0,03	20,87	2087
18	4,00	18,88	14,21	0,24	13,97	1397
19	2,80	9,54	11,20	0,04	11,16	1116
20	3,15	12,86	14,39	0,02	14,37	1437
21	3,60	15,91				
		ჯამი	177,32	0,46	ჯამი	17689

(2) სქემის მეოთხე სვეტიდან ვინკლერის მიახლოებითი (1) ფორმულის მიხედვით დავწერთ

$$177,32 \times 100 = 17732 \text{ მ}^3,$$

რომლის ოდენობა მეტია (1) სქემაში მეოთხე სვეტიდან მურზოს (2) ფორმულაში შეტანილ მიღებულ

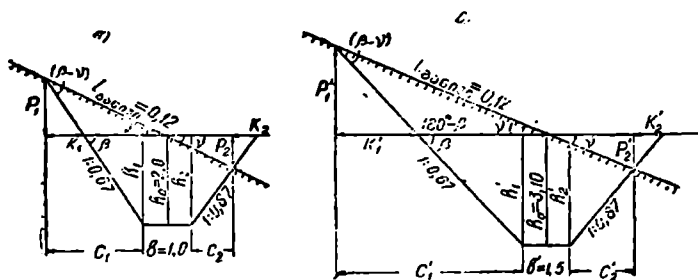
$$175,94 \times 100 = 17594 \text{ მ}^3$$

ოდენობაზე, ე. ი. დასტურდება, რომ (1) იძლევა მეტობით და (2) ფორმულა კი ნაკლებობით შედეგს. ამიტომ ზუსტი შედეგის მისაღებად (1) სქემაში 0,2' მ² მოემატა და მეორე სქემაში 0,46 გამოაკლდა ზემოთ მიღებულ ოდენობებს.

დანარჩენი ანგარიში იგივეა, რაც ზემოთ არის შესრულებული.

მაგალითი 10.2.2.2. განისაზღვრის მიწის სამუშაოების მოცულობა 160 მეტრის სიგრძის წყალსადენის მიღების ჩასალაგებელი ტრანშე-ს გასაყვანად. უბნის დასაწყისში ტრანშეის სიგანე $b = 1,00$ მ, სიღრმე (მუშა ნიშნული) $h_0 = 2,00$ მ; უბნის ბოლოში სიგანე $b' = 1,50$ მ, სიღრმე $h_0' = 3,10$ მ; ფერდის (გვერდის) ქანობი $1:m = 1:0,67$; ზოლის ზედაპირის (რელიეფის) განივი ქანობი $i_{გ.ე} = 0,12$. ამ შემთხვევაში გამოიყენება განივი პროფილების ანუ ტრაპეციების ხერხი.

ტრანზეის დასაწყისის და ბოლოს განივი კვეთები მოცემულია (6^{ა,ბ}) ნახაზზე, რომელთა ფართობების დასადგენად საჭიროა განისაზღვროს h_1 , h_2 , h_2' სამუშაო ნიშნულები ზოლის ზედაპირის განივი ქანობის ($i_{გვ} = 0,12$) მხედველობაში მიღებით. ნახაზების მიხედვით



ნახ. 10.2.2.6.

1. უბნის დასაწყისში

$$h_1 = h_0 + \frac{b}{2} i_{გვ}; \quad h_2 = h_0 - \frac{b'}{2} i_{გვ}, \quad (10.2.2.23)$$

ანუ

$$h_1 = 2,00 + 0,50 \cdot 0,12 = 2,06 \text{ მ}; \quad h_2 = 2,00 - 0,50 \cdot 0,12 = 1,94 \text{ მ}.$$

2. უბნის ბოლოში

$$h_1' = h_0' + \frac{b'}{2} i_{გვ}; \quad h_2' = h_0' - \frac{b''}{2} i_{გვ}, \quad (10.2.2.24)$$

ანუ

$$h_1' = 3,10 + 0,75 \cdot 0,12 = 3,19 \text{ მ}; \quad h_2' = 3,10 - 0,75 \cdot 0,12 = 3,01 \text{ მ}.$$

3. უბნის დასაწყისში

$$k_1 = p_1 m = \left(\frac{b}{2} + h_0 m + k_1 \right) i_{გვ} m; \quad k_1 (1 - i_{გვ} m) = \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right) i_{გვ} m;$$

$$k_1 = \frac{i_{გვ} m}{1 - i_{გვ} m} \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right).$$

$$c_1 = h_0 m + k_1 = h_0 m + \frac{i_{გვ} m}{1 - i_{გვ} m} \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right), \quad (10.2.2.25)$$

ანუ

$$c_1 = 2,00 \cdot 0,67 + \frac{0,12 \cdot 0,67}{1 - 0,12 \cdot 0,67} \left(\frac{1,00}{2} + 2,00 \cdot 0,67 \right) = 1,50 \text{ მ}.$$

$$k_2 = p_2 m = \left(\frac{b}{2} + h_0 m - k_2 \right) i_{გვ} m; \quad k_2 (1 + i_{გვ} m) = \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right) i_{გვ} m;$$

$$k_2 = \frac{i_{გვ} m}{1 + i_{გვ} m} \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right),$$

ბოლო

$$c_2 = h_0 m - k_2 = h_0 m - \frac{i_0 m}{1 + i_0 m} \left(\frac{b}{2} + h_0 m \right), \quad (10.2.2.26)$$

ანუ

$$c_2 = 2,00 \cdot 0,67 - \frac{0,12 \cdot 0,67}{1 + 0,12 \cdot 0,67} \left(\frac{1,00}{2} + 2,00 \cdot 0,67 \right) = 1,20 \text{ მ.}$$

4. უბნის ბოლოში წინა მუხლის ანალოგიური მსჯელობით

$$c_1' = h_0' m + k_1' = h_0' m + \frac{i_0 m}{1 - i_0 m} \left(\frac{b'}{2} + h_0' m \right), \quad (10.2.2.27)$$

ანუ

$$c_1' = 3,10 \times 0,67 + \frac{0,12 \times 0,67}{6 - 0,12 \times 0,67} \left(\frac{1,50}{2} + 3,10 \times 0,67 \right) = 2,33 \text{ მ.}$$

$$c_2' = h_0' m - \frac{i_0 m}{1 + i_0 m} \left(\frac{b'}{2} + h_0' m \right), \quad (10.2.2.28)$$

ანუ

$$c_2' = 3,10 \cdot 0,67 - \frac{0,12 \cdot 0,67}{1 + 0,12 \cdot 0,67} \left(\frac{1,5}{2} + 3,10 \cdot 0,67 \right) = 1,87 \text{ მ.}$$

5. ტრანშეას განივი კვეთების ფართობები

უბნის დასაწყისში

$$F_1 = \frac{h_1 c_1}{2} + \frac{h_2 c_2}{2} + \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot b = \frac{2,06 \cdot 1,50}{2} + \frac{1,94 \cdot 1,20}{2} + \frac{2,06 + 1,94}{2} \cdot 1,00 = 4,71 \text{ მ}^2,$$

უბნის ბოლოში

$$F_2 = \frac{h_1' c_1'}{2} + \frac{h_2' c_2'}{2} + \frac{h_1' + h_2'}{2} \cdot b' = \frac{3,19 \cdot 2,33}{2} + \frac{3,01 \cdot 1,87}{2} + \frac{3,19 + 3,01}{2} \cdot 1,50 = 11,18 \text{ მ}^2.$$

(10.2.2.29)

6. განხილად უბანზე მიღგაყვანილობის ტრანშეის მოცულობა იქნება

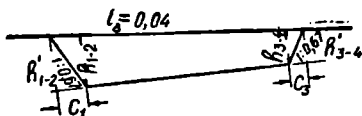
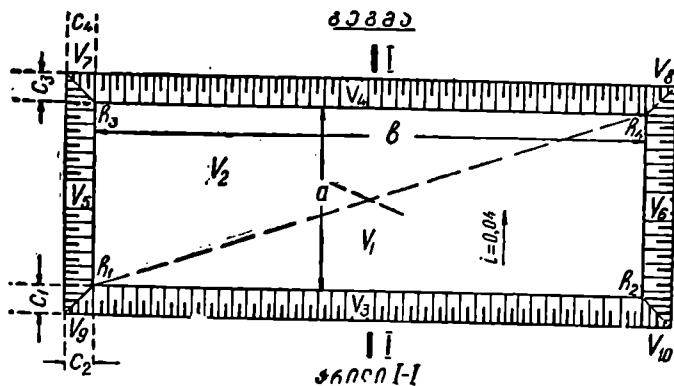
ც...

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L = \frac{4,71 + 11,18}{2} \cdot 160 = 1271 \text{ მ}^3. \quad (10.2.2.30)$$

B. ღია ძვავულის მიწის საშუალოების გამოთვლება

ღია ქვაბულებისათვის საჭიროა მიწის სამუშაოების მოცულობის დასადგენად იყენებენ 0,5 — 1,0 მ კვეთის სიმაღლის მქონე 1:500 — 1:2 000 მასშტაბთან ტოპოგრაფიულ გეგმებს. ამ გეგმაზე ნიშნავენ ქვაბულის კონტურს; საზღვრავენ მისი ოთხ წვეროს და სამშენებლო ღერძების გადაკვეთის წერტილების ნიშნულებს. ქვაბულის საპროექტო (წითელი) ნიშნულებისა და გვერდების ოდენობების საშუალებით გრძივი ან განივი ღერძების გასწვრივ აგებენ პრო-

ფილებს, რომელთა პორიზონტულ და ვერტიკალურ მასშტაბებს მიწის სამუშაოების მოხერხებულად გამოთვლის მიზნით იღებენ ერთნაირს. მოზანდაცებასთან დაკავშირებული უმარტივესი ხერხები განხილულია [24] წიგნის (2.7-10) და (2.7.11) პარაგრაფებში. ქვაბულებთან დაკავშირებული უფრო ზუსტი ხერხით მიწის სამუშაოების განსაზღვრისათვის განხილად ტერიტორიას ყოფენ მარტივ გეომეტრიულ ფიგურებად, რომელთა შესაბამის მიწის სამუშაოებს



ნახ. 10.2.2.7.

ანგარიშობენ სათანადო ფორმულებით, რელიეფის i_8 ქანობებისა და გვერდების მიღებული (1:m) ქანობის მხედველობაში მიღებით.

მაგალითი 10.2.2.3. განესაზღვროთ მიწის სამუშაოები $b \times a = 80 \times 16$ მ ქვაბულისა, რომლის დიაგონალების გადაკვეთის წერტილის სამუშაო (წითელი) ნიშნული $h = 6,00$ მ, გვერდების ქანობი უნდა იყოს 1:m=0,67, ხოლო განივი ქანობია $i_8 = 0,04$ (ნახ. 7).

1. ქვაბულის მოედანს ვყოფთ ათ გეომეტრიულ ფიგურად (s_1, s_2, \dots, s_{10}).
2. განივი i_8 ქანობის მხედველობაში მიღებით ვსაზღვრავთ მისი ოთხი კუთხის სამუშაო ნიშნულებს.

$$h_1 = h_2 = h + \frac{a}{2} i_8, \quad (10.2.2.31)$$

ანუ

$$h_1 = h_2 = 6,00 + \frac{16}{2} \times 0,04 = 6,32 \text{ მ,}$$

ე. ო. $h_{1-2} = 6,32$ მ.

$$h_3 = h_4 = h - \frac{a}{2} i_b, \quad (10.2.2.32)$$

ანუ

$$h_3 = h_4 = 6,00 - \frac{16}{2} \cdot 0,04 = 5,68 \text{ მ.}$$

ე. ო. $h_{3-4} = 5,68$.

3. (7) ნახაზის 1—1 კრილისადმი (10.2.1.2.) ფორმულის გამოყენებით
ღვეწვართ

$$c_1 = h'_{1-2} \cdot m = (h_{1-2} + c_1 \cdot i_b) m,$$

საიდანაც

$$c_1 = \frac{m h_{1-2}}{1 - m i_b} = \frac{h_{1-2}}{\frac{1}{m} - i_b}, \quad (10.2.2.33)$$

ანუ

$$c_1 = \frac{6,32 \text{ მ}}{\frac{1}{0,67} - 0,04} = 4,35 \text{ მ.}$$

ანალოგიურად,

$$c_3 = h'_{3-4} \cdot m = (h_{3-4} - c_3 \cdot i_b) m,$$

საიდანაც

$$c_3 = \frac{h_{3-4}}{\frac{1}{m} + i_b}, \quad (10.2.2.34)$$

ანუ

$$c_3 = \frac{5,68 \text{ მ}}{\frac{1}{0,67} + 0,04} = 3,91 \text{ მ.}$$

ვაკე აღვიღებისათვის

$$\left. \begin{aligned} c_3 &= h_1 \cdot m \\ c_4 &= h_2 \cdot m \end{aligned} \right\}, \quad (10.2.2.35)$$

ანუ

$$c_3 = 6,32 \times 0,67 = 4,23 \text{ მ.}$$

$$c_4 = 5,68 \times 0,67 = 3,81 \text{ მ.}$$

წინა მუხლების მონაცემებით შევეუდგებით კერძო მოცულობების გამოთვ-
ლებს.

4. ქვაბულის ფუძის არაპარალელური ზედაპირის მქონე წაკვეთილი V_1 და
 V_2 პრიზმების მოცულობა გამოითვლება ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= \frac{ab}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2 + h_4}{3} \\ V_2 &= \frac{ab}{2} \cdot \frac{h_1 + h_3 + h_4}{3} \end{aligned} \right\}, \quad (10.2.2.36)$$

ანუ

$$V_1 = \frac{16 \cdot 80}{2} \cdot \frac{6,32 + 6,32 + 5,68}{3} = 3908 \text{ მ}^3,$$

$$V_2 = \frac{16 \cdot 80}{2} \cdot \frac{6,32 + 5,68 + 5,68}{3} = 3772 \text{ მ}^3.$$

5. ქვაბულის გრძელი გვერდის ფერდების შესაბამისი V_3 და V_4 პრიზმების მოცულობები გამოითვლება ფორმულებით

$$V_3 = \frac{h_1 \cdot c_1}{2} \cdot b; \quad V_4 = \frac{h_1 \cdot c_2}{2} \cdot b, \quad (10.2.2.37)$$

ანუ

$$V_3 = \frac{6,32 \cdot 4,35}{2} \cdot 80 = 1100 \text{ მ}^3; \quad V_4 = \frac{5,68 \cdot 3,91}{2} \cdot 80 = 888 \text{ მ}^3.$$

6. ქვაბულის განივი გვერდების შესაბამისი წაკვეთილი V_5 და V_6 პრიზმების მოცულობები გამოითვლება ფორმულებით

$$V_5 = V_6 = \left(\frac{h_1 \cdot c_2}{2} + \frac{h_1 \cdot c_1}{2} \right) \frac{a}{2}, \quad (10.2.2.38)$$

ანუ

$$V_5 = V_6 = \left(\frac{6,32 \cdot 4,23}{2} + \frac{5,68 \cdot 3,81}{2} \right) \frac{16}{2} = 194 \text{ მ}^3.$$

7. ქვაბულის კუთხეებთან განლაგებული V_7 , V_8 , V_9 და V_{10} ოთხკუთხა პირამიდების მოცულობები გამოითვლება ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} V_7 = V_8 = c_3 \cdot c_4 \cdot \frac{h_3}{3} \\ V_9 = V_{10} = c_1 \cdot c_2 \cdot \frac{h_1}{3} \end{aligned} \right\} \quad (10.2.2.39)$$

ანუ

$$V_7 = V_8 = 3,91 \cdot 3,81 \cdot \frac{5,68}{3} = 28 \text{ მ}^3; \quad V_9 = V_{10} = 4,35 \cdot 4,23 \cdot \frac{6,32}{3} = 39 \text{ მ}^3.$$

8. ქვაბულის მოცულობა იქნება ჯამი კერძო მოცულობებისა

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_{10} = 3908 + 3772 + 1100 + 888 + 194 + 194 + 28 + 28 + 39 + 39 = 10190 \text{ მ}^3.$$

C. მიწის სამუშაოების მოცულობების განსაზღვრა ვერტიკალური დაპროექტების დროს

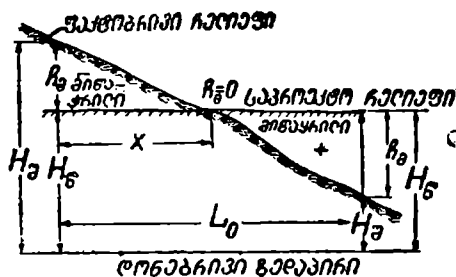
ვერტიკალური დაპროექტება გულისხმობს საჭირო ნიშნულის დონეზე სამშენებლო ტერიტორიის პორიზონტულად (თარაზულად) ან დახრილად მოშანდაკებას (მოსწორებას).

როგორც ცნობილია, ამ მიზნით ასრულებენ ადგილის რელიეფის ვერტიკალურ აგეგმვას ტექნიკური ნიველობით მაგისტრალების, პარალელური ძაფე-

ბის, ზეკრული პოლიგონების, გასწერივობის ან კვადრატების მეთოდით [27]. ნებისმიერ მეთოდით ნიველობის შესრულების შედეგად იღებენ ტერიტორიის იზოჰიფსებში გამოსახულ რელიეფს (გ.8.3.37) ნახაზის სახით. საექსპლუატაციო ტერიტორიაზე საჭირო მიწის სამუშაოების მოცულობების განსაზღვრა, თავის მხრივ, დაკავშირებულია მიწაჭრილის და ყრილის, გასაზიდი ან შემოსაზიდი მოცულობების, ანუ გრუნტების მასების, ბალანსის და ნულოვანი ბალანსის დადგენასთან; ტერიტორიის უბნებზე გრუნტების გადასაადგილებელი საშუალო მანძილების დადგენასთან და სხვა.

ზემოაღნიშნული მოცულობების დადგენის ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალება არსებულ ტოპოგრაფიულ გეგმაზე კარტოგრაფის აგება.

კარტოგრაფია წარმოადგენს, რელიეფის სირთულის შესაბამისად, 10—100 მეტრამდე გვერდების მქონე კვადრატებისაგან შემდგარ ბადეს, რომლის წვეროების შავი ნიშნულები ისაზღვრება ტოპოგრაფიული გეგმის იზოჰიფსების მიმართ წვეროებზე ვატარებული უდიდესი ვარდნილობის ხაზების ქვედებულების საშუალებით. ასევე, სასურველი წითელი ნიშნულის და დაქანების მიხედვით ისაზღვრება იგივე წვეროების წითელი ნიშნულები, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სამუშაო ნიშნულები. კარტოგრაფიაზე, გენგეგმით გათვალისწინებული ტრანშეებისა და ქვაბულებისათვის საჭირო მიწის სამუშაოების მოცულობების დადგენის შესახებ ყოველივე ზემოთ იყო ახსნილი. აქ შევვებით მხოლოდ მოშანდაკების (მოსწორების) საკითხებს.



ნახ. 10.2.2.8

მიხედვით უნდა იყოს, ანუ ქვეშარტი მნიშვნელობა) მინუს $h_{აჰი}$ ნიშნული (ფაქტობრივად ირის, ანუ არსებული მნიშვნელობა). მაშასადამე,

$$h_{აჰი} = H_{წით} - H_{აჰი} \quad (10.2.2.40)$$

კარტოგრაფიაზე, გარდა შავი და წითელი (ფრჩხილებში) ნიშნულებისა, იწერება მუშა ნიშნულებიც (8) ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ მიწაჭრილს (თხრილს) შეესაბამება უარყოფითი სამუშაო ნიშნული და აღინიშნება უარყოფითი (მინუს) ნიშნით, ხოლო ყრილს შეესაბამება დადებითი სამუშაო ნიშნული, რაც აღინიშნება დადებითი (პლუს) ნიშნით, სადაც $h_{წ} = h_{ა}$ სამუშაო ნიშნული უდრის ნულს ($h_{წ} - h_{ა} = 0$) და იწოდება ნულოვანი სამუშაოების წერტილებად. მათი მდებარეობა (8) ნახაზის იმ გვერდებზე ან დიაგონალზე, რომელთაც ბოლოების სამუშაო ნიშნულები ურთიერთ-

განსხვავებული ნიშნისა აქეთ (ანუ როცა კვადრატების წვეროების სამუშაო ნიშნულებს აქეთ სხვადასხვა ნიშნები), გამოითვლება ფორმულით

$$x = \frac{|h_x| \cdot L_n}{|h_x| + |h_y|} \quad (10.2.2.41)$$

კარტოგრაფაზე ნულოვანი სამუშაოების წერტილების შემაერთებელ ხაზს ეწოდება ნულოვანი სამუშაოების ხაზი, რომელიც წარმოადგენს საზღვარს მიწაპირისა და ყრილს შორის.

კარტოგრაფის შექმნის შესახებ ზემოაღნიშნული ეხება მოედნის ტექნიკური ნიველობის ყველა მეთოდს, გარდა კვადრატების მეთოდისა, რადგანაც ამ შემთხვევაში თვით ნიველობისათვის საჭირო კვადრატების ბაღე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კარტოგრაფად.

ზოგი მკვლევარი კარტოგრაფად კვადრატების ბადის ნაცვლად იყენებს მართკუთხედების ბადეს. ეს, ჩვენი აზრით, მიღებულია, ვინაიდან, საერთოდ რთულდება მიწის სამუშაოების ანალიზური გამოთვლები და ხელის შემშლელია ბადის ადგილზე აგება; კვადრატები შედარებით ადვილად ერგება ქარხნების სამშენებლო კილომეტრულ ბაღეების ღერძებს, რომლითაც სრულდება მოედნების ნიველობა კვადრატების მეთოდით (იგი თვით კარტოგრაფაა); კვადრატების ბადით ადვილია შესრულებული სამუშაოების სისტემატური აღრიცხვა და სხვა.

კარტოგრაფის გამოყენებით მიწის სამუშაოების მოცულობების დადგენა ხდება სამკუთხედების, ოთხკუთხედების და განივი კვეთების მეთოდებით.

1. სამკუთხედების მეთოდი [8]

სამკუთხედების, ანუ სამკუთხა პრიზმების, მეთოდით განვსაზღვროთ (9) ნახაზზე წარმოდგენილი $ABCD$ ტერიტორიის მიწის სამუშაოების მოცულობა. რელიეფი ერთი მეტრი კვეთის სიმაღლის მიხედვით შედგენილია არაკვადრატების მეთოდით.

1. ჩავსვამთ 1:500 მასშტაბიანი გეგმის x და y ღერძებს შორის კარტოგრაფას, ანუ 50 მეტრიანი გვერდების მქონე კვადრატების ბადეს;

2. მივიღოთ ვერტიკალური დაპროექტების (გამოსავალ სასიმაღლო) წერტილად A , ანუ $a=4$ წერტილი, რომლის საპროექტო ნიშნული იყოს $H_0=(23,5)$; საპროექტო დაქანება A წერტილიდან D წერტილისაკენ $i_1 = +0.002$ და A -დან B -საკენ $i_2 = -0.004$;

3. ჩასმული კვადრატების წვიროებზე გატარებული უდიდესი ვარდნილობის ხაზის ინტერპოლაციით განვსაზღვრავეთ ამ წერტილების შავ ნიშნულებს, რომელთა ოდენობები მიწერილია ყოველ წვეროზე (25.0, 24.3, 23.4, 22.5 ...).

4. ვსაზღვრავეთ იმავე წვეროების საპროექტო ნიშნულებს ფორმულით

$$H_N = H_0 + dx \cdot i_1 + dy \cdot i_2, \quad (10.2.2.42)$$

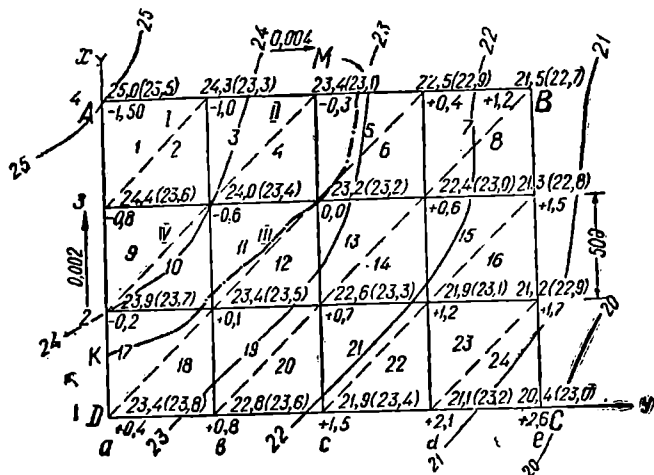
სადაც N არის წვეროს ნომერი;

H_0 — საპროექტო (გამოსავალი) ნიშნული, ანუ $H_{n_0} = (23,5$ მ);

dx — მანძილი x ღერძის მიმართულებით A -დან N წერტილამდე;

dy — მანძილი y ღერძების მიმართულებით A -დან N წერტილამდე;

$i_1 = +0,002$ — მოედნის საპროექტო ქანობი x ღერძის მიმართულებით;
 $i_2 = -0,004$ — მოედნის საპროექტო ქანობი y ღერძის მიმართულებით.



ნახ. 10.2.2.9.

მაგალითად, (42) ტოლობის შესაბამისად, საპროექტო ნიშნულები იქნება

$$\begin{aligned}
 H_{11} &= (23,5) - 50 \cdot 0,004 = (23,3); \\
 H_{14} &= (23,5) - 50 \cdot 2 \cdot 0,004 = (23,10); \\
 H_{17} &= (23,5) - 50 \cdot 3 \cdot 0,004 = (22,9); \\
 H_{20} &= (23,5) - 50 \cdot 4 \cdot 0,004 = (22,7); \\
 H_{23} &= (23,5) + 50 \cdot 0,002 = (23,6); \\
 H_{26} &= (23,5) - 50 \cdot 0,004 + 50 \cdot 0,002 = (23,4); \\
 H_{29} &= (23,5) - 50 \cdot 2 \cdot 0,004 + 50 \cdot 0,002 = (23,2); \\
 H_{32} &= (23,5) - 50 \cdot 3 \cdot 0,004 + 50 \cdot 0,002 = (23,0); \\
 H_{35} &= (23,5) - 50 \cdot 4 \cdot 0,004 + 50 \cdot 0,002 = (22,8); \\
 H_{38} &= (23,5) + 50 \cdot 2 \cdot 0,002 = (23,7); \\
 H_{41} &= (23,5) - 50 \cdot 0,004 + 50 \cdot 2 \cdot 0,002 = (23,5); \\
 H_{44} &= (23,5) - 50 \cdot 2 \cdot 0,004 + 50 \cdot 2 \cdot 0,002 = (23,3); \\
 H_{47} &= (23,5) - 50 \cdot 3 \cdot 0,004 + 50 \cdot 2 \cdot 0,002 = (23,1); \\
 H_{50} &= (23,5) - 50 \cdot 4 \cdot 0,004 + 50 \cdot 2 \cdot 0,002 = (22,9); \\
 H_{53} &= (23,5) + 50 \cdot 3 \cdot 0,002 = (23,8); \\
 H_{56} &= (23,5) - 50 \cdot 0,004 + 50 \cdot 3 \cdot 0,002 = (23,6); \\
 H_{59} &= (23,5) - 50 \cdot 2 \cdot 0,004 + 50 \cdot 3 \cdot 0,002 = (23,4); \\
 H_{62} &= (23,5) - 50 \cdot 3 \cdot 0,004 + 50 \cdot 3 \cdot 0,002 = (23,2); \\
 H_{65} &= (23,5) - 50 \cdot 4 \cdot 0,004 + 50 \cdot 3 \cdot 0,002 = (23,0).
 \end{aligned}$$

მიღებული წითელი (საპროექტო) ნიშნულები ფრჩხილებში მიწერილია ყოველ წვეროს შავი ნიშნულების მარჯვნივ.

5. (42) ტოლობით გამოთვლილი მუშა ნიშნულები მოცემულია (3) სქემაში-

სქემა 10.2.2.3

კვადრატების წვეროები	ნიშნულება			კვადრატების წვეროები	ნიშნულება		
	შავი (H_2)	საპროექტო H_5	$h_3 = H_5 - H_2$		შავი (H_2)	საპროექტო (წითელი) H_5	მუშა $h_3 = H_5 - H_2$
a1	23,4	23,8	+0,4	c3	23,2	23,2	0,0
a2	23,9	23,7	-0,2	c4	23,4	23,1	-0,3
a3	24,4	23,6	-0,8	d1	21,1	23,2	+2,1
a4	25,0	23,5	-1,5	d2	21,9	23,1	+1,2
b1	22,8	23,6	+0,8	d3	22,4	23,0	+0,6
b2	23,4	22,5	-0,9	d1	22,5	22,9	+0,4
b3	24,0	23,4	-0,6	e1	20,4	23,0	+2,6
b4	24,3	23,3	-1,0	e2	21,2	22,9	+1,7
c1	21,9	23,4	+1,5	e3	21,3	22,9	+1,5
c2	22,6	23,3	+0,7	e4	21,5	22,7	+1,2

6. გვატაროთ ყოველ კვადრატში წყვეტილი ხაზებით დიაგონალები, რის შედეგად მივიღებთ 24 სამკუთხედს;

7. (9) ნახაზის მიხედვით ნულოვანი სამუშაოების ხაზი გადაკვეთს იმ კვადრატის გვერდს, რომლის ბოლოების მუშა ნიშნულები არის სხვადასხვა ნიშნის. ამ წერტილების დასანიშნავად ვსარგებლობთ (41) ტოლობით; მაგალითად, MK ნულოვანი სამუშაოების ხაზის დაშორება D წერტილიდან მეჩვიდმეტე სამკუთხედში (41) ფორმულით იქნება

$$DK = \frac{50 \times 0,4}{0,4 + 0,2} = 33,3 \text{ მ}; \text{ ხოლო } a2 \text{ და } b2 \text{ გვერდზე იქნება } \frac{50 \times 0,2}{0,2 + 0,1} = 33,3 \text{ მ};$$

$$b2 - b3 \text{ გვერდზე } = \frac{50 \times 0,1}{0,1 + 0,6} = 7,1; \text{ } c4 - d4 \text{ გვერდზე } = \frac{50 \times 0,3}{0,3 + 0,4} = 21 \text{ მ}.$$

მაშასადამე, გვემაზე (17,10, 11 და 5 სამკუთხედებში) გატარებულ იქნა ნულოვანი სამუშაოების KM ხაზი, რომლის ზემოთ მიწა იქნება მოსაკრეელი და ქვემოთ კი დასაყრელი;

8. ვაწარმოებთ KM ნულოვანი სამუშაოების ხაზის ზემოთ და ქვემოთ მოსაკრეელი და დასაყრელი მიწის მოცულობების გამოთვლებს მთლიანად სამკუთხედებისათვის შემდეგი ფორმულით:

$$V = \frac{1}{2} a^2 \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} \quad (10.2.2.43)$$

სადაც h_1, h_2, h_3 არის კვადრატის, ანუ მასში ჩასმული სამკუთხედის, წვეროების სამუშაო ნიშნულები;

a — კვადრატის გვერდები (სამკუთხედის, კათეტები).

მაგალითად,

$$V_1 = \frac{1}{2} 50^3 \frac{(-1,5-1,0-0,8)}{3} = -416,7 \cdot 3,3 = -1375 \text{ მ}^3;$$

$$V_2 = 416,7 \cdot (-0,6-0,8-1,0) = -1000 \text{ მ}^3;$$

$$V_3 = 416,7 \cdot (-1,0-0,3-0,6) = -792 \text{ მ}^3;$$

$$V_4 = 416,7 \cdot (0,0-0,6-0,3) = -375 \text{ მ}^3;$$

$$V_5 = 416,7 \cdot (-0,8-0,6-0,2) = -667 \text{ მ}^3;$$

მთლიან სამკუთხედებში თხრილი იქნება $-1375-1000-792-375--667 = -4209 \text{ მ}^3$.

მთლიან სამკუთხედებში შესაბამისი ყრილის მოცულობა კი იქნება

$$V_6 = 416,7 \cdot (0,0+0,4+0,6) = +417 \text{ მ}^3;$$

$$V_7 = 416,7 \cdot (0,4+1,2+0,6) = +917 \text{ მ}^3;$$

$$V_8 = 416,7 \cdot (0,6+1,2+1,5) = +1375 \text{ მ}^3;$$

$$V_{10} = 416,7 \cdot (0,1+0,0+0,7) = +333 \text{ მ}^3;$$

$$V_{10} = 416,7 \cdot (0,7+0,0+0,6) = +542 \text{ მ}^3;$$

$$V_{14} = 416,7 \cdot (0,7+0,6+1,2) = +1042 \text{ მ}^3;$$

$$V_{10} = 416,7 \cdot (1,2+0,6+1,5) = +1375 \text{ მ}^3;$$

$$V_{18} = 416,7 \cdot (1,2+1,5+1,7) = +1833 \text{ მ}^3;$$

$$V_{18} = 416,7 \cdot (0,4+0,1+0,8) = +542 \text{ მ}^3;$$

$$V_{10} = 416,7 \cdot (0,8+0,1+0,7) = +667 \text{ მ}^3;$$

$$V_{20} = 416,7 \cdot (0,8+0,7+1,5) = +1250 \text{ მ}^3;$$

$$V_{21} = 416,7 \cdot (1,5+0,7+1,2) = +1417 \text{ მ}^3;$$

$$V_{21} = 416,7 \cdot (1,5+1,2+2,1) = +2000 \text{ მ}^3;$$

$$V_{23} = 416,7 \cdot (2,1+1,2+1,7) = +2084 \text{ მ}^3;$$

$$V_{24} = 416,7 \cdot (2,1+1,7+2,6) = +2667 \text{ მ}^3;$$

მთლიან სამკუთხედებში შესაბამისი ყრილი იქნება

$$417 + 917 + 1375 + 333 + 542 + 1042 + 1375 + 1833 + 542 + 667 + \\ + 1250 + 1417 + 2000 + 2084 + 2667 = +18461 \text{ მ}.$$

შერეული სამკუთხედებია 17, 10, 11 და 5, რომლებშიც შედის ჰრილიც და თხრილიც. ამიტომ ჭერ ვარკვევთ ყოველი შერეული სამკუთხედის ბალანსს ანუ ჰრილისა და ყრილის მოცულობების სხვაობას, ფორმულით

$$V_{\text{ბალანსი}} = \frac{1}{3} \omega (h_1 + h_2 + h_3), \quad (10.2.2.44)$$

სიღაც h_1, h_2, h_3 არის შერეული სამკუთხედის კუთხეების სამეშაო ნიშნულები თავისი ნიშნებით (ჰრილი მინუსი და ყრილი პლუსი);
 ω — შერეული სამკუთხედის ფართობი; განხილად შემთხვევაში $\omega = \frac{a^2}{2}$.

შემდეგ ისაზღვრება კრილის ან ყრილის მოცულობა (პირამიდის) შერეული სამკუთხედის სამკუთხა ნაწილისათვის ფორმულით

$$V_{პრ}(ან V_{ყრ}) = \frac{1}{3} * \frac{h_3^2}{(h_1+h_2)(h_2+h_3)}, \quad (10.2.2.45)$$

სადაც h_1 , h_2 , h_3 აიღება აბსოლუტური მნიშვნელობებით; ფორმულებში h_3 შეიჩნევა ორი h_1 და h_2 სამუშაო ნიშნულების საწინააღმდეგო ნიშნით. მაგალითად, მეხუთე სამკუთხედში $h_1 = -0,3$; მეათეში $h_2 = +0,1$; მეთერთმეტეში $h_3 = -0,6$; და მეჩვიდმეტე შერეულ სამკუთხედში კი $h_3 = -0,2$.

გამოვთვალოთ (44) და (45) ფორმულებით შერეული სამკუთხედების მიწაპრილისა და მიწაყრილის მოცულობები.

№ 5 სამკუთხედში

$$V_{პრ} = \frac{1}{3} * \frac{50^2}{2} (0,4 + 0,0 - 0,3) = 416,7 * 0,1 = +42 \text{ მ}^3$$

$$V_{ყრ} = \frac{1}{3} * \frac{50^2}{2} \left(\frac{0,3^2}{(0,0+0,3)(0,4+0,3)} \right) = 416,7 * 0,13 = -54 \text{ მ}^3,$$

საიდანაც

$$V_{ყრ} = V_{პრ} - V_{ყრ} = +42 - (-54) = +96 \text{ მ}^3.$$

№ 10 სამკუთხედში

$$V_{პრ} = 416,7 * (-0,2 - 0,6 + 0,1) = 416,7 * (-0,7) = -292 \text{ მ}^3;$$

$$V_{ყრ} = 416,7 * \frac{0,1^2}{(-0,2+0,1)(0,6+0,1)} = 416,7 * 0,005 = +2 \text{ მ}^3,$$

საიდანაც

$$V_{ყრ} = V_{პრ} - V_{ყრ} = -292 - (+2) = -294 \text{ მ}^3;$$

№ 11 სამკუთხედში

$$V_{პრ} = 416,7 * (+0,1 + 0,0 - 0,6) = 416,7 * (-0,5) = -208 \text{ მ}^3,$$

$$V_{ყრ} = 416,7 * \frac{0,6^2}{(0,1+0,6)(0,0+0,6)} = 416,7 * 0,5 = +214 \text{ მ}^3,$$

საიდანაც

$$V_{ყრ} = V_{პრ} - V_{ყრ} = -208 - (+214) = -422 \text{ მ}^3;$$

№ 17 სამკუთხედში

$$V_{პრ} = 416,7 * (+0,1 + 0,4 - 0,2) = 416,7 * (+0,3) = +125 \text{ მ}^3,$$

$$V_{ყრ} = 416,7 * \frac{0,2^2}{(0,1+0,2)(0,4+0,2)} = 416,7 * (0,04) = -17 \text{ მ}^3,$$

საიდანაც

$$V_{ყრ} = V_{პრ} - V_{ყრ} = +125 - (-17) = +142 \text{ მ}^3.$$

როგორც ვხედავთ, მთლიან სამკუთხედებში მიწაპრილია 4209 მ³, მიწაყრილია 18461 მ³, შერეულ სამკუთხედებში მიწაპრილია 787 მ³, მიწაყრილია 456 მ³, სულ მიწაპრილია 4996 მ³, მიწაყრილია 18917 მ³.

II. კვადრატების შეთოება

ამ შემთხვევაში კვადრატებში დიაგონალების გატარება საკმარის არ არის ყოველ მთლიან კვადრატში მოსაპრელი (ნულოვანი სამუშაოების ხაზს შემოთ)

და დასაყრელი (ნულოვანი სამუშაოების ხაზს ქვემოთ) მიწის მოცულობა გამოთვლება ფორმულით

$$V_i = a^3 \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}, \quad (10.2.2.46)$$

სადაც a არის კვადრატის გვერდი (ანუ $a^2 = F$). (9) ნახაზის მიხედვით h_1, h_2, h_3, h_4 — ყოველი კვადრატის წვეროების სამუშაო ნიშნულები.

მაგალითად, (9) ნახაზის მიხედვით

$$V_1 \text{ კვადრატის } = a^3 \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} = 50^3 \frac{-1,5 - 1,0 - 0,6 - 0,8}{4} = -2438 \text{ მ}^3,$$

$$V_4 \text{ კვადრატის } = a^3 \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} = 50^3 \frac{0,4 + 1,2 + 1,5 - 0,6}{4} = +2313 \text{ მ}^3.$$

ანალოგიურად გამოითვლება დანარჩენი მოცულობები.

ახლა განვიხილოთ შერეული მესამე (5 და 6 სამკუთხედი) კვადრატის. მასში გაღის ნულოვანი სამუშაოების ხაზი, რომლითაც იგი გაყოფილია სამკუთხედად (ჭრილი) და ოთხკუთხედად (ყრილი). შესაბამისი ფართობები შეიძლება გამოვთვალოთ პლანიმეტრით ან გეომეტრიულადაც.

გეომეტრიულად გამოთვლისათვის ვიცით სამკუთხედის ზედა ფუძე მეშვიდე თანამიმდევრობაში გამოთვლილი $c4 - d4$ გვერდისათვის, რომელიც ტოლია 21 მეტრის, მაშასადამე.

$$V_{\text{სამკუთხედი}} = \frac{1}{2} 21 \times 50 \frac{-0,3}{3} = -53 \text{ მ}^3,$$

$$V_{\text{ოთხკუთხედი}} = \frac{50 + 29}{2} \times 50 \times \frac{0,4 + 0,6}{4} = +494 \text{ მ}^3.$$

ანალოგიურად გამოითვლება დანარჩენი შერეული კვადრატების შესაბამისი მიწის სამუშაოები.

განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით დადგენილია რომ სამკუთხედების მეთოდი უფრო ზუსტ შედეგს იძლევა, ვიდრე კვადრატების, მაგრამ უფრო შრომატევადია.

შეღარებით უფრო ზუსტ შედეგს ვიღებთ, თუ ნაგებობებს შორის ავაგებთ განივ პროფილებს საპროექტო ხაზისა და სამუშაო ნიშნულების ჩვენებით.

III. განივი კვეთების მეთოდი

განივი კვეთებს აღგენენ რელიეფის მახასიათებელ უბნებზე. როგორც ცნობილია, განივი კვეთებზე ატარებენ საპროექტო ხაზებს, რის შემდეგ საზღვრავენ მიწაჭრილისა და მიწაყრულის ფართობებს და ბოლოს ისაზღვრება მოცულობები ფორმულით

$$V_{I-II} = \frac{F_I + F_{II}}{2} l_{I-II}. \quad (10.2.2.47)$$

სადაც F არის ერთნაირი ნიშნის (— ან +) მქონე მეზობელი განივი კვეთების ფართობები;

l_{I-II} — განივი კვეთების ხაზებს შორის მანძილი.

საერთოდ, ნებისმიერი მეთოდის გამოთვლელი მოცულობები შეაქვთ უწყისში.

უწყისი

უბანი	მიწათხრილი			მიწაყრილი		
	F	ფორმულა	V	F	ფორმულა	V
1	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.
	Σ F _{თხრ}		Σ V _{თხრ}	Σ F _{ყრ}		Σ V _{ყრ}

D. გარუნებისა და ნულოვანი ბალანსები

ოვგორც ცნობილია, გრუნტის, ანუ მიწის მასივების ბალანსს უწოდებენ მოსაშანდაკებელ ტერიტორიაზე მიწაჭრილისა და მიწაყრილის ალგებრულ ჯამს. ამ ჯამს შეიძლება ჰქონდეს დადებითი ნიშანი, როცა საჭირო მიწაყრილი მეტია მიწაჭრილზე, რის გამო საშუალო მოედანზე უნდა შემოიზიდოს მიწა, ხოლო როცა ჯამს აქვს უარყოფითი ნიშანი, ეს ნიშნავს, მიღებული მოცულობის მიწა უნდა იქნეს გაზიდული საშუალო მოედნიდან. მაგალითად, (9) ნახაზზე მოყვანილი რელიეფის შესაბამისი ბალანსი იქნება დადებითი.

$$V_{\text{ბალანსი}} = V_{\text{გრილი}} + V_{\text{ყრილი}} = -4,598 \text{ მ}^3 + 18\,917 \text{ მ}^3 = +13\,919 \text{ მ}^3.$$

მაშასადამე, საშუალო მოედნის მოსაშანდაკებლად შემოიზიდული უნდა იქნეს 13 919 მ³ მიწა

იმ შემთხვევაში, როცა ხსენებული ჯამი ნულის ტოლია, ამბობენ, რომ ბალანსი არის ნულოვანი, რაც, რა თქმა უნდა, იმას ნიშნავს, რომ საჭირო H_0 საპროექტო (გამოსავალი, წითელი) ნიშნული შერჩეულია კარგად. H_0 საპროექტო ნიშნულის შესარჩევად იყენებენ სხვადასხვა მეთოდებს, როგორცაა:

1. ნულოვანი პორიზონტის მიმართ სტატიკური მომენტების მეთოდი

ამ მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა განხილავი ტერიტორია დაყოფილია სხვადასხვა კონფიგურაციისა და ოდენობის ელემენტარულ უბნებად. მოსაშანდაკებელი დონე, ანუ საპროექტო ნიშნული, გამოითვლება შავი ნიშნულების საფუძველზე შემდეგი ფორმულებით:

$$H_0 = H_{\text{საშ}} = \frac{\sum H_{i\text{საშ}} \cdot F_i}{\sum F_i}, \quad (10.2.2.48)$$

სადაც i არის ელემენტარული უბნის ნომერი;

$H_{i\text{საშ}}$ — ელემენტარული უბნების შავი ნიშნულების საშუალო, რომელთა ოდენობებს ანგარიშობენ კვადრატებისათვის (მართკუთხედებისათვის) $\frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}$ და სამკუთხედებისათვის $\frac{H_1 + H_2 + H_3}{3}$

დამოკიდებულებებით;

E_i — ელემენტარული უბნების ფართობები;

$\sum E_i$ — მოსაშანდაკებელი ტერიტორიის ფართობი.

γ II. შავი ნიშნულების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობებს მეთოდი აქ იგულისხმება, რომ F_i ელემენტარული უბნების ფართობები ურთიერთტოლია; მაშასადამე, ეს მეთოდი წარმოადგენს წინა მეთოდის კერძო შემთხვევას და (48) ფორმულა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$H_0 = H_{\text{საშ}} = \frac{|\Sigma H_i \cdot F_i|}{n \cdot F_i} = \frac{\Sigma H_i \cdot \text{საშუალო}}{n}, \quad (10.2.2.49)$$

სადაც n არის ელემენტარული უბნების რაოდენობა. (9) ნახაზის მიხედვით $n = 12$.

მაგალითად. (9) ნახაზის კვადრატების მიხედვით

$$H_{1 \text{ საშ}} = \frac{25,0 + 24,3 + 24,0 + 24,4}{4} = 24,4;$$

$$H_{2 \text{ საშ}} = \frac{24,3 + 23,4 + 23,2 + 24,0}{4} = 23,7;$$

$$H_{3 \text{ საშ}} = \frac{23,4 + 22,5 + 22,4 + 23,2}{4} = 22,9;$$

$$H_{4 \text{ საშ}} = \frac{22,5 + 21,5 + 21,3 + 22,4}{4} = 21,9;$$

$$H_{5 \text{ საშ}} = \frac{24,4 + 24,0 + 23,4 + 23,9}{4} = 23,9;$$

$$H_{6 \text{ საშ}} = \frac{24,0 + 23,2 + 22,6 + 23,4}{4} = 23,3;$$

$$H_{7 \text{ საშ}} = \frac{23,2 + 22,4 + 21,9 + 22,6}{4} = 22,5;$$

$$H_{8 \text{ საშ}} = \frac{22,4 + 21,3 + 21,2 + 21,9}{4} = 21,7;$$

$$H_{9 \text{ საშ}} = \frac{23,9 + 23,4 + 22,8 + 23,4}{4} = 23,4;$$

$$H_{10 \text{ საშ}} = \frac{23,4 + 22,6 + 21,9 + 22,8}{4} = 22,7;$$

$$H_{11 \text{ საშ}} = \frac{22,6 + 21,9 + 21,1 + 21,9}{4} = 21,9;$$

$$H_{12 \text{ საშ}} = \frac{21,9 + 21,2 + 20,4 + 21,1}{4} = 21,2.$$

(49) ფორმულით

$$H_0 = H_{\text{საშ}} = \frac{273,6 \text{ მ}}{12} = 22,8 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, საპროექტო ნიშნული 23,5 მეტრის ნაცვლად რომ მიგველო 22,8 მ, ბალანსი დაახლოებით გამოვიღოდა ნულოვანი. (49) ფორმულაში სამკუთხედების წვეროების შავი ნიშნულები რომ გამოგვეყენებოდა უფრო ზუსტ შედეგს მივიღებდით.

ახლა განვიხილოთ (9) ნახაზი სამკუთხედების მიხედვით, ვ. ი. $n=24$.

$$H_1 = \frac{25,0 + 24,30 + 24,4}{8} = 24,6;$$

$$H_2 = \frac{24,3 + 24,0 + 24,4}{3} = 24,2;$$

$$H_3 = \frac{24,3 + 23,4 + 24,0}{3} = 23,9;$$

$$H_4 = \frac{23,4 + 23,2 + 24,0}{3} = 23,5;$$

$$H_5 = \frac{23,4 + 22,5 + 23,2}{3} = 23,0;$$

$$H_6 = \frac{22,5 + 22,4 + 23,2}{3} = 22,7;$$

$$H_7 = \frac{22,5 + 21,5 + 22,4}{3} = 22,1;$$

$$H_8 = \frac{21,5 + 21,3 + 22,4}{3} = 21,7;$$

$$H_9 = \frac{24,4 + 24,0 + 23,9}{3} = 24,1;$$

$$H_{10} = \frac{24,0 + 23,4 + 23,9}{3} = 23,9;$$

$$H_{11} = \frac{24,0 + 23,2 + 23,4}{3} = 23,5;$$

$$H_{12} = \frac{23,2 + 22,6 + 23,4}{3} = 23,1;$$

$$H_{13} = \frac{23,2 + 22,4 + 22,6}{3} = 22,7;$$

$$H_{14} = \frac{22,4 + 21,9 + 22,6}{3} = 22,3;$$

$$H_{15} = \frac{22,4 + 21,3 + 21,9}{3} = 21,9;$$

$$H_{16} = \frac{21,3 + 21,2 + 21,9}{3} = 21,5;$$

$$H_{17} = \frac{23,9 + 23,4 + 23,4}{3} = 23,6;$$

$$H_{18} = \frac{23,4 + 22,8 + 23,4}{3} = 23,2;$$

$$H_{19} = \frac{23,4 + 22,6 + 22,8}{3} = 22,9;$$

$$H_{20} = \frac{22,6 + 21,9 + 22,8}{3} = 22,4;$$

$$H_{21} = \frac{22,6 + 21,9 + 21,9}{3} = 22,1;$$

$$H_{22} = \frac{21,9 + 21,1 + 21,9}{3} = 21,6.$$

$$H_{23} = \frac{21,9 + 21,2 + 21,1}{3} = 21,4.$$

$$H_{24} = \frac{21,2 + 20,4 + 21,1}{3} = 20,9.$$

ჯამი 275,8

ჯამი 271,0

(44) ფორმულით

$$H_0 = H_{\text{სა}} = \frac{546,8}{24} = 22,8 \text{ მ.}$$

(9) ნახაზისათვის, როცა კარტოგრამა კვადრატებს წარმოადგენს, (49) ფორმულა შეიძლება ასე დაგვეწერა:

$$H_0 = H_{\text{სა}} = \frac{\sum H_i}{4n}, \quad (10.2.2.50)$$

ანუ, განვიხილოთ შემთხვევაში

$$H_0 = H_{\text{სა}} = \frac{1094,4}{4 \times 12} = 22,8 \text{ მ.}$$

სამკუთხედებისათვის იქნებოდა

$$H_0 = H_{\text{სა}} = \frac{\sum H_i}{3n}, \quad (10.2.2.51)$$

ანუ

$$H_0 = H_{\text{სა}} = \frac{1640,4}{3 \times 24} = 22,8 \text{ მ.}$$

III. კვადრატების მეთოდი

განვიხილოთ (9) ნახაზი. ამ ნახაზში I კვადრატის ზედა მარცხენა კუთხის შავი ნიშნული $H_1 = 25,0$ მ. შევა ამ კვადრატის $H_{სა}$ განსაზღვრის დროს ერთხელ, მაშასადამე, მისი წონა იქნება ერთი (ასეთივეა მთელი ტერიტორიის კუთხური კვადრატების წვეროების 21,5; 20,4; 23,4 ნიშნულები). I და II კვადრატის შავი $H_2 = 24,3$ მ ნიშნული არის საერთო ორივე კვადრატისათვის და ამ კვადრატების $H_{სა}$ ნიშნულის დადგენისათვის გაანგარიშებაში შევა ორჯერ. მაშასადამე, მისი წონა არის ორი (ასეთივეა ტერიტორიის ანალოგიური ათი ნიშნული). ხოლო შავი ნიშნული 24,0 არის საერთო ოთხი (I, II, III, IV) კვადრატისათვის და ამ კვადრატების $H_{სა}$ ნიშნულის განსაზღვრისათვის გაანგარიშებაში შევა ოთხჯერ (ასეთივეა ტერიტორიის ანალოგიური ექვსი ნიშნული. მაშასადამე, ყოველი მათგანის წონაა ოთხი).

რ შემოსენებული მსჯელობის საფუძველზე შეიძლება დაიწეროს განხილადი ტერიტორიისათვის წითელი (გამოსავალი) ნიშნულის გამოსათვლელი წონითი საშუალოს მსგავსი ფორმულა ზოგადი სახით:

$$H_0 = H_{საშუალო} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n}, \quad (10.2.2.52)$$

სადაც H_1 არის განხილადი ტერიტორიის განაპირა კუთხეების შავი ნიშნულები (25,0; 21,5; 20,4; 23,4);

H_2, H_3, H_4 — იმ კუთხეების შავი ნიშნულები; სადაც ებმიან შესაბამისი ელემენტარული უბნები (ორი, სამი, ოთხი კვადრატი). (9) ნახაზზე სამი კვადრატის გადაბმა არ ხდება;

n — კვადრატების რაოდენობა;

4 — ყოველ კვადრატში კუთხეების შავი ნიშნულების რაოდენობა.

მაგალითად, (9) ნახაზის მიხედვით (52) ფორმულა ასე დაიწერება:

$$\begin{aligned} H_0 = H_{საშუალო} &= \frac{(25,0 + 21,5 + 20,4 + 23,4) + 2(24,3 + 23,4 + 22,5 + 21,3 + 21,2 + \\ &+ 21,1 + 21,9 + 22,8 + 23,9 + 24,4) + 4(24,0 + 23,2 + 22,4 + 21,9 + 22,6 + 23,4)}{4 \times 12} = \\ &= \frac{90,3 + 453,6 + 550,2}{48} = 22,8 \text{ მ.} \end{aligned}$$

განხილად (9) ნახაზში (52) ფორმულის $3\sum H_3$ წევრი არ არის.

IV. სამკუთხედების მეთოდი

სრულიად ანალოგიური მიდგომით დაიწერება (9) ნახაზის მიხედვით საპროექტო (გამოსავალი) H_0 ნიშნულების განსასაზღვრელი წონითი საშუალოს მსგავსი ზოგადი ტოლობა

$$H_0 = H_{\text{საშ}} = \frac{\Sigma H_1 + 2 \Sigma H_2 + 3 \Sigma H_3 + 4 \Sigma H_4 + 5 \Sigma H_5 + 6 \Sigma H_6}{3n}, \quad (10.2.2.53)$$

სადაც H_1 არის განაპირა, ანუ A და C კუთხის შავი ნიშნულები (25, 0, 20, 4);

H_2, H_3, H_4, H_5, H_6 არის შავი ნიშნულები იმ წვეროებისა, სადაც ურთიერთს ებმება 1, 2, 3, 4, ... სამკუთხედები;

n — სამკუთხედების რაოდენობა; 3 — ყოველ სამკუთხედში შავი ნიშნულების რაოდენობა.

მაგალითად, (53) ფორმულის მიხედვით, (9) ნახაზიდან დაიწერება

$$\Sigma H_1 = 25,0 + 20,4 = 45,4 \text{ მ}; \quad 2 \Sigma H_2 = 2(21,5 + 23,4) = 89,8;$$

$$3 \Sigma H_3 = 3(24,3 + 23,4 + 22,5 + 21,3 + 21,2 + 21,1 + 21,9 + 22,8 + 23,9 + 24,4) = 680,4 \text{ მ};$$

$$6 \Sigma H_6 = 6(24,0 + 23,2 + 22,4 + 23,4 + 22,6 + 21,9) = 825 \text{ მ}.$$

$$H_0 = H_{\text{საშ}} = \frac{45,4 + 89,8 + 680,4 + 825}{3 \times 24} = \frac{1640,6}{72} = 22,8 \text{ მ}.$$

აქაც არ არის (53) ტოლობის $4 \Sigma H_4$ და $5 \Sigma H_5$ წევრები.

V. ვერტიკალური დაპროექტების სიბრტყის ადგილზე მოშანდაკების მეთოდი

ცნობილია, რომ ატმოსფერული ნალექების აცლების საჭიროების გამო ფაქტობრივად სამშენებლო ტერიტორიებს აძლევენ არანაკლებ 0,002 ოდენობის ქანობს. რელიეფის მიხედვით მოედანს აკეთებენ ცალფერდა ქანობიანს. მიმართულს მოედნის ერთ-ერთი ღერძის მართობულად, ორფერდა ქანობიანს. მიმართულს მოედნის ორი ღერძის მართობულად ან მოედნის ღერძისადმი დახრილი მიმართულებით (იხ. 9 ნახაზი). როცა საჭიროა მოედანი მოშანდაკებულ იქნეს პორიზონტულად (თარაზულად), წითელი ნიშნულები უნდა იქნეს ტოლი-ხოლო როცა საჭიროა მოედნის დახრილ სიბრტყეში მოშანდაკება, საწყისი H_0 წითელი (საპროექტო) ნიშნული უნდა იქნეს მოცემული იმ ღერძისა, რომელიც მართობია ქანობის მიმართულებისა. წითელ ნიშნულებს გამოთვლიან (42) ფორმულით (იხ. 10.4).

ფაქტობრივად გამოთვლით მიღებული ნულოვანი ბალანსი არ სრულდება. რადგანაც მკერავ მდგომარეობაში მყოფი მიწა ყოველთვის ნაკლებია მისი კრილის (ნაყარის) მოცულობასთან შედარებით და მოშანდაკებების დროს ირღვევა ბალანსის ნულისადმი ტოლობა დაჩენილი (ქარბი) მიწა ტოლია მოთხრილი მიწის მოცულობისა და გაფხვიერების კოეფიციენტის ნამრავლისა. მიწის ამ მოცულობას. მოედნიდან ვაზიდავენ ან მოაშანდაკებენ, რის შედეგად შეიცვლება საპროექტო ნიშნული Δh ოდენობით.

VI. ნარჩენი მიწით მოედნის მოშანდაკების გამო საპროექტო ნიშნულებში Δh შეხწორების განსაზღვრა. კრებსითი ბალანსი

საერთო შესწორებას განსაზღვრავენ შემდეგი სახის მიახლოებით ფორმულით:

$$\Delta h = \frac{V_{\text{გან.ობრ.}} \cdot K_0 + V_{\text{ობრ.}}(1-K_0) - V_{\text{ყრ.}} \frac{1}{1-K_0}}{F_{\text{მთლიან გეროდ.}} + F_{\text{ობ.ობრ.}} \cdot K_0}, \quad (10.2.2.54)$$

სადაც $V_{\text{გან.ობრ.}}$ არის მოსაშანდაკებელ მოედანზე მოსათხრელი მიწის გეომეტრიული მოცულობა;

K_0 — მიწის ნარჩენი ფხვიერადობის ოდენობა, ათწილადებში;

$V_{\text{ობრ.}}$ — მოედანზე მიწის დამატებითი თხრილით შესრულებული გეომეტრიული მოცულობა;

$V_{\text{ყრ.}}$ — მოედანზე მიწის დამატებითი ყრილით შესრულებული გეომეტრიული მოცულობა;

$F_{\text{მთლიან გეროდ.}}$ — მთლიანი მოსაშანდაკებელი ტერიტორია;

$F_{\text{ობ.ობრ.}}$ — ტერიტორიის ის მოედანი, სადაც სრულდება თხრილი ტერიტორიის მოსაშანდაკებლად.

პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს $V_{\text{გან.ობრ.}}$ და $V_{\text{ობ.ობრ.}}$ რისთვისაც მოსაშანდაკებელ საპროექტო ნიშნულად (ქანობის მხედველობაში მიღებით) უნდა მივიღოთ ადრე განსაზღვრული $H_0 = H_{\text{გან.ობრ.}} \cdot V_{\text{ობრ.}}$; $V_{\text{ყრ.}}$ ოდენობის განსაზღვრა ხდება წინა მუხლებში მიღებული ფორმულებით; K_0 -ს იღებენ დამტკიცებული ნორმების ცნობარებიდან, რისთვისაც პროცენტები გადაჰყავთ ათწილადებში. როცა Δh დადებითია, ადრე მიღებული გამოსავალი H_0 ნიშნული უნდა გაიზარდოს, ხოლო როცა იგი უარყოფითია, საპირი იქნება გამოსავალი ნიშნულის შემცირება. ცხადია, ამ შეცვლილი გამოსავალი საგეგმო ნიშნულის საფუძველზე უნდა შეიცვალოს მოსაშანდაკებელი ტერიტორიის ყველა ადრე განსაზღვრული საპროექტო ნიშნულის ოდენობა კორექტირებული გამოსავალი და სამუშაო ნიშნულები მიეწერება ქვემოდან მათ ადრე განსაზღვრულ ოდენობებს. დაბოლოს, ამ კორექტირებული ოდენობების საფუძველზე გატარდება ნულოვანი სამუშაოების ხაზი და გამოითვლება მიწაყრულებსა და თხრილების ახალი ოდენობები, რაც მოგვეცემს ნულოვან ბალანსს.

ზემომოყვანილი ყველა მოცულობების საბოლოოდ დადგენილი მასალა შეაქვთ მიწის სამუშაოების კრებსით ბალანსში.

ბალანსი დადებითია, როცა $\Pi < P$, უარყოფითია, როცა $\Pi > P$, ნულოვანია, როცა $\Pi = P$. შემოსავალსა და გასავალს შორის ნულოვანი ბალანსიდან გადახრა დასაშვებია 5% ფარგლებში. ტერიტორიის გეგმაზე ნულოვანი ხაზიდან მოშორებით შტრიხებით გამოჰყოფენ მოედანს, რომლის შესაბამისი სამუშაოების მოცულობა ტოლი იქნება დანაკლისი თხრილის ან ყრილის მოცულობასა.

გრუნტის შემოსავალი			დაგების დღეები	გრუნტის გასავალი			მოპირაგებების წესი
სამ რაგზე	ობიექტის დასახელება	მოცულობა		სამ რაგზე	ობიექტის დასახელება	მოცულობა	
						მოდული	
1	მოშანდაკებითი თხრილი	A	—	1	მოშანდაკებითი ყრილი	B	$\frac{B}{1+E_0}$
2	დამატებითი თხრილები (ტრანშეები, ქვაბული და სხვა)	B	—	2	დამატებითი ყრილი (მათ შორის უბუბუში ზაყრიც)	Г	$\frac{Г}{1+E_0}$
		$\Pi = A + B$				$P = (B + Г) : (1 + E_0)$	

ე. ტერიტორიის მოსაშანდაკებლად გრუნტის გადაადგილების საშუალო მანძილის განსაზღვრა. ურილის ზად და ზადის მანძილების საშუალოების ოდენობა

მოშანდაკების დროს მიწის სამუშაოების შრომატევადობისა და ღირებულების განსაზღვრაში, გარდა მოცულობებისა ყურადსაღები ადგილი უჭირავს მიწათხრილის ყრილის ადვილამდე და პირიქით გადაადგილების საშუალო მანძილებს.

შედარებით შრომატევადი, მაგრამ მაღალი სიზუსტის მომცემია სტატისტიკური მომენტების მეთოდით ვერტიკალური დაპროექტების დროს ამ მეთოდით ისაზღვრება თხრილისა და ყრილის მოცულობების სიმძიმის ცენტრების კოორდინატები, რომლებიც იცვლებიან მათი ფუძეების მოედნების სიმძიმის ცენტრების მართკუთხა კოორდინატებით მოსაშანდაკებელ გეგმაზე გატარებული x და y ღერძების მიმართ (ნახ. 9).

რომელიმე ღერძის მიმართ მოცულობების კრებებითი სტატისტიკური მომენტი იქმნება ელემენტარული მოედნების ფარგლებში სამუშაოების მოცულობებისა და მათი ცენტრებიდან კოორდინატთა ღერძებამდე მანძილების ნამრავლების ჯამით განხილადი ტერიტორიის ფარგლებში.

როცა მოსაშანდაკებელი ტერიტორია რთული კონფიგურაციისაა, მას ყოფენ ელემენტარულ მოედნებად (კვადრატები, სამკუთხედები და სხვა) და საზღვრავენ ყოველი მათგანის სიმძიმის ცენტრს. შემდეგ მთელი ტერიტორიის თხრილის ან ყრილის მოცულობას ანაწილებენ ხსენებული ელემენტარული მოედნების პროპორციულად. მათი სიმძიმის ცენტრებიდან ხსენებულ (x და y) ღერძებამდე L_x, L_y მანძილებისა და ამ მოცულობების ნამრავლებით იქმნება მიწის სამუშაოების კერძო (ელემენტარული) სტატისტიკური მომენტები, როგორც

შემადგენლები განსაზღვრელი სტატიკური მომენტებისა. ამ დაყვანილი სიმძიმის ცენტრების საშუალო მანძილები გამოითვლება ფორმულებით

$$L_{x \text{ თხრ}} = \frac{\Sigma M_{x \text{ თხრ}}}{\Sigma V_{x \text{ თხრ}}}; \quad L_{y \text{ თხრ}} = \frac{\Sigma M_{y \text{ თხრ}}}{\Sigma V_{y \text{ თხრ}}};$$

$$L_{x \text{ ყრ}} = \frac{\Sigma M_{x \text{ ყრ}}}{\Sigma V_{x \text{ ყრ}}}; \quad L_{y \text{ ყრ}} = \frac{\Sigma M_{y \text{ ყრ}}}{\Sigma V_{y \text{ ყრ}}}, \quad (10.2.2.55)$$

სადაც $L_{x \text{ თხრ}}$ არის თხრილების ელემენტარული მოცულობების ცენტრებიდან აბსცისათა ღერძამდე l_{x_1}, l_{x_2}, \dots მანძილების ჯამი;

$L_{y \text{ თხრ}}$ — თხრილების ელემენტარული მოცულობების ცენტრებიდან ორდინატთა ღერძამდე l_{y_1}, l_{y_2}, \dots მანძილების ჯამი;

$L_{x \text{ ყრ}}$ — ყრილის ელემენტარული მოცულობების ცენტრებიდან აბსცისათა ღერძამდე l_{x_1}, l_{x_2}, \dots მანძილების ჯამი;

$L_{y \text{ ყრ}}$ — ყრილის ელემენტარული მოცულობების ცენტრებიდან ორდინატთა ღერძამდე l_{y_1}, l_{y_2}, \dots მანძილების ჯამი;

$\Sigma M_{x \text{ თხ}}, \Sigma M_{y \text{ თხ}}, \Sigma M_{x \text{ ყრ}}, \Sigma M_{y \text{ ყრ}}$ — აბსცისათა და ორდინატთა ღერძების მიმართ თხრილისა და ყრილის კრებსითი სტატიკური მომენტები;

$\Sigma V_{\text{თხ}}, \Sigma V_{\text{ყრ}}$ — მოშანდაკებისათვის საჭირო თხრილისა და ყრილის გადასაზიდი მოცულობების ჯამი.

გრუნტის გადასადგილებელი საშუალო მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$L_{\text{საშ}} = \sqrt{(L_{x \text{ თხრ}} - L_{x \text{ ყრ}})^2 + (L_{y \text{ თხრ}} - L_{y \text{ ყრ}})^2} \quad (10.2.2.56)$$

არსებობს შედარებით ნაკლები სიზუსტის მომცემი მეთოდებიც. ყ რ ი ლ ი ს შ რ ე და შ რ ი ს გამკვრივების სამუშაოების ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$F_{\text{გამკვ}} = \frac{V_{\text{ყრ}}}{h_{\text{გამკვ. სისქე}}}, \quad (10.2.2.57)$$

სადაც $F_{\text{გამკვ}}$ არის გამკვრივების კრებსითი მოედანი (მ^2).

$V_{\text{ყრ}}$ — ყრილის გეომეტრიული მოცულობა, რომელიც უნდა გამკვრივდეს (დაიტკეპნოს) (მ^3);

$h_{\text{გამკვ. სისქე}}$ — შრეების გამკვრივების სისქე, რომლის ოდენობა დამოკიდებულია გრუნტის სახეობასა და დამტკეპნი მანქანების სახეობაზე, (მ).

10. 2. 8. მიწის ნაგებობების მშენებლობის დროს გაოღეზიური მომსახურება

მიწის სამუშაოების დროს გეოდეზიური მომსახურების არსი ის არის, რომ ნიშნავენ ადგილზე თხრილების, ყრილების, რეზერვების, ნაყარების საზღვრებს; გადააქვთ ადგილზე როგორც გეგმიური, ისე სასიმალო საყრდენი წერტილები დამაგრებაში; საზღვრავენ მიწის მასების მოცულობებს და აკონტროლებენ მიწის სამუშაოების შესრულების ხარისხს.

მიწის ნაგებობების ლერძებისა და ნიშნულების ადგილზე გადატანის ძირითად ტექნიკურ დოკუმენტს წარმოადგენს დაკვალივითი სამუშაო ნახაზები, რომლებზეც ნაჩვენებია უნდა იყოს ხაზოვანი მანძილები ლერძებს შორის; ქვაბულებისა და ტრანშეების სიგანე, სიღრმე; საძირკვლების ნიშნულები; გზის ვაკის სიგანე და გვერდები; გრძივი და განივი ქანობები.

მიწის ნაგებობების დასაკვალავ ნიშნებს აყენებენ სამუშაო ზონის გარეთ, იმ ანგარიშით, რომ ნაგებობის საექსპლუატაციოდ ჩაბარების დროს შეიძლებოდეს მათი გამოყენება. გეოდეზიური მომსახურების ერთ-ერთი ძირითადი დანიშნულებაა, არ იქნეს დაშვებული გრუნტის მეტნაკლებობა მიწის ნაგებობათა გვერდებზე და ფსკერზე. ასევე მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ გეოდეზისტები მიწის ნაგებობათა საექსპლუატაციოდ გადაცემის ან მომავალი მშენებლობის ეტაპების გაგრძელებისათვის ვარგისიანობის დადგენის საქმეში. გეოდეზიური საკონტროლო სამუშაოების სახეობა დგინდება იმის მიხედვით, თუ რას წარმოადგენს მიწის ნაგებობები. მაგალითად, შესრულებული თხრილის ან ყრილის მიღების დროს უნდა შემოწმდეს თხრილების კიდებისა და ფსკერის ნიშნულები და სხვა წყალსარიდი ღონისძიებები; გვერდების დაქანებები; წყალსადინარების განივი ზომები; ნაგებობის ლერძების გეგმური და სასიმალო განლაგების სისწორე; გვერდების დამაგრების სანდობა: რეზერვების, ნაყარის, ბუკებისა და ზედა თხრილების განლაგებისა და გაფორმების სისწორე და გაკონტროლდეს არსებობას თუ არა ფარული სამუშაოების შესრულების აქტები.

ანალოგიურად მოწმდება ქვაბულების, ტრანშეების, ნაგებობებისა და ტერიტორიის მოშანდაკებითი სამუშაოები.

მიწის სამუშაოების დროს ტექნიკური პირობებიდან დასაშვები გადახრები მოყვანილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 10.2.3.1

1	სამუშაოს დასახელება	დასაშვები გადახრები	
		ხაზოვანი ვიწრო-მილებში ან % -ში	ნიშნულები (სმ)
1	მიწის კაშხლის, საწვევ ქვიზის და ზღუდარის აგების დროს: თხემის ნიშნულებში ზემო სიგანეში	— 20 სმ	პროექტის მიხედვით
2	პილარონაგებობის ფუძის აგების დროს: ქვაბულებში: კლდოვანი გრუნტებით არაკლდოვანი გრუნტებით (გრუნტის დანაკლისი)	— —	პროექტის მიხედვით +5
3	არხების ნაგებობები გამაგებულები და გაუმაგრებელი გვერდებით და ფსკერით	პროექტით	პროექტით
4	ტერიტორიის მოშანდაკება: საპროექტო ქანობიდან ვიდებრა მოშანდაკებული ტერაქტორიის ნიშნულების გადახრა	0,001 —	— 5
5	რკინიგზისა და საავტომობილო გზების ვაკის: მიწის ვაკისის პირის ნიშნულების გადახრა მიწის ვაკისის შევიწროება	— დაუშვებელია	5 —

1	2	3	4
	გვერდების ქანობის გაზრდა . . .	ფივე	—
	კუვეიტების განივი ზომების გაზრდა . . .	ფივე	—
	ზემოთა თხრილების განივი ზომების შემცირება .	10 სმ	—
	ღრუნაუს განივი კვეთების გადახრა . . .	5%	—
	ზემო თხრილებისა და კუვეიტის ძირის გრძივი ქანობის გადახრა	0,0005	—
6	ყრილთ შექმნილი ზევის სივანის გადახრა . . .	15 სმ	—
	საიეტომობილო გზების აგების დროს მიწის ვარცხლის აგებაში:		
	გადახრა სივანეში	5 სმ	—
	" სიღრმეში	5%	—
	" განე ქანობში	0,5%	—
	" ფსკერის ნიშნულებში	—	5
	" გრძე ქანობში	0,5%	—
	" შილოვან დრენებს შორის მანძილში	50	—
7	მეტნაკლებობა ფსკერის გაღრმავების სამუშაოებში მრავალჩაშიანი მოწყობილობის გამოყენების დროს	—	30
	მიწასაწოვი მოწყობილობების დროს	—	40
	ერთიანი მოწყობილობის დროს	—	50

შ ე ნ ი შ ე ნ ა 1. გრუნტის უკმარნაკლებობა გამოისახება პლუსი ნიშნით;

2. მიწისათხრელი მანქანებით ტრანშეის ან ქვაბულის დამუშავების დროს გრუნტის უკმარნაკლებობა დასაშვებია 10 სანტიმეტრი. გრუნტის მეტნაკლებობა ტრანშეაში და ქვაბულებში პროექტით გათვალისწინებულ ოდენობას არ უნდა გადასცდეს. იმ ტრანშეებსა და ქვაბულებში, რომელთა საფუძველი საჭიროა დაიტკეპნოს, ამუშავებენ გრუნტის უკმარნაკლებობით პროექტიდან ნიშნულების განსხვავებით 0,25 — 0,6 მ. უკმარნაკლებობას ითვალისწინებენ პროექტით.

3. ქვაბულის ფსკერის ნიშნული შეიძლება გადაიხაროს ± 5 სმ.

დამთავრებული მიწის სამუშაოების ტექნიკურ დოკუმენტაციას წარმოადგენს:

1. კონსტრუქციული ელემენტების სამუშაო ნახაზები, რომლებზეც ნაჩვენები უნდა იყოს დასაშვები გადახრების ოდენობები და მშენებლობის პროცესში საჭირო შესწორებები;

2. სამუშაო ჟურნალი;

3. დაფარული სამუშაოების აქტები (ნიადავის წყლების არინება, გრუნტების შეცვლა და სხვა);

4. ნაგებობის გეოდეზიური დაკვალვის აქტი და მულმივი რეპერების უწყისი;

5. გრუნტების ლაბორატორიული გამოცდების აქტები;

მიწის სამუშაოების ჩაბარება-მიღება უნდა გაფორმდეს აქტით, რომლის შინაარსი უნდა მოიცავდეს შემდეგ საკითხებს:

1. იმ ტექნიკურ დოკუმენტაციას, რის მიხედვით შესრულებულ იქნა სამუშაოები;
2. გეოდეზიური კონტროლის რეზულტატები, რომლის საფუძველზეც იქნა მიღებული სამუშაოები;
3. ტობოგრაფიული, ჰიდროლოგიური და გრუნტების მონაცემები (გრუნტის წყლის დონეები, არის თუ არა მეწყრები და სხვა).
4. ჩამოთვლა იმ ნაკლებისა, რომლებიც საშიში არ არის ნაგებობის საექსპლუატაციოდ გადაცემისათვის, მაგრამ ლიკვიდირებული უნდა იქნეს მოკლე დროში.

10.2.4. სამშენებლო კონსტრუქციების აგების დროს საშირო ვაი-ღეიური სამუშაოები

თანამედროვე შენობებისა და ნაგებობის ასაწყობი კონსტრუქციებით შენების საქმე ყოველდღიურად უმჯობესდება და ფართოვდება თანამედროვე სამონტაჟო სამუშაოები ძირითადად სრულდება ნაკადური მეთოდით, სადაც მონაწილეობას იღებს მოწყობილობებისა და მანქანების კომპლექტები.

სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობაში გავრცელებულია კონსტრუქციული ელემენტების მონტაჟის მეთოდი. მასში იგულისხმება სვეტები, ამწის-ქვეშა ძეგლები, ნივნივექვეშა და ნივნივა ფერმები, კედლის პანელები, გადახურვების პანელები, რკინაბეტონის, ხის და სხვა ზეწრები და სხვა.

მსხვილპანელიანი და მსხვილბლოკებიანი საცხოვრებელი სახლების მშენებლობაში გავრცელებულია მონტაჟი მსხვილელემენტებიანი და ასაწვესართულიანი მეთოდებით.

შენობების მიწისქვეშა ნაწილების მონტაჟის დროს აწარმოებენ შემდეგი სახის გეოდეზიურ სამუშაოებს: 1. ფუძე-საძირკვლის ძირითადი ღერძების დაკვალვებს; 2. დეტალურ დაკვალვით სამუშაოებს; 3. სასიმალო საფუძვლის შექმნას ნიველობით; 4. შესრულებული ფუძე-საძირკვლის აგეგმვას; 5. ფუძე-საძირკველზე გადატანას პროექტის ძირითადი ღერძებისა, შენობებისა და ნაგებობების სრულყოფილი კონფიგურაციის მიღებას; 6. ფუძე-საძირკვლის ძირითადი ღერძები გადააქვთ ქვაბულიდან მოშორებით დაყენებულ ფარგსაკვალზე ან ახლობელი შენობის კედელზე საღებავით.

შენობებისა და ნაგებობის მიწისზედა ნაწილების მშენებლობის დროს აწარმოებენ შემდეგი სახის გეოდეზიურ სამუშაოებს:

1. გამოსავალ ჰორიზონტზე აგებენ დასაკვალავ ქსელს;
2. გამოსავალი ჰორიზონტიდან შენობის ძირითადი ღერძების დაპროექტებას სამონტაჟო ჰორიზონტზე;
3. სამონტაჟო ჰორიზონტზე გეგმური და სასიმალო ქსელის აგებას;
4. სამონტაჟო ჰორიზონტზე დეტალურ დაკვალვებს;
5. ასაკრები ელემენტებისა და კონსტრუქციების დაყენების გეოდეზიურ კონტროლს;
6. სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულებითს აგეგმვებს.

პირველ მუხლში მოყვანილ გამოსავალ ჰორიზონტზე საყრდენ ქსელს აგებენ სრულიად მარტივი ფიგურების სახით, როგორცაა შენობებისა და ნაგებობების პარალელური ღერძები. დასაკვალავი ქსელის პუნქტებს აყენებენ საძირკვლების ბლოკებზე, ბეტონის საგებებზე ან სარდაფის გადახურვაზე. დასაკვალავი ქსელი იქნება პოლიგონომეტრიის მეთოდით, რომლის მოთხოვნილი სიზუსტე, ინსტრუქციის მიხედვით შენობების სართულებს, კონფიგურაციის,

საერთო სიმაღლისა და სხვა მოსაზრებების საფუძველზე დგინდება. (1) ცხრილში მოყვანილია დაკვალვითი სამუშაოების დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომები.

ცხრილი 10.2.4.1

თანხები	შენიშვნებისა და ნაგებობების კონსტრუქციები	კუთხეების გაზომვები (")	ხაზოვანი გაზომვები და ლერძების გაღობა სიმაღლეში	ნიშნულის განსაზღვრა (მმ)
I-თ	14 სართულზე მაღალი ან 36 მეტრის მაღალიანი შენობები და ნაგებობები, 60 მეტრზე მეტი სიმაღლის ლითონის კონსტრუქციები და დარღული სიმონტაჟო ზედაპირებით, ასაკრები რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რომლებიც იკრებებიან კვანძების თვითფისკაციის შეთოდით	10	1 : 15000	2
II-თ	5—14 სართულამდე შენობები ან 6—36 მეტრამდე მაღალიანი შენობები და ნაგებობები 15—60 მეტრი სიმაღლის ლითონისა და რკინაბეტონის ასაწყობი კონსტრუქციები, რომლებიც მიღლებით ან კანუკებით იკრებიან	20	1 : 5000	2
III-თ	5 სართულამდე ან 6 მ მაღალიანი შენობები და ნაგებობები 15 მ რკინაბეტონის მონოლითური კონსტრუქციები გადასაყენებელი და სტაციონარული შეფიცვით (ყალიბი), ბეტონის ბლოკებითა და აგურით კონსტრუქციები, ხის კონსტრუქციები	30	1 : 2000	5
IV-თ	მიწის ნაგებობები	90	1 : 1000	10

თ ა გ ი III

ზოლური ნაგებობის ტრასირება [18]

როგორც ცნობილია, ტრასა ეწოდება ადგილის დასაპროექტებელ ხაზს ან ზოლური ნაგებობის ლერძს დანიშნულს ადგილზე, რუკაზე (ტოპოგრაფიულ გეგმაზე), აეროაგეგმვის მასალებზე ან ადგილის მოდელზე [27]. ტრასის ძირითადი ელემენტებია: მისი გეგმა, ანუ პროექცია, ჰორიზონტულ სიბტყეზე და გ რ ძ ი ვ ი (გასწვრივი) პროფილი, ანუ ვერტიკალური კრილი, ზოლური ნაგებობის დასაპროექტებელ ხაზზე.

(8, 8. 3) პარაგრაფში განხილულია საკითხები ტრასის ტექნიკური ნიველობის, როგორც ტრასის სასიმაღლო საფუძვლის შესახებ; ტრასის ტექნიკური ნიველობა პროფილის აგების მიზნით (გასწვრივი და გასწვრივ-განივი); მოედ-

ნის რელიეფის გამოსახვისათვის (მაგისტრალების, პარალელური ჰაფების, პოლიგონების, გასწვრივებისა და კვადრატების მეთოდებით). აქ შედარებით დეტალურად განვიხილავთ საკითხებს ტრასის შესრულებისა და მისი ელემენტების ადგილზე გულდასმით დამატების შესახებ.

ცნობილია, რომ შერჩეულ გეგმაში ტრასა წარმოადგენს სხვადასხვა მიმართებების წრფივი მონაკვეთების უცვლელი რადიუსის მქონე წრიული რკალებით ან ცვალებადი რადიუსის მქონე გადასაყვანი რკალებით შეუღლებულ ხაზს, ხოლო ტრასის გასწვრივი პროფილია სხვადასხვა ქანობის მქონე წრფივი მონაკვეთები, რომლებიც შეუღლებულები არიან ვერტიკალური წრული მრუდებით. არის ტრასები (ელექტროგადამცემი ხაზები, კანალიზაცია და სხვა), რომლებიც არ საჭიროებენ ჰორიზონტულ და ვერტიკალურ შეუღლებებს და ტრასა წარმოადგენს სივრცით ტენილ ხაზს.

ჩვეულებრივ, თვალსაჩინოებისათვის ტრასის გასწვრივი პროფილის ვერტიკალურ მასშტაბს ათჯერ უფრო მსხვილს იღებენ ჰორიზონტულ მასშტაბთან შედარებით. საჭიროებისამებრ გატარებულ განივ პროფილების ელემენტებს როგორც ჰორიზონტულს, ისე ვერტიკალურს ერთი და იმავე მსხვილ 1:100 — 1:200 მასშტაბში ხაზავენ.

ტრასის შერჩევა-დაპროექტების დროს საჭიროა ვისარგებლოთ სათანადო ორგანოების ტექნიკური მითითებებით. მაგალითად, რკინიგზისა და საავტომობილო გზების ტრასები ძირითადად უნდა აკმაყოფილებდეს ნაანგარიშები სიჩქარის შესაბამისად ტრანსპორტის მდოვრედ მოძრაობის და უსაფრთხოების მოთხოვნებს. ამ მოთხოვნებთან დაკავშირებით ნორმებით დადგენილია, თუ რას არ უნდა აღემატებოდეს საექსპლუატაციო ტრასის ქანობები და როგორი უნდა იყოს შემაუღლებელი წრიული მრუდის უმცირესი რადიუსის ოდენობა; თვითდინებით არხებში და მილგაყვანილობებში მთავარია წყლის დინების დასაშვები სიჩქარის დროს დატული იყოს საპროექტო ქანობები, რისთვისაც ამ ტრასის გასწვრივ აწარმოებენ გაზრდილი სიზუსტის ნიველობას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ტრასის დაპროექტება სრულდება ტოპოგრაფიულ რუკაზე (ან გეგმაზე) ან ფოტოგეგმაზე, ტრასირებას უწოდებენ კამერულს, ხოლო, როცა ტრასა შეირჩევა ადგილზე, ტრასირებას ჰქვია საველი.

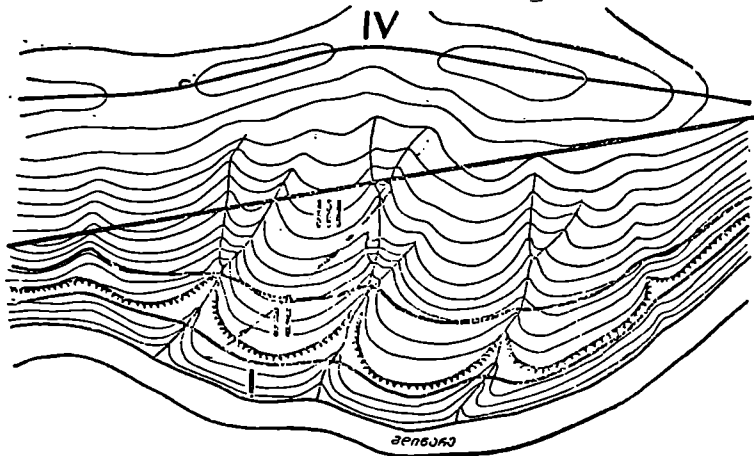
ობიექტალური ტრასის შერჩევა ხდება სათანადო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შედეგად.

დამრეც (ვაკე) ადგილებზე რელიეფის ფაქტობრივი ქანობები ხშირად ნაკლები ოდენობების არის, ვიდრე განხილავი ტრასის დასაშვები ქანობები, რის გამო ტრასირება ადვილია და ხდება თავისუფალი სვლით, წრფივობიდან ტრასის გადახრის მიზეზია მხოლოდ და მხოლოდ კონტურების წინააღმდეგობები, როგორცაა მდინარეები, ქაობები, დასახლებული ადგილები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, მეწყრები და სხვა.

მთავორიან ადგილებში რელიეფის შესაბამისად ისაზღვრება ტრასა. აქ დასაშვებზე მეტია ფაქტობრივი ქანობები და ამიტომ ტრასირება (დაპროექტება) ხდება დაჭიმული სვლით, ანუ ზღვრული ქანობების დაცვით, რომელთა ოდენობები დგინდება მრუდების უბნებში მთავორიან ადგილებში რომ დავიკვათ დასაშვები ქანობები, ხშირად ტრასას აგრილებენ ხელოვნურად კლაკინობებით, მარყუქობით, სპირალით, სერპანტინით.

10.8.1. ზოგადი ცნობები ტრასირების შესახებ

როგორც განვმარტეთ, ტრასირებას ვუწოდებთ მოქმედებათა ერთობლიობას, რომლის საშუალებით ტექნიკურ-ეკონომიკური მოთხოვნების შესაბამისად ხდება ტრასის შერჩევა, გაყვანა და აღილზე დამაგრება. ამ თავში თანამიმდევრობით განვიხილავთ ტრასირების მთელ პროცესს.



ნახ. 10.3.1.1.

А. ტრასების ხაზმოკვები

აღილზე რკინიგზისა და საავტომობილო გზების, მიწებისა და სხვათა გაყვანის პირობების შესაბამისად იხილავენ ხეობის ტრასას, ფერდობულ ტრასას, განივ-წყალგამყოფ ტრასას და წყალგამყოფ ტრასას.

I. ხეობის ტრასა (ნახ. 1. I)

ასეთი სახის ტრასა გაჰყავთ ხეობის ტრასისპირა ან ტრასისზედა ჭალაზე. საერთოდ, მას აქვს მშვიდი გეგმა და პროფილი, მაგრამ ჰკვეთს დიდი რაოდენობის წყალსადინარებს და მოითხოვს დიდი ღირებულების გადასაცემების აგებას, ზოგჯერ ასეთი ტრასის შერჩევისაგან თავს იკავებენ არახელსაყრელი გეოლოგიური პირობების არსებობის გამო.

II. ფერდობული ტრასა (ნახ. 1. II)

განხილავთ ტრასა გაჰყავთ მთების (გორების) ფერდობებზე. მისი დაპროექტება შეიძლება მდოვრე ქანობებით, მაგრამ გეგმაში იგი კლაკილია და მრავალი გადასაცემანესით ხასიათდება. აქ ხშირადაა ზეავეები, ჩამონასვლები, დეარტოვები, რომლებიც აძნელებენ ხაზის ნორმალურ ექსპლუატაციას.

III. განივად წყალგამყოფი ტრასა (ნახ. 1. III)

ეს ტრასა ჰკვეთს ხეობებსა და წყალგამყოფ ხაზებს. იგი გეგმაში ახლოა წრფესთან. მის გრძივ პროფილში ხშირადაა ზღვრული ქანობის მქონე შემკვერელი საპროფილო ხაზები. საჭირო ხდება რთული გადასაყვანების აშენება, რის გამო განხილადი სახეობა შედარებით ძვირი ჯდება.

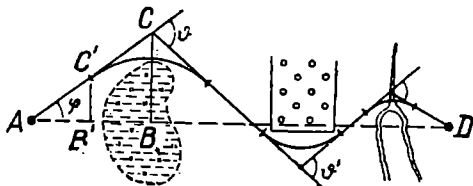
IV. წყალგამყოფი ტრასა (ნახ. 1. IV)

ასეთი ტრასა გაჰყავთ ადგილის შედარებით მაღალი ნიშნულების მქონე წერტილებზე. გეგმაში იგი შედარებით რთულია, მხოლოდ სამუშაოების მოცულობა მცირეა, საჭირო ხელოვნური ნაგებობები მცირეა და გეოლოგიური პირობები ხელის შემწყობია. ასეთი ტრასა ზედმიწევნით ხელსაყრელია შედარებით მშვიდი რელიეფისა და მცირედ დაღარულ ადგილებში. მთაგორიან ადგილებში, სადაც წყალგამყოფები მოკლეა და კლაკნილი, ტრასის გაყვანა რთულია, რითაც მას უპირატესობა ამ შემთხვევაში არა აქვს.

პრაქტიკაში ხშირად მაგისტრალური ტრასა გაჰყავთ ხეობის გასწვრივ ან ამთხვევენ წყალგამყოფ ხაზს. ჩვეულებრივ, ტრასის ამა თუ იმ სახეს ირჩევენ გულდასმით რელიეფის აღქმა-შემეცნების საფუძველზე.

B. ტრასიკობა ვაკე ადგილებში

ვაკე ადგილებში ტრასის მდებარეობა ისაზღვრება სიტუაციის, ანუ სხვადასხვა კონტურების, ხელისშეშლის შესაბამისად. (2) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ რადგანაც ვაკე ადგილებში ფაქტობრივი ქანობი ნაკლებია დასაშვებ საშუალო ქანობზე, სასურველი აზიმუტის (ან დირექციული კუთხის) მქონე ტრასა იქნება AD. მაგრამ ვინაიდან ტრასა კვეთს სხვადასხვა კონტურებს — ჰაობებს, ძვირ-



ნახ. 10.3.1.2.

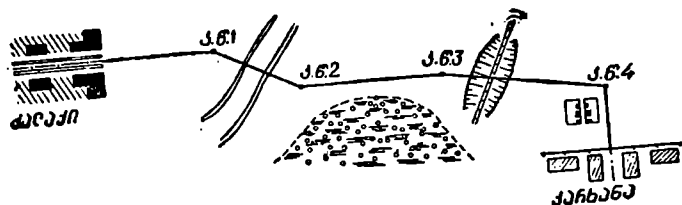
ფას სასოფლო-სამეურნეო სანახებს, ხეებს, წყალსადინარებს, დასახლებულ ადგილებს და სხვა, იძულებული ვხდებით AD ტრასიდან ერთ-ერთ მხარეზე გადავიხაროთ ფ კუთხით. ამის გამო საჭირო ხდება განვსაზღვროთ ფ და ფ' მარჯვენა და მარცხენა მოხვევის კუთხეები და მრუდების სათანადო ელემენტები. აღნიშნული მიზეზით AD ტრასის მხოლოდ AB' მონაკვეთის სიგრძის ნაცვლად ფაქტობრივად გვექნება AC' მონაკვეთი, რის გამო AD ტრასის სიგრძე ხსენებულ AB' უბანზე გაგრძელდება AC' - AB' სიგრძით, რომლის ფარლობითი ოდენობა იქნება

$$\lambda = \frac{AC' - AB'}{AB'} \quad (10.3.1.1)$$

$$\lambda = \frac{1 - \cos \varphi}{\cos \varphi} \quad (10.3.1.2)$$

ანალოგიურად დადგინდება მთელი ტრასის უბნების ფარდობითი გაგრძელების ოდენობები- (2) ტოლობით დავადგენთ, რომ გადახრის φ კუთხე, როცა ნაკლებია 20° , ტრასის ფარდობითი გაგრძელება არ არის დიდი. მაგალითად, როცა $\varphi = 10^\circ$, $\lambda = 1\%,5$ და, როცა $\varphi = 20^\circ$, $\lambda = 6\%,4$.

ვაკე ადგილებში რომ მივიღოთ რაც შეიძლება მოკლე (წრფესთან ახლო) ტრასები, მიღებულია, დაეცვათ შემდეგი წესრიგი: 1. ყოველი გადახრა და გადახრის φ კუთხის საჭირო ოდენობა იქნეს დასაბუთებული; 2. მოხვევის მ კუთხეები უნდა დაინიშნოს ხელისშემშლელი კონტურების შუაგულის პირდაპირ (ნახ. 2.) და იმ ოდენობებისა, რომ შერჩეული ტრასა გარსევლებოდეს ხსენებულ კონტურს; 3. გადახრის კუთხეების ოდენობები არ უნდა აღემატებოდეს $20-30^\circ$. იმ ვაკე ადგილებში, სადაც სიტუაცია არის რთული, ტრასის შერჩევის ძირითადი პრინციპი ის არის, რომ ტრასა იქნეს გატარებული რაც შეიძლება მოუსავლიან და სახალხო მეურნეობისათვის ნაკლები ღირებულების ადგილებში ამ დროს უნდა ვეცადოთ, მოხვევის კუთხეები დაინიშნოს იმ ანგარიშით, რომ ტრასამ გვერდი აუაროს ან მოხერხებულად გადაჰყვეთოს წინააღმდეგო-



ნახ. 10.3.1.3.

ბანი. მაგალითად, (3) ნახაზზე პირველი მოხვევის კუთხის წვეროს (ცწ 1) მდებარეობა არის დანიშნული ქალაქის ქუჩის ლერძის გაგრძელებისა და მდინარეზე ხიდის გაყვანის ხაზის გაგრძელების გადაკვეთის ადგილას; მეორე მოხვევის კუთხის (ცწ 2) მდებარეობას წარმოადგენს მდინარეზე ლერძისა და ტყიდან ასაშორებელი ხაზების გადაკვეთის ადგილი; მესამე მოხვევის კუთხის (ცწ 3) მდებარეობა არის ის ადგილი, საიდანაც მოხერხებულად გატარდება ტრასა რკინიგზის ლიანდაგის მიმართ; ხოლო მეოთხე მოხვევის კუთხე (ცწ 4) არის წერტილი, მიღებული რკინიგზის ლიანდაგისადმი მართობი ლერძისა და ქალაქში შემავალი ქუჩის ლერძების გაგრძელების გადაკვეთით. ვერტიკალური დაპროექტების, ანუ სასიმალო თვალთახედვით ტრასირება ხდება თავისუფალი სვლით. რადგანაც ადგილი ვაკეა.

C. ტრასის მათემატიკური აღმოსაზრება

ტრასის მდებარეობა მთაგორიან რაიონებში, გარდა სიტუაციისა, ძირითადად ისაზღვრება სასიმალო წინააღმდეგობებით, ანუ რელიეფით, აქ ტრასის ფაქტობრივი ქანობები მნიშვნელოვნად აღემატება დასაშვებ ქანობებს და იძულებული ვხდებით ტრასირება ვაწარმოოთ დაქვიშული სველებით, ანუ ყოველ უბანზე მივიღოთ ქანობების ზღვრული ოდენობები. ასეთი ქანობების მიღებისათვის საჭირო ხდება სასურველი ტრასიდან დიდი გადახრები, რის გამოც იზრდება, ანუ ვითარდება, ტრასის სიგრძე და ამავდროულად, როგორც წესი, ტრასა რთული კონფიგურაციისაა.

აღვიწივ ტრასის ორ წერტილს შორის h აღმატებებისა და l ქვედებულის ფარდობით ისაზღვრება ფაქტობრივი ქანობი.

$$i_{\text{ფ}} = \frac{h}{l}. \quad (10.3.1.3)$$

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილის i ფაქტობრივ მეტი ოდენობის არის, ვიდრე ტრასის იმავე უბნის დასაშვები მაქსიმალური $i_{\text{დ}}$ ქანობი, საჭიროა ტრასიდან გადახრა და ნაცულად l' ქვედებულისა, მივიღოთ მეტი სიგრძის l' ქვედებული. მაშასადამე,

$$l' = \frac{h}{i_{\text{დ}}} = \frac{i_{\text{ფ}}}{i_{\text{დ}}} \cdot l, \quad (10.3.1.4)$$

ტრასის საჭირო Δl გაგრძელების ოდენობა იქნება

$$\Delta l = l' - l, \quad (a)$$

ხოლო, (4) ტოლობის მხედველობაში მიღებით, (a) ასე გადაიწერება:

$$\Delta l = \frac{i_{\text{ფ}} - i_{\text{დ}}}{i_{\text{დ}}} l, \quad (10.3.1.5)$$

ანუ ტრასის გაზრდის ფარდობითი ოდენობა იქნება

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{i_{\text{ფ}} - i_{\text{დ}}}{i_{\text{დ}}}. \quad (10.3.1.6)$$

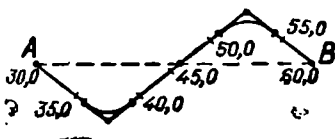
ვთქვათ, $i_{\text{ფ}} = 0,020$, $i_{\text{დ}} = 0,015$, მაშინ ტრასის ფარდობითი განვითარების (დაგრძელების) ოდენობა იქნება

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{0,020 - 0,015}{0,015} = 0,33 \text{ ან } 33\%.$$

ადგილის ხასიათის მიხედვით ტრასას აგრძელებენ სხვადასხვა ხერხებით.

იმ შემთხვევაში, როცა არ მოითხოვება დიდი დაგრძელება ტრასისა, მაშინ ტრასას აგრძელებენ წრფივი მიმართულების S -ის მავარი, ანუ კლაკონო ტრასის სახით. (4) ნახაზზე. ნიშნულები წარწერილია მეტრებში.

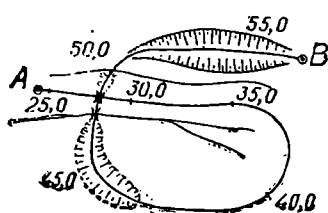
როცა საჭიროა ტრასის განვითარება დიდი ოდენობით, იყენებენ შედარე-



ნახ. 10.3.1.4:

ბით რთული სახის მრუდებს, მაგალითად, მ ა რ ყ უ უ ს (ნახ.5), რომელიც შედის მეზობელ ხეობაში და ქმნის კიდევ უფრო რთულს—სპირალს (ნახ.5), სადაც ტრასა თანდათან მალღდება ისე, რომ თავისთავს ჰკვეთს მეორე ღონეზე (ანუ აცდენილია).

საავტომობილო ტრასას ავითარებენ სერკანტინის საშუალებით ((გ.8.3-16) ნახაზი). მაშასადამე, მთაგორიან ადგილებში ტრასირების



ნახ. 10.3.1.5.

დროს უნდა დაეცვათ შემდეგი წესი:

1. ტრასირებას აწარმოებენ ზღვრული ქანობებით, რომლის დროსაც დაცული უნდა იქნეს ხულოვანი სამუშაოების ხაზი, რომლის დანიშვნის საკათხს ქვემოთ უფრო დაწვრილებით წევებებით.

2. ტრასის გემის ელემენტები და მიწის ნიშნულები უნდა შეირჩეს ადრე შედგენილი საპროექტო პროფილის,

მრუდებისა და წრფეების შეუღლების მოთხოვნების მიხედვით.

3. მოხვევის კუთხეების მდებარეობას და ოდენობებს ირჩევენ ტრასირების დასაშვები ქანობების და ხაზის საანგარიშო განვითარების მხედველობაში მალღებით; ამ დროს უნდა ვერიდოთ მრუდების მცირე რადიუსებს, რადგანაც მცირე რადიუსები გვაძლევენ მნიშვნელოვნად შევამცირით დასაშვები ქანობები.

10. 8. 2. შავისბრალური ტრასების მიმოკვლევა

ტრასირების მიმოკვლევებს დროს ძირითადად წყდება ორი ამოცანა:

1. უნდა შეირჩეს საუკეთესო ადგილი ტრასის დასანიშნავად, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს სპეციალურ მოთხოვნებსა და მოითხოვდეს შედარებით მცირე ხარჯებს;

2. შეკრებილი უნდა იქნეს საჭირო გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიული, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროლოგიური და სხვა მასალები, რომლებიც განიხივნებიან ტრასისა და მასზე სხვადასხვა ნაგებობების პროექტის შედგენის დროს.

შენიშვნებისა და ნაგებობების დაპროექტების სტადიების შესაბამისად ასრულებენ ტრასების წინასწარ და საბოლოო მიმოხილვებს.

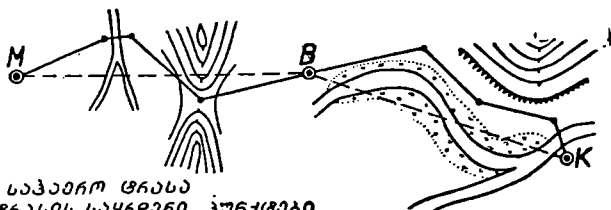
A. ტრასის წინასწარი მიმოკვლევა

ტრასების წინასწარ მიმოკვლევებს ძირითადად ასრულებენ კამერულად, რისთვისაც იყენებენ არსებულ გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიულ, გეოლოგიურ რუკებს, აეროფოტოაგეგმვის მასალებს და თუ არსებობს, ადრე შესრულებული მიმოკვლევების მასალებს. ასეთი სახის მიმოკვლევების შედეგად ისაზღვრება ტრასის პრინციპული მიმართულება და მისი ძირითადი ტექნიკური პარამეტრები; აგრეთვე შესაძლებლობა იქმნება ტრასის შერჩეული ვარიანტის საპროექტო გადაწყვეტის პირველი მიახლოებისა. თანამიმდევრობით განვიხილოთ საჭირო საკითხები.

I. სამაერო ხაზების დანიშვნა (ნახ. 1)

რუკაზე დანიშნული ტრასის თავსა და ბოლოში, აგრეთვე მათ შორის, მთავარი წერტილების ერთობლიობას ეწოდება ტრასის საყრდენი პუნქტები. რუკაზე ამ პუნქტების შემაერთებელ წრფეებს ეწოდება ტრასის საპაერო ხაზი და ცდილობენ, რომ ამ შედარებით მოკლე ხაზთან ახლო ვადიოდეს დასაპროექტებელი ტრასა.

იმ შემთხვევაში, როცა ტრასა ძლიერ გრძელია, სჯობს ტრასის საყრდენ პუნქტებს შორის (1:200 000 — 1:1 000 000) რუკებზე გატარებულ იქნეს გეოდეზიური ხაზები და ისინი მივიღოთ საყრდენად ტრასირების დროს. გამოკვლევებით [18] დადგენილია, რომ 1:500 000 მასშტაბთან რუკებზე 800 კმ სიგრძის სამაერო წრფე მდებარეობს გეოდეზიური ხაზიდან 2 კმ დაშორებით, ხოლო მანძილების სხვაობები არ აღემატება 1:250. მაშასადამე, თუ გეოდეზიური ხაზების ნაცვლად ტრასის სიგრძელ მივიღებთ სამაერო წრფეს, ანუ პუნქტების



MBK სამაერო ტრასა

⊙ ტრასის საყრდენი პუნქტები

• წინალობის გადასასვლიზე და

საკაპავზე ფიქსირებული ნიშნები

ნახ. 10.3.2.1.

შემაერთებელი წრფეების ქაშს, დაშვებული შეცდომა იქნება უგულვებელსაყოფი, რადგანაც მათ შორის განსხვავება იქმნება კონტურებითა და რელიეფით გამოწვეული დაბრკოლებების გადალახვისათვის ტრასის საჭირო გაგრძელებით.

ვეყრდნობით რა საპაერო ხაზს, ტრასის პუნქტებს შორის პირველი მიახლოებით ნიშნავენ ტრასის შესაძლო მიმართულებებს და განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ დიდი ბუნებრივი დაბრკოლებების გადალახვის წერტილების შერჩევას. ბოლოს ხდება უფრო მსხვილმასშტაბიან (1:100 000 — 1:25 000) რუკაზე ტრასის შერჩეული მიმართულებების გადატანა.

II. ტრასის ვარიანტების შერჩევა

(1:25 000 — 1:10 000) მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკაზე პირველ რიგში აზუსტებენ სიტუაციისა და რელიეფის სირთულის მხედველობაში მიღების შედეგად ფიქსირებულ (დასმულ) წერტილებს, როგორცაა: დიდ წყალსადინარებსა და ტბებზე გადასასვლელი ადგილები, უღელტეხილები, საყრდენ პუნქტებთან მიმხრობის წერტილები, არსებული მაგისტრალების გადაკვეთის წერტილები და სხვა თანადროულად არსებულ გეოლოგიური და ნიადაგების რუკების გამოყენებით სწავლობენ შერჩეული ვარიანტის საინჟინრო-გეოლო-

გიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებს, რის მიხედვით კორექტირებას უკეთებენ შერჩეულ ვარიანტზე დასმულ (ფიქსირებულ) წერტილებს, რათა ტრასამ გვერდი აუაროს ქაობებს, მეწყარებს, კარსტულ უბნებს და სხვა უარყოფით მოვლენებს.

ყოველი ვარიანტისათვის რუკაზე აგებენ გასწვრივ პროფილს, საზღვრავენ ცალკეული უბნების სიგრძეებს, აღრიცხავენ ფიქსირებული გადასასვლელების ჩაოდენობას როგორც წინააღმდეგობის, ისე გადაკეულების ადგილას, საზღვრავენ სამუშაოს დაახლოებით მოცულობას და ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შედეგად ირჩევენ შედარებით უფრო ხელსაყრელ ვარიანტს შემდეგი გამოკვლევისათვის.

იმ შემთხვევაში, როცა არ არსებობს მიმოხილვის რაიონის (1:25 000—1:10 000) მასშტაბიანი რუკები, ტრასების მიმართულებების დასადგენად იყენებენ ფოტოსაშუქებს, რომლებიც იქმნება ფრენით გადაღებული აეროსურათების გამოყენებით.

ზოგჯერ იყენებენ სტერეოფოტოსაშუქებს, შემდგარს აეროსურათების მარცხენა და მარჯვენა ნახევრებისაგან. სტერეოფოტოსაშუქების ორივე ნაწილას სტერეოსკოპით ხილვის შედეგად იღებენ თვალსაჩინო წარმოდგენას ადგილის რელიეფის დიდი უბნების შესახებ.

III. ტრასების ვარიანტების ზოლის აეროფოტოგადაღება

როცა ტრასირება მიმდინარეობს ძლიერ რთულ პირობებში, შედარებით საუკეთესო ვარიანტის შერჩევის მიზნით მიმართავენ ტრასირების ვარიანტების ზოლის აეროფოტოგაგმვას და სტერეოფოტოგრაფიულ რიგში მეთოდებით ადგენენ მიმოხილვით გეგმებს. აეროფოტოგაგმვის შესრულებამდე აწარმოებენ აეროვიზუალურ მიმოკვლევას, რომლის დროს ევრტმფრენიდან ან თვითმფრინავიდან შერჩეული ზოლის გასწვრივ სწავლობენ ტოპოგრაფიულ და გეოლოგიურ პირობებს; აგროვებენ მასალებს ამ ზოლში შემავალი ტრასების ყოველი ვარიანტის საინჟინრო-ეკონომიკური შეფასებისათვის, რის შედეგად ზოლიდან ამოაგდებენ ყველაზე ნაკლები წონის ვარიანტს. შემდეგ აზუსტებენ დარჩენილი ვარიანტების განლაგებებს (საზღვრებს) ზოლში მომავალი აეროფოტოგაგმვების მიზნით.

1:10 000 მასშტაბიანი, 5 მეტრი კვეთის სიმაღლის მიმოხილვითი გეგმების შესადგენად საჭიროა აეროფოტოგაგმვები შესრულდეს 1:25 000—1:30 000) მასშტაბებში.

მსხვილმასშტაბიანი მიმოხილვითი გეგმების, გადასასვლელების დეშიფრირების, მიმზრობის წერტილებისა და სხვათა მისაღებად უნდა შესრულდეს აეროფოტოგადაღება (1:10 000 — 1:15 000) მასშტაბებში.

ხშირად ასრულებენ წვრილ და მსხვილმასშტაბიან აეროფოტოგაგმვებს. პირველით სრულდება გადაღება ფოტოტრიანგულაციის ქსელებისა და ვარიანტების მიმოხილვითი გეგმებისა, მსხვილ მასშტაბში კი იღებენ მსხვილმასშტაბიან გეგმებს, რთულ და დეშიფრირებას ადგილებს.

IV. აეროსურათების მიზნები

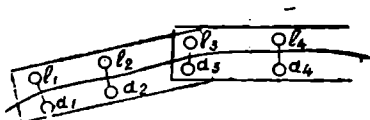
აერომიოკლეების დროს ერთ-ერთ შრომატევად სამუშაოს წარმოადგენს კვლე აეროსურათების მიზნების შესრულება, რომელიც შეიძლება შესრულდეს სხვადასხვა გეოდეზიური მეთოდებით [27].

გეგმური მიზმის შედარებით მოხერხებულად შესრულება ხდება ეგრეთ წოდებული იზოლირებული ბაზისების მეთოდით (ნახ. 2).

ამ მეთოდში ხდება ურთიერთდაუკავშირებელი ბაზისების მიმართულებებისა და სიგრძეების გაზომვები. ეს ბაზისები ინიშნება ყოველ 10 — 20 და მეტ სტერეოწყვილის შემდეგ. ასე რომ, ამ ხდება ტრასის სიგრძეზე შექმნილი კოორდინატთა სისტემის მიმართ საყრდენი პუნქტების განსაზღვრება. მონაკვეთების (ბაზისების) სიგრძეები ტოლი უნდა იყოს აეროფოტოგეგმვის ბაზისისა და ბოლო წერტილებში (ნახაზზე მკირე წრეხაზები) უნდა ემთხვეოდეს კონტურებს, ისე რომ ისინი განლაგდნენ ტრასის მართობებზე.

ბაზისების სიგრძეები იზომება ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომით, ანუ სიზუსტით 1:1 500, და აზომუტები იზომება ასტრონომიული მეთოდით ან გიროთეოდოლიტით $\pm 1'$ შეცდომის დაშვებით.

ზემოხსენებული ბაზისების სიგრძეებისა და მიმართულებების გამოყენებით კამერულად ავითარებენ ფოტოტრიანგულაციურ რიგებს, რომელთა საშუალებით ასრულებენ აეროსურათების ტრანსფორმაციას და ამონტაჟებენ ფოტოგეგმებს.



ნახ. 10.3.2.2.

აეროსურათების სასიმიადლო მიზნებს ასრულებენ ერთიანი (აბსოლუტური) სისტემის მიმართ იზოლირებული ბაზისების მეთოდის შესრულების დროს იყენებენ სასიმიადლო სვლებს.

უკანასკნელ ხანებში აეროსურათების მიზნები ხდება რადიომანძილშომებით პოლიგონომეტრიის მეთოდით გეოდეზიურ ნიველობასთან თანადროულად. სასიმიადლო მიზნები სრულდება აერორადიონიველობით. აეროსურათების გეგმურ და სასიმიადლო მიზნების თანადროულად სრულდება ამორჩევითი ტოპოგრაფიული და საინჟინრო-გეოლოგიური დეშიფირება.

V. ტრასის მიმართულების შერჩევა. ხაველე გამოკლევა

აეროსურათების სტერეოფოტოგრაფმეტრიული დამუშავების შედეგად იღებენ ზოლის მიმოკლევიტ გეგმას და მისი რთული უზნების დეტალურ გეგმებს. გარდა ამისა, კამერული და საველე გეოლოგიური დეშიფირების შედეგად აღგენენ საინჟინრო-გეოლოგიურ ფოტორუკას. ამ მასალების საფუძველზე ირჩევენ ტრასის ერთ-ერთ საუკეთესო ვარიანტს, რომელიც განკუთვნილი იქნება საველე კვლევისათვის.

საველე გამოკლევების პროცესში ვრცლად სწავლობენ შერჩეული ტრასის გასწვრივ არსებულ ბუნებრივ პირობებს, განსაკუთრებით გულდასმით სწავლობენ გადასასვლელებს, გადაკვეთებს, არახელსაყრელ გეოლო-

გიურ და საერთოდ წინააღმდეგობების მომცველ რთულ უბნებს; საჭიროებისამებრ უბნებს გადაადგილებენ და ადგილზე ამაგრებენ ფიქსირებულ წერტილებს.

ტრასის შერჩეულ მიმართულებას უთანხმებენ ადგილობრივ საბჭოებს, სათანადო უწყებებსა და წარმომებებს. საველე გამოკვლევების თანადროულად ახორციელებენ მასალას ტრასაზე საჭირო ხელოვნური შენობების გაანგარიშებისა და სქემების შესადგენად, საზღვრავენ საჭირო მიწის სამუშაოებს და ადგენენ ცნობებს კარიერებიდან საჭირო მასალებით სარგებლობის შესაძლებლობის შესახებ.

წინასწარი მიმოკვლევების დროს ხდება ტრასის შერჩევის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება და ისაზღვრება საერთო საპროექტო გადაწყვეტის ამოცანა.

როგორც ვხედავთ, მიმოკვლევის ამ სტადიაში დიდ როლს ასრულებს აერომეთოდები. მაგალითად, აეროაგეგმვებით სწრაფად ხდება ტრასის ტოპოგრაფიული და გეოლოგიური პირობების შესწავლა; შედარებით ადვილად და სწრაფად შეიძლება ხელსაყრელი ტრასა. აეროსურათების სარგებლობით მცირდება საველე გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური ძიებითი სამუშაოები; ადვილად დგინდება ტრასაზე ცუდი გეოლოგიური პირობების მომცველი სივრცეები და სხვა. თანადროულად სრულდება დეტალური საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, ნიადაგებისა და სხვა გამოკვლევები; დეტალურად დაიკვალება სამშენებლო მასალების კარიერები და სხვა.

ტრასის მდებარეობას საბოლოოდ ათანხმებენ ადგილობრივ და ზემდგომ ორგანოებთან.

ბ. ტრასის საბოლოო მიმოკვლევა

ტრასის საბოლოო, ანუ დაწვრილებითი, მიმოკვლევა ძირითადად წარმოადგენს საბოლოოდ დამტკიცებული ტრასის საველე გამოკვლევას კომპლექსური მომოკვლევითი ჩვენებების მიერ. ამ სტადიის მთავარი ამოცანებია:

1. ადგილზე ტრასის ზუსტი მდებარეობის დადგენა პიკეტაჟთან, რამდენადაც მიზნულია ტრასის დაპროექტებული (მომავალი ხელოვნური) ნაგებობა;
2. შეკრება და შერჩევა საინჟინრო ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და სხვა მასალებისა ტრასის პიკეტაჟის შედგენისათვის.

მოსამზადებელ პერიოდში, ანუ სანამ გავიდოდეთ ველზე, გულდასმით, დეტალურად უნდა შევისწავლოთ მოსამზადებელი მიმოკვლევების დროს დაგროვილი მასალები. ამ მასალებით ხდება ტრასის მდებარეობის და მასზე პიკეტაჟის განლაგების სქემის დადგენა წრფივი მონაკვეთებისა და მიმართულებების ჩვენებით; ფიქსირებული წერტილებისა და გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების მდებარეობის დადგენა; ანალიზური კოორდინატების განსაზღვრა მოხვევის კუთხეების ადგილზე გადასატანად; აეროსურათების მიზნების სქემებისა და გამოსაცნობი ნიშნების აბრისების გამოხატვა; კოორდინატების გადაანგარიშება კერძო საწყისიდან საერთო სისტემაზე და ზონების გადაბმის ადგილებში ზონიდან ზონაში გადასვლების კოორდინატების გამოთვლები.

ამოწმებენ ყველა საჭირო ინსტრუმენტს და ადგენენ სათანადო განტოლებებს.

საველე მიმოკვლევების დროს ტრასის პუნქტის საფუძველზე და ადგილის გულდასმით რეკოგნოსტირების შედეგად ადგენენ ადგილზე მოხვევის კუთხეების ზუსტ მდებარეობას და ადგილზე ტრასირებისათვის დასარავენ ხაზებს, ზომავენ სვლის კუთხეებს და გვერდებს; კვალავენ პიკეტაჟს და განივებს; აწარმოებენ ნიველობას, ტრასის დამაგრებას, რთული რელიეფის გადასასვლელებისა და გადაკვეთების მსხვილ მასშტაბიან ავეგმვებს.

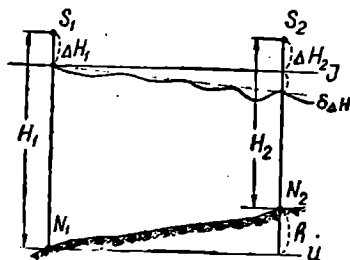
ზემოაღნიშნული მიმოკვლევებით შეგროვილი მასალის საფუძველზე ადგენენ ტრასის საბოლოო პროექტს; ყველა ნაგებობის სამუშაო ნახაზებს; განმარტებით ბარათს საჭირო დასაბუთებით და გაანგარიშებით; სამუშაოს მოცულობის უწყისს; შეთანხმებების დოკუმენტაციას გეოდეზიური მონაცემებით და ხარჯთაღრიცხვით. მშენებლობის დაწყებამდე ალაღვენენ უშუალოდ ადგილზე ტრასას.

10.3.3. აერორადიონიველოზა

აერორადიონიველობით ფრენის გასწვრივ წერტილთა აღმატებები ისაზღვრება თანადროულად რადიოსიმალებისსაზომისა და სტატოსკოპის ჩვენებათა ფიქსირების საშუალებით (ნახ. 1).

რადიოსიმალმზომი წრმოადგენს იმპულსურ რადიოლოკაციურ დანადგარს რომელიც ახდენს დეამიწის ზედაპირის N_1, N_2, \dots წერტილებზე ფრენის მიმდინარე H_1, H_2, \dots სიმაღლეების ფიქსირებას. სტატოსკოპი კი წარმოადგენს დიფერენციალურ ბარომეტრს [27], რომელიც საზღვრავს დაპროექტების ცენტრების $\Delta H_1, \Delta H_2, \dots$ ურთიერთ აღმატებებს.

იმ შემთხვევაში, როცა იზობარიული გამოსასვლელი I ზედაპირი, საიდანაც ხდება სტატოსკოპის ჩვენების ანათვლების აღება, პარალელურია გამოსასვლელი N_1 წერტილის დონებრივი U ზედაპირისა, თანხმად (1) ნახაზისა, გვექნება დამოკლებულება



ნახ. 10.3.3-1.

პარალელურია გამოსასვლელი N_1 წერტილის დონებრივი U ზედაპირისა, თანხმად (1) ნახაზისა, გვექნება დამოკლებულება

$$H_1 - \Delta H_1 = H_2 - \Delta H_2 + h,$$

სადაც N_1 წერტილის მიმართ N_2 წერტილის h აღმატება იქნება

$$h = (H_1 - H_2) - (\Delta H_1 - \Delta H_2). \quad (10.3.3.1)$$

ცხადია, თუ გვეცოდინება გამოსავალი პუნქტის აბსოლუტური ნიშნული, შევძლებთ აერორადიონიველობით გამოთვლილი აღმატებებით განვსაზღვროთ ყველა თანამიმდევარი წერტილების ნიშნულები.

ფაქტობრივად, როგორც წესი, იზომბარული I ზედამირი არ არის პარალელური N_1 წერტილის დონებრივი U ზედამირისა და არის საერთო დახრა დამატებითი ადგილობრივი გამრუდებებით, რომლებიც ერთობლივად იწვევენ სტატოსკოპზე ჩვენების დამახინჯებას. იზომბარული ზედამირის სისტემატური დახრით გამოწვეული საჭირო შესწორების ოდენობის გამოსათვლელი მიახლოებითი ფორმულა მოწოდებულია ს. ბუტლერის მიერ.

$$\delta_{\Delta H} = -\frac{\sigma \rho}{g} s \sin \varphi \sin 2\psi. \quad (10.3.3.2)$$

სადაც σ — არის თავისი ღერძის გარშემო დედამიწის კუთხური სიჩქარე, რომლის ოდენობა ტოლია $2\pi : 86164 = 7,29 \times 10^{-5}$ 1/სეკ;

g — სიმძიმის ძალის აჩქარება (9,8მ/სეკ²);

ρ — თვითმფრინავის სიჩქარე;

s — მარშუტის სიგრძე საწყისი წერტილიდან განსასაზღვრელ წერტილამდე;

φ — ადგილის განედი;

ψ — თვითმფრინავის გადაადგილების კუთხე (დადებითია, როცა გადაადგილება ხდება მარცხნივ).

(2) ფორმულის სახე ცნობილი ოდენობების ჩასმის შემდეგ იქნება ასეთა:

$$\delta_{\Delta H} = -0,002 \rho \text{ კმ/სეკ} \cdot s \text{ კმ} \cdot \sin \varphi \sin \psi. \quad (10.3.3.3)$$

გარდა მოყვანილი შეცდომებისა, არსებობს რადიომანძილზომებით ფიქსირებულ სიმაღლეებში საერთო და ადგილობრივი ხასიათის დამახინჯებები, რომელთა ერთობლივი შეცდომები, იმის მიხედვით, თუ როგორია განხილავი ზოლის ნადაგის სახეობა, აღწევს 2—3 მეტრზე მეტს. საჭირო δ_H შესწორებას ადგენენ ემპირიულად, რაც მხედველობაში უნდა მივიღოთ აერორადიონიველობის დროს. მაშასადამე, (1) ფორმულა გადაიწერება ასეთი სახით:

$$h = (H_1 - H_2) - (\Delta H_1 - \Delta H_2) + \delta_{\Delta H} + \delta_H. \quad (10.3.3.4)$$

10. 8. 4. კამერულად ტრასის პროექტის შედგენა [8]

ძირითადად კამერული ტრასირება სრულდება ტოპოგრაფიულ რუკაზე. ადგილის ტოპოგრაფიული ხასიათის მიხედვით ტრასირებას აწარმოებენ თანდათანობით გადაადგილების ან მოცემული ქანობით ხაზის აგების ხერხით.

თანდათანობითი გადაადგილების ხერხით ტრასირებას ახდენენ შედარებით ვაკე ადგილებში. რუკაზე, მოცემულ წერტილებს შორის ნიშნავენ უმოკლეს ტრასას, ადგენენ გრძივ პროფილს და ატარებენ წითელი ხაზის პროექტს. გრძივი პროფილის გულდასმით ანალიზის საფუძველზე ადგენენ იმ ადგილებს, რომლებიც უნდა გადაეწიოთ მარჯვნივ ან მარცხნივ ისე, რომ ადგილის ნიშნულები, რაც შეიძლება ახლოს იყოს საპროექტო ნიშნულების ოდენობებთან. ამ

ადგილებს განმეორებით ატრასირებენ, რის შედეგად იღებენ ტრასის გომჭობესებულ პროექტს.

მოცემული ქანობით ხაზის აგების ხერხით ტრასის პროექტს ადგენენ მთაგორიან ადგილებში. გარკვეული კატეგორიის ტრასისათვის დანიშნული ქანობით ტოპოგრაფიულ რუკაზე ატრასებენ საჭირო მიმართულებით ზღვრული დასაშვები ქანობის მქონე ხაზს.

ვთქვათ, (1) ნახაზზე მოყვანილი ტოპოგრაფიული რუკის *A* წერტილიდან საჭიროა სამხრეთ აღმოსავლეთით ტრასის გაყვანა, რომლის ქანობი იყოს i_0 , რუკის მასშტაბია $1:M$ და 130 -თის სიმაღლე h . შესაბამისი a ქვედებული იქნება

$$a = \frac{h}{i_0}, \quad (10.3.4.1)$$

ანუ მოცემულ მასშტაბში

$$a = \frac{h}{i_0} \cdot \frac{1}{M}. \quad (10.3.4.2)$$

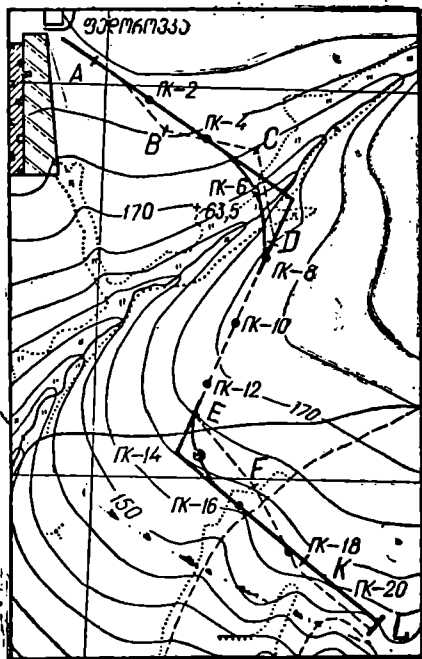
ვთქვათ, $h=5$ მ; $1:M=25000$; $i_0=0,012$, მაშინ

(2) ტოლობით

$$a = \frac{5000 \text{ მ}^2}{0,012} \times \frac{1}{25000} \approx 16,7 \text{ მ}.$$

ფარგლის ბიჯს ვაყენებთ $16,7$ მმ. და რუკის *A* წერტილიდან, რომელზეც ფარგლის მარცხენა ფეხია დაყენებული, შერჩეული მიმართულების შესაბამისად ფარგლის მარჯვენა ფეხით გადაკვეთთ შემდეგ (უახლოეს) იზოჰიფსს (*B* წერტილი). *B* წერტილიდან იგივე ბიჯით დაინიშნება *C* წერტილი და ასე შემდეგ. როდესაც ტრასა ჰკვეთს ღელეს (ან ხრამს), წყალმავრთისაკენ (ტალვეგისაკენ) არ ვეშვებით პირდაპირ, იმავე $d=16,7$ მმ ბიჯით გადაიკვეთება ღელეს გადაღმა იგივე ნიშნულიანი იზოჰიფსი (*BD* უბანი). მდინარეების გადაკვეთის დროსაც ასევე ვიქცევით, მხოლოდ უნდა ვეცადოთ, რომ ტრასამ მდინარე გადაკვეთოს რაც შეიძლება დინების მართობულად.

იმ უბანზე, სადაც ბუნებრივი ქანობი ნაკლებია, ვიდრე დასაშვებია $i_0=0,012$ ქანობი, ტრასირება ხდება თავისუფლად საჭირო მიმართულებით



ნახ. 10.3.4.1.

(DE უბანი). მაშასადამე, რუკაზე გვექნება $A, B, C, D, E, F, K, \dots$ წერტილები, რომლებიც ქმნიან დასაშვები ქანობის მქონე ხაზს, რომელიც იქნება ნულოვანი სამუშაოების ხაზი.

ჩვეულებრივ, ეს ხაზი არის მნიშვნელოვნად კლაკილი. იმისათვის, რომ გვემსძინოთ ელემენტები მოხერხებულად გადაიტანონ ტრასაზე, მას ასწორებენ და მრუდებს ჩასვამენ და პიკეტებს დასვამენ. იზოჰიფსების ნიშნულების საფუძველზე ისაზღვრება პიკეტების დამახასიათებელი წერტილების შავი ნიშნულები და ბოლოს აღგენენ გრძივ პროფილს, რომელზეც პროექტდება წითელი ხაზი.

ადგილის სტერეომოდელზე სრულდება ფოტოგრაჰმეტრიული ტრასირება.

სტერეოხელსაწყოებზე გაზომვების შესრულების დროს ადგილის i ქანობს საზღვრავენ გ. ლევჩუკის ფორმულით

$$i \approx \frac{H \cdot \Delta p}{b \cdot L} = \frac{f_2 \cdot \Delta p}{bL}, \quad (10.3.4.3)$$

სადაც H არის ფოტოგრაფირების სიმაღლე;

b — ფოტოგრაფირების ბაზისი აეროსურათის მასშტაბში;

Δp — გრძივი პარალაქსების სხვაობა;

L და i — მანძილი წერტილებს შორის ადგილზე და გეგმურ აეროსურათზე;

f_2 — კამერის საფოკუსო მანძილი.

ტრასირებისათვის მოცემული i_0 ქანობისათვის გრძივი პარალაქსების სხვაობა გამოითვლება ფორმულით, როცა მანძილები აიღება ადგილზე,

$$\Delta p = \frac{bLi_0}{H}, \quad (10.3.4.4)$$

ხოლო, როცა მანძილები იზომება აეროსურათზე,

$$\Delta p = \frac{b \cdot l \cdot i_0}{f_2}. \quad (10.3.4.5)$$

სტერეომოდელზე ტრასირების დროს სტერეომეტრზე აეროსურათების ორიენტირებას ახდენენ საყრდენი წერტილებით. ადგილის რელიეფის, სიტუაციის და გეოლოგიური პირობების გულდასმით სტერეოსკოპულად შესწავლის შედეგად ნიშნავენ ტრასის ვარიანტებს. ვაკე ადგილებში ტრასირებას ასრულებენ თანდათანობით გადაადგილების ხერხით, ფოტოგრაჰმეტრიული ხერხით აღგენენ პროფილებს დანიშნული ტრასების გასწვრივ და მათ შორის ხელსაყრელ ვარიანტს ირჩევენ.

შთაინ რაიონებში ადგილის სტერეომოდელზე ნიშნავენ ნულოვანი სამუშაოების ხაზს, რისთვისაც ტრასირებისათვის მოცემული ქანობისა და პიკეტებს შორის მანძილების გამოყენებით (4) და (5) ფორმულით წინასწარ საზღვრავენ Δp ოდენობას. ტრასის პირველ პიკეტზე უმიზნებენ მარკას და პარალაქსური

ზრახნით სტერეომეტრზე იღებენ ანათვალს. ამ ანათვალს ალგებრულად უმატებენ Δp ოდენობას (პლუსით ან მინუსით, იმის მიხედვით, თუ როგორია ქანობი), შემდეგ კარეტას გადაწევენ Σ მანძილზე, ნახულობენ ტრასის მიმართულებით იმ წერტილს, სადაც მარკა ეხება სტერეომოდელის ზედაპირს. ეს წერტილი შეესაბამება ტრასირების ქანობს.

პირველ სტერეოწყვილამდე ყოველ ჯერზე პარალაქსური ზრახნით მიღებულ ანათვალს უმიზნებენ Δp ოდენობას, კარეტას გადაადგილებენ Σ მანძილთ. ნახულობენ ტრასის ქანობის მქონე წერტილებს. ამის შემდეგ გატარებულ ნულოვანი სამუშაოების ხაზს ასწორებენ, მასზე აღნიშნავენ პიკეტებს და საზღვრავენ მათ ნიშნულებს. შემდეგ გადადიან მომდევნო სტერეოწყვილ წერტილების შესაბამის უბანზე და ყოველივეს იმეორებენ.

10. 8. 5. ველზე ტრასირება

აქ ხდება კამერულად ან სტერეომოდელზე შედგენილი ტრასის პროექტის ადგილზე გადატანა მისი მოხვევის კუთხეების გამოსაყალი საყრდენი პუნქტების: აღმე ან ახლო მდებარე მკაფიო სიტუაციის მიმართ, განსაზღვრული კოორდინატების საშუალებით. საზღვრავენ რა ტრასის დანარჩენ მოხვევის კუთხეების მდებარეობებს, მათ გასწვრივობაში აყენებენ სარებს და იკვლევენ მიღებულ მიმართულებას წყალსადინარებზე, ხეებზე, არსებული მაგისტრალების გადაკვეთის ადგილებზე და სხვა რთულ ადგილებზე. საბოლოოდ მისაღებ მოხვევის კუთხეებს გულდასმით ამაგრებენ ადგილზე.

ტრასის გასწვრივ-განივი პროფილისა და გეგმის შედგენის საკითხები დაწვრილებით არის განხილული (8.8.3) პარაგრაფში, იხილეთ [27].

საველ ტრასირების ძირითად დოკუმენტებს წარმოადგენს:

1. სათანადო ორგანოებთან შერჩეული ტრასის შეთანხმებებისა და მიღების აქტებთან ერთად განმარტებითი ბარათი;

2. ტრასის გეგმა და გასწვრივ-განივი პროფილი;

3. გადასაყვანების, გადაკვეთების, საღებურების და სხვა რთული ადგილების მსხვილმასშტაბიანი გეგმები;

4. მიწების გამოყოფის სქემატური გეგმები;

5. ხელოვნური ნაგებობების, პიკეტებს შორის მიწის სამუშაოების მოცულობების, ზოლური ნაგებობების ტრასით გადაკვეთის ადგილებისა და ნაგებობების ადების უწყისები;

6. ტრასის დამაგრების, წრფივი მონაკვეთებისა და მრუდების, სვლის გასწორადების და კოორდინატების გამოთვლების უწყისი;

7. რეპერების ნიშნულების და მოხვევის კუთხეების კოორდინატების კატალოგები, გეოდეზიური ქსელების სქემები, ცენტრებისა და გარეგანი ნიშნების ნახაზები.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა ამ თავის კარგად ათვისებისათვის აუცილებელია გულდასმით გადაეხედოთ (8.8) თავს.

დაკვალვითი-საინჟინრო-გეოდეზიური მეთოდები

ნატურაში დაკვალვას, ანუ მოკლედ დაკვალვას, უწოდებენ გეოდეზიურ სამუშაოთა ერთობლიობას, გენერალური გეგმისა და სამუშაო ნახაზების შესაბამისად, საჭირო სიზუსტით ადგილზე პროექტის გადატანას. დაკვალვითი სამუშაოებია აგეგმვითი სამუშაოების შებრუნებულ-ი აგეგმვების შედეგად რაიმე შენობა ან ნაგებობა იხაზება ქალაქზე გეგმის სახით, ხოლო დაკვალვის შედეგად გეგმაზე არსებული პროექტის გეომეტრიული ელემენტები დაინიშნება და დამარდება ადგილზე. აგეგმვების დროს ადგილზე ორწერტილს შორის ჰორიზონტულ მანძილებს მრავალჯერ გაზომავენ, ხოლო დაკვალვის დროს ცნობილი გამოსავალი წერტილითა და ხაზის სიგრძის ადგილზე გადაზომვით იძებნება მეორე წერტილის მდებარეობა. კუთხის ოდენობა განისაზღვრება მისი გვერდების მიმართების კუთხეების სხვაობით, ხოლო გეგმიდან ადგილზე კუთხის გადაზომვა ხდება მისი ერთ-ერთი გვერდისადმი გეგმიდან ამოღებული ან გამოთვლილი კუთხის მიზომვით.

ზემოხსენებულიდან გამომდინარე ვასკენით, რომ ქალაქებისა, საერთოდ, დასახლებული ადგილებისა და მრეწველობის ობიექტების პროექტის დაგეგმვით გულისხმობს ქალაქების ნატურაში დაკვალვას.

გეოდეზიური დაკვალვითი სამუშაოები ნებისმიერი მშენებლობის ტექნოლოგიური პროცესის შემადგენელი ნაწილია, რადგანაც ეს სამუშაოები წინ უსწრებს მშენებლობის ყოველ სტადიას და ასევე: თანხლებულია მშენებლობის პროცესისა სრულყოფილად მის დამთავრებამდე. აღნიშნულის გამო დაკვალვებს აკუთვნებენ სამშენებლო საქმეს. დაკვალვითი სამუშაოების შესასრულებლად საჭიროა შემდეგი მასალები:

1. ფაქტობრივ ნაგებობათა და ახლადსაშენთა გენერალური გეგმა;
2. მშენგეგმა (შეთავსებული გენერალური გეგმა; დროებითი და დამხმარე ნაგებობებით);
3. 1:100 — 1:500 მასშტაბში ასაგები შენობების სამუშაო ნახაზები;
4. 1:1 000 — 1:2 000 მასშტაბში სამშენებლო ტერიტორიის ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტი;
5. მიწისქვეშა კომუნიკაციების გეგმები 1:2 000 — 1:5 000 მასშტაბებში და პროფილები 1:200 — 1:500 მასშტაბებში;
6. გეოდეზიური დაკვალვითი ქსელების გეგმა ცენტრებისა და ზედანიშნების ნახაზებით.

მშენებლობის პროცესში გეოდეზიური მომსახურება დაახლოებით შემდეგი თანამიმდევრობით სრულდება:

1. შედგენა და გაფორმება სამშენებლო ტერიტორიაზე ფაქტობრივ და ასაშენებელ ნაგებობათა და დროებით ნაგებობათა შეთავსებული გენერალური გეგმისა;

2. გეოდეზიური შემზადება პროექტის ადგილზე დაკვალვისათვის;
3. საველე სამუშაოების პროექტის ნატურაში გადატანა;
4. მშენებლობის პროცესში ობიექტების ღერძებისა და ელემენტების დეტალურად დაკვალვები;
5. ობიექტების მიმღები კომისიისათვის დოკუმენტაციის გამზადება და გაფორმება დაკვალვითი სამუშაოების და შესრულებითი გენერალური გეგმის შესადგენად.

დაკვალვითი სამუშაოებია გეგმური და სასიმალო.

დაკვალვითი სამუშაოების ძირითადი ელემენტებია:

1. საპროექტო კუთხის ადგილზე აგება;
2. საპროექტო მანძილის ადგილზე გადატანა;
3. ადგილზე გადატანილი წერტილის საჭირო ნიშნულზე დაყენება და ზახების საპროექტო ქანობებზე დაყვანა.

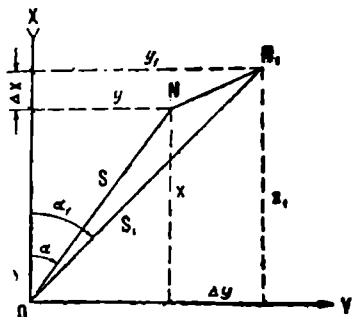
დაკვალვების დროს მრავალჯერადი პირდაპირი გაზომვებით სიზუსტის მიღწევა ვერ ხერხდება, ამიტომ დაკვალვების მოცემული სიზუსტის მიღწევა ხდება თანდათანობითი მიახლოების ხერხით.

10.4.1. გეგმის დეფორმაცია

პლანიმეტრით ფართობების განსაზღვრის დროს (9.6.2) პარაგრაფის X მუხლში განხილული იყო საკითხი ქალაქის დეფორმაციის მხედველობაში მიღების შესახებ. აქ საგანგებოდ იქნება განხილული იგივე საკითხი პროექტის ელემენტების ადგილზე დაკვალვასთან დაკავშირებით.

ცდებით დადგენილია, რომ ტოპოგრაფიული გეგმის ბეჭდვის დროს მისი საერთო სიგრძე იცვლება 1 — 2% ფარგლებში, მაგალითად, საბეჭდ მანქანაზე ქალაქის სიგრძე იმატებს 1,6%-ით, ხოლო სიგანე იცვლება 2%-ით აგრეთვე

დადგენილია, რომ დროთა ვითარებაში ზემოხსენებული დეფორმაციები ნაწილობრივ მცირდება. ტილოზე გეგმის დაწებება არ არის რეკომენდებული, რადგანაც ტილოზე დაწებებული გეგმის დეფორმაცია აღწევს 1,5%. ხისტ საფუძველზე დაწებებული გეგმის დეფორმაცია უმნიშვნელოა, ამიტომ საყოველთაოდ მიღებულია ხისტ საფუძველზე გეგმის დაწებება და ისე შენახვა. როგორც ვხედავთ, ქალაქის საწყისი დეფორმაცია ხდება მის სიგრძესა და სიგანეში, მაშასადამე, გეგმის ელემენტები განიცდის დამახინჯებებს სიგრძეებისა და დირექციული კუთხეების მიხედვით. ანალოგიური მდგომარეობაა დროთა ვითარებაში ზემოხსენებულის გამო საჭიროა განხილულ იქნეს საკითხი ქალაქის ზაზოვანის და კუთხური დეფორმაციის შესახებ.



ნახ. 10.4.1.1.

A. ხაზოვანი დეფორმაცია

მართკუთხა კოორდინატების O წერტილი მივიღოთ დეფორმაციის ათვლის სათავედ (ნახ. 1). ვთქვათ, $ON=S$ ხაზმა ქალაღლის დეფორმაციის გამო მიიღო $ON_1=S_1$ მდებარეობა, რაც იწვევს $N(x, y)$ წერტილის ახალი $N_1(x_1, y_1)$ წერტილით შეცვლას. ნახაზის მიხედვით

$$S^2 = x^2 + y^2; \quad (10.4.1.1)$$

და

$$S_1^2 = x_1^2 + y_1^2. \quad (10.4.1.2)$$

აბსციისის, ორდინატისა და ხაზის სიგრძის ახალი ოდენობები გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებებით:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x + \Delta x = x \left(1 + \frac{\Delta x}{x} \right) \\ y_1 &= y + \Delta y = y \left(1 + \frac{\Delta y}{y} \right) \\ S_1 &= S + \Delta S = S \left(1 + \frac{\Delta S}{S} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (a)$$

სადაც შესწორება Δx , Δy და ΔS , შესაბამისად, გამოითვლება $\Delta x = x_1 - x$, $\Delta y = y_1 - y$ და $\Delta S = S_1 - S$ დამოკიდებულებებით. ქალაღლის დეფორმაციების ოდენობების გამოსახვა მიღებულია პროცენტებში. მაგალითად, აბსციისების გასწვრივ დეფორმაცია გამოსახება $p\%$ -ით, ორდინატის გასწვრივ $q\%$ -ით და ხაზის მიმართულებით კი $r\%$ -ით. მაშასადამე,

$$p = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100; \quad q = \frac{\Delta y}{y} \cdot 100; \quad r = \frac{\Delta S}{S} \cdot 100,$$

საიდანაც

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{p}{100}; \quad \frac{\Delta y}{y} = \frac{q}{100}; \quad \frac{\Delta S}{S} = \frac{r}{100}. \quad (a')$$

მიღებული ოდენობების (a)-ში შეტანით მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x \left(1 + \frac{p}{100} \right) \\ y_1 &= y \left(1 + \frac{q}{100} \right) \\ S_1 &= S \left(1 + \frac{r}{100} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (10.4.1.3)$$

(3) ტოლობების (1) -ში შეტანით დავწერთ

$$S^2 \left(1 + \frac{r}{100} \right)^2 = x^2 \left(1 + \frac{p}{100} \right)^2 + y^2 \left(1 + \frac{q}{100} \right)^2. \quad (b)$$

(b) ტოლობის ჯამების მეორე წევრების $\left(\frac{r}{100} \right)^2$; $\left(\frac{p}{100} \right)^2$; $\left(\frac{q}{100} \right)^2$

სიძირის გამო შეიძლება მათი უგულვებლყოფა. მაშასადამე, (ბ) ტოლობა დაიწერება ასე:

$$S^2 \left(1 + \frac{2r}{100}\right) = x^2 \left(1 + \frac{2p}{100}\right) + y^2 \left(1 + \frac{2q}{100}\right),$$

ანუ

$$S^2 + S^2 \frac{2r}{100} = x^2 + y^2 + x^2 \frac{2p}{100} + y^2 \frac{2q}{100}. \quad (c)$$

(c) ტოლობაში შევიტანოთ (1) ტოლობა და გავამარტივოთ, მივიღებთ

$$S^2 r = x^2 \cdot p + y^2 q. \quad (10.4.1.4)$$

(1) ნახაზის მიხედვით -

$$\left. \begin{aligned} x &= S \cos \alpha \\ y &= S \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (10.4.1.5)$$

სადაც α არის S ხაზის დირექციული კუთხე.

(5) დამოკიდებულებები შევიტანოთ (4) ტოლობაში, მივიღებთ ხაზის სიგრძის დეფორმაციის გამოსათვლელ სამუშაო ფორმულას

$$r = p \cos^2 \alpha + q \sin^2 \alpha. \quad (10.4.1.6)$$

გვემის კილომეტრიული ბალის რამდენიმე კვადრატის გვერდის რამდენიმეჯერ x და y ღერძის გასწვრივ განაზოთა საშუალოსა და ამ გვერდების ნომინალური (ამ შემთხვევაში იგი ნამდვილია) ოდენობების სხვაობით ადგენენ p -სა და q -ს, რაც (6) ტოლობით ნებისმიერი დირექციული კუთხის შესაბამისად ქალაქის ხაზოვანი დეფორმაციის დადგენის საშუალებას იძლევა.

მაგალითი 10.4.1.1. x ღერძის პარალელურად ოთხი კვადრატის განაზომია 39,5 სმ, y ღერძის პარალელურად ხუთი კვადრატის განაზომი არის 49,5 სმ, ხაზის დირექციული კუთხე $\alpha = 30^\circ$. დავადგინოთ ხაზის სიგრძის დეფორმაციის ოდენობა (α') დამოკიდებულებებით.

$$p = \frac{39,5 - 40,0}{40,0} \cdot 100 = 1,2\%; \quad q = \frac{49,5 - 50,0}{50,0} \cdot 100 = 1,0\%;$$

(6) ფორმულით გამოითვლება ხაზის სიგრძის დეფორმაციის ოდენობა

$$r = 1,2 \cdot (0,87)^2 + 1,0 (0,5)^2 = 1,2\%.$$

B. კუთხური დეფორმაცია

(1) ნახაზის მიხედვით დავწერთ

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x}. \quad (10.4.1.7)$$

ქალაქის დეფორმაციის გამო N წერტილის x და y კოორდინატები განიციდის ცვალებადობას, მაშასადამე, S ხაზის დირექციული α კუთხეც იცვ-

ლება. α დირექციული კუთხის $d\alpha$ შესწორების დადგენის მიზნით გავადიფერენციალოთ (7) ტოლობა, მივიღებთ

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} \frac{d\alpha}{\rho} = \frac{x dy - y dx}{x^2},$$

საიდანაც

$$\frac{x^2}{\cos^2 \alpha} \frac{d\alpha}{\rho} = x dy - y dx.$$

ამ უკანასკნელში (5) ტოლობების შეტანით, მივიღებთ

$$\frac{S^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \frac{d\alpha}{\rho} = S \cos \alpha dy - S \sin \alpha dx,$$

ხოლო შეკვეცით მივიღებთ

$$dx = \rho \left(\frac{\cos \alpha}{S} dy - \frac{\sin \alpha}{S} dx \right).$$

აქაც (5) ტოლობების გამოყენებით მივიღებთ

$$d\alpha = \rho \left(\sin \alpha \cos \alpha \frac{dy}{y} - \sin \alpha \cos \alpha \frac{dx}{x} \right).$$

ამ ტოლობის მარჯვენა მხარე გავამრავლოთ და გავყოთ 2-ზე და $\frac{dy}{y}$ და $\frac{dx}{x}$ ოდენობების ნაცვლად (a') აღნიშვნების მიხედვით, შესაბამისად, გამოვიყენოთ $\frac{q}{100}$ და $\frac{p}{100}$ ოდენობები, მივიღებთ

$$d\alpha = \frac{1}{200} \rho (q - p) \sin 2\alpha, \quad (10.4.1.8)$$

სადაც $\rho = 206265''$.

(8) ფორმულიდან ჩანს, რომ ქალაქის დეფორმაციის გამო S ხაზის დირექციული α კუთხის $d\alpha$ შესწორება მინიმალურია, როცა $\alpha = 0^\circ$ ან 90° , ანუ, როცა S ხაზი პარალელურია x ან y ღერძის, და მაქსიმუმია, როცა $\alpha = 45^\circ$. მაშასადამე,

$$d\alpha_{\max} = \frac{1}{200} \rho (q - p). \quad (10.4.1.9)$$

მაგალითი 10.4.1.2. $q = 0,5$; $p = -1,0$ და $\alpha = 20^\circ$. განისაზღვროს ხაზის დირექციული კუთხის $d\alpha$ შესწორება. (8) ფორმულით მივიღებთ

$$d\alpha = \frac{1}{200} \cdot 206265'' \cdot 1,5 \cdot 0,643 = 16',57 \approx 17'.$$

მაშასადამე, $\alpha = 20^\circ + 17' = 20^\circ 17'$.

გვემბიდან დასაკვალავი პროექტის ელემენტების ამოღების დროს განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა ვიყოთ კუთხური დეფორმაციების მხედველობაში მიღების მხრივ, რადგანაც მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ საყურადღებო ოდენობების დამახინჯებანი.

10. 4. 2. დაკვალიფიკაციის გეოდეზიური მონაცემების გამწვანება

დაკვალიფიკაციისათვის პროექტის გეოდეზიური შემზადება, ანუ საჭირო მასალების მიღება, შეიძლება გ რ ა ფ ი კ ე ლ ი, ა ნ - ლ ი ზ უ რ ი (ჯამოფლებით) ან გ რ ა ფ ი კ უ ლ - ა ნ ა ლ ი ზ უ რ ი (კომბინირებული) ხერხით.

4. ზგაფიქალი ხეჩი

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილზე დასაკვალიფიკაცი პროექტი არ არის გეომეტრიულად დაკვალიფიკებული არსებული ნიშნების მიმართ, იყენებენ დაპროექტების გრაფიკულ ხერხს, სადაც დაპროექტების ყველა ძირითადი საკითხი წყდება გეგმაზე გრაფიკულად. მაშასადამე, ადგილზე დასაკვალიფიკაცი ცალკეული წერტილების, წერტილებისა და ნაგებობების კუთხეების მდებარეობას აღგენენ გეგმაზე ფარგლის, ტრანსპორტირისა და მასშტაბური სახაზავის საშუალებით. ამ დროს გეგმიდან ამოღებული მთავარი წერტილების გრაფიკული კოორდინატების შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანის ფორმულაში ჩასმით ისაზღვრება ცალკეული ხაზების სიგრძეები, დირექციული კუთხეები და, საერთოდ, პოლარული კოორდინატები, რათა გეოდეზიური საფუძველიდან ადგილზე გადატანილ იქნეს მშენებარე ობიექტების მთავარი ლერძები. ცხადია, გრაფიკული მეთოდით ადგილზე ელემენტების გადატანის სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია გეგმის სიზუსტესა და მასშტაბის სისხოზე. განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით, გრაფიკული მეთოდით დაპროექტების Δ შეცდომა განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta = \delta \cdot M, \quad (10.4.2.1)$$

სადაც δ არის გეგმაზე ხაზის სიგრძის ან კოორდინატის გრაფიკულად განსაზღვრის ზღვრული შეცდომა (0,02 სმ);

M — გეგმის მასშტაბის მნიშვნელი.

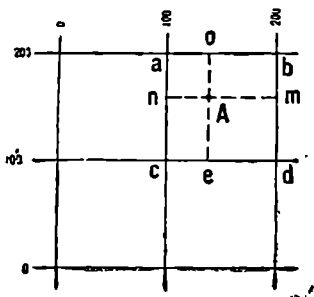
რაც უფრო მსხვილია გეგმის მასშტაბი, მით მეტია სიდიდეთა ოდენობების განსაზღვრის სიზუსტე. ელემენტების გრაფიკულად განსაზღვრის სიზუსტეზე დიდ გავლენას ახდენს გეგმის ქალაღის დეფორმაცია. ხშირად დეფორმაციის გავლენა იმდენად დიდია, რომ დასაკვალიფიკაცი ობიექტები დაუშვებელი დამახინჯებით ხასიათდება.

ა. ხაზების სიგრძეების განსაზღვრა გეგმაზე ხაზის სიგრძის დადგენა შეიძლება უშუალოდ გეგმაზე ფარგლითა და მასშტაბის გამოყენებით და გეგმიდან ამოღებული ხაზების ბოლოების კოორდინატების გამოყენების გზით. ორივე შემთხვევაში მხედველობაში იღებენ გეგმის ქალაღის დეფორმაციას. მეორე ხერხით, შედარებით პირველ ხერხთან, აღწევენ მეტ სიზუსტეს, რადგანაც სიგრძეების გრაფიკულად განსაზღვრის დროს აბსოლუტური შეცდომის ოდენობა ერთი და იმავეა როგორც გრძელი, ისე მოკლე ხაზებისათვის. როცა ხაზის სიგრძეს უკავია ორი პლანშეტი, მაშინ უფრო მეტად შეიმჩნევა მეორე ხერხის უპირატესობა.

ბ. აზიმუტების (დირექციული კუთხეების) განსაზღვრა. აზიმუტების (დირექციული კუთხეების) განსაზღვრა სრულდება მხოლოდ და მხოლოდ გრაფიკულად განსაზღვრული ხაზის ბოლო წერტილების კოორდინა-

ტების საშუალებით რადგანაც მისი დადგენა ტრანსპორტირით ტლანქ შედეგს იძლევა.

ე. წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა. (1) ნახაზის მიხედვით A წერტილის კოორდინატების ოდენობები, რომლებიც ქალაქის დეფორმაციით დამახინჯებულია, გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:



ნახ. 10.4.2.1.

$$\left. \begin{aligned} x_A &= 100 + en \\ y_A &= 100 + ce \end{aligned} \right\} \quad (10.4.2.2)$$

სადაც en და ce მიახლოებითი მონაკვეთები ამოღებულია გეგმიდან მილიმეტრებში. სიზუსტის გაზრდის მიზნით ამოიღება აგრეთვე na და ed მონაკვეთები, რის გამო A წერტილის კოორდინატები განისაზღვრება ქალაქის დეფორმაციის გავლენისაგან თავისუფალი შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} x_A &= 100 + \frac{100}{en + na} \cdot en \\ y_A &= 100 + \frac{100}{ce + ed} \cdot ce \end{aligned} \right\} \quad (10.4.2.3)$$

მაგალითად, როცა $en = 61,5$ მმ, $na = 39,5$ მმ და $ce = 38,5$ მმ, $ed = 60,5$ მმ, (3) ტოლობებით იქნება

$$x_A = 100 + \frac{100}{61,5 + 39,5} \cdot 61,5 = 160,9 \text{ მმ};$$

$$y_A = 100 + \frac{100}{38,5 + 60,5} \cdot 38,5 = 138,9 \text{ მმ}.$$

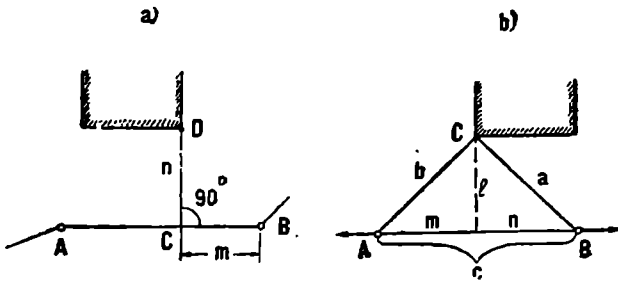
მაშასადამე, განვიღოდ კვადრატში x ღერძის გასწვრივ ქალაქის დეფორმაციაა $61,5 + 39,5 - 100,0 = +1$ მმ, ხოლო y ღერძის გასწვრივ $38,5 + 60,5 - 100 = -1$ მმ.

B. ანალიზური ხედი

გოდებური შემზადების ანალიზური მეთოდი გრაფიკულ მეთოდთან შედარებით უფრო ზუსტია. ამ მეთოდს უმთავრესად იყენებენ სამრეწველო ობიექტებისა და რკინიგზების კვანძების გაფართოება-რეკონსტრუქციებთან დაკავშირებით.

ამ მეთოდით ყოველი ცალკეული წერტილის (შენიშვნების კუთხეები, გასასვლელების ღერძების გადაკვეთის წერტილები, საინჟინრო კომუნიკაციების გადაკვეთის წერტილები და სხვა) კოორდინატები განისაზღვრება სხვადასხვა

გეოდეზიური ხერხებით, როგორცაა პოლარული, გადაკეთების, მართკუთხა კოორდინატების, ანუ მართობების, ხერხი და სხვა (ყველა მეთოდი გეოდეზიური შემზადებასა, ადგილზე დაკვალვასა და სიზუსტეების შეფასებებთან დაკავშირებით განხილულია საინჟინრო გეოდეზიის IX ტომში).



ნახ. 10.4.22.

მაგალითად, 2^o ნახაზზე ნაჩვენებია მართობების (მართკუთხა კოორდინატების) ხერხი. A და B წარმოადგენს თეოდოლიტური (სააგეგმო) სვლის პუნქტებს, რომელთა კოორდინატები სათანადო აგეგმვების შედეგად არის x_A, y_A და x_B, y_B . C წერტილი მდებარეობს A და B -ს გასწვრივობაში, რომელიც B წერტილიდან დაშორებულია m მანძილით; მაშასადამე, C წერტილის კოორდინატები შეიძლება იქნეს გამოთვლილი, ხოლო C წერტილიდან (CD) დიარექციული კუთხისა და n მანძილის გამოყენებით შეიძლება გამოთვლილ იქნეს შენობის კუთხის, ანუ D წერტილის, კოორდინატები. ეს ხერხი მით ზუსტია, რაც უფრო მოკლე იქნება n პერპენდიკულარი.

იმ შემთხვევაში, როცა AB ღერძი სამ მეტრზე მეტი მანძილით იქნება დაშორებული საპროექტო შენობისაგან, იყენებენ ხაზოვანი გადაკვეთის ხერხს (ნახ. 2^o), სადაც C კუთხის ოდენობა უნდა იქნეს $50^\circ - 130^\circ$ შორის. აგრეთვე, კონტრაჰლისათვის იზომება l მანძილი. x_C' და y_C კოორდინატების გამოსათვლელად საჭიროა განისაზღვროს $\widehat{CAB} = \widehat{A}$ და $\widehat{CBA} = \widehat{B}$ კუთხეები, რომლებიც გამოითვლება ერთ-ერთი ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით: კოსინუსების

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc},$$

გვერდების

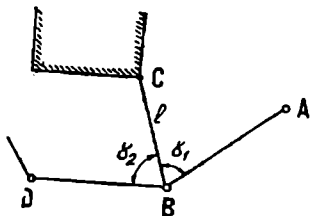
$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}},$$

სადაც

$$p = \frac{a+b+c}{2}; \quad c = m+n, \quad \sin A = \frac{l}{b}.$$

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს B კუთხე.

ამ შემთხვევაში, როცა სააგვემვო სვლა 15 მეტრზე მეტი მანძილითაა და-
 ზორებული საპროექტო წერტილიდან, იყენებენ პოლარულ მეთოდს (ნახ. 3),
 სადაც შენობის C წერტილის x_C , y_C



ნახ. 10.4.2.3.

კოორდინატები განისაზღვრება განაზო-
 მი γ_1 , γ_2 კუთხეებით, l მანძილით და
 გამონათვალი (BC) დირექციული კუ-
 თხით.

როგორც ვხედავთ, ანალიზური
 ხერხით პროექტის შემზადებისათვის
 პროექტის ყველა მონაცემი განისა-
 ზღვრება მათემატიკური ფორმულებით,
 სადაც საჭირო კოორდინატები დგინ-
 დება ნატურაში გეოდეზიური მიბმე-
 ბით, ხოლო პროექტის ელემენტების

ზომებს იღებენ ტექნოლოგიური გაანგარიშებისა და სამშენებლო მოედნის თა-
 რაზული დაპროექტების შესაბამისად. გრაფიკულ მეთოდთან შედარებით ანა-
 ლიზური მეთოდის უპირატესობა კიდევ უფოო იზრდება, როცა გენერალურ
 გეგმაზე დატანილია სამშენებლო ბაღე. სამშენებლო ბაღის გარეშე დაკვალ-
 ვითი სამუშაოები რთულდება, საჭირო ხდება დასახლებული ადგილების მრავ-
 ვალი წერტილის ურთიერთდაკავშირება გაბნეული საყრდენი პუნქტების
 მიმართ.

C. გრაფიკულ-ანალიზური ხერხი

გრაფიკულ-ანალიზური, ანუ კომბინირებული მეთოდი განხილულ ხერხებ-
 თან შედარებით მეტად გამოიყენება; მას ხშირად მიმართავენ დიდი მასშტაბის
 სამრეწველო შენობებისა და ნაგებობების რეკონსტრუქციისათვის საჭირო გე-
 ნერალური გეგმის შედგენისას. ამ დროს ტოპოგრაფიული გეგმიდან იღებენ
 გრაფიკულად შენობების ზომებს, კონტურული წერტილების კოორდინატებს
 და სხვა. დანარჩენ მონაცემებს განსაზღვრავენ ანალიზურად, მაგალითად, საპ-
 როექტო შენობების ზომებს, საყრდენი წერტილების კოორდინატებს და სხვა.

გეოდეზიური შემზადების შედეგად აღგენენ დაკვალვით სქემას, რომელ-
 ზეც უჩვენებენ გეოდეზიური ქსელების პუნქტებს; შენობების და ნაგებობების
 საყრდენ წერტილებს და მთავარ ღერძებს; კუთხური და ხაზოვანი განაზომების
 ყველა ანალიზური მონაცემს; შენობების ღერძების სიგრძეებსა და საესკიზო
 ჩანახაზებს და სხვ.

10. 4. 8. დაკვალვითი სამუშაოების ეტაპები და სიზუსტე

დაკვალვითი სამუშაოები სრულდება სამ ეტაპად. პირველ ეტაპზე
 სრულდება ძირითადი დაკვალვითი სამუშაოები, ამ დროს, მიბმების ანალიზური
 მონაცემების შესაბამისად, ძირითადი გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებისად-
 მი პროექტის მთავარ ღერძებს ადგილზე მოძებნიან და ამაგრებენ; სამშენებლო
 მოედანზე საპროექტო ნაგებობების მთავარი და ძირითადი ღერძების დაკვალვა
 ხდება შესაბამის საპროექტო ნაგებობების მოედანზე არსებული მეზობელი

ნაგებობებისა და კონსტრუქციებისადმი. საერთო ორიენტაციისა და მდებარეობის დადგენისათვის. ამ სახის დაკვალვითი სამუშაოების სიზუსტე დამოკიდებულია დაპროექტების მიღებული წესისა და პროექტის გეოდეზიური შემზადების შეცდომების ოდენობებზე და ხშირად იგი შეესაბამება გენერალური გეგმის მასშტაბის ზღვრულ სიზუსტეს.

მეორე ეტაპზე დაკვალული ღერძების მიმართ პროექტს დეტალურად დაკვალავენ. სამშენებლო სამუშაოების სტადიების შესაბამისად ნატურაში იკვალება გრძივი და განივი ბლოკები, დეტალები, ჩასატანებელი ნაწილები; საზღვრავენ სამშენებლო კონსტრუქციების ყველა მახასიათებელი წერტილის და განივების გეგმურ და სასიმალო მდებარეობებს. ა. ლიუტცი პირველ ეტაპზე შესრულებული სამუშაოების სიზუსტეს უწოდებს პირველი სახის სიზუსტეს, ხოლო მეორე ეტაპზე მიღებულ სიზუსტეს — მეორე სახის სიზუსტეს. ამის შედეგად უნდა ვიგულისხმოთ რომ, შენობების ელემენტების დაკვალვა უფრო ზუსტად სრულდება, ვიდრე მათი მთავარი ღერძების დაკვალვა.

პირველ და მეორე ეტაპზე სრულდება ფუძე-საძირკვლებისა და სამშენებლო კონსტრუქციების მონტაჟი.

მესამე ეტაპზე სრულდება სამონტაჟო ღერძების დაკვალვა-დამაგრება და ტექნოლოგიური მოწყობილობების მოყვანა საპროექტო მდებარეობაში. ამ ეტაპზე, წინა ეტაპებთან შედარებით, უფრო მეტი სიზუსტით მუშაობენ.

როგორც ვხედავთ, დაკვალვითი სამუშაოებიც სრულდება დედუქციის — ზოგადიდან კერძოზე გადასვლის მეთოდით, მაგრამ აქ მოთხოვნილი სიზუსტე იზრდება.

დაკვალვით სამუშაოებში საყურადღებოა ის, რომ შენობებსა და ნაგებობებში ყველა მიმართულებით არ მოითხოვება დაკვალვის ერთნაირი სიზუსტე. მაგალითად, ხილების მშენებლობის დროს დიდი სიზუსტე მოითხოვება გრძივი მიმართულებით, ხოლო წრფიულ გვირაბებში — განივი მიმართულებით. სხვა მიმართულებით დაკვალვა შეიძლება შესრულდეს გაცილებით ნაკლები სიზუსტით, რაც საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს გეოდეზიური სამუშაოების პროექტის შედგენის დროს.

10. 4. 4. დაკვალვითი სამუშაოების ელემენტები

(10. 4. 1) პარაგრაფში აღნიშნული იყო, რომ დაკვალვითი სამუშაოების ელემენტებს წარმოადგენს ადგილზე (ნატურაში) საპროექტო კუთხის აგება, ადგილზე საპროექტო მანძილების გადაზომვა, ადგილზე გადატანა წერტილის ნიშნულებისა და ხაზებისა და ხებრტყეების ქანობებისა. განვიხილოთ ეს საკითხები თანამიმდევრობით.

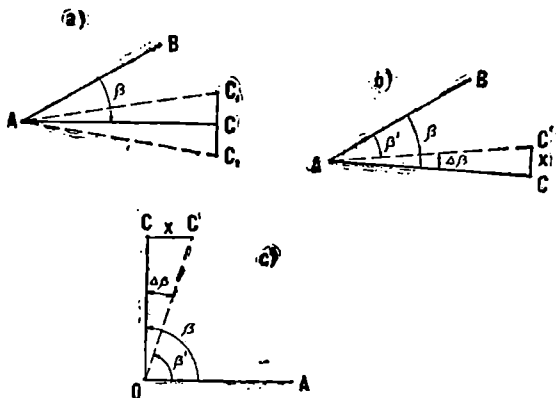
4. საპროექტო კუთხის აგება ადგილზე

(10. 4. 2) პარაგრაფში განხილული ერთ-ერთი ხერხით განსაზღვრული საპროექტო კუთხის ადგილზე დაკვალვა არსებითად განსხვავდება ადგილზე კუთხის გაზომვებისაგან.

როგორც ცნობილია, ადგილზე ილეტების ხერხით მიმართულებების ან განმეორებითი ხერხით კუთხეების გაზომვებისათვის ვიყენებთ ორ გვერდს, ხოლო საპროექტო კუთხის ადგილზე (ნატურაში) გადატანა ხდება კუთხის წვე-

როსა და ერთი გამოსავალი გვერდის მიმართ, რის შედეგად ადგილზე ვნიშნავთ საპროექტო კუთხის მეორე გვერდის მდებარეობას. განხილავი სამუშაოს ზუსტად შესრულებისათვის აუცილებელია თეოლოლიტში რაც შეიძლება მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი კოლიმაციური და ჰოგარის ბრუნვის ღერძის დახრილობისაგან წარმოქმნილი შეცდომა. ადგილზე საპროექტო კუთხის დაკვალვასთან შეიძლება გვექონდეს ორი ძირითადი შემთხვევა-

პირველი შემთხვევა. აქ არ არის მოთხოვნილი პირობა, თუ როგორი სიზუსტითაა საჭირო კუთხის დაკვალვა ვთქვათ, საჭიროა AB ხაზის მიმართ A წერტილში აგებულ იქნეს $BAC = \beta$ კუთხე (ნახ. 1^ა). თეოლოლიტს დაცენტრავთ A წერტილში და მომწესობაში მოვიყვანთ. წრედ-ალიდადის ერთ-ერთ (ვთქვათ, პირველ) ვერნიერის ნულს შევეუთავსებთ წრედის ნულს და შეუული წრედის რომელიმე (ვთქვათ, R) მდებარეობაში ინსტრუმენტს გავუკეთებთ ორიენტირებას გამოსავალ გვერდზე, ანუ ჰოგარს ვუმიხნებთ B წერტილის პალოს (ან სარის ძირში), ლიმბი დამაგრებულია ავეუშვებთ წრედ-ალიდა-



ნახ. 10.4.4.1.

დას და ვაბრუნებთ მას მარჯვნივ, სანამ ლიმბზე არ მივიღებთ საპროექტო β კუთხის ოდენობის შესაბამის ანათვალს. შემდეგ დამხმარეს ადგილზე ჰოგარის დამიხნების ღერძის შესაბამისად C_1 წერტილში დავამაგრებინებთ პალოს. იგივე მოქმედებას ვიმეორებთ შეუული წრედის მეორე (ანუ L) მდებარეობაში. თუ ინსტრუმენტში არსებობს ნაჩენი კოლიმაციური და ჰოგარის ბრუნვის ღერძის დახრის შეცდომები, ადგილზე მიიღება C_2 წერტილი. C_1C_2 მანძილს ყოფენ შუაზე და პალოს ასობენ C წერტილში. მიღებული $BAC = \beta$ კუთხე ადგილზე თავისუფალი იქნება კოლიმაციური და ჰოგარის ბრუნვის ღერძის დახრის შეცდომისაგან.

შენიშვნა. (1) ნახაზე გამოსავალი AB ხაზისადმი დასადგენი AC ხაზი მოითხოვს წრედ-ალიდადის შებრუნებას მარჯვნივ β ანათვალამდე. გამოსავ-

ლი გვერდი რომ იყოს AC , მაშინ საჭირო იქნება წრედ-ალიდადის ბრუნვა მარცხნივ ($360^\circ - \beta$) ანათვლამდე. განხილულ შემთხვევაში ნაგულისხმებია, რომ კუთხის დაკვალვის მოთხოვნილი სიზუსტე არ აღემატება ინსტრუმენტის სიზუსტეს. კარგად მოწესრიგებული ინსტრუმენტით კუთხე შეიძლება ავაგოთ ნახევარი ილეთით.

მეორე შემთხვევა ვთქვათ, კუთხის აგების მოთხოვნილი სიზუსტეა m_β . ვერნიერის სიზუსტე t , მაშინ ინსტრუმენტის სიზუსტე იქნება $0,5t$. ამ შემთხვევაში საჭიროა კვშირი დავამყაროთ მოცემულ სიდიდეებსა და აგებული β' კუთხის საპროექტო β კუთხისადმი მიახლოებისათვის საჭირო n ილეთებს შორის. განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით დაიწერება

$$m_\beta = \frac{0,5t}{\sqrt{n}}, \quad (10.4.4.1)$$

საიდანაც

$$n = \frac{(0,5t)^2}{m_\beta^2}. \quad (10.4.4.2)$$

ვთქვათ, თეოდოლიტის ვერნიერის სიზუსტე $t = 30''$, ე. ი. თეოდოლიტის სიზუსტეა $0,5 \times 30 = 15''$. საჭიროა ადგილზე დაიკვლოს კუთხე $m_\beta = \pm 10''$ სიზუსტით. (2) ფორმულით

$$n = \frac{225''}{100''} \approx 2.$$

საპროექტო β კუთხის რაც შეიძლება ახლო ოდენობის კუთხის მისაღებად საჭიროა კუთხის გაზომვა 2 ილეთით შემდეგნაირად:

1. β კუთხეს ვამრგვალებთ მინუტებამდე და ეს კუთხე გადაგვაქვს ადგილზე ერთი წრედით ცნობილი წესით (ნახ. 1^ბ). ვთქვათ, ეს კუთხეა β' და წერტილი C' ;

2. ამ კუთხეს ვზომავთ ორი სრული ილეთით, რომელიც ახლო იქნება β კუთხესთან. მაშასადამე, β' კუთხის შესწორება ($\Delta\beta$) გამოითვლება ფორმულით

$$\left. \begin{aligned} \Delta\beta &= \beta - \beta' \\ \beta &= \beta' + \Delta\beta \end{aligned} \right\} \quad (10.4.4.3)$$

ნახაზზე $\Delta\beta$ შესწორების გადაზომვა ხდება ხაზოვანი შესწორების გამოყენებით შემდეგნაირად: ვთქვათ, $AB = s$, მაშინ ხაზოვანი x შესწორება გამოითვლება ფორმულით

$$x = \frac{\Delta\beta}{\rho} \cdot s, \quad (10.4.4.4)$$

სადაც $\rho \approx 206265$ არის რადიანი. მიღებული x გადაზომება AC' ხაზის პერპენდიკულარულად, რის შედეგად მივიღებთ β საპროექტო კუთხეს მოთხოვნილი სიზუსტით. β კუთხე კონტროლისათვის იზომება ერთი ილეთით.

მაგალითი 10.4.4.1. საჭიროა OA გვერდზე ავაგოთ $\angle AOC = \beta$ კუთხე

(ნახ. 1^ა). $OC=100,0$ მ; ერთი ილეთით განსაზღვრული β' კუთხე ტოლია $89^{\circ} 59' 24''$. (3) ტოლობით შესწორება

$$\Delta\beta = 90^{\circ} 00' 00'' - 89^{\circ} 59' 24'' = +36''.$$

(4) ტოლობით

$$x = C'C = \frac{36''}{206265''} \cdot 100000 \approx 18 \text{ მმ.}$$

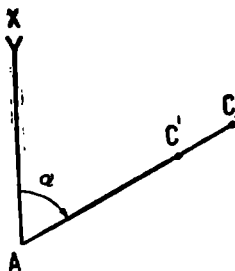
მაშასადამე, ძიებული მართი β კუთხის აღვილზე მისაღებად საჭიროა C' წერტილიდან AO გვერდის პარალელურად, მარცხნივ, გადაიზომოს 18 მმ, მაშასადამე, დაისმება C წერტილში პალო.

საპროექტო კუთხის აღვილზე გადატანის სიზუსტე დამოკიდებულია საკუთრივ კუთხის გაზომვის შეცდომებისაგან (ჭოგრის დამიზნებასა და ლიმბზე ანათვლებზე), ინსტრუმენტული და გარემოს გავლენის შეცდომისაგან და სხვ. გამოსავალი მონაცემების, ანუ A და B წერტილის მდებარეობის, და მათზე ინსტრუმენტის დაცენტრის და რედუქციის შეცდომები კუთხის აღვილზე გადატანის სიზუსტეზე გავლენას არ ახდენს, მაგრამ იწვევს AC მიმართულების გადაადგილებას, მაშასადამე, C წერტილის გადაადგილებასაც.

B. საპროექტო მანძილების აღვილზე აზვება

განხილად შემთხვევაშიც წინა A მუხლის ანალოგიურად (10.4.2) პარაგრაფში მოყვანილი ერთ-ერთი წესით ტოპოგრაფიული გეგმებიდან მათი მასშტაბის მიხედვით დგინდება აღვილზე გადასატანი ხაზის სათავე, მიმართულება და პორიზონტული მანძილი. იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა საშუალებლო პროექტის ზაზოვანი ელემენტების აღვილზე დაკვალვა, საქმე აღვილდება იმით, რომ ყოველ ელემენტს აქვს პორიზონტული მანძილების წარწერა. მაშასადამე, დაისმება ზოგადი ამოცანა საყრდენი A წერტილიდან a მიმართულებით როგორ გადავიტანოთ აღვილზე ცნობილი საპროექტო, ანუ პორიზონტული მანძილის შესაბამისი სიგრძე.

იმ შემთხვევაში, როცა საშუალებლო ტერიტორია არის შედარებით ვაკე და მანძილები არ არის დიდი, იქცევიან ისე, როგორც კუთხეების აღვილზე გადატანის დროს. მაგალითად, (ნახ. 2) აღვილზე გადაიტანენ საპროექტო AC ოდენობის შესაბამის მანძილს, რომლის მდებარეობად მიიღეს AC' და ამავრებენ. ამ მანძილს კომპარირებული დაფთით ან ზუსტი მანძილზომით ზომავენ რამდენჯერმე საჭირო შესწორებების მხედველობაში მიღებით და კამერულად აღგენენ AC' მონაკვეთის უალბათეს (კუშმარიტთან ახლო) ოდენობას. შემდეგ, საპროექტო სი-



ნახ. 10.4.4.2.

გრძეს, როგორც კუშმარიტს, ფაქტობრივად AC -ს აკლებენ AC' უალბათეს ოდენობას და ამ სხვაობას უმატებენ (გადაზომავენ) AC' -ის გაგრძელებაზე. მაშასადამე, შესწორება

$$CC' = AC - AC',$$

(10.4.4.5)

საიდანაც, ადგილზე საპროექტო ხაზის მდებარეობა იქნება

$$AC' + C'C = AC. \quad (10.4.4.6)$$

კონტროლისათვის AC ხაზი უნდა გაიზომოს რამდენიმეჯერ CC' შესწორების ოდენობა უნდა იყოს რაც შეიძლება მცირე, ის უნდა ეტეოდეს ერთი პალოს თავზე. ექსპერიმენტულად დადგენილია რომ ხაზის გადაზომვის განივი შეცდომები ვრცელ შეცდომებთან შედარებით უმნიშვნელოა.

ზემოთ განხილული წესით გეგმებიდან ადგილზე პორიზონტული ხაზების შესაბამისი ხაზების გადატანა მარტივია შედარებით რთულდება საქმე, როცა დასაკვალავი მანძილები დიდია და რელიეფი რთულია. აქ დასაკვალავ ხაზებში შესწორებების შეტანა ხდება არა ისე, როგორც ეს მიღებულია ხაზების გაზომვების დროს — განაზომ ხაზებში შესწორების შეტანის სახით, არამედ გადაზომვების თანადროულად. აგრეთვე, თუ გაზომვების დროს შესწორებები აღგებრულად იკრიბება, აქ ისინი აღგებრულ სხვაობებს წარმოადგენენ. მაგალითად, (7.2.2) პარაგრაფის $C. d$ მუხლში (79 სტრიქონი) დაწვრილებითაა განხილული საკითხი ბაფთით ხაზის განაზომების დამუშავების შესახებ (7.2.2.19 ნახაზი). აქ თანამიმდევრობითაა შესრულებული: 1. განაზომ L' ხაზში ϵ_v კომპარირების, ϵ_t ტექსტურის და ϵ_p დაკვირვის შესწორებების შესახებ (7.2.2.26) ფორმულა. აქვე მითითებულია მათი ერთობლივი ΔI_{Σ} გავლენის მნიშვნელობის შესახებ, რომელიც შეიძლება უგულებელვყოთ; 2. შესწორებული L უმოკლესი დახრილი მანძილის საშუალო ნიშნულის დონეზე დაგეგმილებული L_0 სიგრძის გამოთვლის შესახებ (7.2.2.29) ფორმულა. აქვეა დასაბუთებული, თუ როდის არ არის საჭირო პორიზონტზე დაყვანის მხედველობაში მიღება; 3. L_0 ქვედებულის ძირითად დონებრივ ზედაპირზე (სფეროიდზე ან სფეროზე) დაყვანა (7.2.2.38) ფორმულით. იქვეა მითითებული თუ როდის არ არის საჭირო ϵ_H დაყვანის მხედველობაში მიღება; 4. ძირითად დონებრივ ზედაპირზე დაყვანილი ანუ S გეოდეზიური ხაზის სიბრტყეზე გაუსის პროექციაში d სიგრძის გამოსახვა. (7.2.2.42) ფორმულით $\epsilon_S = \Delta S$.

საბოლოოდ, (7.2.2.45) ფორმულით ვიღებთ გეგმაზე გაუსის პროექციებში პორიზონტულ d ხაზს

$$\left. \begin{aligned} d &= L + \epsilon_v + \epsilon_H + \epsilon_S \\ L &= L' + \epsilon_t + \epsilon_p \end{aligned} \right\}. \quad (10.4.4.7)$$

როგორც ვხედავთ, ხაზის ადგილზე L' განაზომის გეგმაზე გაუსის პროექციებში განსაზღვრისათვის საჭიროა მთელი რიგი შესწორებების ალგებრული ჯამის განსაზღვრები.

გეგმიდან ადგილზე გადატანისათვის კი თანადროულად საჭიროა გამოვიყენოთ ფორმულები:

$$\left. \begin{aligned} L &= d - \epsilon_S - \epsilon_H - \epsilon_v \\ L' &= L - \epsilon_t - \epsilon_p - \epsilon_p \end{aligned} \right\}. \quad (10.4.4.8)$$

მიღებული ტოლობების ელემენტები წარმოადგენს ალგებრულ სიდიდეებს. მაგალითად, ϵ_S არის დადებითი; შეთანხმების თანახმად, ϵ_H და ϵ_v არის

უარყოფითი, ϵ_1 კომპარირების დადებითი შესწორებაა, როცა ϵ_0 ტემპერატურაზე $\epsilon_1 > \epsilon_0$ ნომინალურზე; ϵ_1 არის დადებითი, როცა ხაზის გაზომვის დროს $\epsilon > \epsilon_0$ -ზე, და ϵ_1 დადებითია, როცა ხაზის გაზომვის დროს $p > p_0$.

საერთოდ, საჭიროა მუდამ გვახსოვდეს, რომ ნომინალურთან შედარებით გრძელი საზომით ორ წერტილს შორის გაზომილი ხაზის სიგრძე უნდა გაიზარდოს შესწორების ოდენობით, რადგანაც ამ საზომით გაზომილი ხაზი გამოდის ნაკლები, ვიდრე ის სინამდვილეშია, ხოლო როცა საზომი ნომინალურთან შედარებით მოკლეა, გაზომილი ხაზი შესწორების ოდენობით უნდა შემცირდეს, ვინაიდან ამ საზომით გაზომილი ხაზი სინამდვილეში მეტია. წერტილიდან მოცემული მიმართულებით ადგილზე ხაზის გადაზომვისათვის, ანუ ხაზის მეორე წერტილის დანიშნისათვის, საწინააღმდეგო მოქმედებებია შესრულებული. ნომინალურზე გრძელი საზომით გადაზომილი ხაზი უნდა შემცირდეს შესწორების ოდენობით. რადგანაც ადგილზე გადაზომილი ხაზი გამოდის გრძელი, ვიდრე ფაქტობრივად არის, ხოლო როცა საზომის სიგრძე ნაკლებია ნომინალურზე, საჭიროა გადაზომილი ხაზის სიგრძე გაიზარდოს, ვინაიდან გადაზომილი ხაზი მოკლეა, ვიდრე ფაქტობრივად არის.

ქვემოთ ვნახავთ, რომ ადგილზე პროექტის პორიზონტული ხაზების გადატანას შეევსრულებთ ადგილის დახრილობით გამოწვეული შესწორებების გამოყენების გარეშე, სამშენებლო ტერიტორიაზე ფარგლების გამოყენების გზით.

გ. შიდახაზის ნიშნულის გადატანა ადგილზე

ამ ღონისძიებას ხშირად მიმართავენ ქვაბულების, ტრანშეების, მიწათხრილების გაყვანის დროს, კედლების და სათულთშორის გადახურვების შენების დროს, სამონტაჟო პორიზონტების დადგენისათვის და სხვა. ძირითადად სამუშაო სრულდება გეომეტრიული ნიველობით პორიზონტის გამოყენების მეთოდით, იშვიათად — ტრიგონომეტრიული ნიველობით, ხოლო დიდი სიზუსტით. სპეციალური ნაგებობის ადგილზე დაკვალვის შემთხვევაში იყენებენ ჰიდროსტატიკურ ნიველობას.

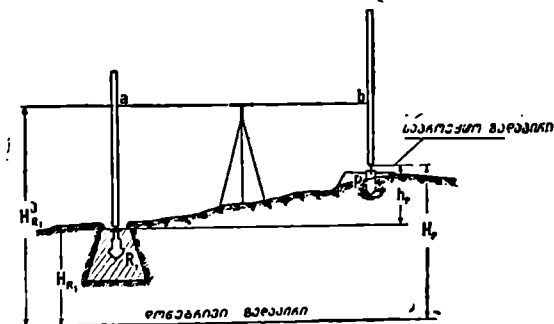
პირველ რიგში საჭიროა გეომეტრიული ნიველობით სამშენებლო ტერიტორიის ფართობის შესაბამისად სახელმწიფო საყრდენი ქსელის რეპერის მიხედვით ამ ტერიტორიაზე დამაგრდეს სამშენებლო რეპერები. ვთქვათ, ასეთია R_1 , რომლის ნიშნულია H_{R_1} . ასევე ახდენენ ყველა საპროექტო ნიშნულის (სუფთა იატაკიდან ან სხვა პირობითი ღონის მიმართ) გადაანგარიშებას ხსენებული რეპერების შესაბამისად. ვთქვათ, ასეთია P წერტილი, რომლის ნიშნულია H_P . საჭიროა P წერტილში დასმული პალო დაყენებული იყოს H_P ნიშნულზე (ნახ. 3).

ნიველირის აყენებენ R_1 რეპერსა და P წერტილს შორის შუაზე, მოკვავთ ნიველირი მომწესობაში და იღებენ რეპერზე და P წერტილზე შეეუ-

ლალ დაყენებულ ლარტყებზე a ანათვალს. საზღვრავენ ინსტრუმენტის $H_{R_1}^I$ პორიზონტს

$$H_{R_1}^I = H_{R_1} + a. \quad (10.4.4.9)$$

ცხადია, P წერტილის H_P ნიშნული და b ანათვალით განსაზღვრულ პორიზონტი უნდა იქნეს იმავე ოდენობის, რაც საკონტროლოდ გამოიყენება.



ნახ. 10.4.4.3.

იმისათვის, რომ P წერტილში დასმული პალო იდგეს საპროექტო ნიშნულზე, საჭიროა განესაზღვროთ b ანათვალის ოდენობა, რისთვისაც ვწერთ

$$H_{R_1} + a = H_P + b,$$

საიდანაც

$$b = H_{R_1} + a - H_P = H_{R_1}^I - H_P. \quad (10.4.4.10)$$

მაშასადამე, b ანათვალი, რომელიც საჭიროა P წერტილის ნიშნულის ნატურაში დასაყენებლად, უღრის ინსტრუმენტის $H_{R_1}^I$ პორიზონტის და P წერტილის საპროექტო (წითელი) H_P ნიშნულის სხვაობას. დაბოლოს P წერტილის ლარტყას ამოძრავებენ ვერტიკალურად მანამ, სანამ თარაზული ძაფით ანათვალი არ იქნება გამოთვლილი b -ს ტოლი. ამ დროს ლარტყის ქუსლის შესაბამის სიმაღლეზე ასობენ პალოს, ჩახრახნიან ხრახნს, ასობენ ლურსმანს ჩასობილ სვეტზე და სხვ. კონტროლისათვის დასმულ პალოს ნიშნულს საზღვრავენ ნიველობით და აღარებენ საპროექტო ნიშნულს. განსხვავება დასაშვებია 2—3 მმ.

კედლებზე, სვეტებსა და სხვა ვერტიკალურ ზედაპირებზე სხვადასხვა საჭირო ნიშნულების შესაბამისი ხაზების დანიშვნისათვის. H^I ინსტრუმენტის პორიზონტული ან თარაზული ბაფთის შესაბამისი ხაზი ინიშნება კედელზე; შემდეგ მის ზემოთ და ქვემოთ საჭირო აღმატებების შესაბამისი ხაზები ტარდება.

საპროექტო ნიშნულების ნატურაში გადატანის დროს ძირითად შეცდომებს წარმოადგენს:

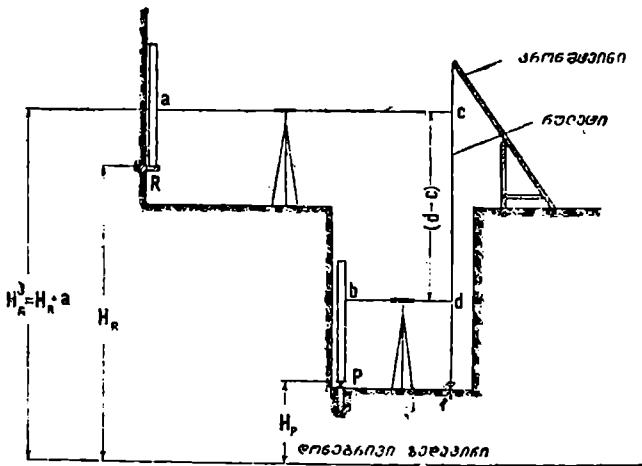
1. გამოსავალი მონაცემების, ანუ სამშენებლო ტერიტორიაზე გადმოტა-

ნელი R_1 რეპერის საშუალო კვადრატული m_{R_1} შეცდომა; 2. ლარტყებზე ანათვლების აღების $m_a = m_b = m_{ანათვ}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა; 3. პალოს (ლურსმნის, ზრახნის) ფიქსირების $m_{ფიქს}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა; მაშასადამე, ნიშნულის ნატურაში გადატანის $m_{საპროექტო}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$m_{საპროექტო} = \sqrt{m_{R_1}^2 + 2m_{ანათვ}^2 + m_{ფიქს}^2} \quad (10.4.4.11)$$

D. წერტილების ნიშნულების გადატანა ღრმა ძვაგულისში და მაღალ შემოგზავზე

(4) ნახაზის მიხედვით შეიძლება განხილულ იქნეს ორი ამოცანა. სამშენებლო ტერიტორიაზე გადმოტანილი R რეპერის H_R ნიშნულის მიხედვით განისაზღვროს P წერტილის H_P ნიშნული და P წერტილის ცნობილი H_P



ნახ. 10.4.4.4.

ნიშნულით ქვაბურში ჩასობილ იქნეს პალო ისე, რომ მის თავზე დასობილი ლურსმანის თავის ნიშნული იყოს H_P . ორივე შემთხვევაში თანადროულად სრულდება ორი ნიველირით შუიდან ნიველობა. პირველი შემთხვევისათვის (4) ნახაზის მიხედვით განესაზღვრავთ

$$H_P = H_R^1 - (d-c) - b, \quad (10.4.4.12)$$

ხოლო მეორე შემთხვევისათვის ცნობილია პროექტის მიხედვით H_P და ისაზღვრება უცნობი b

$$b = H_R^1 - H_P - (d-c). \quad (10.4.4.13)$$

კონსტრუქციის ჩამოყიდვები რულები შემოდან ქვემოთ არის ზრდადი, იგი დაქიმულია 10 კგ საწონით, აგრეთვე, როცა საჭიროა გრძელი რულები გამოყენება, საწონს უშვებენ ვედროში, რომელშიც ბლანტი სითხე ასხია. აქაც, ასევე, როგორც წინა C მუხლში, P წერტილზე ვერტიკალურად ამოძრავებენ ლარტყას. ვიდრე მასზე თარაზული ძაფით არ გამოჩნდება ანათვალის ამ დროს ლარტყის ქუსლის ნიშნული იქნება H_P , რასაც ნატურაში შეესაბამება პალოზე დასმული ლურსმნის თავი. საკონტროლოდ შეცვლილი ჰორიზონტებით იმეორებენ ზემოთ აღნიშნულ მოქმედებებს.

ახლა წარმოვიდგინოთ, რომ P წერტილი არის დედაშიწის ფიზიკურ ზედაპირზე, R წერტილი კი—მ ა ღ ა ლ ი შ ე ნ ო ბ ი ს კ ე დ ე ლ ზ ე და საჭიროა განისაზღვროს H_R და a ანათვალის, ანუ ამოხსნათ ზემოთ აღწერილი ორი ამოცანის შებრუნებული ამოცანები. იგივე (4) ნახაზის მიხედვით

$$H_R = H_P + (d - e) - a, \quad (10.4.4.14)$$

$$a = H_P - H_R + (d - e), \quad (10.4.4.15)$$

სადაც

$$H_P = H_P + b.$$

კედელზე გადატანილი R რეპერის მიხედვით დგინდება ნატურაში კონსტრუქციული ელემენტების საჭირო ზომები.

E. მოცემული ძანოვით ხაზებისა და სიბრტყეების ნატურაში გადატანა

ხაზოვანი ნაგებობების (გზები, არხები, საინჟინრო ქსელები, მილგაყვანილობები), ასევე ქალაქების მოედნების, პარკების, გაზონების, აეროდრომების, სამონტაჟო სამუშაოებისა და სხვა სახის მშენებლობის დროს საჭირო ხდება საპროექტო ხაზებისა და სიბრტყეების მიღებული ქანობის შესაბამისად ადგილზე დაკვალვა, რისთვისაც საჭიროებისამებრ იყენებენ ნიველირის, სამიზნეებს ან თეოდოლიტს.

ა. მოკლე დაშრიცი ხაზის დაკვალვა ადგილზე მოცემული ძანოვის შესაბამისად

ვთქვათ, ადგილზე გადატანილია A წერტილი, რომლის ნიშნულია $H_A = 415,846$ მ. საჭიროა AB მიმართულებით $d = 100$ მ სიგრძის ხაზი ნატურაში დაიკვალოს — 0,02 ქანობით.

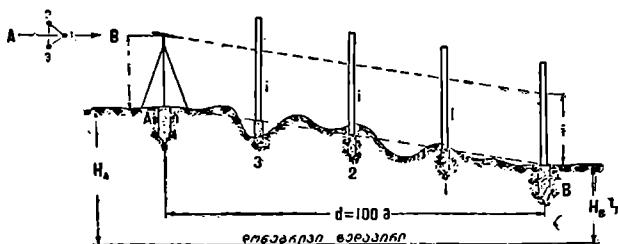
ამ მონაცემებით B წერტილის ნიშნული იქნება

$$H_B = H_A + d(-0,02) = 415,846 - 100 \times 0,02 = 413,846 \text{ მ.}$$

(10) ფორმულის გამოყენებით $d = 100$ მ მანძილზე დავასობთ B წერტილში პალოს. ისეთ სიმაღლეზე, რომ მასზე დაყენებულ ლარტყაზე ანათვალის A წერტილში მომწესობაში მოყვანილი ნიველირის ჰორიზონტული სიხის შესაბამისად იყოს $H_A + i - H_B = H_A - H_B$. ამით ამოცანა ამოხსნილია. ზემოთ აღწერილის ანალოგიურია (3) ნახაზი.

სამშენებლო და ხამონტაჟო სამუშაოების დროს ხშირად საჭირო ხდება AB ხაზის შუალედ 1,2,3 წერტილებზე საპროექტო ხაზის შესაბამისი პალოების დასმა, რაც სრულდება ნიველირით, სამიზნეებით ან თეოდოლიტით.

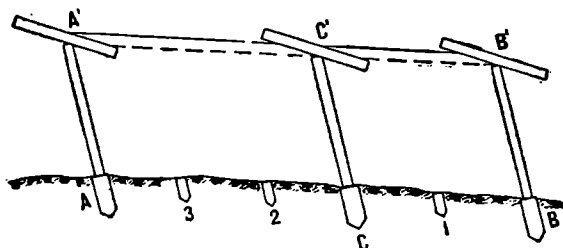
ამ მიზნით ნიველირის ზესადგარის ერთ-ერთ, ვთქვათ, 1-ლ ამწევე ხრახნს გაყენებთ A წერტილზე AB ხაზის გასწვრივ ისე, რომ მე-2 და მე-3 ამწევი



ნახ. 10.4.4.5.

ხრახნების შემაერთებელი ხაზი იქნება AB ხაზის მართობი (ნახ. 5). ვზომავთ ინსტრუმენტის i სიმაღლეს, რაც ტოლი იქნება A წერტილზე დადგმული შტატივის სიმაღლისა და თვით ნიველირის სიმაღლის ჯამისა. B წერტილზე ვდგამთ ლარტყას, რომელზეც გადატანილი უნდა გვექონდეს ნიველირის i სიმაღლე. ნიველირის ამწევე ხრახნს 1 ვაბრუნებთ, ვიღრე ჭოგრის თარაზული ძაფი არ დაემთხვევა ლარტყაზე აღნიშნული სიმაღლის შესაბამის ნიშანს (ანათვალს).

მაშასადამე, ნიველირის ჭოგრი მიიღებს მოცემული ქანობის ($-0,0,2$) შესაბამის და x რას. შემდეგ თანამიმდევრობით ვასობთ 1,2,3 წერტილებში



ნახ. 10.4.4.6.

პალოებს ისე, რომ ყოველ მათგანზე დაყენებული ლარტყის i ნიშნაკს (ანათვალს) ემთხვეოდეს ჭოგრის თარაზული ძაფი. ყველა პალოს თავი განლაგებული იქნება AB ხაზზე.

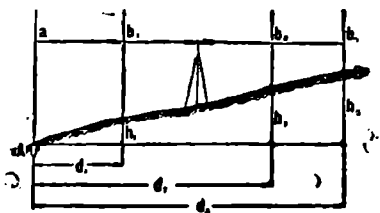
მიწის ნაგებობის გაყვანისას და საერთოდ, როცა დიდი სიზუსტე არ მოითხოვება, იყენებენ სამიზნეებს, რომელთა რაოდენობა უნდა იყოს სამი. მათ-

გან ორი მუდმივი A და B წერტილებში და ერთი — სასვლი (ნახ. 6). ყველა სამიზნე ტოლი სიმაღლის არის. დამკვირვებელი $A'B'$ ხაზის მიმართებით იცქირება A და B სამიზნეების გამოყენებით, C მოძრავი სამიზნის შევეულად გადაადგილებით კი შესაბამის სიმაღლეებზე ასობენ 1, 2, 3, პალოებს ისე, რომ $A'B'$ ხაზს ყოველ ჯერზე ემთხვეოდეს C წერტილი.

ბ. ხაზის მემოგ ვერტიკლის ნიშნულის წინასწარ განსაზღვრის ბარემოგ მოცემული მანძილით ხაზის ნათუკაში დანიშვნა

ვთქვათ, საჭიროა H_A ნიშნულის მქონე A წერტილიდან ადგილზე i ქანობის შესაბამისი ხაზის (ნახ.7) დანიშვნა.

A წერტილიდან ახდენენ AB ხაზის დასარკვას და შერჩეულ ინტერვალებში მსუბუქად ასობენ პალოებს. A წერტილზე აყენებენ ლარტყას, ხოლო ნიველირს — ამ წერტილებს შორის, რაც შეიძლება სიმეტრიულად და იღებენ a ანათვალს. ცნობილი a ანათვალის, მოცემული i ქანობისა და d მანძილების შესაბამისად აღმართის შემთხვევაში განსაზღვრავენ b_1, b_2, b_3, \dots საჭირო ანათვალს შემდეგი ტოლობებიდან:



ნახ. 10.4.4.7.

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= a - id_1 \\ b_2 &= a - id_2 \\ b_n &= a - id_n \end{aligned} \right\} \quad (10.4.4.16)$$

ცხადია, დაღმართის შემთხვევაში (16) ტოლობები მიიღებს ასეთ სახეს:

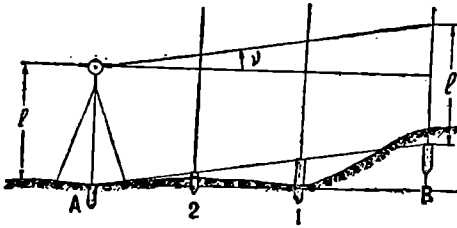
$$\left. \begin{aligned} b_1 &= a + id_1 \\ b_2 &= a + id_2 \\ b_n &= a + id_n \end{aligned} \right\} \quad (10.4.4.17)$$

შემდეგ წინასწარ დასობილ პალოებზე აყენებენ ლარტყას და ყოველ ჯერზე ასწევ-დასწევენ პალოებს, ვიდრე ლარტყაზე თანამიმდევრობით არ მიიღება b_1, b_2, \dots, b_n ანათვლები. დასმული პალოების თავების შემაერთებელი ხაზი ადგილზე იქნება i ქანობის მქონე. გრძელ მანძილებზე სამუშაო ვრძელდება ნიველირის გადაადგილებით.

ამ შემთხვევაში მოკლე მანძილებზე შეიძლება განისაზღვროს უკანასკნელი წერტილის საჭირო b ანათვალი, ე. ი. B წერტილის ნიშნული და შემდეგ სამიზნეების გამოყენებით დაინიშნოს შუალედი წერტილები.

ა. თეოდოლიტ-ტაქსომეტრით ნატურაში მოცემული ძანობით ხაზის შუალადი წაკითხვების დანიშვნა

ცნობილი H_A , i და $d=AB$ ელემენტებით განსაზღვრულია H_B ნიშნული, საჭიროა A და B წერტილებს შორის შუალედი 1, 2, ... წერტილების დანიშვნა- ცნობილი i ; ძანობით განსაზღვრავენ საპროექტო ხაზის დახრის კუთხეს, რისთვისაც $i = tg \nu$ ტოლობის შესაბამისად ცხრილების ან ე გ მ გამოყენებით



ნახ. 10.4.4.8.

განესაზღვრავთ საპროექტო ხაზის ν დახრის კუთხეს. გულდასმით გავზომავთ თეოდოლიტ-ტაქსომეტრის l სიმაღლეს, რომელსაც დაენიშნავთ ლარტყაზე. თეოდოლიტი დაცენტრილი და მომწესობაში მოყვანილია A წერტილზე, როცა წრედი მარჯვნივ არის,

(R) ვერნიერს ვაყენებთ $\nu_R = \nu + N$, ხოლო როცა წრედი მარცხნივია $\nu_L = N - l$. ანათვალზე. ამ კუთხით კოგრს მივმართავთ B წერტილზე შევეუღად დაყენებულ ლარტყაზე. ნორმალურ პირობებში კოგრის თარაზული ძაფი უნდა შეუთავსდეს ლარტყაზე მინიშნულ ინსტრუმენტის l სიმაღლეს, რის შემდეგ კოგრს დავამაგრებთ. შემდეგ, თანამიმდევრობით, აღნიშნულ ლარტყის გამოყენებით შუალედ პალოებს ვამაგრებთ იმ სიმაღლეზე, რომ მათზე დაყენებულ ლარტყაზე ყოველ ჯერზე იყოს იარაღის l სიმაღლის შესაბამისი ანათვალი.

ბ. მოედნის დაკვალვა მოკრიფონებულად და დახრილად მოსახანდაკებლად

ასეთი სახის ამოცანები ხშირია შიგა კვარტალური მოედნების დაპროექტების, სამრეწველო საწარმოების სამაქროების შექმნის, კაპიტალური შენობების მთლიანი ფუძეების შექმნის, სამრეწველო დანადგარების ფუძეების გამზადების დროს და სხვა.

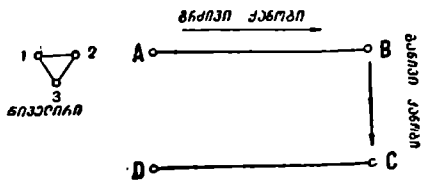
პირველ შემთხვევაში ნულოვანი ბალანსის დაცვის მიზნით (10.2.2)-ში განხილული ერთ-ერთი მეთოდით შერჩეულ გამოსავალ წითელ H_0 ნიშნულს აკლებენ 5 — 10 მეტრიანი გვერდების მქონე კვადრატების კუთხეების წვეროების შავ ნიშნულებს, რითაც იღებენ მუშა ნიშნულებს. ამ წვეროებზე ასობენ დარაჯ პალოებს: წარწერით და საჭირო ნიშნით (კრილს ეწერება მიწისი, ხოლო ყრილს — პლუსი ნიშანი).

დახრილად სიბრტყის მოსახანდაკებლად დაკვალვისა და მიწის სამუშაოების საკითხი ვრცლად განხილული (10.2.2)-ში იმ შემთხვევისათვის, როცა და-

ქანება დიდი. აქ განვიხილავთ მცირე დაქანების ($i < 0,002$) შემთხვევაში თუ როგორ აღწევენ მიზანს (ნახ. 9).

ცნობილი წესით შერჩეული საპროექტო H_0 ნიშნულის შესაბამისად განსაზღვრულ A, B, C, D წერტილების H_A, H_B, H_C, H_D ნიშნულებს გადავ-

ტანთ ადგილზე. ნიველირის ვაყენებთ ისე, რომ ამწე ხრახნის 1 და 2 შემაერთებელი ხაზი AB ხაზის პარალელური იყოს, ხრახნი 3 კი — მართობული. სამივე ამწე ხრახნით ვმოქმედებთ მანამ, სანამ ორ მივიღებთ ერთნაირ ანათვლებს ხსენებულ A, B, C, D წერტილებზე შევეულად დაყენებულ ლარტყებზე. ამით მივიღწევთ იმას, რომ ნიველირის დამიზნების ღერძზე გამავალი დახრილი სიბრტყე პარალელური იქნება A, B, C, D წერტილებზე დასმული პალოების თავზე გატარებული დახრილი სიბრტყისა. შემდეგ, A, B, C, D სიბრტყის ფარგლებში კვადრატების წვეროებზე ან გატარებულ ღერძებზე ვასობთ პალოებს იმ სიმაღლეზე, რომ მათზე დაყენებულ ლარტყაზე ანათვალი იყოს ისეთი, რაც გვაქვს საპროექტო A, B, C, D წერტილებზე. მაშასადამე, წერტილების ერთობლიობა იქნება საპროექტო $ABCD$ სიბრტყეზე. საჭირო მახასიათებელ წერტილებს საგანგებოდ ამაგრებენ.



ნახ. 10.4.4.9.

10.4.5. დაკვალვითი სამუშაოების საფუძვლები

ნებისმიერი შენობებისა და ნაგებობების როგორც აგებმითი, ისე დაკვალვითი სამუშაოები სრულდება საგანგებოდ ადგილზე საიმედოდ დამაგრებული გეკპლარი და სასიმაღლო გეოდეზიური საყრდენი ქსელების სრულყოფილად გამოყენებით. (9.7) და (9.8) განხილულია ზემოხსენებული ქსელების და აგებმების საკითხები, რაც წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ დაკვალვითი სამუშაოების შესრულების დროსაც. აქ განვიხილავთ უკვე ცნობილი ქსელების დაკვალვისათვის ზოგიერთ სპეციფიკურ საკითხს. მაგალითად, პროექტების დაკვალვებისათვის ვარგისი გეოდეზიური ქსელებისაგან მოითხოვება: 1. ისინი უნდა აკმაყოფილებდნენ პროექტის ადგილზე დაკვალვისათვის საჭირო სიზუსტეს; 2. განხილადი ქსელების პუნქტებზე დაუბრკოლებლად უნდა შეიძლებოდეს ინსტრუმენტის დაყენება აგრეთვე მშენებლობის დამთავრებამდე ისინი დაცული უნდა იქნენ დაზიანებისაგან.

სამშენებლო ტერიტორიის ოდენობის, ნაგებობის ხასიათის და დაკვალვებისათვის მოთხოვნილი სიზუსტის მიხედვით სრულდება საფუძვლის შექმნა: ტრიანგულაციის, მიკროტრიანგულაციის, ტრილატერაციის, პოლიგონომეტრიის ან საგანგებო სამშენებლო გეოდეზიური ბადის ან წითელი ხაზების სახით.

ტრიანგულაციისა და ტრილატერაციის ქსელები იქმნება 0,5 — 2,5 კმ სიგრძის გვერდებით, დიდი ხილების და ვიადუკების, ჰიდროკვანძებისა და დიდი

გვირაბების მშენებლობისათვის. ტრიანგულაციაში კუთხეები იზომება 1—2" სიზუსტით, საბაზისო გვერდები და ტრილატერაციაში გვერდები 1:200 000 — 1:300 000 სიზუსტით, ხოლო მეზობელი პუნქტების მდებარეობის შეცდომები არ უნდა აღემატებოდეს 1 — 2 სმ.

მიკროტრიანგულაციის ქსელები იქმნება 20—50 მეტრის სიგრძის გვერდებით. მას უმთავრესად იყენებენ ამაჩქარებლების, მალღვივ შენობებისა და სხვა ღიოსშესანიშნავი ნაგებობების მშენებლობის დროს.

პოლიგონომეტრიას იყენებენ ხაზოვანი ნაგებობების მშენებლობის დროს, როგორცაა გზები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, დიდი არხები, გვირაბები და სხვა. აგრეთვე პოლიგონომეტრიას წარმატებით იყენებენ ქალაქურ დასახლებებში საჰაერო წითელი ხაზების ნატურაში გამოტანის საკონტროლოდ.

დაკვალვით სამუშაოებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გეოდეზიურ სამშენებლო ბადეს, რომელიც კვადრატების ან მართკუთხედების წვეროებზე განლაგებული საყრდენი წერტილების სისტემაა. იგი წარმოადგენს გეგმურ და სასიმალო საფუძველს, შექმნილს საცხოვრებელ და სამრეწველო სამშენებლო ტერიტორიებზე შენობებისა და ნაგებობების პროექტების ნატურაში გადასატანად, ვერტიკალური დაპროექტებისათვის მიწისზედა და მიწისქვეშა საინჟინრო ქსელების ასაგეგმავად, მშენებლობის შესრულებითი გენერალური გეგმების შესადგენად, შენობისა და ნაგებობების დაჯდომებზე, დატურებებსა და სხვადასხვა სახის დეფორმაციებზე დაკვირვებებისათვის და სხვა.

სამშენებლო ბადის უპირატესობა სხვა სახის გეოდეზიურ საყრდენ საფუძველთან შედარებით ის არის, რომ იგი საშუალებას იძლევა გარკვეული ტერიტორიის ფარგლებში თანაბარი სიზუსტით აშენდეს შენობები და სხვა ობიექტები. ნაგებობათა კუთხეების და სხვა საჰაერო წერტილების კოორდინატები შედარებით ადვილად დგინდება, აგრეთვე ძლიერ ადვილდება პროექტის ელემენტების დაკვალვა ადგილზე.

(9.8.4) პარაგრაფში ზოგადად მოყვანილია ცნობები გეოდეზიური სამშენებლო ბადის შესახებ. ქვემოთ სავანგებოდ განვიხილავთ საკითხს მისი სიზუსტის, დაპროექტებისა და ადგილზე გამოსავალი მიმართულებების გადატანისა და დეტალურად ადგილზე მისი დაკვალვის შესახებ; ასევე განვიხილავთ საკითხებს სამშენებლო ბადის განვითარების დროს საჰაერო გეოდეზიური სამუშაოების შესახებ, როგორცაა მთავარი ღერძის აგება, შემავსებელი ქსელების განვითარება, სამშენებლო ბადის რედუცირება, სამშენებლო ბადის პუნქტებზე საკონტროლო გაზომვების და მშენებლობის დროს მისი გახშირება.

4. გეოდეზიური სამშენებლო ბადის ჩაობისა და სიზუსტის შესახებ

[28] წიგნში წვლილადების აგეგმვების საკითხების განხილვის დროს აგეგმვების გადაადგილების მიზნით შემოღებულია კერძო კოორდინატები თეოდოლიტური სვლების (გვერდების) მიმართ. მაგალითად, თეოდოლიტური სვლის გვერდი (პოლიგონის გვერდი) მიღებულია ორდინატთა ღერძად, ხოლო მისი მართობი—აბსცისათა ღერძად, რომელთა მიმართ ისაზღვრება ასაგეგმავი წვლილადის კერძო x' და y' კოორდინატები; თავის მხრივ კი, თეოდოლიტური სვლის ყოველი წერტილის მდებარეობა განსაზღვრულია გაუსის ბრტყე-

ლი მართკუთხა კოორდინატებით. მაშასადამე, თვით აგეგმილი წელიწადებიც საბოლოოდ განსაზღვრული იქნება გაუსის კოორდინატებში.

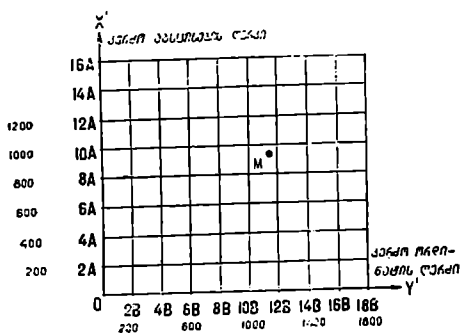
განხილად შემთხვევაშიც, პროექტის ადგილზე გადატანის მიზნით, აგებენ მართკუთხა კოორდინატების კერძო სისტემას, რომელსაც ზემოთ ვუწოდეთ გეოდეზიური სამშენებლო ბაღე; სიმარტივის მიზნით, ზედმიწევნით იცავენ პირობას, რომ ამ სისტემის ძირითადი ღერძები ზუსტად პარალელური იყოს გენერალურ გეგმაზე დაპროექტებული ნაგებობების და გასასვლელების ძირითადი და მთავარი ღერძებისა; მაშასადამე, ამ ღერძების პარალელური წრფეებით მიღებული კვადრატების ან მართკუთხედების ბადის გვერდები უნდა მდებარეობდეს გენერალურ გეგმაზე არსებული და ასაშენებელი ნაგებობების ძირითადი და მთავარი ღერძების პარალელურად; ისინი მიბმული უნდა იყვნენ მიწისქვეშა კომუნიკაციებთან. ხსენებული კერძო სისტემის კოორდინატების საწყისი (გამოსავალი) წერტილი უნდა მდებარეობდეს სამშენებლო ტერიტორიის გარეთ ისე, რომ ასაშენებელი ობიექტების კერძო კოორდინატებს ჰქონდეს დადებითი ნიშანი (ჩვეულებრივ საწყისად იღებენ სამშენებლო ტერიტორიის სამხრეთ-დასავლეთის გარე წერტილს). სამშენებლო ბადის ყველა წვერო ადგილზე უნდა იყოს დამაგრებული რკინა-ბეტონის ნიშნებით (ნახ. 1). სამუშაო პროექტის შედგენის დროს პროექტის კოორდინატებს გამოსახავენ ხსენებული კერძო კოორდინატებით, რაც აადვილებს ადგილზე წერტილების გადატანის პროცესს.

სამშენებლო ბადის პუნქტები საჭიროა მდებარეობდეს გადასატანი ობიექტების ახლოს. სამშენებლო ბაღე შეიძლება გამოვიყენოთ შესრულებითი აგეგმვებისათვისაც.

როგორც ითქვა, სამშენებლო ბაღე ობიექტების ადგილზე სწრაფად დაკვალვის საშუალებას იძლევა; სწრაფად სრულდება მასზე დაყრდნობით შესრულებითი გეგმის შედგენა; ყოველი ობიექტი შეიძლება ვაშენოთ ურთიერთდამოუკიდებლად უშუალოდ ბაღეზე დაყრდნობით; ასევე კომუნიკაციებიც შეიძლება ვაშენოთ ნაწილ-ნაწილ დამოუკიდებლად. მაშასადამე, ყოველი ობიექტი შეიძლება ვაშენოთ მხოლოდ და მხოლოდ სამშენებლო ბაღეზე დაყრდნობით, ამიტომ შეცდომები არ დაგროვდება, ე. ი. სამშენებლო ბადის გამოყენებით ობიექტების გეგმურ და სასიმალო ძვრებს ექნებათ უგულვებელსაყოფი ოდენობები.

საერთოდ, საჭიროა მივალწიოთ კილომეტრულ, მოედნის ნიველობის, კარტოგრაფების და სამშენებლო ბადის გაერთიანებას.

სამშენებლო ბაღე ადგილზე ობიექტების დაკვალვის შესაძლებლობას უნ-



ნახ. 10.4.5.1.

და იძლეოდეს იმ სიზუსტით, როგორც სრულდება ძირითადი გეოდეზიური საყარდენის საფუძველზე ობიექტების დაკვალვისა და 1:500 მასშტაბში ავეგმეების შესრულების დროს.

თანამედროვე სამრეწველო საწარმოები წარმოადგენს სხვადასხვა აგრეგატებისა და რთული კომუნიკაციების ტექნოლოგიური კავშირის კომპლექსებს სამშენებლო ტერიტორიის ყველა ობიექტს შორის, რაც მოითხოვს განხილად ტერიტორიაზე დაკვალვითი სამუშაოები შესრულდეს მაღალი და ტოლი სიზუსტით ემპირიულად დადგენილია, რომ ობიექტების მთავარი წერტილების ურთიერთმდებარეობა 200 მეტრიანი გვერდების მქონე კვადრატების ზადის ფარგლებში უნდა მოხდეს 1:10 000 სიზუსტით, ანუ 2 სმ-მდე შეცდომით, ხოლო ზადის მართი კუთხეები უნდა აიგოს $\pm 20''$ სიზუსტით.

სამშენებლო ზადის პუნქტების, როგორც 1:500 მასშტაბიანი ავეგმვის საფუძვლის მდებარეობის შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,2$ მმ, ანუ აღვილზე ± 10 სმ.

სხვადასხვა რეპერებით განსაზღვრულ ინსტრუმენტის ჰორიზონტებს, ანუ იმავე რეპერებით განსაზღვრულ ერთსა და იმავე წერტილის ნიშნულებს შორის სხვაობები არ უნდა აღემატებოდეს 3—4 მმ. მაშასადამე, სამშენებლო ზადის მეზობელ პუნქტებს შორის აღმატებების შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს $3:\sqrt{2} \approx 2$ და $4:\sqrt{2} \approx 3$ სმ, ხოლო III კლასის ნიველობის სკლებიდან დიდ მანძილებზე დაშორებულ რეპერებს შორის აღმატებების შეცდომები — ± 3 მმ-ს.

ბ. სამშენებლო ზადის გამოსავალი მიზანშეწონილი დაპროექტება და აღვილზე გადატანა

იმისათვის, რომ დავაპროექტოთ სამშენებლო ზადის ძირითადი ღერძები შენობების, ნაგებობების, გადასასვლელებისა და კომუნიკაციების მთავარი და ძირითადი ღერძების (ნახ. 9.8.3.4 და 9.8.4.1) პარალელურად, საჭიროა გვერდის სამშენებლო ტერიტორიის გენერალური გეგმა, რომელზეც განლაგებული იქნება აშენებული და ასაშენებელი ობიექტები. სამშენებლო ზადის ძირითადი ღერძების საჭირო მიმართულებების დადგენის თანადროულად იხილავენ საკითხს ზადის პუნქტების სიზღირის ანუ კვადრატების გვერდების საჭირო სიგრძეების შესახებ. საერთოდ, დიდ სამრეწველო ტერიტორიებზე კვადრატების გვერდებს იღებენ 200 მეტრს; როცა საჭიროა აპროექტებენ (150X200) და სხვა ზომის მართკუთხედების ზადეებს.

ზადის დაპროექტების დროს ცდილობენ, რომ ზადის კვადრატების წვეროები არ მოხდეს მიწის სამუშაოების ზონაში და არ განადგურდეს; თუ საჭიროა, ზადის გვერდებს გადაადგილებენ 10 მეტრის ჩერად მანძილზე.

როგორც ითქვა, შეიძლება ზადის ყოველი წვეროს გამოყენება ობიექტების დასაკვალად, ხოლო საერთო (გამოსავალი) საწყის კერძო კოორდინატებისას იღებენ ტერიტორიის გარეთ სამხრეთ-დასავლეთ კუთხეში, რათა კერძო კოორდინატები ყოველთვის დადებითი იყოს; აუცილებელია, რომ საერთო საწყისი, ანუ $A-A$ და $B-B$ ღერძების გადაკვეთის (ნახ. 9.8.4.1) წერტილი, მიებას (აღვილზე დანიშნული) ტრიანგულაციის ან პოლიგონომეტრიის პუნქტებს; ამით აღვილი ხდება ზადის კერძო კოორდინატების დაკავშირება სახელმწიფო გეოდეზიურ საფუძველთან.

სამშენებლო ბაღის ძირითად ღერძებს უწერენ რიგით მანძილებს (200, 400, 600,) ან აბსციხების და ორდინატების მიმართულებით ას მეტრთან მანძილებს აღნიშნავენ შესაბამისად A და B ასოებით და უწერენ აბსციხების ღერძს $2A, 4A, \dots$; ორდინატებისას კი $2B, 4B, \dots$ ორივე ნიშნში მოცემულია (1) ნახაზზე. მაგალითად, M წერტილის კერძო აბსციხა $x'_M = 9A + 15,50$, ანუ 915,5 მ, ხოლო ორდინატი $y'_M = 11B + 55,5$, ანუ 1155,50 მ. მაშასადამე, $M(915,50, 1155,50)$. კერძო ღერძებზე A და B ასოების მიწერას ეს უპირატესობა აქვს, რომ A და B ერთბაშად გვიჩვენებს მონაკვეთი აილება აბსციხის თუ ორდინატის ღერძის მიხედვით.

სამშენებლო ბაღის პროექტის ადგილზე გადატანისათვის, როგორც ითქვა საპირობა პირველ რიგში ადგილზე დავკვალოთ მისი მთავარი ღერძები კამერულად გამოყენებული ძირითადი სახელმწიფო საყრდენი პუნქტების მიმართ შეზღუდული გეოდეზიური ამოცანის გამოყენებით. ხოლო, თუ გენერალურ გეგმაზე დატანილია სერიოზული საინჟინრო ობიექტები (რკინიგზა და საავტომობილო გზები, მაღალი ძაბვის ხაზები და სხვა), მათი ძირითადი ღერძების მიმართ გრაფიკული ხერხით განსაზღვრულ ელემენტებს გადავიტანთ ადგილზე ხსენებული ბაღის მთავარი ღერძების მიმართ. ცხადია, ადგილზე გადატანილ პუნქტებს შორის (მინიმუმ სამი) უნდა იყოს სრული ხილვადობა იმ შემთხვევაში, როცა ბაღის გამოსავალი პუნქტების ადგილზე გადატანისათვის იყენებენ გრაფიკულ ხერხით განსაზღვრულ ელემენტებს, მაშინ კერძო კოორდინატები შეცდომებით გამოდის 0,2—0,3 მმ გეგმის მასშტაბში. მაშასადამე, ადგილზე მოხდება მიღებული შეცდომის შესაბამისად ობიექტის მთელი კომპლექსის საპირობა მდებარეობიდან გადაადგილება 10—15 სმ, რაც არ არის საშიში.

დიდი საწარმოების გაფართოებისა და რეკონსტრუქციის დროს ასეთი ოდენობის შეცდომების დაშვება ახალი ობიექტების არსებულ ობიექტებთან მიხმის დროს არ დაიშვება ამ შემთხვევაში სამშენებლო ბაღის გამოსავალი ღერძები უნდა წარმოადგენდეს; ძველის გაგრძელებას და თუ ძველი ბაღის საპირობა პუნქტები განადგურებულია, მაშინ უნდა დავაკავშიროთ ახალი ბაღე ახალ ობიექტებთან ტექნოლოგიურად დაკავშირებული ძველი ობიექტების მთავარ და ძირითად ღერძებთან და მათთან დაკავშირებით უნდა შეიქმნას ახალი გამოსავალი ღერძები.

ვანსაკუთრებით საყურადღებოა ტლანქი შეცდომის დაშვება ბაღის შოკარი გვერდების მიმართულებებში ანუ ღერძების ურთიერთმართობულად დაკვალების საქმეში. ამიტომ საპირობა (10. 4. 4. 1) ნახაზისა და (10. 4. 4. 1) მაგალითის მსგავსი მეთოდით შექმნილი ძირითადი ღერძების ურთიერთმართობულობის შემოწმება, შესწორება.

ადგილზე ბაღის გამოსავალი ღერძების დაკვალება უნდა მოხდეს 1:1 000 — 1:2 000 სიზუსტით. ზემოხსენებული წესით ადგილზე მოქმენილი წერტილები უნდა დამაგრდეს ხის ან რკინაბეტონის სვეტებით.

0. სამშენებლო ბაღის ადგილზე დეტალურად დაკვალების მეთოდები

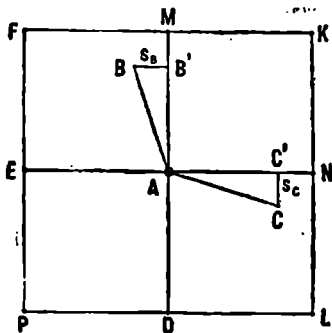
გვერდების შერჩეული სიგრძეების შესაბამისად ადგილზე სამშენებლო ბაღს კვალიან ძირითადად ღერძა და რედუქციის მეთოდებით. ღერძა მეთოდით სამშენებლო ბაღის ადგილზე დასაკვალებად უკვე დაკვალებულ და დამაგ-

რებულ გამოსავალ მიმართულებებზე დაყრდნობით ადგილზე ზუსტად ატარებენ ურთიერთმართობ ორ ღერძს. ვინაიდან AB და AC გამოსავალი მიმართულებები მაღალი სიზუსტით არ არის დანიშნული, შეიძლება. BAC კუთხე არ იქნეს ზუსტად მართი (ნახ. 2), ამიტომ საჭიროა 2—3 ილეთით ოპტიკური თეოდოლიტით BAC კუთხის გაზომვა. s_B და s_C ხაზოვანი შესწორებების ოდენობები (2) ნახაზის შესაბამისად განისაზღვრება ფორმულით

$$\left. \begin{aligned} s_B &= \frac{\Delta\beta}{2\rho} \cdot AB \\ s_C &= \frac{\Delta\beta}{2\rho} \cdot AC \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.1)$$

სადაც $\Delta\beta = 90^\circ - \beta$ და β კი არის გაზომილი BAC კუთხე; AB და AC სიგრძეები ამოიღება გეგმიდან, რომელზეც პროექტდებოდა სამშენებლო ბადე; $\rho = 206265''$ — რადიანი.

B' და C' წერტილები მაგრდება ადგილზე შესწორებული მიმართულებით და მათზე გადაიზომება ბადის გვერდების სიგრძეები. ყველა გაზომვა



ნახ. 10.4.5.2.

უნდა იყოს ზუსტი, სადაც მხედველობაში იქნება მიღებული საჭირო შესწორებები. ჩვეულებრივ, A წერტილს ნიშნავენ სამშენებლო მოედნის ცენტრში. საჭირო ნიშნებს აყენებენ AM, AN, AD, AE გასწვრივობებში თეოდოლიტის საშუალებით. ბოლო M, N, D, E პუნქტებზე აგებენ მართ კუთხეებს და მთელ პერიმეტრზე კმნიან ბადეს. შეცდომების დაგროვების გამო F, K, L, P წერტილებში კუთხეები არ არის 90° და გვერდების სიგრძეებიც არ არის შერჩეული ოდენობების. მი-

ღებული შეუქვრელობები ახასიათებს შესრულებული სამუშაოს სიზუსტეს, პუნქტების ნაწილობრივი გადაადგილებით შეიძლება შემციირდეს მათი ოდენობები.

როგორც ვხედავთ, სამშენებლო მოედანზე მივიღეთ სხვადასხვა სიგრძის გვერდებიანი ოთხი პოლიგონი. ამ პოლიგონებზე, ადრე დაყენებული ხის სვეტების ნაცვლად პუნქტებზე აყენებენ რკინაბეტონის მუდმივ სვეტებს, მათზე აგებენ პირველი თანრიგის პოლიგონომეტრიულ სვლებს, აწონასწორებენ და განსაზღვრავენ მუდმივი პუნქტების კოორდინატებს. შემდეგ ხსენებულ ძირითად პუნქტებს შორის აგებენ II თანრიგის პოლიგონომეტრიის შემავსებელ პუნქტებს, მასაც აწონასწორებენ და განსაზღვრავენ პოლიგონის შიგა ბადის პუნქტების საბოლოო კოორდინატებს.

მცირე ზომის ტერიტორიებზე. მაღალი სიზუსტის ბადის ადგილზე აგება ღდება დასაშვები შეცდომების ფარგლებში (პროექტის შესაბამისად), ხოლო

დიდ მოედნებზე, სადაც საჭიროა მრავალი დიდი პოლიგონის ფარგლებში ბადების ადგილზე აგება, გროვდება მეტად ყურადსაღები შეცდომები ბადის პუნქტების პროექტით რაგულისხმებ და ფაქტობრივ მდებარეობას შორის.

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილზე დაკვალული ბადის პუნქტების კოორდინატების შეცდომა ± 5 სმ, საჭირო ხდება ასეთი ბადის მიმართ დაკვალული ობიექტების მდებარეობაში შესწორებების შეტანა, სადაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ზუსტი კოორდინატები. ეს იწვევს სამუშაოს ვართულებას, ღერძა მეთოდის მეორე უარყოფითი მხარეა ის, რომ სანამ ადგილზე არ აიგება და ზუსტად არ განისაზღვრება პუნქტების კოორდინატები, არ შეიძლება ობიექტების დაკვალვითი სამუშაოების ნახაზების შედგენა.

რედუცირების მეთოდის გამოყენებისას გენერალურ გეგმაზე სამშენებლო ბადის დაგეგმარების დროს (ე. ი. სანამ მას გადაიტანდნენ ადგილზე) ამ ბადეს აბამენ ასაშენებელი ობიექტების ღერძებს. ამ შემთხვევაში ზუსტად დაკვალვითი სამუშაოების შესრულების შედეგად იღებენ დაკვალვის პროექტის შესაბამისად ადგილზე ობიექტების მდებარეობას. ამ მეთოდის მიხედვით, ადგილზე გადატანილი გამოსავალი მიმართულებების შესაბამისად, მთელ ტერიტორიაზე 1:1 000 — 1:2 000 სიზუსტით გადააქვთ და ადგილზე ამაგრებენ ბადის დროებით ნიშნებს.

სამშენებლო ტერიტორიაზე აგებენ ტრიანგულაციის და პოლიგონომეტრიულ ქსელებს და განსაზღვრავენ ბადის დროებითი ნიშნულების ზუსტ კოორდინატებს. ამ კოორდინატებისა და პროექტით დადგენილი კოორდინატების საშუალებით განსაზღვრავენ შესწორებების, ანუ რედუცირების, ოდენობებს. რომელთა შესაბამისად უნდა მოხდეს ადგილზე დროებითი პუნქტების გადაადგილება. რედუცირების შემდეგ ხდება პუნქტების დანიშვნა ადგილზე კრინაბეტონის ნიშნებით. ბოლოს რედუცირებულ ნიშნებს საკონტროლოდ გაზომავენ და დადებითი პასუხის შემდეგ იღებენ ნიშნების საპროექტო კოორდინატებს.

ვინაიდან რედუქციის ოდენობა არ აღემატება 2—3 მეტრს და მათი გადაზომვა შეიძლება ± 3 მმ შეცდომით, შეიძლება მივიღოთ, რომ რედუცირების მეთოდით ბადის ადგილზე გადატანის სიზუსტე დამოკიდებული იქნება მიხედვით დანიშნული, ანუ დროებითი წერტილების, კოორდინატების საფუძველზე, რაც განპირობებულია ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიული სვლების სიზუსტით.

D. საფინანსო ბადის განვითარების დროს გეოდეზიური საფუძოები

განხილავი მუხლის შესატყვისი საკითხები დეტალურად განხილულია წინამდებარე ტომის მეშვიდე თავში. ქვემოთ, აღნიშნული მასალის საფუძველზე მოკლედ განვიხილავთ დასმულ ამოცანასთან დაკავშირებულ საგანგებო საკითხებს: მთავარი საფუძვლის შექმნის, შემავსებელი ქსელების განვითარების, მათი გაწონასწორების, სამშენებლო ბადის რედუცირების, მათ პუნქტებზე საკონტროლო გაზომვებისა და მშენებლობის პროცესში სამშენებლო ქსელის გახშირების შესახებ.

როგორც ცნობილია, დიდ სამშენებლო ტერიტორიაზე გეოდეზიური სამშენებლო ბადის მთავარი საფუძველია ტრიანგულაცია ან სინათლმანძილსაზომით პოლიგონომეტრია. ამ საფუძველის პუნქტებს ნიშნავენ რაც შეიძლება ტერიტორიის კუთხეებში და მათ შორის სამშენებლო ბადის პერიმეტრის გასწვრივ ანვითარებენ I თანრიგის პოლიგონომეტრიას; ხოლო ქსელის შემავსებელი პუნქტების კოორდინატებს საზღვრავენ II თანრიგის პოლიგონომეტრიის განვითარების შესაბამისად. ცდებით [18] დადგენილია, რომ პუნქტების მდებარეობის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომები ტრიანგულაციაში, სვლის შუა პუნქტის პირველ და მეორე თანრიგის პოლიგონომეტრიაში შესაბამისად არის

$$\left. \begin{aligned} m_{\Delta} &= \pm 3,5 \text{ სმ} \\ m_I &= \pm 5,2 \text{ სმ} \\ m_{II} &= \pm 7,8 \text{ სმ} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.2)$$

სამშენებლო ტერიტორიის, რელიეფის. კონფიგურაციისა და ოდენობის შესაბამისად ავითარებენ (9.7)-ში მოყვანილ ტრიანგულაციის ერთ-ერთ ფიგურას. როგორც წესი, ტრიანგულაციის პუნქტებს უთავსებენ ადგილზე დროებით დამაგრებული სამშენებლო ბადის წერტილებს და ერთ-ერთ პუნქტს იღებენ კოორდინატების პირობითი (კერძო) სისტემის საწყის წერტილად, ხოლო ქსელის ურთიერთმოპირდაპირე გვერდებს (ბაზისებს) ირჩევენ შედარებით უშუალოდ ადვილად გასაზომ ადგილზე. ერთ-ერთი ბაზისის ღირებულებას უკუთხევენ $0^{\circ} 0' 0''$ ან $90^{\circ} 0' 0''$.

გაზომვების დროს განსაკუთრებით უნდა ვეცადოთ, რომ დაცენტრისა და რედუქციის შესწორებები იყოს ნული. ადგილმდებარეობის გამო ან იმის გამო, რომ დამიზნების სხივი გადის დედამიწის ზედაპირიდან 2 მეტრზე უფრო ახლო, ინსტრუმენტი უნდა ავწიოთ მაღლა და გაზომვების დაწყებამდე მისი ცენტრის პროექცია (ხაზოვანი და კუთხური ელემენტი) დადგენილი უნდა იქნეს მაგიდულათი.

ბაზისები იზომება სინათლმანძილსაზომით ან ედერინ-გილიომის ინვარული მავთულებით 1:200 000 სიზუსტით.

ბ. უზიარებელი ძხლის განვითარება

როგორც აღინიშნა, გეოდეზიური სამშენებლო ბადის ადგილზე შექმნიანათვის საჭირო შემავსებელ ქსელს წარმოადგენს პირველი და მეორე თანრიგის პოლიგონომეტრიული სვლები, რომელთა შესახებ დაწვრილებითი ცნობები მოცემულია საინჟინრო გეოდეზიის მერვე ტომში და მეცხრე ტომის მეშვიდე თავში. მაგალითად, ამ სვლების სიზუსტე შეიძლება გამოთვლილ იქნეს (პ. 4. 12. 22), (9. 7. 5. 1); (8. 4. 12. 14) და (8. 4. 12. 17) ფორმულებით; სადაც გრძივი და განივი ძვრის მიმართ გამოყენებულია ტოლი გავლენის პრინციპი. მაშასადამე, მიღებულია, რომ

$$m_i = m_u = \frac{M}{\sqrt{2}}, \quad (10.4.5.3)$$

ანუ შესაბამისად (8. 4. 12. 14) და (8. 4. 12. 17) ფორმულა გადაიწერება ასე:

$$\left. \begin{aligned} \frac{M}{\sqrt{2}} &= \sqrt{\lambda^2 L^2 + \mu^2 L} \\ \frac{M}{\sqrt{2}} &= \sqrt{\frac{m_g^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12}} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.4)$$

სადაც M არის წინასწარ გაწონასწორებული კუთხეებით გამოთვლილი სვლის უკანასკნელი წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

λ — ხაზოვანი გაზომვების დროს სისტემატური გველენის კოეფიციენტი;

μ — ხაზოვანი გაზომვების დროს შემთხვევითი გველენის კოეფიციენტი;

m_g — კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

n — სელაში გვერდების რაოდენობა;

L — გაჭიმული სვლის სიგრძე.

ემპირიულად დადგენილია, რომ ინვარის მავთულებისათვის $\mu = 0,0003$, ფოლადის მავთულებისათვის $\mu = 0,0008$, სკალიანი ბათისათვის $\mu = 0,002$; $\lambda = (1 : 30 - 1 : 40) \mu$.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულები და ელემენტების რიცხვითი ოდენობები, როცა ცნობილია L სიგრძე, საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ რას არ უნდა აღმატებოდეს კუთხეების გაზომვების საშუალო m_g კვადრატული შეცდომის ოდენობა და პირიქით; გამოყენებული საზომი ხელსაწყოებისა და თეოდოლიტის მიხედვით ადგენენ, თუ რას არ უნდა გადასცილდეს სვლის L სიგრძე.

ხშირად ხაზების უშუალოდ გაზომვისას გვხვდება დაბრკოლებები (ბალახი, ბუჩქები, ჭაობები, თოვლი და სხვა), ამიტომ გაზომვები უნდა ვაწარმოოთ კიდულათი, ამისათვის საჭიროა დამხმარეთა შტატის გაზრდა. ამიტომ სჯობს მივმართოთ ელექტრობტიკურ მანძილსაზომებს. მოკლებაზისიან პოლიგონომეტრიას, მიკროტრიანგულაციას, უდიდგონალო ოთხკუთხედების ჯაჭვს და სხვა.

საერთოდ, საჭიროა 120 ან 240 მეტრის სიგრძის საველე კომპარატორი. ზოგჯერ აგებენ 120 მ გვერდებიან სამკუთხედს და მას სიგრძის საზომი იარაღების შემოწმების გარდა იყენებენ თეოდოლიტის გამოსაკვლევადაც.

ე. ძხელის გაწონასწორება

დიდ სამშენებლო ტერიტორიებზე, სადაც მთავარ საფუძველს წარმოადგენს ტრიანგულაცია, გაწონასწორებას იწყებენ პირობით განაზომთა წესით მკაცრად მისი გაწონასწორებით. ასევე ხდება ტრიანგულაციაზე დაყრდნობილი პირველი თანრიგის და მასზე დაყრდნობით მეორე თანრიგის პოლიგონომეტრიული ქსელების გაწონასწორება. ნებისმიერი სახის გაწონასწორების წესები დეტალურად არის განხილული საინჟინრო გეოდეზიის მეოთხე ტომში, რომლის სახელწოდებაა უმცირეს კვადრატთა მეთოდი [22]. გაწონასწორებითი სამუშაოები

უარესად ნაყოფიერად შეიძლება შესრულდეს ელექტროგამომთვლელი მანქანის (ე გ მ) გამოყენებით, რაც განხილულია საინჟინრო გეოდეზიის შესაბამის ტომში.

დ. ხაზშენებლო ბადის ჩელუპირება

იმის გამო, რომ საშენებლო ბადის წინასწარ, ადგილზე დროებითი ნიშნების დაკვალვა ხდება 1:1 000—1:2 000 სიზუსტით, გაწონასწორებული პუნქტების კოორდინატები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია მათი საპროექტო ოდენობებისაგან; მაგალითად, ეს განსხვავება დიდ ტერიტორიებზე შეიძლება აღწევდეს 2—3 მ და მეტსაც. იმისათვის, რომ დავადგინოთ მიახლოებითი კოორდინატებით ადგილზე დაკვალული დროებითი წერტილების პროექტით გათვალისწინებული მდებარეობა, საჭიროა დროებითი კოორდინატების გამოყენებით შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანის ამოხსნა და განსაზღვრა რ ე ლ უ ქ ც ი ს კ უ თ ხ უ რ ი და ხ ა ზ ო ვ ა ნ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ის ა, რომელთაც გადავზომავთ დროებითი წერტილებიდან. მაგალითად, ვთქვათ, ბადის ერთ-ერთი წერტილის კოორდინატები გამოვიდა $x' = 600,471$ და $y' = 399,783$, ხოლო საპროექტო ოდენობებია $x = 600,000$ და $y = 400,000$. ამ მონაცემებით რელუქციის კ უ თ ხ უ რ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე (2.6.1.6) ფორმულით იქნება

$$\text{tg } \alpha = \frac{y - y'}{x - x'} = \frac{+0,217}{-0,471} = -0,4607,$$

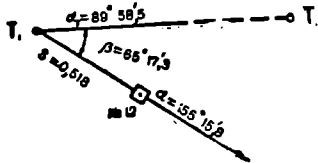
პ. ო.

$$\alpha = 155^{\circ} 15', 8,$$

ხოლო რელუქციის ხ ა ზ ო ვ ა ნ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ი (2.6.1.7) ფორმულით

$$S = \frac{x - x'}{\cos \alpha} = \frac{-0,471}{\cos 155^{\circ} 15', 8} = 0,518 \text{ მ.}$$

რელუქციის ელემენტების დადგენის შემდეგ ადგენენ სქემატურ ნახაზს, რომელზეც აწარმოებენ ბადის პუნქტების ადგილზე რელუპირებას (ნახ. 3). ამ ნახაზზე ყოველი დროებითი ნიშნისათვის ამოვიწერთ რელუქციის ელემენტებს, მაგალითად, განხილავთ შემთხვევისათვის № 12 ნიშნის საპროექტო მდებარეობაზე დირექციულ კუთხეს ($\alpha = 155^{\circ} 15', 8$) და მანძილს (T_1 № 12 = $S = 0,518$ მ).



ნახ. 10.4.5.3.

ადგილზე ამ მიმართულების მოსანახად საჭიროა პოლიგონომეტრიული სვლის უწყისიდან ამ მიმართულებასთან დაკავშირებულ გამოსავალ ერთ-ერთ უკვე დამაგრებულ პუნქტზე $\alpha_1 = 89^{\circ} 58', 5$ დირექციული კუთხის ამოწერა. ამ დირექციულ კუთხეებს შორის სხვაობა იქნება პოლარი კუთხე

$\beta = \alpha - \alpha_1 = 155^{\circ} 15', 8 - 89^{\circ} 58', 5 = 65^{\circ} 17', 3$, რომელსაც აწერენ განხილავთ ნახაზს.

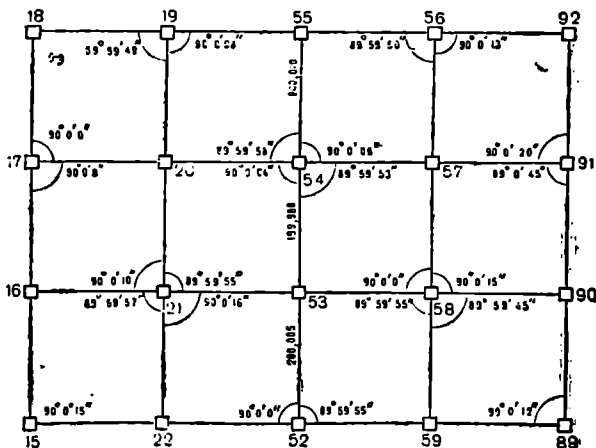
თეოდოლიტი უნდა დაეცენტროთ დროებით T_1 ნიშანზე, წრედალიდადის ერთ-ერთი ამთვლელი ხელსაწყო დაეყენოთ ლიშბის $89^{\circ}58',5$ ანათვალზე და ლიშბის ბრუნვით უნდა მოხდეს დამიზნება T_2 დროებით წერტილზე, გამაგრებთ ლიშბს, ვუშვებთ და ვაბრუნებთ წრედალიდადის მარჯვნივ, სანამ იგივე ამთვლელი ხელსაწყო არ დადგება მინუტამდე დამრგვალებული $\alpha = 155^{\circ}16'$ ანათვალზე; მიღებულ მიმართულებას ვამაგრებთ ადგილზე ჩხირით. α კუთხის სწორად გადატანის საკონტროლოდ გავზომავთ პოლარ β კუთხეს, რომლის ოდენობა უნდა იყოს $65^{\circ}17'$. შემოწმებული მიმართულების გასწვრივ რულეტით გადავზომავთ $n = 0,518$ მეტრს. როცა გვერდის სიგრძის დახრის კუთხე 2° -ზე მეტია მაშინ პორიზონტზე დაყვანა უნდა მიუღმატოთ S სიგრძეს. მოძებნილ №12 წერტილს დაემაგრებთ თავზე ლურსმანდასმული პალოთი და გარშემო შემოვუთხრით მიწას.

რედუციების დამთავრების შემდეგ ბაისის პუნქტებს ამაგრებენ რკინაბეტონის სვეტებით. ეს პუნქტები აგრეთვე წარმოადგენს სასიმალო წერტილებს (გრუნტის რეპერებს), ამიტომ ამ სვეტებს მარხავენ გაყინვის სიღრმის ქვევით (2—2,5 მეტრი). ის პუნქტები, რომლებიც მოხვდება მიწის საშუაოების ზონაში, მაგრდება ხის ნიშნებით.

რედუცირებული და დამაგრებული პუნქტების თავზე ძაფთაბადის გადაკვეთის შეთავსების შესაბამისად კერნით ნიშნავენ ცენტრებს.

ე. სამშენებლო ბადის პუნქტებში საკონტროლო გაზომვები

სამშენებლო ბადის მუდმივი წერტილების ადგილზე დამაგრების შემდეგ საკონტროლოდ ზომავენ და ამოწმებენ სწორია თუ არა პუნქტების რედუცირება და როგორია ქსელის აგების მიღებული სიზუსტე.



ნახ. 10.4.5.4.

საკონტროლო ზაზოვანი გაზომვები სრულდება ამორჩევის მეთოდით, უმთავრესად არასაბიძგო წერტილებს შორის, მაგალითად, (4) ნახაზზე 52, 53, 54,

55 წერტილებს შორის. საკონტროლო კუთხური გაზომვები კი სრულდება T-2 თეოდოლიტით ერთი ილეთით იმ პუნქტებზე, რომლებიც ქადრაკულად არიან განლაგებული, იმ ანგარიშით, რომ დაკვირვების სფეროში მოხვდეს ბადის ყველა გვერდი-ცხაღია, აუცილებელი შეცდომების გამო პრაქტიკულად განაზომებისაგან განსხვავებული იქნება საპროექტო (თეორიული) ოდენობები. საკმარისი სიზუსტით იქნება შესრულებული რედუცირება თუ გვერდების შეცდომები არ გადასცილდება 10—15 მმ, მართ კუთხეებში კი 10—15”.

საკონტროლო სამუშაოების დადებითი შედეგის შემდეგ ბადის პუნქტებს იყენებენ პროექტების ადგილზე გადასატანად, რომელთა კოორდინატებად ჩათვლება მათი საპროექტო მნიშვნელობები, ბადის კუთხეები კი 90°-ის ტოლად მიიღება.

f. მშენებლობის პროცესში სამშენებლო ბადის გახშირება

სამშენებლო ბადის ზოგიერთი პუნქტი ხვდება ობიექტების მშენებლობის ზონაში და ისპობა. დანარჩენი პუნქტების გამოყენება ძლიერ ძნელდება, ვინაიდან ნიშნებს შორის ხილვადობას ხელს უშლის უკვე აშენებული ობიექტები და რთულდება და მახინჯდება დაკვალული მიმართულებების ორიენტირება.

ზემოსხენებულის გამო, მშენებლობის ეფექტურად გაგრძელებისა და ბადის შესრულებითი ავეგმვების გამოყენების მიზნით, საჭიროა დამატებითი საფუძვლის აგება. ეს საფუძველი იქმნება საბოლოოდ გამოყენებული უკვე აგებული ობიექტების ექსპლოატაციის პერიოდში.

დამატებითი პუნქტების აგებას ამჟობინებენ შიგა საქარხნო გზების ნაპირებზე, რადგანაც ეს პუნქტები ადვილად ხილვადია და გამოიყენება ქუჩების ტრანსპორტის მოძრაობით გადატვირთვის შემთხვევაშიც კი. ამ ნიშნებს აკავშირებენ გზების გასწვრივ არსებულ და ასაშენებელ მიწისქვეშა კომუნიკაციებს.

გახშირების ქსელს ავითარებენ ორ საფეხურად: პირველია გაკიმული სვლები ტრიანგულაციის პუნქტებს შორის და შემდეგ კი პოლიგონომეტრიული სვლები სამშენებლო ბადის სიზუსტით აგრეთვე ადგენენ პოლიგონომეტრიულ სვლებს ნაგებობათა ცოკლებზე ნიშნების მიხედვით.

E. კოორდინატების ხალაანგაჩიშება (ნახ. 5)

მოედნებისა და ტრასების ავეგმვითი და დაკვალვითი ქსელების ერთიან სისტემაში ურთიერთდაკავშირებისათვის პუნქტების (ვთქვათ, M პუნქტის) პირობით, ანუ სამშენებლო (ბადის), კოორდინატებს გადაიანგარიშებენ სახელმწიფო კოორდინატებში შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} x &= a + x' \cos \theta - y' \sin \theta \\ y &= b + x' \sin \theta + y' \cos \theta \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.5)$$

სადაც x და y არის პუნქტის (M პუნქტის) მართკუთხა კოორდინატები სახელმწიფო სისტემით;

x' და y' — იმავე პუნქტის კოორდინატები სამშენებლო ბადის (პირობითი) სისტემაში;

a და b — პირობითი სისტემის საწყისი წერტილის სახელმწიფო კოორდინატები;

ν — ქსელის მასშტაბის ცვალებადობის კოეფიციენტი, გაზომველი გაუსის პროექციებში რედუცირებისა და კრასოვსკის ელიფსოიდის ზედაპირზე დაყვანით (სიბრტყეზე $\nu = 1$);

Θ — სახელმწიფო და პირობითი სისტემის ურთიერთშესაბამისი მიმართულებების დირექციულ კუთხეებს შორის სხვაობა ანუ სახელმწიფო სისტემის მიმართ ბადის შებრუნების კუთხე.

ორი პუნქტის ცნობილი სახელმწიფო x_1, y_1 და x_2, y_2 და სამშენებლო x'_1, y'_1 და x'_2, y'_2 კოორდინატებით აღგენენ შემდეგი სახის ოთხ განტოლებას, რომლებითაც განისაზღვრება (5) ტოლობების უცნობი წევრები:

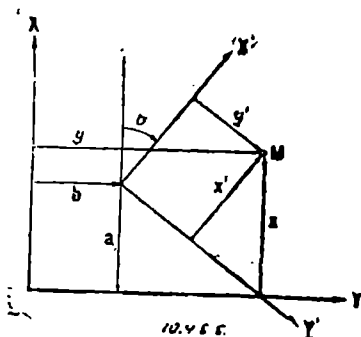
$$\left. \begin{aligned} \nu \sin \Theta &= \frac{(x'_1 - x'_2)(y_1 - y_2) - (y'_1 - y'_2)(x_1 - x_2)}{(x'_1 - x'_2)^2 + (y'_1 - y'_2)^2} \\ \nu \cos \Theta &= \frac{(x'_1 - x'_2)(x_1 - x_2) + (y'_1 - y'_2)(y_1 - y_2)}{(x'_1 - x'_2)^2 + (y'_1 - y'_2)^2} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.6)$$

და

$$\left. \begin{aligned} a &= x_1 - x'_1 \nu \cos \Theta + y_1 \nu \sin \Theta \\ b &= y_1 - x'_1 \nu \sin \Theta - y_1 \nu \cos \Theta \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.7)$$

(6) და (7) ფორმულებით განსაზღვრული უცნობების და ცნობილი პირობითი x_1 და y_1 ოდენობების (5) ტოლობებში შეტანით განისაზღვრება განხილადი წერტილის სახელმწიფო x და y ოდენობები. ეს ოდენობები რომ ± 1 სმ შეცდომის ფარგლებში განისაზღვროს, საჭიროა $\nu \sin \Theta$ -სა და $\nu \cos \Theta$ -ს გამოთვლა მძიმის შემდეგ შეიძლე ნიშნით.

იმისათვის, რომ პუნქტების სახელმწიფო კოორდინატებით გამოვითვალოთ იგივე პუნქტების სამშენებლო სისტემის კოორდინატები ანუ შესრულდეს პირველის შებრუნებული ამოცანა, მიმართავენ (5) ტოლობებს, რომელთა ამოხსნით იღებენ



ნახ. 10.4.5.5.

$$\left. \begin{aligned} x' &= (x-a) \frac{\cos \Theta}{\nu} + (y-b) \frac{\sin \Theta}{\nu} \\ y' &= -(x-a) \frac{\sin \Theta}{\nu} + (y-b) \frac{\cos \Theta}{\nu} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.8)$$

ამ ტოლობებში $\frac{\sin \Theta}{\nu}$ და $\frac{\cos \Theta}{\nu}$ სიდიდეების ოდენობების დადგენა შეიძლე-

ბა $v \sin \theta$ და $v \cos \theta$ სიდიდეების ოდენობებით ან იანგარიშება შემდეგ ფორმულებით;

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sin \theta}{v} &= \frac{(x_1' - x_1')(y_1 - y_2) - (y_1' - y_2')(x_1 - x_2)}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ \frac{\cos \theta}{v} &= \frac{(x_1' - x_2')(x_1 - x_2) + (y_1' - y_2')(y_1 - y_2)}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.9)$$

გამოთვლების გამარტივების მიზნით სჯობს სამშენებლო (პირობითი) კოორდინატების გამოსავალი პუნქტი შევეთავსოთ იმ პუნქტს, რომლის სახელმწიფო კოორდინატი ცნობილია.

თუ θ კუთხე წარმოადგენს x' და y' საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულების შედეგს, (8) ტოლობები მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\left. \begin{aligned} x' &= (x-a) \frac{\cos \theta}{v} - (y-b) \frac{\sin \theta}{v} \\ y' &= (x-a) \frac{\sin \theta}{v} - (y-b) \frac{\cos \theta}{v} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.5.10)$$

თუ კოორდინატების გადაანგარიშება ხდება საშუალო დონის სიბრტყეზე, ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში $v = 1$. მაშასადამე, ფორმულები დაიწერება x -ს გარეშე.

10. 4. 6. ლაკვალვითი სამუშაოების მეთოდები [18]

(10. 4. 3) აღნიშნული იყო, რომ ლაკვალვითი სამუშაოები სრულდება სამ ეტაპად დედუქციის მეთოდით, სადაც ძირითადი ასტრონომიულ-გეოდეზიური სამუშაოებისაგან განსხვავებით თანდათან იზრდება მოთხოვნილი სიზუსტე. ეს ეტაპებია: 1. ძირითადი ლაკვალვითი სამუშაოები, ანუ ნაგებობათა მთავარი და ძირითადი ლერძების ლაკვალვები; 2. ლაკვალვითი ლერძების მიმართ პროექტის დეტალურად ლაკვალვა; 3. სამონტაჟო ლერძების ლაკვალვა-დამაგრება.

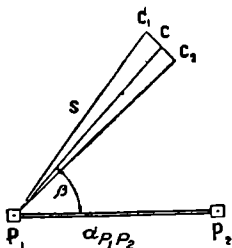
განვიხილოთ ეს ეტაპები თანამიმდევრობით.

4. ნაგებობათა მთავარი და ძირითადი ლერძების ლაკვალვებისათვის საპირის მეთოდები

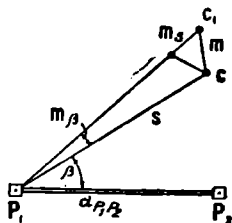
გეოდეზიური სამშენებლო ბადის არსებობა-არარსებობის, ადგილის თავისებურების, ნაგებობათა ტიპებისა და ზომების და მოთხოვნილი სიზუსტის მიხედვით ირჩევენ მთავარი და ძირითადი ლერძებისა და საკვანძო წერტილების ადგილზე ლაკვალვის მეთოდებს. ამ მეთოდებს შორის მთავარია და ხშირად გამოიყენება მართკუთხა კოორდინატების, ანუ მართობების, პოლარი კოორდინატების, პირდაპირი კუთხური და ხაზოვანი გადაკვეთებისა და გასწვრივობის სიარტყეების მეთოდები, რომლებიც გამოიყენება აგეგმვითი [28] სამუშაოების შესრულების დროს. განსხვავება ის არის, რომ აგეგმვითი სამუშაოების დროს ეს მეთოდები გამოიყენება გაზომვითი სამუშაოების შესრულებისათვის, ხოლო ლაკვალვითი სამუშაოების დროს ეს მეთოდები გამოიყენება ცნობილი ელემენტებით ადგილზე ობიექტების ასაგებად.

• პოლარული კოორდინატების მეთოდნი

განხილად მეთოდს უმთავრესად იყენებენ მაშინ, როცა სამშენებლო ბაღე არ არსებობს და საჭირო ხდება ადგილზე პროექტის გადატანა პოლიგონომეტრიული პუნქტების გამოყენებით; აგრეთვე, როდესაც გადასატანი ობიექტების კონტურები მრუდხაზოვანია; ან კიდევ, როცა საჭიროა შიგა კვარტალური და სახლებისა და დახურული ტერიტორიების ობიექტების წითელი ხაზების ადგილზე გადატანა ამ ხერხით კარგ შედეგს აღწევენ ღია და ღამრეც ადგილებში.



ნახ. 10.4.6.1.



ნახ. 10.4.6.2.

ამ მეთოდით ობიექტის C წერტილის გადატანა ადგილზე ხდება საპროექტო β კუთხით და შესაბამისი α მანძილით, ანუ პოლარი კოორდინატებით. β და α კოორდინატები კი განისაზღვრება (2.6.1.6) და (2.6.1.7) შებრუნებული ვიოდეზიური ანოცანის ფორმულების გამოყენებით, რომლებშიც შეაქვთ პოლიგონომეტრიული P_1 პუნქტისა და საპროექტო C წერტილის ცნობილი კოორდინატები (ნახ. 1),

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{P_1 P_1} &= \frac{y_C - y_{P_1}}{x_C - x_{P_1}} \\ s &= \frac{y_C - y_{P_1}}{\sin \alpha_{P_1 P_2}} = \frac{x_C - x_{P_1}}{\cos \alpha_{P_1 P_2}} \\ \beta &= \alpha_{P_1 P_2} - \alpha_{P_1 C_1} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.6.1)$$

სადაც $\alpha_{P_1 P_2}$ დირექციული კუთხე ცნობილია დაკვალვისათვის შექმნილი პოლიგონომეტრიული სვლის შედეგად, C წერტილის კოორდინატები კი იმავე სისტემაში ცნობილია პროექტით.

ადგილზე C პუნქტის გადატანისათვის თეოდოლიტს ცენტრავენ და მომწესობაში მოჰყავთ P_1 პუნქტზე, ალიდადის და ლიმბის ნულს ერთმანეთს შეუთავსებენ და ლიმბის ბრუნვით ჰოგარს უმიზნებენ P_2 წერტილს. აუშვებენ წრედალიდადს, მისი ბრუნვით მარცხნივ ალიდადის ნულს შეუთავსებენ ლიმბის ($360^\circ - \beta$) ანათვალს და ამ მიმართულებაზე გადაზომავენ α მანძილს, რითაც ადგილზე დაინიშნება C_1 წერტილი. ვთქვათ, ყოველივე შეს-

რულდა წრედი მარჯვნივით (R), იგივეს ვიშვორებთ წრედი მარცხნივით (L), რის შედეგად მივიღებთ C_2 წერტილს. საძებნი C წერტილი იქნება C_1C_2 მანძილის შუა ადგილას. მაშასადამე, $CP_1P_2 = \beta$ კუთხე და $P_1C = \alpha$ მანძილი იქნება ადგილზე გადატანილი საპროექტო კოორდინატები.

იმ შემთხვევაში, როცა მოითხოვენ პოლარი კოორდინატების ადგილზე გადატანას დადგენილი (სავალდებულო) სიზუსტით, უნდა გამოვიყენოთ ადგილზე კუთხისა და მანძილების გადატანის ის მეთოდი, რომელიც განხილულია (10. 4. 4) პარაგრაფის A და B მუხლებში.

პოლარული მეთოდით ადგილზე საპროექტო წერტილების გადატანის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს ურთიერთდამოკიდებული შემდეგი სახის ძირითადი შეცდომები (ნახ. 2):

1. საპროექტო β კუთხის აგების m საშუალო კვადრატული შეცდომა;
2. თეოდოლიტის დაცენტრისა და რედუქციის $m_{\epsilon, \kappa}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა;
3. საპროექტო α მანძილის გადაზომვის m_s საშუალო კვადრატული შეცდომა;
4. გამოსავალი (საყრდენი) მონაცემების m_a საშუალო კვადრატული შეცდომა;
5. C წერტილის ადგილზე ფიქსირების $m_{\text{ფ}}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა.

მაშასადამე, თანახმად განაზომთა შეცდომების თეორიისა, C პუნქტის ადგილზე დანიშნის m_C საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$m_C = \sqrt{\left(\frac{m''_{\beta}}{\rho}\right)^2 s^2 + m_{\epsilon, \kappa}^2 + \left(\frac{m_s}{s}\right)^2 s^2 + m_a^2 + m_{\text{ფ}}^2} \quad (10.4.6.2)$$

ობტიკური შვეულის მქონე თეოდოლიტების დაცენტრისა და რედუქციის ხაზოვანი ϵ ელემენტი ტოლია დაახლოებით 0,5 მმ ($\epsilon = 0,5$ მმ), აგრეთვე, როცა $s \approx P_1P_2$, ანუ როცა დასაკვალავი s სიგრძე დაახლოებით b ბაზისის ტოლია, დაწეროთ

$$m_{\epsilon, \kappa} = \sqrt{\epsilon^2 + \left(\frac{s}{b}\right)^2 \epsilon^2} = \epsilon \sqrt{1 + \left(\frac{s}{b}\right)^2} = 0,5\sqrt{2} \approx \pm 0,7 \text{ მმ.} \quad (10.4.6.3)$$

როცა თეოდოლიტის დაცენტრვა ხდება ზონარი შვეულებით, მაშინ $\epsilon \approx 3$ მმ და $m_{\epsilon, \kappa} \approx 4$ მმ.

ფიქსაციის $m_{\text{ფ}}$ შეცდომა, როცა C წერტილის ადგილზე ფიქსაცია ხდება დიდი ყურადღებით ობტიკური შვეულებით და ზუსტად დაკერნილ ნიშანზე, შეიძლება აღწევდეს 1—2 მმ.

გამოსავალი m_a შეცდომა, ანუ გეოდეზიური საყრდენი პუნქტების შეცდომა, პირველი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში აღწევს ± 10 მმ ($m_a = \pm 10$ მმ) და მეორე თანრიგისაში კი 20 მმ ($m_a = \pm 20$ მმ).

როცა $s = 100$ მ და $m_s = \pm 10$ მმ, ანუ როცა $m_s : s = 1 : 10000$ და $m_\beta = \pm 10''$, მაშინ. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ m_{ρ} , m_σ და m_δ შეცდომები საკუთრივ პოლარული მეთოდისათვის უგულვებელსაყოფი სიღრმეებია, შეგვიძლია C წერტილის ადგილზე საკუთრივ პოლარული მეთოდით დანიშნვის m_C საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოვითვალოთ ფორმულით

$$m_C = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 s^2} = \sqrt{10^2 + \left(\frac{10''}{206265} \cdot 100000\right)^2} = \sqrt{125} \approx 11 \text{ მმ.} \quad (10.4.6.4)$$

მაგალითი 10. 4. 6. 1. გამოვითვალოთ პოლარული მეთოდით ადგილზე გადატანილი C წერტილის მართკუთხა კოორდინატები (ნახ.3), რომლის გამოსავალი მონაცემებია პროექტის მიხედვით

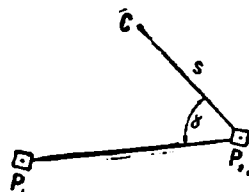
$$x_{P_1} = 341,45; \quad y_{P_1} = 417,25;$$

$$\alpha_{P_1 P_2} = 85^\circ 16', 4.$$

ადგილზე განზომილება მანძილი $s = 25,36$ მ, მიმხრობის კუთხე $\gamma = 80^\circ, 50', 0$.

1. (8.12.5.21) ფორმულით

$$\alpha_{P_2 C} = \alpha_{P_1 P_2} + 180^\circ + \gamma = 85^\circ 16', 4 + 180^\circ + 80^\circ 50', 0 = 346^\circ 06', 4;$$



ნახ. 10.4.6.3.

2. პირდაპირი გეოდეზიური ამოცანის (2. 6. 1. 4) ფორმულით

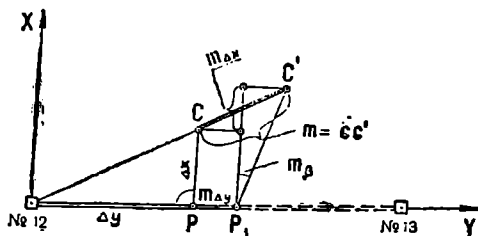
$$x_C = x_{P_2} + s \cos \alpha_{P_2 C} = 341,45 + 25,36 \cos 346^\circ 06', 4 = 366,17 \text{ მ.}$$

$$y_C = y_{P_2} + s \sin \alpha_{P_2 C} = 417,25 + 25,36 \sin 346^\circ 06', 4 = 411,16 \text{ მ.}$$

ბ. მართკუთხა კოორდინატების მეთოდი

განხილად მეთოდს მიმართავენ მაშინ, როცა სამრეწველო ტერიტორიაზე აგებულია გეოდეზიური სამშენებლო ბაღე ან ქალაქურ დასახლებაში წითელი ხაზები კოორდინატთა იმ სისტემაში, რომელშიც მოცემულია ყველა მთავარი და ძირითადი ღერძი და საკვანძო წერტილი. ასევე, ამ მეთოდს იყენებენ ადგილზე დამაგრებული მთავარი და ძირითადი ღერძების მიმართ ობიექტების ადგილზე დასაკვალავად საერთოდ, ამ მეთოდის გამოყენების დროს არ არის საჭირო დირექციული კუთხეებისა და მანძილების გამოთვლები იმის გამო, რომ ადგილზე პირდაპირ განისაზღვრება x და y კოორდინატთა ღერძების მიმართ Δx და Δy ნაზრდები და აიგება მართობები (ნახ. 4). განხილადი მეთოდის არსი ის არის, რომ ახლობელი პოლიგონომეტრიული (ვთქვათ, № 12) პუნქტის მიმართ განისაზღვრება ადგილზე გადასტანი C წერტილისათვის Δx და Δy ნაზრდები. იმათგან უგრძესს № 12 პუნქტიდან გადაზომავენ შესაბამის ღერძზე. ვინაიდან $\Delta y > \Delta x$ -ზე, პირველ რიგში № 12 პუნქტზე დაცენტრირილი თეოდოლიტის გამოყენებით გადაიზომება Δy და მიიღება P

წერტილი. ამ წერტილში იცენტრება თეოდოლიტი და ორი წრედით აიგება მართობი, რომელზეც გადაიზომება მოკლე Δx ნაზრდი, რის შედეგად ადგილზე ვიღებთ C პუნქტს. პერპენდიკულარის სიგრძე სჭობს ნაკლები იყოს საზომი ხელსაწყო სიგრძეზე, რაც C წერტილის ადგილზე ზუსტად გადატანის გარანტიას გვაძლევს. გადატანის კონტროლი უნდა შესრულდეს პოლარი მეთოდით.



ნახ. 10.4.6.4.

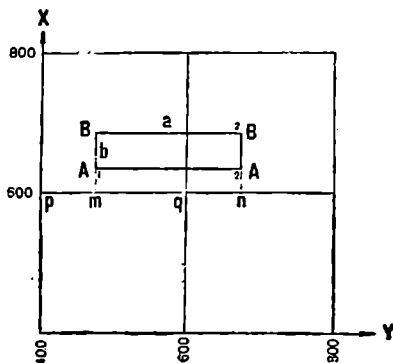
ვის შეცდომები და წინა მუხლში ხსენებული წყაროები, ე. ო.

$$m = \sqrt{m_0^2 + m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2 + \left(\frac{m_{\beta}}{\rho}\right)^2 \Delta x^2 + m_{\alpha}^2} \quad (10.4.6.5)$$

ამ ფორმულაში იგულისხმება, რომ მართობია Δx აბსცისა ($\Delta x \ll \Delta y$), რომ მართობს წარმოადგენს Δy ორდინატი (ანუ, როცა $\Delta y < \Delta x$ -ზე), მაშინ (5) ფორმულაში Δx -ის ნაცვლად შეიტანება Δy .

სამშენებლო ბაღის მეზობელ პუნქტებს შორის გამოსავალი (m_b) საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა საშუალოდ 1—2 სმ აღწევს.

მაგალითი 10.4.6.2. ვთქვათ, საჭიროა ადგილზე დაიკვალოს 200 მეტრიანი გვერდების მქონე სამშენებლო ბაღეზე დაპროექტებული შენობა, რომლის გრძივი ღერძებია $A-A$ და $B-B$, ხოლო განივი 1—1 და 2—2. შენობის წერტილები



ნახ. 10.4.6.5.

წერტილების საპროექტო კოორდინატებია:

წერტილები	x	y	წერტილები	x	y
A1	625,00	480,00	B1	675,00	480,00
A2	625,00	665,00	B2	675,00	665,00

ზემოთ მოყვანილი კოორდინატებით შენობის ზომები იქნება

სიგრძე $a = 665,00 - 480,00 = 185,00$ მ,

სიგანე $b = 675,00 - 625,00 = 50,00$ მ.

თეოდოლიტის ცენტრავთ ბადის კვადრატის p წერტილზე, მომწესობაში მოგვეყვას და ორიენტირებას ვაკეთებთ y ლერძისაკენ, ანუ ჰოგრს ვუმიზნებთ კვადრატის მეორე q წერტილს. შემდეგ ფოლადის ბაფთით ან ფოლადის 20 მეტრიანი რულეტით გადავზომავთ ამ მიმართულებით $\Delta y_1 = 480,00 - 400,00 = 80,00$ მ და ადგილზე pq გასწვრივობაში ვნიშნავთ m წერტილს, რომელსაც ვამაგრებთ პალოთი. იმავე მიმართულებით q წერტილიდან გადავზომავთ $\Delta y_2 = 665,00 - 600,00 = 65,00$ მ და ვნიშნავთ n წერტილს. შემდეგ გადაიტანება და n წერტილში დიციენტრება თეოდოლიტით და ორიენტირდება mp ან nq მიმართულებაზე და ამ წერტილის მიმართ ვაკებთ მართობს ორი წრედით. ამ მართობზე რულეტით გადაიზომება $\Delta x_1 = 625,00 - 600,00 = 25,00$ მ, რის შედეგად ადგილზე ინიშნება $A-A$ და $1-1$ ლერძების გადაკვეთის $A1$ წერტილი. ბოლოს, $m-1$ მონაკვეთის მიმართულებით გადაიზომება შენობის $b = 50,00$ მ სიგანე, რის შედეგად ადგილზე მიიღება $B-B$ და $1-1$ ლერძების გადაკვეთის $B1$ წერტილი. $A2$ წერტილის მდებარეობის მიღება შეიძლება n წერტილიდან ან $A1$ წერტილიდან. სჯობს კონტროლისათვის გამოვიყენოთ ორივე წერტილი. $B2$ წერტილის მიღება ნათელია.

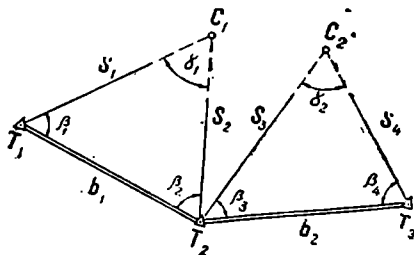
ვინაიდან $A1-A2$ გვერდის სიგრძეს იყენებენ ბაზისად, შენობის დანარჩენი ელემენტების დეტალურად დასაკვალავად მას საგანგებოდ საკონტროლოდ ზომავენ. ზემოთ მოყვანილი წერტილების დაკვალვის სისწორის კონტროლი ხდება ბადის გვერდის სიგრძემდე გავზომილი მონაკვეთების დამატებითი მანძილების გაზომვით.

საერთოდ, რაც უფრო მოკლეა (25—50 მ) ბადის გვერდები, მით ზუსტია შედეგი.

ე. პიკდაპიკი კუთხური ბადაკვეთის მეთოდი (ბიპოლაკული მეთოდი)

განხილად მეთოდს იყენებენ, როცა ადგილობრივი დაბრკოლებების გამო ხაზების უშუალოდ გაზომვა შეუძლებელია ან როცა დასაკვალავი წერტილის ნიშნულები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება, აგრეთვე საყრდენი პუნქტებიდან დაშორებული არის დიდ მანძილზე. ასეთი მდგომარეობაა, უმთავრესად, ხილებისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის დროს.

საპროექტო C_1 და C_2 წერტილების ადგილზე მონახვისათვის ოპტიკური თეოდოლიტით თანადროულად ორი წრედით (წრედი R და წრედი L) გადავზომავთ β_1, β_2 და β_3, β_4 კუთხეებს. $b_1 = T_1T_2$ და $b_2 = T_2T_3$ ბაზისებს ვსაზღვრავთ საგანგებოდ გაზომვით ან ვიღებთ ტრიანგულაციიდან (ან პლიგონ-



ნახ. 10.4.6.6.

ნომეტრიდან). უკიდურეს შემთხვევაში, გრაფიკულად ვიგებთ პრაექტიდან. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ კუთხეებსა და s_1, s_2, s_3, s_4 გვერდებს ვსაზღვრავთ შებრუნებულ გეოდეზიური ამოცანების ფორმულებით.

ზოგადად რომ ვთქვათ, ადგილზე C წერტილის მდებარეობის დადგენის საშუალო კვდრატული შეცდომა დამოკიდებულია ურთიერთდამოუკიდებელ საკუთრივ პირდაპირი გადაკვეთის $m_{\text{გაღკვეთის}}$ საშუალო კვდრატულ შეცდომაზე, გამოსავალი მონაცემების, ანუ b_1 ბაზისის სიგრძის, და მისი ორიენტირების m_b საშუალო კვდრატულ შეცდომაზე; თეოდოლიტის დაცენტრისა და რედუქციის $m_{\text{დ.რ}}$ საშუალო კვდრატულ შეცდომაზე; დაკვალული წერტილის ფიქსაციის $m_{\text{ფ}}$ საშუალო კვდრატულ შეცდომაზე. მაშასადამე,

$$m_C = \sqrt{m_{\text{გაღ}}^2 + m_{\text{გაბ}}^2 + m_{\text{დ.რ}}^2 + m_{\text{ფ}}^2}. \quad (10.4.6.6)$$

სადაც პირდაპირი გადაკვეთის საშუალო კვდრატული შეცდომა

$$m_{\text{გაღ}} = \frac{m''_{\beta}}{\rho''} b \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma}}, \quad (10.4.6.7)$$

ანუ, რადგანაც $s_1 = b \frac{\sin \beta_2}{\sin \gamma}$, $s_2 = b \frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma}$, მივიღებთ

$$m_{\text{გაღ}} = \frac{m''_{\beta}}{\rho''} \cdot \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{s_1^2 + s_2^2}, \quad (10.4.6.8)$$

სადაც m_{β} არის β_i კუთხის გადაზომვის საშუალო კვდრატული შეცდომა და $\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$.

გამოსავალი, ანუ b ბაზისის სიგრძის და ორიენტაციის m_b და m_{α} შეცდომების ერთობლივი გავლენა გამოითვლება ფორმულით

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{გაბ}} &= \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \sqrt{\left(\frac{m_b}{b} b\right)^2 + \left(\frac{m_{\alpha}}{\rho''} b\right)^2} \\ m_{\text{გაბ}} &= \sqrt{\left(\frac{m_b}{b}\right)^2 s_2^2 + \left(\frac{m_{\alpha}}{\rho''}\right)^2 s_2^2} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.6.9)$$

T_1 და T_2 პუნქტებზე თეოდოლიტის დაცენტრის და რედუქციის შეცდომას ანგარიშობენ ფორმულით

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{დ.რ}} &= \frac{\epsilon}{\sin^2 \gamma} \sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2} \\ m_{\text{დ.რ}} &= \frac{\epsilon}{b \sin \gamma} \sqrt{s_1^2 + s_2^2} \end{aligned} \right\} \quad (10.4.6.10)$$

სადაც ϵ არის რედუქციის ხაზოვანი ელემენტი.

მაგალითი 10.4.6.3. კუბეთ, ბაზისი $b=800$ მ; $m_\beta = \pm 5''$; $\beta_1 = \beta_2 = 45^\circ$; ე. ო. $\gamma = 90^\circ$; $m_\alpha = \pm 3''$; $m_1 : b = 1 : 70000$.

(7) ფორმულით

$$m_{\beta_0} = \frac{5'' \cdot 800000}{206000} \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \pm 19,42 \approx \pm 20 \text{ მმ.}$$

(9) ფორმულით

$$m_{\beta_0} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{\left(\frac{800000}{70000}\right)^2 + \left(\frac{3 \cdot 800000}{206000}\right)^2} = \\ = 0,7\sqrt{11^2 + 12^2} = 11,395 \approx \pm 11 \text{ მმ.}$$

როგორც ვიცი, ოპტიკური შეეულის გამოყენების დროს დაცენტრისა და რედუქციის ხაზოვანი ელემენტი $\epsilon = 0,5$ მმ. მაშასადამე, (10) ფორმულით

$$m_{\epsilon, \alpha} = \frac{0,5}{1^3} \cdot \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 0,5\sqrt{1} = \pm 0,5 \text{ მმ.}$$

წერტილის ფიქსაციის შეცდომას ვიღებთ $m_\beta = 1$ მმ. მაშასადამე, (6) ფორმულით C წერტილის მდებარეობის შეცდომა იქნება

$$m_C = \sqrt{(20)^2 + (11)^2 + (0,5)^2 + 1^2} = \pm 22,853 \approx \pm 23 \text{ მმ.}$$

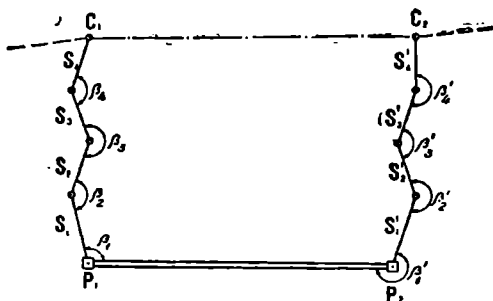
d. ჩაკეტილი ხაზოვანი მეთოდი

პირდაპირი კუთხური გადაკვეთის მეთოდით ადგილზე დანიშნული საპროექტო C_1 წერტილის მდებარეობის დაზუსტების მიზნით იყენებენ განხილად მეთოდს. ადგილზე C_1 წერტილის დანიშვნის შემდეგ გამოსავალ T_1 და T_2 პუნქტებზე დაცენტრული თეოდოლით ზუსტად ზომივენ β_1 და β_2 კუთხეებს (ნახ. 6). შემდეგ თეოდოლიტს ცენტრადვენ C_1 წერტილზე ასევე ზუსტად ზომივენ γ კუთხეს. კუთხეებს ასწორადებენ (ტოლზუსტად კუთხეების გაზომვის შემთხვევაში) ან აწონასწორებენ სხვადასხვა წონებით გაზომილი კუთხეების შემთხვევაში და საზღვრადვენ C_1 წერტილის კოორდინატებს. C_1 წერტილის მდებარეობის შესწორების ოდენობა განისაზღვრება კოორდინატების საპროექტო მნიშვნელობებისა და განსაზღვრული მნიშვნელობების სხვაობით. C_1 წერტილის ამ ოდენობით ადგილზე გადაადგილებით მივიღებთ C_1 წერტილის შედარებით უშეცდომო მდებარეობას. ზოგადად, C წერტილის ადგილზე დაკვალვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$m_C = \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2 + b^2}{3 \sin^2 \gamma} \left(\frac{m_\beta}{\rho''}\right)^2 + \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 S_1^2 + \left(\frac{m_\alpha}{\rho''}\right)^2 S_2^2} \quad (10.4.6.11)$$

სადაც m_b და m_α არის b ბაზისის სიგრძის α მიმართულების (დირექციული კუთხის) გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომები; m_β — კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა; γ კუთხე უშუალოდ არის გაზომილი.

იმ შემთხვევაში, როცა ნატურაში გადასატანი C_1 და C_2 წერტილები დიდი მანძილებითაა დაშორებული გამოსავალი P_1 და P_2 პუნქტებიდან, საჭირო ხდება ადგილზე რამოდენიმეჯერ გაიზომოს საპროექტო კუთხე-



ნახ. 10.4.6.7.

ები და გვერდები, რითაც ფაქტობრივად ადგილზე იქმნება საპროექტო პოლიგონი (ნახ. 7).

ბოლო C_1 ან C_2 წერტილების მდებარეობის შეცდომას განისაზღვრება ფორმულით

$$m_{C_1} = \sqrt{m_S^2 n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+1,5}{3}} \quad (10.4.6.12)$$

სადაც m_S არის საპროექტო S_i ხაზის ადგილზე გადაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

m_β — საპროექტო β_i კუთხის ადგილზე გადაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

n — გვერდების რაოდენობა;

$L=[S]$ — გაკვიმული საპროექტო პოლიგონის ჩამკეტი გვერდის სიგრძე.

ამ ხერხით საყრდენი P_1 და P_2 წერტილებიდან ნაგებობის C_1 და C_2 საპროექტო წერტილების მდებარეობის შეცდომას განსაზღვრავენ ფორმულით

$$m_{C_1 C_2} = \sqrt{m_{C_1}^2 + m_{C_2}^2 + m_{P_1 P_2}^2} \quad (10.4.6.13)$$

სადაც $m_{P_1 P_2}$ არის P_1 და P_2 საყრდენი წერტილების ურთიერთმდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

როცა $m_S = 10$ მ; $n = 4$; $L = 400$ მ; $m_\beta = \pm 10''$, მაშინ (12) ფორმულით

$$m_{C_1} = \sqrt{400 + 733} = 33,67 \text{ მმ} \approx 34 \text{ მმ}.$$

თუ მივიღებთ, რომ $m_{C_1} \approx m_{C_2}$ და $m_{P_1 P_2} = \pm 20$ მმ, მაშინ (13) ფორმულით

$$m_{C_1 C_2} = \sqrt{2 \times 34^2 + 20^2} = \pm 49,43 \text{ მმ} \approx \pm 50 \text{ მმ}.$$

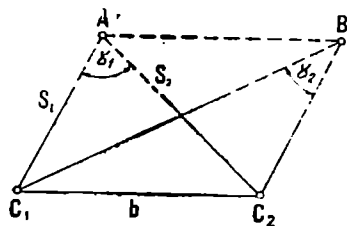
B. ნაგებობათა დეტალურად დაკვალვებისათვის სახირო მეთოდები

სამშენებლო ობიექტების ნატურაში, ანუ ადგილზე დეტალურად გადატანაში იგულისხმება ნაგებობების გეომეტრიული ელემენტების ადგილზე სწორად დანიშვნა და მშენებლობის პროცესში გეომეტრიულად სწორად შენების ხელმძღვანელობა. *A* მუხლში აღწერილი ნაგებობის მთავარი (ადგილზე სიმეტრიის) და ძირითადი (ადგილზე ნაგებობის გარე გაბარიტის განმსაზღვრელი) ღერძების ნატურაში გადატანის შემდეგ ამ ღერძების საფუძველზე ხდება ნატურაში გადატანა ნაგებობების კონსტრუქციული ელემენტებისა დეტალური დაკვალვა შეიძლება *A* მუხლში განხილული მეთოდებით, მაგრამ, რადგანაც ამ ხერხებით ადგილზე უკვე გადატანილია მთავარი და ძირითადი ღერძები, მათ ვიყენებთ საყრდენად (გამოსავლად) და ხაზოვანი გადაკვეთის, გასწვრივობის გადაკვეთის ან ფარგსაკვალის მეთოდით ხდება დეტალური დაკვალვა.

ა. ხაზოვანი გადაკვეთის მეთოდი (ბიკოლაკული მეთოდი)

განხილადი მეთოდით ნაგებობის *A* წერტილის მდებარეობა ადგილზე გადაიტანება თანადროულად ორი რულეტით სახირო სიგრძის S_1 და S_2 საპროექტო გვერდების ურთიერთგადაკვეთით C_1 და C_2 საყრდენი წერტილებიდან, რომელთა შესაბამისი საყრდენია $b = C_1 C_2$ ბაზისი (ნახ. 8). ასევე ღვინდება *B* წერტილის მდებარეობა ადგილზე.

საკონტროლოდ იზომება *AB* გვერდის სიგრძე, რომლის ოდენობა უნდა უდრიდეს მის საპროექტო ოდენობას, შეცდომა დასაშვებია 1—2 სმ. ცხადია, რომ გადაზომვები შეიძლება შესრულდეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა S_1 და S_2 საპროექტო გვერდების სიგრძეზე.



ნახ. 10.4.6.8.

წერტილის ადგილზე მდებარეობის განსაზღვრის *m*-საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობას განსაზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$m = \sqrt{m_{\text{გაბ}}^2 + \frac{2m_S^2}{\sin^4 \gamma} + m_0} \quad (10.4.6.14)$$

სადაც $m_{\text{გაბ}}$ არის გამოსავალი, ანუ b ბაზისის, და მისი ორიენტაციის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

m_{Σ} — S_1 და S_2 გვერდების გადაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

m_{θ} — A წერტილის ადგილზე ფიქსირების შეცდომა.

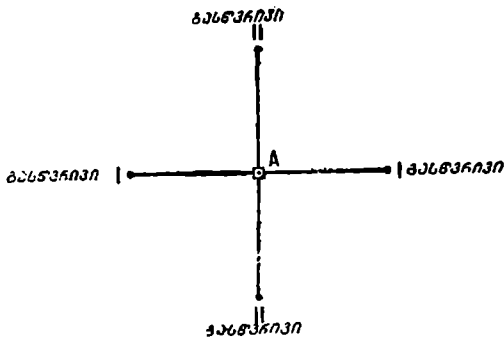
იმ შემთხვევაში, როცა $\gamma = 90^\circ$, ანუ ბაზისად რომ მიგველო S_2 გვერდი, C_1 წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლებოდა ფორმულით

$$m = \sqrt{m_{\text{გ.გ.}}^2 + 2m_{\Sigma}^2 + m_{\theta}^2} \quad (10.4.6.15)$$

ბ. განსწავლვის მეთოდი

განხილად მეთოდს ხშირად იყენებენ სამრეწველო ნაგებობების დაკვალვების დროს, სადაც უმეტეს წილად, როგორც წესი, ღერძები, ანუ შესაბამისი ვერტიკალური სიბრტყეები, ერთმანეთს კვეთს მართობულად.

ამ მეთოდით ადგილზე A საპროექტო წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება მშენებარე ნაგებობის მოწინააღმდეგე მხარეს დამაგრებული ორი



ნახ. 10.4.6.9.

განსწავლების ღერძის გადაკვეთით. ეს გადაკვეთა ითვლება საუკეთესოდ. როცა განსწავლების ღერძები ურთიერთმართობია (ნახ. 9).

განსწავლებები უნდა შესრულდეს ორი თეოდოლიტით თანადროულად. საკონტროლოდ გაზომავენ ადრე დაკვალულ წერტილებამდე.

ამ მეთოდზე დიდ გავლენას ახდენს თეოდოლიტის დაცენტრისა და რედუქციის გავლენა. საერთოდ, განსწავლების მეთოდით ადგილზე წერტილის დანიშნის $m_{\text{განსწ.}}$ საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა, ურთიერთდამოუკიდებელი შეცდომები, რაც შეტანილია შემდეგ ფორმულაში:

$$m_{\text{განსწ.}} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_{\theta}^2 + 2m_{\text{გ.გ.}}^2 + 2m_{\text{გ.გ.}}^2} \quad (10.4.6.16)$$

სადაც m_I და m_{II} არის გასწვრივობის საშუალო კვადრატული შეცდომები:

m_{σ} — ადგილზე წერტილის ფიქსაციის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$m_{e,r}$ — თეოდოლიტის დაცენტრის და რედუქციის შეცდომა;

$m_{\text{მიზნების}}$ — თეოდოლიტით დამიზნების შეცდომა

ხშირად სამშენებლო ბაღე საშუალებას არ იძლევა მასზე უშუალოდ დაყრდნობით ვაწარმოოთ შენობების დაჯვალვითი საბუშაობები. ამ შემთხვევაში ღიდად გამოიყენება გასწვრივობის MN ხაზიდან დაკვალვის მეთოდი (იხილეთ 9.8.6.1 და 9.8.7.1. ნახაზები) ცხადია, შენობების კუთხეების მდებარეობა ადგილზე განისაზღვრება მართობების ხერხით არა ბადის გვერდებიდან, არამედ გასწვრივობის MN ხაზიდან.

ე. შარბსაკვალის გავრცელების მეთოდი

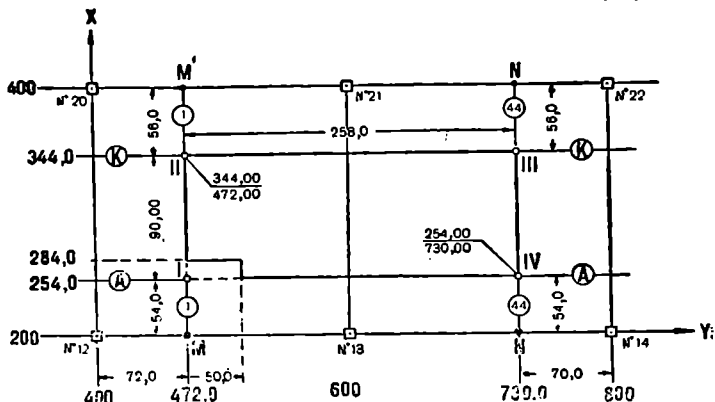
ადგილზე პროექტის დეტალურად დაკვალვის ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებად მიღებულია ფარგლავალი, რომლის საფუძველს სამრეწველო ნაგებობებზე წარმოადგენს კილომეტრულ ბაღეზე ან ცნობილი სხვა მეთოდებით ადგილზე გადატანილი მთავარი (სიმეტრიის) ან ძირითადი (გარე კონტურის) ლერძები, ამასთან დაკავშირებით, თანამიმდევრობით დეტალურად განვიხილოთ საკითხი ძირითადი ლერძების ადგილზე დაკვალვის, ფარგლავალის დაპროექტებისა და აგების, მასზე ძირითადი ლერძების გადატანის, ლერძების დამაგრების, დაკვალვის ჩაბარებისა და დამაგრებული ლერძების შენობის შიგნით გადატანის შესახებ.

I. ძირითადი ლერძების ადგილზე დაკვალვა

როგორც აღვნიშნეთ, სამრეწველო ობიექტების მშენებლობის დროს ადგილზე ძირითადი ლერძებს დაკვალავენ სამშენებლო ქსელის პუნქტებიდან. პროექტის საშუალო ნახაზების (როგორცაა მშენებრგეგმიდან ამოღებული გეოდეზიური მიბმების ასლები და ფუძე საძირკვლების ნახაზები) მიხედვით ადგილზე დასაკვალავად ადგენენ სქემატურ ნახაზს, რომელზეც, ნებისმიერ მასშტაბში, აღნიშნავენ ახლობელ პუნქტებს კოორდინატებით, დასაკვალავი ნაგებობის ლერძებს კოორდინატებით ან სამშენებლო ბადის გვერდებამდე მანძილებს და თვით ნაგებობის ზომებს მიბმების საკონტროლოდ აღნიშნულის შესაბამისი სქემა მოცემულია (10) ნახაზზე.

როგორც წესი, ძირითადი ლერძების მდებარეობის აღმნიშვნელი I, II, III, IV წერტილების ადგილზე დანიშნა ხდება სამშენებლო ბადის პუნქტებიდან მართკუთხა კოორდინატების ხერხით, რისთვისაც საზღვრავენ პუნქტების და ბადის ახლობელი პუნქტების ორდინატებისა და აბსცისების სხვაობებს. მაგალითად, თეოდოლიტს ცენტრავენ და მომწესობაში მოჰყავთ № 12 პუნქტზე. № 12—№ 13 გვერდის გასწვრივობაში გადაზომავენ $\Delta y_1 = 472,00 - 400,00 = 72,00$ მ, ე. ი. ადგილზე ნიშნავენ M წერტილს. ამ წერტილში გადა-

აქვთ თეოდოლიტი, აღნიშნული გვერდისადმი წრედი მარჯვნივის და წრედი მარცხნივის გამოყენებით აგებენ 90° -იან კუთხეს და ადგილზე ნიშნავენ M , წერტილს. მიღებულ MM' გასწვრივობაში, ანუ მართობზე, გადაზომავენ $\Delta x_1 = 254,00 - 200 = 54,00$ მ, რის შედეგად ადგილზე იღებენ I, ანუ $A I$ წერტილს. საიდანაც ამავე მართობზე გადაზომავენ $A-A$ და $K-K$ ლერძებს შორის საპროექტო $90,00$ მ და ადგილზე ნიშნავენ II ანუ $K II$ წერტილს. ზემოხსენებულის ანალოგიურად განისაზღვრება $N^{\circ} 14$ პუნქტიდან $\Delta y_2 =$



ნახ. 10.4.6.10.

$= 800,00 - 730,00 = 70,00$ მ და $\Delta x_2 = \Delta x_1 = 54,00$ მ და ადგილზე IV ანუ $A IV$ და III ანუ $K III$ პუნქტები. როგორც ცნობილია (იხილეთ (6) პარაგრაფი), ყოველთვის უდიდეს ნაზარდს გადაზომავენ შესაბამის ლერძზე, მცირეს კი — მის მართობზე.

კონტროლისათვის II და III წერტილს მიიბამენ $N^{\circ} 20$ და $N^{\circ} 22$ პუნქტებს. მცირე ზომის ნაგებობებზე ზომავენ დიაგონალებს და მჭიდროდ ერთმანეთს ადარებენ. მოთხოვნილი სიზუსტეა $1:4\ 000 - 1:5\ 000$, კუთხეები ყოველთვის უნდა იზომებოდეს ორი წრედი (წრედი მარჯვნივ და წრედი მარცხნივ).

ადგილზე I, II, III, IV წერტილების დამაგრების შემდეგ ყოველ მათგანზე ცენტრავენ თეოდოლიტს და აკონტროლებენ კუთხეები მართია თუ არა. გადახრა დასაშვებია $\pm 60''$ -მდე. თუ პირობა დარღვეული აღმოჩნდა, საჭიროა ხსენებული წერტილების სათანადოდ გადაადგილება. განსაკუთრებით უნდა დავიცვათ ძირითადი ლერძების ურთიერთმართობულობა, რადგანაც ყოველი გადახრა გამოიწვევს ნაგებობის კონსტრუქციული ელემენტების გეომეტრიულად არასწორად აგებას.

II. ფარგსაკვალის დაპროექტება და ადგილზე გადატანა

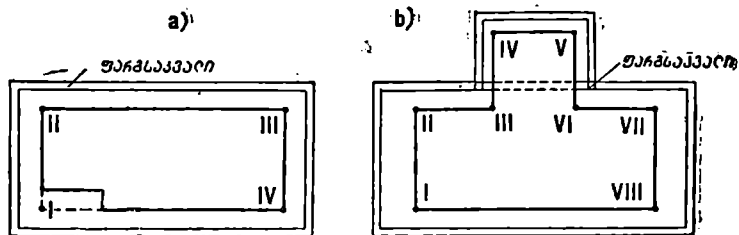
როგორც ცნობილია, ნაგებობის (სამაშრობისა და დანადგარების) ლერძები ადგილზე შეიძლება იყოს დაკვალილი ± 2 მილიმეტრამდე შეცდომით. ამ მიზნით დაპროექტებული ნაგებობის პერიმეტრს გარშემო ავლებენ ხის

ფარგსაკვალს, რითაც იქმნება უალრესად საიმედო პირობები აღგილზე გადაზომვებისა და ღერძების დამავრებისათვის.

ფარგსაკვალს აპროექტებენ მშენებლობაზე ისე, რომ მისი გვერდები გარკვეული მანძილით იყოს დაშორებული ნაგებობათა ღერძებიდან.

ფარგსაკვალავი უმრავლეს შემთხვევაში ძირითადი ღერძების კონფიგურაციის შესაბამისად გვხვდება მართკუთხედის სახით (ნახ. 11^ა) ან მას აქვს მიმხრობილი შუაზე მართკუთხედი (ან კვადრატი) (ნახ. 11^ბ).

ნაგებობის ფუძის გარე წიბოდან ფარგსაკვალი დაშორებული უნდა იყოს ისეთ მანძილზე, რომ იგი ფუძე-საძირკვლის თხრილების გაყვანის დროს არ

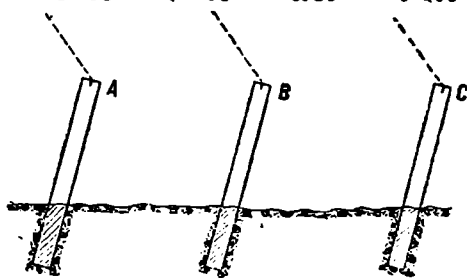


ნახ. 10.4.6.11.

მოხედეს მიწის სამუშაოების ზონაში. ამ მიზნით ქვაბულის სიღრმე თუ არის h და ვაწარმოებთ მიწის გათხრას ცალფა ფერდობით, ეს მანძილი უნდა იყოს გაზრდილი, ანუ h მიმატებული მიწაყრილისათვის, 3—5 მეტრი და მეტიც ქვაბულის სიღრმის და მიწის სამუშაოების მეთოდის შესაბამისად.

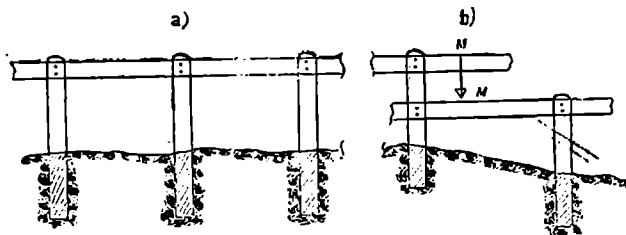
ფარგსაკვალს უმეტესად აგებენ მთლიანს, რისთვისაც კონტურს სარავენ და დაახლოებით ყოველ 3 მეტრზე მიწაში ასობენ ერთ მეტრ სიღრმეზე 3,5 მეტრის სიგრძისა და 15—20 სანტიმეტრის დიამეტრის სვეტებს, შემდეგ ამ

სვეტების ზემოთ გარედან აკრავენ 40—50 მმ სისქის ფიცრებს. ამ ფიცრების ზემო მხარე უნდა იყოს ზუსტად პორიზონტული, რაც სრულდება გეომეტრიული ნიველოებით ან ზუსტი თარაზოთი (ნახ. 12). იმ შემთხვევაში, როცა სამშენებლო ტერიტორია მნიშვნელოვნად დაქანებულია და დიდი ნაგებობების შენების დროს განაპირა წერტილებს შორის სიმაღლეთა სხვაობა აღწევს რამდენიმე მეტრს, აგებენ საფეხურებიან ფარგსაკვალს (ნახ. 13^ა).



ნახ. 10.4.6.12.

საერთოდ, მთლიანი ფარგსაკვალი სქობია 0,5—1,2 სიმაღლის, რათა ადვილი და მოხერხებული იყოს მასზე გადაზომვები თეოდოლიტის გამოყენებით. მაგრამ, ჩვეულებრივი შენობების მშენებლობის დროს, სადაც არ მოითხოვება დიდი სიზუსტე, ფარგსაკვალის სიმაღლეს იღებენ 2—2,5 მეტრს, რათა მან ხელი არ შეუშალოს ტრანსპორტის მუშაობას, ან მთლიან ფარგსაკვალს უკეთებენ კარებს, ტრანსპორტის მოძრაობისათვის. იმ შემთხვევაში, როცა ნა-



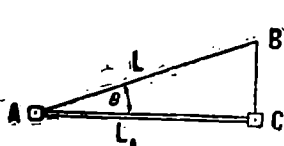
ნახ. 10.4.6.13.

გებობას აქვს დიდი ზომის ელემენტები, ძირითად კონტურულ ფარგსაკვალს უმატებენ შიგა (დამატებით) ფარგსაკვალს.

წარმოებაში იყენებენ არამთლიან, უფიცრო (გასწერივობის) ფარგსაკვალს, რომლის ყოველი წყვილი თანამოსახელე სვეტის ხაზია გასწერივობის ხაზი. ცხადია, ყველა სვეტის ნიშნული ურთიერთტოლი უნდა იყოს. კონტურის გარშემო სვეტებს შორის მანძილებს იღებენ 2 მეტრს. როგორც ხედავთ ასეთი სახის ფარგსაკვალი ტრანსპორტის მოძრაობას და მშენებლობას ხელს ნაკლებად შეუშლის და ვალწვეთ მეტ სიზუსტეს (ნახ. 13).

როგორც ცნობილია, ფარგსაკვალს აგებენ ადგილზე დამაგრებულ ძირითად ღერძებზე დაყრდნობით და უფიცრო ფარგსაკვალის შემთხვევაში საჭიროა იმდენად ზუსტად იყოს სვეტები დამაგრებული ადგილზე, რომ მათზე ღერძების გადატანის დროს საჭირო არ იქნეს სვეტების გადაადგილება.

ორივე შემთხვევაში ფარგსაკვალი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს:



ნახ. 10.4.6.14.

1. მტკიცედ უნდა იყოს დაცული ნაგებობის ღერძების სადმი ფარგსაკვალის შესაბამისი გვერდების პარალელურობა. ეს პირობა თუ არ იქნა დაცული, ზუსტად ფარგსაკვალზე გადაზომილი მეზობელი ღერძების სიგრძეები სისტემატურად იქნება მოკლე მის საპროექტო სიგრძესთან შედარებით. ვთქვათ, ფარგსაკვალის და ძირითადი ღერძის სათავეები შეთავსებულია A წერტილში, სადაც ხაზების არაპარალელურობის გამო მათ შორის იქნება θ კუთხე. ისე, როგორც დახრილი ხაზების პერიზონტზე და-

უვანის ოდენობა, აქაც ფარგსაკვალთ გადაზომილი ღერძის სიგრძე ნაკლები გამოვა ΔL ოდენობით.

$$\Delta L = L - L \cos \Theta = 2L \sin^2 \frac{\Theta}{2}. \quad (10.4.6.17)$$

ეთქვათ, ინსტრუქციით მითითებულია, რომ არაპარალელურობით გამოწვეული სისტემატური ფარდობითი $\Delta L : L$ შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 1:50 000. მაშინ (17) ტოლობის გამოყენებით დაწვერთ

$$2 \sin^2 \frac{\Theta}{2} = 2 \frac{\Theta^2}{4\rho^2} \leq \frac{\Delta L}{L} \leq \frac{1}{50000},$$

საიდანაც

$$\Theta \leq \rho \sqrt{\frac{2}{50000}} \leq 22'', \quad (10.4.6.18)$$

სადაც $\rho = 3438'$ არის რადიანი მინუტებში.

პარალელურობის საკითხის დაცვა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა სიზუსტე მოითხოვება ნაგებობის ან რაიმე აგრეგატის ფარგსაკვალთ დაკვალვის დროს.

2. ფარგსაკვალი უნდა იყოს წრფივი, რომ მასზე გადაზომვების დროს საზომი ხელსაწყო (რულეტი) ყოველ ჯერზე ხვდებოდეს გასწვრივობის სიბრტყეში. საზომის ყოველი გადადების ϵ_1 შესწორება გამოითვლება (7.2.2.23) ფორმულით

$$\epsilon_1 = l_0 - l \approx -\frac{k_1^2}{2l}, \quad (10.4.6.19)$$

სადაც l არის საზომის სიგრძე;

k — საზომის წინა ბოლოს გადახრა გასწვრივობიდან იმ პირობით, რომ უკანა ბოლო ძვეს გასაზომი ხაზის გასწვრივობაში:

(19) დამოკიდებულებიდან

$$\left(\frac{\epsilon_1}{l}\right) = -\frac{k_1^2}{2l^2}, \quad (10.4.6.20)$$

საიდანაც

$$k = l \sqrt{2 \left(\frac{\epsilon}{l}\right)} \quad (10.4.6.21)$$

ეთქვათ, საზომის სიგრძე $l = 20$ მ; ინსტრუქციით მოთხოვნილი ფარდობითი შეცდომა $\epsilon : l = 1:50 000$. მაშინ (21) ფორმულით დასაშვები გადახრის ოდენობა იქნება

$$k = 2000 \text{ სმ} \sqrt{\frac{2}{50000}} \approx \pm 12,6 \text{ სმ}.$$

იმ შემთხვევაში, როცა ვიყენებთ 8 მეტრიან ინვარულ ლენტას, (21) ფორმულით $k = \pm 4$ სმ. მაშასადამე, ფარგსაკვალის სვეტები უნდა დაეყენოთ თეოდოლიტით.

3. ფარგსაკვალი უნდა იყოს ზუსტად პორიზონტული, რათა მასზე საპროექტო ხაზების გადაზომვების დროს სა-

ჭირკ აჩ იყოს ხაზების დახრილობის მხედველობაში მიღება მაშასადამე, სვეტების თავებს შორის აღმატება უნდა იყოს ნულის ტოლი.

(7.2.2.3.3) ფორმულით ხაზის კორიზონტზე მიყვანის ოდენობას საზღვრავენ, რაც სრულიად შესაბამისია განხილადი შემთხვევისა

$$e_h = \frac{h^3}{2L}, \quad (10.4.6.22)$$

სადაც h არის მეზობელი სვეტების თავების აღმატება;

L — მეზობელ სვეტებს შორის მანძილი.

(22) დამოკიდებულება შეიძლება ასე გადაიწეროს:

$$\frac{e_h}{L} = \frac{h^3}{2L^3},$$

საიდანაც

$$h = L \sqrt[3]{2 \left(\frac{e_h}{L} \right)}. \quad (10.4.6.23)$$

უთქვათ, $L=6$ მ., ინსტრუქციით მოთხოვნილია, რომ $e_h : L = 1 : 50000$, მაშინ (23) ფორმულით დასაშვები აღმატება იქნება

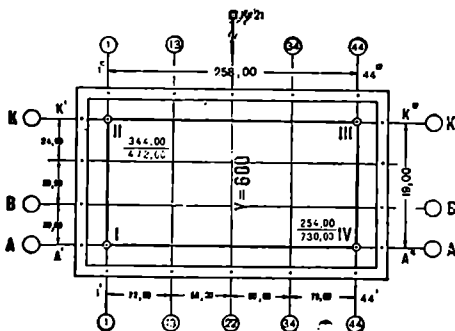
$$h = 600 \text{ სმ} \sqrt[3]{2 \frac{1}{50000}} = \pm 3,8 \text{ სმ.}$$

დ. უპრეცეპალზე ძირითადი და სპრომბტო (დასაქვალავი) ღერძების დაწინააღმდეგობა

ფარგსაკვალზე ნაგებობის ძირითადი ღერძების დაწინააღმდეგობის მიზნით მშენ-გებმისა და ფუძე-საძირკვლების სამუშაო ნახაზების საფუძველზე აღგენენ სპეციალურ დაკვალვით ნახაზს, რომელზეც აწერენ ღერძებს შორის ყველა

მანძილს (ნახ. 15). ამ-ვე დროს გულდასმით ამოწმებენ სააროქტო დოკუმენტებს; მაგალითად, აჯამებენ ყველა შუალედ მანძილს და აღარებენ ღერძებს შორის მანძილებს და აღგილზე აღრე გადატახილ ღერძების კოორდინატებს შორის სხვაობებს.

I, II, III, IV წერტილებზე თანამიმდევრობით ცენტრავენ



ნახ. 10 4.6.15

თეოდოლიტს და განზადებულ ფარგსაკვალზე ორი წრედის შესაბამისად მსხვილი წერტილებით ნიშნავენ ძეოთადი ღერძების გადაკვეთის წერტილებს (ნახაზზე

შავი წერტილები). აქვე მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის, რომ თეოდოლიტიდან ახლო წერტილამდე დაგეგმილების სიზუსტეზე გავლენას ახდენს ინსტრუმენტის დაცენტრების შეცდომა და შორ წერტილებზე კი — ქოვრით დამიზნების შეცდომაც.

გამოსავალ ერთ გრძივ (ვთქვათ, $A-A$) და ერთ განივ (ვთქვათ, $1-1$) ღერძს თვლიან ხისტ (უცვლელ) ღერძებად და დაკვალვითი ნახაზის შესაბამისად მათგან ორივე მხარეზე ფარგსაკვალის პარალელურ გრძივ და განივ გვერდებზე ნიშნავენ განივ და გრძივ ღერძებს.

ფარგსაკვალზე ხაზები გადაიზომება ინეარული ბაფთით ან კომპარირებული ფოლადის რულეტით, სიზუსტე $1:10\ 000$ — $1:25\ 000$ ფარგლებში, იმის მიხედვით, თუ როგორია ნაგებობის ტიპი და ტექნოლოგიური დახადგარების მონტაჟის მოთხოვნილი სიზუსტე. გადაზომვების პროცესში მხედველობაში იღებენ საზომის კომპარირებისა და ტემპერატურულ შესწორებას და თუ საზომის ერთი გადადების დროს ორივე გავლენის ერთობლივი ოდენობა იქნა $0,5$ მმ-ზე მეტი, საჭიროა ფარგლისა და მასშტაბური სახაზავის საშუალებით შევიტანოთ შესწორება ყოველი გადაზომვაში. ხოლო, თუ შესწორება ნაკლებია $0,5$ მმ-ზე, შესწორება შეაქვთ ჭამურად რამდენიმე გადაზომვებში. არ უნდა დაუშვათ შეცდომა შესწორების ნიშნებში (იხ. 10.4.4 პარაგრაფის B პუნქტი). საზომს კიმავენ დინამომეტრის საშუალებით. ფარგსაკვალზე წერტილებს ნიშნავენ და აწერენ წაწვეტებული ფანქრით (15 -ე ნახაზზეა მსხვილი წერტილით) ფარგსაკვალი თუ არის საფეხურებიანი (ნახ. 12), M წერტილი გადმოაქვთ M' წერტილში თეოდოლიტით.

თანამიმდევრობით აფიქსირებენ საზომით დასაკვალავ ღერძებს ფარგსაკვალზე, სანამ არ მიიღწევენ უკანასკნელ ღერძამდე, ანუ ადრე გადაზომილი ძირითადი (გამოსავალი) ღერძის კვალს ფარგსაკვალზე. მაგალითად, იწყებენ $1-1$ ღერძიდან და გადაზომავენ $72,00$, $56,00$, $50,00$ და $70,00$ მეტრს, მიაღწევენ 44 — 44 ძირითად ღერძს, ასე გადაიზომება დანარჩენი მონაკვეთებიც. გადაზომვების თანხლებული შეცდომების გამო ძირითადი ღერძების ფაქტობრივი სიგრძე ფარგსაკვალზე ადრე გადაზომილს არ შეესაბამება უკანასკნელი ღერძის მდებარეობის ადრე და შემდეგი გადაზომების ურთიერთდაუმთხვევლობა თუ დიდი არ აღმოჩნდა და არ აღმოჩნდა ტლანქი შეცდომები, საბოლოო სიგრძედ ვიღებთ გადანაზომთა ჯამს, ე. ი. გრძივი ღერძებისათვის 258 მეტრს, რადგანაც ეს უკანასკნელი უფრო ზუსტად არის გადაზომილი ფარგსაკვალზე, ვიდრე ეს იყო ადრე დანიშნული.

იმ შემთხვევაში, როცა ნაგებობის ფარგსაკვალის გვერდის სიგრძე აღემატება 400 მეტრს და შესაძლებლობა იქმნება შეცდომების მნიშვნელოვნად დაგროვებისა, ფარგსაკვალზე თეოდოლიტით გადააქვთ კილომეტრული ბადისა და დასაკვალავი ღერძის შეთავსების კვალი (ნახ. 15-ზე $y=600$ მ ან $N\ 21$ და 22 — 22 ღერძი), რომელსაც იყენებენ ფარგსაკვალზე გასწორადების შესასრულებლად.

ფარგსაკვალზე ღერძების დაკვალვის შემდეგ იწყებენ ღერძებს შორის დაკვალული მანძილების საკონტროლო გაზომვებს, რისთვისაც საზომის სკალაზე სამჭერადი ანათვლებით დაადგენენ მანძილების ოდენობებს. განაზომებში კომპარირებისა და ტემპერატურის შესწორების შემდეგ მიღებულ განა-

ზომებს აღარებენ მათ საპროექტო მნიშვნელობებს. სხვაობა დასაშვებია ± 1 მმ. თუ განსხვავება გამოვიდა დასაშვებზე მეტი, დაკვალულ ძირითად ღერძებს გადაწევენ ისე, რომ შეიძლებოდეს ახლობელ შუალედ მალეებს შორის გასწორადება (ნახ. 15), ეს წერტილებია $A', 1', k', 1', A', 44', k'', 44''$.

ფარგსაკვალზე გაზომვები აუცილებელია შესრულდეს სიბრტყეზე კომპარირებული საზომებით. თუ საზომი კომპარირებულა კილულად, მაშინ განაზომებში შევა სისტემატური ხასიათის შეცდომების ოდენობები ჩალუნული-მალისა და შესაბამისი ქორდის სიგრძეების სხვაობის სახით, რომლის ოდენობა განისაზღვრება (7.2.5.6) ფორმულით

$$\Delta s = s - l_0 = \frac{q^3 s^3}{24 P^2}, \quad (10.4.6.24)$$

სადაც s არის დაკიდებული საზომის სიგრძე;

l_0 — მისი ქორდის სიგრძე;

q — ერთი მეტრი საზომის წონა კილოგრამებში;

P — საზომის დაჭიმვის ძალა კილოგრამებში.

გ. ლევჩუკის მიერ შესრულებული ცდებით დადგენილია, რომ, როცა რულეტის კვეთი $10 \times 0,2$ მმ, $q = 0,01$ ნი კგ; $s = 20$ მ და $P = 10$ კგ, მივიღებთ, $\Delta s = 0,8$ მმ, ხოლო ინვაოული ლენტისათვის, რომლის კვეთია $6 \times 0,5$ მმ, $q = 0,0243$ კგ, $l = 24$ მ და $P = 10$ კგ მონაცემებით მივიღებთ $\Delta s = 3,3$ მმ.

როცა ვიყენებთ არამთლიან (უფიცრო) ფარგსაკვალს, მაშინ საზომი იქნება კილულად გამოყენებული და (24) ფორმულიდან განისაზღვრება საჭირო საზომის s სიგომე, რომელსაც შეესაბამება $\Delta s \leq 0,1$ მმ შეცდომა

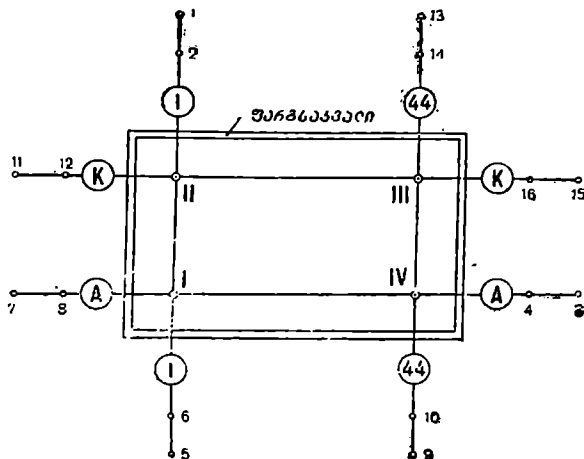
$$s = \sqrt[3]{\frac{24 \Delta s P^2}{q^3}}. \quad (10.4.6.25)$$

ამ ფორმულით ინვარული ლენტის სიგრძე გამოდის 8 მ, ხოლო ფოლადის რულეტის სიგრძე 10 მ. მაშასადამე, სვეტებს შორის მანძილი დასაშვებია 8—10 მეტრი. მეტი მანძილების შემთხვევაში, გაზომვების დროს, იყენებენ იმავე ღონის გადასატან საყრდენებს.

ე. შარგხსაკვალზე დანიშნული ძირითადი ღერძების დამაზარება აღვილზე (ნახ. 16)

ამ ღონისძიებით შესაძლებელი ხდება დანგრეულ-დაზიანებულ ფარგსაკვალის აღდგენა თეოდოლიტს ცენტრავთ ერთ-ერთ I წერტილზე და ფარგსაკვალის k_1 წერტილზე დასობილ ლურსმანზე ქოგრის დამიზნებით ორიენტაციას ვიღებთ 1—1 მიმართულებაზე. ქოგრის ვერტიკალურ სიბრტყეში მოძრაობით დამხმარეს დავანიშნებთ დაახლოებით 10—15 მეტრზე ერთმანეთისაგან დაშორებულ 1-ლ და მე-2 წერტილს, სადაც ასობენ 1 მეტრ სიღრმეზე სვეტებს; მათი თავები მიწის ზედაპირიდან მაღლა უნდა იყოს 10—15 სმ. ამ სვეტებზე 1—1 ძირითადი ღერძი აღინიშნება ლურსმნების დასმით, პის სვეტების ნაცვლად შეიძლება რკინაბეტონის სვეტების გამოყენება. ზოგი საქმისათვის თვლის ორი სვეტის ნაცვლად დასმული იქნას თითო სვეტი. რაც არ არის სწორი, რადგანაც კედლების ამენების შედეგად შეუძლებელი იქნება

ხილვადობა შენობის ორივე მხარეზე დასმულ თითო წერტილს შორის. სვეტს შორის მანძილი შეიძლება იყოს ნებისმიერი ობიექტური პირობების მიხედვით. 1-ლ და მე-2 წერტილების ადგილზე დაყენების შემდეგ შევაბრუნებთ წრედალიდადს 90° -ით, რასაც შეესაბამება IV ან 444 წერტილი და დავაბრუნებთ მე-3 და მე-4 წერტილებს; შემდეგ 180° -ზე წრედალიდადის შებრუნებით ვამაგრებთ მე-5 და მე-6 წერტილებს. დაბოლოს 360° -ზე წრედალიდადის შებრუნების შესაბამისად, ვამაგრებთ მე-7 და მე-8 წერტილებს. ინ-



ნახ. 10.4.6.16.

სტრუმენტს გადავიტანთ და დავცენტრავთ III წერტილზე და ვმოქმედებთ I სადგურზე შესრულებული მოქმედების ანალოგიურად, რაც ნახაზიდან ადვილად გასაგებია. ყოველი ზემონათქვამი 1-ლ და მე-2 წერტილის შესახებ ვრცელდება დანარჩენ თოთხმეტ წერტილზე. ერთ-ერთი წერტილი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რეპერად, რომელიც საგანგებოდ უნდა იყოს დატული.

f. დაკვალვითი სამუშაოების ჩაბარება კომისიისადმი

ფარგსაკვალის აგებისა, მასზე დაკვალვითი სამუშაოების შესრულებისა და ძირითადი ღერძების ფარგსაკვალის გარეთ დამაგრების შემდეგ ადგენენ შესრულებით ნახაზს, რომელზეც უნდა იქნეს დატანილი:

1. სამშენებლო ბადის პუნქტები, რომელთა კოორდინატების საფუძველზე დაიკვალა ძირითადი ღერძები შესრულების წესრიგის ჩვენებით;
2. ფარგსაკვალი, მასზე დატანილი ძირითადი და საპროექტო ღერძების განლაგებისა და მათ შორის საკონტროლო განაზომების ჩვენებით;
3. ღერძების დამაგრების ნიშნები.

შესრულებით ნახაზს უდგენენ კომისიას, რომელსაც ევალება ნაგებობის ნატურაში დაკვალვის მიღება.

ყოველივე, რაც ნათქვამი იყო ძირითადი ღერძების მიმართ, საჭიროა შესრულდეს მთავარი ღერძების საფუძველზე ნაგებობათა დაკვალვების დროს.

ე. დამატებითი ღერძების გადატანა შენობის შიგნით

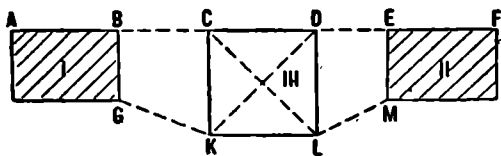
ფარგსაკვალზე დაკვალული და მის გარეთ დამატებული ძირითადი ღერძები ნაგებობათა მშენებლობის მიმდინარეობის პროცესში ჰკარგავს გამოყენების პრაქტიკულ მნიშვნელობას. ამავ დროს საჭიროა მათი გამოყენება სხვადასხვა სამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას. ამიტომ საჭირო ხდება ხსენებული მონაცემების გადატანა შენობის შიგნით ტერიტორიაზე.

შენობის შიგნით ნიშნების გადატანის პროცესი უნდა შესრულდეს კედლების აშენების დაწყებამდე, რადგანაც აშენებული კედლები ხელს შეუშლის პუნქტების ხილვადობას.

ნაგებობის ზომებისა და დანადგარების თავისებურების მიხედვით სარგებლობენ ნიშნების დამატების სხვადასხვა ხერხებით. მაგალითად, მცირე ზომის შენობებში საკმარისია შიგნით კედლებში ჩააბეტონონ კავები და მათზე ეყრნით აღნიშნონ ღერძის წერტილები ან კიდევე, ფუძე-საძირკველზე დააბეტონონ წერტილი, რომელზეც თეოდოლიტი იდგმება. როცა მოითხოვება ძირითადი ღერძების დაკვალვის მაჟალი სიზუსტე, ქმნიან ფუნდამენტალურ სიღრმით ნიშნებს. გვერდური წერტილებს თანადროულად სასიმალო რეპერები შენობის ფუძე-საძირკველების სივრცეებში გადააქვთ.

ვ. შენობის დაკვალვა წითელი ხაზის საფუძველზე

ღროთა ვითარებაში ადგილზე პროექტის დაკვალვისათვის დამატებული პუნქტები ნადგურდება ამიტომ მშენებლობის განგრძობისათვის საჭირო ხდება მათი აღდგენა და განვითარება მაგალითად, III შენობის ქუჩის ფასადზე დაკვალვისათვის საჭიროა პირველ რიგში აღდგენილ იქნეს B, C, D E წითელი, ანუ ის ხაზი, რომელთანაც უნდა შეთავსდეს შენობებისა და



ნახ. 10.4.6.17.

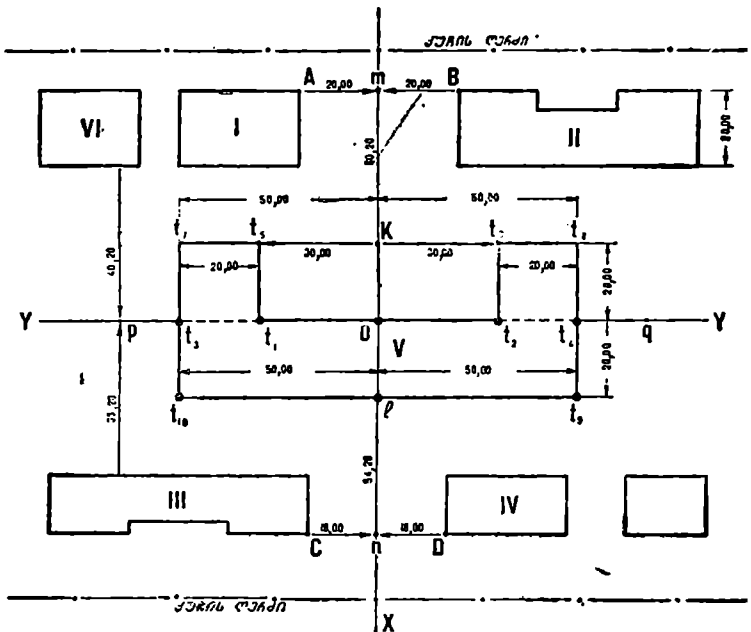
ნაგებობების ფასადები. აღდგენა შეიძლება არსებულ პოლიგონომეტრიულ პუნქტებზე, ქუჩის ღერძების ნიშნებზე ან არსებულ შენობებზე დაყრდნობით. ცხადია პირველი ღონისძიება უფრო ზუსტია, მაგრამ სიმარტივის გამო უფრო გამოიყენება უკანასკნელი ორი ხერხი.

ყველა შემთხვევაში საჭირო მონაცემები და წითელი ხაზის აღდგენის წესი ნაჩვენებია უნდა იქნეს დაკვალვისას ნახაზზე. არსებული შენობებს საფუძველზე წითელი ხაზის აღდგენა შეიძლება A, B, E, F წერტი-

ლების მიხედვით, ხოლო თუ ეს მოუხერხებელია, მაშინ შეიძლება დავეყრდნოთ B და E წერტილებს (ნახ. 17).

დაკვალვას იწყებენ B წერტილიდან და დაკვალვითი ნახაზიდან ამოღებულ BC და CD მონაკვეთებს გადაზომავენ, ხოლო DE მანძილს ზომავენ. $BC+CD+DE$ ჯამს აღარებენ დაკვალვითი ნახაზის მიხედვით ცნობილ შესაბამის სიგრძეს და განსხვავებას ანაწილებენ BC და DE მონაკვეთებზე შემდეგ. C და D წერტილიდან თეოდოლიტით დაშვებულ მართობებზე გადაზომავენ CK და DL მონაკვეთებს. დაკვალვის კონტროლის მიზნით, როცა შენობა მცირე ზომისაა ზომავენ CL , KD დიაგონალებს და მოცემულ GK და LM მონაკვეთებს.

იმ შემთხვევაში, როცა საპროექტო შენობა უნდა დაიკვალოს დასახლების კვარტალის შიგა ტერიტორიაზე, ადგილზე მისი დაკვალვა სრულდება



ნახ. 10.4.6.18.

ორი ან ერთი წითელი ხაზიდან, რომლებიც პირველ რიგში უნდა აღდგეს (ნახ. 18). ამისათვის კი დაკვალვითი ნახაზის საფუძველზე I და II შენობების კუთხეების შესაბამისი AB წითელი ხაზი უნდა დაინიშნოს ადგილზე და შემდეგ კი დაიკვალება ადგილზე მთავარი xx და yy ლერძები უფრო ზუსტი იქნება, თუ CD წითელ ხაზსაც გამოვიყენებთ მაგალითად, I შენო-

ბის ფასადის გაგრძელებაზე A წერტილიდან გადავზომავთ საპროექტო სიმეტრიის მანძილს, ვთქვათ, 20 მეტრს. ასევე III შენობის ფასადის გაგრძელების C წერტილიდან გადავზომავთ სიმეტრიის 18 მეტრს. ამით მოინახება xx ლერძი, რომელსაც ადგილზე დავამაგრებთ m და n წერტილებით. კოორდინატთა O სათავე მოინახება, თუ ადგილზე xx ლერძის გასწვრივ m წერტილიდან გადავზომავთ საპროექტო 60, 20 მეტრს. კონტროლისათვის უნდა გაიზომოს მეორე, ანუ წითელი CD ხაზის n წერტილიდან მანძილი, რომელიც უნდა გამოვიდეს 54, 20 მეტრი. თეოდოლიტს ცენტრირებენ O წერტილში და აგებენ xx ლერძის მართობს, რითაც მოინახება ადგილზე yy ლერძი. ამ ლერძს ადგილზე ამაგრებენ p და q წერტილებით. მთავარი xx და yy ლერძების m , n , p , q წერტილებს ადგილზე ამაგრებენ ბეტონის, რკინაბეტონის ან რკინის ხიშხით, რომლებზეც ზუსტად იქნება დატანილი ცენტრები. დაკვალვის კონტროლის მიზნით დაკვალვით ნახაზზე იძლევიან გეზობელი (ვთქვათ VI) შენობიდან yy ლერძამდე მანძილს (40,20 მეტრი). III შენობიდან კი არის 38,2 მ. V შენობის ადგილზე დასაკვალავად O წერტილიდან yy ლერძის როგორც ზემო, ისე ქვემო მიმართულებით გადაზომავენ საპროექტო 0-0 მეტრს, რომელთაც ადგილზე შეესაბამება k და l წერტილი. O წერტილიდან yy ლერძის ორივე მხარეს ზომავენ 0-0-დან და ორმოცდაათ-ორმოცდაათ მეტრს, რის შემდეგ ადგილზე იღებენ შენობის f_1, f_2, f_3, f_4 ძირითადი ლერძის წერტილებს. შემდეგ ცენტრირებენ თეოდოლიტს k და l წერტილებში, რომელთაგანაც xx ლერძის შარჯეხვიც და მარცხხვიც გადაზომავენ 30 და 50 მეტრ მანძილებს, რითაც იღებენ V შენობის $f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}$ კუთხეების წერტილებს.

კონტროლისათვის საპროექტო V შენობის ყოველ კუთხეში ცენტრირებენ თეოდოლიტს, თუ ყველა გაზომილი კუთხე გამოვიდა 90° და აგრეთვე წერტილები განლაგდა გასწვრივობაში, სამუშაო იქნება მისალბი. წინააღმდეგ შემთხვევაში ყოველივე უნდა გაისინჯოს.

D. კვარტალის გაზომვის პროექტის ადგილზე დაკვალვა

სამშენებლო ტერიტორიაზე თუ არსებობს ს ა მ შე ნ ე ბ ლ ო ბ ა დ ე, როგორც გეოდეზიური საფუძველი, სრულიად ადვილად შეიძლება საცხოვრებელი კვარტალებისა და სხვადასხვა სამრეწველო შენობებისა და ნაგებობების წითელი ხაზების ადგილზე დანიშვნა. ამ შემთხვევაში ყველა საშენი ობიექტის მდებარეობას სამშენებლო ბადის მიმართ საზღვრავენ პროექტის მიხედვით ანალოზური ხერხით; ამავე დროს მონაცემს ბადის ფარგლებში ასწორადებენ იმ თვალთახედვით, რომ ობიექტის ლერძების მონაკვეთების ჭამიტოლი იყოს შესაბამისი კვადრატის გვერდის სიგრძისა. ეს მონაცემები იკვალება ადგილზე. ჩვეულებრივ, კვარტალები ადგილზე გადააქვთ საკმარისი სიზუსტის გამო ტრიანგულაციის, ტრილატერაციის, პოლიგონომეტრიის და თეოდოლიტური სვლების იმ პუნქტებზე დაყრდნობით, რომლებიც გამოყენებული იყო დასაკვალავი ტერიტორიის აგეგმვების დროს. ეს პუნქტები, უმრავლეს შემთხვევაში, ისე არიან განლაგებული, რომ მათ საფუძველზე წითელი ხაზების დანიშვნისათვის საჭირო ხდება დიდი მოცულობის გამოთვლითი სამუშაოების

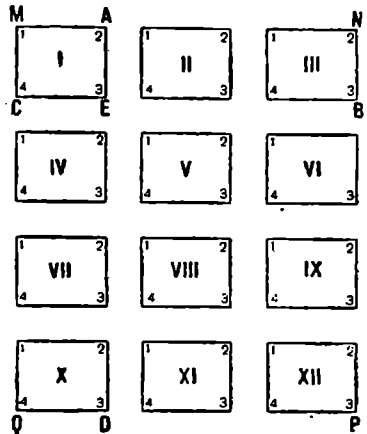
შესრულება. ამიტომ მოხერხებული გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის მიზნით, რომელსაც დაეყრდნობა განაშენიანების პროექტი, არსებულ და საპროექტო კვარტალების გასასვლელებში აგებენ კვარტალების მთავარ ღერძებს. მაგალითად, ქუჩის გასასვლელების ღერძს წარმოადგენს ორივე ფსადის სიმეტრიის ხაზი. დაბრკოლების შემთხვევაში ღერძს გადაადგილებენ ქუჩის ცენტრალური ხაზის პარალელურად. ცხადია, ეს ღერძები ადგილზე უნდა იყოს დამაგრებული იმ ადგილებში, სადაც მშენებლობა არ მიმდინარეობს და საინჟინრო კომუნიკაცია არ გადის. გასასვლელების ღერძების ურთიერთ-გადაკვეთის და სხვა ღერძების გადაკვეთის წერტილებს და მოხვევებს ადგილზე ამაგრებენ პოლიგონომეტრიის ტიპის ნიშნებით. გრძელი ღერძების შემთხვევაში ღერძების გასწვრივობაში ყოველ 200—300 მეტრ მანძილებზე ამაგრებენ ნიშნებს. ყველა ღერძი მიბმული უნდა იყოს მუდმივ საგნებთან სამსამი გადაკვეთით. გეოდეზიური თვალთახედვით გასასვლელების ღერძები ჩართულია პოლიგონომეტრიული ან თეოდოლიტური სელების ქსელებში, როგორც გვერდი; ამ ღერძებზე დაყრდნობით დაკვალვა ადვილდება.

გასასვლელების ღერძების და წითელი ხაზების ადგილზე გადატანა ხდება 30° სიზუსტის თეოდოლიტით, ფოლადის შტრიხებიანი ბაფთით ან ფოლადის რულეტით პოლარული, მართკუთხა კოორდინატების, გადაკვეთის და სხვა მეთოდებით.

ეთქვათ, საჭიროა ქალაქის რამდენიმე კვარტალის პუნქტის ადგილზე დაკვალვა (ნახ. 19).

როგორც წესი, საჭიროა ვერიდოთ გრაფიკული ხერხით ელემენტების განსაზღვრას, რომ არ დაირღვეს პროექტის გეომეტრიული პირობა.

წარმოდგენილი ნახაზის *M*, *N*, *P*, *Q* წერტილები არის საყრდენი (გამოსავალი), რომელთა კოორდინატები განისაზღვრება გრაფიკულად. კვარტალების კუთხეების დანარჩენი წერტილების კოორდინატები განსაზღვრული უნდა იქნეს ანალიზურად, რითაც შეეძლებოდა შევინარჩუნოთ წითელი ხაზების წრფივობა და ქუჩის სიგანეების სისწორე. (1) ცხრილში მოყვანილია გრაფიკულად განსაზღვრული კოორდინატები.



ნახ. 10.4.6.19.

ცხრილ • 10.4.6.1

წერტილები	<i>x</i>	<i>y</i>	Δx	Δy
<i>M</i>	4125,5	6353,4		
<i>N</i>	3737,7	7417,7	-387,3	+564,3
<i>P</i>	3549,4	7189,6	-411,6	-228,1
<i>Q</i>	334,1	6530,4	-245,3	-439,2
<i>M</i>	4125,5	6353,4	+821,4	+303,0

შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანების (2.6.1.6) და (2.6.1.7) ფორმულებით.

$$\alpha_{MN} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \frac{564,3}{387,8} = -55^{\circ},502 + 180^{\circ} = 124^{\circ},50;$$

$$\alpha_{NP} = \arctg \frac{-228,1}{-433,6} = 27^{\circ},75 + 180^{\circ} = 207^{\circ},75;$$

$$\alpha_{PQ} = \arctg \frac{-639,2}{-245,3} = 69^{\circ},01 + 180^{\circ} = 249^{\circ},01;$$

$$\alpha_{QM} = \arctg \frac{303,0}{821,4} = 20^{\circ},29;$$

$$\overline{MN} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(387,8)^2 + (564,3)^2} = 684,72 \approx 684,7 \text{ მ};$$

$$\overline{NP} = \sqrt{(-433,6)^2 + (-228,1)^2} = 489,94 \text{ მ} \approx 489,9 \text{ მ};$$

$$\overline{PQ} = \sqrt{(-245,3)^2 + (-639,2)^2} = 684,65 \text{ მ} \approx 684,7 \text{ მ};$$

$$\overline{QM} = \sqrt{(821,4)^2 + (303,0)^2} = 875,50 \text{ მ} \approx 875,5 \text{ მ}$$

\overline{MN} ხაზზე მდებარე წერტილების კოორდინატების განსაზღვრისათვის საჭიროა გრაფიკულად განისაზღვროს I, II, III კვარტალის 1—2 გვერდების სიგრძეები (მაგალითად, I კვარტალში 1—2 არის 1_I — 2_I გვერდი, II კვარტალში კი 1_{II} — 2_{II} , III კვარტალში 1_{III} — 2_{III} გვერდი).

გრაფიკულად მიღებული ეს სიგრძეები უნდა გასწორადდეს ისე, რომ მათი ჯამი ტოლი იყოს \overline{MN} სიგრძისა, რომლის ოდენობა დადგენილია M და N წერტილების გრაფიკულად განსაზღვრული კოორდინატებით. ამავე დროს ქუჩების სიგანეები უნდა დარჩეს უცვლელი. ვარე \overline{MN} კონტურის კოორდინატების გამოთვლები მოყვანილია (1) სქემაში. 1-ლ სვეტში ჩაწერილია \overline{MN} ხაზის შესაბამისი I, II, და III კვარტალის წვეროების კოორდინატები.

მე-2 სვეტში ჩაწერილია უშუალოდ გეგმიდან განსაზღვრული \overline{MN} მონაკვეთის შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეები; 40,3 და 40,1 მ მონაკვეთებიც აწოდებულია გეგმიდან (ვაზომვების შედეგად), ხოლო ქუჩების საპროექტო სიგანე მიღებულია 40 მ. მაშასადამე, ქუჩების სიგანეები უნდა შესწორდეს რაც შესრულებულია 3 სვეტში, რის შედეგად $\overline{M.V}$ ხაზის საერთო სიგრძე გამოდის $241,0 + 40,0 + 201,0 + 40,0 + 160,7 = 682,7$, მაგრამ M და N წერტილის გრაფიკულად განსაზღვრული კოორდინატებით ზემოთ გამოთვლილი \overline{MN} მონაკვეთის სიგრძეა 684,7 მ, ე. ი. შეუტკრელობა ΔS განისაზღვრება ასე: $\Delta S = 682,7 - 684,7 = 2,0$ მ, რომელიც, ვარდა ქუჩების შესაბამისი მონაკვეთებისა განაწილებულია შებრუნებული ნიშნით მონაკვეთების სიგრძეების პროპორციულად. მაგალითად, მთელი სიგრძე იქნება (1-ლი გრაფიდან ქუჩების გამოკლებით): $241,0 + 201,0 + 160,7 \approx 603,0$, ხოლო 1_I — $2_I = 241,0$ მ, ვ. ე. შესწორება იქნება $+ \frac{2,0}{603,0} \times 241,0 \approx 0,8$ მ; $+ \frac{2,0}{603,0} \times 201,0 \approx +0,7$; $+ \frac{2,0}{603,0} \times 161,0 = +0,5$ მ, რომლებიც ეწერება მე-3 სვეტში შე-

საბამის მანძილებს. მე-4 სვეტში იწერება შონაკვეთების საბოლოო სიგრძეები. მე-5 სვეტში იწერება ღირეპეციალი კუთხეები, რომელთა ოდენობები ყველა შონაკვეთისათვის არის ერთი და იგივე.

ბ ქ ე მ ა 10.4 6.1

წერტილები	გამიდან ამოღებული სიგრძეები (მ)	წინასწარ გასწორებულ სიგრძეები (მ)	საბოლოოდ გასწორებულ სიგრძეები (მ)	ღირეპეციალი კუთხეები 0	ნაზრდები		კოორდინატები	
					Δx (მ)	Δy (მ)	x (მ)	y (მ)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					\overline{MN} ხ.ზ.			
1_I		+0.8			+0.02	+0.02	4176.50	6853.40
2_I	241.0	241.0	241.8	124.5	-196.96	+169.27	3968.56	7062.69
	40.3	40.0	40.0	124.5	-22.66	+32.97		
1_{II}		+0.7					3985.90	7085.68
2_{II}	201.0	201.0	201.7	124.5	-114.24	+166.23	3851.68	7251.89
	40.1	40.0	40.0	124.5	-22.66	+32.97		
1_{III}		+0.5					3829.00	7284.89
2_{III}	160.7	160.7	161.2	124.5	-91.50	+152.85	3737.70	7417.74
	633.1	682.7	681.7		-387.82	+564.28		
		684.7			+387.80	-564.90		
		-3.0			-0.02	-0.02		

მე-6 და 7 სვეტებში იწერება Δx და Δy ნაზრდები, რომელთა ჯამს შინუს (1) ცხრილში განსაზღვრული ნაზრდები იქნება ნაზრდებში შეუკვრელობებზე, რომლებიც ცნობილი წესით უნდა გასწორდეს. დაბოლოს განისაზღვრება განხილად წერტილთა კოორდინატები. ასეთი წესით განისაზღვრება \overline{NP} , \overline{PQ} . \overline{QM} ხაზებზე მდებარე წერტილების და კვარტალების კუთხეების კოორდინატები, რომლებიც მდებარეობენ $MNPQ$ _ოთხკუთხედში.

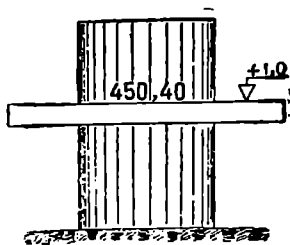
E. შენეგალი ობიექტის ღებალუკალ დაკვალვიზის ხასიხალლო ხაფუქველი

გრუნტის რეპერებს, როგორც ცნობილია, იყენებენ სამშენებლო ბადის გეგმურ გეოდეზიურ საყრდენ პუნქტებად. გარდა ამ რეპერებისა, სამშენებლო ტერიტორიის ყოველი მშენებარე ნაგებობა უნდა იყოს უზრუნველყოფილი არანაკლებ ორი სამუშაო რეპერით. ეს რეპერები უნდა იყოს მდგრადები. მათზე ხდება სისტემატური დაკვირვებები ნიშნულების ქცევის მხრივ, რაზეც გავლენას ახდენს გრუნტის წყლების რეჟიმი და დასამუშავებელი ქვაბულების ახლობლობა. რეპერები განლაგებული უნდა იყოს დატულ ადგილას და ისე,

რომ მათგან ხდებოდა შენებადი ობიექტის რაც შეიძლება ბევრი წერტილის ნივლობა

შენებადი ობიექტის სირთულისა და თავისებურების შესაბამისად ქმნიან სასიმალო საფუძვლის ქსელს და ირჩევენ რეპერების კონსტრუქციას. მაგალითად როცა შენებადი ობიექტს წარმოადგენს რთული საინჟინრო ნაგებობა, მაშინ საჭიროა რკინაბეტონის ფუნდამენტური რეპერის დაყენება (იხილეთ (7.1.1.22) და (7.7.7.23) ნახაზები), ხოლო ხის შენობებისა და სხვა მსუბუქი ნაგებობების მშენებლობის დროს აყენებენ შედარებით შემსუბუქებულ რეპერებს (იხ. (7.1.1.26) ნახაზი). შექმნილ სანიველო ქსელს ასწორადებენ ან აწონასწორებენ. სამუშაო რეპერების ნიშნულებს ამოიწერენ ადგილზე დამაგრებული ღერძების სქემაზე. სამუშაო რეპერებიდან ფარგსაკვალის სვეტებზე გადააქვთ და აქედებენ მუდმივ სამიზნეებს, ანუ ხის თამასებს, რომლის ზედაპირი უნდა იყოს ჰორიზონტული (ნახ. 20). ეს სამიზნეები ეკერის იმ სვეტებს, რომლებიც ახლო არიან დამაგრებული ღერძებთან.

სამიზნის ზემოთ გადააქვთ აბსოლუტური ან ფარდობითი ნიშნული, საიდანაც ადვილად განისაზღვრება ქვაბულის ამოთხრის დროს საჭირო სიღრმეები. ასეთი ნიშნული შეიძლება იყოს სუფთა იატაკის დონე, რომელსაც ჩვეულებრივ იღებენ ნულოვან ნიშნულად. ხშირად ეს ნიშნული ხედება სვეტის ძირს და უფრო ქვევითაც. ამიტომ სამიზნეს გადაადგილებენ ზევით, ერთი მეტრის ჯერადი მანძილით და სამიზნეს ზემოდან აწერენ სათანადო აბსოლუტურ ნიშნულს. ორი ასეთი და ერთი გადასატანი სამიზნით სისტემატურად მეთვალყურეობენ ქვაბულის მიწის სამუშაოების შესრულებას. მიწის თხრელი მანქანების გამოყენების დროს ზოგიერთი მახასიათებელი



ნახ. 10.4.6.20.

ნიშნული გადააქვთ ქვაბულის კედლებზე დასულ პალოებზე. საერთოდ, სჯობს მშენებლობაზე გამოვიდოდეთ პირობით ნულოვანი ნიშნულის მქონე წერტილიდან, რადგანაც საჭიროებისამებრ ყოველთვის მოგვიხდება მიმატება აღმატებებისა ამ ნულოვანი ნიშნულების მიმართ, რათა მივიღოთ შენობის რომელიმე ელემენტის საპროექტო ნიშნული.

თავი V

გეოდეზიური დაკვალვების ზოგადი შემთხვევები [13]

პირველ რიგში განვიხილოთ მიწისქვეშა ქსელების (კომუნიკაციების) საკითხები. კომუნიკაციებისადმი ძირითადი მოთხოვნაა—მათ შორის იყოს რაც შეიძლება მოკლე მანძილი. მაგალითად, ადგილზე წყალსადენის ქსელები რგოლურად განლაგებულია და ჰიდრანტებს აგებენ გასასვლელების გასწვრივ ერთმანეთისაგან არა უმეტეს 100 მეტრის, ხოლო კედლებიდან ხუთი მეტრის დაშორებით და უმთავრესად ქუჩების გადაკვეთების სიახლოვეს.

ქანალიზაციის კოლექტორებს უმთავრესად აგებენ ქუჩებში. წრფივად განლაგებულ საკონტროლო (სამეთვალყურეო) კებს შორის მოთხოვნილი მანძილები მილსადენების დიამეტრების მიხედვით არის შემდეგი:

როცა დიამეტრია 125 მმ,	კებს შორის მანძილები უნდა იყოს 40 მ.
150—600	50 მ.
600—1400	75 მ.
1400 მმ მეტი	150 მ.

ამავე დროს მილგაყვანილობის დიამეტრების მიხედვით ინიშნება შემდეგი ქანობები: როცა დიამეტრია 125 მმ, ქანობი საქირია 0.01: 150 მმ—0,007; 200 მმ—0.005; 1250 მმ—0.0005; 1250 მმ დიამეტრის მქონე მილებისათვის ზღვრულ ქანობს ნიშნავენ მინიმალური სიჩქარის შესაბამისად. მაგრამ არანაკლებ 0,0005. კოლექტორებისადმი გვერდის შეერთებები ხდება 90° კუთხით.

ამავე თავში იქნება განხილული მარტივი სახის შენებადი ობიექტების ნულოვანი და მიწისზედა ციკლის სამუშაოების დროს გეოდეზიური დაკვალვების საკითხები.

10-5-1. მიწისქვეშა ქსელების—ტრანსეიზისა და სამთავალსურო ზეგის დაკვალვა, გეოდეზიური დაკვალვაში ნულოვანი ციკლის საშუალებლო საშუაობების დროს

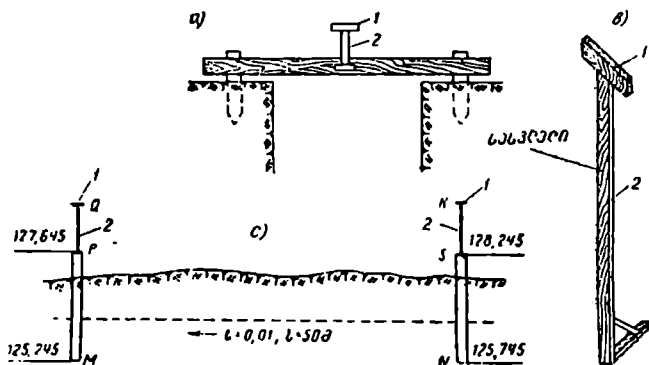
მიწისქვეშა კომუნიკაციის ჩალაგებას ყოველთვის იწყებენ უდაბლესი წერტილიდან, რათა გრუნტის წაღები მიერიწებოდეს ამოთხრილი ტრანსეიზი და ხელს არ გვიშლიდეს მუშაობის დროს. მილები უნდა ჩალაგდეს მილძაბრებით ზემოთ (მაღლა).

ტრანსეიზის დაკვალვის არის ის არის, რომ პროფილისა და დაკვალვითი ნახაზის შესაბამისად თეოდოლიტის დახმარებით ტრანსის 5—10 მეტრზე პალოები დაამაგრონ. ამავე დროს ჩამოაცილიან ტრანსეის კიდეს (წახნაგს) და პალოებით ნიშნავენ ადგილზე კების ცენტრებს. ამ პალოებს თავზე (ტორსზე) იენარებში აქედებენ ლურსმანს. იმის გამო, რომ ტრანსეის გათხრის დროს ხსენებული პალოები ნადგურდება, კებისა და მილგაყვანილობების ლერძების დამაგრება უნდა მოხდეს ადგილზე ფარგსაკვალის საშუალებით. როცა კები ერთმანეთისაგან დიდი მანძილით იქნება დაშორებული, მათ თავზე ან მილსადენის ლერძზე აგებენ საგანგებო ფარგსაკვალს.

(1^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია ფარგსაკვალი, რომლის სვეტები დაახლოებით 1 მ სიღრმეზე და ტრანსეიდან 1.5 მ მანძილზე არის ჩამაგრებული მიწაში. ამ სვეტებზე 0,5 — 0,7 მ მიწის ზედაპირიდან ლურსმნებით თარაზულად მიჭედებულია 40—50 მმ სისქის ფიცარი, რომელზეც ქვემოდან ზეთის საღებავით აწერია ჭის ნომერი და გასაყვანი მილგაყვანილობის დიამეტრი. როცა ჭაში იცვლება დიამეტრი, მაშინ ფიცარს ეწერება წილადის სახით პრიცხველში მცირე და მნიშვნელში დიდი ზომა. ფარგსაკვალზე ლურსმნის დასობით ნიშნავენ ტრანსეის ლერძს. მილგაყვანილობის ძირის საპროექტო სიღრმეზე და საპროექტო ქანობით ადგილზე დაგებას აღწევენ ხის ძელაკით 2, რომელზეც მიჭედებულია ფიცრის ნაჭერი 1 და წააგავს T ასოს (ნახ. 1). ასეთი სახის სამიზნის, 1 თავი უნდა იყოს გასალაშინებული და თარაზული (1^ა ნახაზი). 1^ა და

1° ნახაზებზეა მუდმივი, ხოლო 1^ბ ნახაზზე სასელი (მოძრავი) სამიზნე. მუდმივი სამიზნეების კარგი ხილვადობის მიზნით მათ ყოფენ შუაზე და ლებანენ ერთ ნახევარს წითლად და მეორე ნახევარს — თეთრად.

ცნობილი წესის მიხედვით, მუდმივი სამიზნეები (ნახ. 1^ა) ისეთ სიმაღლეზე უნდა იყოს დაყენებული მეზობელი კებისათვის, რომ მათ წახნაგებზე



ნახ. 10.5.1.1.

გატარებული სიბრტყე პარალელური იყოს ტრანშეაში მილგაყვანილობის ძირის საპროექტო სიბრტყისა, სადაც დატული უნდა იყოს საჭირო ქანობი-მართლაც, განხილადი (1°) ნახაზის მიხედვით

$$\frac{125,745 - 125,245}{50} = \frac{128,245 - 127,645}{50} = 0,01.$$

ტრანშეის ზიღრმის გაყვანის სისწორე მოწმდება სასელი სამიზნით, რომელიც მზადდება ორი სახის. ერთს იყენებენ ტრანშეის მოთხრის დროს, მეორეს ძირში აქვს ბუნიკი (ნახ. 1^ა) და იყენებენ მიღებოს ჩალაგების დროს როგორც ცნობილია, ყოველ ჯერზე სასელი სამიზნის ზემო წახნაგი ყოველთვის უნდა იყოს მუდმივი სამიზნეების წიბოებზე გამავალ საბრტყეში, რაც გასწვრივობის წესით თვალთ ადვილად მოწმდება.

საერთოდ, სასელი სამიზნის სიგრძე ისეთი უნდა იყოს, რომ მუშაობის დროს, ანუ როცა მას ტრანშეის ძირზე ან მიღებზე ვდგამთ, მიწის ზედაპირის ზემოთ მისი წახნაგი უნდა იყოს აწინაკლებ ერთი მეტრის სიმაღლეზე. წარმოებაში სასელი სამიზნის სიგრძეს იღებენ 2,5; 3,0; 3,5; 4,0მ სიგრძისას და გამოთვლის შედეგად მიღებული სასელი სამიზნის სიგრძის შესაბამის სიმაღლეზე აყენებენ მუდმივ სამიზნეებს. ამისათვის საჭიროა განისაზღვროს PQ და SK მონაკვეთები (ნახ. 1^ა); მათ სახაზავით ან რულეტით გადაზომავენ ვერტიკალურ ძეგლებზე დანიშნულ P და S წერტილებიდან ზემოთ ვერტიკალური ძეგლის სიგრძე შეიძლება სხვაგვარადაც შეიცვალოს, რისთვისაც შეიძლება დამზადდეს გასაშლელი (გამოსაწვევი) ვერტიკალური ძეგალი ზაც შეიძლება დამაგრდეს ხრახნით.

იმ შემთხვევაში, როცა ჰაში დაპროექტებულია ვარდნა (ნიშნულთა სხვაობა), ფარგსაკვალზე აქედებენ მეორე უძრავ ფიცარს; ფიცრები ერთმანეთისაგან დაშორებულია ამ სხვაობის ტოლი მანძილით. სამიზნეების ძელების შემოწმება დღეში ორჯერ უნდა მოხდეს ნიველირით და დეფორმაციის შემთხვევაში უნდა შესწორდეს. მილგაყვანილობის ღერძის მიმართულება მოწმდება ფარგსაკვალზე ჩასმულ ლურსმნებზე დაჭიმული მეთულების გადაკვეთაზე დაკიდებული შვეულების დაშუალებით. დიდი დიამეტრის მქონე მილების ზუსტი დაცენტრის მიზნით მილში აყენებენ თარაზოთი შაბლონს თარაზულად, რომლებზეც დანიშნულია ცენტრი. ტრასის დაკვალვის დროს საჭიროა ადგილზე პალოებით დანიშნული იყოს სხვადასხვა სახის გაყვანილობებისა და განხილადი ტრასის გადაკვეთის წერტილები, რომლებიც ითვლებიან საშიშ წერტილებად.

მაგალითი 10. 5. 1. 1. M და N კანალიზაციის ქებს შორის მანძილია 50 მ, მათ შორის ქანობი 0,01, (ნახ. 1^ა). M ქის მილის ქვედა წერტილის საპროექტო ნიშნულია 125,245 მ და N ქისა კი 125,745 მ P და S ძელაკები M და N ჰაში დააყენეს ნებისმიერად, რომელთა შესაბამისი ნიშნულებია 127,645 და 128,245 მ. რა ნიშნულებზე უნდა დაყენოთ ხსენებული მუდმივი სამიზნეები, თუ ვიყენებთ 3,5 მეტრის სიგრძის სასველ სამიზნეს, ანუ რა სიგრძეები უნდა გადაიზომოს P და S წერტილების შესაბამის ძელაკებიან მუდმივ სამიზნეებზე?

1) Q წერტილის ნიშნული M ჰაში და K წერტილის ნიშნული N ჰაში შესაბამისად იქნება

$$H_Q = 125,245 + 3,5 = 128,745 \text{ მ,}$$

$$H_K = 125,74 + 3,5 = 129,245 \text{ მ.}$$

2) მაშასადამე, ძიებული მონაკვეთები, შესაბამისად, იქნება

$$PQ = 128,745 - 127,645 = 1,1 \text{ მ,}$$

$$SK = 129,245 - 128,245 = 1,0 \text{ მ.}$$

სამიზნეების გამოყენებით სრულდება ტრანშის ძირის გაწმენდითი სამუშაოები, როცა საჭიროა არ დაუშვათ გრუნტის გადაჭარბებით ამოღება დიდწივებიანი მილგაყვანილობის დროს და აგრეთვე მაშინ, როცა დიდა თვითღინებითი მილგაყვანილობის ქანობი კანალიზაციის მილების გაყვანის დროს საჭიროა სამიზნეებით შესრულებული შედეგების სისწორე შემოწმდეს გეომეტრიული ნიველობით. მცირე დაქანების მქონე თვითღინებითი კოლექტორების ტრასები საჭიროა უზრუნველყოფილი იყოს მუდმივი და დროებითი რეპერებით. ამისათვის ტრასის ახლო ქმნიან III ან IV კლასის გეომეტრიული ნიველობის სელას და ყოველ 200 მეტრზე აყენებენ დროებით რეპერებს. მილების დიამეტრები არ შეიძლება ჩავთვალოთ ყველა ერთი და იმავე ოდენობების მქონედ, განსაკუთრებით დიდი დიამეტრის თვითღინებით კოლექტორებში. ამიტომ გეომეტრიულ ნიველობას აწარმოებენ არა მილებზე ისე, როგორც ეს მიღებულია დიდი წნევის ხაზებზე, არამედ მილების ღერძის ძირისას. დიდი დიამეტრის მქონე თვითღინებით კოლექტორებს აგებენ ბეტონის ფენილზე, რისთვისაც ნიველირით ყოველ 5—10 მ მილების ქვეშ აყოლებენ ლითონის მანკვალებს (შუქურებს) ხრახნებით, რომელთა აწევ-დაწევით ხდება მილების და-

ყენება სათანადო ნიშნულზე. ყოველ ას მეტრზე ჰქვამს შორის ნიშნულებსა და საპროექტო ნიშნულებს შორის სხვაობა დასაშვებია 20 მმ. მიღგაყვანილობის წრფივობას აკონტროლებენ მეზობელ ჰქვამს შორის სინათლის სხივის საკით გაშვებით ანალოგიური სახის სამუშაოები სრულდება გვამბობის ტრასის გაყვანისათვის. აქ უფრო ხშირად იყენებენ ტრასის გაყვანას საგანგებოდ აშენებულ ლარებში, სათანადო ნიშნულებს გარკვეულ მანძილებზე ლარის კედლებზე აწერენ.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნაგებობათა ექსპლუატაციის პერიოდში გაყვანილობათა შესრულებითს გეგმას, რის შესახებ ყოველივე დაწერილებით არის ახსნილი IX ტომის VII თავში.

გეოდეზიური დაკვალვები ნულოვანი ციკლის სამშენებლო სამუშაოების დროს

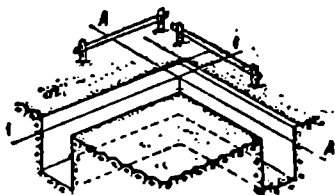
აქ განხილული იქნება გეოდეზიური სამუშაოები ქვაბულების აგების დროს; ლენტისებური საძირკვლების დაკვალვის დროს; მონოლითური რკინაბეტონის ლენტისებური საძირკვლის დაკვალვის დროს და სვეტების ქვეშ ცალკეული საძირკვლების დაკვალვების დროს.

A. გეოდეზიური სამუშაოები ძვანულების აგების დროს

ცნობილია, რომ მიწის ნაგებობები იყოფა მუდმივ და დროებით ჯგუფად, პირველი განკუთვნილია ხანგრძლივი ექსპლუატაციისათვის, როგორცაა არხები, აუზები, გზების ყრილები და სხვა; მეორე — დროებითი ჯგუფი გამოიყენება მშენებლობის პროცესში, როგორცაა მიღგაყვანილობის ტრანშეები, საძირკვლებისათვის ქვაბულები და სხვ.

საძირკვლებისათვის ქვაბულების დაკვალვის მეთოდებს ირჩევენ საძირკვლებისათვის შერჩეული მასალების, კონსტრუქციისა და სიღრმის შესაბამისად. დაკვალვებისათვის საჭიროა გეგმონდეს დაკვალვითი ნახაზი საძირკვლების ზომების და ღერძების ჩვენებით და გეოდეზიური საფუძვლისადმი მათი გეგმური და სასიმალო მიმდებარების მონაცემებით. დაკვალვით ნახაზზე ყოველთვის უჩვენებენ ქვაბულის ძირის კილის საპროექტო ნიშნულს. ქვაბულის კილის მდებარეობა ისაზღვრება მისი ფერადობის დაქანების მიხედვით, რომელიც მიღებული იყო მისი მოთხრის დროს.

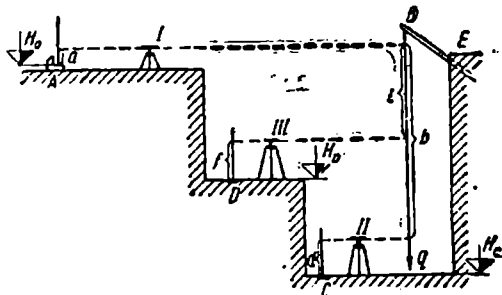
(2) ნახაზზე ნაჩვენებია მხოლოდ ერთი კუთხის დაკვალვა. ფარგსაკვალის 1—1 და A—A ღერძების გადაკვეთის წერტილიდან შეველის შესაბამისად ქვაბულში ასობენ პალოებს. შემდეგ ამ პალოებიდან ორივე მხარეზე გადაზომავენ ქვაბულის სიგანის ნახევარს და აქაც ასობენ პალოებს, დაჭიმავენ ზონარს, რაც შე-



ნახ. 10.5.1.2.

ესაბამება ქვაბულის სიგანეს. ეს უკანასკნელი ყოველთვის მეტია საძირკვლის სიგანეზე, რათა თავისუფლად შეიძლებოდეს ყალიბის აგება საძირკვლის დადუღაბების დროს (როცა ქვაბული დაბალია და გრუნტი მავარი. ყალიბი საჭირო არ არის, საძირკველს პირდაპირ ადუღაბებენ).

სისტემატური მეთვალყურეობაა საჭირო, რომ ქვაბულის დონე იყოს საპროექტო ნიშნულის შესაბამისი, რაც სამიზნეებით და ნიველირით მოწმდება. ღრმა ქვაბულებში, სადაც სანიველო ლარტყის სიგრძე არ არის საკმარისი ლარტყის დასადგმელად, იყენებენ მუდმივი სიმაღლის გადასატან დგამს. როცა ქვაბული ღრმა და განიერია, მჭიმნ ქვაბულის ფსკერზე ნიშნულის გადატანისათვის



ნახ. 10.5.1.3.

საჭირო იქნება ორ ან სამ საფეხურად გეომეტრიული ნიველობის შესრულება (ნახ. 3).

ვთქვათ, A წერტილზე სამუშაო რეპერის უცნობილი ნიშნულია H_A და საჭიროა განისაზღვროს ქვაბულის ფსკერის პირის C წერტილის და საფეხურის D წერტილში დასმული პალოების, ანუ დროებითი სამუშაო რეპერების, ნიშნულები. სჭობს თუ გვექნება ორი ნიველირი. (3) ნახაზის მიხედვით ნიველირით I და II დგომის ან თანადროულად I და II დგომის შესაბამისად ქვაბულის ძირის ნაპირა C წერტილში დასმული პალოს, ანუ დროებითი სამუშაო რეპერის, ნიშნული იქნება

$$H_C = H_A + a - (b + d),$$

ხოლო ბეგზე და საფეხურზე I—III ნიველირით დგომის შესაბამისად D წერტილში დასმული პალოს, ანუ დროებითი სამუშაო რეპერის, ნიშნული იქნება

$$H_D = H_A + a - (l + f),$$

სადაც a , d , f არის A , C და D წერტილებში შევეულად დაყენებულ ლარტყებზე ანათვალი;

b და l — ქვაბულის E წერტილში დამაგრებული კრონშტეინის B ტორსზე ნულოვანი შტრიხით დაკიდებულ და q საწონით დაკბმულ რულეტზე ანათვლები.

კონტროლის მიზნით ქვაბულში ნიშნულის გადაცემა საჭიროა შესრულდეს ორი მუშა ოპერაციდან. დროებით სამუშაო *ს* წერტილის რეპერის გამოყენებით მოიჭრება და გაიწმინდება ქვაბულის ძირი და ფერდობები. შენობის ღერძების გეგმურ მდებარეობას აკონტროლებენ შესაბამის მავთულებზე დაკიდებულ ზეეულებს შორის ზუსტი გაზომვების შედეგად. ქვაბულის სიგანეს აკონტროლევენ შაბლონებით. საკონტროლო გაზომვების შედეგად აღგენენ ქვაბულის ზემო და ქვემო ნაწილის სიგანეების შესრულებით სქემას. ამასთან თანხლებული უნდა იყოს! ქვაბულის ფუკერის ნიშნულზე და შესრულებული საკონტროლო გეომეტრიული ნიველობის მასალები. საკონტროლო გაზომვების დროს მხედველობაში უნდა გვეყონდეს ის, რომ ტექნიკური ნორმებით არ არის დაშვებული ქვაბულის ზომების ოდნავი დამახიჯება. ქვედებულის ფსკერის საპროექტო ნიშნულზე მაღლა დატოვება დასაშვებია 5—7 სანტიმეტრამდე.

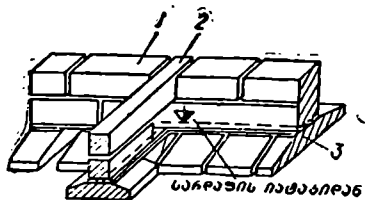
ქვაბულის ძირის გაწმენდა-შემზადებისათვის მის მთელ სივრცეზე, 10—15 მ მანძილებზე, თხრიან ორმოებს, რომლებშიც ასობენ პალოებს ისე, რომ მათი თავის ნიშნული იყოს ქვაბულის ძირის საპროექტო ნიშნულის ტოლი. გასაგებია, რომ ეს სამუშაო უნდა შესრულდეს გეომეტრიული ნიველობით (ჰორიზონტის გამოყენების ხერხით); შემდეგ იყენებენ ორ მუდმივ სამიზნეს (რომლებიც იდგმება გეომეტრიული ნიველობით დაყენულ ორ პალოზე) და მესამე სასვლი სამიზნეს; ეს უკანასკნელი კი მათი საშუალებით უნდა დგებოდეს იმ პალოებზე, რომლებიც უნდა აიწ-დაიწიოს, მანამ სასვლი სამიზნის თარაზული ძელაკის ზემონაწილი არ შეუთავსდება პირველი ორი (მუდმივი) სამიზნის თარაზული ძელაკების შესაბამის დახრილ სიბრტყეს.

ქვაბულის ფერდობების დახრილ სიბრტყეში მოშანდაკებისა და მიწის სამუშაოების განსაზღვრის საკითხები დაწვრილებით არის განხილული წინამდებარე წიგნის IV და II თავებში.

ბ. ლენტისებური ასაქრავი საძირკვლების დაკვალვა

ლენტისებური საძირკვლები ორი სახისაა: მთლიანი ლენტისებური. რომელზეც ეყრდნობა მთლიანი მზიდი კედლები, და საყრკვლები, რომელსაც ეყრდნობა გარკვეული ტვირთის მზიდი (200 ტონაზე მეტი) სვეტები.

პირველი სახის საძირკვლების ძირითადი ელემენტებია (4) ნახაზზე ნაჩვენები 1—გარე კედლები; 2—შიგა კედლები და 3—ბალოში.



ნახ. 10.5.1.4.

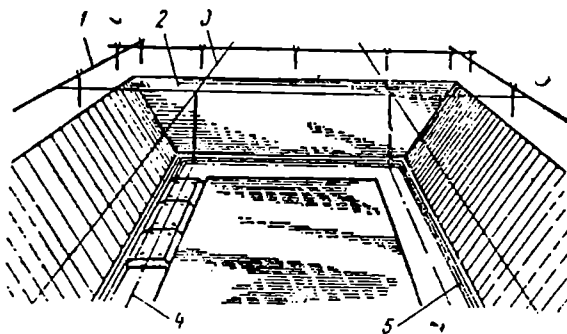
რკინაბეტონის ბლოკების წყობას უმთავრესად ასრულებენ კოშკური ამწების საშუალებით. კოშკურ ანწეს ამოძრავებენ დატკეპნილ ხრეშზე ყოველ 0,5 მეტრზე ჰორიზონტულად დალაგებულ ძელებზე გაყვანილ ლიანდაგზე. ყოველივე სრულდება სამუშაოს ორგანიზაციის პროექტის შესაბამისად და სისტემატურად აკვირდენ-

ბიან ლიანდაგის საჭირო ჰორიზონტულობას. რელსების ნიშნულებისა და ლიანდაგის სიგანის დარღვევა დასაშვებია ± 2 მილიმეტრამდე. ვინაიდან ხსენებულ შემოწმება ნიველირით დიდ დროს მოითხოვს, ამიტომ გამოყენებულ

იქნა ნიველირის შემცვლელი ჰიდრაკლიკური ქანობსაზომი, რომელიც მუშაობს ზიარტურკლების კანონის შესაბამისად.

ქვაბულის ფსკერის საბოლოოდ გაწმენდა-გამზადების შემდეგ ბალიშის ბლოკების ქვეშ აყრიან ქვიშას და მისი ტყეპნის საშუალებით სამიზნეების გამოყენებით ბლოკებს აყენებენ საპროექტო ნიშნულზე. ღერძების მიმართულებების დანიშვნის მიზნით ფარგსაკვალზე დანიშნულ წერტილებზე ჰიმაჯვენ მავთულებს. ბლოკების აწყობას იწყებენ შენობის ერთი რიგის კუთხეზე ბლოკების დაწყობით, შემდეგ კი ყოველ 15 მეტრზე აწყობენ შუქურაბლოკებს, საძირკვლის გასწვრივ კუთხურ და შუალედ ბლოკებს შუაჰიმაჯვენ თარაზულად მავთულს, რომელიც საძირკვლის წიბოდან უნდა იყოს 5 მმ დაშორებული და ასრულებენ ბლოკების წყობას. შენობის კედლების ღერძის აღმნიშვნელ მავთულს იყენებენ მხოლოდ და მხოლოდ შუქურა და კუთხური ბლოკების დასაწყობად და მას ანთაქისუფლებენ.

ლენტური ასაკრები საძირკვლის დაკვალვის სქემა მოცემულია (5) ნახაზზე. აქ 1 არის ინვენტარული ფარგსაკვალი; 2 — განაპირა განივი კედლის ღერძის



ნახ. 10.5.1.5.

მავთული; 3 — გრძივი კედლის ღერძის მავთული; 4 — საძირკვლის ღერძი; 5 — თარაზოს ლარი.

შუქურა ბლოკების გეგმაში დაწყობის თანადროულად ნიველირით ამოწმებენ მათი ზედაპირის ჰორიზონტულობას, რისთვისაც ლარტყას ორ-ორჯერ აყენებენ ღერძის ხაზის ბოლოებში. საპროექტო ნიშნულებიდან გადახრა დასაშვებია ± 10 მმ. ჯალამბრის მოხსნამდე თარაზოთი და შვეულით ამოწმებენ ბლოკების თარაზულად და შვეულად დადების სისწორეს. მცირედი გადახრა შეიძლება შესწორდეს პატარა ბერკეტის საშუალებით. დაწყობილ ბლოკებს შორის ნაწიბურს ავსებენ ხსნარით და ხსნარით ლესავენ ზემოდან, რაზეც აგებენ ჰიდროიზოლიაციას.

საძირკვლების დაკვალვისათვის გეოდეზიური მომსახურების თანადროულად ფარგსაკვალზე გადატანილი ღერძების დახმარებით კვალავენ საინჟინრო კომუნიკაციის შენობაში შესასვლელ ადგილებს. კომუნიკაცია შეიძლება იყოს განლაგებული საძირკვლების ფუძის ზემოთ და ქვემოთაც. პირველ შემთხვევაში შენობის შიგ კომუნიკაციის შესაყვანად სტოვებენ ნახვრეტს, მეორე შემ-

თხვევაში კი საძირკვლის აგების დროს შესვლის ადგილებში ამავრებენ საჭირო არმატურას. საინჟინრო კომუნიკაციის სასიმალო კონტროლს აწარმოებენ სამუშაო რეპერებიდან, ხოლო როცა საძირკველი უკვე აგებულია, მაშინ აკონტროლებენ საძირკვლის ზემო ნაპირიდან.

კომუნიკაციის შეყვანის დაკავალვისათვის საჭიროა გვექონდეს მიწისქვეშა ქსელების შეყვანის და გამოყვანის პროფილები, რომელზეც ნაჩვენებია უნდა იყოს მილების ღარების ნიშნულები. დიამეტრები და უახლოეს კამდე მანძილი და ქანობები.

შენებად ობიექტს თუ აქვს დაპროექტებული სარდაფის სათული, მაშინ პილროზოლოიაციის დაგებისა და სიმაღლეში საძირკვლის გასინჯვის შემდეგ კუთხეებსა და 'ტულედ ადგილებში აგებენ ბლოკებით შექურა წყობებს სარდაფის კედლების წყობისათვის და ცნობილი წესით აკონტროლებენ მათ გეგმურ და სასიმალო მდებარეობას, შემდეგ კი მათ შეეთუთონთ თარაზულ ლარს. ხსნარზე აწყობენ ბლოკებს მთელი კედლის სიგანე-სიგრძეზე. ბოლოს ამოღეს-ავენ წყობის ნაკერებს და ა. შ.

ტექნიკური ნორმების მიხედვით პროექტიდან დასაშვები გადახრები შემდეგია:

საძირკვლის ნაპირის ნიშნულში ± 10 მმ;

კონსტრუქციის ღერძების მდებარეობაში 10 მმ;

საძირკვლების სისქეში—ბლოკების დამზადების დაშვების ფარგლებში;

საძირკვლის ზედაპირისა და კუთხეების გადახრა შევუილიდან 10 მმ;

ყოველ 10 მეტრზე ბლოკების რიგის გადახრა პორიზონტულობიდან 10 მმ;

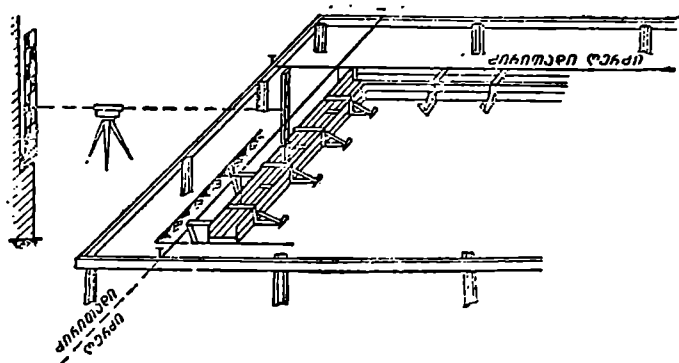
მსხვილ ბლოკებს შორის პორიზონტული ნაკერის სისქეში 20 მმ.

ც. მონოლითური რკინაბეტონის ლენტური საძირკვლის დაკვალვა

გამზადებულ ქვაბულში აყენებენ დასაშვლელ-გადასატან ყალიბს, რომლის ზომები და მოყვანილობა უნდა იყოს ისეთი, როგორც არის დაპროექტებული რკინაბეტონის კონსტრუქცია-საპროექტო მდებარეობაში ყალიბის დაყენება ხდება ფარგლსაკვალზე დანიშნული ღერძების მიხედვით. სათანადო ღერძებზე დაჭიმული შვეულებით პირველ რიგში აყენებენ ყალიბის ქვემო ლასტს და დაყენების სისწორეს ამოწმებენ (ნახ.ნ). ასე გრძელდება ყალიბის შემდეგი დაკვალვა-გამზადებულ ყალიბში ბეტონის ხსნარის ჩაშვებამდე ტექნიკური ინსპექციის წარმომადგენელი აკონტროლებს ყალიბის გეგმურ და სასიმალო მდებარეობას. საძირკვლის ზემო ჩამონაკერი ლურსმნით ინიშნება ყალიბზე. ტექნიკური ნორმებით საძირკვლის გადახრა საპროექტო მდებარეობიდან დასაშვებია არა უმეტეს 15 მმ. კედლების, სვეტების, ძელების საპროექტო მდებარეობიდან გადახრა კი არა უმეტეს 10 მმ. ყალიბის შიგა ღრუს (მილის) კვეთის შემცირება დაუშვებელია, ხოლო გადიდება შეიძლება არა უმეტეს 5 მმ. ყალიბის ვერტიკალურობას ამოწმებენ შვეულით, ერთ მეტრ სიმაღლეზე გადახრა დასაშვებია 5 მმ. მკვრამ არა უმეტეს 20 მმ მთელი კონსტრუქციის ყალიბზე.

ყალიბის გეგმური მდებარეობის სისწორის შემოწმების შემდეგ მასზე გადააქვთ, ანუ ნიშნავენ, საძირკვლის ზემო პირის ნიშნულს და აკვირდებიან, რათა ყალიბში ჩასხმულ იქნეს ხსნარი საპროექტო ნიშნულის შესაბამისად. ნიშნულის ყალიბზე გადატანის სისწორე უნდა შემოწმდეს მეორე მუშა რეპერიდან. ყალიბზე დანიშნული ნიშნულებისა და მათზე დაკედებული ლურსმნე-

ბის მიხედვით დაჭიმული ზონრით ინიშნება საჭირო დამატებითი წერტილები ყალიბზე, რითაც ადვილდება მეთვალყურეობა ხსნარის ჩასხმის დროს. ხსნარის ჩასხმისა და დამაგრების შემდეგ ხდება შესრულებული სამუშაოს ინსტრუმენტული კონტროლი და როგორც გეგმური, ისე სასიმალო შემოწმების მასალა სათანადო აქტით ფორმდება. როცა ლენტისებური საძირკვლები იგება აგურის კედლებისათვის, შემთხვევითი გადახვევა სიმაღლეებში დასაშვებია, რად-



ნახ. 10.5.1.6.

განაც აგურით კედლების წყობის დროს ნაკერების (ნაწიბურების) სისქის ცვალებადობით გადახრას ასწორებენ.

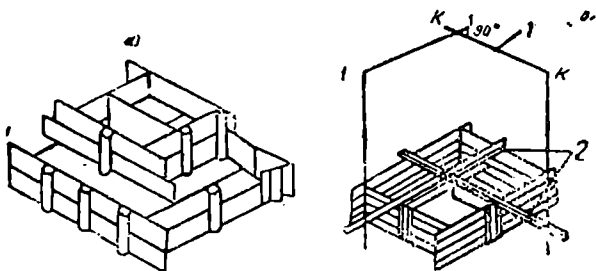
იმ შემთხვევაში, როცა შენობაში აყენებენ სვეტებს ან სხვა ტექნოლოგიურ მოწყობილობებს, მაშინ სიზუსტის დაცვის მიზნით საძირკვლის შიგა მხარეზე აბეტონებენ ლითონის კაეებს, რომლებზეც ფარგსაკვალიდან კვესურებით გადააქვთ ლერძები, გარდა ამისა, კედლებში აწეობენ რეპერებს და მათზე გადააქვთ IV კლასის ნიველობის ნიშნულები.

D. სვეტების ძველ ცალკეული საძირკვლების დაკვალვა

სვეტების ქვეშ ცალკეული საძირკვლები უმთავრესად იქმნება რკინაბეტონისაგან. ისინი შემდეგი სახის სამ. ჯგუფად იყოფა: 1. მონოლითური საძირკვლები მონოლითური სვეტების ქვეშ; 2. მონოლითური საძირკვლები ასაწყობი სვეტების ქვეშ და 3. ასაწყობი საძირკვლები ასაწყობი სვეტების ქვეშ. ნებისმიერი ჯგუფის საძირკვლები გეგმაში ოთხკუთხედის სახით იგება, თუ რაიმე სხვა კონსტრუქციამ (მოწყობილობების საძირკვლები, გვირაბები და სხვა) ხელი არ შეგვიშალა. 0,35 მეტრზე მეტი სიმაღლის საძირკვლები შენდება საფეხურებით. მონოლითური საძირკვლების საფეხურების ზედაპირები პირიზონტულია, ხოლო ასაყრები საძირკვლების საფეხურების ზედაპირები—პირამიდული ფორმის დაბრილი ზედაპირები.

მონოლითური საძირკვლები ასაწყობი სვეტების ქვეშ იქმნება ხოკერებისაგან (წინასწარ ლასტებისაგან დამზადებული დასადგნელი ყალიბი საჭირო ნახვრეტით), რომლებიც ერთიმეორეზე იდგმებიან და მაგრდებიან. მხოლოდ ზედა

ხოკერის ქვემო ფიცარი 1 არის გრძელი და ედგმება ქვედა ხოკერის ზემო ფიცარს (ნახ. 7), ხოკერების ერთიმეორეზე დაწყობა გეგმურ მდგომარეობაში სრულდება შემდეგნაირად: ხოკერის ზემო ფიცარზე დანიშნავენ ხოკერის ცენტრს და ზემოდან ურთიერთმართობულად ამაგრებენ 2 ცალ ლარტყას. ამ ლარტყების წიბოები ზუსტად უნდა გადიოდეს ხოკერის ცენტრზე. $K-K$ და $1-1$ მავთულებზე ჩამოკიდებენ შვეულებს და მანამ აბრუნებენ ხოკერს, სანამ 2 ლარტყა არ შეეხება შვეულებს. და მტკიცედ ამაგრებენ უკვე ზუსტად დაყენებულ ხოკერს. ხოკერის დამაგრების შემდეგ 2 ლარტყას აცლიან ხოკერს. დაყენებულ ხოკერს საპროექტო ნიშნულამდე სრულად არ ავსებენ ხსნარით, რათა ბეტონის დამაგრებისა და ხოკერზე ნიველირით დანიშნულ საპროექტო წერტილებამდე დამატებული ხსნარით იგი შეივსოს და სუფთად შეიღესოს როცა საძირკვლის ზედაპირი დადაბლებულია, საჭიროებისამებრ სვეტების ბუნიკების ქვეშ აყენებენ საჭირო სისქის ლითონის საფენებს. ასაკრები სვეტებისათვის მონოლითური საძირკვლების ხოკერების დაბეტონების დამთავრების შემდეგ გამშრალ ბეტონზე, ადრე ჩალაგებულ ლითონის კავებზე ან ფურცელზე თეოდოლიტის დამიზნების შესაბამისად კაწრავენ სვეტების გრძივ და განივ

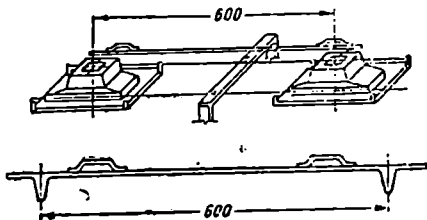


ნახ. 10.5.1.7.

ღერძებს. იმ შემთხვევაში, როცა საძირკვლებზე იგება ლითონის სვეტები ბუნიკებით ან კერკანჭიკებისათვის, დაბეტონების პროცესში ალაგებენ ანკერკანჭიკებს. ღერძების დაგების შემდეგ ასრულებენ შესრულებითს ნიველობას, რისთვისაც თანამიმდევრობით აყენებენ შვეულად ლარტყას ოთხკუთხა საძირკვლების კუთხეებსა და ცენტრებში. ამ შესრულებითს სქემაზე გარკვევით უჩვენებენ საძირკვლების ფაქტობრივი გადახრების ოდენობებს საპროექტო გეგმური და სასიმალო ოდენობებისაგან.

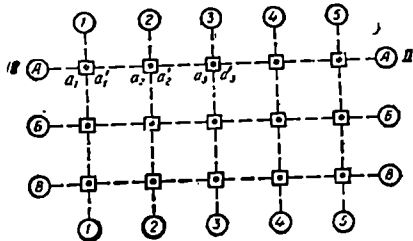
ასაწყობი სვეტებისათვის ასაწყობი საძირკვლების აგება ხდება შემდეგნაირად: მავთულებს ჰიმავენ ფარგსაკვალზე ასაწყობი სვეტების გრძივი და განივი ღერძებს შესაბამისად. შესაბამისი მავთულების გადაკვეთის წერტილებზე დაკიდებული შვეულებით ქვაბულის ფსკერზე გადააქვთ საძირკვლის ბლოკის წერტილები. რომელთაგანაც სამ კუთხეს ადგილზე ნიშნავენ ხის პალოებით პალოები შეიძლება შეეცვალოთ შაბლონით. ქვიშით ან ხსნარით შეამზადებენ ფუძეს,

რაც სრულდება ფუძის ჰორიზონტულად მოშანდაკების მიზნით. ცხადია, ამ დროს ნიშნულები მოწმდება ნიველირით, სამუშაო რეპერებზე დაყრდნობით. მოშანდაკებისათვის ხშირად გამოიყენება ლარტყა და თარაზო. დაუშვებელი გადახრები დაუყოვნებლივ უნდა გამოწვრილდეს. შეიძლება ფარგსაკვალი განადგურდეს, ამიტომ საჭიროა სვეტების რიგების გრძივი და განივი ღერძების გადატანა და დამაგრება გასწვრივობაში ცნობილი წესით ფარგსაკვალის გარეთ. ბლოკების ამწით წყობის დროს ბლოკს დასაწყობი ზედაპირიდან 0,2—0,3 მ სიმაღლეზე აჩერებენ, რომლის გეგმური მდებარეობა დგინდება საძირკვლების დაკვალვის დროს ჩასმული პალოების საშუალებით და მისი საბოლოო ადგილზე დანიშნვა ხდება ძალაყინით, ჯალაპბრიდან განთავისუფლებამდე. ბლოკების დაყენების სისწორე კონტროლდება თეოდოლიტით ღერძა კაწრულების ან მათეულზე ჩამოკიდებული შეველების გამოყენებით; მეზობელ საძირკვლებს შორის მანძილები მოწმდება შაბლონების საშუალებით (ნახ. 8).



ნახ. 10.5.1.8.

სვეტების დაწყობამდე ამოწმებენ საძირკვლების აგების გეგმურ და სასიმალო სისწორეს. დაეუშვათ, რომ დაწყობილია საძირკვლის ბლოკები $A-A$, $B-B$, $C-C$ გრძივი და $1-1$, $2-2$, $3-3$, $4-4$, $5-5$ განივი მიმართულებების შესაბამისად (ნახ. 9).



ნახ. 10.5.1.9.

$A-A$ ღერძის გასწვრივობაში მტკიცედ დამაგრებულ I წერტილზე ცენტრირენ და მომწესობაში მოჰყავთ თეოდოლიტი და ჰოგარს უმიზნებენ იმავე ღერძის II წერტილს. შემდეგ, ყველა დალაგებულ საძირკველზე ატარებენ ორ-ორ კაწრულას $a_1, a_1'; a_2, a_2'; a_3, a_3'; \dots$ რომლებიც იქნებიან $A-A$ ღერძის პროექციები. ყოველ საძირკველზე წვილ კაწრულებს (ვთქვათ, a_1 და a_1') სახზავით აერთებენ წრფით ისე, რომ მონაკვეთების კვალი დარჩეს საძირკველზე ან მათ ჰიქებზე. იმავე მოქმედებებს ვიმეორებთ ($B-B$) და ($C-C$) ღერძის მიმართებით დალაგებული საძირკვლების მიმართ. ყოველივე სრულდება განივი $1-1, 2-2, \dots$ ღერძების მიმართულებით დალაგებული საძირკვლების მიმართაც. როგორც გრძივი, ისე განივი ღერძები გააქვთ და ამაგრებენ შენობის მოშორებით, საძირკვლას დანიშნულ ღერძებს ასუფთავებენ და ნიშნავენ ზეთის საღებავით. ზემოხსენებული წესით ამოწმებენ მაშინ, რო-

ცა შენობის სიგრძეა 120—150 მეტრი. როცა ნაგებობის სიგრძე 600—800 და მეტს აღწევს, რამოდენიმეჯერ მოგვიხდება თეოლოლიტის გრძივი ღერძის გასწვრივობაში დაყენება ცნობილი წესით.

ბოლოს აღგენენ შესრულებითს ჭქემას, რომლის ნიმუშია (10) ნახაზი.



ნახ. 10.5.1.10.

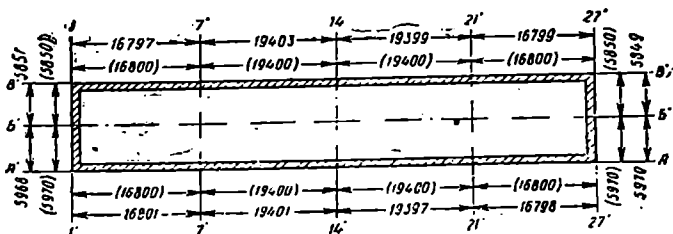
10. 5. 2. გეოდეზიური სამუშაოები შენობებისა და ნაგებობების მიწისზედა ნაწილების აგების დროს

სამშენებლო ობიექტების მიწისზედა ციკლის გეოდეზიური სამუშაოებში შეჰყავთ:

1. ქვის წყობებიანი-გარე და შიგა კედლების მონტაჟი (აწყობა). ფანჯრების, აივნების, სანიტარიულ-ტექნიკური, სავენტილაციო და კარებების ბლოკების დაყენება;
2. სართულშორის გადახურვის და სხვენის, კიბეების, ტიხრების, სახურავის ასაკრები ელემენტების, ჭერის და სხვა მონტაჟი;
3. ლიფტების, სანიტარიულ-ტექნიკური გამანაწილებლების და ნელსაწყობების ნაგავსატარების, გაზგაყვანილობის, შიგა წყალსადენის, კანალიზაციის და საგანგებო მილგაყვანილობის მონტაჟი;
4. ელექტროგაყვანილობის, დაბალი ძაბვის, რადიო და ტელეხედვის ქსელების მონტაჟი;
5. გაწყობითი სამუშაოები;
6. ტერიტორიის კეთილმოწყობის სამუშაოები, როგორცაა ყველა სამშენებლო მანქანის და დროებითი ნაგებობისა და მოწყობილობის დემონტაჟი.

სანამ შეუდგებოდნენ მიწისზედა სამშენებლო სამუშაოებს, მანამ ამოწმებენ დაცულია თუ არა დამაგრებული გასწვრივობის ნიშნები მთავარი, ძირითადი და საერთოდ, სამშენებლო ღერძებისა და რეპერებისა, ასევე ინსტრუმენტულად მოწმდება საძირკვლების, ცოკოლის, სარდაფის გადახურვის და სხვა ღერძების განლაგების სისწორე. განმეორებით სინჯავენ ღერძების გადა-

ტანის სისწორეს, რისთვისაც რულეტით ზომავენ კაწრულებს შორის მანძილებს, საცხოვრებელ სახლებში ღერძების გადახრა საპროექტოდან დასაშვებია ± 10 მმ, როცა ღერძია 10 მეტრის სიგრძის, ხოლო როცა ღერძის სიგრძეა 100 მ და მეტიც, მაშინ ეს გადახრა ± 30 მმ შეიძლება.



ნახ. 10.5.2.1.

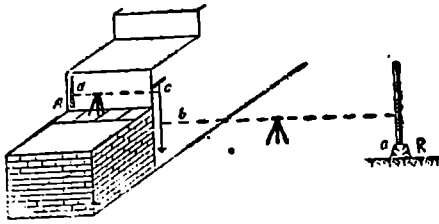
შესრულებული საკონტროლო გეოდეზიური გაზომვების მასალას აფორმებენ სათანადო აქტით, რაც თანხლებული უნდა იყოს მიწისქვეშა ციკლის შესრულებითი სამუშაოების სქემით, რომლის ნიმუში მოცემულია (1) ნახაზზე. ფრჩხილებში მოცემულია საპროექტო ზომები.

A. დაკვალვითი სამუშაოები აგურის კედლების აგების დროს

აგურის კედლების შენებისათვის დაკვალვითი სამუშაოების გეოდეზიურ საფუძველს წარმოადგენს ობიექტის ადგილზე დაკვალული სამშენებლო ღერძების ნიშნები. როგორც ვიცით, ასეთ ნიშნებს წარმოადგენს მთავარი ღერძების გასწვრივობის ნიშნები ან საძირკვლის აგების დროს ბეტონში ჩამაგრებული კავები და ფირფიტები კაწრულებით. მაღლივი შენობებისათვის როცა აგებენ მთლიან ფილას მთელ ტერიტორიაზე, მთავარი და სხვა ღერძები გადააქვთ ამ რკინაბეტონის ფილასი ჩამაგრებულ კავებზე ან ფილებზე და მარკებზე. გრძივი და განივი კედლების წიბოები და ღერძები ინიშნება საძირკვლების შიგა და გარე მხრიდან. საძირკვლის ახლოს კავები ისე უნდა იყოს ჩაბეტონებული, რომ აგურის წყობით ის არ იფარებოდეს. ამ კავებზე ცარცის ფხვნილში ამოვლებული ლარით საძირკველზე დაინიშნება ასაშენებელი კედლის ღერძი და ნაპირი. შენობის აგების პროცესში სისტემატურად გამოაქვთ და ნიშნავენ თეოდოლიტის საშუალებით კედლის ღერძსა და წიბოს. პირველი გამოტანა ხდება მაშინ, როცა კედლის სიმაღლე გახდება 2 მ თეოდოლიტის დაყენება ხდება კედლის შიგნით. კედლის გარეთ ყოველთვის ღერძის გამოტანა ხდება ორი წრედის შესაბამისად და გამოტანილი ღერძი ინიშნება ზეთის საღებავით. კარკასის შენობის კედლების დაკვალვა შეიძლება სვეტების ღერძებიდან, მაგრამ მხედველობაში უნდა გვექონდეს ის, რომ კარკასის ღერძები ფაქტობრივად გადახრილი იქნება საპროექტო მდებარეობიდან მიუხედავად იმისა, რომ ისინი გულდასმით და სათანადო კონტროლით არიან აშენებულები. ამიტომ საჭიროა გადახრების ოდენობები ნაჩვენები იყოს სვეტების აგების შესრულებითს სქემაზე.

აგურის კედლების აგების სასიმაღლო საფუძველია მუშა რეპერები, რომელთაც სისტემატურად უნდა ვაკვირდებოდეთ. ამ რეპერებიდან რულეტზე

დაკიდებული 10 კგ საწონით ხდება კედლების სიმაღლეზე შენება. ცხადია, მუშა რეპერები უნდა იყოს მისადგმელად კარგ ადგილას ჩაბეტონებული; იმი-



ნახ. 10.5.2.2.

$$H_A = H_R + a + (b - c) - d, \quad (10.5.2.1)$$

სადაც a , d არის R და A წერტილებზე ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყის ანათვლები;

b და c — შენობაზე ჩამოკიდებულ და საწონით გაკიმულ რულეტზე ანათვლები;

H_R — R რეპერის ნიშნული;

H_A — A წერტილის ძიებული ნიშნული.

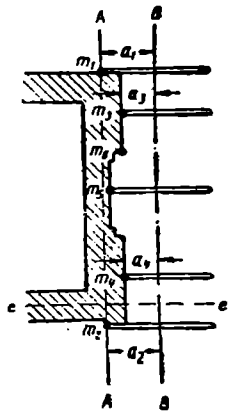
გადმოტანილ ნიშნულს კედელზე აწერენ ზეთის საღებავით.

კედლების შენების პროცესის მაღალ დონეზე უზრუნველყოფა ნიშნულებით სრულდება ყალიბის ვერტიკალურ ბიგებზე ან საძირკვლის ნაპირებზე ნიველირებით დანიშნულ და საღებავით წარწერილი სუფთა იატაკის მიმართ აბსოლუტური ან ფარდობითი ნიშნულებით. ამ ნიშნულების გამოყენებით კედლის რამდენიმე აგურის რიგის დაწყობისა და გასწორების შემდეგ მის გარე მხარეზე ნიველირით ან რულეტით ნიშნავენ ადვილად წასაკითხავ (+0.5; +1 და - შ.) ნიშნულებს. ამ ნიშნულების გვერდით აჭედებენ რიგსაწყობს, ანუ დანაყოფებიან ლარტყას, რომელიც საშუალებას იძლევა აგურის რიგების წყობა შევასრულოთ უშეცდომოდ. რიგსაწყობის აგურებია 75 მმ სისქის, რომლებიც ტოლებია აგურის სისქისა (65 მმ) და ხსნარის ნაწიბურის სისქის (10 მმ). წყობის პორიზონტულობას აკონტროლებენ ყოველი წყვილი რიგსაწყობის შესაბამის დანაყოფებზე დაჭიმული ზონრით. მოსაზღვრე რიგსაწყობს აყენებენ ნიველირით. ყოველი მეტრი კედლის აშენებისთანავე ამოწმებენ წყობის პორიზონტულობას და კედლების კუთხეების სისწორეს; აღმოჩენილ შეცდომას დაუყოვნებლივ ასწორებენ. ასევე სისტემატურად მოწმდება სართულთშუა გადახურვების დონეები. სიმაღლეში თუგინდ დასაშვები შეცდომა უნდა გასწორდეს შემდეგი სართულის შენების გაგრძელებამდე, რათა მოპირკეთებითი სამუშაოები შესრულდეს მაღალ დონეზე და უდანაპარგოდ. კედლების წყობა ვერტიკალურ სიბრტყეს წარმოადგენს თუ არა, მოწმდება გამომშრალი და სწორი 2-მეტრიანი ლარტყის კედელზე სხვადასხვა ადგილებში დადებით.

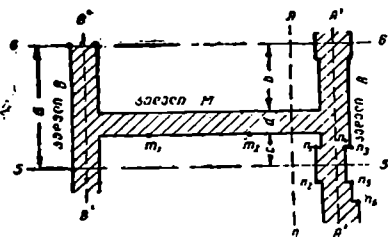
ბ. შენობის კედლების გეგმურობისა და ვერტიკალურობის შემოწმება

შენობის კედლების გეგმურობისა და ვერტიკალურობიდან გადახრის დადგენა შეიძლება გეოდეზიური აგეგმვების შედეგად, რისთვისაც მშენებარე კედლის სხვადასხვა წერტილებიდან დაშვებულ შვეულს და კედელს შორის მანძილს (მინაზომს) ზომავენ სახაზავით. საკონტროლო გაზომვებს ასრულებენ ყოველი სართულის აშენებისთანავე ან როდესაც მოთავებულია ყველა სართულის აშენება კედლის წყობის გეგმური სისწორის კონტროლის ნიმუშია (3) ნახაზი.

ვთქვათ, საჭიროა შემოწმდეს წყობის გეგმური მდებარეობის სისწორე შენობის გრძივი A, B და განივი M კედლები-სა, რომელთა სიმაღლე აყვანილია h ოდენობამდე (ნახ. 3). ამისათვის იყენებენ ფოლადის რულეტს ან მიომეტრებიან სახაზავს და ზომავენ $n-n$ ღერძიდან M კედლის პირამდე b მანძილს, $5-5$ ღერძებიდან e მანძილს და ცნობილი a და ზილებული განაზომებით საზღვრავენ კედლის სისქეს დამოკიდებულებით



ნახ. 10.5.2.4.



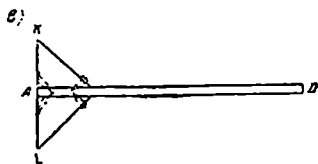
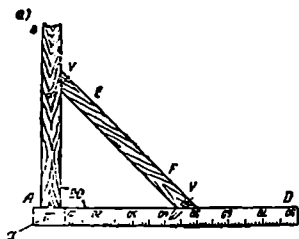
ნახ. 10.5.2.3.

$d = a - (b + c)$, რასაც ადარებენ ფაქტობრივად გაზომილ კედლის სისქეს. m_1 და m_2 მდებარეობას იღებენ $A-A$ და $5-5$ ღერძებიდან გაზომვების შედეგად. ანალოგიურად ხდება n_1, n_2, n_3, \dots წერტილების მდებარეობების გადაღება $A'-A'$ დამხმარე ღერძისა $5-5$ ღერძის მიმართ, რომელთაც ადარებენ მათ საპროექტო მდებარეობებს.

შენობის პირველი სართულის კედლების ვერტიკალურობის კონტროლის ნიმუშია (4) ნახაზი, რაც სრულდება ორი ლარტყის და თეოდოლიტის ჰოგარის შვეული ძაფით.

შესამოწმებელი (ან ასაგეგმავი) კედლიდან ლარტყის სიგრძეზე ნაკლებ მანძილზე, ვთქვათ B წერტილში, ცენტრავენ და მომწესობაში მოჰყავთ თეოდოლიტი. კედლის $A-A$ ღერძის შესაბამის m_1 და m_2 კაწრული წერტილების თარაზულად და $A-A$ ღერძის მიმართ მართობულად აყენებენ ორ ლარტყას. დაყენებული ლარტყების თარაზული სიბრტყეებისადმი ძაფთაბადის თარაზული ძაფის შეთავსებულ მდგომარეობაში აბრუნებენ წრედალიდადას, მანამ შვეული ძაფით ორივე ლარტყაზე არ მიიღება ერთნაირი ანათვლები. (4) ნახაზის მიხედვით ეს ანათვლებია a_1 და a_2 , რომელთა ოდენობე-

ბი უნდა იყოს მინიმალური. ამ დროს ამაგრებენ წრედს და წრედალიდადას, შემდეგ ლარტყები გადააქვთ m_3 და m_4 . წერტილებში და აყენებენ აღრინდებულად, რომლებზეც შესაბამისად იღებენ a_3 და a_4 ანათვლებს. საერთოდ, ყოველივე იწერება აბრისში.



ნახ. 10.5.2.5.

ეს სამკუთხედი (ნახ. 5^ა) შედგება ვერტიკალური AB ძელისაგან, რომელზეც III კოტათი მართი კუთხით მიმაგრებულია ხის მილიმეტრებიანი AD ლარტყა და სიმაგრისათვის მათ შორის ss ხრახნებით დამაგრებულია EF სიმაგრე. ციფრები წარწერილია უკუღმა, რომლებიც თეოდოლიტში წაღმა გამოჩნდება. პორიზონტული AD ლარტყის სიგრძეა 0,8 მ, კვეთი კი 40X20 მმ. ანათვლები აიღება A -დან D -საკენ. სამკუთხედის AB ლარტყიდან AD ლარტყა გადაცილებულია $a = 50$ მმ მანძილით, რათა AD ლარტყის ნული (ათვლის საწყისი) ზუსტად იწყებოდეს ლარტყის და კედლის შეთავსების წერტილიდან, იმისათვის რომ AB გვერდით დაკიდებული სამკუთხედის სიბრტყე მუდამ კედლის მართობულად იდგეს, AD ლარტყისა და AB ძელის III წერტილში და D წერტილისაკენ ხრახნებით ამაგრებენ 100X100 მმ სამკუთხედებს ისე, რომ ამ სამკუთხედების ორი კათეტი (AK და AL), ერთიმეორის გაგრძელება იყოს, რითაც კიდული სამკუთხედი ეყრდნობა კედელს (ნახ. 5^ბ). ამ ღონისძიებით თარაზული AD ლარტყა თავისი ნულით მიყრდნობილი იქნება კედელს. მუშაობის პროცესში განხილადი სამკუთხედის ვერტიკალური მოძრაობისას AB ძელი შეიძლება გრძელდებოდეს ან დაკიდებული იქნეს ფოლადის მავთულზე. განხილადი სამკუთხედით სამუშაოს შესრულებისათვის შენობის რამდენიმე კედლის ძირის პარალელურად 500—700 მმ მოშორებით აგებენ დამხმარე ხაზს, რომლის გასწვრივობაში ცენტრავენ თეოდოლიტს და ორიენტირებას იღებენ ამავე ხაზზე.

სამკუთხედის ძელს მიაკერენ კედელს, უშვებენ ქვემოთ და აჩერებენ ადრე და-
ნიშნულ ადგილზე. თეოდოლიტის კოგრის ვერტიკალურად მოძრაობით თარა-
ზულ ძაფს უთავსებენ AD ლარტყას და სამკუთხედის შეჩერების მომენტში
იღებენ ანათვალს AD ლარტყაზე მილიმეტრებში (თვალზომით). თარაზულ
ლარტყაზე მიღებულ ანათვლებს შორის სხვაობები წარმოადგენს აშენებული
კედლის გადახრებს საჭირო შეეული სიბრტყიდან. ინსტრუმენტის შეცდომების
გაიღწენის შესამეცირებლად ყოველ ჯერზე სჯობს ანათვლების აღება ორი
წრედით.

კარკასიანი კედლების შიგა წიბოები, ჩვეულებრივ, იგეგმება ღერძა კაწრუ-
ლებიდან, რომლებიც შეესაბამება კარკასის სვეტების გამოტანილ ღერძებს.

ყველანიერი შემოწმების მასალებით იქმნება შესრულებითი სქემები, რომ-
ლებიც თან ერთვის დაფარულ (ჩაყრილი ტრანშეები) სამუშაოებთან ერთად
სათანადო აქტს.

ც. შანჯრაშვის, კარჯის ნიოგის და ხართულთშორის ხადანუარშვის დაკმა ჯშვი

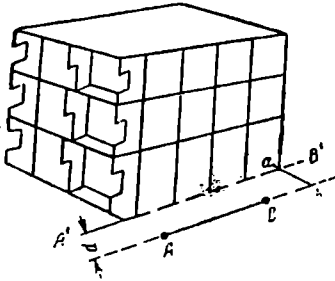
ფანჯრებისა და კარების სიოების დაკვალების გამოსავალს (საყრდენს) წარ-
მოადგენს ყოველი სართულის კედლის ნაპირზე (წახნაგზე) დანიშნული ღერძე-
ბი. დაკვალების საკონტროლოდ გადაზომვენ ორი მოსაზღვრე სამშენებლო
ღერძიდან. კარკასულ შენობებში ფანჯრებისა და კარების სიოების დაკვალება
შეიძლება ახლო განლაგებული სვეტების ღერძებიდან. ამ შემთხვევაში საჭიროა,
შემოწმდეს სვეტების აგების გადახრები, რაც უნდა შესწორდეს. ტექნიკური პი-
რობების მიხედვით. აგურის კედლებში მეზობელი ფანჯრის სიოების ღერძების
გადაადგილება დასაშვებია ± 20 მმ, ხოლო მსხვილი ბლოკების კონსტრუქციის
კედლებში ეს გადაადგილება არ უნდა აღემატებოდეს ± 10 მმ. არანაკლები სი-
ზუსტით უნდა იყოს შესრულებული ფანჯრების ბლოკების, ნიშების, ტიხრების
და სხვა ელემენტების დაკვალები. ასეთივე ან ± 10 სმ შეცდომის ფარგლებ-
შია დასაშვები ფანჯრების სიოების დაყენება სიმაღლეში. მეტი სიზუსტეა
(± 5 მმ) მოთხოვნილი, როცა ფასადის მოპირკეთება არის გათვალისწინებული
ფილებით, რითაც აღწევენ ფანჯრების კონტურების კარგად მოჩარჩოებას.

ჩვეულებრივ, ფანჯრების სიოებში აყენებენ წინასწარ ხის ან ლითონის
ბლოკებს. ბლოკების დასაყენებლად ფანჯრის ყოველ სიოში ურთიერთმართო-
ბულად ნიშნავენ ორ ღერძს, რომელთა გაგრძელებები ყოველ სართულში უნდა
იქნეს შეთავსებული ერთ შევულ წრფესთან; წინააღმდეგ შემთხვევაში ღერ-
ძების შეუთავსებლობა დაარღვევს მოპირკეთებითი სამუშაოების სისწორეს.

მრავალსართულიან შენობებში ფანჯრების ბლოკების გრძივ და განივ
ღერძებს ნიშნავენ ქვედა და ზემო სართულების ბლოკებზე დაკვესილ კაწრუ-
ლებს შორის დაკიმული მავთულით.

ფანჯრის ბლოკების გრძივი ღერძების დაკვალისათვის ქვემოთ განაპირა
კედლის $A'B'$ ხაზიდან d' მანძილზე აგებენ AB ბაზისს (ნახ. 6). d'
მანძილი უნდა იყოს კედლის სისქის ნახევარზე მეტი და 2 მეტრზე ნაკლები.
 AB ბაზისის ერთ-ერთ (ეთქვათ A) წერტილში ცენტრავენ თეოდოლიტს, მე-
ორეში (ეთქვათ B) კი ლოტ აპარატს (ოპტიკური ცენტრი) ან საბაზისო შტა-
ტივს (იხ. 7.2.3 პარ. A მუხლი), რომელზეც აორიენტებენ თეოდოლიტს. ფან-

ჯრის სიონ შიგა სიბრტყეს მიაღებენ ლარტყას AB ბაზისის პერპენდიკულარულად და მანამ ადგილებზე ლარტყას, სანამ ლარტყაზე ანათვალის ab არ იქნება d მანძილის ტოლი. ამ დროს ლარტყის ქუსლის შესაბამისად წყობაზე



ნახ. 10.5.2.6.

ატარებენ კაწრულას. ამავე დროს, რომ შევინარჩუნოთ გრძივი ღერძი, კაწრულას გადაადგილებენ შიგნით ფანჯრის ბლოკის კვეთილობის სიგრძით, რაც ყოველთვის უნდა გვექნოდეს მხედველობაში. მაშასადამე, ლარტყაზე მიღებულ ანათვალში უნდა შედიოდეს, გარდა d სიგრძისა, ლარტყის (კაწრულის) გადაადგილების ოდენობა.

ფანჯრის ბლოკების სიმაღლეების დაყენება ხდება სამუშაო რეპერების საფუძველზე ნიველირებით და ნიშნულებს სალებავით

აწერენ ყოველი სიონსათვის. თვით ფანჯრის ბლოკის სიონში ჩაყენება ხდება თარაზოსა და შვეულს გამოყენებით.

კარების სიონებში ბლოკების ჩადგმა ხდება შედარებით უფრო მარტივად. რისთვისაც იყენებენ შენობის შიგ ახლო ნებისმიერ ღერძებს, თარაზოსა და შვეულს.

პანელებიანი შენობებისათვის ფანჯარებისა და კარების ბლოკები ეწყობა ჩარჩოებში მათი ფორმირების, ანუ შედგენის, დროს, ამიტომ მათი დამოუკიდებლად დაკვალვა ადგილზე არ მოითხოვება.

სანამ შეუდგებოდნენ სართულთშორის რკინაბეტონის ფილების დაწყობას, მანამ ამოწმებენ კარკასის ძელების ღერძებს შორის გეგმურ მანძილებს. ამ შემთხვევაში საპროექტოდან გადახრები დაშვებულია ± 5 მმ. ვინაიდან ფილები მზადდება ზუსტად, საჭიროა ძელებს შორის მანძილებიც იყოს მაღალი სიზუსტით დაკვალული, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ანუ, როცა მაღალი იქნება გაზრდილი. შეიძლება დატვირთვას ვერ გაუძლოს ძელებზე დაყრდნობილმა ფილამ და ჩამოინგრეს, ხოლო როცა მაღალი მეტია საპროექტოზე, ფილა დაიქვერს მეზობელი ფილის კუთვნილ ნაწილს. გარდა ზემოთ თქმულისა, ძელები უნდა იყოს წრფივულ გეგმაში, რაც შეიძლება შემოწმდეს მათ უსივრცით და სახეზავით წრფივობიდან გადახრა დასაშვებია ± 5 მმ. მეტი გადახრა გაჟოფიწვევს ფილის არასრულად დაყრდნობას ძელებზე.

მონოლითური რკინა-ბეტონის გადახურვებისათვის საჭირო ყალიბების გეგმური დაყენება შეიძლება დამატებული სამშენებლო ღერძების კაწრულებზე ან სვეტების ღერძებზე დაყრდნობით. გადახურვების ზემო ნაწილის სიმაღლეებს აყენებენ კარკასის რიგელის (მწვეკოჯის) კიდებიდან გადაზომვებით. ამ დროს უნდა ვისარგებლოთ რიგელების შედულების შემდეგ მათი მდებარეობის შესრულებითი სქემით. ამ სქემით თუ დადგინდა რიგელის მდებარეობის გადახრა მათი საპროექტო მდებარეობიდან, ყალიბზე ნიშნულის გადაცემისას უნდა შევიტანოთ შესწორება. რაც უფრო ზუსტად იქნება შესრულებული გადახურ-

ვების დაბეტონების გეომეტრიული პირობა, მით ზუსტად შესრულდება იატაკის დაგების სამუშაოები. ამიტომ მიღებულია, რომ გადახურვების ფილების გადახრა საპროექტოდან დაშვებულია არაუმეტეს ± 10 მმ. დაყენებული ყალიბის ზემო ნაწილის ნიშნულს სინჯავენ კედლების ნაპირებზე ან სვეტებზე დანიშნული ნიშნულების მიხედვით. ამავე დროს ისინჯება ფილაში დატანებული ხის საცაეების გვეგური განლაგება საჭირო ხვერტებისათვის. ცალკეულ ადგილებში ასრულებენ ფილის არმატურის ბადის ზემო ნაწილის გეომეტრიულ ნიველობას, რითაც დგინდება დამცავი ფენის სისქე. ყალიბისა და ბეტონში ჩასატანებელი ელემენტები დაბეტონებამდე შეაქვთ შესრულებითი სამუშაოების სქემაში. ასეთივე სქემა სრულდება დაბეტონების შემდეგაც. ამ სქემების გეოდეზიურ საფუძველს წარმოადგენს შენობის დაკვალვისათვის დაკვალული სამშენებლო ღერძები და ნიშნულები. ზუსტად შესრულებული სათულთშორის გადასურვა საწინდარია იმისა, რომ შენობებში დაგებული იატაკები იქნება ეკონომიური და ადგილი არ ექნება შენობისა და ურთიერთდაკავშირებული შენობის ოთახებსა და სხვა სათავსოებს შორის ზღურბლებსა და ზედმეტ საფეხურებს. შემოსენებული სამუშაოების შესრულება ევალება მშენებლებს, მაგრამ ამორჩევით კონტროლს ასრულებენ გეოდეზისტები. კონტროლის დროს საჭიროა ვისარგებლოთ სათანადო ინსტრუქციებით და დაშვებებით.

10. 5. 8. საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების კონსტრუქციების მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები

ამ პარაგრაფში განხილული იქნება უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების თავითუფალი და იძულებითი და კარკასიან-პანელიანი შენობების მონტაჟის საკითხები.

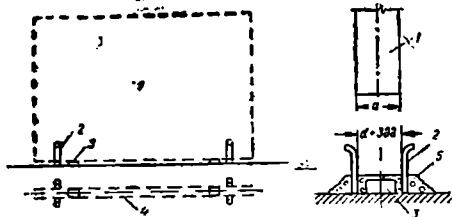
4. უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების თავითუფალი მონტაჟის დროს გეოდეზიური სამუშაოები

უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობები მოიცავს პანელებს, რომლითაც შენდება კედლები, სათულთშორის გადახურვები და ტიხრები.

პანელების ზომები დგინდება დაპროექტების უჯრედში საართულების სიმალეების, გადახურვების მალეებისა და განივი ტიხრების ბიჯების შესაბამისად. მასადაამე, უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების მშენებლობის ერთ-ერთი ძირითადი პროცესია პანელების მონტაჟი, რომლის შესრულების ხარისხი ძირითადად დამოკიდებულია გეოდეზიური მომსახურების ხარისხზე; ამ უკანასკნელმა უნდა უზრუნველყოს პანელების ღერძების შეთავსება დაკვალული სამშენებლო ღერძებისადმი; პანელების დაყენება ზუსტად ვერტიკალურად; პანელების ზედის (ძელზე დასაყრდენი ნაწილის) შესაბამისობა საპროექტო მდებარეობისადმი; პორიზონტული და ვერტიკალური ნაწიბურების შესაბამისობა საპროექტო ზომებისადმი.

პანელების მონტაჟი იწყება საძირკვლების კუთხური და შუალედი (შუქურა) ბლოკების დაყენებით; ბლოკებს აყენებენ შენობის ყველა კუთხეში და პირმოდების საზღვრებზეც. ყოველი პირმოდების დროს ბლოკების გვეგური და სასიმალო შემოწმება ხდება დაკვალვითი ღერძებისა და რეპერების მიმართ. კუთხური და შუქურა ბლოკების შემოწმების შემდეგ აწყობენ შუალედი და სარდაფის ბლოკებს; შემდეგ აწყობენ ცოკოლის ბლოკებს, რომელზეც აწყო-

ბენ სარდაფის გადახურვის ფილებს. შემდეგ მოასწორებენ სარდაფის გადახურვას და კვალავენ კედლის პანელების დაყენების ადგილებს მთელ პერიმეტრზე და საჭირო ადგილებზე. კედლების პანელების გეგმაში ზუსტად დაყენების მიზნით, ყოველ სართულზე კვალავენ გრძივ და განივ ლერძებს. სართულებზე ლერძების გადატანა ყოველთვის უნდა ხდებოდეს ორი წრედით. გარდა კედლის პანელების გეგმური მდებარეობის შემოწმებისა, მოწმდება ფილების ხედი არის თუ არა თარაზული. ამისათვის საჭიროა, რომ პანელი იყოს ქარხანაში ზუსტად ჩამოსხმული და აგრეთვე შენობის სართული იყოს კარგად გაწმენდილი და თარაზული. სამონტაჟო პორიზონტის გამზადების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ 1 პანელის ქვეშ აყენებენ ლითონის ან ხის 3 ქვესადებს (ნახ. 1), რომლის სისქეს ადგენენ ნიველობის შედეგისა და პანელის ფაქტობრივი სიმაღლის მიხედვით.



ნახ. 10.5.3-1.

(1) ნახაზზე 2 არის მდებარეობის ფიქსატორი; 3—ქვესადები; 4—ლერძა მავთული; 5—ხსნარი. პანელს აყენებენ ხსნარზე 5, რომლის სისქეა 2—3 მილიმეტრით მეტი, ვიდრე ქვესადებები 3. პანელი გამოაწნევს (გამოღენის) თავის ხსნარს და ფუძეს დაეყრდნობა მთლიანად. გარე

კედლების პანელებს აყენებენ ფიქსატორების 2 გარეშე, შუქურების და ნაჭურების შესაბამისად.

პანელი უნდა იყოს დაყენებული ვერტიკალურად ან იყოს მცირედ გადახრილი შენობის გარეთ. ამისათვის, სანამ გამზადებულ ხსნარზე დააყენებდნენ პანელს, შენობის შიგა მხრიდან ქვეშ უდებენ ორ სოლს, რომელთაც გამოაცლიან პანელის დაყენებისა და შუქურათი გასინჯვის შემდეგ.

ზოგიერთი ტიპის შენობებზე იყენებენ სამონტაჟო კონდუქტორებს, საგანგებო ხისტი ან უსახაზავ-შვერილით; მაგრამ დიდი მოცულობისა და ბევრი ლითონის ხარჯის გამო შეზღუდულია მათი გამოყენება.

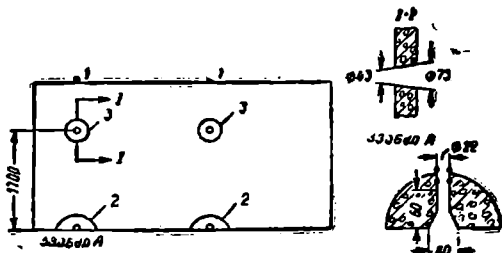
ბ. შაკაკასო მსხვილპანელიანი შენობების იძულებითი მონტაჟის დროს გვირგვინური ხაზოვანობა

განხილად მეთოდამდე უკარკასო მსხვილპანელიანი შენობების მონტაჟი და კონსტრუქციის საპროექტო მდებარეობაში დაყენება ხდებოდა თავისუფლად. როგორც ვნახეთ, ამ მეთოდში ელემენტების აწყობა იწყებოდა შენობის ტორსიდან ან კიბის უჯრედიდან. ასეთი მეთოდით მუშაობა უმრავლეს შემთხვევაში ვერ აკმაყოფილებდა კონსტრუქციების ურთიერთგანლაგებისა და აწყობის მოთხოვნებს სიზუსტეს. ამ უარყოფითი მოვლენის გამოსწორების სურვილი ვერ სრულდება სათანადოდ და კონსტრუქციების როგორც გეგმურ, ისე სასიმალო საპროექტო მდებარეობაში დაყენება ჯდება ძვირი და იყო უხარისხო.

იძულებითი მეთოდით მონტაჟი იწყება შენობის შუა (საბაზისო) განივი საკვალავი ლერძიდან, რითაც აღწევენ მაღალ სიზუსტეს. ყოველ გადახურვაზე,

სანამ დაიწყებდნენ კონსტრუქციების მონტაჟს, კვალავენ და ამაგრებენ შენობის გრძივ და განივ სამშენებლო ღერძებს რეპერებითურთ. ძირითადი (მთავარი) ღერძებიდან შენობის ტორსის (განივი კვეთილობის) მიმართულებით ნიშნავენ გეგმაში ღეროებიან ფიქსატორებს.

პანელის გრძივი ღერძის ზემო კიდეზე (წახნაგზე) დამონტაჟებულია ორი ცალი ღერო-ფიქსატორი 1. თითოეულის სიგრძეა 60 მმ, დიამეტრი 20 მმ ზემოდან კუთხვილით (ნახ. 1). კუთხვილის დანიშნულებაა მოცემულ ნიშნულზე იყოს დაყენებული წრიული ფორმის რკინის საკონტროლო საყელური. მისი დიამეტრია 90 მმ და სისქე 8 მმ. ამ საყელურის საპროექტო სიმაღლეზე დაყე-



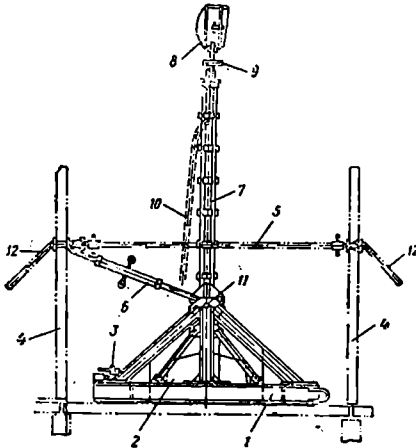
ნახ. 10.5.3.2.

ნება ხდება ნიველირით, რაც უზრუნველყოფს სამონტაჟო პორიზონტის საპროექტო მდებარეობას. პანელის ქვედა ნაპირზე (წახნაგზე) 1 ღერო-ფიქსატორების თანაღერძულად განლაგებულია ორი ცალი ფოსო 2, რომელთა სიღრმეა 60 მმ და დიამეტრი 80 მმ, დამთავრებული ცილინდრული ფორმის ჩაღრმავებით. ქვედა წახნაგიდან 1700 მმ სიმაღლეზე ყველა პანელს აქვს გამჭოლი ნახვრეტი 3 ელექტროტექნიკური არმატურის განლაგებისათვის. მონტაჟის დროს ამ ნახვრეტებს იყენებენ სტაბილიზატორების (მონტაჟის მოწყობილობის) დროებითი დამაგრებისათვის. გარე და შიგა გრძივი პანელების ქვედა წახნაგიდან იგივე, ანუ 1700 მმ, სიმაღლეზე გაკეთებულია ნახვრეტები კუთხვილიანი მილისებით; მონტაჟის დროს ამ ნახვრეტებს იყენებენ სტაბილიზატორების საკიდების დასამაგრებლად.

პანელების საპროექტო მდებარეობაში იძულებითი წესით დასაყენებელი მოწყობილობის წამყვანი შემადგენელი ნაწილია საბაზო პანელების დამყენებელი მომმარაგებლები საპროექტო ბიჯის მქონე სტაბილიზატორების კომპლექტით გრძივი და განივი კედლების პანელების დასაყენებლად (ნახ. 3).

პანელების დამყენებელი წარმოადგენს ლითონის კარკასს, აგებულს მართკუთხა ბაქანზე 1, რომელიც საპირწონეთი 2 მიმაგრებულია ანძაზე 7, რაც უზრუნველყოფს კონსტრუქციის მდგრადობას. დამყენებლის საერთო წონაა 700 კგ, ბაქნის საყრდენი კუთხეებიდან ერთ-ერთს დაყენებული აქვს სიმაღლის მარეგულირებელი მოწყობილობა 3. განივი კედლების პანელის 4 საპროექტო მდებარეობაში დაყენება ხდება საბაზო სტაბილიზატორისა 5 და სამაგრის 6 რეგულირებით. დამყენებლის კარკასს თანადროულად იყენებენ, როგორც საპროექტორო ანძას 7 პროექტორებითა 8 და შესაბრუნე ბაქნით 9. ანძის მდგრად

მდგომარეობაში დაყენების ხელშემწყობია ჯაჭვი 10. დამყენებლის ღერძი ინიშნება შტრიხით 11. დამყენებლის ყოველი კომპლექტი გვერდითი (რიგითი) სტაბილიზატორების 12 საშუალებით ემსახურება შეხობის სივანის ნახევარს მთელ მის სიგრძეზე. რიგითი 12 სტაბილიზატორი წარმოადგენს მილისებში შტანგს, რომლის ერთ ბოლოზე დამონტაჟებულია კარდანული საკავიანი სახსრით, ხოლო მეორე ბოლოშია ხრახნილი საკეტი და გადამაადგილებელი კუთხ-



ნახ. 10.5.3.3.

პირველ რიგში დამყენებლის დახმარებით ასრულებენ ორი საბაზო პანელის მონტაჟს ორი სექციის საზღვარზე. კედლის ყოველი პანელი ქვედა წახნაგით დგება საკონტროლო საყელურებიან ორ ღეროვან ფიქსატორზე, რომლებიც იმყოფებიან სამონტაჟო პორიზონტზე. ფიქსატორის ზემო ნაწილი, რომელიც იმყოფება საკონტროლო საყელურებზე ზემოთ, შედის კონუსურ ფოსოში. პანელების სამონტაჟო ნახევრებში (ნახ. 2) ათავსებენ ორი სტაბილიზატორის კარდანული სახსრების საკავეებს, რომლებიც რეგულირდებიან დამყენებლების ხრახნილი საკეტებით. პანელის დაყენებისა და შემოწმების შემდეგ პანელი მაგრდება საჩერი ხრახნებით. განივი კედლების ყველა შემდეგი პალის დამონტაჟება ხდება საბაზო პანელებზე მიბმით რიგითი სტაბილიზატორების დახმარებით.

განივი მზიდი და გარე ტორსული პანელების მონტაჟის შემდეგ იძულებითი ფიქსირების წესით აყენებენ შიგა და გარე გრძივ პანელებს, რაც უზრუნველგვყავს თანადროულად სწორად იქნეს ორი სართულის პანელები აწყობილი.

იძულებითი მონტაჟის მეთოდი საშუალებას იძლევა უზრუნველყოთ მშენებლობა ურთიერთ ზუსტად აწყობილი პანელებით, ამალდეს სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხი, არ საჭიროებს შედუღებებს და რთულ სამონტაჟო აღჭურვილობას.

ვილიანი ქურო საყელურით ასაკრები პანელის დასამაგრებლად. გარდა ასეთი ტიპის სტაბილიზატორებისა, არსებობს ტორსული სტაბილიზატორები და სტაბილიზატორები გარე კედლებისა, რომელთა კონსტრუქციული აღნაგობა მცირედ განსხვავდება ზემოთ განხილული რიგითი სტაბილიზატორებისგან. ყველა სტაბილიზატორის ზომები ზუსტად უსდა შეესაბამებოდეს საპროექტო ბიჯებს; განსხვავებუ შეიძლება არაუმეტეს $\pm 0,5$ მმ პანელების სისქეების დასაშვები განსხვავების არსებობა გავლენას არ ახდენს პანელების შენობის გრძივი ღერძის მიმართულებით დალაგებაზე.

სამონტაჟო სამუშაოების დროს საპროექტო მდებარეობიდან დასაშვები გადახრები მილიმეტრებში არ უნდა აღემატებოდეს:

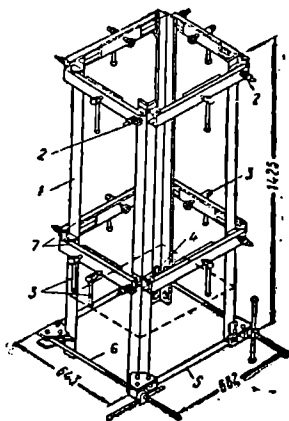
1. დასაკვალავი ღერძებიდან პანელებისა და ტიხრების ქვემო ნაწილების საპროექტო მდებარეობისაგან ფაქტობრივი გადახრები 3;
2. პანელებისა და ტიხრების სიბრტყეების ზემო ნაწილების გადახრები ვერტიკალიდან 3;
3. შესამოწმებელი უბნის ფარგლებში პანელებისა და ტიხრების საყრდენი ზედაპირების ნიშნულებში გადახრები 3;
4. ერთი სართულის საზღვრებში საერთო გადახრები პანელების საყრდენ ზედაპირებში ± 10 ;
5. ჰორიზონტული ნაკერების სისქეებში გადახრები ± 5 .

С. კარკასულ-პანელიანი შენობების მონტაჟის დროს გეომეტრიური საშუაოები

კარკასულ-პანელიანი შენობების მონტაჟი სრულდება ნულოვანი, ანუ შენობის მიწისქვეშა ნაწილის აგებისა და მიწისზედა ნაწილის მონტაჟის — იარუსების აწყობის ციკლით. იარუსის სიმაღლე დამოკიდებულია სვეტების სიგრძეებზე, რომლებიც მზადდება ორი სართულის სიმაღლისათვის, ამიტომ ორი

სართულის ასაკრები ელემენტების აწყობა ხდება ამწის ერთი დგომით. ეს მონტაჟი სრულდება ბლოკებით. ყოველი ბლოკი შედგება ექვსი სვეტისაგან, ძელებისაგან და ფილებისაგან ორი სართულისათვის. მონტაჟისათვის სარგებლობენ ცალკეული ან ჯგუფური კონდუქტორებით. (4) ნახაზზე გამოხატულ კონდუქტორზე 1 არის სვეტი; 2—ქონკური; 3—სახსრული კავშირი; 4—მომჭიმავი ხრახნი; 5—მარეგულირებელი მოწყობილობის ხრახნები; 6—შემოსაკრავი ძელები; 7—სახსრების ქანჭიკების ქანჩები.

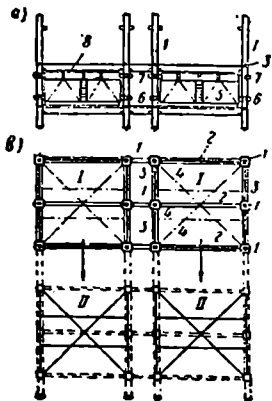
სვეტების დაყენებას იწყებენ ქვემო სართულის კიბის მარშებისა და ბაქნების აკრების შემდეგ. ქვედა სართულის სვეტებზე ან ქვესვეტებზე ნიშნავენ ღერძების კაწრულებს. თეოდოლიტით გადააქვთ სათავისებზე სვეტების გრძივი და განივი ღერძების მდებარეობები და ღოჯით ატარებენ კაწრულებს ფოლადის ფირფიტებზე. დაკვალული ღერძების გადახრა საპროექტო მდებარეობიდან არ უნდა აღემატებოდეს 5 მმ. კოშკური ამწეით აწეულ სვეტს უშვებენ კონდუქტორში და აყენებენ ღერძული კაწრულების შესაბამისად. საჭიროებისამებრ გადასატანი დომკრატის დახმარებით გადაადგილებენ და შეაბრუნებენ სვეტს ერთი იარუსის საზღვრებში. კარკასის მონტაჟი იწყება კიბის უჯრედიდან, რომლის



ნახ. 10.5.3.4.

სიხისტე უზრუნველყოფს ასაწყობი კონსტრუქციის უცვლელობას; იგივე კიბის უჭრედს იყენებენ სართულიდან სართულზე გადასასვლელად.

ჯგუფური კონდუქტორის სქემა მოცემულია (5) ნახაზზე; *a* არის ხედი წინიდან; *b* — გეგმა; I და II — კონდუქტორის პოზიციებია; 1 — ორსართულიანი სვეტები; 2 — რიგელები (მწეკოკები); 3 — სადები; 4 — სართულთშორისი გადახურვების ფილები; 5 — კონდუქტორის ურკია; 6 — ქვედა ცალულები; 7 — ზედა ცალულები; 8 — ლასტი ფენილი.



ნახ. 10.5.3.5.

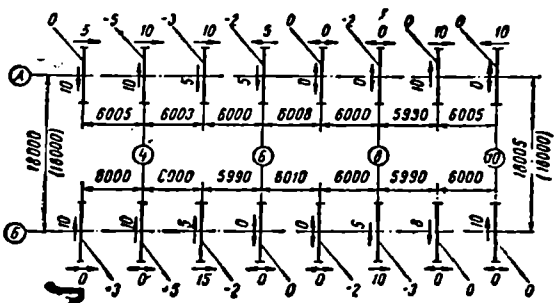
წარმოდგენილი სახის ჯგუფური კონდუქტორით ერთდროულად აყენებენ ექვს სვეტს 1 და სართულთშორის გადახურვის ერთ კომპლექტს, რომელშიც შედის სამი რიგელი 2, ოთხი სადები 3 და ფილები 4. ორსართულიანი სვეტებს აყენებენ ამწით ცალულებში 6. კონდუქტორის მარეგულირებელი ბრახნების დახმარებით აყენებენ და ამოწმებენ სვეტებს საპროექტო მდებარეობაში. ჩასატახებელი ნაწილების შედუღების შემდეგ პირაპირების ნაწიბურებზე ამონტაჟებენ რიგელებისა და ქვედა სართულების სადებებს და აღულებენ რა პირაპირებს სვეტებთან, აწყობენ ფილებს დასამონტაჟებელი იარუსის ქვემო სართულზე. ამ საშუალების დამთავრების შემდეგ ჯალამბრის საშუალებით ლიანდაგზე აადგილებენ კონდუქტორს I-დან II მდგომარეობაში.

ყოველი იარუსის ზედა სართულის რიგელების, სადებების და პანელების მონტაჟი სრულდება საგანგებო გადასაადგილებელი ბაქნებით, რომელთა გადაადგილება ხდება ქვემო სართულიდან. ყოველი შემდეგი იარუსის მონტაჟი იწყება ქვემო იარუსზე შედუღებითი საშუალების დამთავრების შემდეგ დაშლილი სახით კონდუქტორი ზემო იარუსზე გადააქვთ სამონტაჟო ამწით.

ჯგუფური მეთოდით მონტაჟი პროგრესულია, სამუშაოს უადვილებს მშენებლებსა და გეოდეზისტებსაც. ამ მეთოდით მუშაობისათვის ყველა საჭირო სამონტაჟო ღერძი თეოდოლიტით გადატანილი უნდა იყოს სამონტაჟო პორიზონტზე, სამშენებლო ღერძების პარალელურად. სამონტაჟო მოედანზე ლითონის ღეროების სამონტაჟო პორიზონტზე ასფალტში ჩასობითა და არსებული დაკერნილი წერტილების გამოყენებით ამაგრებენ ღერძებს.

სამონტაჟო იარუსზე ყველა სვეტის დაყენების შემდეგ მათ სათავისებზე თეოდოლიტის გამოყენებით მთელი შენობისათვის ნიშნავენ საერთო გრძივ ღერძს, აგრეთვე მის პერპენდიკულარულად ყოველ 20—30 მ აგებენ ღერძებს. შუალედ სვეტებზე ღერძებს ნიშნავენ რულეტით, რისთვისაც გადაზომიან სვეტების ბიჯების საპროექტო ზომებს. როცა სვეტები დაყენებულია ზუსტად ვერტიკალურად, მაშინ გრძივი და განივი ღერძები გაივლის მათი სათავისების ცენტრებზე და სვეტების გადახრის შემთხვევაში ამ სათავისებზე აღინიშნება გეომეტრიული. ცენტრების გადახრა ხსენებული საპროექტო ღერძების გადაკვეთის წერტილებიდან. შესრულებითი სქემის დახმარებით ადგენენ ამ გადა-

ხრების ოდენობებს და საჭიროებისამებრ ასწორებენ სვეტებს. სვეტების გეგმაში მდებარეობის შემოწმების თანადროულად გეომეტრიული ნიველობით ხდება სვეტების სათავისების საპროექტო ნიშნულებიდან გადახრების დადგენა სვე-

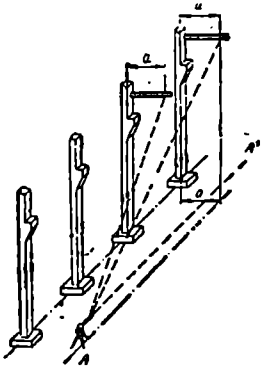


ნახ. 10.5.3.6.

ტების ჩასატანებელი ნაწილების წაგრძელებით აღწევენ, რომ სვეტების რიგის სათავისები იყოს ერთ (საპროექტო) დონეზე.

სვეტების გეგმური და სასიმალო მდებარეობის შესრულებითი სქემის ნიმუში მოყვანილია (6) ნახაზზე. ამ ნახაზზე ისრებით ნაჩვენებია ქვემო კვეთილობაში სვეტების გადაადგილება მილიმეტრებში და დახრის მიმართება, პლუს და მინუს ნიშნები გვიჩვენებს, შესაბამისად, სვეტის სიმალოს მეტობისა და ნაკლებობის ოდენობას. მაგალითად, (6) ნახაზზე ფრჩხილებში ჩასმული რიცხვებია საპროექტო მანძილები, $A-A$ სვეტის მიმართების პირველი სვეტის გადახრაა 5 მმ, მარჯვნივ გადახრა კი 10 მმ, ნიშნულში შეცდომაა 0 მმ; მეორე სვეტის გადახრაა 10 მმ და მარცხნივ გადახრა კი 10 მმ, ნიშნულში შეცდომაა — 5 მმ, ე. ი. სვეტის სიმაღლე საპროექტოზე ნაკლებია 5 მილიმეტრით.

აკრებილი სვეტების რიგის ვერტიკალობას ამოწმებენ თეოდოლიტით, რისთვისაც სვეტების ღერძის პარალელურად ადგილზე a მანძილზე კვალავენ AA' დამხმარე ღერძს (ნახ. 7). პრაქტიკულად a მანძილს იღებენ 0,5—1,0 მ. ერთ-ერთ, ვთქვათ A წერტილზე ცენტრავენ თეოდოლიტს, AA' ხაზზე აკეთებენ კოლიმატური სიბრტყის ორიენტაციას და ამაგრებენ ლიშხს წრედალიდალითურთ. მოკლე ლარტყის ქუსლს მიაყრდნობენ სვეტის გვერდს და ორი წრედით იღებენ საშუალო ანათვალს, რომლის ოდენობა სვეტის ვერტიკალობის შემთხვევაში უნდა იყოს a ანათვალის ტოლი. სხვათაჲ a ოდენობასა და საშუალო ანათვალს შორის იქნება სვეტის ვერტიკალობიდან



ნახ. 10.5.3.7.

გადახრა, რაც სწორდება სვეტის სწორებით. ანალოგიურად იქცევიან რიგის და-
ნარჩენი სვეტების მიმართ. I იარუსის კარკასის მონტაჟისა და კვანძების შედუ-
ლებების დამთავრების შემდეგ იწყებენ კედლების პანელების აწყობას. სამუშაო
იწყება კუთხეების პანელების აწყობით, რომლებიც ასრულებენ შუქურების
როლს. პირველი სართულის პანელებს აწყობენ ცოკოლს ფილების სპეცია-
ლურ მეოთხედებზე. შემდეგ ფილებს კი აწყობენ კარკასის გარე სადებებზე
მიყრდნობით. შეუღლების კონსტრუქცია ოვალური ნახვრეტებით საშუალებას
იძლევა პანელების გვგმური განლაგება შევამოწმოთ შევეულით და საჭიროები-
სამებრ გადავადგილოთ პანელები საჭირო მდებარეობაში. პანელებს სიმა-
ლურ საპროექტო დონემდე აწყობენ დომკრატით ან ტალით. სიმაღლეების ნივე-
ლირით გულდასმით შემოწმების შემდეგ შეუღლების ადგილებს შეადულებენ.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ასაწყობი კონ-
სტრუქციის ელემენტების აწყობა შეიძლება ასაწყობი საყრდენი კონსტრუ-
ქციების გვგმური და სასიმალო მდებარეობის გეოდეზიური ინსტრუმენტული
შემოწმებების შემდეგ. აგრეთვე, აწყობილი ელემენტების საბოლოო დამაგრება
შეიძლება გეოდეზიური მეთოდებით მათი მდებარეობის გულდასმითი შემოწ-
მებების შემდეგ.

კარკასულპანელებიანი შენობების მონტაჟის დროს საპროექტოდან დასა-
შვები გადახრების ოდენობები მილიმეტრებში არ უნდა აღემატებოდეს:

ქვედა რიგის საძირკვლის ბლოკებისა	20
შემდეგი რიგისა	10
საძირკვლის სვეტებს	5
დასაკვალავი ღერძების მიმართ სვეტების რიგის ქვედა ნაწილის გადაწევა	5
სვეტებს საძირკვლების საყრდენი ზედაპირის ნიშნულების გადახრა საპროექტოდან	3
სვეტების რიგის ზედა ნაწილის ვერტიკალურობიდან გადახრები:	
სვეტების 5 მეტრამდე სიმაღლეების დროს	5
იგივე 5 მეტრზე მეტი	8
რიგელებისა და ძელების გადაწევა დასაკვალავი ღერძებიდან	5
დასაკვალავი ღერძების მიმართ გადაწევა კედლებისა და ტიხრების პანელების ქვემო ნაწილში	3
ამწის ქვედა ძელების ღერძების გადაწევა და ნიშნულების გადახრა	5

**გომდეზიური სამუშაოების ორბანიზაცია და წარმობა
სამრეწველო, ჰიდროტექნიკური, საზღარი-სატრანსპორტო,
მეტროპოლიტენების, ხიდების, მელიორაციული,
ამროკორტების, მილბაჟვანილობებისა და უნიკალურ
ნაგებობათა მიმომვლენა-დაპროექტების, გზენებლობისა
და მქსლუბატაციის დროს**

თავი .VI

**გომდეზიური სამუშაოები სამრეწველო უენობების
გონტაჟის დროს**

10. 6. 1. სამრეწველო უენობების კონსტრუქციული სქემატი

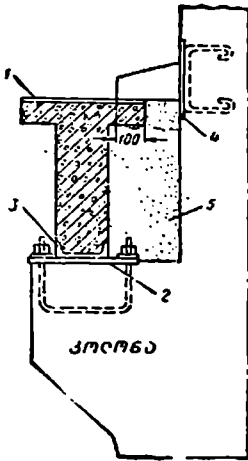
სამრეწველო უენობებს უმთავრესად აშენებენ ერთსართულიანებს ამწე მოწყობილობების საშუალებით. ასეთი უენობები, რომლებიც აღჭურვილები არიან დიდმალებიანი (18,24,30 მ) და დიდი სიმაღლის (10—20 მეტრი. გადახურვების ფერმების ქვემო ნაწილამდე) მქონე ხიდური ამწეებით, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ჩვეულებრივი საქარხნო-სამრეწველო უენობებისაგან.

ერთსართულიანი უენობების კონსტრუქციულ სქემაში შედის სვეტები, ამწისქვეშა ძელები, ნივნიქვეშა ფერმები, გადახურვების ძელები ან ფერმები და ზეწრები, პანელები. სვეტები შეიძლება იყოს რკინა-ბეტონის ან ფოლადის. ეს სვეტები უენობის განივი მიმართულებით ურთიერთდაკავშირებულია ძელებით ან სახურავის ფერმებით. სვეტებს აყენებენ ცალკეულ ასაკრებ ან მონოლითურ რკინა-ბეტონის საძირკვლებზე. ვარდა ჭიქის ტიპის ასაკრები საძირკვლებისა, სვეტებს აერთებენ საძირკვლებთან ჩატანებული ელემენტებით და ამავრებენ ანკერჭანჭიკებით. აქ მოითხოვება მაღალი სიზუსტის გომდეზიური დაკვალვების შესრულება. სვეტებს აქვს ფოლადის ჩატანებული ელემენტები, რომელთაც მიადლებენ ძელებს ან სახურავის ფერმების ქვემო ნაწილებს, ამწისქვეშა ძელებს და სხვა საჭირო ტექნოლოგიურ მოწყობილობებს. ამწისქვეშა ძელებად იყენებენ რკინა-ბეტონის ასაწყობი ტესებრი ან ორტესებრი კვეთილების წინასწარდაძაბულ ძელებს (ნახ. 1), რომლის ელემენტებია: 1—ფოლადის ზესაღები ძელების დასამავრებლად; 2—კონსოლში ჩატარებული ფოლადის დეტალი; 3—ძელში ჩასატანებელი ფოლადის დეტალი; 4—სვეტში ჩასატანებელი ფოლადის დეტალი; 5—ბეტონით ამოვსება.

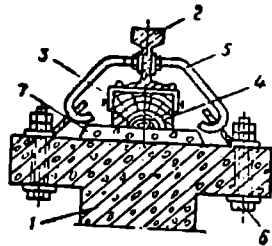
ამწისქვეშა ძელების 1 პაკეტზე, რომელშიც შედის შევლერი 3 და ხის ძელი 4, აწყობენ ამწისქვეშა ლიანდაგს 2 (ნახ.2), რომელიც ემაგრება ძელებს ჰანჯიკებით 6. (2) ნახაზზე წარმოდგენილი სქემის ელემენტებია:

1—ამწისქვეშა ძელი; 2—რელსი; 3—საყრდენი შევლერი; 4—ხის ძელი; 5 — კაკვი; 6—ჰანჯიკი; 7—ბეტონის ხსნარი.

მრავალსართულიანი სამრეწველო შენობები უმრავლეს შემთხვევაში კარკასულია. ასეთი შენობების კონსტრუქციული ელემენტებია: სვეტები, რიგელები, გადახურების წიბოვანი პანელები, კედლების პანელები და კიბის უჯრედების ელემენტები. სართულების სიმაღლეები მიღებულია 6; 4,8 და 3,6 მ; პირ-



ნახ. 10.6.1.1.



ნახ. 10.6.1.2.

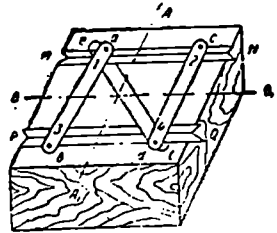
ველი სართულის სიმაღლე შეიძლება იყოს 7,2 მ. დიდი მაღლების მქონე საამქროების მშენებლობის დროს იყენებენ ფოლადის კარკასებს, რომელთა კონსტრუქციული სქემები არ განსხვავდება რკინა-ბეტონის სქემებისაგან. ფოლადის სვეტებს აქვს ბუნიკები, რომლებიც საძირკველზე მაგრდება ანკერ-ჰანჯიკებით, და სიმაღლეში მუდმივი ან განივი კვეთილობები. სვეტები შეიძლება იყოს მთლიანი ან გისოსებიანი. კარკასის შემკვერელ ძელებს აკეთებენ ორტესებრს ან შევლერს. მრავალსართულიანი სამრეწველო შენობების კარკასი შედგება სვეტებისაგან და ძელური ან არაძელური სართულთშორისი გადახურებისა და ფენილებისაგან.

10. 6. 2. ნახევარბაზის სვეტების საძირკვლების გასაზღვრის დროს გეოდეზიური ხაზშეღობა

აქ საჭიროა პირველ რიგში ანკერ-ჰანჯიკების დაყენებისათვის დაკვალების შესრულება ანკერ-ჰანჯიკებს ატანენ ასაკრებ ან მონოლითურ საძირკვლებში, რათა მათზე დაყენებულ იქნეს ფოლადის სვეტები. ანკერ-ჰანჯიკებით ხდება სვეტების გეგმური ფიქსირება და იღებენ საყრდენ მომენტებს. ანკერ-ჰანჯიკების ზუსტი განლაგება ხდება კონდუქტორების საშუალებით, რომლებიც წარმოადგენენ ლითონის ხისტ ჩარჩოს ნახვრეტებით ანკერ-ჰანჯიკების გასაყრელად. სვეტების საპროექტო სასიმალო მდებარეობა ისაზღვრება საძირკვლის

მოპირკეთებული ზედაპირიდან. ანკერ-ჰანჭიკების დაყენებისათვის კონდუქტორის გამოყენება ნაჩვენებია (1) ნახაზზე.

ვთქვათ, საჭიროა მონოლითურ რკინა-ბეტონის საძირკველზე დაყენებულ იქნეს 1, 2, 3, 4 ანკერ-ჰანჭიკი. ამ ჰანჭიკების ღერძებს შორის საპროექტო მანძილების დაცვის მიზნით MN და PQ შევლერებს ან კუთხოვანას ამ აგრეპენ ყალიბის ხოკერს (მილს) AA_1 და BB_1 დაკვალებითი ღერძების შესაბამისად, ანუ ისე, რომ შევლერის ან კუთხოვანის ღერძი განლაგებული იყოს AA_1 ღერძის პერპენდიკულარულად, და BB_1 ღერძიდან კი — საპროექტო მანძილებზე. ამ პირობას უზრუნველყოფს ab და cd ლითონის ფირფიტები, რომელთაც აქვთ ნახერტები ანკერ-ჰანჭიკებისათვის. ცალკეულ შემთხვევებში კონდუქტორის სიმტკიცის გაზრდის მიზნით დიაგონალურად აყენებენ ef ფირფიტას.



ნახ. 10.6.2.1.

ანკერ-ჰანჭიკი ზემო ნაწილში დაკუთხვილია, რითაც შეიძლება ამ ჰანჭიკის დაყენება საპროექტო სიმაღლეზე. ცხადია, ყველა ანკერ-ჰანჭიკის ზემო თავები უნდა იყოს პორიზონტულად, რაც თვალთ მოწმდება საძირკველს დაბეტონების დროს შეიძლება დაირღვეს საპროექტო პორიზონტულობა, რაც დაუყოვნებლივ უნდა შესწორდეს. შემდეგ შევლუები, ფოლადის ფირფიტები და ჰანჩები უნდა მოიხსნას და გადატანილ იქნეს საძირკველის საჭირო ადგილას. ანკერ-ჰანჭიკების დაყენების შესახებ აღგენენ შესრულებითს სქემას დაყენებაამდე და დაყენების შემდეგ. სქემაზე ნაჩვენებია უნდა იყოს გადახრები გეგმასა და სიმაღლეში. სქემას თან ერთვის ჰანჭიკებისა და სვეტის ძირის ბეტონის ზედაპირის ნიშნულები. ვინაიდან საჭიროა სვეტების გეგმაში დიდი სიზუსტით დაყენება, უნდა ვეცადოთ, რომ საძირკველზე სვეტების საპროექტო ღერძების დატანის დროს თეოდოლიტის დაცენტერისა და რედუქციის შეცდომები უდრიდეს ნულს.

10. 6. 3. სვეტების დასაყენებლად საძირკველების გამზადებისათვის დაკავალვები

ცნობილია, რომ სვეტების დაყენების სიზუსტე დამოკიდებულია საძირკველების საყრდენი ზედაპირების დამზადების ხარისხზე.

საძირკველებზე სვეტების დაყენება ხდება ქვემოთ მოყვანილი ერთ-ერთი წესით:

1. სვეტების ძირამდე საპროექტო სიმაღლეზე დაბეტონებულ საძირკველზე ცემენტის ხსნარის დასხმის გარეშე;
2. საძირკველებში ჩაბეტონებულ და შემოწმებულ ლითონის დეტალებზე, რომლებიც დაყენებული არიან საპროექტო სიმაღლეზე და საბოლოო შემოწმების მიხედვით ხდება ბეტონის ხსნარით გასწორება;
3. ადრე დაყენებულ (საძირკველში ჩატანებულ), შემოწმებულ და ბეტონის ხსნარით შესწორებულ ფოლადის საყრდენ ფილებზე.

პირველი ხერხით სვეტების დაყენება მოითხოვს კონსტრუქციის მაღალი სიზუსტით დამზადებას და შესაბამისად საძირკვლის ზედაპირის ბეტონის საგებით უზრუნველყოფას. სვეტის ღეროს გრძივი ღერძი უნდა იყოს მართობი საყრდენი ფურცლის სიბრტყისადმი. ამისათვის კი საჭიროა დამზადებული იყოს სვეტი დადარული ტორსებით და ანათვალი საყრდენი ფილებით. საძირკვლების ზედაპირები უნდა იყოს გლუვი და სრულიად ჰორიზონტული, რადგანაც ოდნავი მისი დახრა იწვევს სვეტის ზედანას დიდ დახრას.

მეორე ხერხით სვეტის დადგმისათვის საძირკვლის ზედაპირის ჰორიზონტულად დაყენებისათვის საძირკველს აბეტონებენ სვეტის ბუნიკის საპროექტო ნიშნულზე 250—300 მმ დაბლა; შემდეგ ნიველირით აყენებენ საყრდენ დეტალებსა და ჩასატანებელ ნაწილებს, როგორცაა შევლერები, ორტესებრი კოჭები, რკლები და სხვა, ისე, რომ მათი ზედა სიბრტყის ნიშნული საძირკვლის საპროექტო ზედაპირის ნიშნულის ტოლი იყოს. საძირკველში ჩატანებულ ნაწილებზე ნიშნავენ სვეტების გრძივ და განივ ღერძებს, საძირკვლების დაბეტონება ხდება 40—50 მილიმეტრით დაბლა საყრდენი დეტალების ზედანასთან შედარებით. საბოლოოდ შემოწმებისა და ანეკრ-ჰანჭიკებით სვეტების დამაგრების შემდეგ მათ ქვეშ ასხამენ ცემენტის ხსნარს. ბუნიკის ზედაპირი უნდა იქნეს დამზადებული ქარხანაში ზუსტად სვეტის ღერძის მართობულად.

მესამე ხერხით სვეტის დაყენებისათვის საძირკველს აბეტონებენ 50—60 მმ ფილის ძირის საპროექტო ნიშნულზე დაბლა, შემდეგ მასზე აყენებენ სვეტის საყრდენ ფილას ანათალი ზემო ზედაპირით. ფილას აყენებენ საპროექტო მდებარეობაში ისე, რომ მასზე დატანილი კაწრულები შეუთავსდეს დაკვალვითი ღერძების კაწრულებს, რომლებიც ადრე არიან აღნიშნული ბეტონში ჩატანებულ კავებზე. სიმადლეში ფილის დაყენება ხდება სამი ამწევი ხრახნით ისე, რომ მისი სიბრტყე გადიოდეს სვეტის ბუნიკის საყრდენ სიბრტყეში. ფილის დაყენების შემდეგ მის ქვეშ ასხამენ ცემენტის ხსნარს. სვეტს აქვს დადარული ტორსი, რის გამოც აღარ არის საჭირო სვეტის სწორად დაყენების გასინჯვა.

საერთოდ, დამაგრებამდე და საკონტროლოდაც სვეტების ვერტიკალობას ამოწმებენ ორი ან ერთი მძიმე შვეულით, მისი ზონარი უნდა იყოს პარალელური სვეტის გვერდითი წახნაგების. იგივე შემოწმება შეიძლება ორი თეოდოლიტით, რომლებსაც აყენებენ. სვეტების ურთიერთმართობი მიმართულებითი თეოდოლიტის ჰოგრის ძაფთა გადაკვეთას უთავსებენ სვეტის ძირზე აღნიშნულ კაწრულას და შემდეგ დინჯად ამოძრავებენ ჰოგრს სვეტის ზემო ნაწილზე დანიშნული კაწრულის დონემდე. მანძილი ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილსა და კაწრულას შორის იქნება სვეტის გადახრა საპროექტოდან. ეს გადახრა სვეტის დამაგრებამდე შეიძლება შესწორდეს ლითონის ფირფიტების სვეტის ბუნიკის ქვეშ დაფენით.

მონტაჟის დაწყებამდე ხდება მონტაჟისათვის საჭირო სამშენებლო სამუშაოების შესრულების სრულყოფილობის შემოწმება. მემონტაჟეები სინჯავენ გეგმური და სასიმაღლო საფუძვლის სისწორეს იმ თვალთახედვით, რომ ამ წერტილებთან კარგად იხილებოდეს სამონტაჟო ადგილები და არიან თუ არა ეს წერტილები საიმედოდ დამაგრებულები. საძირკვლებზე არის თუ არა დატანილი სწორად სვეტების გრძივი და განივი ღერძები, საპროექტო ღერძების მიმართ სწორად არის თუ არა დაყენებული ანეკრ-ჰანჭიკები, როგორც გეგმუ-

რად, ისე სიმაღლეში. შემოწმების შედეგები შეაქვთ საძირკვლების საერთო გეგმაში.

საძირკვლების დასაშვები გადახრები საპროექტო ზომებიდან არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგ ოდენობებს:

საყრდენის ზედაპირის გადახრა, როცა უშუალოდ ზღვბა დაყრდნობა საძირკვლის ზედაპირზე ხსნარის შემდგომში დასხმის გარეშე:

სიმაღლეში _____ ± 5 მმ,
 ქანობი _____ 1:1000,

საყრდენი დეტალების ან საყრდენი ფილის ზედაპირის გადახრა:

სიმაღლეები _____ $\pm 1,5$ მმ,
 ქანობი _____ 1:1500,

ანეკრ-ჰანჭიკების ძვრა, რომლებიც განლაგებული არიან კონსტრუქციის საყრდენების შიგ _____ ± 5 მმ.

ანეკრ-ჰანჭიკების "სიგრძეების" გადახრები, რომლებიც გამოდიან " გარეთ _____ ± 10 მმ.

საყრდენის ზემოთ _____ $+20$ მმ,

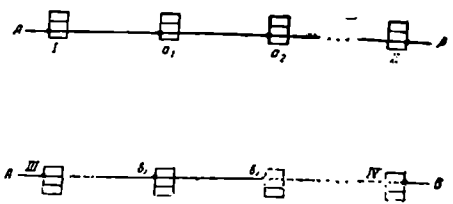
ანეკრ-ჰანჭიკის დაკუთხვის სიგრძეში გადახრა _____ $+30$ მმ.

10. 6. 4. ამწისქვეშა ძელები მონტაჟის დროს გამოდვიური სამუშაოები

ამწისქვეშა ძელები ეყრდნობა სვეტების კონსოლებზე ან ამწისქვეშა შტოებს. ძელების ზემოთ აწყობენ ამწისქვეშა რელსებს, რომლებიც მზადდება კვადრატული ფოლადისაგან ან სპეციალური პროფილის ფოლადისაგან. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნორმალური ლიანდაგის რკინიგზის რელსი. ამ ძელებს აყენებენ ქვესაღებებზე და დროებით ამაგრებენ სვეტის საბრჭყენზე ოვალურხერტებიანი საგებების საშუალებით. ამწისქვეშა ძელები და ნივნიქვეშა ფერმები შედიან სამრეწველო საამქროს შემადგენლობაში და ეწყობა მთელი შენობის მონტაჟის თანადროულად.

ამწისქვეშა ძელების დაწყობამდე, მაგალითად, AA და AB ღერძების შესაბამის ძელებზე ტორსული სვეტების I—II და III—IV კონსოლებზე ნიშნავენ ძელების გრძივი ღერძების მდებარეობებს (ნახ. 1).

ამას აღწევენ სვეტების შიგა წახნაგებიდან ამწისქვეშა ლიანდაგის ღერძამდე საპროექტო ზომების გადაზომით. ამწისქვეშა ლიანდაგის გრძივი ღერძებს შორის მანძილები უნდა გაიზომოს. თეოდოლიტს აყენებენ I და III წერტილებზე და უმიზნებენ რა II და IV წერტილებს, გადააქვთ შესაბამისი ღერძები სვეტების ყველა საყრდენ სიბრტყეზე და ნიშნავენ გასწვრივობის a_1, a_2, \dots და b_1, b_2, \dots წერტილებს. ამის შემდეგ ზომავენ d მონაკვეთებს გასწვრივობის წერტილებიდან სვეტების შიგა წახნაგებამდე (ნახ. 2).

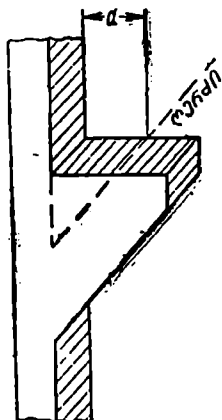


ნახ. 10.6.4.1.

განზომებს აწერენ საღებავით შესაბამის სვეტებს.

სიმაღლეში ძელების წინასწარ დასაყენებლად სარგებლობენ სვეტების კონსოლების საყრდენი სიბრტყეების და სვეტებზე აღნიშნული ნულოვანი კაწრულების ნიველობის მასალებით. კონსოლებისა და სვეტების წვეროების გამოთვლილი ნიშნულებით ადგენენ პროფილს მსხვილ მასშტაბში. ამ პროფილზე აღნიშნავენ საშუალო ჰორიზონტს, რომელზეც იქნება ამწისქვეშა ლიანდაგის მდებარეობა. დადგენილი საშუალო ჰორიზონტის საფუძველზე დგინდება კონსტრუქციის საძირკვლებზე დასაყენი ქვესადგებების სისქეები.

ამწისქვეშა ძელებს დააყენებენ ძირითადი კარკასის დაყენებისა და ამწისქვეშა ძელების მალეების მონტაჟის შემდეგ. სიმაღლეში ამწისქვეშა ძელების სა-



ნახ. 10.6.4.2.

კონტროლოდ სარგებლობენ სვეტების წახნაგების ქვემო ნაწილზე დატანილი კაწრულეების ნიშნულებით. ამ კაწრულებიდან აწარმოებენ ფოლადის რულეტით სვეტებზე ნიშნულების დატანას. ათვლების გაადვილების მიზნით ნიშნულები უნდა იყოს 1 ან 0,5 მ ჯერადები და უნდა სცდებოდეს რელსის თავს ზემოთ 0,3—0,5 მ. ამის შემდეგ ამწისქვეშა ლიანდაგის უბნის შუაზე არჩევენ ადგილს ნიველირის დასაყენებლად ისე, რომ ეს დონე იყოს ამწისქვეშა ძელის დაწყობის დონეზე მაღალი. 200 მეტრზე უგრძეს სანიველო სელებს ყოფენ ისე, რომ 100 მეტრზე მეტი არ იყოს მანძილები ნიველირიდან ლარტყამდე. ნიველირის დასაყენებლად აკეთებენ მონიველის ფიცარანაგისაგან დამოუკიდებელ ფიცარანაგს, რომ ნიველობის დროს ხელი არ შეგვეშალოს და არ ირხეოდეს ნიველირი. სანიველო ლარტყა უნდა იყოს ორ-

შაგი, შედარებით მოკლე ლარტყას აყენებენ ყოველი კონსოლის ძელზე. აგრეთვე ანიველებენ ყოველი სვეტის წახნაგის კაწრულებს.

ამწისქვეშა ძელების შემოწმების შემდეგ ადგენენ კონსოლებზე მათი განლაგების სქემას და უჩვენებენ გადახრებს ამწისქვეშა ძელების ზემო ნაწილის საბოლოოდ დადგენილი დონიდან.

10. 6. 5. ამწისქვეშა რელსების მონტაჟის დროს გეოდეზიური საშუაოვაბი

ამწისქვეშა ძელების ადგილზე დამაგრების შემდეგ იწყებენ ამწისქვეშა რელსების დალაგებასა და დამაგრებას. ლიანდაგის ერთ მხარეს (რელსების ერთი ძაფის) საპროექტო მდებარეობაში ალაგებენ თეოდოლიტით და შვეულთ, ხოლო მეორე მხარეს აგებენ პირველისაგან მალის გადაზომვით. უმრავლეს შემთხვევაში რელსებს საბოლოოდ დამაგრებენ მასზე საცდელად ამწე ხიდის გატარების შემდეგ. რელსების ლერძების დაკვალვის ერთ-ერთი ხერხი ილუსტრაცია მოყვანილია (1) ნახაზზე.

ვთქვათ, რომ მალის $AB \parallel$ ლერძი დამაგრებულია შენობის შიგ. საჭიროა ამწისქვეშა B ძელზე დავნიშნოთ ამწე ხიდის რელსის ლერძი. ამ მიზნით ქვემოთ

აგებენ AB ღერძის სწვრივ ab ხაზს ისეთ i მანძილზე, რომ ab ხაზზე გატარებული ვერტიკალური სიბრტყე ვალიოდეს a' , b' წერტილებზე, ანუ არმატურის ღეროებზე, რომლებიც მიმაგრებული არიან ამწისქვეშა ძეგლებზე. ზემოთ d მინაზომების გატანით მიღებული გასწვრივობის ხაზით ისაზღვრება ამწისქვეშა რელსის საპროექტო ღერძის მდებარეობა. ლიანდაგის შეორე მარის (შეორე ძაფის) მდებარეობას საზღვრავენ რულეტით მალების გადაზომვით ისე, რომ მხედველობაში იყოს ადრე განსაზღვრული ჩაკიდულობა. გადაზომვა სჯობს შევასრულოთ ხის შაბლონით და რულეტით არაკიდულად. რულეტის სიგრძე როდესაც ნაკლებია ძალზე, მაშინ ხისტად აერთებენ ორ რულეტს და ისე ხმარობენ. ჩაკიდულად გადაზომვის შემთხვევაში ჩაკიდულობის შესწორების ოდენობას ანგარიშობენ (7.2.5.4) ფორმულის ანალოგიით, რომელიც გადაზომვებისათვის იქნება

$$+ \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{S}, \quad (10.6.5.1)$$

ანუ რელსებს შორის l მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$l = S + \frac{8}{3} \frac{f^2}{S}, \quad (10.6.5.2)$$

სადაც S არის საზომის ნომინალური სიგრძე;

f — ჩაკიდულობის ისარი, რომლის ოდენობის განსაზღვრა ახსნილია (7.2.5) პარაგრაფში.

ცალკეულ შემთხვევაში ამწისქვეშა ლიანდაგების სიგანეს საზღვრავენ შვეულულების გამოყენებით, ამისათვის ლიანდაგების ღერძების მართობულად აკრავენ კონსოლისებურად ძეგლებს და

მათ ტორსებზე a_1 და a_2 წერტილებში კიდებენ მძიმე შვეულებს (ნახ. 2). შვეულების ტვირთებს უშვებენ ხის დროებით საფენს ქვეით მოთავსებულ ბლანტე სითხიან კურკელში და A და B წერტილებს შორის ზომავენ მანძილს. რელსებს შორის მანძილი l გამოითვლება

$$l = AB + d_1 + d_2, \quad (10.6.5.3)$$

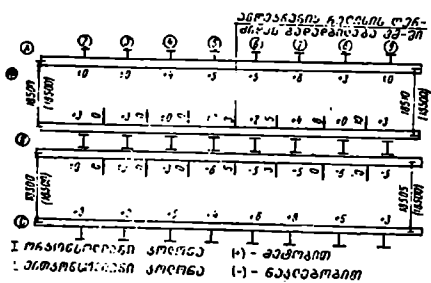
სადაც d_1 და d_2 არის მილიმეტრებიანი სახაზავით გაზომილი მანძალები შვეულის ზონაჩიდან ამწისქვეშა ძეგლების ღერძებს, ანუ რელსების ღერძებს, შორის.

აწვისქვეშა მოწყობილობების მონტაჟის დროს მიღებულია ასეთი დაშვებები მშ-ში:

- ამწის ხიდის სასკლი ურიკას ლიანდაგის სიგანეში:
 - 20,5 მეტრამდე სიგანის ლიანდაგის შემთხვევაში ± 3;
 - 20,5 მეტრზე მეტი სიგანის ლიანდაგის შემთხვევაში ± 5;
- ამწისქვეშა რელსების ღერძების შორის სიგანეში ± 5;
- ამწისქვეშა ძელის მიმართ რელსის ღერძის გადაადგილება ± 15
- მაღის ერთ განივკვეთში ურთიერთგადახრა ამწისქვეშა ძელების თავების ნიშნულებს შორის:
 - საყრდენებზე ± 10
 - მაღში ± 15

- ამწისქვეშა ძელის, ფერმისა და ტორსების სიბრტყეებს შორის შენობის კარკასის ძელების სიგრძეებში გადახრები:
 - ლითონის, რომლის სიგრძეა 8001 — 10 000 მმ ± 9
 - 10000 — 15 000 „ ± 10
 - 15000 — 20000 „ ± 11
 - 20000 და მეტი „ ± 12
- რკინა ბეტონის ± 10

ამწისქვეშა ძელების ადგილზე გასწორებისა და ამწისქვეშა ძელების მონტაჟის შემდეგ აღგენენ დამონტაჟებული ამწისქვეშა მოწყობილობების გეგმური



ნახ. 10.6.5 3.

და სასიმალო მდებარეობის სქემას, რომელსაც უდგენენ კომისიის სამონტაჟო სამუშაოების ჩაბარების დროს. ასეთი სქემის ნიმუშია (3) ნახაზი.

სქემაზე ფრჩხილებს შორის რიცხვები ნიშნავს საპროექტო ზომებს. A და B ღერძებზეა ერთკონსოლიანი, ხოლო B რიგზე—

ორკონსოლიანი სვეტები. ციფრები ნიშნავს A, B, C ღერძებიდან ამწისქვეშა რელსის გადაადგილების ოდენობას მილიმეტრებში, ხოლო +ნიშნავს მეტობას და — ნაკლებობას.

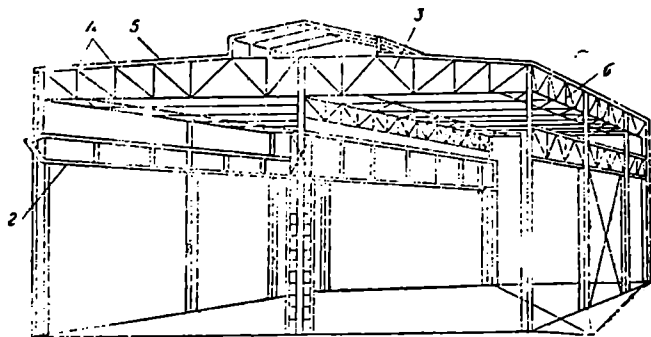
10. 6. 6. გეგმური სამუშაოები ფარეგის მონტაჟის დროს

სამრეწველო შენობის ფოლადის კარკასის საფუძველს წარმოადგენს სვეტები 1, რომლებზეც აწყობენ ამწისქვეშა ძელებს 2 (ნახ.1).

ფერმები წარმოადგენენ ერთ-ერთ ძირითად ტვირთმზიდავ კონსტრუქციას, რომელთაც იყენებენ დიდი მძიმების მქონე შენობების მშენებლობაზე. ჩვეულებრივ, სამრეწველო შენობების მძიმე მძიმეობა 3 მეტრის ჯერადობით. როგორცაა 12, 15, 18... 36 მ. გამოიყენება სამკუთხა, პოლიგონისებური და სწორი ქამრებიანი ფერმები. უფრო გავრცელებულია უკანასკნელი საამქროს მძიმეობას ხურა-

ვენ ნიენივა ფერმებით 3, რომელთა შორის გრძივი მიმართულებით მანძილებს უწოდებენ ნი ე ნ ი ვ ა ფ ე რ მ ე ბ ი ს ბ ი ჯ ს. ბიჯები მიღებულია 6 მეტრის ჭერადი რიცხვები, როგორცაა 6, 12, 18, 24 მ. ნიენივა ფერმების ზემო სარტყლების კვანძებში ამაგრებენ შევლერის ან ტესებრი კვეთის ზღურბლებს 4, რომლებზეც ეწყობა სახურავი 5. ნიენივა ფერმები უშუალოდ ეყრდნობა სვეტების თავებზე, რითაც იქმნება საამქროს განივი ჩარჩო.

12 მ და მეტი ბიჯის მქონე ნიენივა ფერმების გამოყენების დროს, როცა შუალედი ნიენივა ფერმები ვერ ეყრდნობა უშუალოდ სვეტებს, აყენებენ ნიენიკვეშა ფერმებს 6. ეს ფერმები ეყრდნობა სვეტების თავებს და ლაგდება



ნახ. 10 6.6 1.

სვეტების მწყრივების გრძივ გასწვრივობაში. ნიენიკვეშა ფერმების მალის ტოლია საამქროს სვეტის ბიჯისა.

ფერმების მონტაჟისათვის საჭიროა სვეტების თავებზე დაინიშნოს ღერძები, რისთვისაც ვერტიკალურად დაყენებული სვეტების მწყრივის პირველ და უკანასკნელ სვეტის თავზე ნიშნავენ ცენტრებს. შემდეგ ერთ-ერთ განაპირა სვეტზე უშტატივოდ ცენტრავენ თეოდოლიტს და იღებენ ორიენტაციას მეორე განაპირა სვეტის ცენტრზე, რაც საშუალებას მოგვცემს სვლით ჩვენსკენ ყველა სვეტზე დაინიშნოს ღერძები. როცა განაპირა სვეტებს შორის მანძილი არ არის დიდი, მაშინ უშუალოდ სვეტებზე ღერძების დანიშვნა შეიძლება განაპირა სვეტებზე გაკიმიული, მავთულზე დაკიდებული შეველუების საშუალებით.

დამონტაჟებული ფერმების შემოწმებით უნდა დადგინდეს ფერმის ქვედა სარტყლის ჰორიზონტულობის და ფერმის სიბრტყის ვერტიკალურობის სისწორე. ფერმის ქვედა სარტყლის ჰორიზონტულობა მოწმდება ფერმის საკვანძო წერტილების ნიველობით, წრფიულობა კი საყრდენ წერტილებს შორის მავთულის დაჭიმვით; ქვედა სარტყლის ჩალუნვის ოდენობა უნდა იყოს მალის 1:1 500, მაგრამ არა უმეტესი 10 მმ.

ფერმის ვერტიკალურობა, ანუ ვერტიკალური სიბრტყიდან ფერმის მალის შუა ზემო კვანძის გადახრა მოწმდება შეველის საშუალებით. გადახრის სიგრძე იზომება მილიმეტრებიანი სახაზავით, რომლის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ფერმის სიმაღლის 1:250. ანალოგიურად ხდება ინსტრუქციის შესაბამისად საჭირო შემოწმების შესრულება და შესრულებითი სქემის შედგენა.

**გეოდეზიური სამუშაოები სამრავლო
მოწყობილობების, ბრძედებისა და ცემენტის
ღუმლების კონსტრუქციებისა და გალღვი ფენობების
მონტაჟის დროს**

**10. 1. გეოდეზიური სამუშაოები სამრავლო მოწყობილობების
მონტაჟის დროს**

სამრეწველო და ტექნოლოგიურ მოწყობილობებს უმთავრესად აყრდნობენ რკინა-ბეტონის საძირკვლებზე. მოწყობილობები ემაგრება საძირკვლებს სხვადასხვა კონსტრუქციის ანკერ-ჰანჭიკებით; ჰანჭიკების ჩატანება ბეტონში, ხდება დაბეტონების დროს ან კიდევ დაბეტონების დროს სტოვებენ ჰეებს, რომლებშიც ბეტონის გამაგრების შემდეგ ათავსებენ ანკერ-ჰანჭიკებს და საპროექტო მდებარეობაზე მათი დაყენებისთანავე დაბეტონებენ.

მოწყობილობის სამონტაჟო საძირკვლებს მემონტაჟეები იღებენ მშენებლებისაგან, ამ დროს დასაშვები გადახრები მილიმეტრებში არ უნდა აღემატებოდეს:

საძირკვლების ძირითად ზომებში გეგმაზე	± 30
საძირკვლის ზედაპირის სიმაღლეში ხსნარის დამატების სიმაღლის ალურიცხავად	± 30
გეგმაში საფეხურების ზომაში	± 20
გეგმაზე საანკერო ჰეების კვეთილობების	± 20
საფეხურების სიმაღლეები თხრილებსა და ჰეებში	± 20
ანკერ-ჰანჭიკების ლერძების ზომებში გეგმაში	± 5
ჩასატანებელი ანკერმოწყობილობის გეგმაში	± 10
ანკერ-ჰანჭიკების ზედა ტორსების სიმაღლეების	± 20

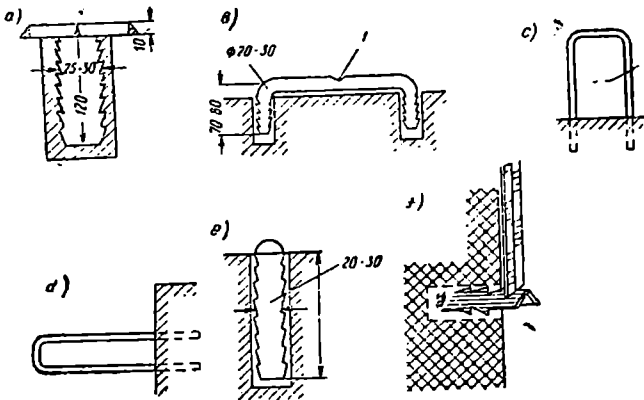
ანკერ-ჰანჭიკების ზომები და მათი ჩაბეტონების ხერხები უნდა ეწერებოდეს მოწყობილობების სამუშაო ნახაზებზე. თანამიმდევრობით გავეცნოთ განხილად სამუშაოებს.

A. ხაჩიკვლავზე ლერძების დაზარების ნიშნები. ხაჩიკვლავის მიღება

მონტაჟისათვის საჭირო საძირკვლებზე დაკვალული უნდა იქნეს მთავარი ლერძები. ლერძების ფიქსაციას აკეთებენ საძირკველში ჩატანებულ ნიშნებზე. ნიშნებად იყენებენ ლითონის მანჭვალს, ნაჭედ ლურსმანს, კავებს, მარკებს. ლითონის ფირფიტებს და სხვა (ნახ. 1). ამ ნიშნებს იცავენ სამონტაჟო სამუშაოების დამთავრებასა და ჩაბარებამდე. მათ იყენებენ კონსტრუქციის ჰორიზონტულად და შვეულად გადაადგილების საკონტროლოდ და აგრეთვე გამოიყენება გეგმურ და სასიმალო საფუძვლად ტექნოლოგიური მოწყობილობის მონტაჟის დროს.

შედარებით მტკიცეა მ ა რ კ ა (ნახ. 1^ა), რომელზეც მაგრდება მთავარი ლერძები; იგი წარმოადგენს რკინის ლეროს 25—30 მმ დიამეტრით; მისი სიგრძეა 120 მმ-მდე. ზემო ნაწილის ფართობის გაზრდის მიზნით მას ცხელ მდგო-

მარეობაში აბეტონებენ. მარკის თავი, რომელიც გამოდის ზედაპირზე, მრგვალი ფორმისაა, რათა იგი გამოვიყენოთ როგორც გეგმურ საყრდენად, ისე მარკად. მარკაზე ღერძის მიმართულებას ნიშნავენ ჯერისებრი ჭდეებით, ლოჯით ან კერნით წერტავენ 2 მმ ნაკლები დიამეტრით. მიმართულების დასაკვალავად იყენებენ კაეებს (ნახ.1^ბ), რომელიც წარმოადგენს მრგვალი ან რაიმე სხვა ფორმის ლითონის ღეროს, მისი სიგრძეა 250—300 მმ, კვეთი 20—30 მმ. კაეების ბოლოები ფხიანი და მოლუნულია და მტკიცედ არის ჩაბეტონებული. ამ კაეებზე მიმართულება ინიშნება კაწრულებით. კაეები ზედაპირიდან ამოწეული უნდა იყოს იმდენად, რომ შავთული, რომლითაც ხდება ღერძების ფიქსირება, არ ედებოდეს ბეტონის ზედაპირს. კაეები არის სხვადასხვა ფორმის: მაგალითად, (1^ა) და (1^ბ) ნახაზებზე მოცემულია ვერტიკალურად წაგრძელებული და პორიზონტულად წაგრძელებული კაეები. პირველს აყენებენ საძირკვლების ჩაღრმავებულ ადგილებში პორიზონტული ზედაპირის დონეზე; მეორეს კი—შენობის ვერტიკალურ კედლებზე. ამ უკანასკნელზე მოხერხებულია მთავარი დაკვალვითი ღერძის პარალელური ღერძების დანიშვნა. როგორც ცნო-



ნახ. 10 7.1.1.

ბილია, თვით მთავარი დაკვალვითი ღერძები იკვალება სამშენებლო ბადის საფუძველზე. ნიშნებზე რაიმე სხვა აღნიშვნის დანიშვნა აკრძალულია.

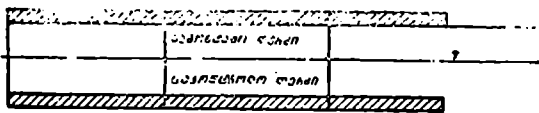
საძირკვლების სიმაღლეები ისაზღვრება (1^ა) და (1^ბ) სახის რეპერებიდან, რომლებიც ჩამაგრებულია თვით საძირკვლებში, სამონტაჟო ან შენობის ახლო კედელში მდებარე მუშა რეპერებიდან. ყველა რეპერი უნდა იყოს სწორ გეომეტრიულ კავშირში ძირითად სასიმაღლო საფუძველთან. შემოწმების დოკუმენტებია: 1. საძირკვლების საპროექტო და ფაქტობრივი ზომები; 2. საძირკვლების ზედაპირების საპროექტო და ფაქტობრივი ნიშნულები; 3. საძირკვლების ღერძების მიხედვით; 4. ჩატანებული ნაწილების საპროექტო და ფაქტო-

ბრივი ზომები და ნიშნულები; 5. ლერძებისა და რეპერების დამაგრებების განლაგებები.

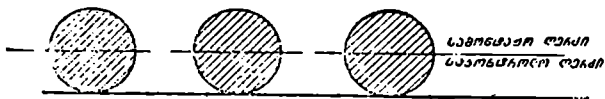
სამონტაჟოდ საძირკვლების მზადყოფნა ფორმდება სათანადო აქტით, რომელსაც უდგენენ სამშენებლო-სამონტაჟო ორგანიზაციას.

ბ. გეგმური გომღევიური ხაზუჟალი ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟისათვის

სხვადასხვა დანიშნულების ავტომატური ხაზების ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟისათვის საჭირო საგლინავი და სხვა სახის საამქროების ლერძების დაკვალეებს უყენებენ ძლიერ მალალ მოთხოვნებს. ასე მაგალითად, ფურცლოვანი მინის გახეხვისა და გაპირილებისათვის კონვეიერისა და დამუშავების ორი ხაზის ნატურაში აგება მთელ სიგრძეზე უნდა შესრულდეს არა უმეტეს 1,5 მმ გადახრით, ხოლო განივი კონვეიერების ლერძებს შორის სიგანეში შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 5 მმ. განსაკუთრებული ყურადღებითა და სიზუსტით უნდა შესრულდეს კონვეიერების მიმმართველი ლიანდაგების



ა)



ბ)

ნახ. 10.7.1.1'.

დაყენება, სადაც საპროექტო მდებარეობიდან გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,3$ მმ, ნებისმიერი სექციის სათავიდან ან ბოლოდან მანძილები ახლობელი კონვეიერის ლერძამდე საპროექტო მანძილებიდან არ უნდა აღემატებოდეს ± 10 მმ. ანალოგიური სიზუსტეა მოთხოვნილი საგლინავი მოწყობილობების დაყენების დროს, როცა მანქანებისა და კონსტრუქციების დაყენება ხდება ტექნოლოგიურ ხაზზე. მაგალითად, ტექნოლოგიურ ხაზზე მანქანის მდებარეობის გადახრა საპროექტოდან არ უნდა აღემატებოდეს ± 1 მმ. ამ მდგომარეობაში მანქანებისა და კონსტრუქციების გეგმური განლაგების სისწორე დამოკიდებულია გრძივ და განივ სამშენებლო ლერძებზე. პირობით ლერძებს ყოფენ ორ ჯგუფად, რომელთაც უწოდებენ: საკონტროლო და სამუშაო, ანუ სამონტაჟო, ლერძებს (ნახ. 1').

საკონტროლო ლერძია ის სამშენებლო ლერძი, რომლის მიხედვით აშენდა სამქროების შენობები. ამ ლერძებიდან შედარებით უფრო საპასუხისმგებლოები ნატურაში არის დამაგრებული ბეტონის მონოლითებით.

სამუშაო, ანუ სამონტაჟო, ლერძები დატანილია უშუალოდ რკინაბეტონის საძირკვლებზე მოწყობილობების დასაყენებლად. ეს ლერძები

დანიშნულია კაეებზე, მარკებზე ან ლითონის ფირფიტებზე, რომლებიც ჩატ-
ნებულია საძირკვლებში მათი დაბეტონების დროს.

სამონტაჟო ღერძებს არჩევენ საძირკვლების ნახაზების, მოწყობილობების
ნახაზების ურთიერთგანლაგების სქემების, ცალკეული კვანძებისა და ტექნოლო-
გიური სქემის გულდასმით შესწავლის საფუძველზე. მხედველობაში უნდა მი-
ვიღოთ, რომ სამონტაჟო ღერძი შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეგატების ექსპლუა-
ტაციის პერიოდში მათი მდგრადობის გასასინჯად; ამიტომ სამონტაჟო ღერძები
უნდა იყოს მდგრადი და მისი წერტილებიდან ელემენტები კარგად ჩანდეს.
(1) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ სამონტაჟო ღერძებად შერჩეულია აგრეგა-
ტების მიმმართველი ლიანდაგის ერთი ძაფის და ცილინდრული სახის აპარატე-
ბის მსახველზე გამავალი სამონტაჟო ღერძები, რომლებიც პარალელურია სამ-
შენებლო, ანუ საკონტროლო, ღერძებისა.

ვინაიდან ტექნოლოგიური ხაზების სიგრძეები შეიძლება იყოს დიდები.
მიღებულია, ზემოხსენებული საკონტროლო და სამუშაო ღერძების დაკვაღ-
ვები შესარულდეს სექციების მიხედვით.

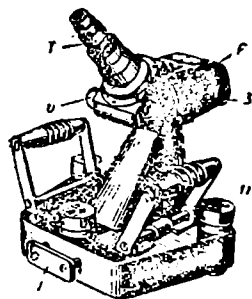
მაღალი სიზუსტით ღერძების დაკვაღვა სრულდება სხვადასხვა ხერხით.

• საკონტროლო და სამუშაო ღერძების დაკვაღვა სიზუსტით

ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟისათვის საკონტროლო ღერძე-
ბის ადგილზე დანიშნა შედარებით ადვილად ხდება ამ ღერძის გასწვრივობაში-
დაჭიმული მავთულით. ამ მავთულებიდან საძირკველში ჩამაგრებულ ნიშნებზე,
შვეულების შესაბამისად, ინიშნება კაწრულები, რითაც იღებენ სამუშაო ღერ-
ძებს. პრაქტიკულად დადგინდა, რომ ტექნოლოგიური ხაზების ამ ხერხით და-
კვაღვა ტლანკია, რადგანაც ღერძების სა-
პროექტოდან გადახრის საშუალო შეცდომა
აღწევს $\pm 3-5$ მმ. ამავე დროს დადგინდ-
იქნა, რომ სიზუსტე მნიშვნელოვნად გაიზრ-
დება, თუ ნაცვლად მავთულისა გამოყენებუ-
ლი იქნება ფოლადის წვრილი სიმი და
ოპტიკური მაგეგმილებელი ხელსაწყო, რო-
მელიც შექმნა მოსკოვის გეოდეზიური ინ-
სტიტუტის კოლექტივმა (ნახ. 2) და (ნახ. 3).

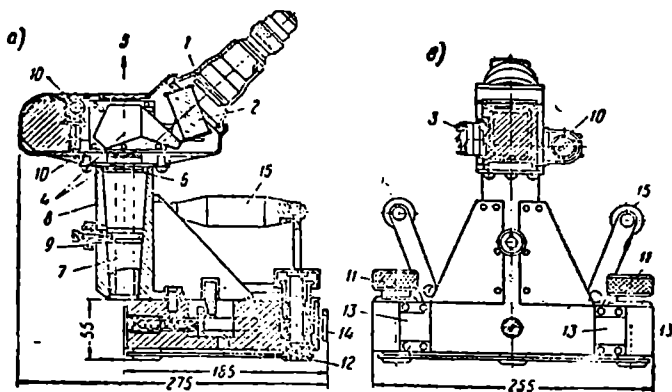
განხილავი ხელსაწყო (ОПП-2) წარმოად-
გენს დახრილი მდებარეობის შიგაფოკუსთ-
გაწყობიან სამიზნე ჰოგარს *T*, გამაღიდებლო-
ბა 18—20°. ამ ჰოგარის წინ მოთავსებულია
ოპტიკური მიკრომეტრის ბრტყელ-სწვრივი
ფირფიტა ((3) ნახაზზე 2), რომლის დოლით 3 შეიძლება მისი შებრუნება
მცირე კუთხით; დოლის 3 დანაყოფის საფასურია 0,05 მმ.

(3) ნახაზზე ნაჩვენებია (ОПП-2) ხელსაწყოს გრძივი ჰრილი (*a*) და
გრძივი ჰრილი (*b*). სამიზნე სხივი გაივლის რა ოკულარს, ობიექტივს 1 და
ბრტყელ-სწრივ ფირფიტას 2, ეცემა ბლოკ პრიზმას 4 და გარდატეხის შემდეგ
მიმართება დაჭიმული სიმისაკენ 5. (2) ნახაზზე ნაჩვენებია დამცავი ხუფი *F*,
რომლის ქვეშ განლაგებულია პრიზმების ბლოკის შემასწორებელი ხრახნები.



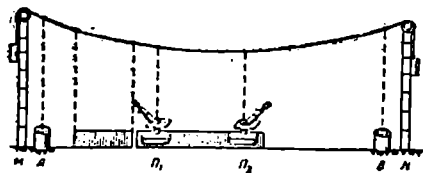
ნახ. 10.7.1.2.

ხელსაწყოს ვერტიკალურად დასაყენებლად მიმაგრებული აქვს ორი ცილინდრული თარაზო ν (2 ნახაზზე ჩანს მხოლოდ ერთი თარაზო, 3 ნახაზზე კი აღნიშნულია 10 რიცხვით). ხელსაწყოს აქვს სამი დამყენებელი ხრახნი 11, 6 არის თარო პრიზმების კოლოფის დასამაგრებლად; 7—კონუსური ღერძი; 8—



ნახ. 10.7.13.

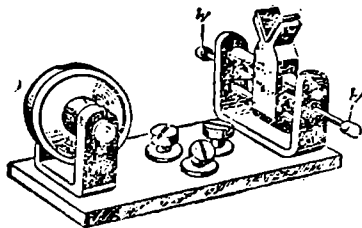
მილისი; 9—დამმაგრებელი ხრახნი; 10—თარაზო; 11—ამწვევი ხრახნები; 12—საქუსლე; 13—საკონტაქტო ფირფიტა; 14—ზამბარიანი საბრჭენი; 15—ტარი. ამ ხელსაწყოს გამოყენება შეიძლება საყრდენ გეოდეზიურ ნიშნებზე დასაყენებლად.



ნახ. 10.7.14.

N წერტილებში აყენებენ საჭირო სიმაღლის დგარებს, საბლოკო დაზგებით (ნახ. 5), რომლებიც დამაგრებულია დგარების მონტაჟისათვის საჭირო სიმაღლეებზე, უშვებენ სიმს, რომელიც დაჭიკულია ტვირთებით. სამონტაჟო ღერძის დამმაგრებელი საყრდენი A და B ნიშნების მილისებში უსადგამოდ აყენებენ ოპტიკური ხელსაწყოს კონუსურ ღერძს და დაზგის W ხრახნებით სიმს პორიზონტულად გადაადგილებენ მანამ, სანამ სიმის გამოსახულება არ მოხვდება ორივე ხელსაწყოს კოვრის ბისექტორში. სიმის დაყენების სისწორეს ამოწმებენ ხელსაწყოს 180° -ით უებრუნებით. მცირე ოდენობით სიმის გადახრის შემთხვევაში მის მდებარეობად უნდა მივიღოთ ორივე მდებარეობის საშუალო. ასე მოწმდება გეოდეზიის პერიოდში სიმის მდებარეობა დროგამოშვებით. ამდაგვარად დაყენებულ სიმს თვლიან სამონტაჟო ღერძის მდებარეობაში.

A და **B** საყრდენ ნიშნებს შორის, როცა დიდი მანძილი სამუშაო ღერძების კაწრულების დასანიშნავად ან მოწყობილობების დეტალების დასალაგებლად, მათზე აყენებენ II_1 და II_2 ხელსაწყოებს ისე, რომ მათი საკონტაქტო სიბრტყეები შეთავსებული იყოს სამუშაო ღერძებისადმი ან დალაგებული დეტალების წახნაგებისადმი. საჭიროებისამებრ მოწყობილობების დეტალებს აადგილებენ ჰოგარის მხედველობის არეში მიღებული სიმის გამოსახულებისადმი შეთავსებამდე. ცდებით დადგენილია, რომ 0,3 მმ დიამეტრის მქონე სიმი 200 მ მანძილზე 8 კგ დაჭიმვის შემთხვევაში დეტალების დაყენების ან ღერძების დაკვალვის საშუალო კვადრატული შეცდომა არ აღემატება $\pm 0,3$ მმ გაზომვის ცუდ პირობებშიც კი.



ფიგ. 10.7.1.5.

აწყობილი მოწყობილობების შესრულებითი აგეგმვა სრულდება თვით სიმებ-ოპტიკური ხელსაწყოთი, რისთვისაც ამ ხელსაწყოს ჰოგარის ორ მდებარეობაში მიკრომეტრის დოლით ზომავენ აწყობილი მოწყობილობების გადახრის ოდენობებს სიმიდან პირდაპირი და შებრუნებული სკალის შესაბამისად.

მუშაობის დროს დაჭიმული სიმი რომ არ ქანაობდეს და უძრავი იყოს, საჭიროა საამქროს ფანჯრები და კარები იყოს დახურული და ამწის მოძრაობა კი—მინიმუმამდე დაყვანილი.

განხილადი ხერხის უპირატესობა ის არის, რომ არართული ხელსაწყოების გამოყენების დროს იღებენ მაღალი სიზუსტის შედეგებს და მთელ უბანზე შეგვიძლია სამონტაჟო სამუშაოები შევასრულოთ ურთიერთდამოუკიდებლად. აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ მანქანებისა და კონსტრუქციების დაყენების სისწორის შემოწმების დროს ვერ ხერხდება დაჭიმული სიმის საპროექტო მდებარეობაში დაგეგმილება. ამ შემთხვევაში იყენებენ შემოწმების და ღერძების დაკვალვის ოპტიკურ ხერხს.

განხილადი მეთოდის ძირითადი დამოუკიდებელი შეცდომებია:

1. გამოსავალი მონაცემების შეცდომები, როგორცაა სამონტაჟო ღერძების დაკვალვის შეცდომები ($m_{\text{გაზომ}}$);
2. სამონტაჟო ღერძის გასწვრივობაში სიმის დაყენების შეცდომა ($m_{\text{განწყარ}}$);
3. ოპტიკური ხელსაწყოთი სიმის დაგეგმილების შეცდომა ($m_{\text{დაგეგმ}}$);
4. გარემოს გავლენის შეცდომები, როგორცაა სიმის რხევა ($m_{\text{რხევა}}$) და განათების ფაზების ($m_{\text{ფაზების}}$) შეცდომები.

სამონტაჟო ღერძის გასწვრივობაში სიმის დაყენება ხდება ოპტიკური მაგეგმილებელი ხელსაწყოთი. ვინაიდან სიმს ვაყენებთ უაღრესად გულდასმით, შეიძლება დავუშვათ, რომ

$$m_{\text{განწყარ}} = \frac{m_{\text{დაგეგმ}}}{\sqrt{2}}. \quad (10.7.1.1)$$

ოპტიკური ხელსაწყოთი სამონტაჟო პორიზონტზე სიმების დაგეგმილების შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$m''_{\text{ლაგამ. (88)}} = \frac{m''_{\text{ლაგამ}} h}{\rho''}, \quad (10.7.1.2)$$

სადაც $m''_{\text{ლაგამ}}$ არის დაგეგმილების საშუალო კვადრატული შეცდომა სეკუნდებში;

h — სიმის სიმაღლე ხელსაწყოდან (მმ).

ამვე დროს ცნობილია, რომ

$$(m''_{\text{ლაგამ}})^2 = (m''_{\text{ნიველობის}})^2 + (m''_{\text{შიხნების}})^2, \quad (10.7.1.3)$$

სადაც $m''_{\text{ნიველობის}}$ არის ნიველობის შეცდომა;

$m''_{\text{შიხნების}}$ — დამიზნების, ანუ ბისექტრისისადმი სიმის გამოსახულების შეთავსების, შეცდომა.

სამონტაჟო სამუშაოების პირობების მიხედვით შეგვიძლია მივიღოთ

$$m''_{\text{ნიველობის}} = 0,2 \tau'', \quad (10.7.1.4)$$

სადაც τ'' არის ხელსაწყოს ცილინდრული თარაზოს საფასური.

სიმზე დამიზნების შეცდომა ცოტა მეტი იქნება, ვიდრე მარკაზე დამიზნების დროს, რომლის ოდენობა საშუალოდ მივიღოთ

$$m''_{\text{შიხნების}} = \frac{30''}{G}, \quad (10.7.1.5)$$

სადაც $30''$ არის კრიტიკული კუთხის ნახევარი;

G — კოგრის გამაღიდებლობა

მაშასადამე,

$$m''_{\text{ლაგამ}} = \sqrt{(0,2 \tau'')^2 + \left(\frac{30''}{G}\right)^2} \quad (10.7.1.6)$$

როცა $m''_{\text{ლაგამ}}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა მოცემულია მონტაჟის პირობის შესაბამისად, შეგვიძლია მივიღოთ

$$m''_{\text{ნიველობის}} \approx m''_{\text{შიხნების}} = 0,2 \tau,$$

ე. ი. (6) დამოკიდებულების მიხედვით მივიღებთ

$$m''_{\text{ლაგამ}} = 0,2 \tau \sqrt{2},$$

საიდანაც

$$\tau = \frac{m''_{\text{ლაგამ}}}{0,2 \sqrt{2}},$$

ხოლო, რადგანაც (2) დამოკიდებულებიდან

$$m''_{\text{ლაგამ}} = \frac{m''_{\text{ლაგამ. (88)}} \cdot \rho''}{h},$$

დავეწერთ

$$\tau'' = \frac{m_{\text{ლაგამ. (22)}} \cdot \rho''}{0,2h\sqrt{2}} \quad (10.7.1.7)$$

თუ დავუშვებთ, რომ

$$m_{\text{ნივ}} \approx m_{\text{მან}} = \frac{30''}{G},$$

ანალოგიური მსჯელობით დავწერთ

$$G = \frac{30'' h \sqrt{2}}{m_{\text{ლაგამ. (22)}} \cdot \rho''} \quad (10.7.1.8)$$

(ОПП—2) ხელსაწყოში $\tau'' = 10''$; $G = 18^+$; $h = 5$ მ. ამ შემთხვევაში (6) და (2) დამოკიდებულებების გამოყენებით მივიღებთ

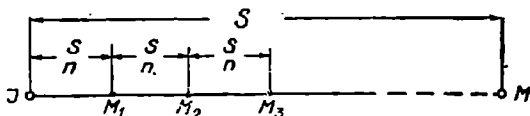
$$m_{\text{ლაგამ. (22)}} = \pm 0,06 \text{ მმ.}$$

განხილავი ხერხის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს სიმის განათება. მაგალითად, სიმის გვერდითი განათების დროს იქმნება ფ ა ზ ი ს გ ა მ ო შ ე ც დ ო მ ა, რომლის ზღვრულმა ოდენობამ შეიძლება მიაღწიოს სიმის d დიამეტრის მეოთხედამდე. ამ შეცდომას აღნიშნავენ $\Delta_{\text{ფ}}$ სიმბოლოთი. მაშასადამე, დავწერთ

$$\Delta_{\text{ფ}} = \frac{1}{4} d. \quad (10.7.1.9')$$

ბ. ღერძების დაკვალვა ოპტიკური ხეხით

როგორც ითქვა, ზოგჯერ დასაკვალავი ელემენტების ზემოთ გაჭიმული სიმის გამოყენება დიდ დაბრკოლებებს აწყდება. აწყობილი და შესამოწმებელი აგრეგატები ფარავენ შესამოწმებელ ღერძებსა და სიბრტყეებს და სიმს მათზე ვერ ვაგეგმილებთ. ამ შემთხვევაში უფრო მოხერხებულია ოპტიკური ხერხის გამოყენება. იგი ხასიათდება უნივერსალურობით და შეიძლება მიღებულ იქნეს, როგორც დამოუკიდებელი მეთოდი ტექნოლოგიური მოწყობილობების დასა-



ნახ. 10.7.1.6.

კვალავად. განხილავი მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ადგილზე დამაგრებული სამონტაჟო ღერძის ერთ-ერთი წერტილის I ცენტრზე აყენებენ თეოდოლიტს და მეორე ბოლოში საყრდენი მუდმივი ნიშნის M ცენტრზე — უმოდრაო საყრდენ მარკას (ნახ. 6). ამ წერტილებს შორის $IM = S$ მანძილს ყოფენ n ტოლ ნაწილად (იმ ანგარიშით, რომ S მანძილი დაიყოს დაახლოებით 20—50 მ მონაკვეთებად). ჭოგარს უმიზნებენ M წერტილს და $S:n$ მანძილზე IM გასწვრივობაში აყენებენ M_1 გადასაად-

გილებელ მარკას, რომლის ვერტიკალური და თარაზული ხრახნის საშუალებით ზუსტად ანიველებენ და პორიზონტულად ადგილებენ მარკის სამიზნეს, სანამ ის არ მოხვდება IM გასწვრივობაში, რასაც ადგილზე ნიშნავენ ან აყენებენ დასამონტაჟებელი მოწყობილობის სექციის ელემენტს. M_1 მარკას ხსნიან ქვესადგამიდან, მის ადგილას I წერტილიდან გადმოიტანენ და აყენებენ თეოდოლიტს, საიდანაც უმიზნებენ კოტრს M წერტილს და M_1M გასწვრივობაში $S:n$ მანძილზე M_2 წერტილში აყენებენ წინ გამოყენებულ მარკას, ზემოხსენებულის ანალოგიური მოქმედებით დანიშნავენ M_3 წერტილს ან დააყენებენ მოწყობილობის შემდეგი სექციის დეტალებს. ასე გრძელდება მთელი ხაზის დასარვა ან სექციების აწყობა ბოლო მონაკვეთამდე, ანუ n უბნამდე. ამიტომ განხილად მეთოდს უწოდებენ გასწვრივობის წერტილების, ანუ თანამიმდევრობით გასწვრივობის, მეთოდს.

განხილადი ხერხით მოწყობილობების დაყენების სიზუსტეზე ძირითადად გავლენას ახდენს ინსტრუმენტის დაცენტრისა და დამიზნების შეცდომები.

ინსტრუმენტის გადაყენების n რაოდენობა შერჩეული უნდა იქნეს ისეთი, რომ გასწვრივობის ყველაზე სუსტ ადგილას მიღებული საშუალო კვადრატული შეცდომა არ აღემატებოდეს მოწყობილობების დაყენების დაშვებებს. მაგალითად, თუ უგულებელვყოფთ დაცენტრის შეცდომას და მივიღებთ მხოლოდ დამიზნების $m_{\text{მიზნ}}$ შეცდომას $\pm 1''$, მაშინ $S = 200$ მ და $n = 6$ ოდენობების შემთხვევაში მანძილის შუა ადგილში გასწვრივობის m_i საშუალო კვადრატული შეცდომა (9) ფორმულით მიიღება დაახლოებით $\pm 0,3$ მმ.

$$m_i^2 = 2 \frac{m_{\text{მიზნ}}^2}{\rho^2} \left(\frac{S}{n} \right)^2 \left[1 + \left(\frac{n-i}{n-1} \right)^2 + \left(\frac{n-i}{n-2} \right)^2 + \left(\frac{n-i}{n-3} \right)^2 + \dots + \left(\frac{n-i}{n-i+1} \right)^2 \right], \quad (10.7.1.9)$$

სადაც $m_{\text{მიზნ}}$ არის დამიზნების საშუალო კვადრატული შეცდომა;
 S — გასწვრივობის ხაზის სიგრძე;
 n — რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს გასწვრივობის ხაზის დაყოფის რაოდენობას;
 i — გასწვრივობაში დაყენებული წერტილის ნომერი;
 $\rho = 206265''$ — რადიანი სეკუნდში.

ტექნიკური ნორმებით დამიზნების $m_{\text{მიზნ}}$ და გასწვრივობის m_i ოდენობების (9) ფორმულაში ჩასმით გარკვეული S სიგრძისათვის მისი სუსტი (შუა) ადგილის მიხედვით შეიძლება დადგინდეს n ოდენობა და $S:n$ საჭირო სიგრძის ოდენობა. მაგალითად, როცა $S = 600$ მ, ნორმებით $m_i = \pm 1$ მმ, $m_{\text{მიზნ}} = \pm 1''$, მაშინ (9) ფორმულით $n \approx 6$ ანუ $S:n \approx 100$ მ.

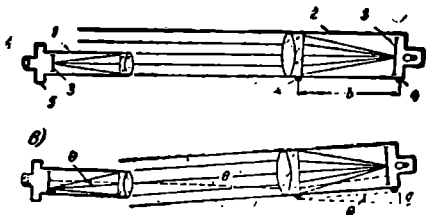
როგორც ვხედავთ, ობტკური მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გრძელი ხაზების მონტაჟისათვის, რაც ძნელია შესრულდეს სიმაღლის მეთოდით მისი დიდი სიძიმისა და ჩაყიდულობის გამო.

გარდა აღნიშნულისა, ოპტიკური მეთოდით შეიძლება ადგილზე დაკვალვა მთლიანი საკონვეიერო და ტექნოლოგიური ხაზებისა; ასევე ამ მეთოდით შეიძლება შესრულებითი ავეგმვების წარმოება და მიიღება ნათელი სურათი მანქანების, აგრეგატების გეგმური მდებარეობის, გასწვრივობიდან ელემენტების ძვრების შესახებ და სხვა.

ც. კოლიმატორული მეთოდი [8] [25]

როგორც ცნობილია, კოლიმატორი წარმოადგენს ოპტიკურ სისტემას, რომელიც ლაბორატორიულ პირობებში მოჩვენებით იძლევა სამიზნეს უსასრულობაში, რომელსაც ეუმზერთ გამოსაცდელი ჭოგრით; ასევე მას იყენებენ მოწყობილობების თანალერძობის, აგრეგატებისა და სპეციალური მიმართველების გამოსაკვლევადა.

სამონტაჟო (ტექნოლოგიური) ღერძის მტკიცედ და ზუსტად სამშენებლო (საკონტროლო) ღერძზე დაყრდნობით ადგილზე დამაგრებისათვის გამოყენებული კოლიმატორული მეთოდის დროს ერთ სამიზნე ჭოგრას 1 უმიზნებენ მეორეს (კოლიმატორს) 2, რომელიც თავისი სამიზნე ხაზის სახით იძლევა ს ა ბ ა ზ ო ხ ა ზ ს. კოლიმატორის ძაფთა ბადის 3 გამოსახულების დაუბრკოლებლად 1 ჭოგრით ხილვისათვის კოლიმატორის ძაფთა ბადე 3 ნათდება სინათლის წყაროთი. (7) ნახაზზე ნახვენება ორი შემთხვევა. პირველ (7^ა) შემთხვევაში სამიზნე ჭოგრი 1 დამიზნებულია კოლიმატორისადმი 2 და ფოკუსირებულია უსასრულობაზე. როგორც განხილად ნახაზზეა, როცა კოლიმატორი დაყენებულია სამიზნე ჭოგრის დამიზნების ღერძის პარალელურად, კოლიმატორის ძაფთა ბადის 3 გადაკვეთის ცენტრი შერწყმულია სამიზნე ჭოგრის ძაფთა ბადის 3 გადაკვეთის წერტილისადმი მიუხედავად იმისა, კოლიმატორი იქნება გადაადგილებული ზევით, ქვევით, მარჯვნივ თუ მარცხნივ.



ნახ. 10.7.1.7.

მეორე (7^ბ) შემთხვევაში კოლიმატორი გადახრილია (ან შეიძლება შებრუნდეს ღერძის მიმართ) მცირე θ კუთხით, რის შედეგად ჭოგრის სამიზნე ღერძის მიმართ ამავე კუთხით მიიხრება კოლიმატორში არსებული სხივების პარალელური კონა და ჭოგრის მთავარ საფოკუსო სიბრტყეში 3 მივიღებთ მათ გადაადგილებულ გამოსახულებას. ამ გადაადგილების შესაბამისი θ კუთხე იზომება ოკულარის მიკრომეტრით 5, რაც საშუალებას მოგვცემს გამოვითვალოთ მისი შესაბამისი ხაზოვანი q გადაადგილება, გამოწვეული კოლიმატორის ღერძის მოცემული მიმართულებიდან გადახრით.

იმისათვის, რომ კოლიმატორის განხილული თვისება იქნეს გამოყენებული გასწვრივობიდან წერტილების გადახრების დასადგენად, სამიზნე ჭოგრას 3 აყენებენ გამოსავალ საყრდენ წერტილზე, მეორე წერტილზე კი—სამიზნეს, რითაც

იქმნება გასწვრივობის (სამუშაო, ტექნოლოგიური) ღერძი. ამ ღერძის ტოლ მონაკვეთებზე რომ კოლიმატორით შევქლოთ q_1, q_2, \dots გადახრების განსაზღვრა, თვით კოლიმატორზე არის საყრდენი 4 ორი წერტილი, რომელთა შორის მანძილია b (ვთქვათ, 2 მეტრი), რომელსაც ეწოდება კოლიმატორის ბაზა შესამოწმებელ ღერძზე კოლიმატორის გადაადგილება ხდება მისი ბაზის სიგრძის მონაკვეთების შესაბამისად 4 წერტილების თანამიმდევრობით გადაადგილებით ისე, რომ ყოველთვის კოლიმატორის ობიექტივისაქენ 4 (წინა) წერტილი შეიცვალოს ოკულარისაქენ 4 (უკანა) წერტილით. ყოველ ჯერზე იზომება θ_i კუთხეები, სადაც $i=1, 2, 3, \dots, n$; (7) ნახაზის მიხედვით ყოველ ახალ მდებარეობაში კოლიმატორის გადახრის ხაზოვანი ოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$q = \frac{\theta}{\rho} \cdot b = \frac{\mu''}{\rho} n b = kn, \quad (10.7.1.10)$$

სადაც μ'' არის ოკულარის მიკრომეტრის დოლის ერთი დანაყოფის საფასური;

n — დოლზე დანაყოფების რაოდენობა;

$$k = \frac{\mu''}{\rho} \cdot b \text{ — კოეფიციენტი.}$$

იმის გათვალისწინებით, რომ q არის მცირე ოდენობის სიდიდე, b ბაზა კი იზომება მაღალი (1:5 000—1:10 000) სიზუსტით, განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით (10) დამოკიდებულებიდან მივიღებთ

$$m_q = \frac{m_\theta}{\rho''} b. \quad (10.7.1.11)$$

კოლიმატორული მეთოდის დიდი უპირატესობა ის არის, რომ სამიზნე ჭოგრიდან კოლიმატორის თანდათანობითი გადაადგილების დროს საჭირო არ არის ჭოგრის ფოკუსირება (იგი უსასრულობაზეა დაყენებული); აგრეთვე დასაკვირვებელი წერტილების გადახრის განსაზღვრის სიზუსტე არ არის პრაქტიკულად დამოკიდებული ჭოგრიდან მათი დაშორების მანძილების ოდენობებზე.

გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ ხილვადობის ხელშემწყობ პირობებში 400 მეტრამდე მანძილის დროს, როცა $b = 2\ 000$ მმ, ერთი ილეთით θ_i ვაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომაა $0'',5-0'',8$, ხოლო 3—4 ილეთის შემთხვევაში კი $m_\theta = \pm 0'',3-0'',5$, რასაც შეესაბამება $m_q = 0,004$ მმ.

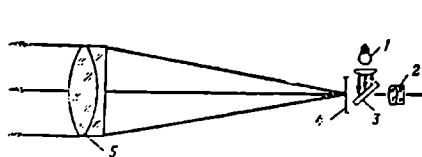
კოლიმატორით შეიძლება სიბრტყის დაყენების სისწორის სიმალლეში შემოწმება ამისათვის საჭიროა სამიზნე ჭოგრის ოკულარის მიკრომეტრის შებრუნება 90° -ით და 4 წერტილის სათანადოდ გადაადგილება.

დ. ავტოკოლიმაცია

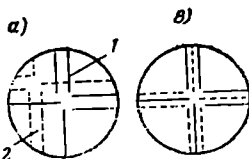
სამიზნე ჭოგრი შეიძლება გადაკეთდეს ისე, რომ თანადროულად იგი გამოდგეს როგორც სამიზნე ჭოგრადა, ისე კოლიმატორადა. ასეთ ჭოგრას უწოდებენ ავტოკოლიმატორს (ნახ. 8).

სინათლის წყაროდან 1 გამოსული სხივები ირეკლება ბრტყელი სწვრივი 3 ზედაპირიდან და ანათებს ძაფთა ბადეს 4, რომელიც გეგმილდება ობიექტივით. მაშასადამე, მივიღებთ კოლიმატორს.

იმის გამო, რომ დამკვირვებელს შეუძლია ოკულარის 2 დანმარებით და ბრტყელ-პარალელური ფირფიტების 3 საშუალებით იხილოს ჭოგრის ძაფთა ბადე 4, ჭოგრი შეიძლება გამოიყენოს ჩვეულებრივად.



ნახ. 10.7.1.8.



ნახ. 10.7.1.9.

სამიზნე ჭოგრიდან გარკვეულ მანძილზე და სათანადოდ რომ დავაყენოთ ბრტყელი სარკე, მასში ვიხილავთ ძაფთა ბადის გამოსახულებას. მაშასადამე, ავტოკოლიმაცია გულისხმობს ავტოკოლიმაციური ჭოგრიდან გამოსული და ბრტყელი სარკით არეკლილი სხივების კონის გამოსახულების მიღებას. ამავე დროს სარკის შებრუნება ნებისმიერი ღერძის მიმართ, გარდა მისი ზედაპირის მართობისა, გამოიწვევს არეკლილი სხივების კონის გამოსახულების გადახრას შებრუნების გაორკეცებული კუთხით [25]. იმისათვის, რომ დამკვირვებელმა იხილოს არეკლილი გამოსახულება, მან უნდა შეასრულოს ჭოგრის ფოკუსირება უსასრულობაზე. იმის გამო, რომ ჭოგრი ფოკუსირებულია უსასრულობაზე, ძაფთა ბადის გამოსახულება მიიღება მთავარ ფოკუსში და სარკის სათანადოდ დაყენებით დამკვირვებელი ჭოგრის ძაფთა ბადის ნამდვილ გამოსახულებას იხილავს (9^ა) ნახაზზე ნაჩვენები 1 მდებარეობის სახით, ხოლო ბადის არეკლილი გამოსახულება იქნება იგივე ნახაზზე მე-2 მდებარეობის სახით.

ღერძის არაწრფიულობის დასადგენად მის საწყის წერტილზე აყენებენ ავტოკოლიმატორს, ხოლო საკონტროლო წერტილებზე—ბუდეში მოთავსებულ სარკეს, რომლის ბუდეზე მიმაგრებულია საყრდენი წერტილები. ამ წერტილებზე გამავალი სიბრტყე მართობი უნდა იყოს ამ სარკის ამრეკლავი ზედაპირის სიბრტყისა. ავტოკოლიმაციური ჭოგრის მხედველობის არეში ოკულარის მიკრომეტრით იზომება ბადის ინდექსის მიმართ ავტოკოლიმაციური გამოსახულების მდებარეობა განხილადი (საკონტროლო) წერტილის გასწვრივობიდან გადახრას ანგარიშობენ (10) ფორმულით, ხოლო სიზუსტეს აფასებენ (11) ფორმულით.

ჩვენი ქარხნები უშვებს სხვადასხვა სახის ავტოკოლიმაციური ჭოგრებით აღჭურვილ ინსტრუმენტებს, რომლებიც გამოიყენებიან წრფიულობის, ბრტყელობის, თანადერძობისა და სხვა გამოკვლევებისათვის.

ე. დიფრაქციული მეთოდები

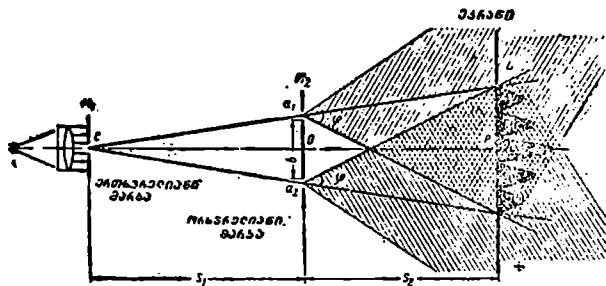
განხილადი მეთოდის ადვილად ათვისებისათვის სჯობს გულდასმით გავეცნოთ (7. 2. 9) ჰარაგრაფს.

დიფრაქციული მეთოდით წრფიულობის, ანუ გასწვრივობის, დაკვირვებების წარმოებისათვის აუცილებელია სინათლის წყაროდან სხვადასხვა მანძი-

ლებზე გვერდის მდგარი ინტერფერენციული სურათი. ამ მიზნით იყენებენ ტ. იუნგის ინტერფერენციის სქემას (ნახ. 10).

სინათლის A წყაროდან გამოსული სხივების კონა, გაივლის რა M_1 მარკის ვიწრო e ხვრელში, ანათებს M_2 მარკის ორ a_1 და a_2 ხვრელს. ამ დროს M_2 მარკიდან s_2 მანძილით დაშორებულ L ეკრანზე ნათელი (ლია) და ბნელი (მუქი) ზოლების სისტემის სახით წარმოიშობა ინტერფერენციული სურათი. M_2 მარკის AP ღერძის მართობულად გადაადგილებით ხდება L ეკრანის სიბრტყეში ინტერფერენციული სურათის გადაადგილება. ეს თვისება წარმოადგენს დიფრაქციული მეთოდით გასწვრივობის დაკვირვებების საფუძველს.

თეთრი სხივებით დაკვირვებების დროს ინტერფერენციული სურათი ადვილად დგინდება რადგანაც ის იქნება თეთრი (მაქსიმუმი) ან ცისფერი (მინიმუმი). სხვა დანარჩენი ზოლის ფერები იცვლება ი ი ს ფ ე რ ს ა და წ ი თ ე ლ ფ ე რ ე ბ ს შორის, რომლებიც გადიან ფერების მთელ ერთობლიობაში. ხოლო მო-



ნახ. 10.7.1.10.

ნოქრომატული სინათლის შემთხვევაში, რომლის გამოსხივების ტალღის სიგრძეა $\lambda = 0,6328\mu$ (გაზური ლაზერი), ინტერფერენციული სურათი წარმოადგენს წითელი ს ა (მაქსიმუმი) და შ ა ვ ი ს (მინიმუმის) რიგრიგობას.

დიფრაქციული ხელსაწყოთა კომპლექტიდან სინათლის A წყაროს და ერთხვრელიან M_1 მარკას აყენებენ საკონტროლო გასწვრივობის ხაზის ერთ ბოლოში, ხოლო სხივების მიმღებს თავისი ძაფთა ბადით აყენებენ მეორე ბოლოში ისე, რომ M_1 მარკის ხვრელის ღერძი და სინათლის მიმღების ძაფთა ბადის ბისექტორის ღერძი ზუსტად ემთხვეოდეს ხსენებული (საწყისი და ბოლო) პუნქტების ცენტრებს; ამავე კომპლექტიდან ორხვრელიან M_2 მარკას აყენებენ გასწვრივობის ხაზის შუალედ წერტილებში, ანუ იმ წერტილებში, რომელთა გადახრების ოდენობების დადგენაა საჭირო გასწვრივობის ხაზიდან ან საჭიროა მათი დაყენება გასწვრივობაში.

სინათლის წყარო წარმოადგენს დიფრაქციული კომპლექტის მთავარ კომპონენტს, რომელიც უნდა ხასიათდებოდეს მაღალი ხარისხის კოპერენტობით ანუ სხივებს უნდა იძლეოდეს ინტერფერენციის მოვლენის ხელისშემწყობი ერთი და იგივე წყარო დიდი სპექტრული ნათელობის, არადიდი კუთხური განშლადობის, მცირე სიმძიმისა და გაბარიტის, არ უნდა ჰქონდეს გაგრილების სი-

სტემა ყველა ზემოთ მოყვანილ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს ოპტიკურ ჩიკვანტური გენერატორები. სინათლის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გავარვარებული საპროექციო ლამპა (ნათურა) 30—50 ვატის სიმძლავრით კოლიმირებული სისტემით.

ერთხვრელიანი მარკა ასრულებს ორ ფუნქციას: 1. მარკის ხვრელის ღერძი წარმოადგენს ხაზს, რომელიც საწყისი წერტილის გასწვრივობის ხაზის ერთსადაცაა ახდენს; 2. გავარვარებული საპროექციო ლამპის გამოყენების დროს ერთხვრელიანი ლამპით შეიძლება მივიღოთ კოპერენტული სინათლის ნაკადი.

ორხვრელიანი მარკა საჭიროა ინტერფერენციული სურათის მისაღებად. მისი მოძრავი ხვრელების საშუალებით ისაზღვრება გასწვრივობის ხაზიდან წერტილების გადახრების ოდენობები.

იპისათვის, რომ საიმედოდ ხდებოდეს დიფრაქციული მეთოდით მუშაობა, საჭიროა ინტერფერენციული სურათის ცენტრში გარკვევით იყოს მაქსიმუმის გამოსახულება და ამავე დროს სხივების მიმღების მხედველობის არეში ხედებოდეს წინასწარ მოცემული ინტერფერენციული ზოლები.

სინათლის მიმღებით ხდება ინტერფერენციული სურათის ხილვა ინტერფერენციული სურათის ფორმირება ხდება სინათლის მიმღების ძაფთა პადის სიბრტყეში, რომელიც დამკვირვებლის მიერ იხილება 2° — 3° გამადიდებლობის მქონე ლინზით. ეს ლინზა, გარდა სურათის გადიდებისა, სინათლის ნაკადს კრებს ისე, რომ მთლიანად იგი ხედებოდეს თვალის გუგუას, რის შედეგად იზრდება ინტერფერენციული სინათლის განათება ლინზისა და თვალის გუგის დიამეტრების კვადრატების ფარდობის პროპორციულად.

დამკვირვებელი, როცა ინტერფერენციულ სურათს იხილავს ლუპით სინათლის მიმღების ძაფთა ბადეზე და სურათის ცენტრალური მაქსიმუმი არ ემთხვევა ძაფთა ბადის ბისექტორის ცენტრს, ნიშნავს, რომ ორხვრელიანი მარკა გადაადგილებულია გასწვრივობის (სამონტაჟო) ღერძიდან. იმისათვის, რომ ორხვრელიანი (M_2) მარკა დაყენებულ იქნეს გასწვრივობის ხაზზე, საჭიროა მ-სი გადაადგილება მიკრომეტრული ხრახნით, მანამ დამკვირვებელი ლუპით არ იხილავს, რომ ინტერფერენციული სურათის ცენტრალური მაქსიმუმი შეუთავსდა სინათლის მიმღების ძაფთა ბადის ბისექტორის ცენტრს. ამ მომენტში M_2 მარკასთან მოქმედი დამხმარე დამკვირვებლის ძახილისთანავე „არის“ იღებს ამ მარკაზე არსებულ ასათვლელ მოწყობილობაზე a ანათვალს მილიმეტრებში.

გასწვრივობიდან წერტილის გადახრის q ოდენობის განსაზღვრა სრულდება ერთი სრული ილითით, ანუ გასწვრივობის ხაზისადმი M_2 მარკის ორი მდებარეობისათვის: გასწვრივობის ხაზიდან მიკრომეტრი მარცხნივ (L) და მიკრომეტრი მარჯვნივ (R) მდებარეობისათვის. ამით დამკვირვებელი მუდამ აკონტროლებს ორხვრელიანი M_2 მარკის N ნულოვანი მნიშვნელობას, ანუ იმ ანათვალს მიკრომეტრზე, რომელიც შეესაბამება მარკის ხვრელების სიმიტრის ღერძებისა და მარკის ღერძის შეთავსებულ მდებარეობას.

გასწვრივობის (სამონტაჟო) ხაზიდან წერტილების q გადახრის ოდენობას საზღვრავენ შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$q = a_L - N = N - a_R,$$

$$\left. \begin{aligned} q &= a_R - N = N - a_L, \\ N &= \frac{a_L + a_R}{2} \end{aligned} \right\} \quad (10.7.1.11)$$

სადაც a_L და a_R არის ანათელები მიკრომეტრზე, როცა იგი მდებარეობს გასწვრივობის ხაზის მარცხნივ და მარჯვნივ;
 N — ნულადგილი.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულების შესაბამისი გამოთვლები მოყვანილია (1) სქემაში.

ს ქ ე შ ი 10.7.1.1

აღუთების ზღაპი	გასწვრივობის ხაზისადმი მიკრომეტრზე მდებარეობა		N (მმ)	q (მმ)
	L (მმ)	R (მმ)		
1	3.520	5.924		
	30	52		
	12	60		
საშუალო	3,521	5,945	4.793	-1.212

შასასადამე, გასწვრივობის ხაზიდან წერტილი გადაადგილებულია მარცხნივ —1.212 მმ. ცდებით დადგენილია, რომ მარკის ნებისმიერი მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა 100—400 მ სიგრძის ხაზებში არ აღემატება ±0.06 მმ.

ც. ტექნოლოგიური მოწყობილობის დაყენება სიმაღლეში

კონვეიერების მიმმართველი ლიანდაგების და ავტომატური ხაზების, საგლინი დგენების ტექნოლოგიური მოწყობილობების და სხვა ელემენტების სიმაღლეში დაყენება სრულდება ±0,5—1 მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში. ასეთი მოთხოვნის დაკმაყოფილება შეიძლება, თუ საამქროში იქნება შექმნილი სათანადო სიზშირისა და სიზუსტის სასიმაღლო ზებერების ქსელი. ამავე დროს საჭიროა, მაღალი სიზუსტით იყოს განსაზღვრული მხოლოდ ცალკეული წერტილების ურთიერთმდებარეობა ამიტომ შეიძლება დავეშვათ რომელიმე საგლინი ან ტექნოლოგიური ხაზის მთელი სისტემის ფაქტობრივ და საპროექტო ნიშნულებს შორის ურთიერთგანსხვავება რამდენიმე მილიმეტრით, რითაც საშუაოს ხარისხი არ გაუარესდება. მთავარია ის, რომ ხსენებულ ცალკეულ წერტილებს შორის ხაზებში შემავალი წერტილების ნიშნულები იყოს ტოლი, ანუ ყოველი სისტემის ლიანდაგები იყოს თარაზულები.

ა. გეომეტრიული ნიველობა

ნიველობისათვის საჭირო ნიველირები უნდა შეირჩეს ინსტრუმენტის მიხედვით (7. 6. 3) პარაგრაფში განხილული ნიველირებიდან.

სანამ შეუდგებოდნენ ნიველობას, იკვლევენ ცილინდრული თარაზოს ღერძსა და კოგრის დამიზნების ღერძს შორის კუთხის მუდმივობას კოგრის ფოკუსირების ცვალებადობის დროს.

ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟის დროს იმ რეპერებს, რომლებიც წარმოადგენენ მთავარ სასიმალო საფუძველს, უწოდებენ საკონტროლო რეპერებს, ხოლო იმ რეპერებს, რომლებიც მოწყობილობების ქვეშ არიან ჩაბეტონებული საძირკვლებში — სამუშაო რეპერებს. საკონტროლო რეპერებად იყენებენ აგრეთვე ღრმად ჩაბეტონებულ გეგმურ ნიშნებს და საგანგებო ბეტონის სვეტებს, რომლებიც აგებულნი არიან გაყვანის დონის დაბლა, გატანილებია შენობის გარეთ იმ ვარაუდით, რომ მშენებლობის დროს ისინი არ დაზიანდნენ. სამუშაო რეპერებს აგებენ ისეთ ადგილებში, სადაც მონტაჟის დროს ისინი არ დაიფარება დაყენებული მოწყობილობებით.

ცდებით დადგენილია, რომ ინვარული ლარტყით მოკლე სხივებიანი (20—25 მ) მაღალი სიზუსტის ნიველობით რეპერების სიმაღლეში ურთიერთდაყენება შეიძლება $\pm 0,2$ მმ საშუალო კვადრატული შეცდომით.

მაგალითისათვის მოვიყვანთ ფაქტს მაღალი სიზუსტის ნიველობის მეთოდის შესახებ, რომელიც შესრულებულ იქნა ფურცლოვანი მინის ვახეხვისა და გაპრილებისათვის საჭირო კონვეიერის მიმმართველი ლიანდაგის დაყენების დროს.

კონვეიერის ხაზი შედგებოდა სხვადასხვა სიგრძის რამდენიმე სექციისაგან. როგორცაა დატვირთვების ბლოკი რელუქტორის ბლოკი, რელუქტორის სექცია და სხვა. სექციის მიმმართველების ლიანდაგების დაყენების პირველ ეტაპზე სიმაღლეში რეგულირება ხდებოდა პალოების საშუალებით, რომლებიც განლაგებული იყო მოპირკეთებულ საძირკვლის ზედაპირსა და ბალიშებს შორის. პალოების საერთო რაოდენობა იყო ექვსი წყვილი, საიდანაც ლიანდაგის თითო ჩაფის ქვეშ განლაგდა სამ-სამი წყვილი. ნიველის აყენებდნენ 20—25 მ მანძილზე სექციიდან და ახლობელი სამი—ოთხი რეპერის საშუალებით საზღვრავენ ინსტრუმენტის H_3 პორიზონტს

$$H_3 = H_R + b, \quad (10.7.1.12)$$

სადაც H_R არის რეპერის ნიშნული;

b — რეპერზე შევეულად დაყენებულ ლარტყაზე ანათვალის (12) ფორმულით გამოთვლილი პორიზონტებიდან, რომელთა შორის სხვაობა არ აღემატება 0,3 მმ, იღებენ საშუალო არითმეტიკულს H'_{1} . შემდეგ, ვიცით რა მიმმართველი ლიანდაგის საპროექტო ნიშნული $H_{სა}$, საზღვრავენ საპროექტო ანათვალს ლარტყამდე

$$b_{სა} = H'_{1} - H_{სა}. \quad (10.7.1.13)$$

პალოების გადაადგილებით აღწევენ, რომ ლარტყაზე ანათვალის მივიღოთ $b_{სა}$ საპროექტოს ტოლი. ნიველის ბრტყელი სწვრივი ფარფიტებით

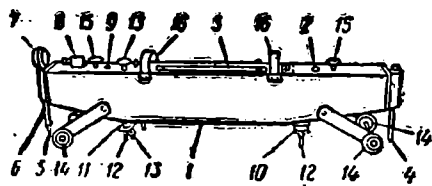
ხდება გამოთვლა მიმმართველი ლიანდაგის წერტილების საჭირო აწვე-ლაწვევის ოდენობებისა.

აღწერილი მეთოდით მიმმართველი ლიანდაგების სიმაღლეების დაყენება აუცილებლად გამოიწვევს მათი გეგმური მდებარეობის დარღვევას. ამიტომ როგორც გეგმურ, ისე სასიმაღლო შემოწმებას ახდენენ თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით.

სიმაღლეში სპეციის დაყენების შემდეგ ადგენენ მისი ყოველი ლიანდაგის შესრულებითს პროფილს. იქ, სადაც აღმოჩნდება სიმაღლეში განსხვავება საპროექტოსთან 1 მმ მეტი ოდენობით, სრულდება შესაბამისი შესწორებები. მიმმართველი ლიანდაგის საბოლოო სასიმაღლო დაყენებას უფრო მაღალი სიზუსტით ასრულებენ სპეციალური ხელსაწყოთი, რომელსაც მიკრონიველირი ეწოდება.

ბ მიკრონიველობა

საყრდენი სიბრტყეების თარაზულად დასაყენებლად და ზედაპირების ფორმების საკონტროლოდ იყენებენ ცილინდრული თარაზოთი აღჭურვილ ინსტრუმენტებს. ამ ხელსაწყოებით შეიძლება დადგენილ იქნეს ნებისმიერი დეტა-



ნახ. 10.7.1.11.

ლის ზედაპირის ფორმა (საძირკვლები, ფუძეები, მიმმართველები და სხვ.). ასეთი ხელსაწყოები ბევრია გამოყენებული საინჟინრო გეოდეზიაში, მაგრამ შედარებით ყველაზე ზუსტად სასიმაღლო სამუშაოები სრულდება მიკრონიველირით, რომელიც აღჭურვილია გრძელი

დასადგმელი ცილინდრული თარაზოთი, რომლის საფასურია 5—6".

განხილავი მიკრონიველირი წარმოადგენს ღრუ ძელს 1 (ნახ.11), რომელიც შედგენილია ღრუალუმინის კუთხედებისა და 3—5 მმ სისქის ფირფიტებისაგან. ძელის შიგნით (ღრუში) ჩამაგრებულია ცილინდრული თარაზო (რომელიც (11) ნახაზზე არ ჩანს) 5—6" საფასურით. თარაზოს ზემოდან დაყენებულია ლინზების ან პრიზმების სისტემა, რის შედეგად თარაზო იღებს კონტაქტურობის სახეს. თარაზოს შემოწმება ხდება, ჩვეულებრივ, სათანადო შემასწორებელი ხრახნებით. თარაზო ქვემოდან ნათდება ნათურით, რომელსაც აქვს გამომრთველი 2 და 9. ზემოდან თარაზო დახურულია გამჭვირვალე სახურავით 3. მიკრონიველირის კორპუსი ეყრდნობა ხისტ 4 და მოძრავ 5 საყრდენს; ამ უკანასკნელის გადაადგილება ხდება მილისში 6, რომელიც მთავრდება ინდიკატორით (მაჩვენებელი) 7. ინდიკატორით შეიძლება გაიზომოს აღმატება 10 μ ოდენობამდე. ციფერბლატის ისრის ერთ სრულ ბრუნვას შეესაბამება 1 მმ აღმატება. ციფერბლატის 100 ნაწილად დაყოფას შეესაბამება ინდიკატორის საფასური 10 μ = 0,01 მმ. ანათვლების აღების სიზუსტე შეიძლება გაიზარდოს, თუ თვალთ ავითვლით დანაყოფის ნაწილებს. ინდიკატორი აღჭურვილია სრული ბრუნვების აღმრიცხველით, რისთვისაც იგი ნათდება ნათურით.

ხელსაწყოს მდგრადობა უზრუნველყოფილია ზამბარიანი ამორტიზატორებით 10 და 11, რომლებიც დადგმულია ფეხებზე 12. ამორტიზატორის ზამბარის შიგ ჩაყენებულია მილისი ამწევი ხრახნით 13, რომელიც ეყრდნობა სანიველო სიბრტყეს. მიკრონიველირის გადაადგილება ხდება ოთხი ცალი ბორბლით 14, რომელთა რეგულირება ხდება ხრახნებით 15. ხელსაწყოს ადგილიდან ადგილზე გადატანა ხდება სახელურებით 16.

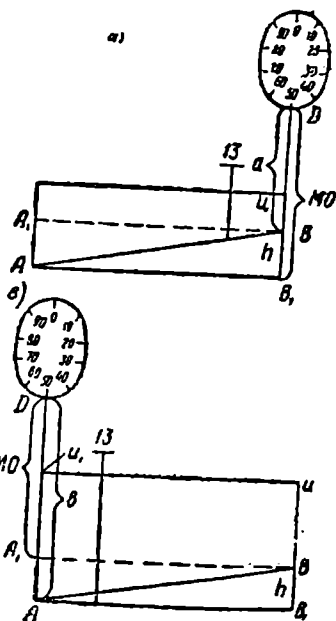
საყრდენ წერტილებს შორის 12—12 მანძილს უწოდებენ ხელსაწყოს ბაზას. ბაზის სიგრძე დგინდება წარმოების მოთხოვნათა შესაბამისად. ასე, მაგალითად, მოსკოვის გეოდეზიური ინსტიტუტის მიერ დამზადებული მიკრონიველობისათვის ლიანდაგების პირდაპირი მიმმართველების სანიველოდ იყო შერჩეული ბაზა 930, 1543 და 1690 მმ; ხოლო მიმმართველი ლიანდაგების განივების ნიველობისათვის იყენებდნენ მიკრონიველირს, რომლის ბაზაა 1070 და 1870 მმ.

მიკრონიველობა სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით (ნახ. 12): ეტყვათ, საჭიროა მიკრონიველირით განისაზღვროს B წერტილის აღმატება A წერტილის მიმართ. აგრეთვე დაეუშვათ, რომ A წერტილზეა მიკრონიველირის უძრავი (ხისტი) საყრდენი 4, ხოლო B წერტილზე — მოძრავს საყრდენი 5. ამწევი ხრახნის 13 ბრუნვით თარაზოს ბუშტულას აყენებენ ნულუნქტზე (კონტაქტში), რის შედეგად თარაზოს uu_1 ღერძი დადგება პორიზონტულად (ასოები შეესაბამება (12) ნახაზს, ხოლო ციფრები (11) ნახაზს).

მოძრავი 5 საყრდენის დაწევა რომ შევძლოთ B_1 დონეზე (12 ნახაზი), მაშინ AB_1 ხაზი იქნებოდა თარაზოს uu_1 ღერძის პარალელური და ინდიკატორის სკალაზე ავითვლიდით DB_1 სიგრძის შესაბამის ანათვალს, რომელსაც ეწოდება N ნულადგილი, რაც გვიჩვენებს იმას, რომ A და B წერტილებს შორის აღმატებაა ნულის ტოლი და შესაპოწმებელი. ზედაპირი — პორიზონტული. 12^a ნახაზის მიხედვით კე ინდიკატორზე ანათვალი იქნება $BD = a$. მაშასადამე, h აღმატება განისაზღვრება ფორმულით

$$h = N - a. \quad (10.7.1.14)$$

მიკრონიველირის 180°-ით შებრუნებით მოძრავი საყრდენი 5 იქნება A წერტილზე, ხისტი საყრდენი 4 კი — B წერტილში (ნახ. 12^a) და თარაზოს



ნახ. 10.7.1.12.

ბუშტულის ნულპუნქტზე დაყენებით მისი u_{u_1} ლერძი დადგება პორიზონტულად. (12') ნახაზის მიხედვით

$$h = b - N. \quad (10.7.1.15)$$

(15) და (14) დამოკიდებულების სხვაობით დაწვრივ

$$N = \frac{a+b}{2}, \quad (10.7.1.16)$$

შეკრებით კი მივიღებთ

$$h = \frac{b-a}{2}. \quad (10.7.1.17)$$

შემოწმებისა და შესწორების შემდეგ მუშაობის პროცესში N ნულად გილი უნდა იყოს მუდმივი ოდენობის. მაგრამ გაზომვების შეცდომების არსებობის შედეგად, ნულადგილის ოდენობა მერყეობს 20μ || ფარგლებში. ყოველ სადგურზე ნიველობა სრულდება ერთი იღეთით, ანუ მიკრონიველირის ორი მდებარეობის შესაბამისად. ცდებით დადგენილია, რომ სადგურზე მიკრონიველობის საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა აღწევს $\pm 10 \mu$.

სანამ ნიველობას დაიწყებდნენ, ინდიკატორს გამოიკვლევდნენ, ადგენენ თარაზოს საფასურს, ბაზის სიგრძეს და არეგულირებენ ამორტიზატორებს. ინდიკატორს ამოწმებენ სხვადასხვა სისქის ბრტყელი სწვრივი ფირფიტების სისქის გაზომვებით. თარაზოს საფასურის დადგენა ხდება [25] განხილული ხერხებით ან ხრახნის 13 მოძრაობის შესაბამისად თარაზოს ამპულასა და ინდიკატორზე ანათვლებით. ბაზის სიგრძეს ზომავდნენ რულეტით. მისი სიგრძის გადახრა სპაროექტო სიგრძიდან არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,5$ მმ. ამორტიზატორების რეგულირების არსი ის არის, რომ ხელსაწყო განივ არ გადაიხაროს. N ნულადგილის შესწორება ხდება თარაზოს ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნით.

მიკრონიველობის დაწყებამდე სანიველო სიბრტყეზე ნიშნავენ 6—8 მმ დიამეტრის წერტილებს ინსტრუმენტის დასადგმელად იმ ანგარიშით, რომ ამ წერტილებს შორის მანძილები იყოს მიკრონიველირის ბაზის სიგრძის ტოლი.

მაგალითი 10. 7. 1. 1. მიკრონიველირით განისაზღვროს 5 მეტრი სიგრძის მონაკვეთზე მიმმართელების აღმატება და შეფასდეს (2) სქემაში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით.

$$\text{განხილადი სქემის (10) სვეტის ჩანაწერები გამოთვლილია } h_{u_{20}} = \frac{h_3 - h_2}{2}$$

დამოკიდებულებით. მათე სვეტის ჯამი $\sum_1^5 h_{u_{20}} = +0,10$ მმ, ხოლო მეთორ-

მეტე სვეტიდან $R_p 10 - R_p 1 = 11,23 - 10,00 = +1,23$ მმ. მაშასადამე, სელის W_A შეუკვრელობა გამოითვლება ფორმულით

$$W_A = \sum_1^5 h_{u_{20}} - \sum_1^5 h_{\text{თეორ}} = +1,10 - 1,23 = -0,13 \text{ მმ.}$$

N	პირდაპირი სეკა (მ)				შებრუნებული სეკა (მ)				$\frac{h_1 - h_2}{2}$ $h_{\text{საშ}}$	შესწორება Δh (მ)	ნიშნული II	$d = h_1 - h_2$
	a	b	N (16) ფორ- მული	ჩარგ (14) ფორმ.	a	b	N (16) ფორ- მული	ჩარგ. (14) ფორმ.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$R_p 1$	5,34	5,43	5,38	+0,04	5,40	5,34	5,37	-0,03	+0,04	+0,03	10,00	+0,01
1	4,45	6,9	5,42	+0,97	6,38	4,39	5,38	-1,00	+0,95	+0,04	10,07	-0,03
2	5,54	5,42	5,43	-0,11	5,31	5,52	5,42	+0,10	-0,10	+0,03	11,08	-0,01
3	7,03	3,86	5,44	-1,58	3,66	7,03	6,44	+1,58	-1,58	+0,01	11,01	0
4	3,65	7,15	5,40	+1,75	7,15	3,62	5,38	-1,78	+1,76	+0,03	9,44	-0,04
$R_p 10$									+1,10		11,23	

რაც შებრუნებული ნიშნით გასწორადებულია მოცემულ სეკაზე (სქემის 11 სვეტი). სქემის მეორე სვეტი გამოთვლილია გასწორადებული საშუალო აღმატებებით. მეცამეტე სვეტში ჩაწერილია წყვილ განაზომთა სხვაობები ($d = h_1 - h_2$) და ყოველი ცალკეული აღმატებების m_A საშუალო კვადრატული შეცდომა განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით არის

$$m_A = \sqrt{\frac{|d^2|}{2n}} + \sqrt{\frac{0,0012}{10}} \approx \pm 0,011 \text{ მ.}$$

ბოლო

$$m_{A \text{ საშ}} = \frac{m_A}{\sqrt{2}} = \pm \frac{0,011}{1,414} \approx \pm 0,008 \text{ მ.}$$

მეოთხე და მერვე სვეტი გვიჩვენებს, რომ N ნულადგილი არის მუდმივი. მთელი სეკის საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$m_{A \text{ სეკის}} = m_{A \text{ საშ}} \sqrt{n} = 0,008 \sqrt{5} \approx \pm 0,018 \text{ მ.}$$

ც. ჰიდროსტატიკური ნიშნულობა

ჰიდროსტატიკური ნიშნულობის შესახებ დაწერილებითი ცნობები მოყვანილია (7. 6. 1) პარაგრაფში, რასაც საჭიროა გულდასმით გაეცნოთ.

დადგენილია, რომ ჰიდროსტატიკური ნიშნულობის დროს საჭიროა ანგარიში გაუწიოთ ბარომეტრული ΔP წნევისა და Δz ტემპერატურის გავლენით ჭურჭელში სითხის ვარდნას. ამავე დროს საჭიროა, რომ ჭურჭლებში სითხეების სიმალღე იყოს მინიმალური და შემაერთებელი შლანგები იყოს ამოვლელი ხელსაწყოების დონეზე.

(1) და (2) ცხრილებში მოყვანილია ჰურჭელში სითხის დონის ცვალებადობის Δh_p და Δh_c ოდენობები, გამოწვეული ΔP წნევისა და Δt ტემპერატურის ცვალებადობის გამო.

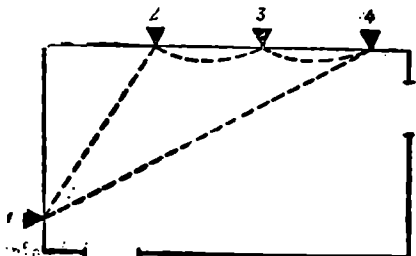
ცხრილი 10.7.1.1

ოდენობები	ΔP ვერცხლისწყლის სვეტის (მმ)				
	0,001	0,002	0,004	0,005	0,01
Δh_p (მმ)	0,014	0,027	0,054	0,068	0,136

ცხრილი 10.7.1.2

ოდენობები	$\Delta t, C$					შენიშვნა
	0,5	1	2	3	5	
Δh_c	0,001	0,02	0,04	0,06	0,10	როცა $t=20^{\circ}C$ $h=100$ მმ

გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკის სახალხო წარმოება „ფრეიბერგერ პრეციზიონს მეხანიკ“ უშვებს მეისერის ჰიდროსტატიკურ სისტემას. ამ სისტემაში პიეზომეტრებს (აღმრიცხველებს) ჰკიდებენ საგანგებო მრგვალთაფიან მარკებზე, რომლებიც ჩაშენებულდება გამოსაკვლევ ნაგებობაზე. პიეზომეტრის ზემო ნაწილზე დამაგრებულია სფერული თარაზო, რომლითაც ჰურჭელს აყენებენ ვერტიკალურად. მეისერის ჰიდროსტატიკური სისტემით შეიძლება გაიზომოს აღმატება 100 მმ საზღვრებში.



ნახ. 10.7.1.13.

რული (ნახ. (13)) პოლიგონის აღმატებების განსაზღვრის მავალითი განხილულია (3) სქემაში. მეისერის სისტემით h აღმატებას და N ნულადგილს ანგარიშობენ ფორმულებით

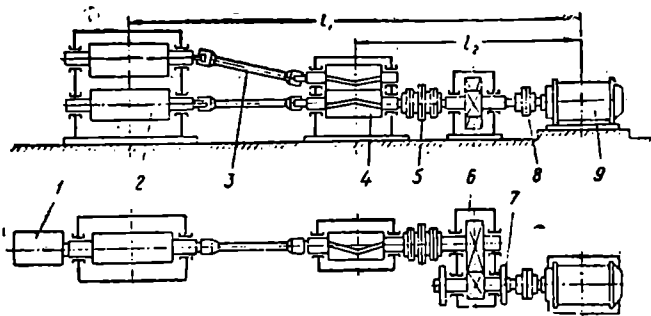
$$\left. \begin{aligned} h_{\text{საშ}} &= \frac{(\bar{u}_1 - \bar{v}_1)_{\text{საშ}} + (\bar{u}_2 - \bar{v}_2)_{\text{საშ}}}{2} \\ N &= \frac{(\bar{u}_1 - \bar{v}_1)_{\text{საშ}} - (\bar{u}_2 - \bar{v}_2)_{\text{საშ}}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (10.7.1.18)$$

სადაც \bar{u}_1 და \bar{v}_1 არის უკანა და წინა ჰურჭელზე ანათვლები მიკროხრახნით. \bar{u}_2 და \bar{v}_2 — იგივე, ჰურჭლების ადგილების შეცვლის შემდეგ

სერვ. №-ს	რეპერები		უ (მ)	რეპერები		წ (მ)	უ-წ (მ)	(უ-წ)₁,₂ (მ)	h₁,₂ (მ)	N (მ)	Δh (მ)	შეზღვევა (მ)	H (მ)
	1	2		3	4								
1	1	A	79.32	2	B	83.57	-4.25	-1.250	+3.652	+0.598	-0.022	+3.630	121,000
	31		31		61	27							
	30		30		53	23							
2	1	B	80.00	2	A	83.05	-3.05	-3.053	-7.925	+0.655	-0.022	-7.847	121,630
	01		01		07	06							
	03		03		08	05							
3	2	A	84.95	3	B	77.78	+7.17	+7.170	+1.677	+0.620	-0.022	+1.655	116,783
	91		91		72	19							
	93		93		78	15							
4	2	B	86.02	3	A	77.51	+8.48	+8.480	-1.950	+0.634	-0.022	+2.562	118,438
	00		00		55	25							
	04		04		53	51							
3	3	A	80.46	4	B	82.76	-2.30	-2.297	-3.217	+0.634	-0.022	+2.562	118,438
	45		45		75	30							
	43		43		72	29							
4	3	B	81.19	4	A	82.25	-1.06	-1.057	-1.950	+0.634	-0.022	+2.562	118,438
	17		17		23	06							
	15		15		20	05							
4	4	A	79.88	1	B	83.10	-3.22	-3.217	-1.950	+0.634	-0.022	+2.562	118,438
	86		86		05	19							
	90		90		14	24							
4	4	B	80.38	1	A	82.31	-1.95	-1.950	H₁₂ = +0.088				121,000
	36		36		33	97							
	34		34		27	93							

D. გეოდეზიური საშუალებები საგლინი მოწყობილობების მონტაჟის დროს

თანამედროვე საგლინი საამქროები აღჭურვილია ისეთი საგლინი დგანებით, რომლებიც ხასიათდებიან მექანიზაციის და ავტომატიზაციის მაღალი დონით. ეს თავის მხრივ, მოითხოვს ნაგლინის დასამუშავებლად უაღრესი სიზუსტით იქნეს დამონტაჟებული საკირო მანქანები, რათა შეიქმნას ერთი საერთო ნაკადის ტექნოლოგიური ხაზი. საგლინი დგანების მექანიზმების ტექნოლოგიური ჯაჭვის სიგრძე ხშირად აღწევს 1 კმ. ასეთი დგანების მონტაჟი უაღრესად სასუსხისმგებლოა და მოითხოვს როგორც მონტაჟის, ისე გეოდეზიური დაკვლევების უაღრესი სიზუსტით შესრულებას. მიღების გლინვის სიჩქარის გაზრდა დამოკიდებულია მოწყობილობების საძირკვლებზე, მონტაჟის ხარისხზე. გრძივ და ვანივ ღერძებზე ზუსტ მიბმებზე და საიმედოდ სასიმალო შემოწმებებზე. მთავარია, უწყვეტი, ნახევრად უწყვეტი და მისაგლინი დგანი ისე იყოს



ნახ. 10.7.1.14.

დამონტაჟებული, რომ მათი ღერძები გეომეტრიულად ზუსტად იყოს დაკავშირებული გლინვის საერთო ღერძისადმი.

განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა მთავარ ხაზზე დაყენებული საგლინის დგანი მოწყობილობა (ნახ. 14), 1 არის გლინების შენაცვლების მექანიზმი; 2—სამუშაო გალი (კაბინა); 3—უნივერსალური შპინდელი; 4—კბილანა კაბინა; 5—ძირითადი ქურო; 6—რედუქტორი; 7—მქნევარა; 8—მთავარი ძრავის ქურო; 9—მთავარი ძრავა

არსებობს ცხელი საგლინი და ცივი საგლინი დგანი. პირველით ვზადდება რელსები, ძელები და მსხვილი პროფილის საგნები, ხოლო მეორეთი ზღვებალითონის ცივ მღვობარეობაში. გლინვა, რის შედეგად იღებენ თხელი სისქის თუნუქს, კილიტას, თხელ ლენტებს და სხვა.

შემოსენებული მოწყობილობების მაღალი სიზუსტით მონტაჟის მოთხოვნის გამო არსებობს დაშვებები საძირკვლების აგებისათვის, საძირკვლის ჰანჭიკების და საძირკვლებზე მოწყობილობების აგების საქმეში, რასაც არ უნდა აღემატებოდეს საპროექტოდან გადახრების ოდენობები მილიმეტრებში:

- საძირკვლის ზემო ნაწილის ნიშნულებში ± 30
- საძირკვლების ძირითადი ზომების გეგმურ მდებარეობაში ± 30
- საფეხურებისა და შევირლების ნიშნულებში ± 20
- თხრილების და ღრუების ზომებში ± 20

საძირკვლის ღერძების მიმართ ჰანჭიკების გეგმურ განლაგებაში ± 5

საძირკვლის ტორსების ჰანჭიკების სიმაღლეებში ± 20

ვერტიკალის მიმართ საძირკვლის ჰანჭიკების ღერძის დაშორებაში ± 5

საგლინი მოწყობილობების აწყობის დაშვებების ოდენობები დამოკიდებულია მანქანების დანიშნულებაზე, კონსტრუქციასა და ტექნოლოგიურ ხაზზე, მათ განლაგებაზე, ამასთან დამოკიდებულებით საგლინი მოწყობილობები იყოფა სამ ჯგუფად.

პირველ ჯგუფში შედის მანქანების ნაკადი, რომელთა მონტაჟი უნდა მოხდეს მაღალი სიზუსტით (სამუშაო და კბილანა კაბინა, სამუშაო კაბინის ფილა-შაბლონი, კიდრამპრელი დაზგები, მანიპულატორები. მაკრატლები და ხერხები. პიდრავლიკური ამწეები, საწნეხები, სადნობი მანქანები, ამწე-რხვევადი მაგიდა-ხერხთან და მაკრატელთან მექანიკური საბრჯენი, სასწორები, ავტომატური ხაზის სხვადასხვა დაზგები).

მეორე ჯგუფში შედის მანქანები, რომლებიც აგრეთვე შედიან ნაკადში, მაგრამ მოითხოვენ, შედარებით პირველ ჯგუფთან, ნაკლები სიზუსტით აწყობას (სატრანსპორტო როლგანგები ჯგუფური ან ინდივიდუალური ამძრავებით. საბიძგებლები, ტრანსპორტიორის საყრდენი ძელების სვეტები და სხვ.). მესამე ჯგუფში შედის ცალცალკე დაყენებული მანქანები და დაზგები, რომლებიც შეიძლება დაყენებულ იქნეს შედარებით ნაკლები სიზუსტით (სტაციონარული საბრჯენები, მექანიზებული თარობისა და მაცივრების სვეტები და ჩარჩოები და სხვ.).

ზემოხსენებული ჯგუფების მონტაჟისათვის დაშვებები მოცემულია (3) ცხრილში.

ცხრილი 10 7.1.3

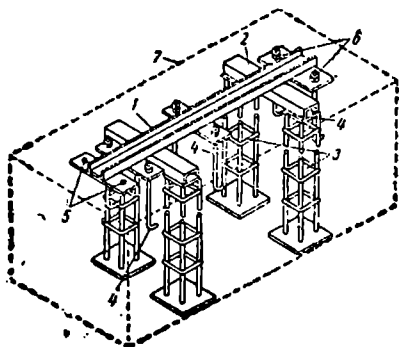
გადაბრების სახეები	მოწყობილობების დასაშვები გადაბრებები, მმ		
	I	II	III
რეპერზე დაყენების დროს სასიმალო ნიშნულში	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
იგივე, აღრე შესრულებული მანქანების მონტაჟის მიხედვით	$\pm 0,25$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
იგივე, აღრე აწყობილ ორ მანქანას შორის	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
სამუშაო ღერძზე მანქანის ღერძის მიბმის დროს სწორი ვი გადაადგილება	± 1	± 2	± 5
იგივე, ღირე აწყობილ მანქანაზე მიბმის დროს	± 1	± 2	± 5
დასაყენებელი სიბრტყისადმი დაყენებული თარაზული და ვერტიკალური სიბრტყეების შიერ	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$

E. გეოდეზიური საშუაოთები საგლინი ღვანის საშუაო კაბინის (გაღის) ხაზის მონტაჟის დროს

საგლინი ღვანის სამუშაო კაბინის ხაზის მონტაჟის სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია საძირკვლებში ანკერული ჰანჭიკების გეგმურად და სიმაღლეში განლაგების ხარისხზე. მაღალ სიზუსტეს აღწევენ ჰანჭიკების ზუსტად განლაგებისათვის საგანგებო ფოლადის კონდუქტორების გამოყენებით. საგლინი ღვანების აგების დროს საძირკვლის, ანუ ანკერული ჰანჭიკების. დაყენება

ხდება დაბეტონებამდე მოწონებული კონდუქტორის კონსტრუქცია მოყვანილია (15) ნახაზზე.

1 არის შევლერის ნაპერი, რომელზედაც მიდუღებულია განივი ორი ძელი 2, რომლებიც ეყრდნობიან პროფილური ლითონისაგან დამზადებულ საყრდენ სვეტებს 3. ანკერ-ჰანჭიკების 4 დიამეტრები, როცა დილია, მაშინ ხსენებულ სვეტებს (3) აყენებენ არმატურის ჩალაგებამდე, ხოლო როცა ეს დიამეტრები მცირე ზომისაა, თანადროულად ხდება სვეტებისა და არმატურის დალაგება.



ნახ. 10.71.15.

ადგენენ შესრულებით სქემას გვეგური და სასიმალო გადახურების ჩვენებით.

ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟისათვის საძირკვლების მიღების შემდეგ იწყებენ საშუაო კაბინის მონტაჟს, რომელიც წარმოადგენს საგლინი დგანის მთავარ ნაწილს, რადგანაც საშუაო კაბინის დახმარებით იწყება საკუთრივ ლითონის გლინვა. საშუაო კაბინის მონტაჟს იწყებენ ფილა-შაბლონების დაგებით, რადგანაც მათი დაგების სასწორზეა დამოკიდებული საშუაო კაბინის მონტაჟის სიზუსტე. ამიტომ მონტაჟის დაწყებამდე გულდასმით სინჯავენ საძირკვლების აგებისა და ანკერ-ჰანჭიკების გვეგური და სასიმალო განლაგების სისწორეს. ამისათვის კი გვეგურ საფუძვლად იყენებენ წინა მუხლებში განხილული მეთოდებით (სიმების, ოპტიკური და სხვ.) ნატურაში აგებულ გრძივ და განივ ღერძებს. განივი ღერძების მიმართულებით სიმების დაჰკივების შემდეგ ამოწმებენ საშუაო კაბინისა და კბილანას შორის და საშუაო კაბინისა და მთავარ ძრავას შორის მანძილებს, რომლებიც (14) ნახაზზე, შესაბამისად, L_1 და L_2 სიმბოლოებით არის აღნიშნული.

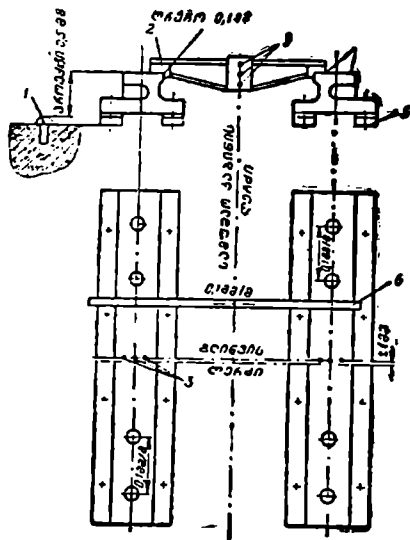
ფილა-შაბლონის დაყენების სქემა მოყვანილია (16) ნახაზზე. 1 არის საშუაო რეპერი, რომელიც ჩაბეტონებული არის საძირკვლებში; მარჯვენა და მარცხენა ფილა-შაბლონს შორის მანძილის საპროექტოდან გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,1$ მმ, რასაც აღწევენ შაბლონით 2. იმისათვის, რომ ყოველი ფილა-შაბლონი ზუსტად იყოს დაყენებული, მათზე ნიშნავენ კაწრულებს, რომლებიც შეთავსებული უნდა იყოს საშუაო კაბინის ღერძის პარალელური ღერძების მიმართ. 3 არის დასაყენებელი კაწრულები (ყვრნები), რომლებითაც ხდება საგლინი დგანის განივი მიმართულებით დაყენება; იგი უნდა მდებარეობდეს

გლინვის ლერძის ვერტიკალურ სიბრტყეში. გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს ± 1 მმ. სამუშაო 1 რეპერის ნიშნულის ოდენობა საგლინი ღვანის საერთო სასიმალო სისტემასთან შედარებით უნდა იყოს განსაზღვრული არა უმეტეს $\pm 0,5$ მმ შეცდომისა.

ფილა-შაბლონებს შორის აღმატება ყოველ ერთ მეტრზე არ უნდა აღემატებოდეს $0,1$ მმ. მათი რეგულირება სიმაღლეში სრულდება ქვესაღებების 5 შეწვევ-გამოწვევით, რომლებიც დაყენებული არიან საძირკვლის ქანჭიკების ორივე მხარეზე. 6 არის საკონტროლო სახაზავი.

ანკერ-ქანჭიკების (საძირკვლის ქანჭიკების) ქანჩების მოჭერისა და ფილა-შაბლონების დაყენების შემოწმების შემდეგ ადგენენ შესრულების სქემას

და თუ არ ექნება დასაშვებზე მეტი გადახრა, ხსენებულ ნაწილებს დააბეტონებენ. ცალკეულ შემთხვევაში, როცა ფილა-შაბლონებს შორის არ არის ხისტი კავშირი, დაბეტონებას შეაჩერებენ და მანამდე აყენებენ საგლინი სადგარებს, რომლებიც ასევე, როგორც ფილა-შაბლონები, წარმოადგენენ საგლინი ღვანის საპასუხისმგებლო კვანძს. ეს კვანძები იღებს ყველა ძაბვებს, რომლებიც წარმოიშობა ლითონის გლინვის დროს. ყოველ სადგარს აყენებენ ფილა-შაბლონზე და წინასწარ ამარებენ ქანჭიკებით. ამავ დროს აკვირდებიან, რომ საგლინი-სადგარის გეგმური და ვერტიკალური მდებარეობა იყოს სწორი საგლინი ღვანის ლერძის მიმართ. ღვანის მონტაჟის დამთავრების შემდეგ საბოლოოდ შეამოწმებენ.



ნახ. 10.7.1.16.

ღვანის განივი ლერძის მიმართ ორივე საგლინი-სადგარის გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს ± 1 მმ. ყველა ფაქტობრივი განაზომი შეაქვთ უწყისში.

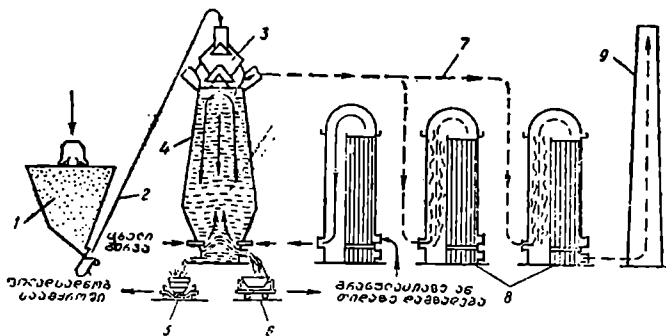
სამუშაო კაბინის საგლინი-სადგარების მონტაჟისა და მიღების შემდეგ სრულდება საგლინების შენაცვლება. ამ დროს გულდასმით უნდა იყოს დაყენებული მიმმართველი ძელები, რომლებიც განლაგებულია საგლინი-სადგარების ქვეშა განივებზე. ეს ძელები უნდა იყოს დაყენებული ზუსტად სამუშაო კაბინის საგლინი-სადგარების ლერძების გრძივი და განივი განლაგების შესაბამისად. აქ გრძივი ლერძიდან პარალელური გადახრა დასაშვებია $\pm 0,5$ მმ, ხოლო სიმაღლეში გადახრა ყოველ მეტრზე არ უნდა აღემატებოდეს $0,1$ მმ

**10. 7. 2. გეოდეზიური სამუშაოები მეტალურგიული ქარხნების
ბრძმედული ხანძარების ობიექტების მონტაჟის დროს**

ბრძმედული სამჭრო წარმოადგენს მეტალურგიული ქარხნის ძირითადი და
დამხმარე ნაგებობების ერთ-ერთ რთულ კომპლექსს, რომლის სქემატური სუ-
რათი მოცემულია (1) ნახაზზე. ბრძმედებით რკინის მადნებიდან აღნობენ თუჯს,
ხოლო მარტენის ღუმლით თუჯიდან—ფოლადს. საჭიროა [32] გაცნობა.

1 არის საყირაო სკიპი; 2—დახრილი ხიდი; 3—ჩასაყრელი მოწყობილობა;
4—გარსაცმი; 5 და 6—ჩამჩები; 7—აირგაყვანილობა; 8—აირგამწმენდი მოწყო-
ბილობა; 9—საკვამლე მილი.

ბრძმედული სამჭროს მთავარ ნაგებობას წარმოადგენს ბრძმედი, ანუ
თუჯის გამოსადნობი ღუმელი, რომლის რკინის კონსტრუქციების და-



ნახ. 10.7.2.1.

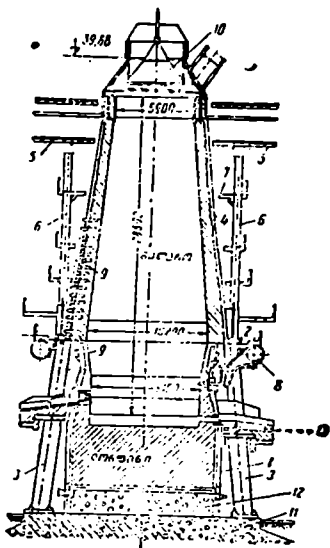
კვალვა სრულდება გეოდეზიური მეთოდებით. 1719 მ² მოცულობის ბრძმედის
ჭრის სქემა მოყვანილია (2) ნახაზზე.

1 არის ქუროსა და მისი სვეტების 3 გარსაცმი; ამ სვეტებს ეყრდნობა მარა-
ტორული (დამკავებელი) რგოლი 2; ეს რგოლი ფაქტობრივად წარმოადგენს
რგოლურ ძელს, რომელსაც ეყრდნობა ბრძმედის შახტის გარსაცმი 4; ქუროს
სვეტებს 3 ეყრდნობა საყერძე სვეტები 6, რომლებიც თავის მხრივ, საყრდენე-
ბია საყერძე ბაქანისათვის (საწვავისათვის) 5, და რგოლური ბაქნები 7. ღუმლის
ზემო ნაწილების ამდაგვარად აგება საშუალებას იძლევა მთელი დატვირთვა გა-
დაეცეს უშუალოდ საძირკველებს; ქუროს გარშემოა რგოლური ჰაერსადენი
8; 9 არის მაცივარი, რომელიც მიმავრებულია ქუროსა და შახტის გარსაცმეზე;
10—ბრძმედში ჩასაყრელი მოწყობილობა; 11—ღუმლის საძირკველი; 12—ლო-
რფინის საძირკველი; 13—თუჯის კრიჭა.

.. მეტალურგიული წარმოების როგორც სხვა ობიექტები, ასევე ბრძმედული
პროცესების ობიექტები საჭიროებს გეგმურ განლაგებას გეოდეზიური სამშენ-
ებლო ბაღის დახმარებით. მასასადამე, მეტალურგიული საწარმოების ნაგებობე-
ბის მთავარ ღერძებს კვალავენ სამშენებლო ბაღის პუნქტების მიმართ.

ცენტრალური ბლოკის ნაგებობების მშენებლობის დაწყებამდე მოსამზა-
ლებელ პერიოდში დაკვალავენ ღუმლისა 11 და ლორფინის 12 საძირკველებს

მთავარ ღერძებს. ასევე იკვალება თუჯის კრიკის, დახრილი ხიდის (ნახ. 1) 2, პერსადენის 8 (პერის გამთბობის) საკვამლე მილის 9 (ნახ. 1) ღერძები და სხვ. ნაგებობების მთავარი ღერძები გააქვთ სამშენებლო და სამონტაჟო სამუშაო სივრცეებიდან და ამაგრებენ მტკიცე მუდმივი ნიშნებით. დაბეტონების პროცესში, მაშინ როდესაც საბირკვლის ზემო ნაწილი უახლოვდება საპროექტო ნიშნულს, ბეტონის ხსნარში ჩაატანენ ლითონის ფირფიტებსა და კაეებს, რომლებზეც კაწრავენ ნაგებობების გრძივ და განივ ღერძებს. თვით ბრძმე-ის აგრეგატის ცენტრი და თუჯის კრიკის ღერძი წარმოადგენს ძირითად საყრდენ ორიენტირებს, რომლებზეც დაყრდნობით წარმოებს ფოლადის ყველა კონსტრუქციის მონტაჟი და შემოწმებები. ფოლადის კონსტრუქციებში ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლოა ღუმლის შახტის გარსაცმი 4, რომელიც კეთდება ფურცლების შედუღების შედეგად. გარსაცმს უნდა ჰქონდეს ზუსტი გეომეტრიული ზომები და ჰერმეტიკული ნაკერები. სამუშაოების დაჩქარების მიზნით ქარხნებში მზადდება ბრძმედის ფოლადის ძირითადი ნაწილები, როგორცაა ქეროს გარსაცმი 1, შახტის გარსაცმი 4, გარსაცმის ზემო კონუსები და სხვა, და საკონტროლო აწყობის შემდეგ გადააქვთ მშენებლობაზე და ამონტაჟებენ. შემოწმების შემდეგ ხდება ყოველი კონსტრუქციის ნიშანდება სათანადო კაწრულებით.



ნახ. 10.7.2.2.

სამონტაჟო მოედანზე იმეორებენ ძირითადად იმ ოპერაციებს, რომლებიც შესრულებული იყო ზემოთ ჩამოთვლილი ნაწილების დამამზადებელი ქარხნიდან მიღების დროს ასეთი გულდასმით შემოწმებები უზრუნველყოფს მემონტაჟეებს, თავიდან აიცილონ პირაპირებზე გარსაცმის ფურცლების მორგება გამსხვილებულ აწყობასა და გარსაცმის ფურცლების შედუღებებს აწარმოებენ ასაწყობ-დასაშლელ სტენდებზე ან სტენდ-მოედნებზე. გამამსხვილებელი ელემენტის ნაკერების შედუღებამდე ნიველირით აკონტროლებენ ზედა და ქვედა ნაწიბურების პორიზონტულობას. ელემენტის ელიფსურობას ამოწმებენ ორ ან რამდენიმე ურთიერთმართობულად ფოლადის მავთულების დაქიმივით. ასეთ შემოწმებას ახდენენ ორჯერ: გამსხვილებული ელემენტების ნაკერების შედუღებამდე და სამონტაჟო ბლოკის აწევამდე. გამოვლინებულ ელიფსურობას ასწორებენ ჰიმივით და განმბრჯენებით გამსხვილებული ელემენტის საპროექტო მდებარეობაში დაყენების შემდეგ მავთულების გადაკვეთის წერტილიდან უშვებენ

შვეულს, ელიფსურობის არარსებობის შემთხვევისას შვეულის წვეტანა ზუსტად შეუთავსდება ბრძმედის ცენტრალური რეპერის ცენტრს.

ბლოკების გარსაცმისა და ქუროს მონტაჟის დროს საპროექტო ზომებიდან გადახრები არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგ ოდენობებს:

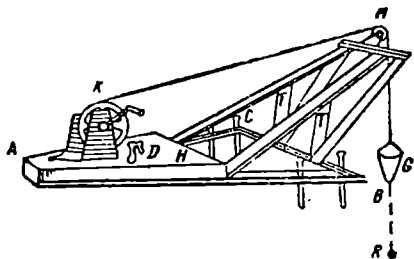
სარტყელების ელიფსურობა, ანუ დიამეტრებს შორის უდიდესი განსხვავება სარტყლის საპროექტო დიამეტრის 0,003, სარტყელების ცენტრების გადაადგილება მარატორული რგოლის 2 ცენტრიდან (როცა სარტყლის ნიშნულია

H და მარატორული რგოლის კი h) ... 0,00 ($H-h$) და არა უმეტესი 30 მმ;

ზედა საკერძე მილტუჩის ცენტრის გადაადგილება მარატორული რგოლის ცენტრიდან ± 30 მმ.

ნიშნულების სხვაობა ზედა საკერძე მილტუჩის მოედნის ნებისმიერი ორი წერტილის ... ± 4 მმ.

თარაზული მაცივრებისათვის შახტის გარსაცმის



ნახ. 10.7.2.3.

ნაწიბურების ამონაჭრების ნიშნულები ± 2 მმ.

ეთქვათ, სარტყლის დიამეტრია 10 მ, მაშინ ელიფსური ზღვრული შეცდომა იქნება

$$m_{ზღვ.} = 10000 \times 0,003 = \pm 30 \text{ მმ,}$$

ანუ საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$m = \frac{m_{ზღვ.}}{2} = \pm \frac{30 \text{ მმ}}{2} = \pm 15 \text{ მმ.}$$

ბრძმედის სიმაღლე როცა 40 მეტრამდე აღწევს, ზემოთ მოყვანილი დაშვებების დადგენა ჩვეულებრივი ზონარი შეეუღლით ძნელია, ამკამად კი ბრძმედის სიმაღლე აღწევს 100 მეტრამდე. ამიტომ როგორც მეტალურგიული ქარხნების, ისე ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ლითონის კონსტრუქციების მონტაჟის დროს იყენებენ შვეულს ბლოკზე (ნახ. 3).

შვეული ბლოკი წარმოადგენს ტოლფერდა ABC სამკუთხედის ფორმის ხის ჩარჩოს, რომლის ფუძეა 75 სმ და თითო გვერდი 125 სმ. ამ სამკუთხეა ჩარჩოს დაახლოებით ნახევარი H ფართობი შეფიცრულია 3 სმ სისქის ფიცრებით. ვანხილადი სამკუთხედის A წვეროსთან ხის ფიცრულზე დამაგრებულია ლითონის K ბორბალი სამონტაჟო მავთულის დასახვევად, რომელიც საჭიროა ტვირთის დასაშვებად და ასაწევად. K ბორბალს აქვს სახელური და დამკეცი ზრახნი, რომელიც ნებისმიერ დროს საშუალებას იძლევა შევაჩეროთ ბორბლის ბრუნვა. K ბორბლის გვერდით ხის ფენილზე მოწყობილია ბუდე. სადაც სამუშაოს დამთავრების შემდეგ ინახება G ტვირთი და მაგრდება D რაზით სამკუთხედის ფუძეზე მიმაგრებულია ხის ორი T სვეტი ოთხი სამაგ-

რით. სვეტები სამაგრებით ქმნიან კონსტრუქციას, რომელსაც ეწოდება კრონ-შტიინი ნაშვერით. კრონშტიინის მცირე მაგიდაზე დაყენებულია *M* მექანიზმი, რომლის ბლოკზე გადაკიდებულია შვეულის ზონარი (მათულო) რომელიც შეიძლება გადაადგილდეს პორიზონტულ სიბრტყეში ორი ურთიერთმართობი მიმართულებით. ბლოკის გადაადგილების ამპლიტუდა ორივე მიმართულებით არის 3—4 სმ, ამიტომ იგივე სიზუსტითაა მიღებული ხელსაწყოთა ჩარჩოს წინასწარი დაყენება. ხელსაწყო იღებება ხუთ ამწეე ხრახნზე, რომლებიც გამჭოლად გადიან ჩარჩოში. ამ ხრახნებით ხდება ხელსაწყოთა რეგულირება და აგრეთვე ისინი საშუალებას იძლევიან უშუალოდ გაიზომოს რულებით ჩარჩოს ქვეშ მანძილები შვეულის ზონარიდან საყრდენი პუნქტების ნიშნებამდე.

განხილადი ხელსაწყოთი სამუშაო სრულდება შემდეგნაირად: ვთქვათ, საპიროა შვეულის წვეტი დაგაყენოთ ბრძმელის ცენტრალურ *R* რეპერზე, საპიროებისამებრ ხელსაწყოთა დასაყენებლად ზემოთ აწყობენ ფიცარნავს (ბაქანს). პირველ რიგში შვეულის *G* ტვირთს აყენებენ *R* რეპერზე მიახლოებით, რაც სრულდება მთელი ჩარჩოს გადაადგილებით. შემდეგ შვეულის ქანაობის შესამცირებლად, შვეულის *G* ტვირთს ათავსებენ ბლანტ-სითხიან (თხევადი მინა, ნავთობი, ნაპუშეგარი ზეთი და სხვა) ჭურჭელში. *R* რეპერი რომ არ დაიფაროს, ჭურჭელს აყენებენ ტაბურეტზე (სკამზე). შვეულის ძაფის *R* რეპერზე ზუსტად დაცენტრის მიზნით მის ახლოს, დაახლოებით ურთიერთმართობი სხივების მომცემად აყენებენ ორ თეოდოლიტს. თეოდოლიტები მოჰყავთ მომწესობაში და თანადროულად უმიზნებენ *R* წერტილს. შემდეგ ახდენენ შვეულის ზონარის გადაადგილებას *M* მექანიზმით ისე, რომ იგი დაემთხვეს *R* რეპერზე გატარებული ვერტიკალური სიბრტყეების გადაკვეთის ხაზს და ორივე თეოდოლიტის ჰოჯრის ძაფთა ბადის ვერტიკალურ ძაფებს. საკონტროლოდ იგივე მოქმედებას იმეორებენ ორივე თეოდოლიტის შვეული წრედის მეორე მდებარეობაში. ქუროს გარსაცმის აწყობის შემდეგ აყენებენ ქუროს სვეტებს 3 და მარტორულ რგოლს 2. სვეტებს აყენებენ და ამოწმებენ (10. 6. 1) პარაგრაფში მოყვანილი წესებით. სვეტების დაყენებისა და შემოწმების შემდეგ ამონტაჟებენ რგოლურ მილს ორ ეტაპად: პირველ ეტაპზე მას ჰკიდებენ ქუროს სვეტებზე. 3, დროებით მიღლებულ კრონშტიინზე: ამ დროს კრონშტიინები უნდა იყოს ისეთ სიმაღლეზე მიღლებული, რომ მასზე დადგმული რგოლური მილის დონე ცოტა ნაკლები იყოს საპროექტო დონეზე.

მეორე ეტაპზე რგოლურ მილს პალოების საშუალებით აყენებენ საპროექტო დონეზე. რგოლური მილის ცენტრი შეთავსებული უნდა იყოს ღუმლის გარსაცმის ცენტრთან, რასაც აღწევენ შვეულით და რამდენიმე დიამეტრის გაზომვით.

რგოლური მილის გადახრები საპროექტოდან არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგ ოდენობებს:

რგოლური მილების ელიფსურობა ანუ განივი კვეთების დიამეტრების სხვაობები 10 მმ

რგოლური მილების ქვემო ნაწილის ნიშნულების გადახრები 10 მმ

პორიზონტული მანძილების გადახრები რგოლური მილის ზედაპირიდან ქუროს გარსაცმის ზედაპირამდე 20 მმ

ბრძმედის მონტაჟის საქმეში ერთ-ერთი მთავარი მნიშვნელობისაა დახრილი ხიდის 2 (ნახ. 2) მონტაჟი. რომელსაც იყენებენ ლუმლის დასატვირთავად. დახრილი ხიდი წარმოადგენს გისოსებიან ორ ძირითად გრძივ ფერმას, რომლებიც შეერთებულებიან განივი და გრძივი ძელებით. გრძივ ძელებზე აწყობენ ოთხ რელსს, რომლებზეც ამოძრავებენ საყიარო სკიპს (ურიაკა).

დახრილი ხიდის მონტაჟი სრულდება ცალკეული სექციებით, სადაც დაცული უნდა იყოს შემდეგი დამუშავებები:

ხიდის მთავარი ფერმების ქვემო ნაწილის საყრდენების ნიშნულები შეიძლება განსხვავდებოდეს საპროექტოსაგან არა უმეტეს 10 მმ ხიდის ლერძის გადაადგილება ბრძმედის ლერძიდან არ უნდა აღემატებოდეს 20 მმ სკიპის ლიანდაგების ლერძებს შორის განსხვავება საპროექტოსაგან არ უნდა აღემატებოდეს 2 მმ.

სკიპების ლიანდაგის განივკვეთში რელსებს შორის ნიშნულებში განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 4 მმ.

მეტალურგიული ქარხნის სხვა ობიექტების სამონტაჟო სამუშაოების გეოდეზიური მომსახურების მეთოდია წინ განხილულის ანალოგიურია.

4. გეოდეზიური სამუშაოები ბრძმედის რეკონსტრუქციის დროს

იმისათვის, რომ ბრძმედის (ანუ გამოსადნობი ლუმლის) რეკონსტრუქციის დროს მცირე დროით შეჩერდეს ამ ნაგებობის ექსპლუატაცია, მის ახლო საგანგებო სტენდზე სრულდება ახალი ბრძმედის კორპუსის მონტაჟი, რის შემდეგ წას გადაადგილებენ ძველი ბრძმედის საძირკველზე. ასეთი მძიმე და რთული ნაგებობის კომპლექსის მონტაჟისა და შესაცვლელი ლუმლის გადაცურების საქმეში გეოდეზიურ მომსახურებას იღი და საპასუხისმგებლო საქმე ევალება. აუცილებელია განუწყვეტელი გეოდეზიური დაკვირვება აწყობილი ლუმლის (ბრძმედის) მთელი კომპლექსის გადაადგილების პროცესში.

ლუმლის გადაცურებასთან დაკავშირებული ანგარიში ეყრდნობა არსებული (სარეკონსტრუქციო) ლუმლის ცენტრისა და სტენდის ცენტრის კოორდინატებს გადაადგილების (გადაცურების) ლერძები უნდა გადიოდეს ორივე ცენტრზე.

(4) ნახაზზე მოყვანილია ერთ-ერთი ბრძმედის რეკონსტრუქციასთან დაკავშირებული სამუშაოებისა და მათი შესრულების მაგალითის სქემა.

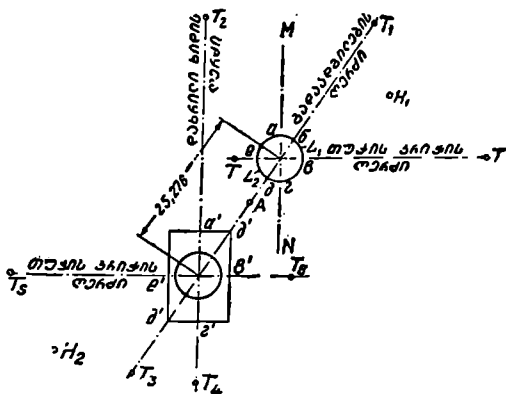
სანამ დაიწყება ახალი ბრძმედის აგება, მანამ საჭიროა სტენდზე მისი ლერძების გეგმური მდებარეობის დაკავშირება სარეკონსტრუქციო ლუმლის ლერძების გეგმურ მდებარეობასთან. ამ მოთხოვნის მიზანია ორივე ლუმლის ცენტრებზე გადიოდეს გადაადგილების ლერძი და აგრეთვე ცნობილი იყოს ამ ცენტრებს შორის მანძილი; აგრეთვე აუცილებელია სარეკონსტრუქციო ლუმლის დახრილი ხიდის და თუჯის კრიპს მთავარი ლერძები პარალელური იყოს სტენდზე შესაბამისი სამონტაჟო მთავარი ლერძებისადმი.

დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის საჭიროა ქარხნის ტერიტორიაზე საყრდენი გეოდეზიური ქსელის შექმნა. ყოველივე სრულდება პირველი თანრიგის პოლიგონომეტრიის პუნქტებზე დაყრდნობით.

პირველ რიგში განისაზღვრება მთავარი ლერძების გეგმური მდებარეობა; როგორცაა; გადაადგილების ლერძის T_1 და T_2 წერტილების კოორდინატები და T_1T_2 გადაადგილების ლერძები; სარეკონსტრუქციო ლუმლისა და სტენდის ცენტრებს შორის მანძილი 25,276 მ; T_1A და T_2A მანძილები; ახალი

ლუმლის მთავარი ღერძები სტენდზე MN და TT_1 ; ძველი ლუმლის მთავარი ღერძები T_2T_4 და T_5T_6 . მაშასადამე, ახალი ლუმლის ძველის ადგილას გადაცურება უნდა მოხდეს 25.276 მ მანძილზე, რაც შესრულებულ იქნა განუწყვეტელი გეოდეზიური მეთვალყურეობით.

გადაცურების დაწყებამდე ახალი ლუმლის გარსაცმის მსახველზე ქვემოთ ქუროსთან და ზემოთ საკრეჩე რგოლთან σ და $\bar{\sigma}$ წერტილებში გადაცურების ღერძის მართობულად მიამაგრეს 60 სანტიმეტრის სიგრძის ოთხი სახაზავი L_1 , რომელიც დაყოფილია სანტიმეტრებად, წარწერით შუიდან



ნ.ბ. 10.7.2.4.

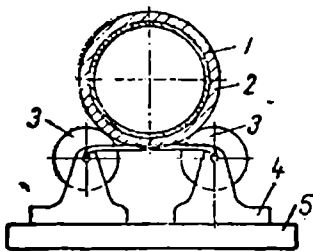
მარცხნივ და მარჯვნივ 30 სმ, ისე, რომ ნული შეთავსებული იყო გადაადგილების ღერძისა და სახაზავის დანაყოფების ღერძისადმი.

დამიზნების გაუმჯობესებისათვის ლუმლის გარსაცმეში მისი მთავარი ღერძების მიმართებით a, b, z, e წერტილებში მთელ სიმაღლეზე ქვემოდან საკერძე რგოლამდე ყოველ 2 მეტრზე ურთიერთდაშორებით თეთრი საღებავით გაატარეს ოც-ოცსანტიმეტრიანი სიგრძის კაწრულები. ახალი ლუმლის სწორად დაყენების მიზნით მთავარი ღერძების T_2T_4 და T_5T_6 მიმართებები წითელი საღებავით დანიშნეს საძირკვლის a, b', z', e' წერტილებში. T_1 და T_3 წერტილებში დაცენტრეს 30" სიზუსტის თეოდოლიტები. T_1 წერტილიდან აკვირდებოდნენ ლუმლის გადაადგილების სისწორეს ორი L_1 სახაზავის დახმარებით, რომელთა დაციფერა მიმართული იყო T_1 წერტილისაკენ, ხოლო T_3 წერტილიდან აკვირდებოდნენ ორ L_2 სახაზავს დაციფერით T_3 წერტილისაკენ მიმართულს. როგორც ვხედავთ, ორივე დამკვირვებელი განუწყვეტლივ აკვირდებოდა და მიმართულებას აძლევდა ლუმლის სწორად გადაადგილებას. გარდა ამისა, ლუმლის გადაადგილების სისწორის დაცვის მიზნით, გადაადგილების ღერძის გასწვრივ დაქიმეს ბაგირი, რომელიც დამაგრებული იყო ახალი ლუმლის დამაგრების ცენტრში დასობილ ღეროზე. გადაადგილების მანძილის ნახევარზე A წერტილში შესრულდა ლუმ-

ლის გადაადგილების სისწორის საბოლოო შემოწმება და დადგინდა, რომ გადახრა (შებრუნება) იყო 250 მმ, სათანადო ღონისძიების შემდეგ საპროექტო მდებარეობიდან ლუმლის გადახრა იყო 30 მმ. ლუმლის მუდმივ საძირკველზე დაყენება საბოლოოდ შემოწმდა თეოდოლიტით დაკვირვებით. რისთვისაც თეოდოლიტები დაყენებული იყო დახრილი ხიდის ღერძის T_1 , T_4 წერტილებში და თუჯის კრიკას ღერძის T_5 და T_6 წერტილებში. ლუმლის გადაადგილების დროს შესვენებისას აკონტროლებდნენ ლუმლის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობას, ანუ ამოწმებდნენ საყერძე რგოლის ცენტრის და ქურის ცენტრის შეთავსებას, რისთვისაც იყენებდნენ მძიმე შვეულს. ეს შემოწმება შესრულდა ლუმლის მუდმივ საძირკველზე გულდასმით დამაგრების შემდეგ. ლუმლის გადაადგილების დროს მისი გეგმური მდებარეობის განუწყვეტელი დაკვირვებების გარდა განუწყვეტლივ აკვირდებიან გადაადგილების ლიანდაგის ვერტიკალური ჯდომის მოვლენას, რისთვისაც აკვირდებიან H_1 და H_2 წერტილებზე დაყენებული ორი ნიველირით. H_1 სადგურიდან მონიველე აკვირდებოდა a და b წერტილებზე დაყენებულ ლარტყებს, ხოლო H_2 -დან — z და e წერტილებში დაყენებულ ლარტყებს. ლუმლის გარსაცმის ვერტიკალური ღერძის მდებარეობის გადახრა x ღერძიდან გამოვიდა — 30 მმ, ხოლო y ღერძის მიმართ + 40 მმ, რაც ტექნიკური პირობებით დასაშვებია. ლუმლის გადაადგილებას დასჭირდა 8 საათი. გეოდეზიური მომსახურება შეასრულა ექვსმა დამკვირვებელმა. — ოთხ თეოდოლიტზე და ორ ნიველარზე.

10. 7. 8. გეოდეზიური სამუშაოები მზარუნავი ცემენტის ლუმლის მონტაჟის დროს

ცემენტის გამოსაწვავი თანამედროვე ლუმლების სიგრძე აღწევს 185 მ. მისი ცილინდრული დოლი მცირე ქანობისაა (დაახლოებით 0,05), დიამეტრა აღწევს 5,3 მ, ბრუნვის სიჩქარეა 1—2 ბრუნვა მინუტში, მწარმოებლურობა



ნახ. 10.7.8.1.

აქვს 75 ტონა (ცემენტის კლინკერი 1 საათში. მზრუნავი ლუმელი შიგ აწოგებულია ცეცხლგამძლე მასალით. გამოწვის დროს ნედლეული მოძრაობს ზემოდან ქვემოთ ლუმლის დაქანების მიმართებით, რასაც ეგებება ლუმლის ქვემოდან მილით მიწოდებული საწვავი (მაზუთი, გაზი ან სხვ.). ცემენტის ლუმლის კონსტრუქციული ელემენტები მოყვანილია (1) ნახაზზე.

1 არის ლუმლის ცილინდრი, რომელიც მონტაჟდება რგოლური კარბებისაგან და რომელთა პირაპირების ნაკერები ივლება ელექტროშედლებით; 2 — არტახები, რომლებიც მთელ სიგრძეზე ერტყმის ლუმელს; 3 — საყრდენი გორაკოლები, რომლებსაც ეყრდნობა არტახები; 4 — წყვილი საყისარი, რომელსაც

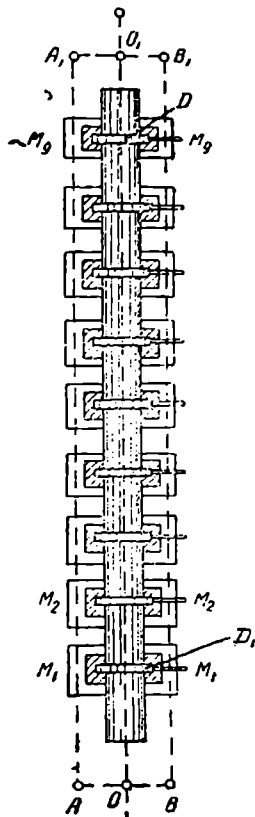
ეყრდნობა გორგოლაჭები; 5—საძირკვლის ჩარჩო, რომელზეც იდგმება საყის-
რები. ჩარჩო ბეტონდება საძირკვლის საერთო მასივის მონტაჟის შემდეგ. გეო-
დეზიური სამუშაოები სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

4. დაკმალვა საძირკვლის ახადებად (ნახ. 2)

პირველ რიგში ადგილზე კვალავენ OO_1 გრძივ ღერძს და მის პარალელურ დაშვარე AA_1 და BB_1 ღერძებს, რომლებიც საძირკვლის ნაპირთან ახლო არიან განლაგებულები. მთავარი გრძივი OO_1 ღერძი მაგრდება ადგილზე ორ-ორი ცალი ბეტონის მუღმივი ნიშნებით საძირკვლის ორივე ტორსის საზღვრებს გარეთ.

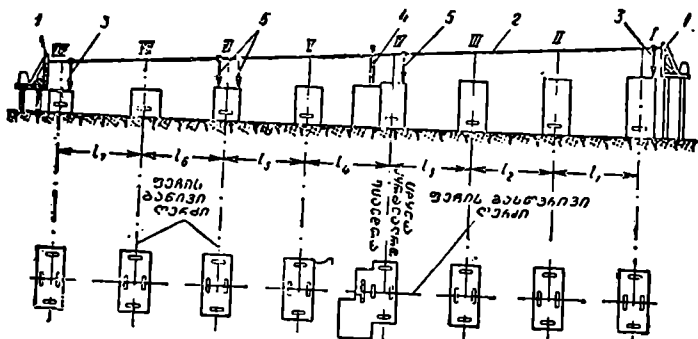
ლუმის დეტალურად დაკვალვის მიზნით მისი გრძივი OO_1 ღერძი გადააქვთ ფარგსაკვალზე და მისი კაწრულების შესაბამისად კიმავენ ინსტრუქციით მითითებულ ფოლადის მავთულს (სიმს) სათანადო სიძლიერის ჯალაშბრით. ამავე დროს მხედველობაში იღებენ იმას, რომ ხსენებული გრძივი ღერძის ქანობა 0,05. მაშასადამე, ლუმის მაღალი და დაბალი ტორსის შესაბამის წერტილთა შორის აღმატება უნდა იყოს $0,05 \times 185 = 9,25$ მ, რაც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ლუმის ცხელი (დაბალი) ბოლოსაკენ ფარგსაკვალის სვეტები და დავაყენოთ საჭირო სიმაღლეზე.

დასაკვალავი ნახაზის შესაბამისად (ნახ.2) ლუმის გრძივი OO_1 ღერძის მართობულად ადგილზე ატარებენ ლუმის საძირკვლების ჩარჩოების $M_1, M_2, M_3, M_4, \dots$ გრძივ ღერძებს. ამისათვის საძირკვლების ცენტრებს საზღვრავენ შვეულებით (ნახ. 3), რომლებიც დაკიდებულები არიან მავთულზე პროექტის მიხედვით ლუმის გრძივ ღერძზე ფოლადის კომპარირებული რულეტით გადაზომილ წერტილებში. სამთო ან ისეთ თეოდოლიტს, რომლის კოგრის ზემო ნაწილში დანიშნულია ცენტრი, აყენებენ ყოველი შვეულის ქვეშ ისე, რომ წვეტანა ზუსტად იყოს შეთავსებული ხსენებული ნიშნის. ცენტრზე და ლუმის გრძივი ღერძის მიმართ წრედალი დადას აბრუნებენ 90° -ით, რითაც იღებენ მიმართულებებს საძირკვლების გრძივ ღერძებზე; საძირკვლების ჩარჩოების წახნაგების მდებარეობას ადგენენ მიღებულ მიმართულებებზე რულეტით გადაზომვების საშუალებით. ადგილზე დანიშნული საძირკვლების გრძივი M_1, M_2, \dots



ნახ. 10.7.3.2.

M_1, M_2, \dots ლერძები გადააქვთ ყოველ საძირკვლის კონტურის ფარგ-საკვალზე და ლერძებს ამაგრებენ გასწვრივობის ნიშნებით, რომლებიც მდებარეობენ დაეულ ადგილებში. საძირკვლების აგების პერიოდში ყოველი მათგანის ზემო სიბრტყეზე ამაგრებენ ლითონის საგანგებო ფურცელს, რომელზეც კაწრულებით ნიშნავენ ლუმლის მთავარ OO_1 ლერძს და მისი მართობი საძირკვლის გრძივ ლერძს. ლუმლის გრძივი ლერძი წარმოადგენს საძირკვლების ჩარჩოებისა და საყრდენი გორგოლაკების დაყენების ლერძს; აგრეთვე ის არის ლუმლის მთელი დოლის ლერძის პროექცია პორიზონტულ სიბრტყეზე. ლუმლის ექსპლუატაციის პერიოდში მისი მდგრადობის სისტემატურად შემოწმების მიზნით ყოველ საძირკველში ამაგრებენ ორ-ორ ცალ რეპერს, რომლებიც მიბ-მული უნდა იყვნენ ქარხნის ტერიტორიაზე არსებულ სასიმალო საფუძველზე.



ნახ. 10.7.3.3.

საძირკვლების დაბეტონებამდე სპეციალური კონდუქტორებით აყენებენ სა-კირო ანკერ-ჰანჯიკებს.

საერთოდ, საძირკვლების მშენებლობას აწარმოებს საგანგებო სამშენებ-ლო ორგანიზაცია, რომელიც სათანადო აქტით აბარებს სამონტაჟო ორგანიზა-ციას. ეს უკანასკნელი ამოწმებს ლერძების დატანის სისწორეს ლითონის თამა-სებზე ან ფურცლებზე, რომლებიც წარმოდგენილია (3) ნახაზზე. ამ მიზნით განა-პირა I და VIII საყრდენებზე აყენებენ სვეტებს გორგოლაკებით 1, რომლებ-ზეც იჭიმება მავთული 2. მავთულს გადაადგილებენ მანამ, სანამ განაპირა საყ-რდენების ფურცლების კაწრულებს არ შეუთავსდება განაპირა შვეულები 3. შუალედ II, III, IV, V, VII საძირკვლებზე დანიშნული ლერძების მდებარეობა მოწმდება შუალედი შვეულებით 5. იმ დროს, როცა მავთული არ ირხევა, მავ-თულის ჩაკიდულობის შესამოწმებლად მის შუა ადგილას დაყენებულია სვე-ტი 4.

ლუმლის გრძივი ლერძის შემოწმების შემდეგ ამოწმებენ განივ ლერძებს და მათ შორის მანძილებს. ლუმლის განივ ლერძებს შორის მანძილებს ზომავენ რუ-ლეტით ამძრავის IV საძირკვლიდან ორივე მხარეს. გარდა ამისა, ამოწმებენ ყოველი საძირკვლის გაბარტულ ზომებს და ანკერ-ჰანჯიკების მდებარეობებს საძირკვლების ლერძების მიმართ. საძირკვლებისა და ანკერ-ჰანჯიკების ნიშნუ-

ლები მოწმდება ნიველობით. როგორც გეგმური, ისე სასიმალო გადახრები არ უნდა აღემატებოდეს (10. 7. 1.) პარაგრაფში მოყვანილ ნორმებს.

სამუშაოს გადაბარება ხდება ინსტრუქციით მიღებული ფორმის მიხედვით.

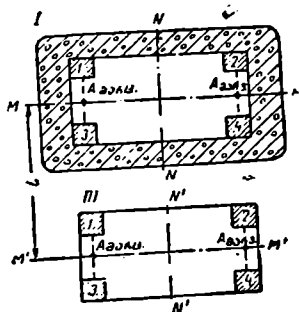
ჩ. დაკვალვები საძირკვლების ჩარჩოების მონტაჟისათვის

ლუმლის დაუბრკოლებლად მუშაობა დამოკიდებულია საძირკვლების ჩარჩოების თარაზულად და შვეულად დაყენების სიზუსტეზე. ამიტომ საჭიროა დავიცვათ შემდეგი პირობები: ლუმლის განივი (ანუ საძირკვლის გრძივი) მეზობელ ღერძებს შორის ზომის გადახრა დასაშვებია ± 5 მმ

განაპირა ჩარჩოებს შორის მანძილში გადახრა დასაშვებია ± 20 მმ

აგრეთვე ღერძიდან გადახრა საძირკვლების ჩარჩოების გრძივი ღერძებისა 2მმ საძირკვლის ჩარჩოს ყოველი ოთხი კუთხის სიმაღლეებსა და ნაანგარიშებ სიმაღლეებს შორის გადახრა ± 1 მმ

საძირკვლების ჩარჩოებს დამამზადებელი ქარხნები უკეთებენ ნიშანდებებს გრძივი MM და განივი NN ღერძების კაწრულებით (ნახ. 4). ნიშანდება აადვილებს საძირკვლების განივი ღერძების ზუსტად დაყენებას ლუმლის ძირითადი გრძივი ღერძების მიმართ და აგრეთვე საშუალებას იძლევა გაკონტროლდეს ბლოკებს შორის დახრილი L მანძილები შეესაბამებოდნ თუ არა საპროექტო ზომებს. საძირკვლების ჩარჩოებს აყენებენ ისე, რომ მათი გრძივი ღერძების კაწრულები, რომლებიც ნიშანდებულია ქარხნის მიერ, ჩარჩოზე ზუსტად შეუთავსდეს საძირკვლებზე დანიშნულ გრძივ ღერძებს. ამის შემდეგ საძირკვლის ჩარჩოში ატარებენ ანკერ-ჰანჭიკებს, აყენებენ საყელურებს და თითოეულ ჰანჭიკზე უჭერენ ორ-ორ ქანჩს.

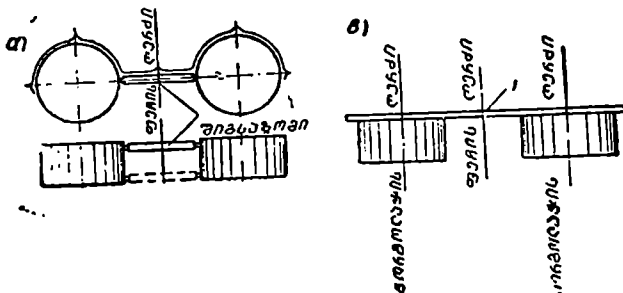


ნახ. 10.7.3.4.

საძირკვლის ყოველი ბლოკის მარცხენა $A_{აა}$ და მარჯვენა $A_{აა}$ წერტილების ნიშნულები, რომლებიც განლაგებულია საძირკვლის ზედაპირზე, უნდა იყოს ურთიერთტოლები და უდრიდეს საპროექტოს. ამავე დროს ჩარჩოს დახრა უნდა იყოს მოცემული ქანობის (0,05) შესაბამისი განივი ანუ NN მიმართულებით, რასაც აღწევენ დამყენებელი საფენების საშუალებით, რომლებიც შეიძრჩევიან ანკერ-ჰანჭიკების დიამეტრების შესაბამისად. საფენებს აყენებენ ყოველი ანკერ-ჰანჭიკის ორივე მხარეზე. საფენებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 800 მმ. საძირკვლების ჩარჩოების საბოლოო შემოწმების შემდეგ, რომელიც სრულდება მავთულებზე ჩამოკიდებული შვეულების საშუალებით და აგრეთვე ანკერ-ჰანჭიკების საფენების დაგების შემდეგ, მათ აერთებენ ელექტროშედულებით. ანკერ-ჰანჭიკებს აბეტონებენ ჰეების 2/3 სიღრმემდე და ბეტონის გამაგრების შემდეგ უჭერენ ქანჩებს.

C. დაკვალვა საპრდენი გორგოლაქების მონტაჟისათვის

საძირკვლების ჩარჩოზე საკისრებითურთ საყრდენ გორგოლაქებს აყენებენ საპროექტო ზომებით (ნახ. 5). (5^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია საყრდენი გორგოლაქის დაყენების სისწორის შემოწმება შიგსაზომით, ანუ ისეთი ხელსაწყოთი, რომლითაც იზომება დეტალების შიგა ზომები. როცა გორგოლაქები სწორად არის დაყენებული, მაშინ შიგსაზომით შეიძლება ლუმლის განხილადი გორგოლაქის მთელ სამუშაო ზედაპირზე შეხება, ხოლო შიგსაზომის შუა წერტილიდან დაშვებული შვეული უნდა უთავსდებოდეს ლუმლის ღერძის კაწრულებს.



ნახ. 10.7.3.5.

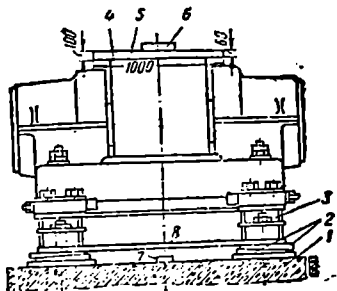
(5^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია იმავე გორგოლაქის დაყენების სისწორის შემოწმება ფოლადის სახაზავით 1; მოითხოვება, რომ ეს სახაზავი, დადებული გორგოლაქების ტორსულ ზედაპირებზე, მთელი დადების სიგრძეზე სრულად იყოს შეთავსებული.

საყრდენი გორგოლაქების მონტაჟის დროს განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა შესრულდეს მათი დაყენება და შემოწმდეს ლუმლის ღერძის შესაბამისი არის თუ არა მათი ქანობები და სიმაღლეები ამ მიზნით ამზადებენ ისეთ სოლებს. რომელთაც ერთ მხარეს ლუმლის ღერძის ტოლი ქანობი (0,05) აქვთ და როცა მათ დაყენებთ გორგოლაქზე ქანობიანი მხარით, მეორე მხარე უნდა იყოს პორიზონტული, რაც მოწმდება თარაზოთი. ლუმლის ღერძისადმი პერპენდიკულარული მიმართულებით საყრდენი გორგოლაქების ჩარჩო უნდა იყოს დაყენებული პორიზონტულად, რაც კონტროლდება მეორე თარაზოთი, რომელსაც აყენებენ სხეილებული ჩარჩოს მიმართველ სიბრტყეზე. ქანობსა და პორიზონტულობაში დასაშვებია 0,001 განსხვავება.

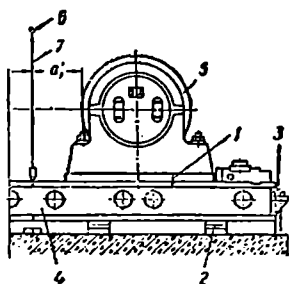
ლუმლის ღერძის მიმართ გორგოლაქებიანი საყრდენების საძირკვლის ჩარჩოზე მდებარეობის შემოწმების შემდეგ ნიველირით ამოწმებენ გორგოლაქების სიმაღლეებს. თუ აღმოჩნდა ნიშნულებში ცალკეული შეუსაბამობანი, შეასწორებენ დაზუსტების გზით. საყრდენი გორგოლაქების ქანობების და გორგოლაქების შემოწმებების ზემოხსენებული ღონისძიებების სურათი მოყვანილია (6) ნახაზზე, სადაც 1 არის საძირკველი; 2—საფენები და სოლები; 3—საყრდენი გორგოლაქების ჩარჩო; 4—გორგოლაქი; 5—ქანობიანი სამონტაჟო სოლი; 6—თარაზო; 7—თამასები ლუმლის კაწრულებით; 8—საძირკვლის ჩარჩოს საკონტროლო კაწრული.

თარაზულ სიბრტყეში გორგოლაკების შემოწმების დროს თეოდოლიტს აყენებენ განაბირა საძირკვლის იმ წერტილში, სადაც გადის ლუმლის გრძივი ღერძი და კოგრს უმიზნებენ ლუმლის ცილინდრის კვეთის ცენტრს. ჩარჩოზე აღნიშნული შუალედი კაწრულები უნდა ემთხვეოდეს ძაფთა ბადის ვერტიკალურ ძაფს.

საძირკვლის ჩარჩოს მიმართ საყრდენი გორგოლაკების სადგარების შემოწმების ფაქტი ინიშნება საერთო კაწრულთ 1, რომელიც ნაჩვენებია (7) ნახ.

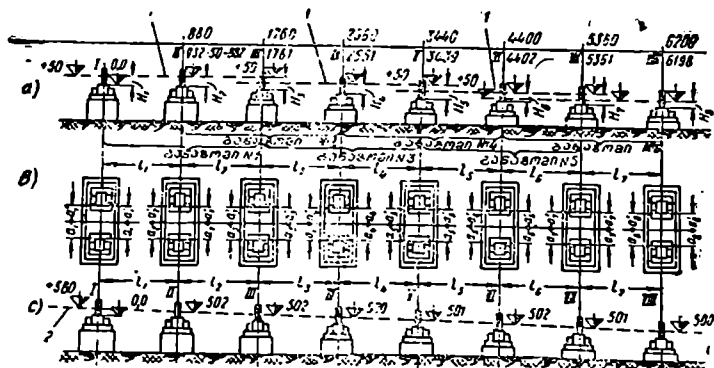


ნახ. 10.7.3.6.



ნახ. 10.7.3.7.

ზზე. ამ კაწრულების მდებარეობა წარმოადგენს გამოსავალს შემდგომში საყრდენი გორგოლაკების რეგულირებისათვის, როგორც ლუმლის კორპუსის მონტაჟის, ისე ექსპლუატაციის დროს, საყრდენი გორგოლაკების სწორი მდებარე-



ნახ. 10.7.3.8.

ობის კაწრულთ ფიქსირების სურათი მოყვანილია (7) ნახაზზე, სადაც 1 არის ფიქსირებული კაწრულა; 2—საფენები და სოლები; 3—ანკერ-ჰანკიცი; 4—საყრდენი გორგოლაკები; 5—გორგოლაკები; 6—ლუმლის ღერძი; 7—შეველი.

საყრდენი გორგოლაკების შემოწმება სიმაღლეში სრულდება ნიველობით,

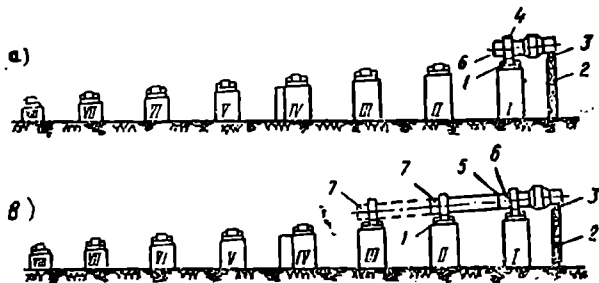
რისთვისაც სანიველო ლარტყებს აყენებენ თანამიმდევრობით გორგოლაკების შუა ადგილას. მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე. საყრდენი გორგოლაკების ნიველობას აწარმოებენ განმეორებით სათანადო დაზუსტებით, სანამ არ მიიღებენ ქანობის შესაბამის აღმატებებს. საყრდენი გორგოლაკების გეგმური და სასიმალო შემოწმებების შედეგად ადგენენ საყრდენი გორგოლაკების შემოწმების შესრულების სქემას, რომლის არარეალური ნიმუში მოყვანილია (8) ნახაზზე, სადაც *a* არის ნიველობა; *b* — ლუმლის ღერძიდან გორგოლაკებამდე განაზომები; *c* — საკონტროლო შემოწმება თეოლოლით; 1—ნიველირით დამიზნების ხაზი; 2—თეოლოლით დამიზნების ხაზი; 3—1—VIII საძირკვლები.

საყრდენი გორგოლაკების შემოწმება-შესწორების შემდეგ ნებას იძლევიან საბოლოოდ დააბეტონონ საძირკვლების ჩაჩრბები.

D. დაკმაღვები ლუმლის კორპუსის მოწაჟისათვის

საყრდენი გორგოლაკების მონტაჟის პარალელურად აწყობენ ლუმლის კორპუსს. კორპუსის ელემენტებს პირველ რიგში აწყობენ კარბებში (რკალბ-ში) და შემდეგ სამონტაჟო ბლოკებში. ფოლადის რულეტით ან ლითონის სახაზავით ამოწმებენ აწყობილი კარბების დიამეტრს, სიმაღლეს, ოვალურობას და ნაწიბურების შეუთავსებლობას.

ლუმლის კორპუსის წრფიულობას აღწევენ იმით, რომ სტენდზე აწყობენ არანაკლებ სამ ბლოკს არტახის დადგმით და დაცენტრით. სტენდზე აწყობილი ბლოკების შემოწმების შემდეგ ორი ცალი გადააქვთ და აყენებენ საძირკვლებზე.



ნახ. 10.7.3.9.

ხოლო მესამეს, სტოვებენ რა სტენდზე, უერთებენ შემდეგ ორ ბლოკს და ასე შემდეგ სასტენდო აწყობა ხდება ლუმლის მთელი კორპუსის ბლოკებისა.

არტახი იდგმება არტახქვეშა კარბაზე და იცენტრება კორპუსის სასტენდო ბლოკების აწყობის დროს. ლუმლის კორპუსის აწყობა იწყება ცივი (მაღალი) ბოლოდან (ნახ. 8).

ნახაზზე *a* არის პირველი ბლოკის მონტაჟი; *b* — მეორე ბლოკის მონტაჟი; 1 — საყრდენი გორგოლაკები; 2 — დროებითი საყრდენი; 3 — დროებითი საყრდენის უნაგირი; 4—არტახი; 5—სამონტაჟო პირაპირი; 6—პირველი ბლოკი; 7—მეორე ბლოკი; I — VIII — საძირკვლები.

პირველ სამონტაჟო ბლოკს 6 არტახითურთ 4 აყენებენ საყრდენ გორგოლაჰზე 1, ხოლო თავისუფალი ბოლო ეყრდნობა დროებითი საყრდენის 2 უნაგირზე 3. მეორე სამონტაჟო ბლოკს 7 აყენებენ საპროექტო მდებარეობაში, ანუ არტახს აყრდნობენ საყრდენ გორგოლაჰს, ხოლო ბლოკის მეორე ბოლოს, ანუ სამონტაჟო პირაპირს 5, მიმმართველი თამასის დახმარებით აპირაპირებენ (ანუ დენენ შეპირაპირებას) პირველ ბლოკთან. ანალოგიურად გრძელდება ღუმლის მთელი კორპუსის ბლოკების აწყობა.

ღუმლის კორპუსის ბლოკების აწყობა ზუსტად უნდა შეესაბამებოდეს მთელი კორპუსის გეომეტრიული ლერძის წრფივად ბრუნვას და აგრეთვე ნაწიბურების შედუღება უნდა იყოს ზუსტი იმდენად, რომ აცდენა არ აღემატებოდეს 3 მმ.

ღუმლის მთელი დოლის სწორად მონტაჟის მაჩვენებელია მისი წრფიულობა, ანუ არტახებში მათი მდებარეობის ვერტიკალური და ჰორიზონტული აცდენის (გადახრის) არარსებობა.

დოლის ვერტიკალური გადახრა დგინდება ღუმლის ღერძზე გამავალი ვერტიკალური სიბრტყის შესაბამისი არტახების წერტილების ნიველოებით. იგივე ამოცანა შეიძლება გადაწყდეს ნიველირის დახრილი სხივით ან თეოდოლიტით. ამ მიზნით ნიველირს აყენებენ მეცხრე არტახის D წერტილში (ნახ. 2) და პირველ არტახზე კი შვეულად აყენებენ ლარტყას ინსტრუმენტის სიმაღლის ნიშნაკითურთ, რომელსაც ვუმიზნებთ ჰოგრს ერთ-ერთი ამწევი ხრახნის საშუალებით. ამით მიიღება ღუმლის ღერძის პარალელური სხივი, მოცემული ქანობით. შემდეგ ლარტყა თანამიმდევრობით გადაიტანება ყველა შუალედ წერტილზე და ლარტყაზე დატანილი ნიშნაკიდან გადახრები იქნება არტახების ვერტიკალურად გადახრების მაჩვენებელი. როცა ყველა ანათვალი იქნება ინსტრუმენტის სიმაღლის ოდენობის, ღუმლის ვერტიკალურ სიბრტყეში წრფიულობა დაცულად მიიღება. იგივე ამოცანა შეიძლება თეოდოლიტით შესრულდეს.

ღუმლის ცილინდრის განივი ჰორიზონტული გადაადგილების დასადგენად იყენებენ AA_1 და BB_1 ღერძებს (ნახ.2), რომლებიც ადგილზე დაკვალული იყო მონტაჟის დაწყებამდე. ამ მიზნით თეოდოლიტს ცენტრავენ წერტილზე, მომწესობაში მოჰყავთ და ჰოგრს უმიზნებენ A_1 წერტილს. ამაგრებენ ლიმბს და წრედალიდადას, ხოლო ჰოგრს სტოვენ დაუმაგრებლად. მასასადამე, ჰოგრის დამიზნების ღერძი იქნება დაყენებული ღუმლის OO_1 ღერძის პარალელურად. შემდეგ თანამიმდევრობით სანტიმეტრებიანი დანაყოფების მქონე ლარტყის ტორსს ადებენ არტახების ზედაპირებს და ლარტყას იჭერენ თარაზოთი თარაზულად, ანათვლები შვეული ძაფით შვეული წრედის ორივე მდგომარეობის შესაბამისად იქნება დამახასიათებელი ღუმლის ჰორიზონტულობიდან გადახრებისა: ყოველი გადახრა იქნება სხვაობა A_1 წერტილზე აღებულ ანათვალსა და შვეულად წერტილებზე აღებულ ანათვლებს შორის. ანალოგიური შემოწმება სრულდება BB_1 ხაზის გამოყენებით. არტახების სწორი გეომეტრიული ფორმის ექსცენტრულად დაყენების შემთხვევაში AA_1 და BB_1 ღერძების გამოყენების შესაბამისად საწინააღმდეგოდ დაყენებული ლარტყების ანათვლების ალგებრული ჯამი იქნება ნულის ტოლი. ნულიდან ამ ჯამების გადახრა იქნება იმის მაჩვენებელი, რომ არტახების გარე ზედაპირი არ შეესაბამება პროექტით გათვალისწინებულ წრიულ ზედაპირს.

უფრო ზუსტად შეიძლება ზემოხსენებული შემოწმების შესრულება ლუმლის სხვადასხვა მდებარეობით, ანუ მისი ბრუნვის შესაბამისად.

საკვშირო სახმშენის ტექნიკური პირობების მოთხოვნით მიღებულია შემდეგი დაშვებები ლუმლის მონტაჟის დროს:

კარბის წრეხაზის სიგრძე (რგოლის სიგრძე 4,5 — 6 მ) ისინჯება კარბის ყოველ ერთ გრძივ მეტრზე და საპროექტოდან მისი გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს

± 6 მმ,

ურთიერთმართობ დიამეტრებს შორის სხვაობა (ოვალურობა) ისინჯება კარბის ყოველ ერთ გრძივ მეტრზე და მათ ოდენობებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს

± 10 მმ,

კარბის წრეხაზის ჩაღუნვა (ტალღოვნება, ნარჩენი დეფორმაცია) არაუმეტეს

3 მმ,

კარბის სიგრძეში გადახრის დაშვება მიღებულია მისი საერთო სიგრძის 1:3000, არტახის შიგა და გარე დიამეტრების გადახრა საპროექტოდან დასაშვებია ± 2 მმ

ლუმლის მთელი აგრეგატის ვერტიკალური ქცევის სისტემატური დაკვირვებებისათვის საძირკვლის ყოველ ბლოკზე ჩაშენებულია კედლის რეპერი. ხოლო სამშენებლო სამუშაოების ზონის გარეთ გრუნტის კაპიტალური რეპერი ან კედლის რეპერი ჩამაგრებულია ქვის ან რკინა-ბეტონის შენობის კედლებში. გარდა ამ რეპერებისა, ლუმლის მახლობლად მონტაჟდება სამუშაო რეპერი იმ ანგარიშით, რომ ამ სამუშაო რეპერსა და საძირკვლის ბლოკების რეპერებს შორის აღმატებები განისაზღვროს ნიველირის ერთი დაყენებით (მარტივი ნიველირებით).

მთელი აგრეგატის დაჭდომის ქცევის დადგენის მიზნით, საჭროა სათანადო პროგრამის შესაბამისად სისტემატურად ხდებოდეს ჯდომის გასასინჯ რეპერებსა და სამუშაო რეპერებს შორის ნიველობა.

10. 7. 4. გეოდეზიური სამუშაოები მაღლივი შენობების აგების დროს

მაღლივი შენობის ძირითად ჩონჩხს წარმოადგენს რკინაბეტონის ან ფოლადის კარკასი. კარკასის სვეტების პირაპირებს, ჩვეულებრივ, აწყობენ ყოველი ორი-სამი სართულის აგების შემდეგ გადახურვიდან 0,80—1,20 მ სიმაღლეზე. იმისათვის, რომ კარკასით უზრუნველყოფილი იყოს აწყობილი კონსტრუქციების მდგრადობა, პირველ რიგში აყენებენ ამწის ახლოს განლაგებულ კონსტრუქციებს, შემდეგ კი — უფრო შორეულს.

იმ შემთხვევაში, როცა მაღლივი შენობას აგებენ რკინაბეტონის კონსტრუქციებით, მისი სიხისტე და მდგრადობა გარანტირებულია სვეტების შეპირების სიზქტიციით, ღერძების მიხედვით სწორად მათი განლაგებით, სვეტებზე რიგელების (მწეკოჭი) და კედლის პანელების სწორად მიმხრობით და აგრეთვე სამონტაჟო კვშირებით და განბრჭენებით. სამონტაჟო ელემენტების ყველა პირაპირებს და კვანძებს ყოველ სართულზე ამაგრებენ ზუსტად პროექტის შესაბამისად შედუღებით და სამუშაოს სრულად დამთავრების შემდეგ გადადიან ზემო სართულზე იმავე სახის სამონტაჟო სამუშაოების შესასრულებლად. გადახურვებისა და პირაპირების დაბეტონება დასაშვებია არაუმეტეს ექვსი სართულის ჩამორჩენით.

როცა მაღლივი შენობას აგებენ ფოლადის კარკასებით, იყენებენ დამყოფ ან კომპლექსურ ხერხს. პირველ შემთხვევაში კარკასს აგებენ შენობის

მთელ სიმაღლეზე და შემდეგ ასრულებენ საერთო სამშენებლო სამუშაოებს; მეორე შემთხვევაში კი სამშენებლო, სამონტაჟო და გაწყობითი სამუშაოები სრულდება თანადროულად.

მაღალი შენობების სამშენებლო და სამონტაჟო სამუშაოების წარმოების დროს საჭიროა მაღალი სიზუსტის გეგმური და სასიმაღლო გეოდეზიური სამუშაოების შესრულება.

დიდ სიმაღლეზე განლაგებული კონსტრუქციული ელემენტების საპროექტო ზომების ზუსტად დაცვის მიზნით, საძირკველ ფილაზე მიკროტრილატრაციის სახით ქმნიან მაღალი სიზუსტის გეგმურ გეოდეზიურ საფუძველს. ყოველი შემდეგი იარუსის აგებისთანავე ამ იარუსის გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტები გადააქვთ ზემოთ ისე, რომ ერთსახელა სსამშენებლო და სამონტაჟო ღერძები განლაგებული იყოს ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში არაუმეტეს 2—5მმ გადახრების დაშვებით.

მიკროტრილატერაციის გვერდების ნატურაში გადატანის მიზნით, ლითონის კუთხოვანებით ქმნიან სკამის ტიპის ფარგსაკვალს, რომელიც ანკერ-ჰანჭიკების ტორსების სიმაღლეზე მეტი იქნება 100—150 მმ. ფარგსაკვალზე ნიშნავენ შენობის ღერძებს, რომელსაც კვალავენ ნულოვანი ციკლის მშენებლობისათვის. ამ ღერძებიდან ნიშნავენ საყრდენი წერტილების განლაგების ადგილებს, რომლებიც წარმოადგენენ სარდაფის გადახურვაში ჩაბეტონებულ 150×150 მმ ზომის ლითონის ფირფიტას ღუზით. ყოველ ფირფიტაზე აღულებენ ლითონის ღერძს, რომლის თავს აძლევენ ნახევარსფეროს ფორმას. ამ ღერძებს იყენებენ სამუშაო რეპერებად, რომელთა ნიშნულები წარმოადგენს სასიმაღლო საფუძველს სამონტაჟო სამუშაოებისა და საართულების შესრულებითი გეგმის შესადგენად.

ლითონის ფირფიტების ჩაბეტონების შემდეგ მათზე ინსტრუმენტით გადააქვთ მიკროტრილატერაციის წერტილები და ნიშნავენ არაღრმა წერტილო დანიშნულ წერტილებს შორის ინვარული ბათის პორიზონტულ ზედაპირზე უშუალო დადებით და 10 კმ ძალით დაჭიმვით ორ-სამჯერ ზომიერ მანძილებს. ამ ღონისძიებით იღებენ მიკროტრილატერაციის გვერდების ზუსტ სიგრძეებს, რომელთაც იყენებენ ტრილატერაციის ქსელის გაწონასწორებისა და წინასწარ დანიშნული მიკროტრილატერაციის წერტილების ფაქტობრივი კოორდინატების დასადგენად.

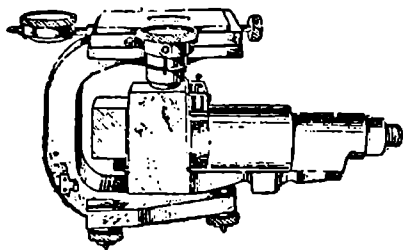
კოორდინატების ფაქტობრივი, ანუ პრაქტიკული და თეორიული რიცხვითი მნიშვნელობების სხვაობა იქნება რედუქციის ოდენობები x და y ღერძების მიმართულებით

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x_p - x_t \\ \Delta y &= y_p - y_t \end{aligned} \right\} \quad (10.7.4.1)$$

მიღებული Δx და Δy ოდენობების გამოყენებით ფირფიტებზე აღვნიშნავთ წერტილთა ახალ, შესწორებულ მდებარეობებს, რომელთა შორის მიკროტრილატერაციის გვერდებს საკონტროლოდ ზომიერ. თუ საკონტროლო განზომილები არ განსხვავდება თეორიული ოდენობებისაგან 1 მმ მეტი ოდენობებით, წერტილებს საბოლოოდ წერტავენ.

წერტილების ადვილად მიგნების მიზნით ფირფიტებს ღებავენ წითელი საღებავით, ხოლო დაწერტილ წერტილებს — თეთრი საღებავით.

სამონტაჟო სამუშაოებიდან შედარებით საპასუხისმგებლოა მიკროტრილატერაციის პუნქტების საძირკვლის მთლიანი ფილიდან შემდგომ სართულებზე



ნახ. 10.7.4.1.

გადატანა. ამ სამუშაოს ზუსტად ასრულებენ ნ. ლებედვისა და ა. მეშჩერიაკოვის მიერ შექმნილი (ОЛП-2) ოპტიკური ცენტრიით (ნახ. 1).

მალღვივი შენობის ნებისმიერი ქვემო იარუსიდან ზემო იარუსზე მიკროტრილატერაციის წერტილების ნიშნულებისა და გეგმური კოორდინატების გადასატა-

ნად სართულების გადახურებებში ტოვებენ გამჭოლ ნახვრეტებს.

მიკროტრილატერაციის წერტილის გეგმური მდებარეობის ქვედა სართულიდან ზედა სართულზე გადასატანად ქვედა სართულის გადასატან წერტილზე შტატივით ცენტრავენ ОЛП-2 ოპტიკურ ცენტრირს. დაცენტრირის პროცესში აკვირდებიან თარაზოს ბუშტულას და თუ ის გადაიხარა ნულუნქტიდან ერთ დანაყოფზე მეტად, მას აყენებენ ნულუნქტზე ამწევი ხრახნებით. ზემო გადახურვაში წინასწარ დატოვებულ ნახვრეტზე აფარებენ ჩარჩოში ხისტად ჩასმულ გამჭვირვალე ფირფიტას. ფირფიტის ზემო სიბრტყეზე აგეგმილებენ ინსტრუმენტის კოგრის ძაფთა ბადეს. ფირფიტაზე გადატანილ წერტილს ამაგრებენ დატნეულ დეტალებს ძაფთა ბადის გადაკვეთის საშუალებით, რომელიც დამაგრებულია გამჭვირვალე ფირფიტის ჩარჩოზე. გამჭვირვალე ფირფიტებზე გადატანილ წერტილებს შორის აწარმოებენ საკონტროლო განზომილებს და ამ განზომილებს ადარებენ მიკროტრილატერაციით განზომილი გვერდების სიგრძეებს. საბოლოოდ სართულზე გადატანილი, შემოწმებული და შესწორებული წერტილები იქნება გამოსავალი (საყრდენი) სვეტებისა და სხვა სამშენებლო-სამონტაჟო ელემენტების სწორად დასამონტაჟებლად.

თ ა ბ ი V I I I

საინჟინრო-გეოდეზიური სამუშაოები ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მიმოკვლევების, დაპროექტებისა და გეგმავლობის დროს

როგორც ცნობილია, საბჭოთა კავშირის გრანდიოზული ტერიტორია დამუშავებულია და განუწყვეტლივ მშენდება სახალხო მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგის — ჰიდროტექნიკური მშენებლობის უნიკალური ნაგებობებით.

მსხვილი ჰიდროტექნიკური მშენებლობის განვითარების შესაბამისად საინჟინრო გეოდეზია უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და შენობების მიმოკვლევების, დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის საქმეში.

ჰიდროტექნიკური მიმოკვლევების და სხვა საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტის საქმეში საინჟინრო გეოდეზიის გვერდით საპატიო და დიდმნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს გეოლოგიას, საინჟინრო გეოლოგიას, ჰიდროგეოლოგიას, ჰიდროლოგიას, გეოფიზიკასა და საინჟინრო-ეკონომიკურ მიმოკვლევებს. ამ დარგებთან დაკავშირებული საინჟინრო გეოდეზიური მომსახურების საკითხები გულდასმით განხილულია წინამდებარე ტომის I თავში.

ჰიდროტექნიკური მშენებლობის კომპლექსი მოიცავს მრავალი სახის ამოცანების გადაწყვეტას, როგორცაა: მდინარეების ენერჯის გამოყენება; ნაოსნობის, გემოსვლის და ხე-ტყის დაცურების უზრუნველყოფა მდინარეებითა და ტბებით; წყლით უზრუნველყოფა დასახლებული ადგილებისა, რკინიგზის სადგურებისა, სამრეწველო საწარმოებისა და სავარგულების მორწყვისა; საწარმოების და დასახლებული ადგილების გადამუშავებული და ჩამდინარე წყლების აცილება; დასახლებული პუნქტების, სამრეწველო საწარმოების, სოფლის მეურნეობის სავარგულების, წიაღისეულების, სტიქიური მოვლენებისაგან დაცვის ღონისძიებების განხორციელება; მელიორაციის საკითხების მოგვარება და სხვა.

10. 8. 1. ჰიდროტექნიკური სამუშაოების დაპროექტების სტადიები და მიმოკვლევების შედეგნილოზა

ისევე, როგორც სხვა საინჟინრო-გეოდეზიური ნაგებობების დაპროექტება (იხ. 10. 1. 1), ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტებაც ორ სტადიად სრულდება: ტექნიკური პროექტი და სამუშაო ნახაზები. რთული ნაგებობების განსაკუთრებულ შემთხვევაში უშვებენ დაპროექტების სამ სტადიას: საპროექტო მოცემულობა, ტექნიკური პროექტი და სამუშაო ნახაზები. ზოგიერთი მარტივი ობიექტის, მაგალითად, მელიორაციაში, დაპროექტება ხორციელდება ერთ სტადიად.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტის შედგენის დროს, განსაკუთრებით მაშინ, როცა გადასაწყვეტია კომპლექსური ამოცანები, ვთქვათ, როცა დასამუშავებელია წყალსადენის სქემა და მსხვილი (დიდი) არხისათვის კონტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება (ტ ე დ), დაპროექტების შემომოყვანილ სტადიებს წინ უსწრებს არასტადიური დაპროექტება.

ჰიდროენერგოსადგურის (პ ე ს) არასტადიური დაპროექტება ძირითადად მოიცავს წყალსადინარის გამოყენების სქემის, ანუ მდინარის ჰიდროენერგეტიკული გამოყენების საკითხების წინასწარ დამუშავებას, რაც შეიძლება მოვიხსენიოთ ჰესის მშენებლობისათვის მიმოკვლევების სახელწოდებით.

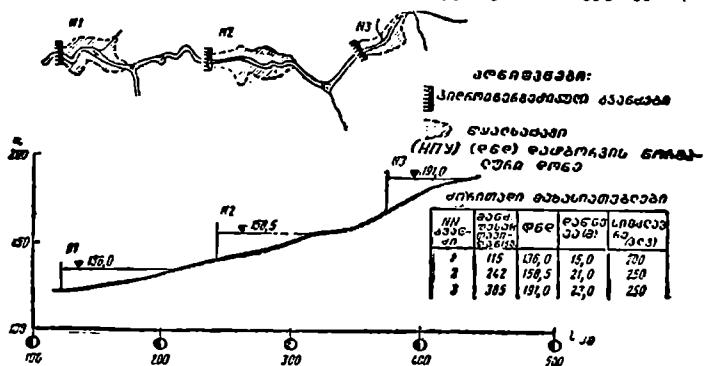
ამ მიმოკვლევების დროს განხილად მდინარეს ყოფენ ცალკეულ კასკადებად (მცირე წყალვარდნილებად) და საზღვრავენ ცალკეული ჰესების მდებარეობებს. წყლის ნატბორის ნიშნულებს, სიმძლავრეებს და ელექტროენერჯის წლიური გამომუშავების ოდენობებს.

წყლის ნორმალური ნატბორის (წ ნ ნ) ნიშნულის სწორად შერჩევაზე, ანუ იმ უმაღლესი დონის დადგენაზე, როცა ყველა ჰიდროაგრეგატი მუშაობს ნორმალურად, დამოკიდებულია წყლის დაწნევის ოდენობა, რაზეც დამოკიდებულია ჰესის სიმძლავრე; წყალსაცავის მოცულობა და გამომუშავებული ენერ-

გვის რაოდენობა. ადგენენ წყლით მომარაგების წყაროებს და მათი წყლის რესურსებს (მარაგის რაოდენობას).

არასტადიური დაპროექტების ერთ-ერთი ძირითადი საკითხია მშენებლობის ტექნიკური შესაძლებლობისა და ეკონომიკური მიზანშეწონილობის დასაბუთება, რის შედეგად ადგენენ მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას.

წყალსადინარის გამოყენების სქემის (ნახ. 1) და საერთოდ, ზემოთ მოყვანილი საკითხების მოგვარება ძირფესვიანად დამოკიდებულია საინჟინრო გეოდეზიური მომსახურების ხარისხზე. მაგალითად, მდინარის გამოყენების სქემის და ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისათვის იყენებენ წინა წლების საინჟინრო გეოდეზიური მიმოხილვების დროს შედგენილ მასალებს. როცა განხილავი მასალები მოქმედი და არასანდოა, ტერიტორიას აგეგმავენ და სა-



ნახ. 10.8.1.1.

ქირო მიმოხილვით მასალებს ხელახლა აგროვებენ; ცხადია, ამ მასალას წარმატებით იყენებენ დაპროექტების ორივე სტადიის დროს.

მდინარის ტოპოგრაფიული აგეგმვებისა და გრძივი პროფილის საფუძველზე სახავენ პირობითურად ნაგებობების დაახლოებით გაერთმთლიანებას (კომპანოვკას); საზღვრავენ ყოველი კასკადის წყლის ნატბორის ნორმალურ დონეს; როგორც ცნობილია, ყოველივე სრულდება რუკის გამოყენებით, რუკაზე ნიშნავენ მომავალი დატბორვის ზონებს; საზღვრავენ წყალსაცავის ტერიტორიის დაახლოებით ფართობსა და მოცულობას; საევაკუაციო ობიექტებს აღწერენ და შეაფასებენ.

როგორც ითქვა, მდინარის გამოყენების სქემის დამუშავების დროს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მისი დიდი უბნის შესაბამის გრძივ პროფილს, დიდი ვაკე მდინარეების გრძივ პროფილს ადგენენ 1:500 000—1:1 000 000 მასშტაბში რაიონის ეკონომიკისა და მდინარის ხასიათის მიხედვით, ხოლო მცირე ვაკე და მთის მდინარეების პროფილებს ადგენენ 1:50 000—1:100 000 მასშტაბებში. ასეთ პროფილებს უწოდებენ შე მოკლებულებს და იყენებენ მოცემულ უბანზე ჰესის კასკადების განლაგებისა და წყლის ნატბორის დონის საორიენტაციოდ განსაზღვრისათვის.

ქვის დაპროექტების ძირითად დოკუმენტს წარმოადგენს ტოპოგრაფიული რუკები, რომელთა მასშტაბები და კუთხეები მოყვანილია (1) ცხრილში.

ცხრილი 10.8.1.1

რუკის დანიშნულება	დიდი ვაკე მდინარეები		მეორე ვაკე და შთის მდინარეები	
	რუკის მასშტაბი	კვეთის სიმაღლე (მ)	რუკის მასშტაბი	კვეთის სიმაღლე (მ)
მდინარის იუზის მიმოხილვითი რუკა	1 : 1000000	—	1 : 100000	—
დატბორვის საზღვრების და წყალსაცავის ტევიდობის განსაზღვრისათვის	1 : 25000 — 1 : 100000	5 — 20	1 : 10000	2 — 5
ჰიდროკანალების ნაგებობების, საცხოვრებელი უბნების, სამშენებლო მასალების დასაზღვრის	1 : 5000 — 1 : 10000	2 — 5	1 : 5000	2 — 5

ტექნიკური პროექტის დამუშავების სტადიაში უფრო დეტალურად მუშავდება შერჩეული ვარიანტები, მათ შორის ირჩევენ მშენებლობისათვის უფრო მისაღებს. მუშავდება მისი მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტი, სადაც ზუსტდება მშენებლობის მოცულობა და ღირებულება.

როგორც აღენიშნეთ, საინჟინრო ჰიდროლოგიური მიმოკვლევების (იხ. 10. 1) უზრუნველყოფის მიზნით და წყალსამეურნეო საკითხების შესრულებისათვის მიმდინარე პერიოდში აღგენენ მდინარის გრძივ პროფილს 1:25 000 — 1:100 000 მასშტაბში და აგრეთვე იყენებენ ან აღგენენ ქვემოთ მოყვანილ (2) ცხრილში რუკებს.

ცხრილი 10.8.1.2

ტოპოგრაფიული რუკების დანიშნულება	მასშტაბი	კვეთის სიმაღლე (მ)
მდინარის კვეთის შერჩევისა და ჰიდროკანალების ნაგებობების სქემის გაერთმთლიანებისათვის	1 : 2000 — 1 : 5000	1—2
დაპროექტების სხვადასხვა ამოცანების ამოსახსნელად: 1. გემთსვლის ტრასების უზრუნველყოფა სითანდრო სიღრმეებით; წყალსატევის თევზის მეურნეობისათვის საჭირო ღონისძიებების გასატარებლად; წყალსაცავების სანაპიროების ზონებზე მელიორაციის პროექტის შესადაგნად და სხვა	1 : 1000	1—2
2 დატბორილი ობიექტების საინჟინრო დაცვის ღონისძიებათა პროექტის შედგენა; დატბორილი საინჟინრო ნაგებობების, ობიექტების და დასახლებული ადგილების გადასატანი ზონების შერჩევა; სამშენებლო მასალების კარიერების მარაგების დადგენა; გაზისა და ნეთის საბადოების შესწავლა და სხვ.	1 : 5000	1
3. საცხოვრებელი დასახლებების, სიტუმბო სადგურების შენობების, ბორანი გადასასვლლების, ნაემსადგომების, სადრენაჟო სისტემების, წყალშემკრები ნაგებობების დაპროექტება	1 : 2000	0,5—1

კაშხალის ყველა შესადარ კრილებზე ზომავენ სიღრმეებს და ადგენენ მდინარის განივ პროფილებს.

ასრულებენ საინჟინრო გეოლოგიური გამოწამყვანების, ჰიდროგეოლოგიური ქაბურღილების გეგმურ და სასიმალო მიზმებს; ზოლური ნაგებობების ტრასირებას, აწარმოებენ არამადნეული ძასალების მოედნების ტოპოგრაფიულ აგეგმვებს კარიერებისათვის და სამრეწელო ბაზის მოედნების მშენებლობისათვის, სასაწყობო მეურნეობისათვის და სხვა.

სამუშაო ნახაზების დამუშავების სტადიაში სრულდება წყალსაცავის დაპროექტებული კონტურის (მუდმივი დატბორვის საზღვრები დატბორვის მრუდის მხედველობაში მიღებით) ადგილზე დაკვალვა, რისთვისაც გეგმურ და სასიმალო საფუძველს ახშირებენ. აწარმოებენ ჰესის ტერიტორიაზე განლაგებული ობიექტების (სათავე კვანძის, რაბების კამერის, ნაპირებზე კაშხალის მიმზრობის ადგილების, ელექტროქვესადგურების და სხვა) მსხვილმასშტაბიან (1:500 — 1:1 000, კვეთის სიმაღლე 0,5 — 1,0 მ) აგეგმვებს, რის შედეგად ადგენენ მშენგეგმას.

(10. 1. 1) დეტალურად განხილულია საინჟინრო (მაშასადამე, ჰიდროტექნიკური) ამოცანების გადაწყვეტისათვის საჭირო გეოლოგიური, საინჟინრო გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, ჰიდროლოგიური და გეოფიზიკური სამუშაოების შესრულების დროს საინჟინრო-გეოდეზიური მომსახურების საკითხები.

საინჟინრო მიმოკვლევების შესრულებისას პირველი ამოცანაა მდინარის გოძივი პროფილის შედგენა.

10. 8. 2. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტებისათვის საპირო გეოდეზიური და ტოპოგრაფიული მასალები

გარდა (10. 1. 1) თავში განხილული საკითხებისა, განხილადი საკითხის ადვილად ათვისების მიზნით საჭიროა გულდასმით გავეცნოთ ტოპოგრაფიულ რუკების გამოყენების, ჰესის გაანგარიშების სიზუსტის და ნიველობის, როგორც საფუძვლის საკითხებს.

4. ტოპოგრაფიული რუკა ჰესის სიმძლავრის განსაზღვრისათვის. მისი სიმძლავრის განსაზღვრის სიზუსტა

წყალენერგეტიკული გაანგარიშების შესასრულებლად ტოპოგრაფიული რუკა წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად დოკუმენტს. მაგალითად, ჰესის მთავარი, ძირითადი შემადგენლის—კაშხალის, როგორც ენერგეტიკული საფუძვლისაგანაა დამოკიდებული ჰესზე მოქმედი დაწნევების ოდენობები და წყალსაცავის მოცულობა. ეს უკანასკნელი კი, როგორც წესი, ისაზღვრება ტოპოგრაფიული რუკის დახმარებით, წყალსაცავის სატეეების ტერიტორიის იზოჰიფსებზე პლანიმეტრის შემოტარებით (ამის შესახებ უფრო დაწვრილებით ქვემოთ).

გარდა დაწნევისა და წყელსაცავის მოცულობისა, ჰესის ენერგეტიკულ მახასიათებლებს ეკუთვნის მდინარის ხარჯი და ჰიდროაგრეგატების მარჯი ქმედების კოეფიციენტი. ყველა ზემოხსენებული მახასიათებლის ჰესის სიმძლავრესთან კავშირს გამოსახავს ჰიდროენერგეტიკის ძირითადი ფორმულა

$$N = 9,81 \eta Q H,$$

(10.8.2.1)

სადაც N არის ჰესის პოტენციალური სიმძლავრე კილოვატებში (კვ);

Q — ტურბინაში გამავალი წყლის ხარჯი ($მ^3/სკ$);

H — ჰესის ტურბინებში წყლის დაწნევა (მ);

η — ტურბინებისა და გენერატორების მარგი ქმედების საერთო კოეფიციენტი, რომლის ოდენობას წინასწარი გაანგარიშებისათვის იღებენ 0, 75.

ჰესის მუშაობა ხასიათდება წლიური გამომუშავებით, რომელიც აღინიშნება \mathcal{E} (კვ/ს) სიმბოლოთი და მის ოდენობას საზღვრავენ წელიწადში ტურბინებში მდინარის ჩამონადენის W_{Σ} ($მ^3$) რიცხვითი მნიშვნელობით. ეს დამოკიდებულებები მოყვანილია (2) ფორმულაში

$$\mathcal{E} = \frac{9.81}{3600} W_{\Sigma} H \eta = \frac{W_{\Sigma} H \eta}{367,2} \text{ კვ/ს,} \quad (10.8.2.2)$$

სადაც 3600 არის საათში სეკუნდების რაოდენობა.

(1) ფორმულის ყოველი შემადგენელი ელემენტის ოდენობა დამოკიდებულია რამდენიმე პირობაზე. მავალითად, ტურბინაში გამავალი წყლის Q ოდენობა დამოკიდებულია წყლის ბუნებრივ დინებაზე; წყლის დამატებითს ოდენობაზე, რომელსაც იღებენ წყალსაცავიდან ტურბინების შეუფერხებლად მუშაობისათვის (წყლის დრო და დრო გაშვებით); აორთქლების გამო წყლის კარგვაზე; ფილტრაციაზე; გაყინვებსა და სხვადასხვა მომხმარებლებზე, როგორცაა წყლით მომარაგება, მორწყვა და სხვა. ჰესის პოტენციური სიმძლავრის N სიდიდეზე მოქმედი მეორე ელემენტია ტურბინებში წყლის H წნევა, რომლის ოდენობა დამოკიდებულია ზედა და ქვედა ბიეფის წყლის დონის ნიშნულებზე და აგრეთვე ზედა ბიეფიდან ჰესის ტურბინებში წყლის მიმწოდებელი ნაგებობების (არხები, გვირაბები, მილგაყვანილობები, საყეტები და სხვ.) გამო დაწნევების კარგვაზე. მესამე, ანუ მარგი ქმედების საერთო η კოეფიციენტის სიდიდე კი დამოკიდებულია ტურბინებში გამავალი წყლის Q ხარჯზე და მათზე წყლის H დაწნევაზე.

გ. გლოტოვის მიერ დამუშავებულია ჰესის სიმძლავრის განსაზღვრის სიზუსტის საკითხი. სიზუსტეზე დიდი რაოდენობის მოქმედი ელემენტებიდან მან მიიღო Q ტურბინაში გამავალი წყლის ხარჯი ($მ^3/სკ$); H წყლის დაწნევა ტურბინებში (მ) და η მარგი ქმედების საერთო კოეფიციენტი. პირველი ორი მიიჩნია ურთიერთდამოუკიდებელ სიდიდეებად, მესამე კი—შეცდომო (მულტიპლიკატივ) სიდიდედ. მაშასადამე, მათ მიერ შედგენილი ფუნქციის მიმართ შეიძლება განაზომთა შეცდომების თეორიამი მიღებული ზოგადი ფუნქციის შეფასების თვისების გამოყენება.

ტურბინაში გამავალი წყლის Q ხარჯი წარმოადგენს წყალსაცავის მიერ დაუკავებელი, ბუნებრივი ტრანზიტული $Q_{ტრ}$ ხარჯისა და წყალსადენიდან საჭიროებისამებრ თანდათან (დრო და დრო) გაშვებული $Q_{გაშ}$ ხარჯის ჯამს. მაშასადამე,

$$Q = Q_{ტრ} + Q_{გაშ}.$$

(ა)

ცნობილია, რომ წყლის ხარჯი გამოისახება დროის ერთეულში მისი მოცულობის გარკვეული ოდენობით, მაშასადამე, მისი განზომილება არის (მ³/სკ). დავეშვათ, რომ წყლის Q ხარჯი წყალსაცავის დაკლამდე T დროის განმავლობაში იყო თანაბარი და წყალსაცავიდან წყლის გაშვებაც ამავე დროში იყო თანაბარი, მაშინ შეიძლება დავწეროთ

$$Q = \frac{W + (V_{\text{წინ}} - V_{\text{შე}})}{T} \text{ მ}^3/\text{სკ}, \quad (10.8.2.3)$$

სადაც W არის წყალსაცავის დაკლის T დროში წყლის ტრანზიტული (დაუბრკოლებელი) ღინება (მ³);

$V_{\text{წინ}}$ — დაწინების ნორმალური დონის (მ³) წყალსაცავის მოცულობა;

$V_{\text{შე}}$ — ფუჭი მოცულობა, რომელიც იმყოფება წყალსაცავის მოცუთილი დონის ქვემოთ (მ³);

T ჰესის მუშაობის დრო (სკ).

$$V_{\text{წინ}} - V_{\text{შე}} = V \quad (10.8.2.4)$$

სხვაობა წარმოადგენს წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობას და ეწოდება წყალჩასაშვები პრიზმა.

როგორც ვხედავთ, (3) ფორმულის მიხედვით ჰესის ტურბინაში გამავალი წყლის Q ხარჯი T დროის განმავლობაში ორი კომპონენტის ფუნქციაა: პირველია V წყალსაცავის მოცულობა (წყალჩასაშვები პრიზმა), რომლის ოდენობა განისაზღვრება საინჟინრო-გეოდეზიური მეთოდებით, მეორე კი W ტრანზიტული ღინება, რომლის ოდენობა განისაზღვრება ჰიდროლოგიური ფაქტორებით ისევე საინჟინრო-გეოდეზიური მეთოდების დახმარებით.

P წყალჩასაშვები პრიზმის (წყალსაცავის მოცულობის) ფარდობა W ტრანზიტულ ღინებასთან აღვნიშნოთ ρ -თი

$$\rho = \frac{V}{W} = \frac{V_{\text{წინ}} - V_{\text{შე}}}{W}. \quad (10.8.2.5)$$

(1) ფორმულის 9,817 აღვნიშნოთ K ასოთი და გამოვიყენოთ (3) და (4) ფორმულები. (1) ფორმულა გადაიწერება ასეთი სახით:

$$N = \frac{W + V}{T} \cdot H \cdot K. \quad (10.8.2.6)$$

მიღებული ტოლობის H , W , V ურთიერთდამოუკიდებელი სიდიდეებით გადავფერენციალებით დავწეროთ

$$dN = \left(\frac{W + V}{T} dH + \frac{dW + dV}{T} H \right) K. \quad (10.8.2.7)$$

(7) ტოლობის ორივე მხარე გავყოთ (6) ტოლობის ორივე მხარეზე, მივიღებთ

$$\frac{dN}{N} = \frac{dH}{H} + \frac{dW}{W + V} + \frac{dV}{W + V}, \quad (10.8.2.8)$$

ანუ (5) აღნიშვნის გამოყენებით დავწერთ

$$\frac{dN}{N} = \frac{dH}{H} + \frac{dW}{W} \cdot \frac{1}{1+p} + \frac{dV}{V} \cdot \frac{p}{(1+p)} \quad (10.8.2.9)$$

საშუალო კვადრატულ შეცდომებზე გადასვლით მივიღებთ

$$\frac{m_N}{N} = \sqrt{\left(\frac{m_H}{H}\right)^2 + \left(\frac{m_W}{W}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{1+p}\right)^2 + \left(\frac{m_V}{V}\right)^2 \cdot \left(\frac{p}{1+p}\right)^2} \quad (10.8.2.10)$$

განვიხილოთ (10) ტოლობის კომპონენტები.

(10) ტოლობის პირველი $\frac{m_H}{H}$ კომპონენტი დამოკიდებულია ბევრ

ფაქტორზე.

ვინაიდან წყალსაცავის მოცულობა განისაზღვრება ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით, ზედა და ქვედა ბიეფის ნიშნულები ისაზღვრება წყალსაზომი საგუშავოების რეპერების მიხედვით. H დაწნევის ოდენობაში წარმოშობილი შეცდომის ძირითად წყაროდ მიჩნეული უნდა იქნეს ტოპოგრაფიული ფაქტორები. ამავე დროს ამ შეცდომის შემადგენელ ელემენტს წარმოადგენს დაწნევის განსაზღვრის დროს დანაკარგები, რომლებიც წარმოიქმნებიან კაპილარებში, გვირაბებში, მილგაყვანილობებში წყლის მოძრაობის დროს ხახუნით და სხვ. კინეტიკური ენერჯის ეს დანაკარგები ჰესის მთელი დანაკარგების დაახლოებით 8% უდრის. მაშასადამე, განხილადი დანაკარგების აღრიცხვა რომ შესრულდეს 10%, ჰესის დაწნევის შეცდომა მიაღწევს 0,8%, რაც შეიძლება უგუ-

ლებელვყოთ. $\frac{m_H}{H}$ ფარდობითი დაწნევის საერთო ოდენობა მით ნაკლებია, რაც მეტი იქნება H დაწნევა ჰესების წინასწარი დაპროექტების დროს მიჩნეულია დაწნევის ნორმალური დონე (დნდ) განისაზღვროს ± 1 მ შეცდომის დამეხებით, ხოლო ტექნიკური პროექტის დამუშავების დროს შეცდომის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,5$ მ.

თუ დავუშვებთ, რომ ქვედა ბიეფის წყლის დონეა მუდმივი, ჰესის წყალსაცავის v მოცულობასა და H დაწნევას შორის შეიძლება დაიწეროს ასეთი დამოკიდებულება:

$$V = aH^b, \quad (10.8.2.11)$$

საიდანაც

$$H = \frac{V^{1/b}}{a^{1/b}} \quad (10.8.2.12)$$

ამ უკანასკნელის გალოგარიტმებით მივიღებთ

$$\lg H = \frac{1}{b} \lg V - \frac{1}{b} \lg a, \quad (10.8.2.13)$$

სადაც a და b მუდმივებია.

(13) ტოლობის V და H -ით გადიფერენციალებით მივიღებთ

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{1}{b} \frac{\Delta V}{V},$$

ხოლო საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით დაწვერთ

$$\frac{m_H}{H} = \frac{1}{b} \cdot \frac{m_V}{V}. \quad (10.8.2.14)$$

მაშასადამე, დაწვევის ფარდობითი შეცდომა მით ნაკლები იქნება, რაც დიდი იქნება წყალსაცავის V მოცულობა და დაწვევების ხარისხის b მაჩვენებელი.

(10) ტოლობის მეორე $\frac{m_W}{W}$ კომპონენტის გავლენა ჰესის დაპროექტებაზე

დამოკიდებულია მდინარის დინების განსაზღვრის რეჟიმზე.

მდინარის დინების რეჟიმის ძირითადი თვისებაა მისი ცვალებადობა, რაც მდინარეში წყლის ხარჯის რყევას იწვევს. გარდა ცვალებადობისა, მდინარის დინების რეჟიმი ხასიათდება განუყოფლობის თვისებით. ამიტომ არსებობს ჰიდროენერგეტიკული გაანგარიშების შესრულების დროს პირობების მრავალსახეობა, რაც მეტად ათულებს საქმეს.

$\frac{m_W}{W}$ შეცდომა განისაზღვრება ხანგრძლივი ჰიდროლოგიური დაკვირვებებით. მისი ოდენობა დამოკიდებულია მდინარის დინების ცვალებადობასა და სხვა პირობებზე. ამიტომ $\frac{m_W}{W}$ შეცდომის სიდიდის, როგორც ხანგრძლივი (წლებში დინების) დაკვირვებებით მიღებული სტატისტიკური სიმრავლის შედეგის, მიმართ უნდა გამოვიყენოთ მათემატიკური სტატისტიკის რიცხობრივი მახასიათებლები, ე. ი. დაწვერთ

$$W = W_0 + \sigma_M, \quad (10.8.2.15)$$

სადაც W არის მდინარის დინების საშუალო ოდენობა, განსაზღვრული მრავალი წლების დაკვირვებებით;

W_0 — მდინარის დინების საშუალო არითმეტიკული წლების პერიოდში დაკვირვებით;

σ_M — W_0 საშუალო არითმეტიკულის საშუალო კვადრატული გადახრა (სტანდარტი).

ცნობილია, რომ

$$\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (10.8.2.16)$$

სადაც n არის დაკვირვების წლების რაოდენობა;

σ — ყოველი ცალკეული დანაკვირვების სტანდარტი — გამოთვლილი ფორმულით

$$\sigma = \sqrt{\frac{(W_i - W_0)^2}{n-1}}. \quad (10.8.2.17)$$

(16) ფორმულა გამოვსახოთ W_0 -დან პროცენტებში, დაეწერთ

$$(\sigma_M)^{\%} = \frac{100 \cdot \frac{\sigma}{W_0}}{\sqrt{n}}, \quad (10.8.2.18)$$

სადაც $\frac{\sigma}{W_0}$ ფარდობას ვარიაციის კოეფიციენტს უწოდებენ და აღნიშნავენ C_r სიმბოლოთი. მაშასადამე, დაეწერთ

$$\left. \begin{aligned} (\sigma_M)^{\%} &= \frac{100 \cdot C_r}{\sqrt{n}} \\ n &= \frac{10^4 \cdot C_r^2}{(\sigma_M^{\%})^2} \end{aligned} \right\} \quad (10.8.2.19)$$

პირობაში დამაკმაყოფილებლად მიაჩნიათ, როცა დატულია უტოლობა

$$(\sigma_M)^{\%} = \frac{100 \cdot C_r}{\sqrt{n}} \leq 6\%.$$

პესის სიმძლავრის ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომის განსაზღვრის დროს დაახლოებით შეიძლება მივიღოთ

$$\frac{m_W}{W} = \sigma_M \leq 6\%.$$

(10) ტოლობის მესამე კომპონენტი $\frac{m_r}{F \cdot U}$ დამოკიდებულია გამოსავალი

ტოპოგრაფიული მასალების ხარისხსა და წყალსაცავის გავსებისა და დაცლის დროს დანაკარგების აღრიცხვის სიზუსტეზე.

პირველი სახის შეცდომების წყაროებია წყალსაცავის სატევის რუკის მასშტაბების შეცდომები, რუკაზე რელიეფის გამოსახვის შეცდომები, პლანიმეტრის გამოყენებასთან დაკავშირებული შეცდომები, წყალსაცავის ტევადობის გამოთვლის შეცდომები და სხვ.

მეორე სახის შეცდომები არის არაზუსტი აღრიცხვა აორთქლების ფილტრაციის, დანაკარგების რეჟიმის და დაწნევის დანაკარგებისა. ზემოხსენებული წყაროების დადგენის საკითხი ჭერჭერობით ნაკლებადაა შესწავლილი.

სიზუსტის ყველა გამოთვლის ძირითადი ფაქტორია ρ . მაგალითად,

როცა $\frac{m_s}{F} = \frac{m_W}{W} = 10\%$; $\frac{m_H}{H} = 2\%$ და $\rho = 4$ (ანუ როცა პრიზმის ტევადობა 4-ჯერ აღემატება წლიური დინების მოცულობას), (10) ფორმულით

$$\frac{m_N}{N} = \sqrt{2^2 + \left(10 \cdot \frac{1}{5}\right)^2 + \left(10 \cdot \frac{4}{5}\right)^2} = \pm 8,5\%.$$

ამ პირობებში ჰესის სიმძლავრის დადგენის დროს მეტი გავლენის მქონეა ტოპოგრაფიული ფაქტორი

$$\left(10 \cdot \frac{4}{5}\right) > \left(10 \cdot \frac{1}{5}\right).$$

ახლა მივიღოთ $\rho = \frac{1}{4}$ (ე. ი. წლიური დინების მოცულობა 4-ჯერ აღემატება პრიზმის ტევადობას) და დანარჩენი პირობები იგივე დავტოვოთ, ჰესის

სიმძლავრის ფარდობით შეცდომას მივიღებთ იგივეს. ე. ი. $\frac{mN}{N} = \pm 8,5\%$,

ხოლო ამ შემთხვევაში იმავე თანაფარდობით ჰესის სიმძლავრის დადგენის დროს მეტი გავლენის მქონე იქნება ჰიდროლოგიური ფაქტორი (ე. ი. ფესვქვეშ მეორე და მესამე შესაკრებები ურთიერთშიცვლება). ასეთი ვარიანტი გვაძიძულებს უზრუნველყოფილი ვიყოთ მდინარეზე მრავალწლიანი დანაკვირვები მასალებით და გვექონდეს შეღარებით მცირე C , ვარიაციის კოეფიციენტი. მაშინ ტოპოგრაფიული მასალებისადმი მოთხოვნები შედარებით დაბალი იქნება. არ შემცირდება წყალენერგეტიკული ანგარიშების ხარისხი, თუ მდინარის გამოყენების სქემის და ტექნიკური პროექტის შესადაგენად გამოვიყენებთ ერთსა და იმავე რუკას.

ბ. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტების დროს ნიშნობა, როგორც ხამოხაპალი მონაცემების საფუძველი

ნორმალური დაწნევის დონის (ნ დღ) ნიშნულზეა დამოკიდებული დაწნევა, წყალსაცავის ტევადობა, ჰესის გარანტირებული სიმძლავრე და გამომუშავებული ენერჯის რაოდენობა. თვით ნორმალური დაწნევის დონის ნიშნულის დადგენის ხარისხი დამოკიდებულია მომავალი წყალსაცავის ტერიტორიაზე შექმნილი გეოდეზიური საფუძვლის სისწორეზე და მდინარის გასწვრივ ბიეფიდან ბიეფზე აგებული საყრდენი მაგისტრალური სანიველო სვლების ხარისხზე. მომავალი წყალსაცავის კონტურზე განლაგებული რეპერები წარმოადგენს წყალსაცავის სადისპეჩერო რეგულირების გრაფიკის სასიმალო საფუძველს. მაგისტრალური სანიველო სვლების რეპერებს კი იყენებენ მდინარის წყლის დონის ნიველობისათვის, წყალსაზომი საგუშაგოებისათვის ნიშნულების გადასაცემად, ჰიდროლოგიური მიმოკვლევებისათვის, საინჟინრო-გეოლოგიური გამონაშუქებების მიზმებისათვის (იხ. 10. 1. 1) და სხვ.

საინჟინრო მიმოკვლევების მრავალი საკითხის განხილვისათვის იყენებენ შეზის ფორმულას (მდინარის კალაპოტის გამტარუნარიანობის დადგენის დროს, არხების ცოცხალი კვეთის დადგენის დროს, მილგაყვანილობებში წყლის ხარჯის დადგენის დროს და სხვ). ამ ფორმულას, როგორც ცნობილია, აქვს ასეთი სახე:

$$v = C\sqrt{R \cdot i}, \quad (10.8.2.20)$$

სადაც v არის ნაკადის სიჩქარე (მ/სკ);

C — შეზის სიჩქარის კოეფიციენტი;

R — ჰიდრაულიკური რადიუსი;

i — წყლის ზედაპირის გრძივი ქანობი;

ჰიდრაულიკური R რადიუსი წარმოადგენს მდინარის ცოცხალი ω კვეთის ფარობას მისი დასველებული პერიმეტრის P სიგრძესთან, ე. ი.

$$R = \frac{\omega}{P}. \quad (10.8.2.21)$$

მდინარის დასველებული პერიმეტრია მისი განივი კვეთის ხაზი, რომელიც მიღებულია ნაკადის მიერ კალაპოტის გვერდების შეხებით.

საინჟინრო გეოდეზიური მიმოკვლევების საქმეში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს წყალსადინარის γ ქანობს, რომლის სიზუსტე დამოკიდებულია შესრულებულ ნიველობაზე. ასევე წყალსამუშურნო და წყალენერგეტიკული ანგარიშების შესრულების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სიჩქარის C კოეფიციენტის სიზუსტეს, რომლის ოდენობას საზღვრავენ ნ. ბ ა ზ ე ნ ის

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad (10.8.2.22)$$

ან ნ. პავლოვსკის

$$C = \frac{1}{n} R^m \quad (10.8.2.23)$$

ფორმულით, რომლებშიც

γ არის ხორკლიანობის კოეფიციენტი, ანუ კალაპოტში წყლის მოძრაობის წინააღმდეგობის მაჩვენებელი. მისი ოდენობები გვხვდება: 0,05; 0,16; 0,46; 0,85; 1,30; 7,35;

n — ხორკლიანობის კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა იცვლება 0,012—0,050 ფარგლებში.

ნაკადის დანაგვიანებისა და კალაპოტის კლაკნილობის მიხედვით

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,10). \quad (10.8.2.24)$$

ა. უგინჩუსის გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნ. პავლოვსკის ფორმულა შედარებით ზუსტ შედეგს იძლევა ჰიდრაულიკური გაანგარიშების დროს, ამიტომ სანიველო სვლების კლასების დადგენისას მის ფორმულას იყენებენ y -ის ორი მნიშვნელობისათვის:

$$\left. \begin{array}{l} \text{როცა } 0,1 < R < 1, \text{ მაშინ } y = 1,5\sqrt{n} \\ \text{როცა } 3 > R > 1, \text{ მაშინ } y = 1,3\sqrt{n} \end{array} \right\} \quad (10.8.2.25)$$

მაშასადამე, გამსავალი, სადერივაციო, სარწყავი არხების და წყალსადინარების გაანგარიშების დროს, ე. ი. როცა $R > 1$, (23) ფორმულა ასე დაიწერება:

$$C = \frac{1}{n} R^{1,3} \sqrt{n} \quad (10.8.2.26)$$

მილგაყვანილობების გაანგარიშების დროს კი, სადაც $R < 1$,

$$C = \frac{1}{n} R^{1,5} \sqrt{n} \quad (10.8.2.27)$$

6. შეზის ფორმულაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მდინარის სხვადასხვა უბნების გრძივ ქანობებს ნიველობის დროს. მაგალითად, მდინარის ხსენებული ქანობის მიხედვით შეიძლება დაახლოებით განისაზღვროს ნიველობის კლასი. რომელიც უნდა შესრულდეს მდინარის კალაპოტის საზღვრებს გარეთ მთავარი მაგისტრალური სასიბილო საფუძვლის სახით. მაგრამ ხშირად ამ ამოცანის ამოხსნა სრულდება საყრდენ რეპერებს შორის სანიველო სვლის სიგრძის წყალსაზომი საგუშაგოების მდინარეზე განლაგების და წყალსაცავის კონტურის ხასიათის მხედველობაში მიღების შედეგად.
ამ ამოცანის ამოხსნის მიზნით გამოვიყენოთ ფორმულა

$$Q = \omega \cdot v, \quad (10.8.2.28)$$

სადაც Q არის წყლის ხარჯი ($მ^3/სე$);

ω — ცოცხალი კვეთის ფართობი ($მ^2$);

v — მდინარის დინების სიჩქარე ($მ/სე$).

თუ (28) ტოლობიდან განსაზღვრულ v -ს მნიშვნელობას შევიტანთ შეზის (20) ტოლობაში, მივიღებთ

$$Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i}, \quad (10.8.2.29)$$

საიდანაც

$$\frac{Q}{\sqrt{i}} = \omega C \sqrt{R} = K. \quad (10.8.2.30)$$

K სიდიდეს ეწოდება ხარჯის მოდული და გამოსახავს მდინარის კალაპოტის გამტარუნარიანობას.

იმის გამო, რომ სანიველო სამუშაოების კლასების დადგენა შეიძლება მდინარის ქანობის ოდენობის მიხედვით, შევიტანოთ (29) დამოკიდებულებაში (26) დამოკიდებულებიდან განსაზღვრული ხორკლიანობის n კოეფიციენტისა და ჰიდრაულიკური R რადიუსის მნიშვნელობები, მივიღებთ

$$i = \frac{Q^3 \cdot n^3}{R^{2,6} \sqrt{n} \cdot R \cdot \omega^3}. \quad (10.8.2.31)$$

მიღებული ტოლობის გალოგარიტმებით მივიღებთ

$$\lg i = 2 \lg Q + 2 \lg n - (2,6 \sqrt{n} \lg R + \lg R + 2 \lg \omega). \quad (10.8.2.32)$$

(32) დამოკიდებულების $2,6 \sqrt{n} \lg R$ ელემენტის $\lg R$ კოეფიციენტის რიცხვითი ოდენობის მისაღებად მასში შევიტანოთ n -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა, ანუ $n = 0,050$, მაშინ (31) მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\lg i = 2 \lg Q + 2 \lg n - 1,58R - 2 \lg \omega. \quad (10.8.2.33)$$

(33) გამოსახულების სრული დიფერენციალი Q , n , R და ω ურთიერთდამოუკიდებელი ელემენტებით იქნება

$$\frac{di}{i} = 2 \frac{dQ}{Q} + 2 \frac{dn}{n} - 1,58 \frac{dR}{R} - 2 \frac{d\omega}{\omega},$$

ხოლო საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით მივიღებთ წყლის ზედა-

პირის გრძივი ქანობის განსაზღვრის ფარდობით საშუალო კვადრატულ შეცდომას

$$\frac{m_i}{i} = \sqrt{\left(2 \frac{m_Q}{Q}\right)^2 + \left(2 \frac{m_n}{n}\right)^2 + \left(1,58 \frac{m_R}{R}\right)^2 + \left(2 \frac{m_\omega}{\omega}\right)^2}. \quad (10.8.2.34)$$

შედგის მისაღებად საჭიროა (34) ტოლობის ფესვქვეშა გამოსახულების ელემენტების ოდენობის ცოდნა. მდინარის ხარჯის დადგენის ზღვრული შეცდომა, ჩვეულებრივ, არ აღემატება 3—5%. მივიღოთ მდინარის ხარჯის დადგენის ფარ-

დობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა 1,5%, ანუ მივიღოთ $\frac{m_Q}{Q} = 1,5\%$;

ა. რახმანოვის მიერ ჩატარებული ცდებით დადგენილია, რომ ხორკლიანობის n კოეფიციენტის განსაზღვრის ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა

ტოლია 3%, ანუ $\frac{m_n}{n} = 3\%$; პიდრავლიკურ R რადიუსის განსაზღვრის ფარ-

დობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა მრავალი დაკვირვებების შედეგად გამოდის 1%, მაშასადამე, $\frac{m_R}{R} = 1\%$, რაც შეიძლება უგულებელვყოთ.

მდინარის ცოცხალი კვეთის დადგენის ზღვრული ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა დამოკიდებულია კვეთის ელემენტების გაზომვის სიზუსტესა და კამერული დამუშავების ხარისხზე. მისი ზღვრული ოდენობა ნორმების მიხედვით ტოლია 3%; მაშასადამე, მდინარის ცოცხალი ω კვეთის ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა უნდა მივიღოთ 1,5%, ე. ი. $\frac{m_\omega}{\omega} = 1,5\%$.

მიღებული ოდენობების (34) ტოლობაში შეტანით განსაზღვრება წყლის ზედაპირის გრძივი ქანობის განსაზღვრის ფარდობით საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა:

$$\frac{m_i}{i} = \sqrt{(2 \cdot 1,5)^2 + (2 \cdot 3)^2 + (2 \cdot 1,5)^2} = \pm 7,3\% = \pm 0,073,$$

რაც პიდრომეტრიული დაშვებებით მისაღებია.

საერთოდ, ნებისმიერი სახის ნიველირსავალის გეომეტრიული ნიველობის საჭირო კლასები და სიზუსტე უნდა შეესაბამებოდეს ინსტრუქციის მოთხოვნებს. მაგალითად, ინსტრუქციის მიხედვით მაგისტრალური სანიველო სვლის მოთხოვნილი სიზუსტე ორჯერ მეტი უნდა იყოს ამ სვლიდან მდინარის სანაპიროების რეპერებზე ნიშნულების გადასაცემ ნიველობასთან შედარებით. მაშასადამე, მაგისტრალურ სვლებში (34) ფორმულით განსაზღვრული წყლის ზედაპირის გრძივი ქანობის ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომის დასაშვები ოდენობა უნდა იყოს ორჯერ ნაკლები.

$$\frac{m_i}{i} = 0,036. \quad (10.8.2.35)$$

მაგისტრალური სვლის ნიველობის კლასის განსაზღვრის მიზნით გამოვი-

თვალთ მდინარის დონის დაწვევით გამოწვეული ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა

ცნობილია, რომ ქანობი განისაზღვრება ფორმულით

$$i = \frac{h}{L}, \quad (10.8.2.36)$$

სადაც h არის ორ წერტილს შორის აღმატება;

L — წერტილებს შორის ჰორიზონტული მანძილი.

(36) დამოკიდებულებების ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$\left(\frac{m_i}{i}\right)^2 = \left(\frac{m_h}{h}\right)^2 + \left(\frac{m_L}{L}\right)^2, \quad (10.8.2.37)$$

სადაც m_i არის ქანობის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა;
 m_h და m_L — შესაბამისად აღმატების და მანძილის განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

ჩვეულებრივ, მანძილის განაზომის ფარდობითი შეცდომა მცირეა, მაგალი-

თად, $\frac{m_L}{L} = 1 : 1000 = 0,1\%$. ამიტომ მას უგულებელვყოფთ, ე. ი. (37) დამო-

კიდებულება (35) დამოკიდებულების გამოყენებით დაიწერება ასე:

$$\frac{m_i}{i} = \frac{m_h}{h} = 0,036. \quad (10.8.2.38)$$

განაზომთა შეცდომების და უმცირეს კვადრატთა მეთოდის თეორიიდან ცნობილია, რომ

$$m_h = \eta \sqrt{L} = 0,036h,$$

ანუ (38) დამოკიდებულებების გამოყენებით

$$\eta = 0,036 \frac{h}{\sqrt{L}},$$

(10.8.2.39)

სადაც η არის ერთ კილომეტრზე აღმატების, ანუ ერთეული წონის, საშუალო კვადრატული შეცდომა (მმ);

L — სანიველო სვლის სიგრძე (კმ).

ინსტრუქციის მიხედვით სვლის ერთ კილომეტრზე ნიველობის დასაშვები შეცდომები კლასების მიხედვით არის შემდეგი:

	W_h (მმ)	η (მმ)	} (10.8.2.40)
II კლასის ნიველობის დროს	$5\sqrt{L}$	± 2	
III	$10\sqrt{L}$	± 4	
IV	$20\sqrt{L}$	± 8	
ტექნიკური ნიველობის დროს	$30\sqrt{L}$	± 12	
	$50\sqrt{L}$	± 20	

(40) დამოკიდებულებებით მიღებულია η ორჯერ ნაკლები W_A ოდენობაზე და L კი — ერთი კილომეტრი.

(40) დამოკიდებულებებში მოყვანილი მახასიათებლების საფუძველზე მდინარის $L=1$ კმ უბნის და h აღმატების სხვადასხვა ოდენობებისათვის შეიძლება დავადგინოთ მაგისტრალური სვლის კლასი, მდინარის ქანობზე დამოკიდებულებით. მაგალითად, როცა მდინარის დონის დაწვევა $h=6$ სმ, $L=1$ კმ უბანზე (39) ფორმულით განვსაზღვრავთ

$$\eta = 0,036 \times 0,06 = 2,2 \text{ შმ.}$$

მაშასადამე, განხილად უბანზე (40) დამოკიდებულებების მიხედვით საჭიროა შესრულდეს II კლასის გეომეტრიული ნიველობა. ანალოგიური მიდგომით, $L=1$ კმ ნიველირსავალის და მდინარის h დონის, მაშასადამე, i საშუალო ქანობის სხვადასხვა ოდენობებისათვის (39) დამოკიდებულებით შედგენილია ნიველობის საჭირო კლასების (1) ცხრილი მაგისტრალური სანაწიველო სვლებისათვის.

ცხრილი 10.8.2.1

ერთ კილომეტრზე მდინარის დონის დაწვევა (სმ)	მდინარის i ქანობი	მაგისტრალური სვლებისათვის		წყლის დონეების ნიველობისათვის	
		η (შმ)	ნიველობის კლასები	η_{Σ} (შმ)	ნიველობის კლასები
1	2	3	4	5	6
5	0,00005	1,8	II	3,6	II
10	0,00010	3,6	II	7,2	III
15	0,00015	5,4	III	10,8	IV
20	0,00020	7,2	III	14,4	IV
25	0,00025	9,0	IV	18,0	ტექნიკური
30	0,00030	10,8	IV	21,6	"
35	0,00035	12,6	IV	25,2	"
40	0,00040	14,4	IV	28,8	"
50	0,00050	18,0	IV	36,0	"
60	0,00060	21,6	ტექნიკური	43,2	გეოდეზიური
70	0,00070	25,2	"	50,4	"
80	0,00080	28,8	"	57,6	"
90	0,00090	32,4	"	64,8	"
100	0,00100	36,0	"	72,0	"

როგორც აღვნიშნეთ, (1) ცხრილის შედგენის დროს მიღებულია, რომ დაშვებები მაგისტრალური სვლებისა ორჯერ ნაკლები ოდენობების იყოს, ვიდრე მდინარის დონის ნიშნულების (მაგისტრალური სვლების მიხედვით) განსაზღვრისათვის. მაგალითად, (1) ცხრილის მეხუთე სვეტის η_{Σ} დაშვებები ორჯერ მეტია შესამე სვეტის η დაშვებებზე. მაშასადამე, ინსტრუქციით დაშვებულია, რომ $\eta_{\Sigma} = 2\eta$.

იმის გამო, რომ (39) ტოლობაში ადგილი აქვს სიზუსტის გარკვეულ მარაგს, შეიძლება 0,00005 ოდენობაზე ნაკლები ქანობების მქონე მდინარეებისათვის საჭირო მაგისტრალური ნიველობა შესრულდეს II კლასის მოთხოვნით. I კლასის გეომეტრიულ ნიველობას; ინსტრუქციის მიხედვით, არ იქნება.

0,001 მეტი ქანობის მქონე მდინარეების მაგისტრალური სვლების გეომეტრიული ნიველობის ნაცვლად ასრულებენ გეოდეზიურ (ან ტაქსომეტრიულ) ნიველობას. საკითხის ასე გადაწყვეტა გამართლებულია იმით, რომ მთის მდინარეების გეომეტრიული ნიველობა ძნელია რელიეფის სირთულის გამო.

ნიველოზის პროექტის შედგენის საყრდენ დოკუმენტაციას წარმოადგენს 1:10 000 = 1:100 000 მასშტაბიანი რუკები და მდინარეების გრძივი პროფილები.

10. 8. 8. გეოდეზიური სამუშაოები მდინარის გრძივი პროფილის შედგენისათვის

ამ პარაგრაფში თანამიმდევრობით იქნება განხილული საკითხები მდინარის გრძივი პროფილის დანიშნულებისა და მასშტაბის; წყლის დონის ნიველობის სასიმალო საფუძვლის სქემის; წყლის დონის ნიველობის; გრძივი პროფილის შედგენისათვის საჭირო მასალის დამუშავებისა და გრძივი პროფილის შედგენის შესახებ.

1. მდინარის გრძივი პროფილის დანიშნულება და მასშტაბი

მდინარის გრძივი პროფილი წარმოადგენს ვერტიკალურ ჰორიზს მისი კალაპოტის ღრმა ან შუა ადგილების მიმართებით. გრძივ პროფილზე მდინარის ზედაპირი გამოისახება სხვადასხვა ქანობების მქონე ტეხილი ხაზებით.

მდინარის გრძივი პროფილი საჭიროა ჰესის დაპროექტებისათვის; გემთსაეალი პირობების გაუმჯობესებისათვის საჭირო მდინარეების რეგულირების დროს; კაშხალების განლაგების პროექტის შედგენისათვის; წყალმომარაგების საკითხების გადაწყვეტისათვის და სხვ. მდინარის გრძივ პროფილს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დაწვევის განსაზღვრის მიზნით ჰესის კასკადური (მცირე ვარდნილობის) სქემის დამუშავების დროს. გარდა ზემოხსენებულისა, მდინარის გრძივი პროფილი დიდად გამოიყენება კაშხალის აგების შემდეგ წყლის თავისუფალი ზედაპირის მრუდის (დაწვევის მრუდის) აგებისათვის, რომელსაც იყენებენ დატბორვის საზღვრებისა და წყალსაცავის სიღრმეების განსაზღვრის დროს.

(1) ცხრილში მოყვანილია გრძივი პროფილების კლასიფიკაცია მასშტაბების მიხედვით, რომელსაც აქვს მიახლოებითი მნიშვნელობა.

ცხრილი 10.8.3.1

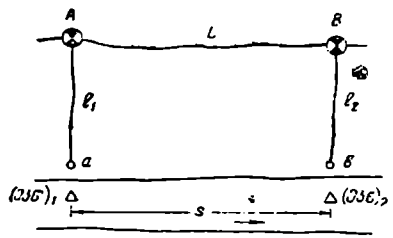
პროფილის სახეობა	ჰორიზონტული მასშტაბი	ვერტიკალური მასშტაბი
დაწვილებითი პროფილები	1 : 25000	1 : 50—1 : 100
	1 : 50000	1 : 100—1 : 200
	1 : 100000	1 : 100—1 : 200
	1 : 200000	1 : 200—1 : 300
შემოკლებული პროფილები:		
ა) ვაკე და დიდი მდინარეებისათვის	1 : 100000	1 : 200
	1 : 300000 1 : 500000	1 : 500 1 : 1000
ბ) ვაკე მცირე და მთავარი მდინარეებისათვის	1 : 50000 1 : 100000	1 : 200 1 : 200

მდინარის გრძივი პროფილის სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია წყლის დონის ნიველობასა და (10. 1. 1) განხილული ჰიდროლოგიური მასალების ხარისხზე.

**ბ. მდინარის წყლის დონის ნიველოგრაფიის ხახიშალო
საშუალო სიშორის შედგენა**

როგორც ცნობილია, მდინარიდან მოშორებით შექმნილი მაგისტრალური სანიველო სელის რეპერებიდან გადააქვთ ნიშნულები მდინარის ნაპირებთან ახლო ჩამაგრებულ სამუშაო რეპერებზე. სამუშაო რეპერებს იყენებენ წყლის დონის ნიველობისათვის და მათ დასაყვანად დროის ერთ მომენტზე, რათა ვაწარმოთ წყალსაზომ საგუშაგოებზე დაკვირვებები და ჰიდრომეტრიული გასწვრივობების მიზმები და ა. შ.

ერთმანეთისაგან L მანძილით დამორებული მაგისტრალური სელის A და B წერტილებიდან მდინარის ახლო სამუშაო a და b რეპერებზე ნიშნულების გადაცემის სქემა მოცემულია (1) ნახაზზე. როგორც ვხედავთ, კალაპოტის ახლო სამუშაო a და b წერტილებზე ნიშნულების გადაცემისათვის შესრულებულია სამუშაო სანიველო l_1 და l_2 სელა, ბოლოს სამუშაო a და b რეპერებიდან ხდება წყლის დონის ნიველობა ერთ დღიურ ეკვადრის წერტილებსა, რომლებიც (1) ნახაზზე აღნიშნულია (ე კ წ)1 და (ე კ წ)2. ამ წერტილებს შორის წყლის დონის დაწვევის m , საშუალო კვადრატული შეცდომის დამოუკიდებელი წყაროებია A და B წერტილებს შორის მაგისტრალური სანიველო სელის m_L საშუალო კვადრატული შეცდომა; Aa და Bb სამუშაო სანიველო სელის m_1 და m_2 საშუალო კვადრატული შეცდომები; მდინარის დონის ფიქსაციის m_0 საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობას დიდი ქანობის მქონე მდინარეებისათვის იღებენ ± 10 მმ. მცირე ქანობის მქონე მდინარეებისათვის კი ± 5 მმ. მაშასადამე, დავეწეროთ



ნახ. 10.8.3.1.

$$m = \sqrt{m_L^2 + m_1^2 + m_2^2 + \dots + 2m_0^2} \quad (10.8.3.1)$$

მიღებული ტოლობის ფესვქვეშა დამოუკიდებელი წყაროების ოდენობები, ნიველობის (10. 8. 2. 39) ფორმულის შესაბამისად, გამოითვლება ფორმულებით

$$m_L = \eta_1 \sqrt{L}; \quad m_1 = \eta_2 \sqrt{l_1}; \quad m_2 = \eta_3 \sqrt{l_2}, \quad (10.8.3.2)$$

სადაც უნდა ვიგულისხმოთ, რომ l_1 და l_2 სამუშაო სანიველო სელების

კლასები ერთი და იგივეა. მაშასადამე, (2) ტოლობის მონაცემთა (1) ტოლობაში შეტანით დაეწერათ

$$m_1 = \sqrt{\eta_1^2 L + \eta_2^2 (l_1 + l_2) + 2m_0^2} \quad (10.8.3.3)$$

თუ მივიღებთ, რომ (ე კ წ)₁ და (ე კ წ)₂ შორის მანძილია S , შეგვიძლია მდინარის წყლის ზედაპირის დაწვევის საშუალო კვადრატული შეცდომის განსაზღვრა მის ერთ კილომეტრიან უბანზე ფორმულით

$$m_m = \eta' \sqrt{S}, \quad \eta' = \frac{m_m}{\sqrt{S}}. \quad (10.8.3.4)$$

თუ გამოთვალავთ η' გამოვიდა მეტი შესაბამისი ქანობის მიხედვით (10. 8. 2. 1) ცხრილის მეხუთე სვეტიდან ამოღებულ η_m ოდენობაზე, საჭირო გახდება საშუალო l_1 და l_2 სანიველო სვლის კლასის გაზრდა ან m_0 საშუალო კვადრატული შეცდომის შემცირება.

მაგალითი 10. 8. 3. 1. დავადგინოთ კლასი მდინარის დონის ნიველობისათვის, რომლის სიგრძე $S = 9$ კმ, ქანობი $i = 0,00010$ და რომელიც უზრუნველყოფილია $L = 9$ კმ სიგრძის მაგისტრალური სანიველო სვლით. საშუალო სანიველო სვლების საერთო სიგრძეა $l_1 + l_2 = 4$ კმ. (ე კ წ)₁ და (ე კ წ)₂ წერტილებზე წყლის დონის ფიქსაციის m_m საშუალო კვადრატული შეცდომა არის ± 10 მმ.

(10. 8. 2. 1) ცხრილის თანახმად, $i = 0,00010$ ქანობის შესაბამისად საჭიროა შესრულდეს მაგისტრალური სვლა II კლასის ნიველობით, რომლის η უნდა იყოს $\pm 3,6$ მმ. დავეუშვათ, რომ საშუალო სანიველო სვლები შესრულდა IV კლასის ნიველობით, რომლის $\eta_{IV} = \pm 8$. მაშინ (3) ფორმულით

$$m_1 = \sqrt{(2,6)^2 \cdot 9 + 8^2 \cdot 4 + 200} \approx \pm 24 \text{ მმ.} \quad (10.8.3.5)$$

თუ მივიღებთ, რომ $m_1 = m_m = \pm 24$ მმ, მაშინ (4) ფორმულით

$$\eta' = \frac{m_m}{\sqrt{S}} = \frac{24,0}{\sqrt{9}} = \pm 8 \text{ მმ.} \quad (10.8.3.6)$$

მიღებული ოდენობა ცოტათი მეტია (10. 8. 2. 1) ცხრილის მეხუთე სვეტიდან ამოღებულ $\eta_m = 7,2$ ოდენობაზე. მაშასადამე, მოცემული ქანობისათვის საშუალო სვლების ნიველობა ნაცვლად IV კლასისა უნდა შევასრულოთ III კლასით, რის შემდეგ მივიღებთ $\eta' = \pm 7,6$ მმ ან კიდევ, შეიძლება შევამციროთ საშუალო ნიველობის სვლები და რევილოთ $l_1 + l_2 = 3,5$ კმ. აგრეთვე შეიძლება შევამციროთ m_0 და ± 10 მმ ნაცვლად მივიღოთ ± 5 მმ, ამ ღონისძიებებით მივიღებთ ცხრილის მიხედვით 7,2 მმ ახლო ოდენობებს. ასე, რომ სვლების ნიველობის პროექტის შედგენის დროს რამდენიმე ვარიანტიდან შეიძლება შეირჩეს ადვილობრივი პირობებისათვის ხელსაყრელი პროექტი.

С. მდინარის დონის ნიველობა

პირობითი ნაგებობათა დაპროექტების დროს აუცილებელია ვიცოდეთ ერთ ფიზიკურ მოქმედებაში მდინარის დონე მის იმ უბანზე, რომელიც შერჩეულია ასაშენებელი ნაგებობისათვის.

იმის გამო, რომ საჭიროა შესრულდეს ნიველობა დიდ მანძილებზე, მეტად რთულდება დასმული ამოცანის გადაწყვეტა. ამიტომ მდინარეს ყოფენ უბნებად, რათა ნიველობა შესრულდეს ერთ-ორ დღეში. მდგრადობის უზრუნველყოფის მიზნით ნიველობის დაწყებამდე დაახლოებით ორი კვირით ადრე ყოველ უბანზე აგებენ დროებით წყალსაზომ საგუშაგოებსა და რეპერებს. რომლებზეც იწყებენ დაკვირვებებს ნიველობის დაწყებამდე ერთი კვირით ადრე. დროებით წყალსაზომ საგუშაგოებს აწყობენ მდინარის პროფილის გადატეხის, ანუ მახასიათებელ, და იმ წერტილებზე, სადაც მდინარის დონე იცვლება დროის სხვადასხვა ტოდ პერიოდში, რაც იწვევს მდინარის ცოცხალი კვეთის შეცვლას. ყველა ერთდღიანი კავშირის წერტილი (ეკწ) წარმოადგენს საყრდენ წერტილს, რომლებსაც ვაკე მდინარეებზე საშუალოდ აყენებენ ყოველ 2—3 კმ. ხოლო დანარჩენ შემთხვევაში 1—1,5 კმ.

წყლის დონის ნიველობისათვის საჭირო სანაპირო წერტილებს ამაგრებენ პალოებით მისი დონის სიმბოლურზე. ეს წერტილები დაცული უნდა იყვნენ მდინარის ლეღვისა და სხვა მოვლენისაგან, აგრეთვე წყლის დონის ფიქსირების დაზუსტების მიზნით ამ პალოების ახლო ასობენ ერთ ან ორ პალოს. მაგისტრალური სელებით განსაზღვრულ ყველა სამუშაო დროებით რეპერს, დამაგრებულს წყალსაზომ საგუშაგოებთან, ნიველობის დროს იყენებენ დამაკავშირებელ წერტილებად.

ერთდღიანი კავშირის წერტილების (სკწ) პალოებით დანიშვნა და მათი ნიშნულების გადმოტანა სამუშაო *ა, ბ, ...* რეპერებიდან საჭიროა შესრულდეს ერთ დღეში. სანიველო ჟურნალში შეაქვე წყალსაზომი საგუშაგოების სამუშაო რეპერების ადგილმდებარეობა და ნიველობის შესრულების თარიღი და დრო. მუდმივ მოქმედ წყალსაზომ საგუშაგოებზე. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა. საზღვრავენ მაქსიმალური წყალმოვარდნის დონეს.

ნიველობის შედეგად იღებენ მის მუშა დონეებს; დაპროექტებისათვის კი საჭიროა დროის გარკვეულ მომენტში მდინარის დონის ცოდნა. მაშასადამე: საჭიროა მდინარის მუშა დონეებში შევიტანოთ შესწორებები. ასეთ დონეებს დაყვანილ, ანუ ჩამოკრილ. დონეებს უწოდებენ, ხოლო მუშა ნიშნულებსა და დაყვანილ (ჩამოკრილ) ნიშნულებს შორის სხვაობას — დაყვანას ან ჩამოკრას.

დაპროექტებისათვის აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა აქვს განხილად უბანზე მახასიათებელი დონის ან წყალმცირობის დროს ხშირად მოვლენილი დონის შერჩევას. ასეთი შერჩევისათვის იყენებენ მდინარის განხილად უბანზე არსებულ წყალსაზომი საგუშაგოების დანაკვირვებ მასალას და მდინარის დონის ცვალებადობის გრაფიკის შეთავსების შედეგად ნიშნავენ ნიველობის დაწყებისა და დონეების ერთ მომენტზე დაყვანის თხრილებს. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ დაყვანილი დონის დანიშნით, გარდა სიღრმეებისა, იცვლება მდინარის სივანეც, რის შედეგად მდინარე გეგმაზე გამოდის სხვადასხვა მოხაზულობის.

როგორც ცნობილია ნიველობის დაწყებამდე სრულდება მდინარის უბნის რეკოგნოსცირება ამ დროს ადგილზე ნიშნავენ დროებითი წყალსაზომი საგუშაგოების და ერთდღიანი კავშირის წერტილებს (ეკწ); ნიშნავენ სამუშაო სანიველო სელების მიმართულებებს მაგისტრალური სანიველო სელების რეპე-

რებიდან, მდინარის კალაპოტის ახლო სამუშაო რეპერებზე სიმაღლეების გადაცემისათვის.

მდინარის გრძივი პროფილის შედგენისათვის დაწნევის მრუდის ასაგებად საჭირო მონაცემების მიღებისა და მდინარის რეჟიმის შესასწავლად დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის ზედაპირის ნიშნულებს გადაღუნვის მახასიათებელ წერტილებში, როგორცაა ხიდების ზევით და ქვევით ან დანგრეული კაშხლის ადგილი, სადაც იკმნება ხელოვნური დაწნევები; მდინარის ვიწრო უბნები; მდინარის ციკაბო მოხვევები; ჩქერები; ზედა და ქვედა ბიეფების ზღურბლები და თხემები; წყლის მოღინების ვარდნის ადგილები; ხეების ადგილები და სხვა.

ჰიდროგრაფიული გეგმების უქონლობის დროს მდინარის გრძივი გეომეტრიული ნიველობის თანადროულად სრულდება განივი ტაქომეტრიული ნიველობა მდინარის კალაპოტის მართობულად (ე კ წ) და სხვა მახასიათებელი წერტილებიდან. განივების სიგრძეებს ადგენენ წყალდიდობის დროის მაქსიმალური ნიშნულების მიხედვით.

გრძივი პროფილის შედგენისათვის საჭიროა გვერდის მონაცემები მდინარის კალაპოტის სიღრმეების შესახებ. გრძივ პროფილზე მდინარის კალაპოტის ძირის ნიშნულებს იღებენ ფარვატერის ან საშუალო ხაზის მიმართულებით.

ნორმების მიხედვით 500 მ ნაკლები სიგანის მდინარეებზე მაგისტრალური სანიველო სელები სრულდება ერთ ნაპირზე, ხოლო როცა მდინარის სიგანე აღემატება 500 მ, მაგისტრალური სელა სრულდება ორივე მხარეს.

D. მდინარის გრძივი პროფილის შესაღებნად საჭირო მასალის დაშუაება

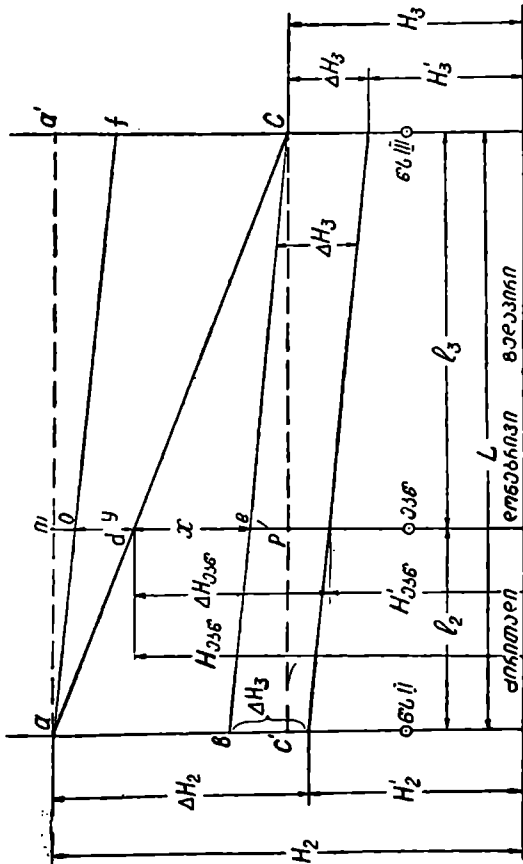
აქ განიხილება საკითხები მდინარის სიღრმეების განაზომთა მასალის დამუშავების, წყლის სამუშაო დონის დროის ერთ მომენტზე დაყვანის გამოთვლებისა და მდინარის გრძივი პროფილის შედგენის შესახებ.

a. მდინარის სიღრმეების განაზომების დაშუაების შესახებ

მდინარის სიღრმეებს ზომავენ მისი ფსკერის რელიეფის მონაცემების მისაღებად, რასაც იყენებენ წყლის ხარჯის დასადგენად ჰიდროლოგიური გაანგარიშების დროს და გემთსვლის საკითხების მოსაგვარებლად. როგორც წინა მუხლში ითქვა, მდინარის გრძივი პროფილის შესადგენად მდინარის წყალენერგეტიკული დახასიათებისათვის სიღრმეებს ზომავენ უმთავრესად ერთდღიური კაუშირის წერტილებზე (ე კ წ) გატარებული მდინარის ლერძისადმი მართობი განივი ჰრილების მიმართებით. საჭიროა განაზომები სიღრმეების და მათი გეგმური მდებარეობის; ცოცხალი კვეთების პროფილებისათვის; წყალსაზომი საგუშაგოების მიერ შესრულებული და მდინარის მუშა დონის დადგენისათვის შესრულებული. ყველა ზემოთ მოყვანილი მასალის დამუშავება ახსნას არ საჭიროებს, რედგანაც ყოველივე დაწვრილებით არის უკვე განხილული (10-1)-ში. როგორც აღინიშნა, ერთ-ერთი უაღრესად მნიშვნელოვანი საკითხია მდინარის გრძივი პროფილის შედგენისათვის საჭირო მდინარის დაყვანილი დონის მიღება, რასაც ქვემოთ ვრცლად განვიხილავთ.

ბ. მდინარის საფუარო ღონის დაყვანა ღროის ერთ მომენტში

მდინარის წყლის ღონის ნიველობის დამთავრების შემდეგ პირველ რიგში საზღვრავენ დაყვანილ ღონეს წყალსაზომ საგუშაგოებს შორის და შემდეგ მთელ უბანზე. დაყვანილი ღონე, ჩვეულებრივ, ეხება 13 საათს. ღროის ერთ



ნა. 10.8.3 2.

მომენტზე მდინარის ღონის დაყვანის სქემა მოცემულია (2) ნახაზზე. ქვემოთ მოყვანთ გ. გლოტოვის მიერ გამოყვანილ საფუარო ფორმულებს.

დავუშვათ, რომ 15/VIII 9^a აწარმოეს მდინარის ღონის ნიველობა ერთ-დღიანი კავშირის წერტილზე (ე კ წ), რომელიც მდებარეობს II და III წყალსაზომ საგუშაგოებს შორის და რომლის ნიშნული გამოვიდა $H_{ან}$. ამავე მომენტში II და III საგუშაგოების ნიშნულები განისაზღვრა H_2 და H_3 .

ვთქვათ. $25/VIII-13^A$ ამ საგუშაგოებზე მდინარის დონემ დაიწია ΔH_2 და ΔH_3 ოდენობებით და შესაბამისად დონეები გახდა H_2' და H_3' . ამ პირობებში: ე γ წყლის დონეც დაიწევს და გახდება H_3' . ამოცანის ამოხსნის, ანუ ამ უსასანკელის ოდენობის გამოსათვლელად, უპირველესი დაუგენია, მიზნით II საგუშაგოს H_2' დონიდან შევეულად გადავზომოთ ზემოთ ΔH_3 , რითაც მივიღებთ h წერტილს. მონაკვეთის ოდენობა განისაზღვრება abC და deC მსგავსი სამკუთხედების საფუძველზე შედგენილი პროპორციიდან. ამ სამკუთხედებში საგუშაგოებს შორის მანძილია L და საგუშაგოებიდან ე γ წ-მდე მანძილები კი, შესაბამისად, არის l_2 და l_3 . მაშასადამე, დავწერთ

$$\frac{de}{ab} = \frac{Cd}{Ca} \text{ ანუ } \frac{x}{\Delta H_2 - \Delta H_3} = \frac{l_3}{L}, \quad x = \frac{\Delta H_2 - \Delta H_3}{L} \cdot l_3. \quad (10.8.3.7)$$

ნახაზის მიხედვით

$$\Delta H_{3\text{გფ}} = x + \Delta H_3. \quad (10.8.3.8)$$

ასევე ნახაზის მიხედვით

$$H'_{3\text{გფ}} = H_{3\text{გფ}} - \Delta H_{3\text{გფ}} = H_{3\text{გფ}} - \Delta H_3 - x. \quad (10.8.3.9)$$

$H'_{3\text{გფ}}$ სიღიდის ოდენობა შეიძლება გამოთვლილ იქნეს ზედა, ანუ მეორე წყალსაზომი (IIს) პუნქტიდანაც. ამ მიზნით H_2 ნიშნულიდან ზემოთ გადავზომოთ $Cf = ab$ მონაკვეთი და f წერტილი შევეუერთოთ a წერტილს; რის შედეგად მივიღებთ ორ afC და aOd სამკუთხედს, რომელთა მსგავსების საფუძველზე დავწერთ

$$\frac{Od}{fC} = \frac{l_2}{L} \text{ ანუ } \frac{y}{\Delta H_2 - \Delta H_3} = \frac{l_2}{L}; \quad y = \frac{\Delta H_2 - \Delta H_3}{L} \cdot l_2. \quad (10.8.3.10)$$

ნახაზის მიხედვით

$$\Delta H_{2\text{გფ}} = \Delta H_2 - y. \quad (10.8.3.11)$$

ასევე ნახაზიდან

$$H'_{2\text{გფ}} = H_{2\text{გფ}} - \Delta H_{2\text{გფ}} = H_{2\text{გფ}} - \Delta H_2 + y. \quad (10.8.3.12)$$

იმ შემთხვევაში, როცა წყალსაზომი საგუშაგოების სიმაღლეებს შორის სხვაობა აღემატება 10 სმ (ნახაზზე ab), მაშინ (7) ანუ (8) ფორმულა საკარგებს დაზუსტებას. ამ შემთხვევაში იღებენ, რომ $H_{3\text{გფ}}$ რიცხვითი მნიშვნელობა იცვლება მდინარის დონის ვარდნის ოდენობის პროპორციულად. დონეების დაყვანის (ჩამოკრის) არაზუსტი შედეგები მიიღება, როგორც საგუშაგოებს შორის დიდი მანძილებით, ისე დაყვანების დიდი ოდენობების ანუ მდინარის დიდი ქანობის დროს.

ზემოთ მოყვანილი მეთოდის ანალოგიური მეთოდით შეიძლება გამოვიყვანოთ იგივე ფორმულები სხვა კომპონენტებით შედგენილი. (2) ნახაზზე IIს და IIIს საგუშაგოების დონეების შესაბამის H_1 და H_2 წერტილებზე გავატაროთ პუნქტები aa' და CC' თარაზული ხაზები. მაშინ abC და $a'C'C$ სამკუთხედების მიხედვით ქვედა (III) წყალსაზომ საგუშაგოდან

$$\frac{x}{ab} = \frac{dP}{aC'} \text{ ანუ } \frac{x}{\Delta H_1 - \Delta H_2} = \frac{H_{2\text{გფ}} - H_2}{H_1 - H_2},$$

$$x = \frac{H_{2\text{გფ}} - H_2}{H_1 - H_2} \cdot (\Delta H_1 - \Delta H_2). \quad (10.8.3.13)$$

ნახაზის მიხედვით

$$\Delta H_{\text{კან}} = \Delta H_2 + x, \quad (10.8.3.14)$$

$$H'_{\text{კან}} = H_{\text{კან}} - \Delta H_{\text{კან}} = H_{\text{კან}} - \Delta H_2 - x. \quad (10.8.3.15)$$

a/c და $aa'C$ სამკუთხედების მიხედვით ზედა II საგუშაგოდან

$$\frac{y}{fC} = \frac{md}{a'C} \text{ ანუ } \frac{y}{\Delta H_2 - \Delta H_3} = \frac{H_2 - H_{\text{კან}}}{H_2 - H_3}$$

$$y = \frac{H_2 - H_{\text{კან}}}{H_2 - H_3} (\Delta H_2 - \Delta H_3). \quad (10.8.3.16)$$

ნახაზის მიხედვით

$$\Delta H_{\text{კან}} = \Delta H_2 - y. \quad (10.8.3.17)$$

$$H_{\text{კან}} = H_{\text{კან}} - \Delta H_{\text{კან}} = H_{\text{კან}} - \Delta H_2 + y. \quad (10.8.3.18)$$

მაგალითი 10. 8. 3. 2. 10/VII 8^ა მდინარის დონეების ნიშნულები მეტრებში არის $H_2 = 148,13$; $H_3 = 145,94$; $H_{\text{კან}} = 147,02$. ხოლო 24/VII 13^ა რეივე წერტილების ნიშნულებია $H'_2 = 147,74$; $H'_3 = 145,49$. საჭიროა განისაზღვროს ერთდღიური კავშირის წერტილის დაყვანილი (ჩამოჭრილი) $H'_{\text{კან}}$ ნიშნული ანგარიშის დროს ვეულისხმობთ, რომ დონეების დაყვანები (ჩამონაკრები) პროპორციულია მდინარის დონეების ვარდნისა.

1. II და III წყალსაზომ საგუშაგოებზე 10/VII—24/VII პერიოდში შეიკვალა შემდეგი ოდენობებით: $\Delta H_2 = 148,13 - 147,74 = 0,39$ $\Delta H_3 = 145,94 - 145,49 = 0,45$.

2. (13) ფორმულით

$$x = \frac{147,02 - 145,94}{148,13 - 145,94} (0,39 - 0,45) \approx -0,03.$$

3. (15) ფორმულით

$$H'_{\text{კან}} = 147,02 - 0,45 + 0,03 = 146,60.$$

4. კონტროლი: (16) ტოლობით

$$y = \frac{148,13 - 147,02}{148,13 - 145,94} (0,39 - 0,45) = -0,03:$$

(18) ტოლობით

$$H'_{\text{კან}} = 147,02 - 0,39 - 0,03 = 146,60.$$

მაშასადამე, 24/VII 13^ა ერთდღიანი კავშირის წერტილის $H'_{\text{კან}} = 146,60$ მ. ვთქვათ, $l_2 = 3,6$ კმ; $l_3 = 6,6$ კმ, ე. ი. $L = 10,2$ კმ. ამ შემთხვევაში

(7) ფორმულით

$$x = \frac{0,39 - 0,45}{10,2} \cdot 6,6 = -0,04.$$

(9) ფორმულით

$$H'_{\text{კან}} = 147,2 - 0,45 + 0,04 = 146,61 \text{ მ.}$$

(10) და (12) ფორმულებით ვაკონტროლებთ

$$y = \frac{0,39 - 0,45}{10,2} \cdot 3,6 = -0,02,$$

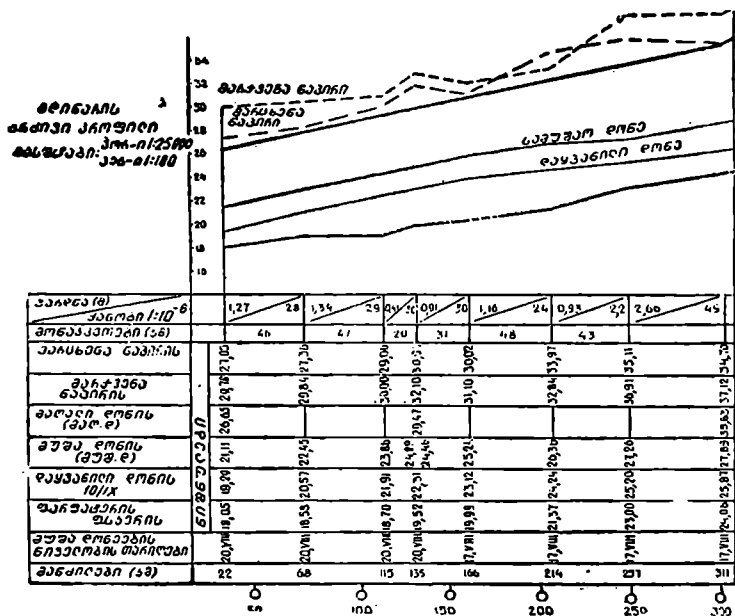
$$H'_{კან} = 147,02 - 0,39 + 0,02 = 146,65 მ.$$

როგორც ვხედავთ, უფრო შეთანხმებულ შედეგს იძლევა (15) და (18) ფორმულები.

ე. მდინარის გრძივი პროფილის შედგენა

მდინარის გრძივი პროფილს, ისევე როგორც საერთოდ პროფილს, ადგენენ მილიმეტრულაზე საველე და კამერული მასალების საფუძველზე. მასზე ნიშნავენ (ნახ. 3) ქვევიდან ზევით:

1. საშუალო ხაზის ან დიდი სიღრმეების წერტილების შემაერთებელი ხაზის მიმართულებით მდინარის სიგრძეს (კმ):



ნახ. 10.3.3.3.

2. მუშა ღრმებს, ანუ წყალსაზომ საგუშაგოებს (წს); დროებითი წყალსაზომი საგუშაგოების (დ წ ს) და ერთდღიური კონტაქტის წერტილების (ე კ წ) ნიველობის თარიღებს;

3. ფარვატერის, ანუ მდინარეში გემების უსაფრთხო სვლის გზის ფსკერის, ნიშნულებს;

4. დაყვანილი, ანუ ჩამოჭრილი, ღონის ნიშნულებს;

5. მუშა ღონეების (მ უ შ ღ) ნიშნულებს:

6. მაღალი ღონის (მაღ. ღ) ნიშნულებს; 7. მარჯვენა ნაპირის ნიშნულებს:

8. მარცხენა ნაპირის ნიშნულებს; 9. მონაკვეთების სიგრძეებს (კმ); 10. მონაკვეთზე ღონის ვარდნა (მ); 11. მასშტაბებს: ჰორიზონტული 1:25000, ვერტიკალური 1:100.

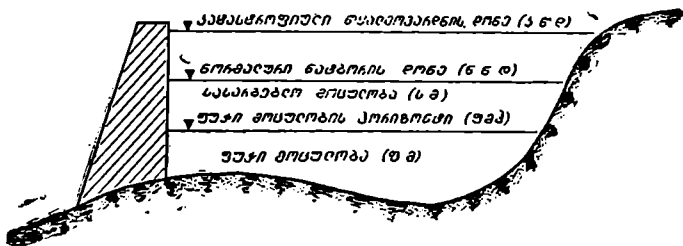
პროფილის ქვემო ნაწილში ტოპოგრაფიული რუკიდან გადააქვთ სიტუაცია. ასევე საჭიროა ხელოვნური ნაგებობების გადატანა პროფილზე, რაზეც უჩვენებენ მათ ზომებს და მასალას, რითაც ისინი არიან აგებული. საერთოდ, პროფილის გადატვირთვა ზედმეტი მონაცემებით არაა სასურველი.

10.8.4. გეოდეზიური სამუშაოები წყალსაცავის დაპროექტებისათვის.

როგორც ვიცით, მდინარეების ჩამონადენების რეგულირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა წყალსაცავების მოწყობა, რაც საშუალებას იძლევა წყალი სხვადასხვა მიზნით დაეაგროვოს, როგორცაა: იაფფასიანი ელექტროენერჯის მიღება; სავარგულთა მორწყვა; გემოსელის საკითხების მოგვარება; მრეწველობისა და დასახლებული ადგილების წყალმომარაგება და სხვ.

გამოიყენება კაშხალური, ანუ ისეთი ხელოვნური წყალსაცავები, რომლებიც იქმნებიან მდინარეების ხეობების კაშხალეით გადაღობვით.

კაშხალური წყალსაცავის ძირითადი ელემენტები ნაჩვენებია (1) ნახაზზე. მდინარის წყლის უკიდურესად დაბალ დონეს, რომლის დროს წყალსაცავი არ მოქმედებს, ფუჟი (უჟმი) მოცულობის კორიზონტს (ფმპ)



ნახ. 10.8.4.1.

უწოდებენ, ხოლო მის ქვეშ მოცულობას, სადაც მდინარის ნარიყები (ნატანებია), ფუჟი მოცულობა (ფ. მ.) ეწოდება; წყლის დონეს, როცა წყალსაცავში არის სასარგებლო წყლის მოცულობა (ს მ), ანუ წყალჩასაშვები პრიზმა (წჩპ), წყლის ნორმალური ნატბორის დონეს (ნ ნ დ) (სამუშაო დონეს) უწოდებენ. ნორმალური, ანუ სამუშაო, დონე ეწოდება იმის გამო, რომ მისი ამუშაების დროს ჰესის ყველა აგრეგატი მუშაობს ნორმალურად და ამიტომ ამ დონის შესაბამის მოცულობას ეწოდება სასარგებლო მოცულობა (სმ); უმაღლეს დონეს, რომელსაც წყალსაცავში შეიძლება მიაღწიოს წყალმა წყალდიდობის დროს, რაც შეესაბამება ნაანვარიუმბ წყალდიდობას, ეწოდება კატასტროფული წყალმო-

ვ : ღ ნ ი ს დ ო ნ ე (ζ) დ ; როგორც ვიცით, კაშხლის ზემოთ მდინარის უბანს ეწოდება ზე მო ბი ე ფ ი, ხოლო ქვემო უბანს — ქვე მო ბი ე ფ ი. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია განისაზღვროს წყალსაცავის მოცულობა და შედეგი შედარდეს წყლის მოხმარებისა და წყალდინების გრაფიკებს. ამ მონაცემების მიღებისათვის საჭიროა ტოპოგრაფიულ რუკებზე პლანიმეტრით მუშაობის შედეგად ყველა დონისა და მოცულობის შესწავლა.

4. წყალსაცავის მოცულობის განსაზღვრა

წყალსამეურნეო გაანგარიშების შედგენის დროს, გარდა ადრე აღნიშნული მოაჯელი სახის მოთხოვნებისა, დიდი როლი ენიჭება წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობის დადგენას და მდინარის დინებისა და გამოყენების გრაფიკების ურთიერთ შედარებას. ცხადია, ამ შემთხვევაში ანგარიში უნდა გაეწიოს წყალსაცავიდან წყლის დანაკარგებს აორთქლებით, ფილტრაციით, გაყინვებით და სხვა, რაც საჭიროა წყალსაცავის გამოყენების გრაფიკის შესადგენად. როგორც ვიცით, ასეთი გრაფიკის შედგენა ხდება ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით. უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის გავეცნოთ წყალსაცავის ბალანს-სის, რისთვისაც განვიხილოთ წყლის ბალანსის უმარტივესი სახე.

$$\pm dW = W_{\text{ჩაგ}} - W_{\text{აგ}} = V_{\text{შოშ}} + V_{\text{ფილტ}} + V_{\text{აორთქ}} \quad (10.8.4.1)$$

სადაც dW არის წყალსაცავში წყლის პრიზმის მოცულობა, რაც აკმაყოფილებს მომხმარებლებს და დანაკარგებს (პლუს ნიშანზე შეესაბამება დაცლას, მინუსი — გავსებას);

$W_{\text{ჩაგ}}$ — T დროში წყალსაცავის ჩამონადენის მარეგულირებელი მოცულობა, ანუ T დროში წყალსაცავის მიერ განაცემი წყლის მოცულობა;

$W_{\text{აგ}}$ — წყალსაცავში წყლის ბუნებრივი დინების ოდენობა T დროში;

$V_{\text{შოშ}}$ — წყალსაცავის მიერ T დროში წყლით უზრუნველყოფა სვადასხვა მომხმარებლებისა (პესის ტურბინები, იძულებით გადაადგილები, წყლით მომარაგებები, მორწყები და სხვა);

$V_{\text{ფილტ}}$ — T დროში წყალსაცავიდან წყლის ფილტრაციის დროს დანაკარგები;

$V_{\text{აორთქ}}$ — T დროში წყალსაცავის ზედაპირის მთელი მოედნიდან წყლის აორთქლების დანაკარგები.

(1) ტოლობაში $W_{\text{ჩაგ}}$ ოდენობა დამოკიდებულია წყალსაცავის მოცულობაზე, რომლის ოდენობა დგინდება ტოპოგრაფიული რუკებიდან. ამ ტოლობაში მხედველობაში თუ იქნა მიღებული მომხმარებლების მოთხოვნები და დანაკარგების ყველა ელემენტი, მაშინ შეიძლება განისაზღვროს წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობა. აღსანიშნავია, რომ ხსენებული დანაკარგების ზუსტად აღრიცხვა ბევრ დაბრკოლებებთანაა დაკავშირებული.

ფილტრაციითა და აორთქლებით წყლის დანაკარგების დადგენა ხდება შესაბამისად, ჰიდროგეოლოგიური და მეტეოროლოგიური საგუშაგოებისა და სადგურების საშუალებით, რომელთა მიერ ამოცანის გადაწყვეტის დროს საინჟინრო გეოდეზიური მომსახურება ძირითადია.

4. მიახლოებითი მეთოდით

(1) აოგრაფიული გეგმის ორ მეზობელ იზოჰეტს შორის მოთავსებული ფენის შესაბამის წყლის dV მოცულობას ანგარიშობენ შემდეგი სახის მიახლოებითი ფორმულით:

$$dV = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot h, \quad (10.8.4.2)$$

სადაც F_1 და F_2 არის მოსაზღვრე იზოჰეტების ფარგლებში მოთავსებულ ლატბორვის ფართობი;

h — რელიეფის კვეთის სიმაღლე.

წყალსაცავის სხვა დონეზე წყლის სარკეს რთული მოხაზულობები აქვს. ამიტომ წყლის მოცულობას საზღვრავენ შედარებით უფრო ზუსტი ფორმულით

$$dV_1 = \frac{F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 \cdot F_2}}{3} \cdot h. \quad (10.8.4.3)$$

(2) ფორმულა მართებულია, როცა მოსაზღვრე იზოჰეტების შესაბამის სხეული წარმოადგენს წაკვეთილ კონუსს, რომლის ქვედა ფუძეა F_1 და ზედა F_2 (2) და (3) ფორმულით გამოთვლილი მოცულობების ΔV შეცდომა იქნება

$$\begin{aligned} \Delta V &= dV - dV_1 = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 \cdot F_2}}{3} \cdot h \right) = \\ &= \frac{(\sqrt{F_1} - \sqrt{F_2})^2}{6} \cdot h. \end{aligned} \quad (10.8.4.4)$$

როგორც ვხედავთ, (2) ფორმულით გამოთვლილი წყლის მოცულობა ყოველთვის მეტი იქნება სისტემატური შესწორებით, ანუ ΔV ოდენობით, (3) ფორმულით გამოთვლილ მოცულობაზე. მაშასადამე, (2) ფორმულით გამოთვლილ ყოველ მოცულობას უნდა გამოვავლოთ ყოველ ჯერზე (4) ფორმულით გამოთვლილი მოცულობა.

ΔV ოდენობის პროცენტებში გამოსასახავად (4) ტოლობა გავყოთ (2) ტოლობაზე

$$\frac{\Delta V}{dV} = \frac{(\sqrt{F_1} - \sqrt{F_2})^2}{6} \cdot h : \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot h = \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{F_1}{F_2}}\right)^2}{3 \left(1 + \frac{F_1}{F_2}\right)}. \quad (10.8.4.5)$$

F_1 და F_2 განაზომების ფარდობების (5) ფორმულაში შეტანით განსაზღვრულ $\Delta V : dV$ ფარდობების ასზე გამრავლების შედეგად ვაღგენთ ΔV ოდენობებს (1) ცხრილს.

ცხრილი 10.8.4.1

$\frac{F_1}{F_2}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\frac{\Delta V}{dV} \%$	14,2	8,5	5,2	3,2	2,0	1,1	0,5	0,2	0,05

მაშასადამე, როდესაც დიდი განსხვავებაა F_1 და F_2 ფართობებს შორის, მაგალითად, როცა $F_1 : F_2 = 0,1$, ΔV შეცდომის ოდენობა მოცულობის გამოთვლაში გამოდის 14,2%, როცა $F_1 : F_2 = 0,8$, შეცდომა იქნება 0,2% ანუ რელიეფის დიდი კვეთის სიმაღლისა და ადგილის მცირე დახრის კუთხის შემთხვევაში წყალსაცავის მოცულობის გამოთვლის შეცდომა იზრდება. ყოველივე მიგვითაობებს იმაზე, რომ მსხვილმასშტაბიანი და მცირე კვეთის სიმაღლიანი რუკების გამოყენების დროს შეიძლება საკმარისად მივიჩნიოთ (2) ფორმულით წყალსაცავის მოცულობების გამოთვლა. ამავე დროს, თუ გამოვიყენებთ (1) ცხრილით განსაზღვრულ შესწორებებს, მიღებული იქნება სასურველი შედეგები.

მთელი წყალსაცავის წყლის მოცულობა მიიღება თანამიმდევრობით გამოთვლილი dV მოცულობების შეკრებით

$$V = \sum_1^n dV. \quad (10.8.4.6)$$

ბ. დაზუსტებული მეთოდით

1. მეთოდის არხი

წყალსაცავების რეგულირებისათვის საჭირო გრაფიკის შედგენის პრაქტიკაში მიღებულია, რომ წყალსაცავის დონეების ნიშნულების ოდენობები განსაზღვროს 0,1—0,01 მეტრის კვეთის სიმაღლის შესაბამისად. მრავალ შემთხვევაში წყალსაცავის სხვადასხვა დონეების შესაბამისი წყლის ტევადობას საზღვრავენ მოცემულ საკვანძო წერტილებს შორის ხაზოვანი ინტერპოლირების, ანუ შუალედი პროპორციული ნაწილების მოძებნის ხერხით. ასეთი მიდგომა, როგორც წინა მუხლში ვნახეთ, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როცა ორ მოსაზღვრე F_1 და F_2 ფართობებს შორის დიდი განსხვავებაა, ზოსტ შედეგს ვერ იძლევა. ეს აიხსნება იმით, რომ დატბორვის ფართობების დამოკიდებულების მრუდები მუდამ ამოზნექილი სახის გამოდის. ამიტომ საჭირო გახდა წყალსაცავის მოცულობის განსაზღვრის დაზუსტებული მეთოდების დამუშავება, რომლის თეორიული დასაბუთებისათვის საჭიროა დადგინდეს ფუნქციონალური დამოკიდებულება $F = f(H)$ ფუნქციით გამოსახულ წყალსაცავის ნორმალური დატბორვის დონის (ნ დ) H სიმაღლეებსა და F ფართობებს შორის, მაშასადამე, საბოლოოდ H სიმაღლეებსა და პრიზმების მოცულობებს შორის მაშინ, წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობის ($V_{სს}$) უსასრულოდ მცირე ანუ დიფერენციალურ პრიზმებად (dV) და შესაბამის dH სიმაღლეებად დაჯიშვის შესაბამისად დაეწერათ ფორმულას

$$dV = FdH, \quad (10.8.4.7)$$

სადაც

$$F = f(H), \quad (10.8.4.8)$$

მაშინ, მთელი წყალსაცავის, ანუ სასარგებლო მოცულობის (ტევადობის),

$V_{\text{ნდლ}}$ მოცულობა ნულ ნიშნულიდან ნორმალური დატბორვის დონემდე (ნ დ ლ) გამოათქვამა ფორმულით

$$V_{\text{ნდლ}} = \int_0^{\text{ნდლ}} f(H) dH. \quad (10.8.4.9)$$

მაგრამ, (8) ფუნქციის სახე უცნობია, რის გამო ადგენენ ამ ფუნქციის ისეთ ემპირიულ ფორმულას, რომელიც საჭირო სიზუსტით გამოსახავს $F = f(H)$ ფუნქციის დამოკიდებულებებს.

რიგი წყალსაცავების ტოპოგრაფიული დახასიათებისათვის ჩატარებული მრავალი ცდის შედეგად რეკომენდებულია $F = f(H)$ ფუნქციის დამაკმაყოფილებელი შემდეგი სახის ემპირიული ფორმულები:

1. წირული დამოკიდებულებების

$$A + BH = F, \quad (10.8.4.10)$$

2. პარაბოლური დამოკიდებულებების
მე-2 ხარისხის

$$A + BH + CH^2 = F, \quad (10.8.4.11)$$

მე-3 ხარისხის

$$A + BH + CH^2 + DH^3 = F, \quad (10.8.4.12)$$

k ხარისხის, რომელიც ამოიხსნება შემდეგი სახის ჩებიშევის ორთოგონალური პოლინომების საფუძველზე:

$$b_0\psi_0(h) + b_1\psi_1(h) + \dots + b_k\psi_k(h) = F; \quad (10.8.4.13)$$

3. ხარისხიანი დამოკიდებულებების

$$\left. \begin{aligned} aH^n &= F \\ b + aH^n &= F \end{aligned} \right\}. \quad (10.8.4.14)$$

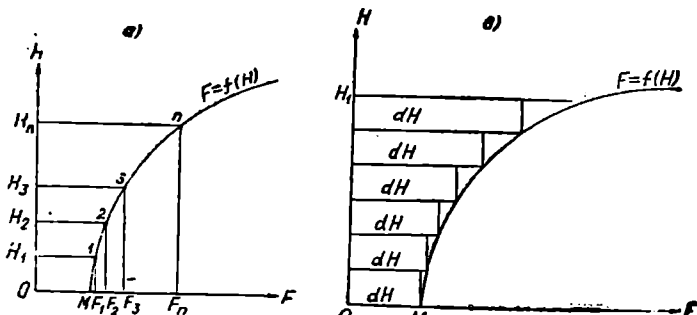
ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში F არის დატბორვის ზედაპირის ფართობების განაზომები; $A, B, C, D, a, b_0, b_1, \dots, b_k$ — კოეფიციენტები, ანუ განტოლებების პარამეტრები, რომელთა ოდენობები უნდა განისაზღვროს; $\psi_i(h)$ სიმბოლოები ($i=0, 1, 2, \dots, k$) არის ჩებიშევის ორთოგონალური პოლინომები, რომელთაც აქვთ რიცხვითი მნიშვნელობები.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულების პარამეტრების გამოთვლები შეიძლება მრავალი ხერხით; შედარებით სანდო შედეგს იძლევა უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომლის გამოთვლის სქემა განხილულია [22] წიგნში. მაგალითად, ეოქვით, გვაქვს წყალსაცავის განაზომი $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ ფართობები, სათანადო $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$ სიმაღლეებით, რომლებიც აკმაყოფილებენ (II), ანუ მე-2 ხარისხის პარაბოლურ ფორმულას, სადაც საძებნი სიდიდეებია A, B, C პარამეტრები (ნახ. 2^ა). მაშინ პარაბოლის ყოველი წერტილისათვის შეიძლება შედგეს შეცდომების ქვემოთ მოყვანილი n განტოლება

$$\left. \begin{aligned} A + BH_1 + CH_1^2 - F_1 &= \delta_1 \\ A + BH_2 + CH_2^2 - F_2 &= \delta_2 \\ &\vdots \\ A + BH_n + CH_n^2 - F_n &= \delta_n \end{aligned} \right\}. \quad (10.8.4.15)$$

აღენიშნოთ $A=x$, $B=y$, $C=z$; $F_1=l_1$, $H_1=b_1$; $H_1^2=C_1$ და x -ის კოეფიციენტი აღენიშნოთ a_i სიმბოლოთი. მაშინ (15) დამოკიდებულებები გადაიწერება ასე:

$$\left. \begin{aligned} a_1x + b_1y + c_1z - l_1 &= \delta_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z - l_2 &= \delta_2 \\ \dots \\ a_nx + b_ny + c_nz - l_n &= \delta_n \end{aligned} \right\} \quad (10.8.4.16)$$



ნებ. 10.8.4.2.

(16) შესაბამისი ნორმალური განტოლებების სისტემის სახე კი იქნება

$$\left. \begin{aligned} [aa]x + [ab]y + [ac]z - [al] &= 0 \\ [ab]x + [bb]y + [bc]z - [bl] &= 0 \\ [ac]x + [bc]y + [cc]z - [cl] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10.8.4.17)$$

ნორმალური განტოლებების (17) სისტემის ამოხსნით ისაზღვრება $x=A$, $y=B$, $z=C$ პარამეტრების ოდენობები, რომელთა (16) განტოლებების სისტემაში შეტანით განისაზღვრება $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ შეცდომების ოდენობები. ამ შეცდომების საფუძველზე კი განისაზღვრება ფართობის ყოველი ცალკეული განზომის m_F საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$m_F = \pm \sqrt{\frac{[\delta]^2}{n-r}} \quad (10.8.4.18)$$

სადაც n არის დატბორვის ფართობების რაოდენობა;

r - ემპირიული ფორმულის პარამეტრების რაოდენობა.

სიზუსტის ამაღლების მიზნით იყენებენ სხვადასხვა ემპირიულ ფორმულას.

11. განხილული მეთოდით წყალსაცავის მოცულობის განსაზღვრა

(2^ა) ნაბაზიდან ამოღებულ $M-1$ მონაკვეთს თუ დავხაზავთ მსხვილ მასშტაბში (2^ბ) ნახაზის სახით, მასზე დავნიშნავთ რიგ წერტილებს, რომლებზეც F ღერძის პარალელურად გავატარებთ ურთიერთტოლ უსასრულოდ მცირე dH პანაილებით დაშორებულ მონაკვეთებს. მივიღებთ ისეთი პრიზმების ერთობ-

ლიბას, რომლის ეოველი პრიზმის ფუძის ფართობი გამოისახება $F=f(H)$ ფუნქციით, ზოლო მათი სიმაღლეები იქნება ურთიერთტოლი უსასრულოდ მცირე dH ოდენობები.

ბაშასადამე, $M-1$ მრუდით შემოსახლავალი სხეულის მოცულობა (ნახ. 2^ა) ტოლი იქნება იმ ელემენტარული პრიზმების მოცულობების ჯამისა, რომლებიც განლაგებული არიან $M-1$ მრუდის (ნახ. 2^ბ) $H=0$ -დან $H=H_1$ სიმაღლეზე, რაც გამოისახება ასე:

$$V_1 = \int_0^{H_1} F_1 dH.$$

ანალოგიური მსჯელობით დაიწერება

$$V_2 = \int_0^{H_2} F_2 dH.$$

საერთო სახით კი

$$V_n = \int_0^{H_n} F_n dH. \quad (10.8.4.19)$$

ვითაც რა ემპირიული (11) ფორმულა, დავწერო

$$F_n = A + BH_n + CH_n^2.$$

ბაშასადამე, (19) დამოკიდებულება გადაიწერება შემდეგნაირად:

$$V_n = \int_0^{H_n} (A + BH_n + CH_n^2) dH.$$

∴ გამოსახულების ინტეგრების შედეგად მივიღებთ სხვადასხვა დონის შესაბამისად წყალსაცავის მოცულობის განსასაზღვრელ კვადრატული პარაბოლის შემდეგი სახის სამუშაო ფორმულას:

$$V_n = AH_n + \frac{1}{2} BH_n^2 + \frac{1}{3} CH_n^3. \quad (10.8.4.20)$$

ანალოგიური მიდგომით

კუბური პარაბოლის შემთხვევაში

$$V_n = AH_n + \frac{1}{2} BH_n^2 + \frac{1}{3} CH_n^3 + \frac{1}{4} DH_n^4. \quad (10.8.4.21)$$

როცა $F=f(H)$ ფუნქცია გამოისახება ხარისხოვან დამოკიდებულებაში, როგორცაა (14) დამოკიდებულებები, წყალსაცავის მოცულობა გამოითვლება შესაბამისად შემდეგი ფორმულებით:

(14) დამოკიდებულებიდან, როცა $F = aH^n$,

$$V = \int_0^{H_{\text{სდ}}} aH^n dH = \frac{a}{n+1} H_{\text{სდ}}^{n+1}; \quad (10.8.4.22)$$

ოცა $F = b + aH^n$,

$$V = \int_0^{H_{\text{სლე}}} (b + aH^n) dH = bH_{\text{სლე}} + \frac{a}{n+1} H_{\text{სლე}}^{n+1}. \quad (10.8.4.23)$$

ზმირად, წყალსაცავის მოცულობის განსაზღვრის სიზუსტის გაზრდის მიზნით $F = f(H)$ ფუნქციის შესაბამის რამდენიმე ემპირიულ ფორმულას ადგენენ, რისთვისაც წყალსაცავის სიღრმეს ანაწილებენ რამდენიმე ზონად, დაადგენენ ამ ზონების შესაბამის ემპირიულ ფორმულებს, ამ ფორმულების პარამეტრებს საზღვრავენ გეოდეზიაში მტკიცედ დაფუძნებული უნივერსალური მეთოდით — უმცირეს კვადრატთა მეთოდით.

10. 8. 5. ღატბორვის ზართობავის განსაზღვრა ინტერპოლოზის მეთოდით

წყალენერგეტიკული და წყალსამეურნეო ანგარიშების დროს ზმირად საჭირო ჰდება წყალსაცავის დატბორვის დონის ფართობის გამოთვლა ისეთი რისთვისაც წყალსაცავის სიღრმეს ანაწილებენ რამდენიმე ზონად. დაადგენენ ამ შემოხვევაში დატბორვის ფართობების გამოთვლა შეიძლება ინტერპოლოზის მეთოდით, ანუ ცნობილი იზოჰიფსებით შუალედი პროპორციული წერტილების ნქონე მრუდების შესაბამისი ფართობების განსაზღვრის გზით.

მდინარის სქემების შედგენის სტადიის დროს ინტერპოლოზის მეთოდს, უფრო ზმირად მიმართავენ, როცა იყენებენ 1 : 100 000 მასშტაბიან 20 მ კვეთას სიმაღლის მქონე რუკებს.

ამისათვის ასრულებენ 20 მეტრიანი ინტერვალის დანაწევრებას უფრო მცირე ოდენობების მქონე ინტერვალებად. ინტერპოლოზის მეთოდი განსაკუთრებით გამოიყენება ტექნიკური პროექტის შედგენისათვის ნორმალური დატბორვის დონის (ნ დ დ) განხილვისას მრავალფარიანტით, რომელთა შორის ზმირია ისეთი ვარიანტები, როცა დონეები არ ემთხვევა რუკის იზოჰიფსებს. გარდა აღნიშნულისა, მცირე ინტერვალებიანი (ნ დ დ) ინტერპოლოზის საჭიროება იზრდება წყლის რეგულირების სადისპეტჩერო გრაფიკების შედგენისას.

მცირე სიზრცეების მომცველი წყალსაცავის შუალედი იზოჰიფსების დანიშნა ჰდება ინტერპოლოზის ჩვეულებრივი გზით. ამისათვის რუკაზე დაინიშნება იზოჰიფსებს შორის საჭირო დონის წერტილები და დაიშტრიხება მისი შესაბამისი ფართობი, რომელსაც შემოავლებენ პლანიმეტრის წვეტანას; ამის შედეგად განისაზღვრება განხილადი (ნ დ დ) ფართობი. საშუალო და დიდი წყალსაცავების შემთხვევაში, რომლებიც განლაგებული არიან რამდენიმე პლანშეტზე. ასეთი მეთოდი მეტად შრომატევადია. ამიტომ ზემოხსენებული გრაფიკული მეთოდის ნაცვლად იყენებენ ანალიზურ მეთოდებს, როგორიცაა: ინტერპოლოზის წირული, სასრული სხვაობების, ლოკალური პარაბოლის და წაკვეთილი კონუსის მეთოდი.

ზევლა მეთოდის შესაბამისი ფორმულები ეყრდნობა განხილადი წყალსაცავისათვის $F = f(H)$ ფუნქციისათვის შერჩეულ ფორმულებს.

A. წიკული ინტერპოლაციის მეთოდი

კანხილადი წყალსაცავის შემთხვევაში რუკის იზოჰიფებს შორის ნებისმიერი ტოლნიშნულიანი შეკრული წირის შესაბამისი F ფართობის განსაზღვრისათვის იყენებენ შემდეგ ფორმულას:

$$F = F_1 + \frac{H - H_1}{H_2 - H_1} (F_2 - F_1), \quad (10.8.5.1)$$

სადაც F_1 და F_2 არის H_1 და H_2 ნიშნულების მქონე ქვედა და ზედა იზოჰიფის შესაბამისი ფართობები, განსაზღვრული პლანიმეტრით;

H — H_1 და H_2 ნიშნულების მქონე ზედა და ქვედა იზოჰიფს შორის ნებისმიერი წერტილის ნიშნული, რომელსაც შეესაბამება წყალსაცავის F ფართობი.

(1) ტოლობით გამოთვლილი წირული ინტერპოლაციის მაქსიმალური $\Delta_{\text{სა}}$ შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta_{\text{სა}} = \pm \frac{f''(H)}{8} (H_2 - H_1)^2. \quad (10.8.5.2)$$

მაშასადამე, ზღვრული შეცდომის დასადგენად $f(H)$ ფუნქცია უნდა გავაწარმოოთ ორჯერ და F_1 , F_2 , H_1 , H_2 მუდმივებად მივიღოთ.

ვთქვათ, $H_1 = 50$ მ; $H_2 = 70$ მ; $F_1 = 14845$ (კმ)²; $F_2 = 29563$ (კმ)². მაშინ წირული ინტერპოლაციის (1) ფორმულით $H = 55$ მ ნიშნულის მქონე შეკრული მრუდის შესაბამისი ფართობი იქნება

$$F = 14845 + \frac{55 - 50}{70 - 50} (29563 - 14845) = 18525 \text{ (კმ)}^2.$$

ახლა ვთქვათ, F ფუნქციის სახე გამოისახება $F = 16,686H + 6,272H^2$ ფორმულით, მაშინ ხაზოვანი ინტერპოლაციის ზღვრული შეცდომის დასადგენად $F' = 16686 + 2 \cdot 6,272H$; მეორე წარმოებული იქნება $F'' = +12544$. (2) ტოლობით

$$\Delta_{\text{სა}} = \pm \frac{12,544}{8} \cdot 20^2 = \pm 627,2 \text{ (კმ)}^2.$$

მაშასადამე, რაც უფრო მცირე იქნება კვეთის სიმაღლე, მით მეტი იქნება სიზუსტე.

B. სახრული სხვაობების მეთოდი

განხილადი მეთოდით H_0 და H_1 ნიშნულიან იზოჰიფებს შორის ნებისმიერი (სასურველი) H ნიშნულის მქონე შეკრული მრუდის F ფართობის გამოსათვლელად იყენებენ ტეილორის მწკრივს, რომელშიც წარმოებულების ნაცვლად შეიღობა სასრული სხვაობები

$$F = f(h) = f(h_0) + \Delta f_1(h_0)t + \Delta^2 f(h_0) \frac{t(t-1)}{1 \cdot 2} + \dots, \quad (10.8.5.3)$$

ვლევით, საჭიროა განისაზღვროს წყალსაცავის $H = 385$ მ ნიშნულის მქონე შეკრული მრუდის შესაბამისი დატბორვის F_{385} ფართობი. შემდეგი გამოსავალი მონაცემებისათვის.

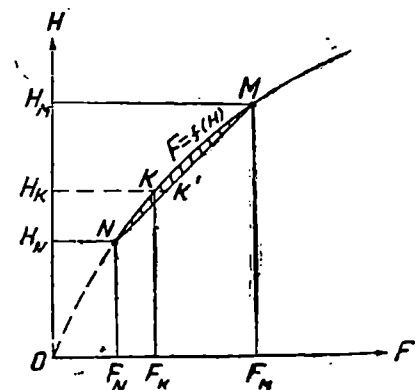
H_i (მ)	F_{H_i} (კმ ²)	ΔF_{H_i} (პირველი სხვაობები)	$\Delta'' F_{H_i}$ (მეორე სხვაობები)
380	2938,5		
390	3913,9	+975,4	
400	5177,5	+1263,6	+288,2

ე. ი. მიღებულია, რომ ნიშნულების სხვაობა $\epsilon = 10$; და $h = \frac{H}{\epsilon} = \frac{385}{10} = 38,5$; $h_0 = \frac{H_1}{\epsilon} = \frac{380}{10} = 38,0$; $t = h - h_0 = +0,5$; $\frac{t(t-1)}{2} = \frac{0,5(0,5-1)}{2} = -0,125$; მაშასადამე, (3) ფორმულით

$$F_{385} = F_{H_1} + \Delta F_{H_1} \cdot t + \Delta'' F_{H_1} \frac{t(t-1)}{2} = 2938,5 + (975,4 \cdot 0,5) - (288,2 \cdot 0,125) = 3390,2 \text{ (კმ}^2\text{)}.$$

ც. ლოკალური პარაბოლების მეთოდი

დავუშვათ, რომ წყალსაცავის სამ საკვანძო წერტილზე გამავალი მრუდი წარმოადგენს მეორე სახის პარაბოლას. მაშასადამე, (10. 8. 4. 11) მიხედვით დავწერთ $F = A + BH + CH^2 = f(H)$. ეს ნიშნავს, რომ ნაცვლად პლანიმეტრისა,



ნახ. 10.8.5.1.

ამ ფართობს გამოვითვლით ზემოთ მოყვანილი ფორმულით. A , B , C კოეფიციენტები განისაზღვრება პარაბოლის ხსენებულ წერტილებზე გატარების შესაბამისად. თუ დავუშვებთ, რომ პარაბოლა გადის კოორდინატთა O სათავეში (ნახ. 1), ე. ი. როცა $A = 0$, მივიღებთ $F = f(H) = BH + CH^2$. მაშინ B და C კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის საჭირო იქნება ორი განტოლების ნაცვლად საჭირო იქნება ორი განტოლების ამოხსნა; ამას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა

აქვს, ვინაიდან წერილობასტაბიანი და დიდი კვეთის სიმაღლის მქონე რუკებზე, როგორცეც სდება დაბალი წნევების მქონე პესების დაპროექტება, მცირე რაი-

დენობით α რის საინტეგრპოლო კვანძები. ეთქვათ, საკიროა ინტეგრპოლობის მე-
 თოდით განისაზღვროს პლანიმეტრით განსაზღვრული H_N და H_M ნიშნულების
 მქონე იზოპიფსების შესაბამისი F_N და F_M ფართობების საფუძველზე H_E
 ნიშნულების მქონე შეკრული მრუდის შესაბამისი F_E ფართობი (ნახ. 1).
 წირული მეთოდით სიმაღლეების ინტეგრპოლობის დროს ნაცვლად K წერტი-
 ლისა. რომელსაც შეესაბამება F_E ფართობი, მივიღებდით K' წერტილს MN
 ქორდაზე, რომელსაც შეესაბამება F_E ფართობი. მაშასადამე, MN მონაკვეთზე
 ამ ორი მეთოდით განსაზღვრულ F_E და F_E ფართობებს შორის სხვაობა იქნება
 დამტრირხული ფართობი; მას თვლიან წირული მეთოდის შეცდომად.

ლოკალური პარაბოლების მეთოდით F_E ფართობის ოდენობის განსაზღვ-
 რისათვის ვწერთ

$$\left. \begin{aligned} BH_N + CH_N^2 &= F_N \\ BH_M + CH_M^2 &= F_M \end{aligned} \right\} \quad (10.8.5.4)$$

განსასაზღვრელი ფართობისათვის კი

$$BH_E + CH_E^2 = F_E \quad (10.8.5.5)$$

კინაიდან, რუკისა და პლანიმეტრიკების საფუძველზე H_N , H_M , F_N და
 F_M ცნობილია, (4) დამოკიდებულებებიდან განისაზღვრება B და C კოეფი-
 ციენტები. ინტეგრპოლობისათვის მოცემული H_E ნიშნულისა და B და C კოე-
 ფიციენტების (5) დამოკიდებულებაში შეტანით განისაზღვრება F_E ფართობის
 ოდენობა. მაშასადამე, MN უბანზე ნებისმიერი სიმაღლის მიხედვით შეგვიძ-
 ლია განესაზღვროთ დატბორვის შესაბამისი ფართობი. როცა საკვანძო წერ-
 ტილები ბევრია, გარკვეული ლოკალური ადგილებისათვის შეიძლება დავწე-
 როთ კუბური პარაბოლის ფორმულა $BH + CH^2 + DH^3 = F$, რაც მოგვცემს ინ-
 ტეგრპოლობის შედარებით ზუსტ შედეგს.

D. წაკვეთილი კონუსის მეთოდი

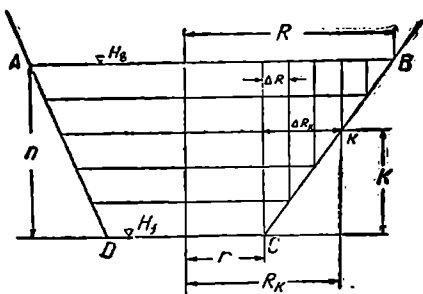
ეთქვათ, მოცემულია წყალსაცავის განივი კვეთი $ABCD$ ტრაპეციის სახით,
 რომლის ქვედა ფუძის ნიშნულია H_3 და ზედა ფუძის H_5 (ნახ. 2). h კვეთის
 სიმაღლე დაყოფილია n ტოლ ნაწილად (ნახაზზე $n=5$). საკითხის გამარტივე-
 ბის მიზნით იზოპიფსებით შემოსაზღვრული ფართობები მივიღოთ წრეებად.

ნახაზის შესაბამისად დავწერთ

$$\left. \begin{aligned} F_3 &= \pi r^2 \quad \text{ანუ} \quad r = \sqrt{\frac{F_3}{\pi}}; \quad F_5 = \pi R^2, \quad \text{ანუ} \quad R = \sqrt{\frac{F_5}{\pi}} \\ F_E &= \pi R_E^2, \quad R_E = r + \Delta R_E = r + \frac{rK}{n}(R-r) \end{aligned} \right\} \quad (10.8.5.6)$$

სადაც, (2) ნახაზის მიხედვით $n=5$, ხოლო $K=3$, გამოვიყენოთ (6) დამო-
 კიდებულებები.

ვთქვათ, პლანიმეტრით $F_3 = 78,5$ (კმ)², ე. ო. $r = \sqrt{\frac{78,5}{\pi}} = 5$ კმ; $F_b =$
 $= 1256$ (კმ)², ე. ო. $R = \sqrt{\frac{1256}{3,14}} = 20$ კმ; $n = 5$; $K = 3$. მაშინ $R_K = 5 +$



ნახ. 10.8.5.2.

$+ \frac{3}{5} \cdot 15 = 14$ (კმ); $F_K =$
 $= 3,14 (14)^2 \approx 616$ (კმ)².

ზემოთ განხილულ მე-
 თოდებს შორის უფრო ზუსტ
 შედეგს იძლევა პარაბოლუ-
 რი ინტერპოლაციის მეთო-
 დი. საერთოდ კი არავითარ
 აზრი არა აქვს ინტერ-
 პოლაციის ზუსტი მეთოდის
 შერჩევას, თუ რუკა არ იქ-
 ნა სათანადო სიზუსტის
 დაცვით შედგენილი. მთავა-

რია ტოპოგრაფიული რუკების შედგენის დროს რელიეფის მახასიათებელი
 წერტილების კარგი გენერალიზაცია და შერჩევა; კვეთის სიმაღლის შერჩევა
 და სხვა.

ე. წყალსაცავის დაბორძის ფართობების მისზრუნველობა

ამ ონისძიების არის ის არის. რომ პარაბოლური მრუდების საშუალებით
 სრულდება: დაბორძის ფართობების განსაზღვრა იმ სივრცეებზე, სადაც ტო-
 პოგრაფიული აგეგმვა არ არის შესრულებული. ამ მიზნით ემპირიული პარა-
 ბოლური მრუდის ფორმულის უმცირეს კვადრატთა მეთოდით განსაზღვრულ $A,$
 $B, C, D,$ პარამეტრებს იყენებენ ტოპოგრაფიული აგეგმვების გარეთ არსებული
 წყალსაცავის დაბორძის ფართობებისა და მოცულობების განსაზღვრისათვის.
 იმის ვაიო, რომ ხსენებული პარამეტრები სტაბილურია როგორც წყალსაცავის
 ჯამის ფარგლებში, ისე მის გარე სივრცეებზეც. გამოკვლევებით დადგენილია,
 რომ ექსტრაპოლირებით მიღებული პრიზმების მოცულობები 3%-ით განსხვავ-
 დება ნამდვილი მოცულობებისაგან, თუ ექსტრაპოლირების სივრცე არ აღემა-
 ტება წყალსაცავის საანგარიშო სიღრმის 20—30%. ექსტრაპოლირებისათვის შე-
 რჩეული ფუნქცია უნდა იყოს მონოტონურად ზრდადი, რისთვისაც უმცირეს
 კვადრატთა მეთოდით განსაზღვრული პარამეტრებიანი ეს ფუნქცია უნდა შემო-
 წმდეს ექსტრემუმის ხერხით; მასასადამე, ემპირიულად შერჩეულ ფუნქციას
 ცნობილი პარამეტრებით ადიფერენციალებენ, უტოლებენ ნულს და საზღვრავენ
 ამონახსნებს (ნიშნულებს). თუ ეს ნიშნულები აღემატება წყალსაცავის ზედა
 ბიფის დონეს ან მოხვდა მისი ფუქი მოცულობის ზონაში, ექსტრაპოლირების
 მეოლი გამოიყენება.

ვთქვათ, უმცირეს კვადრატთა მეთოდით განსაზღვრულია ემპირიულად შერ-
 ჩეული $A + BH + CH^2 + DH^3 = F$ ფუნქციის პარამეტრები: $B = -0,08$; $C =$
 $= 0,263$; $D = 0,0366$ (არგუმენტის ნორმირების კოეფიციენტი $\varepsilon = 2$). საჭიროა
 დადგინდეს შერჩეული ფუნქცია გამოდგება თუ არა ექსტრაპოლირებისათვის.

განხილავთ ფუნქციის პირველ წარმოებულს გავუტოლობთ ნულს და განვხაზვრავთ ამონახსნებს. $F' = B + 2CH + 3CH^2 = 0$, ანუ პარამეტრების ჩასმით, მივიღებთ $F' = -0,08 + 0,526H + 0,1098H^2 = 0$. მაშასადამე,

$$H_{1,2} = \frac{-0,526 \pm \sqrt{0,2768 + 0,0352}}{0,2196}$$

ანუ

$$H_1 = +0,15 \quad \text{და} \quad H_2 = -4,94.$$

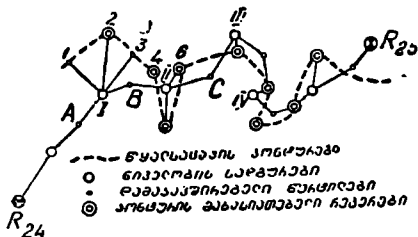
როგორც ვხედავთ, პირობით $H_1 = 0,15$ ნიშნულზე ზევით ფუნქცია მონოტონურად ზრდადია. მეორე ფუძე $H_2 = 4,94$ მიგვითითებს იმაზე, რომ ემპირიული მრუდის საწყისი წერტილი იმყოფება წყალსაცავის მინიმალური დონის ქვემოთ. ორივე ნიშანთიყება მიგვითითებს იმაზე, რომ შერჩეული ფუნქცია ვარგისია ექსტრაპოლირებისათვის.

10. 8. 6. წყალსაცავის საპროექტო კონტურის ადგილზე გადატანა

წყალსაცავის საპროექტო კონტური მუდმივი დატბორვის საზღვარია, რომელიც დადგენილია დაწნევის მრუდის მხედველობაში მიღებით ნორმალური დატბორვის დონის (ნ დ დ) მიხედვით. ჩვეულებრივ, ეს კონტური რუკაზე აერთებს (ნ დ დ) წერტილებს და სამუშაო ნახაზების სტადიის პერიოდში აწარმოებენ ან მეტად კლაკნილი ხაზის მომავალი წყალსაცავის ტერიტორიაზე დანაშენას.

წყალსაცავის საპროექტო კონტურის ადგილზე დანიშნა ხდება უშუალოდ ველზე ინსტრუმენტულად (ნ დ დ) მახასიათებელი წერტილების მოძებნისა და მუდმივი და დროებითი სასაზღვრო ნიშნებით დამაგვრებით.

(1) ნახაზე ნაჩვენებია საპროექტო კონტურის ადგილზე გადატანის ნიმუში. წინა მუხლებში განხილული მეთოდებით მსხვილი პუნქტირით გამოსახულია (ნ დ დ) წერტილების მქონე (საპროექტო) კონტური. 2, 4, 5, 6, ... არის ამ კონტურის მახასიათებელი წერტილები; 1, 3, ... — დამაკავშირებელი (სალარტუ) წერტილები. კონტურის როგორც მახასიათებელ. ისე და დამაკავშირებელ წერტილებს ადგილზე ძებნიან და ნიშნავენ გეომეტრიული, ტაქომეტრიული ან ბარომეტრიული ნიველობით, რომლის სასიმალო საფუქვლად იღებენ ყველა კლასის სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის მარკებს და რეპერებს (ნახაზის მიხედვით R_{24} და R_{25}). ასათვისებელი ტერიტორიებისა და საეარგულების მიხედვით ნიველირსავალის სვლის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 15 — 50 კმ.



ნახ. 10.8.6.1.

ნიველობის თავისებურება ის არის, რომ საჭირო კონტურის ადგილზე დასანიშნავი გამოთვლები წარმოებს ველზე.

სამუშაო სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

რუკის დახმარებით ადგილზე დაინიშნება კონტურის ახლო, ვთქვათ, R_{24} რეპერიდან. სამუშაო სანიველო $R_{24}-R_{26}$ სვლა, რომლის სიზუსტე უნდა იყოს ტექნიკური ნიველობის სიზუსტის შესაბამისი. ვთქვათ, R_{24} რეპერის გამოყენებით A დამაკავშირებელი წერტილის ნიშნულია H_A . ნიველის ვდგამთ, მომწესობაში მოგვყავს I სადგურზე და ესაზღვრავთ სანიველო ღერძის დამაკავშირებელ (წინა) B წერტილის H_B ნიშნულს, რომლის ოდენობა უნდა იყოს ახლო (განსხვავება დასაშვებია 0,2-0,7 მ) (ნდღ), ანუ $H_{(ნდღ)}$ ნიშნულისაგან.

1. ისაზღვრება I სადგურზე ინსტრუმენტის H_1^I

$$H_1^I = H_A + a, \quad (10.8.6.1)$$

სადაც H_A არის უკანა A წერტილის ნიშნული;

a — A წერტილზე ლარტყის დანამზერი.

2. ისაზღვრება b საპირო ანათვალი იმ ლარტყაზე, რომელიც იქნება დაყენებული (ნდღ) ნიშნულის მქონე წყალსაცავის კონტურზე

$$b = H_1^I - H_{(ნდღ)}. \quad (10.8.6.2)$$

3. მელარტყეს გზავნიან წყალსაცავის კონტურის ნავარაუდევ, ვთქვათ, 1-ლ წერტილზე და რელიეფის ფერდობებზე ლარტყის რამდენიმე გადაადგილების შემდეგ იღებენ b საპირო ანათვალთან ახლო ანათვალს. ინსტრუქციის მიხედვით b საპირო ანათვიდან გადახრა დასახლებულ და სავარგულებიან ადგილებში დასაშვებია 5 სმ, ხოლო ტყიან და 10° მეტად დახრილ ადგილებში კი 60 სმ. ანალოგიურად იქცევიან მე-2 და მე-3 წერტილების ადგილზე დასანიშნავად. როგორც ვთქვით, 1-ლ და მე-3 წერტილებია დამაკავშირებელი, ხოლო მე-2—დამაკავშირებელი და კონტურის მახასიათებელია, ამიტომ აქ ამაგრებენ სასაზღვრო ნიშნებით, მიწის ყორღანით, ხის, კერამიკის ან ლითონის სვეტებით.

შემდეგ გადადიან II სადგურზე და ყოველივეს ასრულებენ ისე, როგორც I სადგურზე. აქ B წერტილი იქნება უკანა და C წერტილი კი წინა, რომლის H_C ნიშნული, ისევე როგორც H_B , უნდა იყოს ახლოს კონტურის $H_{(ნდღ)}$ ნიშნულიდან. შემდეგ კი $H_{II}^I = H_B + a$ და $H_{(ნდღ)}$ სხვაობით განსაზღვრული b ოდენობით ადგილზე დაინიშნება 4, 5, 6 კონტურის მახასიათებელი წერტილები და დამაგრდება სასაზღვრო ნიშნებით. ანალოგიურად შესრულდება II, IV, ... სადგურებზე ყოველივე სასაზღვრო ნიშნებს შორის მანძილები ტერიტორიის სახეობის მიხედვით შეიძლება იყოს 0,1-1 კმ. R_{26} რეპერზე მიხრობის შემდეგ ისაზღვრება შეუცვრელობა, W_1 , რომლის ოდენობა ინსტრუქციის მიხედვით არ უნდა აღემატებოდეს

$$W_1 = 5 \div 10 \sqrt{L} \text{ სმ}, \quad (10.8.6.3)$$

სადაც L არის ნიველისაგან სიგრძე კილომეტრებში.

წყალსაცავის ადგილზე დანიშნული კონტურის მიწათმოწყობის, გემთსა-
ვალი და სხვა დანიშნულებისათვის რუკებში შესატანად სასაზღვრო წერტი-
ლებზე ავებენ 100—150 მეტრის სიგრძის გვერდების მქონე თეოდოლიტურ
სველებს, რის შედეგად ადგენენ კონტურის წერტილების კოორდინატებს.

ზემოხსენებული სამუშაოების შესასრულებლად სჯობს გამოყენებულ
იქნეს ნიველირ-თეოდოლიტი, თეოდოლიტ-ტაქომეტრი კოგრაზე თარაზოთი
და ორმაგგამოსახულებიანი ოპტიკური მანძილსაზომი (იხ. საინჟინრო გეოდე-
ზია, VII ტომი), რაც საშუალებას მოგვცემს გავამარტივოთ საველე სამუშაო-
ების ორგანიზაცია.

დიდი სივრცეების მომცველი და ტყიანი წყალსაცავების მშენებლობის
დროს საჭირო ხდება წყალსაცავის ბალანსის საწოლის გაწმენდა. ამისათვის
ნატურაში შუალედ იზოპიფსებს ატარებენ, რაც საშუალებას იძლევა შეს-
რულდეს პირველი რიგის ტყის მოწყობის საკითხები. ამ დროს, რომ არ გაი-
ჩხვოს ზედმეტი ტყე, შუალედ იზოპიფსებს არჩევენ 2—3 მეტრით დაბლა.
ვიდრე ეს პროექტით არის საჭირო.

ასეთი შუალედი იზოპიფსების ნატურაში გადატანისათვის შეიძლება ბა-
რომეტრული ნიველობის გამოყენება, რითაც ზედმეტია ხილვადობისათვის
გეომეტრიული ნიველობისათვის საჭირო ტყეების გაკაფვები. საჭირო ნიშნუ-
ლების მქონე მრუდების ნატურაში დასანიშნავად სარგებლობენ დაკომპლექ-
ტებული საველე სტაციონარული და მოძრავი სადგურით.
რომელთა შორის კავშირს ამყარებენ რადიოთი. ამ სადგურებზე ანათვლებს
იღებენ ყოველ 15 მინუტში. ნიველირსავალის სიგრძე შეიძლება იყოს 10 კმ.
რომელიც მივებმის ხოლმე მუდმივ ან დროებით რუკებებს დანიშნულ წყალ-
საცავის ტერიტორიაზე. როგორც კი შეიცვლება პერიის წნევა, სტაციონარულ
სადგურსა და მოძრავსა შორის რადიოთი აცნობებენ მოძრავ სადგურს (იხ.
საინჟინრო გეოდეზიის VIII ტომი, ბარომეტრული ნიველობა). მოძრავი სად-
გურის გადაადგილება ხდება ფერდობებზე მანამ, სანამ არ მიიღება საპროექ-
ტო (შუალედი) ნიშნულის მქონე, ანუ ნიველობის საწყისი, წერტილის ანათ-
ვალი. საველე სტაციონარულ სადგურზე T_0 -დან T_{Σ} დროში ატმოსფეროს ΔB
შეცვლის ოდენობას სასწრაფოდ საზღვრავენ და აცნობებენ რადიოთი მოძრავ
სადგურს. გამოსათვლელი ფორმულის სახე ასეთია:

$$\Delta B = (A - A_0) \tau + (t - t_0) K, \quad (10.8.6.4)$$

სადაც A არის ანათვალი ანეროიდზე I მომენტში;

A_0 — ანათვალი ანეროიდზე T_0 მომენტში;

τ — ანეროიდის დანაყოფის საფასური, გამოსახული ვერცხლის-
წყლის სვეტის მილიმეტრების რაოდენობით;

t — ანეროიდის თერმომეტრის ჩვენება T მომენტში;

t_0 — ანეროიდის თერმომეტრის ჩვენება T_0 მომენტში;

K — ანეროიდის ტემპერატურული კოეფიციენტი, გამოსახული
ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრების რაოდენობით.

საერთოდ დადგენილია, რომ ინსტრუმენტული და გარემო ფაქტორე-
ზით გამოწვეული ზღვრული შეცდომა არ აღემატება $\pm 1,2$ მ, რაც მიგვითი-
თებს იმაზე, რომ შუალედი ნიშნულების შესაბამისი კონტურების ნატურაში

დანიშენისათვის ბარომეტრული ნიველობა საკმარის ღონისძიებად შეიძლება ჩაეთვალოს.

ინსტრუქციით მიგვითითებენ წყალსაცავის რა და რა სახის სივრცეებზე არის და არ არის საჭირო (ნ დ ლ) წერტილების ნატურაში დანიშვნა. როდის არის საჭირო ნორმალური დატბორვის ღონის (ნ დ ლ) ნიშნულის შესწორება დაწინების მრუდის მხედველობაში მიღებით.

10. 8. 7. ჰიდროკვანძების სივრცეებზე გეოდეზიური სამუშაოები

ჰიდროკვანძების შექმნისათვის საპროექტო-მიმოკვლევითი, სამშენებლო-სამონტაჟო და საექსპლუატაციო პერიოდებში სრულდება დიდი მოცულობის გეოდეზიური სამუშაოები.

ს ა პ რ ო ე ქ ტ ო - მ ი მ ო კ ვ ლ ე ვ ი თ პერიოდში იქმნება გეგმური და სასი-მალლო გეოდეზიური საფუძველი; სააგეგმო და სხვადასხვა მასშტაბებში ტო-პოგრაფიული აგეგმვები; მდინარის გრძივი და განივი პროფილები; მისას-ვლელი ლიანდაგების, საინჟინრო ქსელების, კაშხალების გასწვრივობის, ჯები-რების, რაბებისა და სხვა ხაზოვანი ნაგებობების ტრასები; სრულდება გეოდე-ზიური მომსახურება ჰიდროლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და საინჟინრო-გეო-ლოგიური სამუშაოების დროს და სხვა.

ს ა მ შ ე ნ ე ბ ლ ო - ს ა მ ო ნ ტ ა ე ო პერიოდში შედარებით მცირდება გეო-დეზიური მომსახურების მოცულობა, მაგრამ მნიშვნელოვნად იზრდება საჭი-რო სიზუსტე. განსაკუთრებული ყურადღებით და სიზუსტით სრულდება სამ-შენებლო-სამონტაჟო საპროექტო ელემენტების ნატურაში დაკვალვები. აქვე აღგენენ მიწის, ქვის და ბეტონის სამუშაოების მოცულობებს, დეფორმაცი-ებზე დაკვირვებებს და სხვა. ამ სამუშაოების შესრულების სიზუსტე კი დი-დად არის დამოკიდებული სამშენებლო ტერიტორიაზე აგებული გეგმური და სასიმალო ქსელების აგების სიზუსტეზე.

ს ა ე ქ ს პ ლ უ ა ტ ა ც ი ო პ ე რ ი ო დ შ ი სრულდება გეოდეზიური დაკ-ვირვებები ნაგებობათა დეფორმაციებზე (ჯდოაები, თაოაზული გადაადგი-ლებები და სხვა). ამ სამუშაოების შედეგების მიხედვით გამოაქვთ დასკვნები ნაგებობათა მდგრადობისა; ამოწმებენ დაპროექტების დროს მიღებული კოეფიციენტების ეფექტურობას, ხდება კონსტრუქციული გადაწყვეტილებე-ბისა და ჰიდროკვანძის ექსპლუატაციის რეჟიმის კორექტირება და სხვა. ზე-მოსხენებული საკითხებიდან უმრავლესობა განხილულია წინა პარაგრაფში. აქ განიხილება შემდეგი საკითხები:

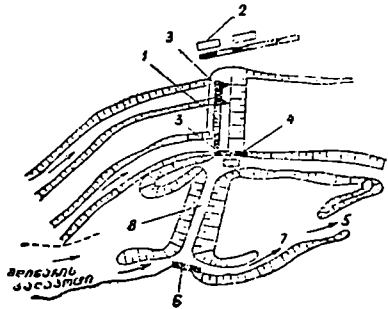
4. ჰიდროკვანძის სამშენებლო ტერიტორიაზე გეოდეზიური ძახლის შემშნა და ნაბოლობათა დიკსების ნაღჰრაში დაკვალვა

სამშენებლო ტერიტორიის ტოპოგრაფიული, ჰიდროლოგიური და გეო-ლოგიური პირობების შესაბამისად დგინდება მდინარის სამშენებლო ხარჯი, ანუ ის ხარჯი, რომელიც არის ჰიდრონაგებობების მშენებლობის დამთავრე-ბამდე დიდ მდინარეებზე კაშხალის პირა ჰესის ს ა მ შ ე ნ ე ბ ლ ო ხ ა რ ჯ ის გა ტ ა რ ე ბ ა ხ დება სამი ზერხით:

1. ბუნებრივი კალაპოტით, მდინარის ჭალაზე ნაგებობათა განლაგებით;
2. სამშენებლო არხის ან გვირაბის გამოყენებით;
3. ჰიდრონაგებობის ნაწილ-ნაწილ (რიგ-რიგობით) აგებით.

ა. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების აგების დროს ბუნებრივი კალაპოტით წყლის ხარჯის გაზომვის ხერხი

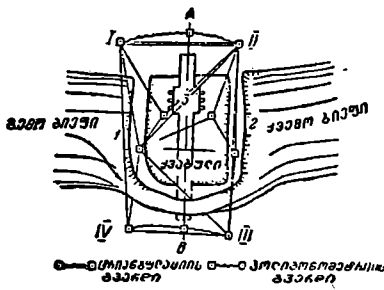
განხილად შემთხვევაში ნაგებობებს (კაშხალს, ჰესს და სხვას) აგებენ მდინარის კალაპოტთან კალაპოტიდან გარკვეულ მანძილზე დაშორებით. ამ შორადადგილობრუ ჰესსა და კალაპოტს შორის ზღუდარებით და აწარმოებენ მშენებლობას (ნახ. 1). ამ დროს მდინარე მიედინება თავის ბუნებრივ კალაპოტში. წყალგადასაშვები ნაგებობის დამთავრების შემდეგ მდინარის კალაპოტს გადალობავენ ჰესის ბანკეტით (ტრაპეციული კვეთის ჰესის ყრილი), ზღუდარებს ანგრევენ და მდინარეს მიმართავენ კაშხალზე გავლით ჰესისაკენ, რომლისათვისაც წინასწარ აგებულია მდინარის მიმყვანი და გადასადგები (სარინი) არხები. ჰესის ბანკეტის წინ ლეკავენ მიწის კაშხალს და ლობავენ (ქეტავენ) კალაპოტს. ბეტონის კაშხალის ნახევრეტს ქეტავენ და აგროვებენ წყალს წყალსაცავში. (1) ნახაზზე 1 არის წყალგადასაშვები კაშხალი; 2 — პირველი სამალღებელი ქვესადგური; 3 — ჰესის შენობა; 4 — თევზსავალი; 5 — გემთსავალი; 6 — გემთსავალი რაბი; 7 — რაბის წყალგადასაშვები; 8 — მიწისქვეშა კაშხალი; 9 — მეორე სამალღებელი ქვესადგური.



ნახ. 10.8.7.1.

ბ. სამშენებლოქარხნის ანგარიშის გამოყენების ხერხი

კაშხლისპირა ჰესების უკანასკნელი ორი ხერხისათვის საჭირო საყრდენი გეოდეზიური ქსელების შექმნა, წინა მუხლში განხილულ შემთხვევასთან შედარებით, რთულია, რაც დაკავშირებულია ქვაბულის დაშრობასთან.



ნახ. 10.8.7.2.

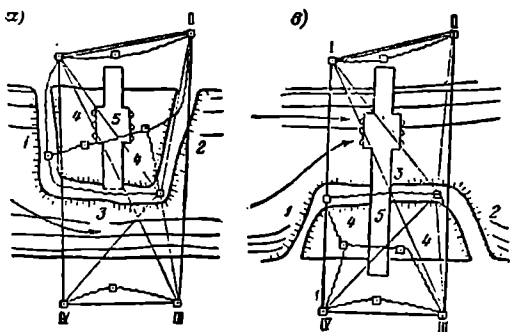
მდინარის წყლის ხარჯს გადაადგებენ, არხის ან გვირაბის საშუალებით მიწისზედა 1 და ქვედა 2 ზღუდარების აგებით (ნახ. 2). ეს ზღუდარები ქვაბულის დაშრობის საშუალებას იძლევა, სადაც ჰესის მთელი კომპლექსი 3 შენდება. მშენებლობის დამთავრების შემდეგ ხსენებული 1 და 2 ზღუდარებს სპობენ (ანგრევენ), წყალს უშვებენ ჰესის წყლის გამშვები აგრეგატებით და არხი (ან გვირაბი) გადაკავდება კაშხალთ. ამ შემთხვევაში, მესამე შემთხვევასთან შედარებით, გეოდეზიური საყრდენი ქსელის შექმნა მოხერხებულია, რადგანაც გეოდეზიური ქსელი შეიძლება განვითარდეს მთელ ტერიტორიაზე

დამშრალი ქვაბულისა და მიწყარილით შექმნილი ზღუდარების ჩათვლით. ჰესის გეოდეზიური მომსახურება სრულდება I, II, III, IV საყრდენი და მათთან დაკავშირებულ პუნქტებიდან, რომლებიც განლაგებული არიან ქვაბულისა, მდინარის ძირითადი ნაწილებისა და ზღუდარების საზღვრებში. (2) ნახაზზე ტრიანგულაციის პუნქტები შეერთებულია წრფეებით, ხოლო პოლიგონომეტრიისა — კლაკნილი ხაზებით.

ე. ჰიდრონავიგაციის ორ რიგად ანუ ნაწილ-ნაწილ აგების ხედი

ამ შემთხვევაში სამშენებლო სამუშაოების შესასრულებლად ქვაბულს აშრობენ ნაწილ-ნაწილ (ორ რიგად). პირველი რიგის სამუშაოებისათვის აშრობენ ქვაბულს 4 (ნახ. 3^ა), რისთვისაც აგებენ ზედა 1, ქვედა 2 და გრძივ 3 ზღუდარებს. ამ ღონისძიებებით მდინარის სამშენებლო ხარჯს გაატარებენ ზღუდარებით გადაღობილ კალაპოტში.

პირველი რიგის 5 სამშენებლო სამუშაოების დამთავრების შემდეგ აგებენ ზედა 1, ქვედა 2 და გრძივ 3 ზღუდარებს მდინარის მარჯვენა მხარეზე (ნახ. 3^ბ), რითაც სრულდება ქვაბულის 4 სრული დაშრობა და მთავრდება



ნახ. 10.8.7.3.

კაშხალის 5 მშენებლობა. მდინარის სამშენებლო ხარჯის გატარება ხდება უკვე პირველ რიგში აგებული წყალგამშვები ნაგებობებით. გეოდეზიური მომსახურება და ქსელის განვითარება წინა პუნქტში აღნიშნული წესის ანალოგიურია.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა მაღლივი თაღოვანი კაშხალის აგება, საჭირო ხდება გარდა გეგმური რიგ-რიგობისა, შესრულდეს სიმაღლეში რიგ-რიგობა; ამის გამო საჭიროა გეოდეზიური ქსელის რამდენჯერმე აგება.

გეოდეზიური მომსახურების ნაყოფიერად შესრულებისათვის საჭიროა. საყრდენი გეოდეზიური პუნქტები განლაგდეს რაც შეიძლება ახლოს ჰიდრონავიგაციის კომპლექსის ღერძების მიმართ. ამის ხელისშემწყობია სამშენებლო ტერიტორიაზე სინათლის მანძილსაზომებით პოლიგონომეტრიული ქსელის განვითარება.

ბ. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ღირებულის ნატურაში დაკავალვა

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ღირებულებს პირობით ყოფენ ძირითად და დამხმარე ღირებულებად.

ძირითად ღირებულებს აკუთვნებენ ჰესის აგრეგატის ღირძს; მიწისა და ბეტონის კაშხალის ღირძებს; წყალგადასაწვევების ღირძებს; ფსკერის წყალჩასაწვევებ და წყალგადასაგდებ ღირძებს; მიმყვანი, გადასაგდები და დერივაციული (ანუ ჰიდრავლიკურ ტურბინებთან მიმყვანი) არხების ღირძებს; რაბის კამერისა და თავის ღირძებს; კაშხალზე აგებული რკინიგზისა და საავტომობილო ხიდების ღირძებს; ბეტონის სამუშაოებისათვის აგებულ ლითონის ესტაკადების ღირძებს; სადაწნო მილგაყვანილობების ღირძებს; სამშენებლო, წყლის მიმყვანი, სატრანსპორტო გვირაბების ღირძებს და სხვ. ძირითადი ღირძების მიმართულებებს აღგენენ მთავარი წერტილების. კოორდინატებით, როგორცაა მოხვევის კუთხეების წვეროები, კონსტრუქციების მახასიათებელი წერტილები, ღირძების გადაკვეთები.

დამხმარე ღირძებს აკუთვნებენ ჰიდრონაგებობის ყოველი ცალკეული ელემენტის და კონსტრუქციის ასაგებად დაკვალულ ღირძებს, როგორცაა ყალიბი, ბლოკებში ბეტონის ჩამყვება, ხომინჯების ჩასმა და სხვ.

ძირითადი ღირძების მთავარი წერტილების ნატურაში გადატანა ხდება ანალიზურად განსაზღვრული კოორდინატების საშუალებით. ამ წერტილებისა და გეგმური საყრდენი წერტილების კოორდინატების საშუალებით საზღვრავენ კუთხეებსა და მანძილებს, რომელთაც იყენებენ ძირითადი ღირძების მთავარი წერტილების პოლარული (კუთხური ან ხაზოვანი), მართკუთხა, გასწვრივობის, ბიპოლარული ან სხვა ხერხით ადგილზე დასაკვალავად.

საველე სამუშაოების წარმოების მიზნით აღგენენ სამუშაო ნახაზს, რომელზეც ნაჩვენებია უნდა იყოს ყველა წერტილის ანალიზური ურთიერთკავშირი. აგრეთვე კონტროლის მიზნით ადგილზე გადასატანი წერტილები დაკავშირებული უნდა იყოს გეგმური საყრდენი წერტილების ქსელთან.

ჰიდრონაგებობის ღირძების ნატურაში დაკვალვისათვის საჭიროა: 1. მთავარი წერტილების გადატანა; 2. ძირითადი ღირძების ადგილზე დამატება იმ ანგარიშით, რომ შეიძლება აღდგენა მათი დაზიანების და განადგურების შემდეგ; 3. ნაგებობის ღირძებზე პიკეტაჟისა და განივების დანიშვნა; 4. დაკვალული ღირძის მახლობლად პოლიგონომეტრიული ან თეოდოლიტური სვლის აგება; 5. გასწვრივ-განივი ნიველობის შესრულება გამზადებული პიკეტაჟის და განივების მიხედვით; 6. საველე მასალის კამერულად დამუშავება.

მთავარი წერტილების ნატურაში გადატანის დროს იყენებენ 1:2 000 მასშტაბის რუკას. როგორც ვიცით, ნატურაში გადატანილი წერტილების სიზუსტე დამოკიდებულია მასშტაბსა და გადასატანი მანძილის ოდენობაზე. თუ რუკაზე წერტილის დანიშვნის ზღვრული შეცდომა $\epsilon = 0,00025$ მ, მაშინ გამოყენებული რუკის მიხედვით დაპროექტების შემთხვევაში ადგილზე ზღვრული შეცდომის ოდენობა იქნება

$$\Delta_{\epsilon} = 0,00025 \cdot 2000 = 0,5 \text{ მ}$$

(10.8.7.1)

მასშალადამე, ნატურაში გადასატანი $S = 1000$ მ ხაზი ადგილზე უნდა დაიკვალოს არანაკლებ $\Delta_{\epsilon}:S = 0,5 : 1000 = 1 : 2000$ სიზუსტით. თუ დავე-

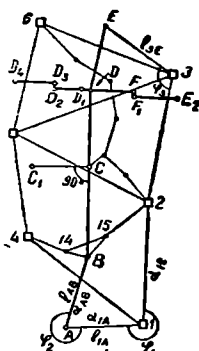
ვებთ, რომ განივი ზღვრული Δ' შეცდომა გრძივი Δ შეცდომის ტოლია, მაშინ კუთხური ზღვრული შეცდომის ოდენობა:

$$\Delta'_s = \frac{\Delta_s}{S} \cdot \rho' = \frac{0,5}{1000} \cdot 3438' \approx 1',7. \quad (10.8.7.2)$$

მაშასადამე, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ღერძების მთავარი წერტილების ადგილზე დაკვალვისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ 30" სიზუსტის თეოდოლიტით და ფოლადის შტრიხებიანი ლენტით, ფოლადის რულეტით ან ოპტიკური მანძილსაზომით.

ღერძების მთავარი წერტილების ნატურაში გადატანის ილუსტრაციას წარმოადგენს მიწის კაშხალის ადგილზე გადატანის ქვემოთ მოყვანილი მაგალითი (ნახ. 4).

(4) ნახაზზე სქემატურად ნაჩვენებია 1:2000 მასშტაბის ტოპოგრაფიულ



□ გეოდეზიური ქსელის ადგილზე
 • მათობრივი სახის მანძილი

ნახ. 10.8.7.4.

გეგმაზე დაპროექტებულ ნაგებობათა ღერძებისა და მიწის კაშხალის $ABCDE$ ღერძის განლაგება. დაკვირვებებისათვის საჭირო ოდენობების განსაზღვრის მიზნით უშუალოდ გეგმიდან განისაზღვრა $A, B, C; D, E$ წერტილების საპროექტო კოორდინატები, რომელთა ოდენობების შეებრუნებული გეოდეზიური ამოცანების (2.6.1.6), (2.6.1.7) (2.6.1.8) ფორმულებში ჩასმით განსაზღვრეს შესაბამისი ყველა წრფივი გვერდის დირექციული კუთხე (ვთქვათ, α_{AB}) და სიგრძეები (ვთქვათ, l_{AB}).

კაშხალის ღერძის ადგილზე გადატანისათვის ადგენენ მისი ყოველი წერტილის ადგილზე დაკვალვის სქემას ამ წიგნის IV, V, VI თავებში განხილული წესების გამოყენებით; მაგალითად, საწყისი A წერტილი ადგილზე დანიშნულია პოლარული ხერხით; რისთვისაც A წერტილის საპროექტო კოორდინატებით და გეოდეზიური ქსელის 1 წერტილის ცნობილი კოორდინატებით განისაზღვრა $1-A$ გვერდის α_{1A} დირექციული კუთხე და l_{1A} სიგრძე; გეოდეზიური საყრდენი ქსელის 1 და 2 წერტილის ცნობილი კოორდინატებით განისაზღვრა $1-2$ გვერდის α_{12} დირექციული კუთხე და შემდეგ პოლარი კუთხე:

$$\varphi_1 = \alpha_{1A} - \alpha_{12}$$

შემდეგ 1 პუნქტზე დაცენტრილი და მომწესობაში მოყვანილი თეოდოლიტით შვეული წრედის ორი მდგომარეობის შესაბამისად დაინიშნა ორი მიმართულება, რომლის შუა მიმართულებაზე გადაიზომა l_{1A} სიგრძე; ამით ადგილზე დაინიშნა A წერტილი. B_1 წერტილის მდებარეობა ადგილზე დაინიშნა თეოდოლიტური სკლის 14 და 15 წერტილიდან ხაზოვანი გადაკვეთით

ან φ_2 და l_{AB} პოლარი კოორდინატებით და ასე შემდეგ. ყველა წერტილის ადგილზე დანიშნვის შემდეგ მათზე ღერძის (A, B, \dots, E) მიმართულებით აგებენ თეოდოლიტურ სვლას და საზღვრავენ სვლისა და სხვა საჭირო წერტილების (ნახაზზე მცირე წრეები) კოორდინატებს.

თეოდოლიტური სვლებით განსაზღვრული წერტილების სამუშაო კოორდინატების ოდენობები თუ არ აღემატება იმავე წერტილების საპროექტო კოორდინატებს გრაფიკულად განსაზღვრის (0,3 მმ გვეგის მასშტაბში) ოდენობით, მას თვლიან საბოლოოდ. დიდი განსხვავების შემთხვევაში სამუშაო კოორდინატები დაყავთ (რედუქირდება) საპროექტოზე, შემდეგნაირად: საზღვრავენ რედუქციის ხაზოვან l' ელემენტს ფორმულით

$$l' = \sqrt{(x_{\text{სა}} - x_{\text{ა}})^2 + (y_{\text{სა}} - y_{\text{ა}})^2}, \quad (10.8.7.3)$$

სადაც ინდექსები სმ და სპ ნიშნავს სამუშაოს და საპროექტოს (ნახ. 5). შემდეგ საზღვრავენ ამ ელემენტის დირექციულ $\alpha_{\text{სპ}}$ კუთხეს ფორმულით

$$\text{tg } \alpha_{\text{სპ}} = \frac{y_{\text{სა}} - y_{\text{ა}}}{x_{\text{სა}} - x_{\text{ა}}}. \quad (10.8.7.4)$$

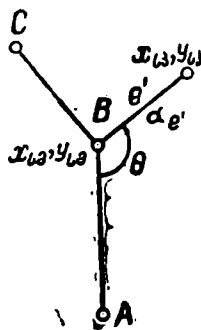
საზღვრავენ რედუქციის კუთხურ Θ ელემენტს თეოდოლიტური სვლის მოსაზღვრე წერტილზე (A წერტილზე) მიმართულებასთან დირექციული კუთხეების სხვაობით (ნახ. 5)

$$\Theta = \alpha_{BA} - \alpha_{\text{სპ}}. \quad (10.8.7.5)$$

შემდეგ უშუალოდ ადგილზე ტრანსპორტირით ან თეოდოლიტით B წერტილის ცენტრიდან BA მიმართულებასთან გადაზომავენ Θ კუთხეს, რულებით კი — l' ელემენტს. მიღებულ წერტილს ამაგრებენ ადგილზე, ხოლო ძველს B წერტილში სპობენ. რედუქციების დამთავრების შემდეგ ახლად დამაგრებულ წერტილებზე ნაგებობის ღერძის მიმართებით აგებენ ახალ თეოდოლიტურ სვლას და აკონტროლებენ რედუქციების სისწორეს. საბოლოოდ იღებენ რედუქცირებულ წერტილების კოორდინატებს.

ა. დაკვალულ ღერძებზე წერტილების დამაგრება

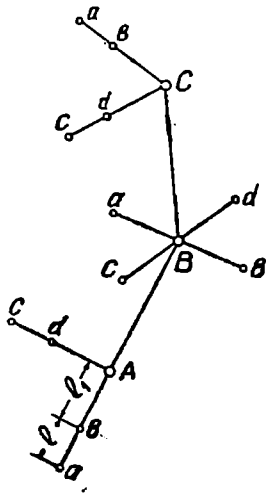
წერტილებს ამაგრებენ ღერძზე დროებითი ნიშნებით, რადგანაც მიწის სამუშაოების შესრულების დროს მრავალი მათგანი ნადგურდება. მშენებლობის დროს საჭიროებისამებრ მათი აღდგენისათვის ეს წერტილები ადგილზე მაგრდება ორ-ორი გასწვრივობით, რომლებიც ერთმანეთს კვეთენ $60-120^\circ$ კუთხეებით. მაგალითად, (6) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ ღერძის A, B და C წერტილები ადგილზე დამაგრებულია ყოველ მათგანზე გამავალი და საიმედო ადგილას დანიშნული ab და cd გასწვრივობით.



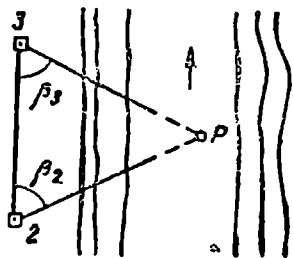
ნახ. 10 8.7.5 .

დადგენილია, რომ B დამაგრებულია aBb და cBd გასწვრივობებით უფრო საიმედოდ, ვიდრე A და C წერტილები. გასწვრივობის წერტილების გატანა ხდება ინსტრუმენტით. მაგალითად, ლერძის A წერტილზე ცენტრავენ თეოლოლიტს და შერჩეულ ადგილებში, სადაც შედარებით დაბალი იქ-

ნება ნიშნები, ამაგრებენ a და b წერტილებს, რითაც იქმნება Aba გასწვრივობა. აქ l_1 მანძილი აღიბება რაც შეიძლება მინიმალური, ხოლო l უნდა უდრიდეს $0,5l_1$. ანალოგიურად ინიშნება Adc გასწვრივობა. ამ ორი გასწვრივობით არის ადგილზე დამაგრებული A წერტილის მდებარეობა. ანალოგიურად მაგრდება დანარჩენი B და C წერტილები.



ნახ. 10.8.7.6.



ნახ. 10.8.7.7.

იმისათვის, რომ გასწვრივობის წერტილები ნაყოფიერად გამოვიყენოთ მშენებლობის პროცესში და მის შემდეგ ექსპლოატაციის დროს, ამ წერტილების ნიშნების ჩამაგრების შემდეგ საზღვრავენ მათს გეგმურ და სასიმალო მდებარეობებს. მათი კოორდინატების განსაზღვრისათვის იზომება გასწვრივობის ხაზის მიერ ნაგებობის ლერძთან შედგენილი კუთხე და მანძილები ხსენებული ლერძის წერტილებიდან გასწვრივობის (გატანილ) წერტილამდე. გასწვრივობის წერტილების სიმაღლეებს კი საზღვრავენ გეომეტრიული ნიველოებით.

პირობითი მშენებლობის დროს ხშირად საჭირო ხდება წყალში მდებარე P წერტილის გადატანა და დამაგრება (ნახ. 7), ამ შემთხვევაში, იგი მდინარის ნაპირზე განლაგებული 2 და 3 გეომეტრიული წერტილებიდან გადააქვთ უფრო ხშირად პირდაპირი კუთხური გადაკვეთის ხერხით. ამისათვის კი მე-2, მე-3 და P წერტილების კოორდინატების (2. 6. 1. 6) ფორმულაში ჩასმით განესაზღვრავთ α_{2P} , α_{3P} და α_{3P} დირექციულ კუთხეებს და მათ: საშუალებით კი გადაკვეთის კუთხეებს:

$$\beta_2 = \alpha_{2P} - \alpha_{23} \quad \text{და} \quad \beta_3 = \alpha_{3P} - \alpha_{32} \quad (10.8.7.6)$$

თეოლოლიტებს ცენტრავენ მე-2 და მე-3 წერტილებზე და 2—3 და 3—2 მიმართულებებთან ადგენენ β_2 და β_3 კუთხეებს, რითაც ორივე თეოლოლიტის

კოგრის ღერძი დაემთხვევა $2-P$ და $3-P$ მიმართულებებს. ლუზაზე მიბმულ რაიმე მოტივტივე საშუალებაზე ამაგრებენ ქერქეველას (Byჩ) ან სარს და უშეებენ მდინარეში ხსენებული მიმართულებების გადაკვეთის წერტილში. როცა მდინარის სიღრმე 3 მეტრზე ნაკლებია, სარის დაყენების ნაცვლად მცურავი ამწეთი ასობენ ხიმიწს და აწყობენ ფიცარნავს ფარგსაკვალთ, რომელზეც გადააქვთ $2P$ და $3P$ გასწვრივობები. შემდეგ ფარგსაკვალთ, ამ გასწვრივობების გადაკვეთის წერტილში ასობენ მსხვილ ხიმიწს და მასზე აკეთებენ P წერტილის ფიქსაციას ლურსმნით. ღრმა მდინარეებში მიწსაწოვი იარაღების დახმარებით ლექავენ ან კესონებით აგებენ კუნძულს. რომელზეც გასწვრივობების გადაკვეთის წერტილში ამაგრებენ P წერტილს. წყლის ზემოთ მანძილების გაზომვა უფრო სანდოა სინათლის ან ორმაგგამოსახულებიანი ოპტიკური მანძილზომებით. ადგილზე გადატანილი ღერძების გასწვრივ ნიშნავენ პიკეტებს და განივებს, რომელზეც აგებენ თეოდოლიტურ და სანიველო სელებს. ნიველობის შედეგად ადგენენ ნაგებობათა გასწვრივ-განივ; პროფილებს, რომელთაც წარმატებით იყენებენ სამუშაო ნახაზების შედგენისათვის და სამუშაოების მოცულობების დასაზუსტებლად.

10. 8. 8. გეოდეზიური სამუშაოები ჰიდროტექნიკური აკრეპატების მონტაჟის დროს

როგორც ცნობილია, აგრეგატი წარმოადგენს რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის მანქანების, მოწყობილობების ან აპარატების შეერთებას; მაგალითად, ტურბოგენერატორი არის აგრეგატი, რომელშიც გაერთიანებულია წყლის ტურბინა, ელექტროგენერატორი და სხვა.

ჰიდროტექნიკური აგრეგატების მონტაჟის დროს სრულდება შემდეგი სახის გეოდეზიური სამუშაოები: აგრეგატების სამონტაჟო ღერძების ნატურაში გამოტანა; აგრეგატების მონტაჟისათვის საყრდენების (ჩასატანებელი ნაწილების). ჩამაგრებულ ნაწილებზე სამონტაჟო წერტილების (კაწრულების) დანიშვნა; აგრეგატის საპროექტო მდგომარეობაში დაყენების კონტროლი. რისთვისაც ადგენენ შესრულების გეგმებს.

ჰიდროტექნიკური აგრეგატების მონტაჟი სრულდება მისი მთავარი გრძივი, განივი და დამხმარე სამონტაჟო ღერძების საშუალებით.

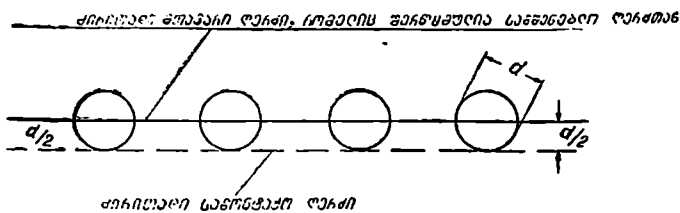
გრძივი მთავარი სამონტაჟო ღერძი ხშირად უთავსდება ნაგებობის სამშენებლო ღერძს (მაგალითად, მილგენერატორის, სპირალური კამერის, შემწოვი მილის, რაბის, წყალგამშვების ღერძი და სხვა). ხილვადობისათვის უფრო მოხერხებულია, თუ ეს ღერძი აქნება პარალელურად დამორებული d დიამეტრის მქონე სამონტაჟო ელემენტების შემთხვევაში $0,5 d$ მანძილთ (ნახ. 1).

განივი სამონტაჟო ღერძი საზღვრავს აგრეგატის შედარებით მახასიათებელ მიმართულებებს, მაგალითად, რაბის ჰიშკრის ქუსლების ცენტრების, ჰიდრავლიკური საკეტების, კაშხალის წყალსადენი წახნაგების შემაერთებელი ხეხები და სხვა.

დამხმარე სამონტაჟო ღერძებს იყენებენ აგრეგატების საყრდენების და ჩასამაგრებელი ნაწილების დასაყენებლად.

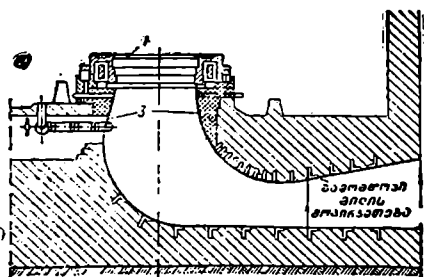
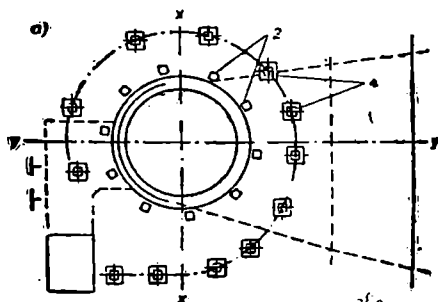
მონტაჟისათვის ძირითადი დოკუმენტია სამუშაო და საკონტროლო ნახაზები.

ისევე, როგორც მეტალურგიული ქარხნების აგრეგატების მონტაჟის დროს, განხილად შემთხვევაშიც მონტაჟი სრულდება დელექციის მეთოდით, მაგრამ



ნახ. 10.8.8.1.

მოთხოვნილი სიზუსტე იზრდება, მაგალითად, ძირითადი ღერძების ადგილზე დაკვალვის დროს დასაშვებია ერთ სანტიმეტრამდე შეცდომა, ხოლო ამ ღერძების მიმართ აგრეგატების მონტაჟის შეცდომა სრულდება მილიმეტრის დასა-



ნახ. 10.8.8.2

შვები შეცდომით. ყოველი ღერძისა და აგრეგატის მონტაჟი უნდა შესრულდეს ინსტრუქციით დაშვებულ შეცდომების ფარგლებში.

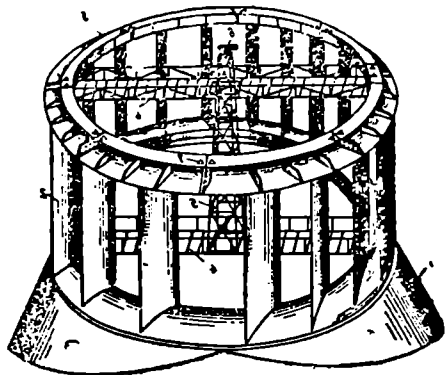
პიდროაგრეგატის მონტაჟი სრულდება წინასწარ და საბოლოო სტადიად. წინასწარი სტადიის დროს სიმის საშუალებით ხდება ადგილზე დაკვალული კონსტრუქციის ღერძისადმი ქარხნის მიერ დანიშნული კაწრულის შეთავსება. ამ კონსტრუქციის სიმალეში დაყენება კი ხდება ნიველირით ± 2 მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში.

პიდროაგრეგატის საბოლოო მონტაჟი სრულდება მაღალი სიზუსტის თეოდოლიტისა და ნიველირის საშუალებით. ამ დროს განსაკუთრებულ ყურად-

ღლებით ხდება ღერძების დაკვალვები და მათზე ნიშნულების დატანა საყრდენი საძირკვლის რგოლისა და ტურბინის სტატორის დასამონტაჟებლად. როგორც

ვხედავთ, საძირკვლის რგოლის გეგმაში და სიმაღლეში მონტაჟი მთელი ჰიდრო-აგრეგატის მდებარეობის ხარისხის განმსაზღვრელია, საყრდენი რგოლის არა-პორიზონტულობა გამოიწვევს სტატორის არაპორიზონტულობას. სტატორის პორიზონტულობის საკითხი დამოკიდებულია ლილვის ვერტიკალიზიდან გადახრაზე. ამიტომ ნორმებით მოითხოვება, რომ ლილვის დახრა არ აღემატებოდეს მისი სიგრძის ყოველ მეტრზე 0,02 მმ. (2) ნახაზზე ნაჩვენებია რადიალურ-ღერძული ტურბინის გეგმა და კრილი. ამ ტურბინის აგრეგატის საყრდენი საძირკვლის რგოლს 1 ანკერპანქიკებით ამაგრებენ რკინაბეტონის სვეტებზე 2, რომლებიც აგრეგატების შემოწმების შემდეგ გამოწოვი მილების კონუსითურთ 3 ბეტონდება.

სტატორის რგოლის გეგმური გეოდეზიური დაყენების საფუძველია აგრეგატის გრძივი xx და განივი yy ღერძები, ნატურაში იკვალება ± 1 მმ დასაშვები შეცდომით. აგრეგატის სხვადასხვა სექციებს შორის დაშვება შეიძლება გაიზარდოს ± 3 მმ. როგორც ითქვა, მთავარია მონტაჟის შედეგად საძირკვლის რგოლზე დანიშნულ ღერძებს შეუთავსდეს აგრეგატზე დაკვესილი კაწრულა. (2) ნახაზზე 4 არის სპირალური კამერის დასაყენებელი სვეტები.



ნახ. 10 8.8.3.

ჰიდროაგრეგატის მონტაჟის დაწყებამდე ამოწმებენ გრძივი და განივი ღერძების ურთიერთპერპენდიკულარობას. ამ დროს xx გრძივი ღერძის მიმართულებას იღებენ გამოსავლად (უშეცდომოდ). თუ დადგინდა, რომ yy განივი ღერძი გადახრილია მისი ნორმალისაკენ, ანკერპანქიკზე გადაადგილებენ გადახრის მთელ ოდენობას ერთი კაწრულით. როცა გადახრა შეღარებით დიდია, მაშინ გადაადგილება ხდება განივი ღერძის დაკვესის ორივე კაწრული, გადახრის ნახევრით. საკონტროლო გაზომვები სრულდება სამი ილეთით.

სტატორის საპროექტო სიმაღლე მოწმდება რგოლზე განლაგებული წერტილების მაღალი სიზუსტის გეომეტრიული ნიველობით.

(3) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ სტატორის 2 ზედა რგოლის 3 წერტილები 7 ნიველობა სრულდება სტატორის ცენტრში აგებული ლითონის სიგნალის მაგიდულაზე 5 დაყენებული ნიველირით 6. ნიველობის დროს ლარტყად იყენებენ მილიმეტრებიანი დანაყოფების მქონე ლითონის სახაზავს. სტატორის პორიზონტულად დაყენების რეგულირება ხდება საგანგებო ანკერპანქიკებით $\pm 0,2$ მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში.

10. 8. 9. გეოდეზიური სამუშაოები არსების დაკრძობებისა და მონაგროების დროს

დანიშნულების მიხედვით საბჭოთა კავშირში არსებობს შემდეგი სახის არხები:

1. გ ე მ თ ს ა ვ ა ლ ი — იყენებენ მხოლოდ და მხოლოდ სატრანსპორტო მიზნებისათვის;

2. ს ა რ წყ ა ვ ი ა ნ უ ი რ ი გ ა ც ი უ ლ ი — იყენებენ სარწყავ ტერიტორიებზე მდინარეებიდან, წყალსაცავებიდან და ტბებიდან წყლის მისაწოდებლად;

3. ე ნ ე რ გ ე ტ ი კ უ ლ ი — იყენებენ ჰესის ტურბინებისადმი მდინარეებიდან, წყალსაცავებიდან, ტბებიდან წყლის მისაწოდებლად, ხასიათდება მ ც ი რ ე ქ ა ნ ო ბ ი თ, მოკლე ენერგეტიკულ არხებს უწოდებენ მ ი მ ყ ვ ა ნ ა რ ხ ე ბ ს, ხოლო შედარებით აგრძელებს — დ ე რ ი ვ ა ც ი უ ლ ს.

4. წყ ა ლ ს ა დ ე ნ ი — იყენებენ ქალაქების, დასახლებების, მრეწველობის სხვადასხვა დარგებისა და ობიექტების წყალმომარაგების ადგილებიდან წყლის მისაწოდებლად;

5. გ ა მ ა წყ ლ ო ვ ა ნ ე ბ ე ლ ი — იყენებენ მდინარეებიდან, წყალსაცავებიდან, ტბებიდან დამშრალი წყალსატევების, უწყლო და გადამშრალი რაიონებისათვის წყლის მისაწოდებლად. წყალსადენ და გამაწყლოვანებელ არხებს შეიძლება ჰქონდეს შედარებით მეტი ქანობები;

6. დ ა მ შ რ ო ბ ი — იყენებენ გამოსაშრობი და სადრენაჟო ქსელებიდან წყლის შესაკრებად და დაბალი ადგილებისა და წყალსაცავებისათვის მისაწოდებლად;

7. ხ ე - ტ ყ ი ს დ ა ს ა ც უ რ ე ბ ე ლ ი — იყენებენ ხე-ტყის დასაცურებლად. ასეთ არხებს აგრეთვე აგებენ ჰიდროკვანძების უბნებში ხე-ტყის დამცურებელი მდინარეებიდან ჰიდროტექნიკური მშენებლობის ხე-ტყით უზრუნველყოფის მიზნით;

8. კ ო მ კ ლ ე ქ ს უ რ ი — იყენებენ სახალხო მეურნეობის რამდენიმე სახეობის მოთხოვნათა დასაკმაყოფილებლად. მგალითად, მოსკოვის სახელობის არხი აკმაყოფილებს გემთსავალ, წყალსადენ, გამაწყლოვანებელი არხის ფუნქციას; ლენინის სახელობის ვოლგა-დონის არხი ასრულებს გემთსავალ, ირიგაციულ და ენერგეტიკული არხის ფუნქციას.

არხისადმი წყლის მიწოდების თვალთახედვით არსებობს არხები:

თვითდინებით — წყალმომარაგებიდან წყალი ჩაედინება თვითდინებით და ასევე თვითდინებით მიემართება არხის ფსკერზე. ასეთი არხები იაფი და საექსპლუატაციოდ ადვილად გამოსაყენებელია;

2. მ ა ნ ქ ა ნ უ რ ი — წყალმომარაგებიდან წყალი ჩადის არხში წყალსაქაჩების საშუალებით და იმის მიხედვით, თუ როგორია არხის ფსკერის დაქანება, წყალი ამ არხში მიდის თვითდინების ან ხელოვნური ღონისძიებების შედეგად.

არხების მშენებლობა მოითხოვს მათზე ჰიდროტექნიკური მრავალი აგრეგატის აგებას, რომელთაგანაც აღსანიშნავია გ ე მ თ ს ა ვ ა ლ ი რ ა ბ ე ბ ი; ს ა ა ვ ა რ ი ო (გადამლობი) კ ი შ კ რ ე ბ ი; დ ი უ კ ე რ ე ბ ი; ს ა ა ვ ა რ ი ო წყ ა ლ ს ა გ დ ე ბ ე ბ ი; წყ ა ლ გ ა მ შ ვ ე ბ ე ბ ი და სხვა.

გემთსავალი რაბები წარმოადგენს არხის საგანგებო ნაგებობებს და მათი საშუალებით ხდება მდინარის ერთი ბიეფიდან მეორე ბიეფში გემების გადაადგილება. აგებენ ერთ და ორკამერიან რაბებს, უკანასკნელის დანიშნულებაა გადალახოს დიდი წნევები.

საავარიო ჰიშკრებს აგებენ გემთსავალი არხის გრძელი უბნების ავარიის ან შეკეთების დროს გამოსართველად. საავარიო ჰიშკრის მალი ტოლი უნდა იყოს გემების ორფად სელისათვის საჭირო სიგანისა.

დიუკერებს აგებენ არხის ქვეშ წყალსადინარის გაშვებისათვის. დიუკერის მოწყობას მიმართავენ მაშინ, როცა წყალსადინარით არხის გადაკვეთა არ შეიძლება უდაწნეო მილით. დიუკერის შეკეთებების, დათვალიერების ან გაწმენდის მიზნით დიუკერს აგებენ რამდენიმე ძაფის (წყალსადინარის) სახით, რაც საშუალებას იძლევა დიუკერში წყალმა იდინოს უწყვეტლევ.

საავარიო წყალსაგდების დანიშნულებაა არხის გადავსების დროს წყლის გადაგდება.

წყალგამშვები მილების სახით ეწყობა არხის ჯებირში, რომლითაც ხდება არხის ცალკეული უბნების დაცლა. ამიჯომ წყალგამშვები ეწყობა არხის ყოველი უბნის ბოლოში. ცალკეულ შემთხვევაში წყალგამშვებებს უთავსებენ არხის ქვეშ წყლის გამშვებ მილებს.

არხების მშენებლობის საქმეში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს გეგმური და სასიმალო საფუძვლის შექმნას.

А. გეგმური საფუძველი

არხის ტრასაზე საფუძვლის შექმნით მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგეგმვებისა და დაკვალვითი სამუშაოების შესრულების შესაძლებლობა იქმნება იმის გამო, რომ არხები წარმოადგენს დიდი სიგრძის მქონე ვიწრო ზოლურ ნაგებობებს, გეგმური და საავგეგმო საფუძვლის შექმნა უმჯობესია I და II თანრიგის პოლიგონომეტრიული და თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სვლებით. ჰიდროტოპოგრაფიის ინსტრუქციის მიხედვით შედგენილია (1) ცხრილი, რაც საჭიროა განხილად შემთხვევაში.

ცხრილი 10.8.9.1

ტექნიკური მანერებლები	პოლიგონომეტრია		თეოდოლიტური სვლები
	I თანრიგის	II თანრიგის	
1. გამოსავლ პუნქტებს შორის ზღერული სიგრძეები (კმ):			
ა) არხის ზონაში	30	15	8
ბ) ნაგებობების უბნებზე .	—	4	3
2. კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომები .	5"	10"	30"
3. გვერდების სიგრძეები (კმ)	1—2	0,5—1,5	0,2—0,5
4. სვლების ზღერული სიზუსტეები .	1 : 10000	1 : 5000	1 : 2000

შენიშვნა. როდესაც გვაქვს საკვანძო წერტილები, გამოსავლ და საკვანძო წერტილებს შორის მანძილები 1 მუხლის მონაცემებთან შედარებით შეიძლება შემცირდეს სამჯერ. ხოლო საკვანძო წერტილებს შორის — ორჯერ.

ღია ადგილებში პოლიგონომეტრიული სვლები შეიძლება შეიცვალოს ანალიზური ქსელებით, როგორცაა I და II თანრიგის ტრიანგულაცია, რომლის ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია (2) ცხრილში.

ცხრილი 10.8.9.2

ტექნიკური მაჩვენებლები	ანალიზური ქსელი		მიკროტრიანგულაცია
	I თანრიგის	II თანრიგის	
1. სამკუთხედების გვერდების სიგრძეები (მ):			
ა) არხის ზონაში	5	1—1,5	0,5—0,7
ბ) ნაგებობების უბნებზე	—	0,5—1,0	0,2—0,5
2. კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომები	5"	10"	30"
3. გამოსავალი გვერდის სიზუსტე	გამოსავალი ტრიანგულაციის გვერდი	1 : 10000	1 : 5000
4. სამკუთხედების ზღერული შეუკერვლობები	20"	40"	60"
5. გამოსავალ გვერდებს შორის სამკუთხედების მაქსიმალური რაოდენობა	ფიგურაში ცალკეული პუნქტების ჩასმა	16	16

ინსტრუქციის თანახმად, არხის ღერძის მთავარი წერტილების საპროექტო კოორდინატებიდან სამუშაო (ადგილზე განსაზღვრული) კოორდინატების დასაშვები გადახრები სხვადასხვა მასშტაბიანი გეგმებისათვის მოცემულია (3) ცხრილში.

ცხრილი 10.8.9.3

გეგმის მასშტაბები	1 : 10000	1 : 5000	1 : 2000	1 : 1000	1 : 500
საპროექტო კოორდინატებიდან ზღერული გადახრები (მ)	4,0	2,0	0,8	0,4	0,2
საშუალო გადახრები (მ)	2,0	1,0	0,4	0,2	0,1

იმის გამო, რომ არხის ღერძის მთავარი წერტილების კოორდინატების განსაზღვრები დაკავშირებულია თეოდოლიტური სვლების წერტილებთან, საჭირო ხდება თეოდოლიტური სვლის დასაშვები სიგრძეების დადგენა.

პოლიგონომეტრიულ პუნქტებს შორის თეოდოლიტური სვლის L სიგრძის საზღვრავენ n ლებედვეის ფორმულით.

$$L = 2\sqrt{2} \cdot T_{სა} \cdot M. \quad (10.8.9.1)$$

სადაც $T_{სა}$ არის თეოდოლიტური სვლის საშუალო ფარდობითი სიზუსტე, რომელიც ტოლია დასაშვები $1 : T$ სიზუსტის შებრუნებულ სიდიდესა, ე. ი. $T_{სა} = \frac{1}{T} = T$; ე. ი. როცა დასაშვები სი-

ზუსტე მცირეა, $T_{სა}$ ფარდობითი სიზუსტე დიდია.

M — საშუალო კვადრატული შეცდომა თეოდოლიტური სვლის მწერტილის კოორდინატისა, რომელიც მდებარეობს ცულ (სუსტ) ადგილას.

გამოსავალი მონაცემების შეცდომების უგულებელყოფით, რაც ცდებით დადასტურებულია, 1:2 000 მასშტაბიანი გეგმის და დასაშვები 1:4 000 სიზუსტის, ანუ $T_{სა} = 4000$ და $M = 0,4$ მ, მონაცემების მიხედვით (1) ფორმულით თეოდოლიტური სვლის სიგრძე იქნება

$$L = 2,8 \cdot 4000 \cdot 0,4 \approx 4,5 \text{ კმ.}$$

თუ დასაშვები სიზუსტე გავზარდეთ და მივიღეთ 1:2 000 (1:1 000 ზღვრულია); ე. ი. როცა საშუალო სიზუსტე $T_{სა} = 2 000$ შემცირდა, მაშინ (1) ფორმულით თეოდოლიტური სვლის სიგრძე გაიზარდება

$$L = 2,8 \cdot 2 000 \cdot 0,4 = 2,2 \text{ კმ.}$$

როცა თეოდოლიტურ სვლაში გვაქვს საკვანძო წერტილები, მაშინ თეოდოლიტური სვლის სიგრძეს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$L_a = \sqrt{n} \cdot T_{სა} \cdot M, \quad (10.8.9.2)$$

სადაც L_a არის თეოდოლიტური სვლის მანძილი პოლიგონომეტრიულა პუნქტიდან საკვანძო წერტილამდე;

n — საკვანძო წერტილში შემავალი სვლების რაოდენობა.

ვთქვათ, საშუალო ფარდობითი სიზუსტე $T_{სა} = 4000$; $M = 0,4$ მ; $n = 3$, მაშინ (2) ფორმულით

$$L_a = 1,7 \cdot 4000 \cdot 0,4 \approx 2,7 \text{ კმ.}$$

როცა $n = 4$, მაშინ

$$L_a = 2 \cdot 4000 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ კმ.}$$

(1) და (2) ფორმულით განსაზღვრული თეოდოლიტური სვლების დასაშვები სიგრძეები არხის ღერძის მთავარი წერტილების ნატურაში დასაკვალავად სხვადასხვა დასაშვები სიზუსტეების, ანუ მათი ფარდობითი სიზუსტის, შესაბამისად მოცემულია (4) ცხრილში.

ცხრილი 10.8.9.4

გეგმის მასშტაბი	დასაშვები სიზუსტე	ფარდობითი საშუალო სიზუსტე (1) ფორმულა	პოლიგონომეტრიის ორ წერტილს შორის (კმ)	სვლების რაოდენობა	
				$n=3$	$n=4$
1:10000	1:10000	10000	11,2	6,8	8,0
1:5000	1:5000	5000	5,6	3,4	4,0
1:2000	1:2000	2000	2,2	1,4	1,6
1:1000	1:1000	1000	1,1	0,8	0,8
1:500	1:500	500	0,6	0,3	0,4

ბ. ხანიალლო საზოგადო

არხის ზონაში სასიმალო საფუძვლის შექმნა საჭიროა მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული გეგმის შესადგენად, არხის ფსკერის ქანობის ადგილზე გადასატანად და განივი კვეთების ელემენტების ნატურაში გადასატანად.

ინსტრუქციის მიხედვით ნიველობის კლასი, რომელიც დააკმაყოფილებს არხების დაპროექტებისა და მშენებლობის მოთხოვნებს, დამოკიდებულია გამოსავალ რეპერებს შორის მანძილზე. მაგალითად, გამოსავალ რეპერებს შორის მანძილი თუ არ აღემატება 75 კმ, საჭიროა შესრულდეს III კლასის ნიველობა, ხოლო 25 კმ ნაკლებ მანძილზე სრულდება IV კლასის ნიველობა. გარდა აღნიშნულისა, შერჩევა დამოკიდებულია არხის ფსკერის დაპროექტებული ქანობის ოდენობაზე. რაც უფრო დიდია არხის ფსკერის ქანობი, მით ნაკლები სიზუსტისაა სასიმალო საფუძველი, მაშასადამე. ნიველობის დაბალი კლასის სველა შეირჩევა. მდინარის ფსკერის ქანობების მახასიათებელია დინების სიჩქარეების ოდენობები, მაგალითად, როცა დინების სიჩქარე დიდია, კალაპოტი დაცულია შეტივივებული ნარიყებისაგან, მაგრამ სახიფათოა არხის ფსკერის ბალასტის საწოლის წარმოქმნის მხრივ. ამავდროს მცირე ქანობი, ანუ დინების მცირე სიჩქარე, იწვევს არხის დაღამევის. ამიტომ ჰიდრაულიკური გამოთვლების დროს ირჩევენ არხის ფსკერის შედარებით მისაღებ ქანობს, რაც საშუალებას იძლევა არხის ცოცხალი კვეთის შესაბამისი იყოს დინების სიჩქარე. ასეთ ქანობს უწოდებენ მოცემული სიჩქარისათვის ჰიდრაულიკურად საიმედოდ შერჩეულს. პრაქტიკულად საჭიროა დადგენა არხის ისეთი სიჩქარისა, რომელზე ნაკლები სიჩქარე იწვევს მდინარის ფსკერის დაღამევას. ხოლო მასზე მეტი სიჩქარე იწვევს არხის ფსკერის ბალასტის საწოლის წარმოქმნას.

არხის ფსკერის საპროექტო ქანობის ნატურაში გადატანის სიზუსტეს საზღვრავენ ფორმულით

$$\frac{m_i}{i} = 2\sqrt{\left(\frac{m_s}{s}\right)^2 + \left(\frac{m_n}{n}\right)^2} \quad (10.8.9.3)$$

მცირე i ქანობების არხების დაპროექტების დროს დინების s სიჩქარეს განსაზღვრავენ $m_s : s = 2,4\%$ სიზუსტით, ხოლო ხორკლიანობის n კოეფიციენტის განსაზღვრა ხდება $m_n : n = 5\%$ სიზუსტით, მაშასადამე, განხილულ შემთხვევაში ქანობის ნატურაში გადატანის სიზუსტე იქნება

$$\frac{m_i}{i} = 2\sqrt{(0,024)^2 + (0,050)^2} = 0,11 \text{ ანუ } 11\%.$$

10. 8. 10. ჰიდროტექნიკური ნაბეზობების დეფორმაციების განსაზღვრები

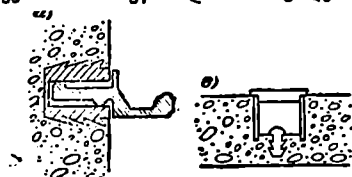
პროექტით დამცავი ღონისძიებების არასრულყოფილობისა და მშენებლობის პროცესში არასწორი მეთოდების შედეგად წარმოიქმნება დეფორმაციები ძირითად ნაგებობებში, როგორცაა კაშხალი, რაბი, ჰესის შენობა და სხვა, რის შედეგად შეიძლება წყობიდან გამოვიდეს ჰიდროტექნიკური სისტემების დაკვირვებითი ჰიდრონაგებობების ელემენტებისადმი უდიდესი სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის კარგი საწინდარია, რაც მიმოკვლევების, დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის პერიოდში შესაძლებლობას იძლევა ავიშოროთ დეფორმაციებთან დაკავშირებული მარცხი.

გეოდეზიური მეთოდებით დეფორმაციის დადგენა სრულდება გეომეტრიული და ჰიდროსტატიკური ნიველობით სიმალეების გადასაცვლებების გან-

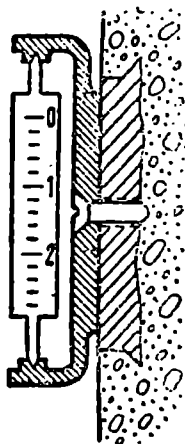
საზღვრისათვის; კუთხური და გასწვრივობითი გაზომვებით გეგმური გადანაცვლებების დასადგენად; ზენიტ ცენტრირებით დაკვირვებები ნაგებობების გადახრების განსაზღვრისათვის.

ამჟამად ნაგებობათა დეფორმაციებზე დაკვირვებების საშუალებები ძლიერ გაიზარდა იმის გამო, რომ შეიქმნა სინათლის მანძილმზომები და ინტერფერომეტრები; დიფრაქციული გასწვრივობის მაფიქსირებლები: მაგნიტური კონტაქტორები და სხვ.

სიმაღლეებში ნაგებობათა დეფორმაციის გამოვლინების ერთ-ერთი სახეა მათი ჯდომა. გეომეტრიული ნიველობით ჯდომებზე დაკვირვების მიზნით გამოსაცდელი ნაგებობის დეფორმაციისათვის მახასიათებელ ქვემო ნაწილებში ამაგრებენ ჯდომის მარკებს (ნახ. 1). დეფორმაციის მახასიათებელ წერტილებად შეიძლება მივიღოთ ჯდომისა და ტემპერატურული ნაწიბურები; ცალკეული სექციების კუთხეები; წერტილები გენერატორების სტატორების რგოლებთან და სხვა. მარკები მიზანშეწონილია ჩამაგრდეს დამიზნე-



ნახ. 10.8.10.1.



ნახ. 10.8.10.2.

ბის სხივის სიმაღლეზე, რათა სანიველო ლარტყების ნაცვლად გამოვიყენოთ მოკლე ლარტყები, მაგალითად, კედლის სკალიანი მარკა. რომელიც გამოსახულია (2) ნახაზზე.

ჯდომის მარკების ნიშნულებს საზღვრავენ ფუნდამენტური ან სიღრმითი რეპერების მიმართ (ნახ. 7. 1. 1-22) და (7. 1. 1. 23). ფუნდამენტურ რეპერებს ამაგრებენ მდინარის ორივე მხარეზე კაშხალის გასწვრივობის ქვევით ერთ კოლომეტრზე ჯგუფ-ჯგუფად 2—3 რეპერს იმ ანგარიშით, რომ ურთიერთ მანძილები საშუალებას იძლეოდნენ ნიველირის ერთი დგომით ურთიერთკონტროლისას. მდინარის მარჯვენა და მარცხენა ფუნდამენტურ რეპერებს შორის ჯდომის ყველა მარკის ჩართვით სრულდება II კლასის ნიველობა.

ჯდომის რეპერებზე დაკვირვებების ციკლების საპირო რაოდენობა მშენებლობის დრო დამოკიდებულია საძირკვლებზე წნევების ზრდის ოდენობებზე. ნიველობის პირველი ციკლი სრულდება საძირკვლების აგების შემდეგ (ანუ მთელი ნაგებობით დატვირთვის 25%-ის შემდეგ). ნიველობის შემდეგი ციკლები სრულდება 40, 50, 75 და 100% დატვირთვის შემდეგ.

ნაგებობათა ექსპლუატაციის პერიოდში ჯდომის მარკებზე დაკვირვებების პერიოდულობა დამოკიდებულია ზემო ბიეფის სივრცეზე წყლის დონის რხევებისაგან (რყევებისაგან) შემდეგ პერიოდში: წყალსაცავის ავსების პერიოდში 2—3 ჯერ; წყალსაცავის ნორმალური დატვირთვის დონეზე (ნ დ დ) წყლით შევ-

სებისას 2—3-ჯერ წელიწადში. შემდეგ ნიველობა სრულდება ყოველწლიურად, მანამ ჯდომების წლიური სტაბილიზაცია არ მოხდება 1—2 მმ ფარგლებში. მსხვილი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ექსპლუატაციის პერიოდში ჯდომებზე დაკვირვებები სრულდება უწყვეტლივ.

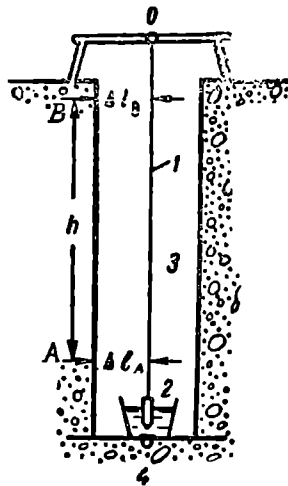
ნიველობის მიღებული მასალით სანიველო სვლებს აწონასწორებენ და ადგენენ ერთსახელა მარკების ნიშნულების ქცევებს დროის მსვლელობის მიხედვით. ამ მიზნით ადგენენ მარკების ჯდომის გრაფიკს (ნახ. 2), რომლის თარაზულ ლერძზე ზომავენ დაკვირვების t დროს, ხოლო ვერტიკალურზე — მარკის H ნიშნულს ან ΔH ჯდომას პირობითი ნულის მიმართ.

მარკის ჯდომის მრუდის მდოვრე მიღებადი ქცევა დროის მიხედვით მარკის სტაბილიზაციის (მდგრადობის) მაჩვენებელია (1 და 2 მრუდი), ხოლო მრუდის ქანობის ზრდა (3 მრუდი) მაჩვენებელია ნაგებობის განხილადი კვანძის დეფორმაციისა. დასკვნას მიღებული დეფორმაციის დასაშვებობის შესახებ აკეთებენ ფაქტობრივი და საპროექტო დეფორმაციების ურთიერთშედარებით.

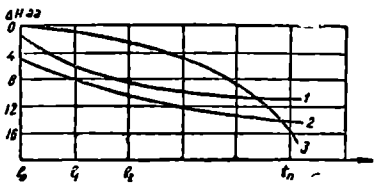
პორიზონტულ სიბრტყეში ნაგებობების ძვრების განსაზღვრა ხდება გასწვრივობის, ტრიანგულაციის, ტრილატერაციისა და პირდაპირი და შებრუნებული შვეულების გამოყენების მეთოდებით (იხ. დეფორმაციები XV თავი).

ჰიდროტექნიკური მშენებლობის საქმეში თანადროულად ნაგებობის ძვრისა და კრენის (ღაბრის) განსაზღვრისათვის უფრო იყენებენ პირდაპირ და შებრუნებულ შვეულებს.

პირდაპირი შვეული (ნახ. 4) წარმოადგენს მავთულს 1 ბოლოში ბლანტ სითხეში მოთავსებულ ტვირთით 2, რომელსაც კიდებენ შახტში ან საგანგებოდ გაბურღულ ჰაის 3. სიძძიმის გამო შვეულად გავი-



ნახ. 10.8.10.4.



ნახ. 10.8.10.3.

მული მავთული შეიძლება ჩაითვალოს იმ საბაზო ხაზად, რომლის მიმართ გაიზომება ნაგებობის კრენი (ღაბრა).

ნაგებობის კრენის დასადგენად იზომება მავთულიდან შესამოწმებელ ნაგებობამდე Δl მანძილები შერჩეულ წერტილებში. დროთა ვითარებაში ($\Delta l_B - \Delta l_A$) სხვაობის ცვალებადობა ნაგებობის კრენის განვითარების მაჩვენებელია.

კრენის i ოდენობის განსაზღვრა შეიძლება შემდეგი დამოკიდებულებიდან:

$$i = \frac{\Delta l_B - \Delta l_A}{h}, \quad (10.8.10.1)$$

სადაც h არის ზედა B და ქვედა A საკონტროლო წერტილებს შორის შვეული მანძილი.

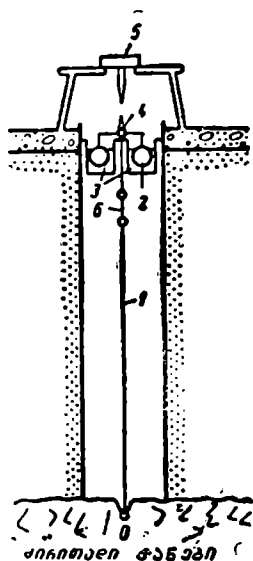
ფუძის 4 ძვრის გასაზომად Δl_B და Δl_A სიდიდეების გაზომის-თანავე საზღვრავენ შვეულის დაკიდების O წერტილის კოორდინატებს. ამ შემთხვევაში O წერტილის კოორდინატებისა და $(\Delta l_B - \Delta l_A)$ სხვაობის შეცვლა გეგმევს მასალას ნაგებობის ფუძის 4 ძვრის შესახებ.

პირდაპირი შევსების გამოყენება შეიძლება 40—50 მ სიღრმის შახტებში, მაგრამ ძლიერ მცირდება საჭირო განსაზღვრების სიზუსტე ჰაერის გავლენით შვეულის მოძრაობის გამო იმ შემთხვევაშიც კი, როცა შვეულის ტვირთი მოთავსებულია ბლანტ სითხეში (ნახ. 4).

ნაგებობების კრენისა და ძვრების განსაზღვრა მნიშვნელოვნად მეტი სიზუსტით შეიძლება მ. მურავიოვის კონსტრუქციის შებრუნებული შვეულით (ნახ. 5). შებრუნებული შვეული წარმოადგენს ძაფს—მავთულს 1, რომლის O ღუზა ჩამაგრებულია ნაგებობის არადეფორმირებულ საძირკველში, ხოლო მავთულის ზემო ბოლოში რბილი ჩანამატით 6 მიმაგრებულია სათავისი, რომელიც მოიცავს რგოლურ ტივტივას 2, რომელიც ცურავს რგოლურ აბაზანაში 3, და მავთულის თანადერძული შტიფტი 4. აბაზანა 3 ევსება გაუქვინავი სითხით.

ტივტივას 2 ამწევი ძალის (50—60 კგ) ზეგავლენით მავთული 1 იჭიმება, იჭერს შვეულ მდებარეობას და ხდება იმ საბაზო ხაზად, რომლის მიმართ სრულდება საჭირო გაზომვები. სათავისის ზემოთ დაყენებულია საკოორდინატო მაგიდულა 5, რომელიც მიმაგრებულია დეფორმირებად ნაგებობაზე. შტიფტის 4 მდებარეობის შეცვლა საკოორდინატო მაგიდულას მიმართ მაჩვენებელია ნაგებობის ზემო ნაწილის დეფორმაციისა, ცხადია, იმ პირობით, რომ O წერტილი უძრავია.

გარდა ზემოხსენებულისა, დიდად გამოიყენება სიმების მიმართ გაზომვების მეთოდი (იხ. VII თავი).



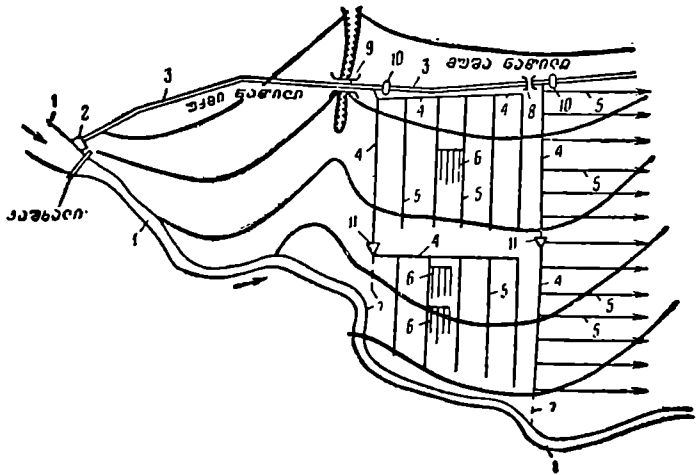
ნახ. 10.8.10.5.

გეოდეზიური სამუშაოები ჰიდრომელიორაციული მიმოკვლევების, დაპროექტების, გზანგებულების და ამსკლუატივის დროს

10. 9. 1. ზოგადი ცნობები მელიორაციის შესახებ.

მელიორაციას უწოდებენ მოქმედებათა ერთობლიობის სისტემას, რომელიც მიმართულია ნიადაგის მოსავლიანობის, ჰიდროგეოლოგიური და კლიმატური პირობების გაუმჯობესებისაკენ. საჭირო ღონისძიებები სრულდება ჰიდრომელიორაციული, გამწვანების, ხელოვნური მორწყვისა და ფხვიერი ქვიშების გამაგრების გზით. შორის წამყვანი როლი უჭირავს ჰიდრომელიორაციულ ღონისძიებას, სადაც შენდება ისეთი ნაგებობები, რომლებიც საშუალებას იძლევა შეიქმნას ნიადაგის აქტიურ ფენაში საჭირო სინესტე: ჰიდრომელიორაციული მშენებლობის ძირითადი ობიექტებია სარწყავი (ირიგაციული) და დამშრობი ნაგებობები.

სარწყავი მელიორაციის, ანუ მიწისზედა ირიგაციის, უზრუნველყოფელ წყაროებს წარმოადგენს მდინარეები, წყალსაცავები, ტბები და მიწისქვე-



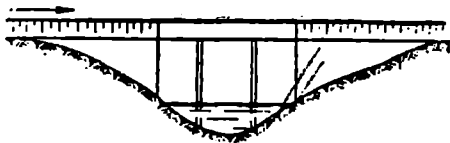
ნახ. 10.9.1.1.

შა წყლები. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კანონზომიერ განლაგებას წყლის მიღებისა და სარწყავ ტერიტორიებზე მიწოდებისათვის უწოდებენ სარწყავ სისტემას (ნახ. 1), სადაც განხილადი სისტემის წყლით მომარაგების წყაროა მდინარე 1; 2 — წყალსაკრები ნაგებობა (მაგალითად, წყალსაქაჩი სადგური); 3 — მაგისტრალური (ძირითადი) არხი; 4 — განმანაწილებელი და მეურნეობებს შორის არხები; 5 — დროებითი სარწყავები; 6 — გამომყვანი კვალე-

ბი; 7 — წყალგადამტეხები; 8 — ხილი; 9 — აკვედუკი; 10 — წყლის ნატბორის რაბები; 11 — სხვადასხვასაფხურიანი ვარდნილები.

იქ, სადაც არხი კვეთს გზებს, ხეობებს, წყალსადინარებს, აგებენ მილებს, აკვედუკებს (ნახ. 2), დიუქერებს და სხვა.

არხის ფსკერის პროფილის გადატეხის ადგილებში შენდება შემაუღლებელი ნაგებობა, როგორცაა საფეხურებიანი ვარდნილები (ნახ. 3), სწრაფსადენები, ხოლო არხის რეჟიმის რეგულირებისათვის აშენებენ წყალსაგდებ ნაგებობებს, არხის შეკეთების დროს ზედმეტი წყლის გასაშვებად არხების სახით ბუნებრივ დადაბლებებში აშენებენ წყალშემკრებ-გადასაგდებებს.

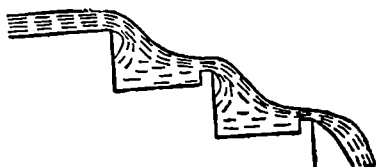


ნახ. 10.9.1.2.

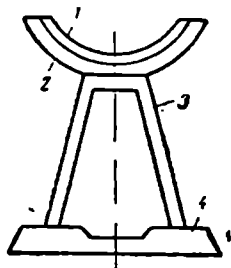
არასაიმედო ჰიდროლოგიურ ადგილებში იყენებენ ღარებით სარწყავ სისტემას. (4) ნახაზზე ნაჩვენებია ამ სისტემის პირაპირის რგოლი; 1 არის ღარი; 2 — უნაგირი; 3 — საყრდენი; 4 საძირკვლის ბლოკი.

საექსპლუატაციო ტერიტორიების უკეთ გამოყენების მიზნით, ნაცვლად ღია სარწყავი სისტემისა, აგებენ დახურულ სარწყავ სისტემას, სადაც ყოველი საჭირო ნაგებობა მიწისქვეშა ტრანშეებში ეწყობა მილების სახით; მაგისტრალური მილგაყვანილობის, მეურნეობათა შორის და შიგა სამეურნეო მილგაყვანილობის, სარწყავი მილგაყვანილობის სახით და სხვა.

ერთ-ერთი ნეტად საპასუხისმგებლო გეოდეზიური სამუშაოა ღია სარწყავი სისტემის ვერტიკალური დაპროექტების საკითხის სათანადოდ მოგვარება, რა-



ნახ. 10.9.1.3.



ნახ. 10.9.1.4.

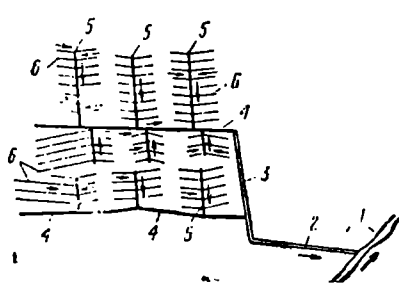
ზედაც დიდად არის დამოკიდებული სარწყავი სივრცეების ნიადაგების თანაბრად დატენიანება და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების ექსპლუატაციის ნაყოფიერება.

დამშრობი სისტემები, რომლებითაც ხდება ზედმეტად დატენიანებული მიწების გამოშრობა, შენდება ღია და დახურული სახის ღია

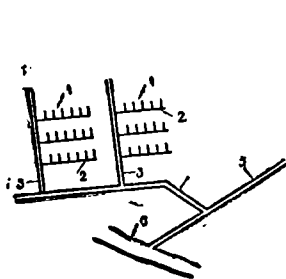
დამშრობი სისტემის ნიმუში მოყვანილია (5) ნახაზზე. განხილადი სისტემის ღია გამოშრობი არხები 6 წარმოადგენს მთავარ მარეგულირებელ ელემენტებს, რომლებიც გატარებული არიან რელიეფის იზოჰიფსებისადმი მანვილი კუთხეებით; მათთან შეერთებული შემკრები არხები 5 აწვდის ნიადაგიდან გამოწოვილ წყალს კოლექტორებს 4, ანუ მატრანსპორტირებელ არხებს, რომლებიც უერთდებიან მაგისტრალური არხის მუშა 3 უბანს და ამავე არხის ფუჭი (გამტარი) 2 უბნის საშუალებით უერთდებიან წყალმიმღებს 1 (მდინარე, ნაკადული, ხევი, ტბა).

ღია სისტემებს უფრო იყენებენ მინდვრებისა და ტყიანი ადგილების გამოსაშრობად. სახნავ-სათეს ტერიტორიებზე მას შეზღუდულად იყენებენ, რადგანაც ნაგებობები ხელს უშლის სახნავ-სათესი მექანიზაციის გამოყენებას.

დახურული გამოშრობი ქსელები, ანუ დახურულმილებიანი დრენაჟი, (ნახ. 6), წარმოადგენს ბეტონის ან თუნის მილებს 1, საიდანაც



ნახ. 10.9.1.5.



ნახ. 10.9.1.6.

ქარბი წყალი მიემართება დახურულ კოლექტორებში 2, იქედან კი — ღია კოლექტორებში 3; ამ უკანასკნელიდან კი სადრენაჟო წყალი მიემართება ღია არხებში 4, რომელთაც უწოდებენ მატრანსპორტირებელ შემკრებებს, რომლებიც უერთდებიან მაგისტრალურ არხს 5 ან უშუალო წყალმიმღებს 6 (მდინარე, ხევი, ტბა და სხვა).

ხშირად სისტემის ექსპლუატაციის დაწყებამდე ან ექსპლუატაციის დროს საჭირო ხდება წყალმიმღების, წყალგამტარიანობის გაზრდა მისი კალაპოტის ვალრამეებით, გაფართოებით ან გასწორახაზებით, რასაც უწოდებენ წყალმიმღების კალაპოტის რეგულირებას.

10. 9. 2. ჰიდრომელიორაციული მშენებლობისათვის მიმოხილვების არსი და დაპროექტების სტადიები

ჰიდრომელიორაციული მშენებლობის პროექტის შესადგენად მთელ სამელიორაციო ტერიტორიაზე სრულდება მიმოხილვითი სამუშაოები, აღნიშნული ტერიტორიის ტოპოგრაფიული, ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური მიმოხილვითი მასალები და რაიონის მიწათსარგებლობის ეკონომიკისა და მშენებლობის პირობების ცოდნა საჭიროა სამელიორაციო ტერიტორიის სასოფლო-სამეურნეო ათვისების პროექტის შესადგენად.

ჰიდრომელიორაციული მშენებლობისათვის ობიექტების დაპროექტება სრულდება ერთ ან ორ სტადიად. თუ სამელიორაციო ტერიტორია არ აღემატება

ბა 1 500 ჰექტარს, დაპროექტება ხდება ერთ სტადიად და ეწოდება ერთსტადიური პროექტი, ხოლო როცა ტერიტორია მოიცავს დიდ ფართობს, მაქინ სრულდება ტექნიკური და სამუშაო ნახაზები (იხ. IX ტომი).

ტექნიკური პროექტი ძირითადად ადგენს მშენებლობის ტექნიკურ შესაძლებლობას, ეკონომიკურ მიზანშეწონილობასა და ხარჯალრიცხვას. გარდა ამისა, ტექნიკური პროექტი უნდა იძლეოდეს ხათელ სურათს სამელორაციო ტერიტორიის საერთო ზოშებისა და მათი განაწილების შესახებ; სარწყავი სისტემების წყლით მომარაგების წყაროების შესახებ; დამშრობი სისტემების წყალმიღლებების შესახებ; საჭირო ენერჯითა და სამშენებლო მასალებით მშენებლობის მომარაგების შესახებ; ძირითადი ტექნიკური გადაწყვეტილებისა და დაპროექტებული ნაგებობების, მათი მოცულობებისა და მშენებლობის რიჯრიგობის შესახებ.

ამ ვეებერთელა სამუშაოების შესრულების პროცესში უაღრესად დიდი მოცულობის საყრდენ მასალას იძლევა საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოება, რომელიც ყველა სტადიასა და საქმიანობას თან ახლავს.

ჰიდრომელიორაციული მშენებლობისათვის საყირო საინჟინრო გეოდეზიური საქმიანობა შემდეგი სახის სამუშაოებს მოიცავს;

1. მშენებლობის ტერიტორიაზე გეგმური და სააგეგმეო სვლების აგება ტოპოგრაფიული აგეგმვებითურთ, ვერტიკალური დაგეგმარებისათვის ზედაპირის ნიველობის შესრულება, მდინარეების აგეგმვები და მათი დონეების ნიველობა, მდინარეების გაზომვითი სამუშაოები და კალაპოტის წყალმიღლებების რეგულირება;

2. საინჟინრო გეოლოგიური გამონამუშევრების მიბმები;

3. სარწყავი და დამშრობი სისტემების დაპროექტება და ადგილზე დაკვალეები;

4. ადგილზე დატბორვის საზღვრების დანიშვნა;

5. ჰიდრომელიორაციული ობიექტების მშენებლობის შესრულებითი გეგმის შედგენა და დაკვირვებების წარმოება მათ დეფორმაციებზე და მეწყარებზე.

10. 9. 3. ჰიდრომელიორაციული მშენებლობის ტარიტორიის ტოპოგრაფიული აგეგმვა

ჰიდრომელიორაციული მშენებლობის საქმეში რელიეფის აგეგმვის საყიობს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება, რადგანაც იგი განაპირობებს ირიგაციული და დამშრობითი სისტემების საჭირო სახეობას, დაპროექტების ხარისხს. მაგალითად, რელიეფის ქანობების განსაზღვრაში დაშვებული შეცდომა გამოიწვევს საპროექტო ქანობებისაგან მუშა ქანობების გადატრებს, რაც, თავის მხრივ, მოითხოვს საპროექტო სქემების შესწორებებს, როგორცაა არხების გეგმური გადაადგილება, პროფილებში დამატებითი გარდატეხები, ნორმაზე მეტად ჩაღრმავებები და სხვა. აღნიშნულის გამო რელიეფის ისეთი ელემენტები, რომლებსაც ჩვეულებრივი აგეგმვების დროს უყურადღებოდ ვტოვებდით, ამ შემთხვევაში უნდა შევიტანოთ ტოპოგრაფიულ გეგმაში. მაშასადამე, აგეგმვის დროს გენერალიზაცია დიდი ყურადღებით უნდა შესრულდეს. ჩვეულებრივ გეგმებთან შედარებით მნიშვნელოვნად იზრდება გეგმაზე დასაწერი ნიშნულების რაოდენობა; მაგალითად, 1:5 000 მასშტაბიანი გეგმის 1 კვადრ, ნაცვლად დადგენილი 5 ცალისა, აწერენ 20 ნიშნულს. ასევე იზრდება

სიხშირე სასიმალო საყრდენი პუნქტებისა 1 კვ.კმ-დან 2 რეპერამდე. ამავე დროს, მელიორაციული სისტემის ობიექტების გეგმურ მდებარეობებს დიდ საჭირო სიზუსტეს არ უყენებენ. ასე მაგალითად, სარწყავი კვლების სიგრძეების განსაზღვრაში დასაშვები შეცდომებია 3—4 მეტრი, დახურული ღრენაჟის ფიგურის განსაზღვრის შეცდომა შეიძლება აღწევდეს 2 მ. ზემოხსენებული და მრავალი სხვა თავისებურების გამო ტერიტორიის ოდენობებისა და რელიეფის ხასიათის შესაბამისად ნორმებით სამ ჭგუფად იყოფა საჭირო აგეგმვები:

1. 3 000 ჰექტარამდე მასივების ირიგაციისა და დაშრობისათვის უნდა შესრულდეს მენულოთი ან კომბინირებული აგეგმვა 1:5 000 მასშტაბში, რომლის კვეთის სიმაღლეა 0,5—1,0 მ. დაპროექტების მოხერხებულობისა და სალარტყო წერტილების დიდი სიხშირის გამო შეიძლება აგეგმვის მასშტაბი გამსხვილდეს 2,5-ჯერ, ე. ი. გამოვიყენოთ 1:2 000 მასშტაბი. სათავე წყალსაკრები ნაგებობების ტერიტორიები უნდა აიგეგმოს 1:1 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 0,5—1,0 მ;

2. 3000 ჰა-დან 10000 ჰა-მდე ტერიტორია უნდა აიგეგმოს კომბინირებული ხერხით 1:10 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 1 მ, წყალსაკრებისა, შემაუღლებელი და წყალსაგდები ნაგებობების ტერიტორიების აგეგმვის მასშტაბი უნდა იყოს 1:1000 — 1:2000, კვეთის სიმაღლე 0,5—1,0 მ;

3. 10 000 ჰა მეტი ტერიტორიის დაპროექტება უნდა მოხდეს 1:25 000 მასშტაბიან და 1,0 — 2,0 მ კვეთის სიმაღლის მქონე ტოპოგრაფიულ რუკებზე. მცირე ქსელის დაპროექტებისათვის უნდა შესრულდეს აგეგმვა 1:10 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 0,5 — 1,0 მ; სასიმალო საფუძველი უნდა შეიქმნას კვადრატების ხერხით ნიველობის შესრულებით უბნების ტიპების მიხედვით 100 — 500 ჰექტარამდე. ამ უბნების გეგმები უნდა შედგეს 1:1 000 — 1:2000 მასშტაბებში; კვეთის სიმაღლე 0,25—0,5 მ;

გარდა ზემოაღნიშნულისა, სარწყავი და დასაშრობი ტერიტორიების ოდენობების მიხედვით საჭიროა აიგეგმოს მაგისტრალური არხები 1:5 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 0,5 მ; წყალმიმღები და წყალსაკრების ნაგებობების ტერიტორიები 1:1 000—1:2 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 0,5 მ; ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტერიტორიები 1:500—1:2 000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლე 0,5—1,0 მ და ტერიტორიებზე არსებული მდინარეები და მათზე აგებული ნაგებობები.

10. 9. 4. მდინარეების აგეგმვები და წყალმიმღების მარაგულირებელი კალაოტის ტრასირება

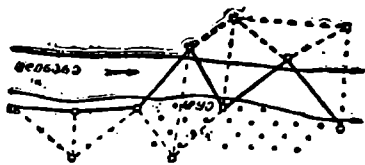
იმისათვის, რომ მდინარე გამოვიყენოთ ირიგაციის წყაროდ ან დამშრობი ქსელის წყალმიმღებად, საჭიროა მდინარის მენულოთი ან ტაქტომეტრიული აგეგმვები, მისი დონის ნიველობა და სიღრმეების გაზომვა აგეგმვების პროექტში საჭიროა მივიღოთ მონაცემები მდინარის ჰალის გეგმის შესადგენად; გრძივი ქანობის შესადგენად და განივი კვეთების ფორმების შესადგენად.

მდინარის აგეგმვისათვის სრულდება მაგისტრალის თეოდოლიტური სვლა (ნახ. 1) მდინარის ერთ ნაპირზე, მაგრამ, როგორც ვხედავთ, ტყე და ბუჩქნარი ხელს გვიშლის ხაზოვანი და კუთხური გაზომვების დროს. ამ მიზეზით სვლის წვეროები გადატანილ იქნა მდინარის მეორე ნაპირზე ისე, რომ სვლის გვერ-

დები ადგენს მდინარის ფარვატურთან (უხიფათო გემოსვლის ხაზთან) ბლაგვ კუთხეს.

სააგეგმვო საფუძვლის გახშირება შესრულებულია მდინარის ორივე მხარეზე კუთხური გადაკვეთების მეთოდით.

3 კილომეტრზე უგრძესი თეოდოლიტური სვლა ღია ადგილებში შეიძლება შეიცვალოს 1-დან მე-2 თანრიგის ტრიანგულაციით, ხოლო დასახლებულ ადგილებში მოკლებაზისიანი პოლიგონომეტრით ან უღიაგონალოდ ოთხკუთხედების რიგით. მაგისტრალური სვლის გასწვრივ ინიშნება პიკეტები და ნიველდება, ხოლო მახასიათებელ ადგილებში. როგორცაა კალაპოტის წრფივი უბნის სათავე და ბოლო, კალაპოტის შევიწროებისა და გაფართოების ადგილები, ჩქერები. ფარვატურის მოხვევის ადგილები, ნიშნავენ და ანიველებენ განივკვეთებს.



ნახ. 10.9.4.1.

სასიმალო საფუძვლის ნიშნულები ისაზღვრება IV კლასის გეომეტრიული ნიველობით, განივკვეთების ნიველობის დროს ლარტყას აყენებენ შემდეგ წერტილებზე (ნახ. 2): 1 — მაღალი წყლების პორიზონტზე; 2 — კალაპოტის ორივე მხარის კიდეზე; 3 — წყლის კიდეზე; 4 და 5 — მდინარის ფსკერზე (არანაკლებ ორი წერტილისა).

თუ მდინარეს იყენებენ დაშრობის სისტემის წყალმიღებად, დამატებით ნიველდება კალაპოტის ზეინულის წერტილები 2'. რომლებიც იცავენ მდინარის რიყეს წყალდიდობის დროს დატბორვისაგან. გარდა ამისა, ყოველ 20 მეტრზე ნიველდება კალაპოტის ზეინულისა და მაღალი წყლის პორიზონტის წერტილები. განივებს შორის წერტილები იზომება ძაფებიანი მანძილმზომებით. მცირე მდინარეების აგეგმვები სრულდება თეოდოლიტური სვლიდან მართობების, პოლარული და კუთხური გადაკვეთის მეთოდებით. ასეთი მდინარის ნიველობა და გაზომვითი სამუშაოები სრულდება ადრე განხილული მეთოდებით.

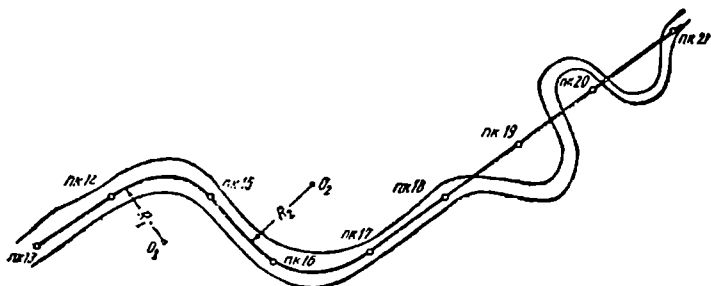


ნახ. 10.9.4.2.

მარგულირებელი მდინარის კალაპოტის ახალი გასწორებული ტრასით შეცვლის დროს ახალ ტრასაში რთავენ მდინარის ძველ კალაპოტს (ნახ. 3).

დაწყებული მდინარის შესართავიდან ტრასას სარავენ და ყოველი ვაწრფეებული მონაკვეთის ბოლოებს ამაგრებენ სვეტებით. მდინარის სიღრმის მიხედვით დასარვა სრულდება კალაპოტში სვლით ან ნავით. ტრასაზე იკვალება პიკეტები, გვერდითი არხების შესართავეები და არსებული ნაგებობების ლერძები, მაგრდება პლუს წერტილებით. იმ უბნებში, სადაც ახალი ტრასა არ შეიძლება

იყოს წრფივი, მიზანშეწონილია კლაკნილი ტრასის დანიშვნა. მის ორივე მხარეში სვამენ სათანადო რადიუსის მქონე მრუდებს და აერთებენ წრფივი მონაკვეთით (ნახ. 3).

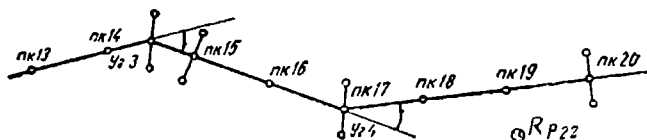


ნახ. 10.9.4.3.

10. 9. 6. სარწყავი და დამაშრობელი სისტემების ელემენტების დაკრომეტირებისა და დაკვალვებისათვის საშირო გამოდგიური საშუალება

სარწყავი და დამაშრობელი არხების ძირითად ელემენტებს, როგორცაა მაგისტრალური, განმანაწილებელი, მატრანსპორტირებელი და სხვა მიმართულებები, ირჩევენ რამდენიმე ვარიანტად 1:5 000 — 1:10 000 მასშტაბიანი და 0,5 — 2,5 კვეთის სიმაღლის მქონე ტოპოგრაფიული გეგმებიდან.

კამერული ტრასირების დროს ნიშნავენ არხის ტრასის ქანობს, ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და საქაჩავი სადგურების მიახლოებით მდებარეობებს და



ნახ. 10.9.5.1.

ყოველი ვარიანტისათვის ანგარიშობენ მიწის საშუალოების მოცულობებს ვინკლერის (10. 2. 2. 8) ფორმულით.

არხის ტრასის საბოლოო ვარიანტს იღებენ ყველა ვარიანტის ადგილზე გამოკვლევის შემდეგ.

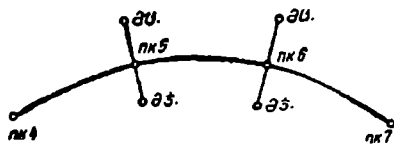
რუკიდან ტრასის მოხვევის კუთხეების გრაფიკულად განსაზღვრული კოორდინატებით ანგარიშობენ ტრასის წრფივი მონაკვეთების სიგრძეებს (2. 6. 1. 7) ფორმულით.

საველე ტრასირების (იხ. 10. 3) პროცესში არხის შესართავიდან მისი ტრასის მიმართულებით აგებენ თეოდოლიტურ სვლას, ანუ ამზადებენ ნიველირსავალს, პიკეტებისა და მრუდების დაკვალვის სახით. სააგეგმო პუნქტებს აბამენ საყრდენი (გეგმური) გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებს. მიწის საშუალო

ების ზონის გარეთ ერთმანეთისაგან 5 კმ მანძილზე ამაგრებენ გრუნტის რეპერებს. ტრასის ყველა მოხვევის კუთხეს და ერთმანეთისაგან 500 მეტრამდე დაშორებულ პიკეტებს ამაგრებენ გასწვრივობის წერტილებით ტრასიდან დაახლოებით 20—50 მ დაშორებით. (1) ნახაზზე მოყვანილ ტრასაზე დამაგრებულია გასწვრივობის წერტილები: 3 და 4 მოხვევის კუთხე და 13 და 20 პიკეტი.

ტრასის ყოველ პიკეტზე და მახასიათებელ წერტილებზე აგებენ განივ ჰორიზონტალურ იმისათვის, რომ სანიველე ღერძის შემზადების დროს მრუდზე გადატანილ პიკეტზე ავად მრუდის მართობი განივი ჰორიზონტი, მასზე უნდა დაიცონ ტრასის თეოდოლიტი და გაიზომოს მოსაზღვრე პიკეტებს (პუნქტირით ქორდებს) შორის კუთხე. ამ კუთხის ბისექტრისა იქნება განხილად პიკეტზე გატარებული მრუდისადმი ნორმალური ჰორიზონტი (ნახ. 2).

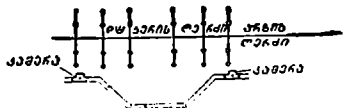
დანარჩენი ანუ უმცროსი რიგის არხების, როგორცაა დამაშრობლები, განმანაწილებლები, მეურნეობებს შორის, შიგა სამეურნეო და სხვა, დაკვალვები სრულდება რუკებიდან ამოღებული კუთხეებითა და სიგრძეებით, რომელთაც ეს არხები ადგენენ ახალი არხის ღერძებთან.



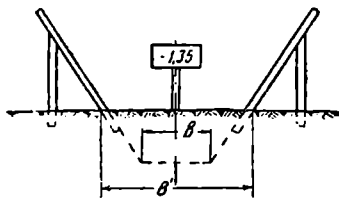
ნახ. 10.9.5.2.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ღერძების ადგილზე გადატანა ხდება ახალი არხის წერტილებიდან. (3) ნახაზზე მოყვანილია დიუქერის (გზის ქვეშ გამავალი არხის) კამერების ღერძებისა და მისი პროფილის ტეხილობის (მახასიათებელი) წერტილების დამამაგრებელი გასწვრივობის წერტილების დაკვალვის ნიმუში.

ადგილზე გადატანილი ტრასის ყველა პუნქტის ნიველობა სრულდება IV კლასის გეომეტრიული ნიველობის მეთოდით. ნიველობის შედეგად ადგენენ პროფილს, რომლის ჰორიზონტულ მასშტაბს იღებენ 1:5 000 — 1:10 000 და



ნახ. 10.9.5.3.



ნახ. 10.9.5.4.

ვერტიკალურს 1:100. ამ პროფილზე გადააქვთ არხის ფსკერის და წყლის ნორმალური ჰორიზონტის საპროექტო ხაზები, ჭებირები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ადგილი და სახეობები; უჩვენებენ არხის ტიპურ კვეთებს და ბოლოს საზღვრავენ მიწის სამუშაოების მოცულობებს (იხ. 10. 2).

არხების მშენებლობის დროს დაკვალვითი სამუშაოების სფეროში შედის თხრილების საზღვრების ადგილზე გადატანა და ღრობებითი ნიშნებით დამაგრება; საგანგებო შაბლონებით ფერდობების დაქანებების განსაზღვრა. ასე, მაგალითად, (4) ნახაზზე ნაჩვენებია ვაკე ადგილზე თხრილის დაკვალვის ნიმუში.

არხის ღერძიდან პერპენდიკულარულად იღებენ კიდეებს შორის b' მანძილს, რომლის ოდენობა განისაზღვრება (10. 2. 2. 4) ფორმულით

$$b' = b + 2hm.$$

ნაპირის დანიშნულ წერტილებზე ასობენ ხის პალოებს და აყენებენ შაბლონს, რომელიც ფერდობის დაქანებას იძლევა. შუა ადგილზე მოთავსებულ დაფაზე აწერენ სამუშაო ნიშნულს (ნახაზზე — 1,35).

როცა საჭიროა დაფერდებულ ადგილებში თხრილის დაკვალვა, მაშინ ყოველივე უნდა შესრულდეს (10. 2. 2. 2) მაგალითის შესაბამისად. ამ შემთხვევაში ფერდობის დაქანებებს შაბლონით აჩვენებენ თარაზოს დახმარებით.

ღერძებით შექმნილი სარწყავი ქსელის მშენებლობის დროს უპირველესი მოთხოვნაა უნაკლოდ შესრულდეს ლარული რგოლის, ხიმიჩებიანი საყრდენებისა და მათი საძირკვლების მონტაჟი (ნახ. 10. 9. 1. 4). არხების განივი კვეთების ადგილზე დაკვალვის დასაშვები შეცდომები უნდა იყოს ისეთი, რაც მიღებულია მიწის სამუშაოების განსაზღვრის დროს — ოდენობა ± 50 მმ. ლარული არხის დაკვალვის გეგმური შეცდომა (საპროექტოდან გადახრა) არ უნდა აღემატებოდეს ± 20 მმ, ხოლო სიმაღლეებისა ± 10 მმ.

ტრასის ერთი რგოლის, ანუ ყოველი 8 მეტრის სიგრძეზე, ლარის ქვეშ ფილის სახით ეწყობა საყრდენი ხიმიჩების საძირკვლების განივი ღერძები. საპროექტო მანძილები მათ ცენტრებს შორის შეიძლება დაიკვალოს ± 5 მმ შეცდომით. ასეთივე ოდენობის შეცდომა დასაშვებია ფილის სასიმაღლო მდებარეობაში.

საძირკვლების ცენტრებიდან კვალავენ ქვაბულებს, რომელთა ფსკერი უნდა შანდაკდებოდეს ± 20 მმ შეცდომით. ცნობილი წესით ქვაბულის გარშემო აგებულ ფარგსაკვალზე თეოდოლით გადააქვთ საძირკვლების ღერძები. საყრდენი ხიმიჩების მონტაჟი კონტროლდება თეოდოლით. საყრდენი ხიმიჩის ზემო ნაწილის გადახრა ვერტიკალიდან დასაშვებია არა უმეტეს ± 15 მმ.

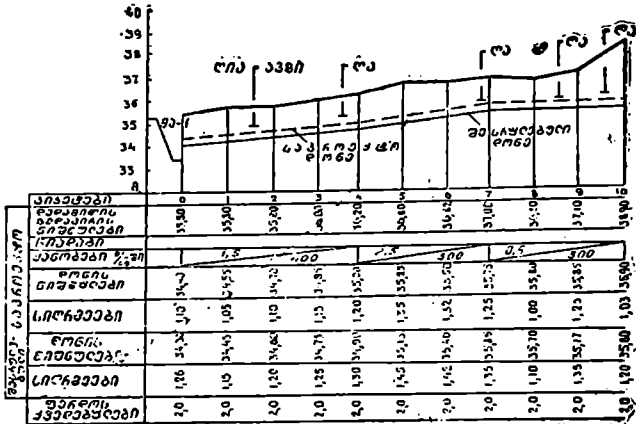
დამონტაჟებული ლარული სარწყავი არხის შესრულებითი აგეგმვით კონტროლდება ხიმიჩოვანი საყრდენების გასწვრივობის სისწორე და ნიველობით კი მოწმდება საყრდენებზე დაყენებული უნაგირების სისწორე.

დახურული სადრენაჟო ქსელის ნატურაში გადატანა იწყება კოლექტორების საველე ტრასირებით. ყოველი მათგანის ღერძის გასწვრივ (რაც საბოლოოდ იქნება მომავალი ტრანშეა) აწარმოებენ პიკეტაჟს იმ ანგარიშით, რომ პიკეტაჟი ემთხვეოდეს ღრენის (მიწისქვეშა დამშრობი არხის) ნაპირს. ეს მანძილები დაახლოებით ოც-ოცი მეტრია ტრასის კოლექტორზე, თანახმად პიკეტაჟისა, კვალავენ სამეთვალყურე ჰების ცენტრებს და პროექტით დანიშნულ კუთხეებში ნიშნავენ ცალკეული ღრენების მიმართულებებს. ამ ღრენებიდან გადაზომვებით იკვალება შუალედი ღრენების ღერძები. ღრენებს შორის განაზომი მანძილების საპროექტოდან გადახრა დასაშვებია $\pm 1,0$ მ, ხოლო პარალელურ ღრენების ბოლოების ურთიერთგადახრა არ უნდა აღემატებოდეს ღრენის სიგრძის 1:500.

დახურული ღრენაჟის მშენებლობის დამთავრების შემდეგ სრულდება კოლექტორებისა და ღია გამტარი არხების შესრულებითი ნიველობა. ფაქტობრივი ნიშნულების გადახრა საპროექტოდან მიღების ბოლოებში არ უნდა აღემატებოდეს ± 15 მმ, ხოლო ღრენისათვის დასაშვებია ± 30 მმ. (5) ნახაზზე მოცემულია მატრანსპორტირებელი შემკრების შესრულებითი პროფილი, რომელ-

ზედ მ შ ნიშნავს მატრანსპორტირებელ შემკრებს; დ კ — ღია კოლექტორს; მა — მაგისტრალურ არხს.

უკანასკნელ ხანებში აეროფოტოაგეგმვების მასალების გამოყენების შედეგად მნიშვნელოვნად მცირდება საველე ტრასირების სამუშაოები. სარწყავი და გამომშრობი სისტემების პროექტები მზადდება მსხვილმასშტაბიან აეროსურათებზე, სტერეოხელსაწყოების საშუალებით. ფოტოგრამმეტრიული და-



ნახ. 10.9.5.5.

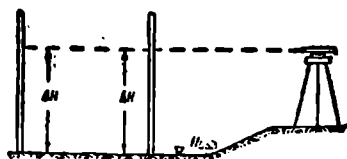
ბუშაგების შემდეგ ფოტოსურათებზე აღგენენ არხების გრძივ და განივ პროფილებს და საზღვრავენ მიწის სამუშაოების მოცულობებს. საველე ტრასირება ხორციელდება ფოტოაგეგმვების მონაცემების ჩაზოვანი გადაზომვებით ადგილის კარგად ამოცნობილი კონტურებიდან ტრასის წერტილებამდე.

10. 9. 6. მოსარწყავი ადგილების ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტის აღრიცხვა გაღატანა

ცნობილი ხერხით, ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტის შესაბამისად, კვადრატის ყოველ კუთხეზე ასობენ პალოს, რომელზედაც წაწერილია სამუშაო ნიშნული. მიწასათხრელი მანქანებით მოშანდაკებითი სამუშაოების დამთავრების შემდეგ სრულდება შერჩეული წერტილების ნიველობა. ასე, მაგალითად, როცა მოშანდაკება შესრულებულია ჰორიზონტულ სიბრტყეში, ყოველი წერტილის ნიშნული უნდა იყოს ერთნაირი, მაშასადამე, ნებისმიერ წერტილში (ჩვეულებრივ, კვადრატის შუაში) დადგმული ნიველირით ნებისმიერ წერტილში შეეუღლად დაყენებულ ლარტყაზე ΔH ანათვალი უნდა იყოს მუდმივი, რომლის ოდენობა ისაზღვრება ინსტრუმენტის H ჰორიზონტის და მოშანდაკების საპროექტო $H_{სა}$ ნიშნულის სხვაობით (ნახ. 1).

რელიეფის თავისებურების გამო საჭირო თუ გახლან ნაწილობრივი მოშანდაკება, აწარმოებენ დრეებითი სარწყავი არხების ტრასების მოშანდაკებას.

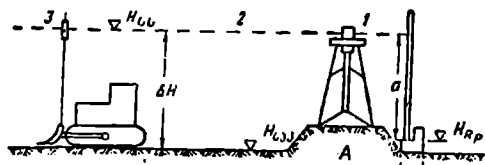
ანისათვის კი ამ ტრასაზე კვალავენ და IV კლასის მოთხოვნებით ანიველებენ ძირითად (100 მეტრიან) და შუალედ (მანასათებელ) პიკეტებს, რომლებიც დაყენებული არიან დაახლოებით ოც-ოც მეტრ მანძილებზე. ადგენენ პროფილს 1:2000 ჰორიზონტულ და 1:100 — 1:150 შვეულ მასშტაბებში. პროფილზე საპროექტო ხაზს ატარებენ ძირითად (100 მ) პიკეტებს შორის,



ნახ. 10.9.6.1.

ისე, რომ არ მივიღოთ შებრუნებული ქანობები, უზრუნველყოფილი ვიყოთ ყოველი მიმართულებით ქანობების ერთსახეობით, საჭირო იყოს მიწის სამუშაოების მინიმალური რაოდენობა და დაცული იყოს ნულოვანი ბალანსი. აგრეთვე, უპირველი პიკეტის ნიშნულ 5 სმ დაბლა უნდა იყოს წყალგამანაწილებლების წყლის ნორმალურ ჰორიზონტთან შედარებით; ამ უკანასკნელი პირობის დაცვა საჭიროა, რომ წყალი შევიდეს დროებით სარწყავ არხებში.

პილრომელიორაციული მშენებლობის დარგში ამ უკანასკნელ ხანებში დაინერგა ადგილის ჰორიზონტულად მოშანდაკების გეოდეზიური კონტროლის ავტომატიზებული მეთოდი ლაზერის სისტემის დახმარებით. ერთ-ერთი მათგანის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მოსამზადებელი უბნის A წერტილში (ნახ. 2) აყენებენ გამომსახვარს 1, რომელიც იარაღის ზემო ნაწილის ბრუნვით ჰქმნის სრული კუთხის შესაბამის საყრდენ სიბრტყეს (სს) 2 დონეზე. ტერიტორიაზე მომუშავე ყოველ მიწასათხრელ მანქანაზე დაყენებული ფოტომომღები 3, საპროექტო ზედაპირიდან საყრდენ სიბრტყემდე ვერტიკალური ΔH მანძილი გამოითვლება ფორმულით:



ნახ. 10.9.6.2.

$$\left. \begin{aligned} \Delta H &= H_{სს} - H_{სა} \\ H_{სს} &= H_{R_p} + a \end{aligned} \right\} \quad (10.9.6.1)$$

სადაც H_{R_p} არის რეპერის ნიშნული; a — რეპერზე დაყენებულ ლარტყაზე ანათვალი;

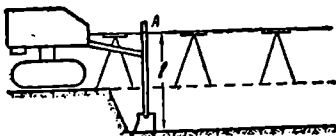
$H_{სს}$ — საყრდენი სიბრტყის ნიშნული, ანუ ინსტრუმენტის ჰორიზონტი;

$H_{სა}$ — საპროექტო მოსამზადებელი სიბრტყის ნიშნული.

ისევე, როგორც ნიველირით მუშაობის დროს, აქაც ადგილი სწორად მოშანდაკებულად ჩაითვლება, თუ სრული კუთხის შესაბამისად ყოველ წერტილზე მყოფ მიწასათხრელ მანქანაზე დაყენებულ ფოტომომღებზე ფიქსირებული

ქნება ლაზერის სხივის მუდმივი ΔH დაშორება საპროექტო (მოშანდაკებული) ზედაპირიდან.

დახრილ სიბრტყეში ტრანშეის გაყვანის დროს გამოიყენება საკოპირო გვარლით კონტროლი (ნახ. 3). ყოველი ტრანშეის ღერძის პარალელურად კვალვენ კოლექტორისათვის შერჩეული ჭანობით ხაზს. ამ ხაზის გასწვრივ ყოველ 10 მეტრზე ნიველირით ასობინებენ სვეტებს ერთსა და იმავე სიმაღლეზე, რომელზეც ჰიმავენ მავთულს, მას უწოდებენ საკოპირო გვარლს. ყოველი სვეტის თავის ნიშნული ტოლი უნდა იყოს შესაბამისი წერტილის საპროექტო (ტრანშეის ძირის) ნიშნულისა და მუდმივი L სიგრძის ჯამისა. L სიგრძე შეესაბამება ექსკავატორის სახელურის A შტრიხიდან ექსკავატორის ჩამჩის კბილებამდე მანძილს.



ნახ. 10.9.6.3.

კონტროლის აზრი ის არის, რომ მუშაობის დროს ყოველთვის ექსკავატორის სახელურის A შტრიხი უნდა უთავსდებოდეს დაჭიმულ საკოპირო გვარლს.

10. 9. 7. მეწყრებით გამოწვეული გადანაცვლებების გეოლოგიური მეთოდებით გამოვლენა

ჰიდრომელიორაციული სამუშაოებით გამოწვეული გრუნტების წყლების რეჟიმის დარღვევისა და ნიადაგების ფიზიკური მდგომარეობის შეცვლის შედეგად ხშირად ჩნდება მეწყრული მოვლენები, ანუ სიძიმის ძალის გავლენით მიწის მასივების დაბალი ადგილებისაკენ გადანაცვლებები. მეწყრული მოვლენებით აგებული ნებისმიერი ობიექტის დანერგვისაგან დაცვა უაღრესად საპასუხისმგებლო საქმეა დედამიწის შემსწავლელი მრავალი დარგისათვის, განსაკუთრებით კი საინჟინრო გეოლოგიისა და საინჟინრო გეოდეზიის სამეცნიერო დარგების მუშაკთათვის.

ამ პარაგრაფში განვიხილავთ პრაქტიკაში მიღებულ ცალკეული მიმართულებების სახეშეცვლილ მეთოდს, ანუ მეწყრებზე დაკვირვების დიფერენციალურ მეთოდს.

გეოლოგიური აგებულების მონაცემების შესაბამისად, მეწყრების მოქმედების ზონაში აყენებენ მარტივი კონსტრუქციის საკონტროლო, ანუ მეწყრების ნიშნებს. ამ ნიშნების გარშემო აყენებენ საყრდენი პუნქტების ქსელს, რომლის ნიშნები დაყენებული უნდა იყოს ძირითადი ჭანების გამოსასვლელებში, მიწის ზედაპირიდან გრუნტის წყლებამდე არაუღრმეს 3 მეტრისა. ჩვეულებრივ, ესენია ტრიანგულაციის ცენტრები, რომელთა ნიშნულები განსაზღვრულია გეომეტრიული ნიველობით.

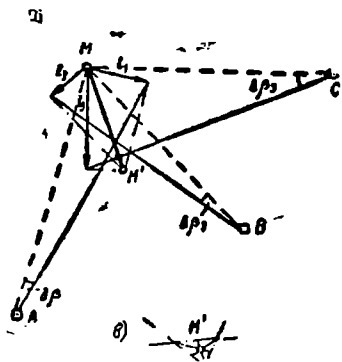
შემდეგ პერიოდულად საზღვრავენ ყოველი საკონტროლო (მეწყურების) ნიშნის (მარკის) მდებარეობას არანაკლებ სამი საყრდენი პუნქტიდან, რისთვისაც რამდენიმე სეკუნდის სიზუსტით ზომავენ თარაზულ $\Delta\beta_1, \Delta\beta_2, \Delta\beta_3$ კუთხეებს საყრდენ ხაზებსა და მდებარეობის. ანუ საკონტროლო ნიშნებზე მიმართების ხაზებს შორის.

გაზომვების დამთავრების შემდეგ მილიმეტრულაზე მსხვილ მასშტაბში (ვთქვათ, 1 : 5 000) ნიშნავენ საყრდენ A, B, C პუნქტებს (მათი კოორდინატებით) და საკონტროლო M ნიშანს (ნახ. 1). გრაფიკულად საზღვრავენ მდებარეობის (საკონტროლო ნიშნებზე ხაზების) $L_1 = AM; L_2 = BM; L_3 = CM$ ხაზების სიგრძეებს. კუთხეების პორიზონტული განაზომი $\Delta\beta_i$ განაზომების საშუალებით ანგარიშობენ მდებარეობის L_i ხაზების გადაადგილებების l_i ვექტორებს ფორმულით

$$l_i = \frac{\Delta\beta_i''}{\rho''} \cdot L_i, \quad (10.9.7.1)$$

სადაც $\rho = 206265''$ არის რადიანი.

მდებარეობის სამივე ხაზის ბოლოში (M წერტილი) აგებენ მართობულად



ნახ. 10.9.7.1.

l_1, l_2, l_3 გადანაცვლების ვექტორების ოდენობებს მიღებულ მასშტაბში ნიშნების შესაბამისად, რაც დგინდება $\Delta\beta_i$ კუთხის ნიშნის მიხედვით; მაგალითად, როცა $\Delta\beta_i > 0$ ($\Delta\beta_1$) ვექტორი l_i დადებითია და უნდა გადაიზომოს მდებარეობის ხაზის მარჯვნივ (l_1), ხოლო როცა $\Delta\beta_i < 0$, ($\Delta\beta_2$ და $\Delta\beta_3$) ვექტორი l_i უარყოფითია და უნდა გადაიზომოს მდებარეობის ხაზის მარცხნივ (l_2 და l_3). l_1, l_2, l_3 ვექტორების ბოლოებში შესაბამისად ატარებენ L_1, L_2, L_3 მდებარეობის ხაზების პარალელურ ხაზებს, რომელთა გადაკვეთით მივიღებთ გადანაცვლებულ

ბულ (ახალ მდებარეობას) M' წერტილს. MM' ვექტორი იქნება M წერტილის სივრცობრივი გადაადგილების გამომსახველი.

საერთოდ, უცილობელი შემთხვევითი შეცდომებისა და l_i ვექტორების არაზუსტად გატარების შედეგად შეიძლება M' წერტილის ნაცვლად მივიღოთ შეცდომის სამკუთხედი (ნახ. 1^ბ). მაშინ M' წერტილს სვამენ ამ სამკუთხედის სიმძიმის ცენტრში, ანუ სამკუთხედის მედიანების გადაკვეთის წერტილში.

დაკვირვებების სრული ციკლის დამთავრებისთანავე საყრდენ პუნქტებს საკონტროლოდ ზომავენ, რითაც მოწმდება მათი მდებარეობის სისწორე სხვა საიმედო პუნქტების მიმართ.

გეოდეზიური სამუშაოები საგზაო-სატრანსპორტო მშენებლობისათვის

10. 10. 1. საგზაო მიმოკვლევები და საგზაო ტრასირების აღგენა

განხილადი თავის სრულყოფილად ათვისებისათვის აუცილებელია გულ-დასმით გადავხედოთ (8. 8), (9. 8), (10, 3) თავებს.

რთული რელიეფის შემთხვევის დროს ასრულებენ სტადიების წინა მიმოკვლევებს პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მიზნით; დეტალურ მიმოკვლევებს ტექნიკური პროექტის შესადგენად და წინა სამშენებლო მიმოკვლევების სამუშაო ნახაზების შესადგენად.

გზების ტრასირებისათვის ხელმძღვანელობენ (1) ცხრილში მოყვანილი პარამეტრებით.

დასახელება	ც ხ რ ი ლ ი 10.10.1.1				
	გზების კატეგორიები				
	I	II	III	IV	V
ს ა ა ვ ტ ო მ ო ბ ი ლ ო გ ზ ე ბ შ ი					
ა. ძირითადი გრძივი უდიდესი ქანობები (%) .	30	40	50	60	70
ბ. ძირითადი თარაზული მრუდის უმცირესი რადიუსი (მ)	1000	600	400	250	125
გ. ძირითადი ვერტიკალური მრუდის მინიმალური რადიუსი (მ):					
ამოზნევილი	25000	15000	1000	5000	2500
ხაზნევილი .	8000	5000	3000	2000	1500
რ კ ი ნ ო გ ზ ე ბ შ ი					
ა. სახელმძღვანელო ქანობი (%)	15	15	20	—	—
ბ. თარაზული მრუდების რადიუსი (მ):					
უდიდესი	4000	4000	4000	—	—
უმცირესი (რეკომენდებულები)	1200	800	600	—	—
გ. ვერტიკალური მრუდების რადიუსები (რეკომენდებულები) (მ)	10000	10000	5000	—	—

მცირე რადიუსის მქონე მრუდებზე ზღვრულ დასაშვებ ქანობს ამ ცი-რებენ რკინიგზებზე. ქანობის ეს შემცირება, Δ_i პრომილებში გამოსახუ-ლი, ისაზღვრება ფორმულით

$$\left. \begin{aligned} \Delta_i &= \frac{700}{R} \\ \Delta_i &= \frac{12,2\text{მ}}{K} \end{aligned} \right\} \text{ან} \quad (10.10.1.1)$$

სადაც R , მ , K , შესაბამისად, არის მრუდის რადიუსი, მოხვევის კუთხე

და სივრცე, მაგალითად, როცა სახელმძღვანელო ქანობი $i_{\Sigma} = 20\%$, მაქსიმალურად დასაშვები i ქანობი $R = 700$ მ მრუდისათვის იქნება

$$i = i_{\Sigma} - \Delta_i = 20 - \frac{700}{700} = 19\% \quad (10.10.1.2)$$

სადგურებისათვის, ასაქცევებისა და ლიანდაგების მსხვილი პარკებისათვის მოედნის, როგორც წესი, აძენებენ წრფივ ჰორიზონტულ ტერიტორიაზე: მხოლოდ, როგორც გამონაკლისს, მძიმე პირობებში ასაქცევებსა და შუალედ სადგურებს განლაგებენ იმ დახრილ უბნებზე, რომელთა ქანობი არ აღემატება 2,5%, მრუდები იქნება ცალ მხარეზე მაგისტრალური გზებისათვის არანაკლებ 1 000 მ რადიუსით და ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებისათვის კი არახაკლებ 600 მ.

ტრასებს უშუალოდ აღადგენენ სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე. ტრასის აღდგენით სამუშაოებში შედის:

1. პიკეტაჟის აღდგენა, ხაზებისა და კუთხეების ინსტრუმენტით საკონტროლო გაზომვა და მრუდების დეტალურად დაკვალვა.

2. პიკეტაჟის საკონტროლო ნიველობა, ქსელის მუშა რეპერების დამატებითი გაზომვები;

3. ტრასის დამაგრება ადგილზე მიწის სამუშაოების ზონის გარეთ გასწვრივობის წერტილების გატანის გზით.

აღდგენილად ითვლება ტრასა, თუ ის საველე ტრასირების შედეგად საბოლოოდ შერჩეული და ადგილზეა დამაგრებული (10. 3) თავში მიღებული წესით. ამავე დროს იყენებენ შემდეგი სახის სამუშაო პროექტის მონაცემებს: ტრასის გეგმასა და პროფილს; წრფეებისა და მრუდების უწყისის და ტრასის დამაგრების სქემას (იხ. 8. 8 თავი).

ტრასის აღდგენის დროს შეიძლება მოხდეს მისი ნაწილობრივი კორექტირება ობიექტების განლაგებაში მიწის სამუშაოებისა და ნაგებობათა მდგრადობის გაზრდის თვალსაზრისით. მაგალითად, შეიძლება ზოგიერთი უბნის გასწორება გეოლოგიურად უკეთესი გადასასვლელის ან ასაქცევის შერჩევის შედეგად; ხელოვნური ნაგებობების უკეთ განლაგება; მრუდების რადიუსების და გრძივი პროფილების ქანობების ნაწილობრივი შესწორება და სხვ.

ყველა შესწორებები უნდა შეეიტანოს პროექტში, რომელიც სასწრაფოდ მშენებლობის დაწყებამდე უნდა გადაეცეს საპროექტო ორგანიზაციას.

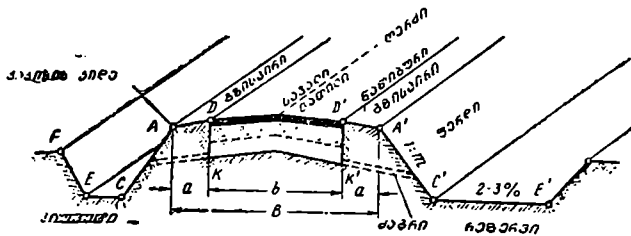
10. 10. 2. გზის ვაკისის დაკვალვა

ა. გზისგანიში 'პროფილი

ს ა ა ვ ტ ო მ ო ბ ი ლ ო გ ზ ი ს ვ ა კ ი ს ი შედგება ს ა ვ ა ლ ი ნ ა წ ი ლ ის ა გ ა ნ, გ ზ ი ს პ ი რ ის ა გ ა ნ, ფ ე რ ლ ო ბ ე ბ ის ა გ ა ნ. და კ ი უ ვ ე ტ ე ბ ის ა გ ა ნ, ანუ წყალსარინი თხრილებისაგან (ნახ. 1).

გზის კატეგორიის მიხედვით სავალი ნაწილის სიგანე შეიძლება იყოს 6 — 15 მ. სავალი ნაწილის გამაგრების მიზნით გზის ორივე მხარეზე ჰქმნიან გზის პირებს 2—3,75 მ სიგანით. გზის პირებზე მიმხრობილია ფერდობები. გზის პირისა და ფერდობების გამყოფ ხაზს ეწოდება საგზაო ვაკისის კიდე. კიდეზე

აწერენ გრძივი პროფილის საპროექტო (წითელ) ნიშნულებს. სავალი ნაწილი ეწყობა ხელოვნური (ბეტონის, ქვის და სხვა) ფენილით. ამ ფენილის მოწყობის მიზნით საგზაო ვაკისზე ქმნიან მიწის სპეციალურ $DKK'D'$ ვარცლს. ნაღებების სწრაფად გაშვების მიზნით საგზაო ვაკისის განივკვეთის შუიდან ვაკისის კილისაკენ აძლევენ ქანობებს. ქანობების ოდენობებს ირჩევენ ფენილის ტიპის შესაბამისად. მაგალითად, ცემენტის ბეტონით და ასფალტბეტონით

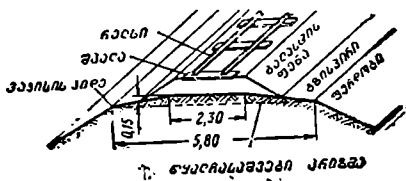


ნახ. 10.10.2.1.

ნაშენი გზების სავალი ნაწილების განივი ქანობი არის 1,5 — 2%, ხოლო ქვაფენილიანი გზებისა 2—3%. გზისპირების ქანობები მეტია სავალი ნაწილის ქანობებზე 2%. ვარცლის ფსკერის ქანობი, როგორც წესი, უდრის სავალი ნაწილის ქანობს.

რკინიგზის ვაკისის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მასზე ნაშენი, როგორცაა ბალასტის ფენილზე დაწყობილი შპალები და რელსები (ნახ. 2).

წყლის კარგად დინების მიზნით ბალასტის ფენილის ქვემოთ აწყობენ მიწის საძირკველს და უწოდებენ წყალჩამშვებ პრიზმას. ერთლიანდაგიან გზებზე, რომელთა მიწის ვაკისების სიგანეა 5,8 მ, წყალჩამშვები პრიზმის კვეთი არის ტრაპეცია, რომლის ფუძეა 2,0 მ, ქვედა ფუძე 5,8 მ და სიმაღლე 0,15 მ. ორლიანდაგიანი რკინიგზების წყალჩამშვები პრიზმების სიგანეა 10-მ, სამკუთხედის ფორმის ფუძისა და სიმაღლე 0,20 მ. საგზაო ვაკისის გასწვრივ აშენებენ წყალსარინ თხრილებს, ანუ კიუვეტებს. კიუვეტების საშუალო სიღრმეს იღებენ 0,6 მ, მისი ფსკერის გრძივი ქანობი არ უნდა იყოს 2—3‰ ნაკლები.



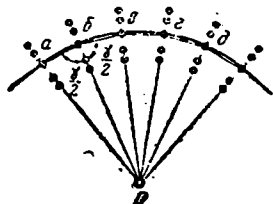
ნახ. 10.10.2.2.

B. ხაზონებლო განივი პროფილის დაკვალვა

მიწის სამუშაოების შესასრულებლად მიწის ვაკისს, ანუ სამშენებლო განივ კრილებს, დეტალურად კვალავენ ადგილზე. მიწის ვაკისის განივი კრილი დეტალურად იქნება დაკვალული, თუ შევძლებთ ამ კრილის ყოველი მახასია-

თებელი (ღერძები, ვაკისი კიდე, კიუვეტები, ყრილის ძირი და სხვა) წერტილის გეგმურ და სასიმალო მდებარეობის ადგილზე დანიშნას.

ტრასის პროფილის ყოველ გადატეხაზე და წრფივი ნაწილის ყოველ 20—40 მ ატარებენ განივ ჰორიზონტს. ამისათვის კი თეოდოლიტითა და ფოლადის ბაფთით, ზუსტად გზის ღერძის გასწვრივობაში, ყოველ +20, +40, +60, +80 მ ნიშნავენ პლუს წერტილებს. ეს წერტილები იქნება განივკვეთების საღერძო წერტილები. თვით განივკვეთები კი ამ წერტილებიდან ორივე მხარეზე ტრასის პერპენდიკულარულად იხიშნება ადგილზე. მართი კუთხეები ინიშნება ეკერით, ხოლო საჭირო მანძილები — ბაფთით ან რულეტით. ტრასის მრუდ ნაწილზე, მისი სიმრუდის რადიუსის შესაბამისად, განივკრილები ინიშნება ყოველ 10—20 მეტრზე. ამ უბანზე განივკრილები ინიშნება მრუდის ცენტრის მიმართულებით, ანუ ყოველ წერტილში მხებისადმი მართობულად (ნახ. 3). ჩვეულებრივ, ადგილზე მრუდების დაკვალვის დროს მის ცენტრს ადგილზე არ ნიშნავენ და განივკრილების მრუდის ღერძზე



ნახ. 10.10.2,3.

დაკვალვისათვის მათ ნიშნავენ ტოლი ab, bc, cd, \dots მონაკვეთებით (ნახ. 3).

განივი კრილების მიმართულებების ადგილზე დანიშნვის მიზნით მრუდის ღერძზე დანიშნული ყოველი წერტილიდან ორივე მოსაზღვრე წერტილზე გატარებულ ქორდებს შორის თეოდოლიტით საზღვრავენ γ_i კუთხეებს. ცხადია, $\gamma_i = 2$, ანუ ყოველი ბისექტრისა, იქნება ტრასის ზემოხსენებულ წერტილებში მრუდის რადიუსთან შეიწვემული

განივი ჰორიზონტის საჭირო მიმართულებები, რომელთა გასწვრივ ადგილზე ინიშნება განივი კრილები (ნახ. 3).

განივი კრილების დაკვალვის თანადროულად ადგილზე ნიშნავენ ვაკისის კიდის საპროექტო ნიშნულებს, რაც უნდა ჰქონდეს ვაკისის კიდე და მთავრების უამს. სამუშაო h ნიშნულები, ანუ ყრილისა და კრილის სიმაღლეები, მიიღება ვაკისის წითელ ნიშნულებსა და ღერძის შავ ნიშნულებს შორის სხვაობებით. ამავე დროს, თუ ვაკისის კიდის წითელი ნიშნულების ოდენობები მეტია შავი ნიშნულების ოდენობებზე, გზა შენდება ყრილით, ხოლო თუ პირიქითაა, გზა შეხდება კრილებით.

საპროექტო ნიშნულებისა და ქანობების ნატურაში გადატანის მოხერხებულობის მიზნით ველზე გასვლამდე ადგენენ ე. წ. გადმოწერილ პროფილს, რომელზეც გზის გრძივი სამუშაო პროექტის მონაცემების გამოყენებით ანგარიშობენ და აღნიშნავენ ყოველი დაკვალული განივი კრილისათვის წითელ და შავ ნიშნულებს, კიუვეტების სიღრმეებს და სხვა დამხმარე მონაცემებს.

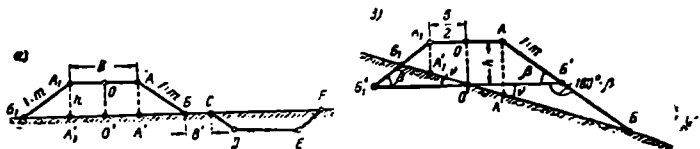
C. განივი პროფილის დაკვალვა ყრილში

განივი პროფილის ადგილზე დაკვალვა ყრილის შემთხვევაში იწყება ადგილზე ვაკისის ღერძის O , ვაკისის კედის A და A_1 წერტილების O', A', A_1' პროექციების და ყრილის ძირის B და B_1 წერტილების ადგილზე დამატებით (ნახ. 4^ა).

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილის განივი დახრის კუთხე არ აღემატება $3-4^{\circ}$ (ნახ. 4*), შეიძლება მივიღოთ

$$\left. \begin{aligned} O'A' = O'A_1' = \frac{B}{2} \\ A'B = A_1'B_1 = h \cdot m \end{aligned} \right\}, \quad (10.10.2.1)$$

სადაც B არის საგზაო ვაკისის საპროექტო სიგანე; h — ყრილის სიმაღლე; $1:m$ — ფერდის ქანობი, ანუ ფერდის h სიმაღლის ფარდობა მის ქვედებულთან. მაშასადამე, m იქნება ფერდის ქანობის კოეფიციენტი (ფერდის ქ-



ნახ. 10.10.2.1.

ნობის ქვედებულის ფარდობა h სიმაღლესთან (იხ. 10. 20. თავი). მანძილი $O'B$, ანუ $O'B_1$, აღენიშნათ l -ით, რომელიც განისაზღვრება ტოლობით

$$l = \frac{B}{2} + h \cdot m. \quad (10.10.2.2)$$

მაგალითად, როცა $B = 12$ მ, ყრილის სიმაღლე $h = 4$ მ და ფერდობების ქანობი $1:m = 1:5$;

$$l = \frac{12}{2} + 4 \times 1,5 = 12 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, ვაკე ადგილზე განივი ქრილის დასანიშნავად O' ღერძიდან ორივე მხრისაკენ გზის გრძივი ღერძის მართობულად გადაზომავენ $B:2$ მანძილებს ადგილზე ვაკისის კილის A' და A_1' წერტილების დასანიშნავად, შემდეგ (2) ფორმულით გამოთვლილ l მანძილებს გადაზომავენ ყრილის ძირის B და B_1 წერტილების ადგილზე დასანიშნავად. ყრილის ძირის B წერტილიდან გადაზომავენ და დაამაგრებენ ბეგის B' სიგანესა და რეზერვის C, D, E, F წერტილებამდე მანძილებს. ყველა წერტილის ადგილზე ამაგრებენ ხის პალოთი, რომელთაც აწერენ თავთავიანთ სახელწოდებებს: ღერძი, კიდე, ყრილის ძირი და სხვა.

იმ შემთხვევაში, როცა ადგილს აქვს 4° -ზე მეტი დახრის კუთხე (ნახ. 4*), O' ღერძიდან ყრილის ძირის B და B_1 წერტილებამდე მანძილები იქნება სხვადასხვა. B და B_1 წერტილის მდებარეობა ადვილად და სწრაფად მოინახება, თუ დახრილ ადგილზე O' წერტილიდან გადავზომავთ $O'B$ და $O'B_1$ მონაკვეთებს.

აღნიშნოთ ადგილის განივი დახრის კუთხე γ . თი, კრილის ფერდობის დახრის კუთხე β -თი (ჩგ $\beta=1:m$), მაშინ (4^ა) ნახაზის $O'B_1'B_1$ სამკუთხედის მიხედვით დავწერთ

$$O'B_1 = \frac{O'B_1'}{\sin(\beta+\gamma)} \cdot \sin \beta. \quad (a)$$

(2) ტოლობის მიხედვით განსაზღვრული $O'B_1 = B_1' \frac{B}{2} + m \cdot h$ ოდენობა შევიტანოთ (ა) ტოლობაში, რითაც მივიღებთ ვაკისის O' ცენტრიდან ყრილის ძირის ზედა B_1 წერტილამდე მანძილს გამოსათვლელ ფორმულით

$$O'B_1 = l_1 = \left(\frac{B}{2} + m \cdot h \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta+\gamma)}. \quad (10.10.2.3)$$

$O'B$ მანძილის გამოსათვლელი ფორმულა მიიღება $O'B'E$ სამკუთხედიდან

$$O'B = \frac{O'B'}{\sin(\beta-\gamma)} \sin \beta. \quad (b)$$

(2) ტოლობის მიხედვით $O'B' = \frac{B}{2} + mh$ შევიტანოთ (b) ტოლობაში, მივიღებთ ვაკისის O' ცენტრიდან ყრილის ძირის ქვედა B წერტილამდე მანძილის გამოსათვლელ ფორმულას

$$O'B = l_2 = \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta-\gamma)} \quad (10.10.2.4)$$

მაგალითად, როცა ყრილის [8] სიგანე $B = 12$ მ, სიმაღლე $h = 6$ მ, ფერდობის ქანობები $1:m = 1:1,5$ (მაშასადამე, ჩგ $\beta = 1:1,5$, ანუ $\beta = 33^\circ 41'$) და ადგილის დახრის კუთხე $\gamma = 14^\circ$, მივიღებთ

$$l_1 = (6 + 1,5 \times 6) \frac{\sin 33^\circ 41'}{\sin 47^\circ 41'} = 11,27 \text{ მ.}$$

$$l_2 = (6 + 1,5 \times 6) \frac{\sin 33^\circ 41'}{\sin 19^\circ 41'} = 24,70 \text{ მ.}$$

განვივი კრილის ღერძის O' წერტილიდან დახრილ ზედაპირზე გადავზომოთ l_1 და l_2 მანძილები, რის შედეგად ადგილზე მივიღებთ ყრილის ძირის B და B_1 წერტილებს.

დახრილ ადგილზე რომ მივიღოთ ვაკისის კილის A და A_1 წერტილის A' და A_1' პროექციები, საჭიროა O' წერტილიდან დახრილ ზედაპირზე გადაიზომოს $O'A'$ და $O'A_1'$ მანძილები, გამოთვლილი ფორმულით

$$O'A' = O'A_1' = \frac{B}{2 \cos \gamma}. \quad (10.10.2.5)$$

ზემოთ მოყვანილი მაგალითის მიხედვით

$$O'A' = O'A_1' = \frac{12}{2 \cos 14^\circ} = 6,19 \text{ მ.}$$

ხშირად, უფრო მოხერხებულია ვაყისის l_1 და l_2 დახრილი მანძილების გამოთვლა არა რელიეფის დახრის ν კუთხით და ვაყისის ფერდობის დახრის კუთხით, არამედ ადგილის რელიეფის $i_0 = 1:n = \text{tg } \nu$ ქანობისა (ფ. 10. 2. 1. 4) და ვაყისის ფერდობის $i_0 = 1:m = \text{tg } \beta$ (ფ. 10. 2. 1. 1) გამოყენებით. ამისათვის კი (3) და (4) ფორმულებში სინუსების ნაცვლად შესაბამისი ტანგენსების შეტანით დავეწერთ

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\text{tg } \beta \sqrt{1 + \text{tg}^2 \nu}}{\text{tg } \beta + \text{tg } \nu} \\ l_2 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\text{tg } \beta \sqrt{1 + \text{tg}^2 \nu}}{\text{tg } \beta - \text{tg } \nu} \end{aligned} \right\} \quad (10.10.2.6)$$

მიღებულ ფორმულებში იმავე (10. 2. 1. 4) და (10. 2. 1. 1) ფორმულების გამოყენებით ტანგენსების შეცვლით მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\sqrt{n^2 + 1}}{n + m} \\ l_2 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{\sqrt{n^2 + 1}}{n - m} \end{aligned} \right\} \quad (10.10.2.7)$$

ზემოთ განხილული მაგალითის მიხედვით $B = 12$ მ; $h = 6$ მ; $m = 1,5$ (10. 2. 1. 3 რიცხობრივი მონაცემებით); რელიეფის დახრის კუთხე $\nu = 14^\circ$, ე. ი. (10. 2. 1. 4) ფორმულით $n = 4$, ანუ $1:n = 1:4$ და $1:m = 1:1,5$; (2) ფორმულით $\frac{B}{2} + mh = 6 + 9 = 15$ მ. მაშასადამე, (7) ფორმულებით

$$l_1 = \frac{15 \cdot \sqrt{4^2 + 1}}{4 + 1,5} = 11,25 \text{ მ,}$$

$$l_2 = \frac{15 \cdot \sqrt{4^2 + 1}}{4 - 1,5} = 24,74 \text{ მ.}$$

როდესაც რელიეფის ქნობია 0,1 ანუ, როცა $\nu = 6^\circ$, l_1 და l_2 სიდიდეები შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი სახის გამარტივებული ფორმულებით:

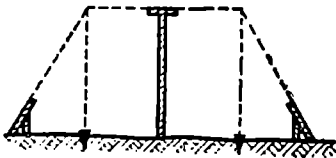
$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{n}{n + m} \\ l_2 &= \left(\frac{B}{2} + mh \right) \frac{n}{n - m} \end{aligned} \right\} \quad (10.10.2.8)$$

განივი ქრილების ადგილზე დაკვალვის ზემოთ აღნიშნული მეთოდი სწრაფად იძლევა სასურველ შედეგს ფერდობულ ადგილებში, როცა ადგილის ქანობი ხასიათდება ერთგვაროვნებით. ქანობი იზომება უშუალოდ ადგილზე ან ისაზღვრება განივი პროფილების მიხედვით.

ფერდობიან ადგილებში განივი ქრილებს კვალაკენ აგრეთვე თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით, თარაზოს, ლარტყის და ფერდობის ლეკალოს საშუალებით.

ყრილში დაკვალვები ადგილზე მაგრდება მრუდთარგებით (ფერდოს მრუდთარგებით). მრუდთარგებს აყენებენ პიკეტებსა და განივი ჭრილების საპროექტო გარდატეხების წერტილებზე. განივი ჭრილის ღერძზე ასობენ თამასას ზემოდან კადონით (სამიზნებელი) იმ ანგარიშით, რომ სამიზნებლის ზემო ნაწილი იყოს დაყენებული ვაკისის წითელი ნიშნულის ღონეზე (ნახ. 5). ყრილის ძირზე აყენებენ ფერდობის მრუდთარგებს საპროექტო ქანობების მქონე ფერდობებით.

სკრეპერებით გზის მიწის სამუშაოების დროს, რომ მათ მოძრაობას ხელი არ შეეშალოს, მრუდთარგებს აყენებენ შედარებით შორ-შორს; ამავ დროს სამიზნებლებიანი თამასები შეიძლება დაეყენოთ ვაკისის ცენტრის მოშორებით ყრილის ძირის ნაპირზე რაც სამიზნის გამოყენების შესაძლებლობას მოგვცემს



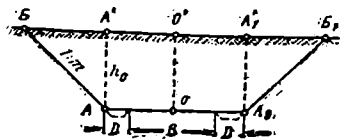
ნახ. 10.10.2.5.

და გამოაქვთ ნატურაში განივჭრილებზე საპროექტო ნიშნულები მომავლისათვის ყრილის დაჯდომის მხედველობაში მიღებით.

მუშაობის დროს ვაკისის ფერდობის ქანობისა და სიგანის ოდენობები პერიოდულად ისინჯება გადასატანი შაბლონებით და აღდგენილი ღერძიდან საჭირო გაზომვებით. როდესაც ყრილი ძირითადად (შავად) დამთავრდება, ვაკისის საბოლოოდ შესასწორებლად აღადგენენ ვაკისის ღერძს

D. განივი პროფილის დაკვალვა თხრილებში

მიწაჭრილებში პროფილის დაკვალვებისათვის მიწის ზედაპირზე (ნახ. 6) ნიშნავენ ტრასის ღერძა O' წერტილს, A_1 და A_1' წერტილებს და ჭრილის კიდის (ნაპირის) B და B_1 წერტილებს, ანუ პირველ ეტაპზე, როცა მიწის ვაკისი იქმნება; შავად, ჭრილში განივი პროფილი მოიყვება $BA A_1 B_1$ ტრაპეციის სახით. შემდეგ კი მიწის ვაკისის საბოლოო გამოყვანისათვის ასრულებენ დაკვალვებს კუთვებებისათვის, ვარკლისა და გზის პირებისათვის (ანუ რკინიგზების ვაკისის წყალჩასაშვები პრიზმის ასაშენებლად).



ნახ. 10.10.2.6.

როდესაც ტრასის რელიეფი მშვიდი და ვაკეა, ადგილზე ზემოთ მოცემული A' და A_1' , B და B_1 წერტილების დანიშვნა ადვილია (ნახ. 6). მაგალითად, ნახაზის მიხედვით

$$O'A' = O'A_1' = \frac{B}{2} + D, \quad (10.10.2.8)$$

სადაც B არის გზის ვაკისის სიგანე, D — კიუვეტის ზემო სიგანე, რომლის ოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$D = 2m \cdot h_3 + C, \quad (10.10.2.9)$$

აქ h_3 არის კიუვეტის სიღრმე; m — კიუვეტის ფერდის ქანობის კოეფიციენტი; C — კიუვეტის ძირის სიგანე.

ნორმალური კიუვეტის $h_3 = 0,60$ მ; $C = 0,40$ მ; $m = 1,5$. მაშასადამე.

(9) ტოლობით $D = 2 \times 1,5 \times 0,60 + 0,40 = 2,20$ მ. როცა $B = 12$ მ, მაშინ

(8) ტოლობით განსაზღვრულ $O'A' = O'A'_1 = 6,0 + 2,20 = 8,20$ მ ოდენობას O' წერტილიდან ორივე მხარეს გადაზომავენ და ამავრებენ პალოებით, რომლებზეც აწერია პიკეტის ნომერი, ღერძიდან მანძილები და სამუშაო ნიშნული, ანუ ჰრილის სიღრმე. A' და A'_1 წერტილებიდან გადაზომავენ ფერდობის ქვედებულის ოდენობებს გამოთვლილს (10.2.1.2) ფორმულით $A'B = A'_1B_1 = mh_0$ და ამავრებენ ადგილზე ჰრილის ვაკისის ძირის განაპირა B და B_1 წერტილებს.



ნახ. 10.10.2.7.

ფერდობიან ადგილებში

O' ღერძიდან ჰრილის საზღვრამდე

მანძილი დადაბლების მიმართებით ნაკლები იქნება ამაღლებისაკენ მიმართულ მანძილებთან შედარებით, ე. ი. $O'B' < O'B_1$ (ნახ. 7).

O' ცენტრიდან ვაკისის ჰრილის კიდემდე დახრილი მანძილები გამოითვლება ფორმულებით

დადაბლების მიმართებით

$$l' = O'B = \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \nu)}; \quad (10.10.2.10)$$

ამაღლების მიმართებით

$$l'' = O'B_1 = \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \nu)}; \quad (10.10.2.11)$$

სადაც h_0 არის თხრილის სიღრმე; ν — ადგილის (რელიეფის) დახრის კუთხე;

β — თხრილის გვერდების დახრის კუთხე.

(10) და (11) ფორმულები შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$l' = \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{\sqrt{n^2 + 1}}{n + m} \approx \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{n}{n + m} \quad (10.10.2.12)$$

და

$$l'' = \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{\sqrt{n^2 + 1}}{n + m} \approx \left(\frac{B}{2} + D + m \cdot h_0 \right) \frac{n}{n - m}, \quad (10.10.2.13)$$

სადაც $1:m$ არის თხრილის გვერდის ქანობი; $1:n$ — ადგილის (რელიეფის) ქანობი.

მიწის სამუშაოების გაადვილების მიზნით თხრილის კიდის B და B_1 წერტილებში აყენებენ მცირე ზომის მრუდთარგებს, რომლებიც თხრილის გვე-

რღების ქანობს იძლევიან (ნახ. 8). ეს ნახაზი (10. 9. 5. 4) ნახაზისა და მისი შე-
საბამისი შინაარსის ანალოგიურია.

მექანიზმები გრუნტის დამუშავებისთანავე იმეორებენ O ღერძა და A
და A_1 წერტილების დაკვალვას (ნახ. 7) და უჩვენებენ მიწათხრილის დარ-
ჩენილ სიღრმეს (ნახ. 8). ანალოგიურად
ხდება დაკვალვები წყალსარინი არხების
აგების დროს (იხ. 10.9. თავი).

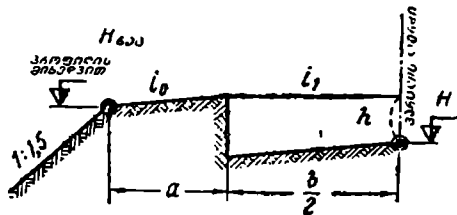


ნახ. 10.10.2.8.

თხრილის გაყვანა ძირითადად რომ
შესრულდება და დარჩება საპროექტო
ღონემდე 10—20 სმ, საბოლოოდ გა-
მოყვანის მიზნით ადგილზე ნიშნავენ

საშვები პრიზმის) წერტილებს და ამ წერტილებს ნიველირით აყენებენ სა-
პროექტო ნიშნულების დონეზე.

გზის ვაკისის განივი პროფილის მახასიათებელი წერტილების საპროექტო
ნიშნულებს საზღვრა-
ვენ ვაკისის კედის
 $H_{გაო}$ ნიშნულებისა და
საპროექტო ქანობე-
ბისა და ცალკეული
ნაწილების სივანის მი-
ხედვით (ნახ. 9). მაგა-
ლითად, ვარცლის
ღერძის საპროექტო
 $H_{გაო}$ ნიშნული გამოი-
თვლება დამოკიდებუ-
ლებებით



ნახ. 10.10.2.9.

$$H_{გაო} = H_{გაა} + a \cdot i_0 + \frac{b}{2} \cdot i_1 - h, \quad (10.10.2.14)$$

სადაც h არის გზის ვაკისის სისქე თავისი ღერძის მიმართულებით;

i_0 — გზის პირის განივი ქანობი; i_1 — სავალი ნაწილის ქანობი.

მიწის ვაკისის საბოლოოდ გამოყვანისათვის განივ პროფილებს ნიშნავენ
ყოველ 20 მეტრზე. მცირე სიდიდის ვერტიკალური მრუდის (ამოზნექილი ან ჩა-
ზნექილი) უბანზე, სადაც სამიზნების გემოყენება შეზღუდულია, განივ პრო-
ფილებს აგებენ აუცილებლად ათ-ათი მეტრის ინტერვალებით. მიწის ვაკისის
საპროექტო ნიშნულები ნატურაში გამოაქვთ 1 სმ შეცლომით.

10. 10. 2. გზის ვაკისზე ფენილებისა და ზედა ნაშენების დაკვალვები

მიწის ვაკისის აგებისთანავე იწყებენ განივკვეთების დაკვალვას საავტო-
მობილო გზების ფენილებისა და რკინიგზების ზედა ნაშენების მშენებლობი-
სათვის.

A. საავტომობილო გზების ფენილების დაკვალვა წარმოებს გამზადებულ მიწის $DKK'D'$ ვარცლზე (ნახ. 1). ვარცლის KK' ფსკერი წარმოადგენს ფენილის ბუნებრივ საძირკველს. გზის ფენილი შედგება (ნახ. 1) ქვიშისა და სრეშისაგან შექმნილი ხელოვნური საძირკველისაგან (ბალიშისაგან); ბეტონის ან ქვების მზიდი ფენისა და ცვეთამედეგი ფენისაგან (ასფალტი, ბეტონი და სხვა). ფენილის საერთო სისქედ მიღებულია 32—40 სმ.

ქვიშის ბალიშის მიწის ვარცლში მოთავსებულია და დატკეპნის შემდეგ თეოდოლიტით კვალავენ გზის ღერძსა და საველი ნაწილის ნაწიბუკე ბ. ამ დროს დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს გზის მრუდხაზოვანი უბნების ზუსტად დაკვალვას. გეგმური განლაგების თანადროულად ნიველირით აყენებენ ამ წერტილებს ფენილის ზედა, ანუ მზიდი ფენის, საპროექტო ღონეზე.

გზის სწორხაზოვან უბნებზე კვალავენ განევ პროფილებს ყველა პიკეტაზე. გრძივი პროფილის გადატეხის წერტილებში და მახასიათებელ წერტილებზე ყოველ 20 მეტრზე, მხოლოდ მრუდხაზოვან უბნებზე ყოველ 10 მეტრზე. განივების ეს წერტილები წარმოადგენენ გეგმურ და სასიმალო საყრდენებს მოკირწყვლისათვის ან გზის დაბეტონებისათვის საჭირო ყალიბების გამზადებისათვის. როცა იყენებენ ბეტონის გადასამუშავებელ მოძრავ მანქანებს, მაშინ გზის ნაწიბურებზე ყალიბის ნაცვლად აწყობენ საგანგებო რელს — ფორმებს.

B. რკინიგზების ზედა ნაწინების დაკვალვა

როგორც აღვნიშნეთ, გზის ვაკისზე ზედა ნაწინებს აკუთვნებენ ბალასტის (ქვიშა, სრეში, ღორღი) შრეს; შპალებს და რელსებს (ნახ. 2). მაგისტრალური გზებისათვის ბალასტის ფენის სისქეს იღებენ 35 სმ, ხოლო ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებისათვის 25 სმ.

რკინიგზის ლიანდაგების დაგებისა და საბოლოო დაზუსტებისათვის ინსტრუმენტით ყოველი ლიანდაგის ღერძებს ადგილზე კვალავენ. ვაკისის მრუდ უბნებზე გადასაცვან და წრიულ მრუდებს დეტალურად კვალავენ, მიზანშეწონილია, შედარებით ვიწრო ადგილებში ეს დაკვალვები შეასრულონ წაგრძელებული ქორდების მეთოდით (იხ. საინჟინრო გეოდეზიის VIII ტომის VIII თავი). წერტილები მაგრდება ადგილზე პალოებით. თანადროულად ნიველირით გადააქვთ ადგილზე რელსების საპროექტო ნიშნულები 1—2 მმ შეცდომის დაშვებით. რელსების საპროექტო ნიშნულები (პროფილის კიდის ნიშნულს) მიეუმატოთ წყალჩასაშვები ზრისიმის სიმაღლე; პროექტით გათვალისწინებული ბალასტის ფენის სისქე, სადაც მხედველობაშია მისილები მისი დაქდობა; შპალებისა და რელსების საფენების სისქეები და რელსის სიმაღლე.

მრუდ უბნებზე გარე რელსის h აღმატებას შიგა რელსთან შედარებით 5 მმ დამრგვალებით ანგარიშობენ ფორმულით

$$h = 12,5 \frac{v_{სა}^2}{R}, \quad (10.10.3.1)$$

სადაც v — არის მატარებლის მოძრაობის საპროექტო სიჩქარე (კმ/ს);

R — სიმრუდის რადიუსი (მ). $v = 100$ კმ/ს, (1) ცხრილში მოცემულია h აღმატებების ოდენობები.

ცხრილი 10.10.3.1

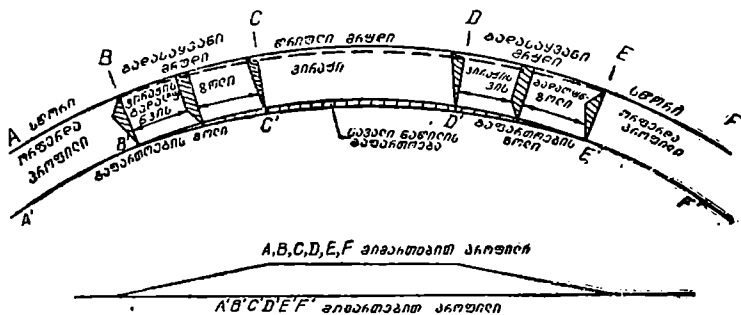
R რადიუსი (მ)	4000	3000	2000	1800	1600	1400	1200	1000	900	800
აღმატებები (მმ)	30	40	65	70	80	90	105	125	140	150

გზის წრფივი უბნის განივი შესაბამისი ორივე რელსის ნიშნულებს შორის ზღვრული განსხვავების ოდენობა და მრუდ უბანზე ცხრილით განსაზღვრულ და ფაქტობრივ აღმატებას შორის ზღვრული განსხვავების ოდენობები არ უნდა გადასცილდეს ± 4 მმ.

10. 10. 4. საავტომობილო გზების ვირაჟებზე განივი განაგარიშვა და დაკვალვა

პირველი კატეგორიის საავტომობილო გზების მრუდებზე, რომელთა სიმრუდის რადიუსებია 3 000 მეტრზე ნაკლები და დანარჩენი კატეგორიისაზე — 2 000 მეტრი, ქმნიან ვირაჟებს, რის გამო გზის ვაკისი კეთდება ერთფერადიანი პროფილისა, დახრილი მრუდის ცენტრისაკენ. პროფილის ერთფერადიანობა ვრცელდება წრიული მრუდის მთელ სიგრძეზე (ნახ. 1).

ვირაჟის გადალუნვას უწოდებენ თანდათანობით (მდოვრე) გადასვლას ორფერდიანი განივი პროფილიდან ერთფერდიან განივ პროფილზე. მისი საწყისია BB' და ბოლოს CC' განივი პროფილი. მაშასადამე, ეს გადალუნ-



ნახ. 10.10.4.1.

ვა სრულდება გადასასვლელი მრუდის ან სწორის წრიული მრუდის საწყისთან მიმხრობის ადგილას (ნახ. 1). ამ დროს ძირითადად იცვლება გზის ვაკისის გარე (გამობურცული) ნახევარი. როცა მრუდის რადიუსი 700 მეტრზე ნაკლებია, ვირაჟებზე სავალ ნაწილს დამატებით აფართოებენ.

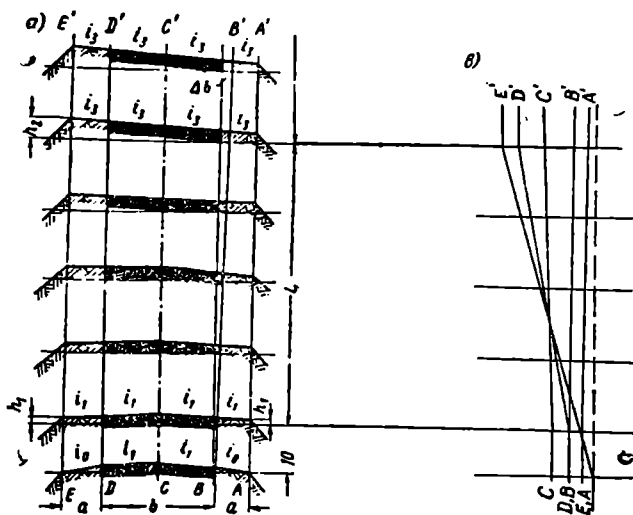
ორ ზოლზე (ორლიანდაგიან ზოლზე) მოძრაობისათვის ეს გაფართოება არის 0,4 მ, როცა მრუდის რადიუსია 700 მ, ხოლო როცა რადიუსი 60 მ.

მაშინ გაფართოება აღწევს 1,4 მ. როგორც წესი, გზის სავალი ნაწილს აფართოებენ შიგა პირის (ნაწიბურის) ხარჯზე; მაგრამ გზის სავალი ნაწილის პირის დარჩენილი ნაწილი არ უნდა ყოს 1,5 მ ნაკლები პირველი და მეორე კატეგორიის გზებისათვის, დანარჩენი კატეგორიების გზებისათვის კი 1 მ; წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა გაფართოვდეს მიწის ვაკისი. სავალი ნაწილი ფართოვდება სრულად, წრიული მრუდის ზოლის ფარგლებში, გადასაყვანი მრუდის ზოლში წრიული მრუდიდან სწორისაკენ გაფართოება კი თანდათან მცირდება, საერთოდ, ვირაჟის გადაღუნვისა და გაფართოების ზოლის სიგრძეები ტოლია (ნახ. 1). მრუდის რადიუსების შესაბამისად გზების სავალი ნაწილის ვირაჟების ქანობები მოცემულია (1) ცხრილში.

ცხრილი 10.10.4.1

რადიუსები R (მ)	3000 - 1000	1000 - 700	700 - 650	650 - 600	600-ზე ნაკლები
განივი β_s (%)	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60

რკინიგზების ვაკისებსაც აფართოებენ წრიული მრუდის ზოლში. ამ გაფართოების ოდენობაა 0,2 მ, როცა სიმრუდის რადიუსი 2000—1000 მეტრამდეა, და 0,3 მ, როცა რადიუსი ნაკლებია 1000 მეტრზე. გარდა



ნახ. 10.10.4.2.

ამისა, ორზოლიანი ვაკისის სიგანე წრიული მრუდის ფარგლებში უნდა გაფართოვდეს იმ სიგრძით, რაც დამტკიცებული გაბარიტით უნდა იყოს ორივე ლიანდაგის ღერძებს შორის.

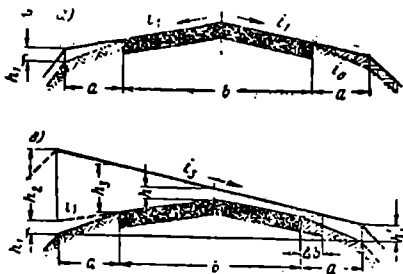
ვირაჟის დაკვალვა. ადგილზე ვირაჟს კვალავენ წრიული მრუდის ფარგლებში გზის ვაკისის ყოველ 5—10 მ განივი პროფილების აგებით.

ვირაჟის გადაღუნვის (ნახ.2) დაწყებამდე 10 მეტრზე გზის ნაპირს აძლევენ გზის სავალი ნაწილის ქანობს, ანუ ვაკისის კიდე ს 10 მეტრის მანძილზე მაღლა სწევენ h_1 სიდიდით (ნახ. 2). რომლის ოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$h_1 = a(i_0 - i_1), \quad (10.10.4.1)$$

სადაც a არის გზისპირის სიგანე; i_0 — გზისპირის ქანობი; i_1 — ორფერდა პროფილის სავალი ნაწილის განივი ქანობი.

როგორც ვხედავთ, გზის განივ პროფილს ვირაჟის გადაღუნვის დაწყებამდე აქვს (2^ა) ნახაზზე მოყვანილი სახე. ვირაჟის გადაღუნვის ბოლოებში,



ნახ. 10.10.4.3.

ანუ წირული მრუდის საწყისში, საგზაო ვაკისის ვირაჟს ექნება ერთფერდა სახე, რაც უცვლელად დარჩება წირული მრუდის უბანზე (ნახ. 1 და 2^ა). მაგალითისათვის მივიღოთ, რომ $b = 7,00$ მ; $a = 2,00$ მ; $i_0 = 4\%$; $i_1 = 2\%$; ვირაჟის ქანობი $i_2 = 6\%$; გაფართოება არის $\Delta b = 0,5$ მ; გადაღუნვების სიგრძე $l = 50,00$ მ; ტრასის გრძივი ქანობი ვირაჟის ზოლში $i_3 = 0,020\%$.

ვთქვათ, პროფილის ნიშნული გადაღუნვების საწყის წერტილში $H_{გა.ვ} = 100,00$ მ. მაშინ ვირაჟის გადაღუნვების საწყისი განივი პროფილის მახასიათებელი წერტილების ნიშნულები (3^ა) ნახაზის მიხედვით:

ა) ვაკისის კიდის გზისპირის 2% ქანობის მხედველობაში მიღებით, ანუ (1) ტოლობის მიხედვით, $i_0 - i_1 = 4\% - 2\% = 2\%$.

$$H_{ვა.ვ} = H_{გა.ვ} + 0,02 \times a = 100,00 + 0,02 \times 2 = 100,04 \text{ მ}; \quad (10.10.4.2)$$

ბ) ნაწიბურის საწყისში

$$H_{გა.ვ.საწ}^{წიბ} = H_{ვა.ვ} + i_1 \times a = 100,04 + 0,02 \times 2 = 100,08 \text{ მ}; \quad (10.10.4.3)$$

გ) ღერძის

$$H_{ღერძის} = H_{გა.ვ} + i_1 \times \frac{b}{2} = 100,08 + 0,02 \times 3,5 = 100,15 \text{ მ}. \quad (10.10.4.4)$$

შიგა ნაწიბურის ახლო ვაკისის ბოლოში, რომლის საპროექტო ნიშნულები არ იცვლება ($H_{გა.ვ} = 100,08$ მ), ტრასის გრძივი ქანობის ($i_3 = 2\%$) და გადაღუნვის მიმდინარეობის სიგრძის ($l = 50,00$ მ) მხედველობაში მიღებით განისაზღვრება აღნიშნული გადაღუნვის ბოლოში განივი პროფილის შიგა ნაწიბურის $H_{გა.ვ.ბოლო}^{წიბ}$ ნიშნული შემდეგი დამოკიდებულებებით:

$$H_{გა.ვ.ბოლო}^{წიბ} = H_{გა.ვ.საწ}^{წიბ} + i_3 \times l = 100,08 + 0,02 \times 50 = 101,08 \text{ მ}. \quad (10.10.4.4')$$

მიღებული ნიშნულიდან გადაღუნვის ზოლის ბოლო პროფილის მახასიათებელი წერტილების ნიშნულებით ვირაჟის ქანობის ($i_3 = 6\%$) და გაფართოებული ზოლის მანძილების მხედველობაში მიღებით (ნახ. 3^ა) ისაზღვრება

a) ლერძის

$$H_{\text{ლერძი}} = H_{\text{გაფ. ბოლო}} + \left(\frac{b}{2} + \Delta b \right) \times i_3 = 101,08 + 4,00 \times 0,06 = 101,32; \quad (10.10.4.5)$$

b) გარე (გამოზნეკილი) ნაწიბურის

$$H_{\text{გარე}} = H_{\text{გაფ. ბოლო}} + (b + \Delta b) \times i_3 = 101,08 + 7,5 \times 0,06 = 101,53; \quad (10.10.4.6)$$

c) ვაკისის გარე კიდე

$$H_{\text{გარე კიდე}} = H_{\text{გაფ. ბოლო}} + (b + \Delta b + a) \times i_3 = 101,08 + 9,5 \times 0,06 = 101,65; \quad (10.10.4.7)$$

d) ვაკისის შიგა კიდე

$$H_{\text{შიგა კიდე}} = H_{\text{გაფ. ბოლო}} + (a - \Delta b) \times i_3 = 101,08 + 1,5 \times 0,06 = 100,99. \quad (10.10.4.8)$$

ყველა შუალედი განივების ნიშნულებს საზღვრავენ ამ ორი (საწყისი და ბოლო) პროფილების ნიშნულების ან მათ შორის აღმატებების ხაზოვანი ინტერპოლაციით. (2) ცხრილში მოცემულია შუალედი განივების ნიშნულები, რომლებიც დაკვალული არიან ვირაჟის გადაღუნვის ზოლის ყოველ 10 მეტრზე,

ცხრილი 10.10.4.2

განივი პროფილების წერტილები	განივი პროფილები					ბოლო 50,0
	საწყისი +0,0	+10,0	+20,0	+30,0	+40,0	
შიგა ნაწიბურის ლერძის	100,08	100,28	100,48	100,68	100,88	101,08
გარე ნაწიბურის	100,15	100,38	100,61	100,85	101,08	101,32
ვაკისის გარე კიდე	100,08	100,37	100,66	100,95	101,24	101,53
ვაკისის შიგა კიდე	100,04	100,36	100,68	101,00	101,32	101,65
	100,04	100,23	100,42	100,61	100,80	100,99

10. 10. 5. რკინიგზის ლიანდაგების შეერთებისა და პარკების დაკმატვები

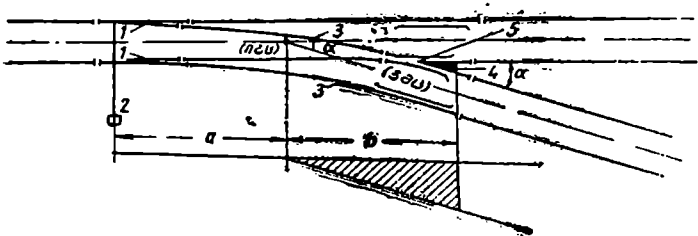
ა. ლიანდაგების მიმხრობა

ლიანდაგების მიმხრობა, ისევე როგორც რკინიგზის ნებისმიერი შეერთება, ხორციელდება ისრული გადასაყვანების დახმარებით, რომლებსაც, როგორც წესი, აგებენ ლიანდაგის წრფივ უბანზე. (1) ნახაზზე გამოსახულია ისრული გადასაყვანის შემდეგი ძირითადი ნაწილები: 1 — კალამი; 2 — კალამის გადაყვანი მექანიზმი; 3 — გადაყვანი მრული; 4 — ჭვარელი; 5 — ჭვარელის კუთხე მის მუშა წახნაგებს შორის. 2-ზე $\frac{\alpha}{2}$ გამოსახულებას უწოდებენ ისრის მარკას და აღნიშნავენ 1: N სიმბოლოთი.

კუთხის სიმკირის გამო მიღებულია

$$\frac{1}{N} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \approx \operatorname{tg} \alpha. \quad (10.10.5.1)$$

ჯვარედის წახნაგების გადაკვეთის წერტილის Δ , ანუ α კუთხის წვეროს უწოდებენ ჯვარედინის მათემატიკურ ცენტრს (ζ მ ც). ორი ლიანდაგის ლერძების შეერთების წერტილს (ისი ც α კუთხის წვეროა) უწოდებენ ისრული გადასაყვანის ცენტრს (θ გ ც).



.გახ. 10.10.5.1.

სატვირთო ხაზებზე უფრო მიღებულია ისრის მარკა $1 : N = 1/9$ ოდენობისა, ხოლო $\alpha = 6^{\circ}20'25''$, ხოლო სამგზავრო ხაზებზე მიღებულია $1 : N = \frac{1}{11}$ და $\alpha = 5^{\circ}11'40''$.

ყველი ტიპის ისრული გადასაყვანებისათვის სტანდარტი იძლევა a მანძილს ისრული გადასაყვანის ცენტრიდან (θ გ ც) ისრის კალმამდე; b მანძილს ჯვარედინის ბოლომდე და აგრეთვე სხვა ელემენტებამდე. ამიტომ, თუ ცნობილია ლიანდაგის ლერძზე (θ გ ც), მის მიმართ თავისუფლად შეიძლება განვალაგოთ ისრული გადასაყვანის ყველა ელემენტი. მაშასადამე, ისრული გადასაყვანის ადგილზე დაკვალვისათვის პირველ რიგში ზუსტად უნდა იქნეს ადგილზე ფიქსირებული (θ გ ც) წერტილი.

B. მიმხრობების დაკვალვა

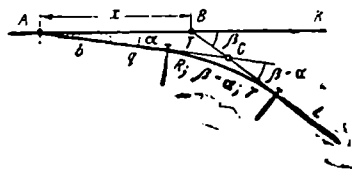
სატრასირებელი CL ლიანდაგის არსებულ AK ლიანდაგთან მიმხრობის ადგილზე დაკვალვისათვის ადგენენ მათი გადაკვეთის B წერტილს და ზომიერ მიმხრობის β კუთხეს (ნახ. 2). იმის გამო, რომ ისრული გადაყვანი ადგილებს ლიანდაგს მუდამ α კუთხით, CL და BK ლიანდაგების შეერთებისათვის აუცილებელია ისრული გადასაყვანის ცენტრი (θ გ ც) დაენიშნოს არა β მიმხრობის კუთხის $\angle B$ წვეროზე, არამედ რომელიმე A წერტილში, მის შესაბამის $BA = x$ მანძილს გამოვივლით ABC სამკუთხედიდან, რომელშიც ცნობილია სამივე α ; $180^{\circ} - \beta$; $\beta - \alpha$ და გვერდი $AC = b + q + T$. ე. ი. დავწერთ

$$x = \frac{b + q + T}{\sin \beta} \cdot \sin(\beta - \alpha), \quad (10.10.5.2)$$

სადაც α კუთხე და β სიდიდის ოდენობა განისაზღვრება გადაწყვეტის მარკის მიხედვით; β კუთხე იზომება ადგილზე; q სწორ მონაკვეთს ინსტრუმენტით იძლევიან; T ტანგენსს იღებენ მრუდების დაკვალვის ცხრილიდან მოხვევის ($\beta - \alpha$) კუთხისა და მოცემული R რადიუსის შესაბამისად შემდეგი ფორმულით:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}. \quad (10.10.5.3)$$

არსებული ლიანდაგის ღერძზე მიმხრობის B წერტილიდან გადაზომავენ x მანძილს და ადგენენ A წერტილის მდებარეობას, რომელიც წარმოადგენს ისრული გადასაყვანის ცენტრს (ი გ ც), რომელსაც ადგილზე ამაგრებენ გასწვრივობის წერტილებით (სიბრტყით). ადგილზე სატრასირებელ ღერძზე მოხვევის ($\beta - \alpha$) კუთხის C წვეროს დასანიშნავად B წერტილიდან სატრასირებელი ხაზის გასწვრივ $BC = l$ მანძილს გადაზომავენ, რომლის ოდენობა ABC სამკუთხედიდან განისაზღვრება ფორმულით



ნახ. 10.10.5.2.

$$l = \frac{b + q + T}{\sin \beta} \cdot \sin \alpha. \quad (10.10.5.4)$$

იგივე წერტილს მივიღებთ, თუ (ი გ ც) წერტილში ავაგებთ ჯვარედინის α კუთხეს და AC ხაზის გასწვრივ გადავზომავეთ ($b + q + T$) მანძილს. C წვეროზე ტრასის მოხვევის კუთხეა ($\beta - \alpha$). მაშასადამე, ლიანდაგების საერთო მიმხრობის კუთხე (გადახრის კუთხის მხედველობაში მიღებით, რომლის წარმომშობია ისრული გადასაყვანი) იქნება $\beta - \alpha$ და α კუთხეების ჯამი, ანუ მიმხრობის β კუთხისა.

თუ მოცემულია ისრული გადასაყვანის დაყენების ადგილი, მიმხრობის დაკვალვა წარმოებს შებრუნებული თანამიმდევრობით, პირველ რიგში ისრულ გადასაყვანის ცენტრის A წერტილიდან გადაზომავენ მიღებული მარკის შესაბამის α კუთხეს, შემდეგ ადგენენ C წერტილის მდებარეობას, რომელიც წარმოადგენს α მიმართულებისა და ახალი ტრასის გადაკვეთის ადგილს, რის შესაბამისად იზომება ($\beta - \alpha$) ტრასის მოხვევის კუთხე.

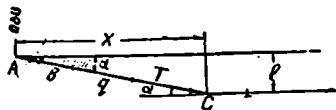
C. პარალელური ლიანდაგების მიხრობის დაკვალვისათვის

არსებული ლიანდაგისადმი ახალი ლიანდაგის მიმხრობისათვის, როცა ცნობილია A , ანუ ისრული გადაწყვეტის ცენტრის (ი გ ც) მდებარეობა, A წერტილიდან ახალი ლიანდაგის მოხვევის α კუთხის C წვერომდე x მანძილი (ნახ. 3) გამოითვლება ფორმულით

$$x = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha} = lN, \quad (10.10.5.5)$$

სადაც l არის ძველი და ახალი ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილი. მაგალითად, როცა $l=5,30$ მ და მარკის ისარი $\frac{1}{N} = \frac{1}{9}$,

$$x = 5,3 \cdot 9 = 47,7 \text{ მ.}$$



ნახ. 10.10.5.3.

C წერტილში მოხვევის კუთხე იქნება ჯვარედის კუთხე α , მაშასადამე, მრუდის T ტანგენსი გამოითვლება ფორმულით

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{2N}. \quad (10.10.5.6)$$

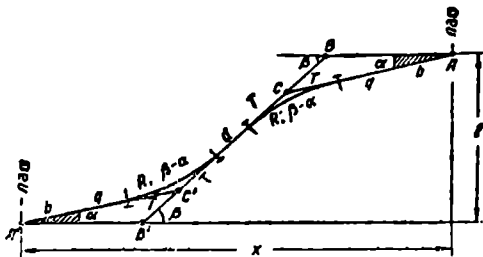
სწორი q ჩასმა გამოითვლება ფორმულით

$$q = \frac{l}{\sin \alpha} - (b + T). \quad (10.10.5.7)$$

D. იხარული გადახახვლელების დაკვალვისათვის

რკინიგზის შემადგენლობის ერთი ლიანდაგიდან მეორე ლიანდაგზე გადაყვანისათვის აწყობენ გადასასვლელებს. (4) ნახაზზე მოცემულია ორ პარალელურ ლიანდაგს შორის გადასასვლელის სქემა

ერთნაირი ტიპის ისრული გადასაყვანების და ტოლი სიგრძის R რადიუსის შემთხვევაში ისრული გადასაყვანების A და A' ცენტრებს შორის მანძილის აბსცისათა ღერძზე (ერთ-ერთი ლიანდაგის ღერძი) პორობულ პოროექცია (4) ნახაზის მიხედვით იქნება



ნახ. 10.10.5.4.

$$x = 2(b + q + T) \cos \alpha + (2T + d) \cos \beta. \quad (10.10.5.8)$$

შებრუნებულ მრუდებს შორის d სწორის ჩასმას საზღვრავენ ორდინატთა ღერძზე შემდეგი ტოლობით:

$$y = l = 2(b + q + T) \sin \alpha + (2T + d) \sin \beta,$$

საიდანაც

$$d = \frac{l - 2(b + q + T) \sin \alpha}{\sin \beta} - 2T. \quad (10.10.5.9)$$

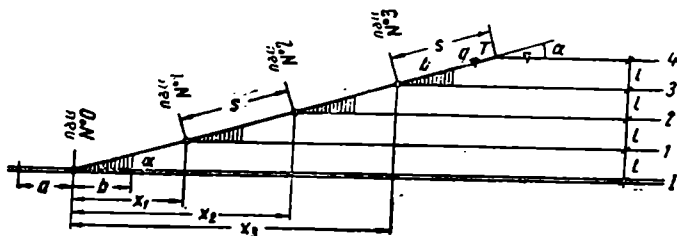
მიღებული (8) და (9) ფორმულებით x და d ოდენობების გამოთვლისათვის ლიანდაგებს შორის l მანძილსა და მიმხრობის β კუთხეს ადგილზე ზომავენ ან იღებენ იმ მსხვილმასშტაბიანი გეგმიდან, რომელზეც დატანილია გადა-

სასველის პროექტი. T ტანგენსს საზღვრავენ მრუდების დაკვალვის ცხრილებიდან ცნობილი სიმრუდის R რადიუსისა და მოხვევის ($\beta - \alpha$) კუთხის შესაბამისად. ჭვარედის a კუთხეს და b სიღიღეების ოდენობებს საზღვრავენ გადასაცვანი მარკის მიხედვით. q სიღიდის ოდენობას კი ადგენენ ადგილმდებარეობის შესაბამისად.

ე. ისრული გზების დაკვალვისათვის

ისრულ გზებს უწოდებენ რკინიგზის ლიანდაგს, რომელზეც განლაგებულია რიგი ისრული გადასაცვანებისა პარალელური ლიანდაგების განშტოებებისათვის, რითაც იქმნება ლიანდაგების პარკი (ნახ. 5).

ისრული გზები შეიძლება განლაგდეს ძირითადი ლიანდაგის მიმართ სხვადასხვა კუთხით. მცირე რაოდენობის განსაშტოებელი ლიანდაგების და პარკის



ნახ. 10.10.5.5.

მოედნის მნიშვნელოვანი სიგრძის შემთხვევაში ისრული გზის გადახრის კუთხეს იღებენ ჭვარედის α კუთხის ტოლს.

ასეთი კუთხით გადახრის შემთხვევაში ლიანდაგის განშტოებისათვის, რომლებიც პარალელურები არიან მთავარი I ლიანდაგისა, საკმარისია ეს ლიანდაგები ისრული გზების მიმართ შეეაბრუნოთ ჭვარედინის α კუთხით, ანუ საკმარისია ისრულ გზებზე დავაყენოთ ერთნაირი მარკის ისრული გადასაცვანები, რომლებიც მთავარი ქუჩის I ლიანდაგის სათავეში დგას.

პარკის ლიანდაგების ღერძებს შორის ტოლი l მანძილების ისრული გადასაცვანების (ი გ ც) წერტილებს შორის s მანძილები ურთიერთტოლი იქნება, რომლის ოდენობა (5) ნახაზის მიხედვით იქნება

$$s = \frac{l}{\sin \alpha}. \quad (10.10.5.10)$$

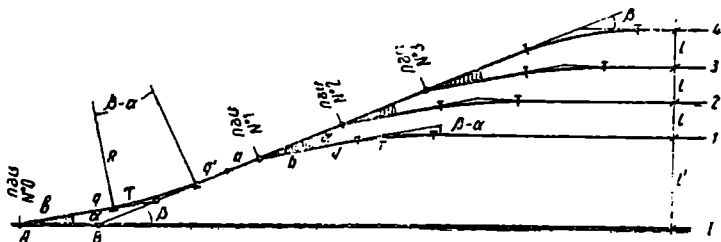
განესაზღვროთ (ი გ ც) წერტილების კოორდინატები, აბსცისათა ღერძად მივიღოთ მთავარი ლიანდაგის I ღერძი. ამ ღერძზე საწყისი ისრული გადასაცვანის ცენტრს ისრულ გზაზე ნიშნავენ პიკეტაჟის მიხედვით. თუ ამ

ცენტრს მივიღებთ კოორდინატთა კერძო სისტემის საწყისად, (5) ნახაზის მიხედვით ისრული გადასაყვანების ცენტრები იქნება

$$\left. \begin{aligned} \text{პარკის 1-ლი ლიანდაგისათვის } x_1 &= \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha} = lN; y_1 = l \\ \text{2-რე } x_2 &= \frac{2l}{\operatorname{tg} \alpha} = 2lN; y_2 = 2l \\ &\vdots \\ x_n &= \frac{nl}{\operatorname{tg} \alpha} = nlN; y_n = nl \end{aligned} \right\} (10.10.5.11)$$

ისრული გზების დაკვალვა მიზანშეწონილია პოლარული ხერხით. ამისათვის პიკეტაჟის მიხედვით მთავარი ლიანდაგის I ლერძზე საზღვრავენ ისრული გადასაყვანების საწყის ცენტრს (ი გ ც $N^{\circ}0$), ამ ლერძიდან α . კუთხის გადაზომვით მიღებულ მიმართულებაზე თანამიმდევრობით გადაზომავენ S მონაკვეთებს და ადგილზე ნიშნავენ შესაბამის $N1, N2, \dots$ (ი გ ც) წერტილებს. უკანასკნელ $N^{\circ}n$ (ი გ ც) წერტილს ადგილზე არ ნიშნავენ, მხოლოდ ისრული გზის მიმართ α კუთხით შებრუნებით ატარებენ უკანასკნელ n ლიანდაგს.

ისრული გზის სიგრძის შემოკლების მიზნით მის მიმართულებას მთავარი I ლიანდაგის მიმართ ცვლიან β კუთხით, რომლის ოდენობა შეიძლება იყოს $2\alpha, 3\alpha, \dots$ ამ შემთხვევაში ისრული გზის შეუღლება მთავარი I ლიანდაგისადმი სრულდება $N^{\circ}0$ ისრული გადასაყვანის ცენტრის და წრიული მრუდის საშუალებით, რაც ისრული გზის ლერძის დამატებით ($\beta - \alpha$) კუთხით შებრუნების



ნახ. 10.10.5.6.

საშუალებას იძლევა (ნახ. 6). მაშასადამე, იმისათვის, რომ ისრული გზის პარკიდან გამომდინარე (განშტოებული) ლიანდაგები იყოს მთავარი I ლიანდაგის პარალელურები, გარდა α კუთხით შებრუნებისა, რომელსაც იძლევა ისრული გადასასვლელი, აუცილებელია დამატებით შებრუნდეს ისინი ($\beta - \alpha$) კუთხით.

ისრული გზის დაკვალვისათვის A ($N^{\circ}0$ ი გ ც) წერტილიდან მთავარი 1-ლ ლიანდაგისადმი α კუთხით მიმართებაზე გადაზომავენ b სიდიდეს, q ჩსმას და T ტანგენსს, მიღებული მოხვევის კუთხის წვეროზე აგებენ $180^{\circ} - (\beta - \alpha)$ კუთხეს, რის შედეგად იღებენ ისრული გზის მიმართულებას, რომელიც

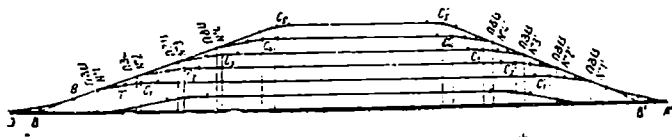
აკვეთება B წერტილში β კუთხით. პროექტის მიხედვით მასზე ინიშნება ისრული გადასაყვანები.

ისრული გზებისა და ლიანდაგების მიმხრობების დაკვალვის დროს განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა მივალწიოთ იმას, რომ გადასაყვანების ცენტრები მდებარეობდეს ზუსტად ლიანდაგების ან ისრული გზის ლერძებზე. ისრული გადასაყვანის ცენტრის გადახრა (ანუ განივი შეცდომა) ლერძიდან არ უნდა აღემატებოდეს ± 1 სმ.

F. ლიანდაგების პარკის დაკვალვა

ლიანდაგების პარკის დაკვალვის დროს აუცილებელია პარკის ლიანდაგების ლერძების პარალელურობა და ისრულ გზაზე ისრული გადასაყვანების ცენტრების ერთ წრფეზე განლაგება.

ამ მიზნით, პროექტის შესაბამისად, პოლარული ხერხით კვალავენ ისრულ BC_2 და $B'C_2'$ გზებს (ნახ. 7). განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას,



ნახ. 10.10.5.7.

რომ $N1, N2...$ ისრული გადასაყვანების ცენტრები განლაგებული იყოს ერთ წრფეზე. წერტილების აბსცისებად იღებენ საპიკეტაჟო მანძილებს მთავარ ლიანდაგზე, ხოლო ორდინატებად ლიანდაგების ლერძებს შორის მანძილებს. პარკის ორივე მხრიდან. პარაკუთხა კოორდინატებით ადგილზე კვალავენ ლიანდაგების მოხვევის $C_1, C_1'; C_2, C_2'...$ წერტილებს. ასეთი წესით დაკვალვის შედეგად პარკის ყველა ლიანდაგი იქნება ურთიერთპარალელური.

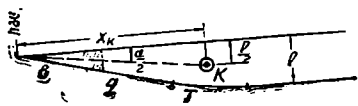
დაკვალვის დამთავრების მიზნით აუცილებელია, ჩ ა ე ს ვ ა თ ლიანდაგების მონაკვეთები ისრული გადასაყვანების ცენტრებიდან (ი გ ც) მოხვევის კუთხეების წერტილამდე. ამისათვის თეოდოლიტს ცენტრსავე ისრული გადასაყვანის, ვთქვათ, $N1$ ცენტრზე და ზომავენ კუთხეს ისრული გზის ლერძსა და მოხვევის C_1 წერტილზე მიმართულებებს შორის. თუ ამ კუთხის ოდენობა არ განსხვავდება ჯვარედის α კუთხისაგან $20-30''$ მეტი ოდენობით. C_1 წვეროდან იმავე მიმართულებით (უკან) გადაზომავენ T და $N1$ წერტილიდან $კი \cdot b$. დარჩენილ მონაკვეთებს B და A წერტილებამდე უშუალოდ ზომავენ, ადარებენ საპროექტო ზომებს და შეაქვთ შესრულებითის სქემაში. იმ შემთხვევაში, როცა გაზომილი კუთხის ოდენობა $30''$ -ზე მეტი ოდენობით განსხვავდება, ჯვარედის α კუთხეზე C_1 წერტილს ადგილებენ C_1, C_1' მიმართულებაზე მანამ, სანამ $N1$ სადგურის C_1 წერტილზე მიმართულება არ შეიქმნება α კუთხის ტოლი. ამ ღონისძიებით მიღებულ წერტილს ამაგრებენ და თვლიან მოხვევის კუთხის წვეროს სა-

ბოლო მდებარეობად. ამ უკანასკნელიდან (C_1) და $N1$ (ი გ ც) წერტილიდან T -სა და b -ს გადაზომვის შემდეგ ზომიერ დაჩენილი ჩასმის სიგრძეს.

ნატურაში დაკვალულ ისრულ გზებს და პარკის ლიანდაგებს ამარებენ გასწვრივობის სიბრტყეებით, რათა დაკვალვის წერტილებით ისარგებლონ, როგორც მიწის ვაკისის ასაგებად, აგრეთვე ლიანდაგების დასაგებადაც.

პარკის მიწის ვაკისზე დამატებით კვალავენ სასაზღვრო სვეტებს, რომლებიც აღნიშნავენ ლიანდაგის იმ სასარგებლო სიგრძეებს, რომლის ფარგლებში შეიძლება დავაყენოთ ვაგონი. სასაზღვრო სვეტებს აყენებენ ლიანდაგებს შორის იმ ადგილებში, სადაც ლიანდაგების შეყრის დროს მათ ღერძებს შორის მანძილია 4,1 მ, ანუ მოძრავ შემადგენლობას შეუძლია უხიფათოდ აუაროს გვერდი იმ ადგილას დაყენებულ ვაგონს. (8) ნახაზის მიხედვით განსაზღვრულ

რის იმ ადგილებში, სადაც ლიანდაგების შეყრის დროს მათ ღერძებს შორის მანძილია 4,1 მ, ანუ მოძრავ შემადგენლობას შეუძლია უხიფათოდ აუაროს გვერდი იმ ადგილას დაყენებულ ვაგონს. (8) ნახაზის მიხედვით განსაზღვრულ



ნახ. 10.10.5.8.]

ლია საკონტროლო K სვეტის კოორდინატები ახლო არსებული ისრული გადასაყვანის ცენტრის მიმართ:

$$\left. \begin{aligned} x_K &= \frac{\frac{l}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{l}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = lN; \\ y_K &= \frac{l}{2} \end{aligned} \right\} \quad (10.10.5.12)$$

გ. მოსაბრუნე მოწყობილობის დაკვალვა

შემადგენლობის 180° შემობრუნებისათვის იყენებენ მოსაბრუნე სამკუთხედებს ანუ მარყუჟისებრ მოსაბრუნებს.

ა. მოსაბრუნე სამკუთხედები

მოსაბრუნე სამკუთხედების ფორმა დამოკიდებულია გამოყოფილი ტერიტორიის ფორმასა და რელიეფზე. უფრო იყენებენ ძირითადი AA' ლიანდაგისადმი სიმეტრიულ და ერთნაირი მარკის ისრული გადასაყვანების მქონე სამკუთხედებს (ნახ. 9).

მოსაბრუნე სამკუთხედის დაკვალვისათვის ძირითადი მონაცემებია სამკუთხედის წვეროზე მდებარე ისრული გადასაყვანის D ცენტრის x_D და y_D კოორდინატები. ეს კოორდინატები ისაზღვრება ძირითადი ლიანდაგის პიკეტაჟის მიხედვით განსაზღვრული A და A' წერტილების მიმართ.

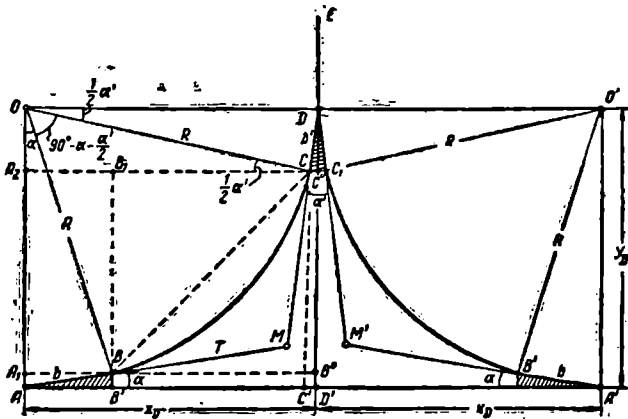
D წერტილის კოორდინატები ისაზღვრება $ABCD$ ტეხილის აბსცისათა და ორდინატების ღერძებზე პროექციების შესაბამისად.

$$\begin{aligned} x_D &= AB' + B'C' + C'D'; & (a) \\ AB' &= b \cdot \cos \alpha; & (b) \end{aligned}$$

სადაც

$$B'C' = A_2C - A_1B = R \left(\cos \frac{\alpha'}{2} - \sin \alpha \right); \quad (c)$$

$$C'D' = b' \cdot \sin \frac{\alpha'}{2}. \quad (d)$$



ნახ. 10.10.5.9.

(b), (c), (d) : გამოსახულებების (a) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ

$$x_D = b \cdot \cos \alpha + R \left(\cos \frac{\alpha'}{2} - \sin \alpha \right) + b' \sin \frac{\alpha'}{2}, \quad (10.10.5.13)$$

$$y_D = D'B'' + B''C'' + C''D,$$

სადაც

$$D'B'' = BB' = b \sin \alpha,$$

$$B''C'' = A_1A_2 = OA_1 - OA_2 = R \left(\cos \alpha - \sin \frac{\alpha'}{2} \right);$$

$$C''D = b' \cos \frac{\alpha'}{2}.$$

მამსადამე, ანალოგიური ჩასმით მივიღებთ

$$y_D = b \sin \alpha + R \left(\cos \alpha - \sin \frac{\alpha'}{2} \right) + b' \cos \frac{\alpha'}{2}. \quad (10.10.5.14)$$

ბ. მარჯუშენიხიანი მოსაბრუნების დაკვლევა

მარჯუშენიხიანი მოსაბრუნის შედეგად AG წრფივი უბნის, $GFED$ ძირითად მრუდის წრფივი $DC = d$ მონაკვეთის (რომელიც ტერიტორიის სივრცითი გამოშვებულა არ იყოს) და შებრუნებული შემეერთებელი CB მრუდისაგან. ეს უკანასკნელი AB ისრული გადასაყვანად უერთდება წრფივ უბანს (ნახ. 10).

მარყუქისებრი მოსაბრუნის გაანგარიშების დროს A წერტილში ისრული გადაყვანისათვის შერჩეული მარკისა და სიმრუდის R რადიუსისათვის, რომლის ოდენობას იღებენ 180 — 200 მეტრს, საზღვრავენ ძირითადი მრუდის G საწყისის x აბსცისას და β კუთხეს. x აბსცისა: ტოლია $ABCDE$ უბნის პროექციისა ძირითადი ლიანდაგის ღერძზე.

$$x = b \cos \alpha + R \sin \beta - R \sin \alpha + d \cos \beta + R \sin \beta,$$

ანუ
$$x = b \cos \alpha + R(2 \sin \beta - \sin \alpha) + d \cos \beta. \quad (10.10.5.15)$$

β კუთხე ისაზღვრება ორდინატა ღერძზე იმავე $ABCDE$ უბნის პროექციით.

$$b \sin \alpha + R \cos \alpha - R \cos \beta + d \sin \beta + R - R \cos \beta = 2R,$$

ანუ
$$d \sin \beta - 2R \cos \beta = R - b \sin \alpha - R \cos \alpha. \quad (10.10.5.16)$$

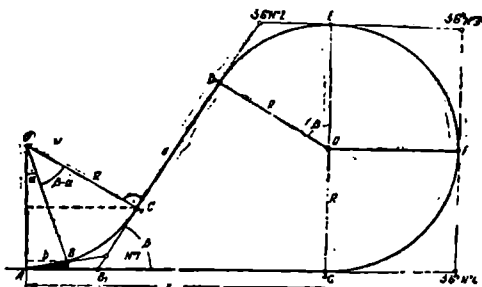
როცა $d=0$, მაშინ

$$\cos \beta = \frac{b \sin \alpha - R(1 - \cos \alpha)}{2R}. \quad (10.10.5.17)$$

მარყუქისებრი მოსაბრუნის დაკვალვისათვის პირველ რიგში საზღვრავენ ისრული გადასაყვანის A ცენტრს. შემდეგ ადგილზე ნიშნავენ გაანგარიშების

შედეგად მიღებულ $N1, N2, N3, N4$ მოხვევის კუთხეებს და მრუდების ბოლოების B, C, D, E, F, G წერტილებს, რომლებიდანაც დეტალურად კვალავენ მარყუქისებურ მოსაბრუნს.

ისრული გადასაყვალელების, ლიანდაგების პარკების, მოსახვევი მოწყობილობების და სხვა ელემენტების



ნახ. 10.10.5.10.

ბის პროექტის შედგენისათვის ვანკუთენილ ტერიტორიას აგეგმავენ 1:500—1:1000 მასშტაბში, კვეთის სიმაღლეა 0,5" მ.

შესრულებითი აგეგმვის დროს ამოწმებენ რკინიგზის ლიანდაგების მრუდების ელემენტებს, საზღვრავენ ისრული გადასაყვანების ცენტრების კოორდინატებს, მოხვევის კუთხეების წვერობებს, ჩიხებს და სხვ. ამ წერტილების მდებარეობას ადგილზე ამაგრებენ და ანალიზურად აკავშირებენ ძირითად გეოდეზიურ პუნქტებს.

ისრული გადასაყვანების ცენტრებს აღადგენენ ძირითადი და განშტოებული უბნების ღერძების გადაკვეთით ან ჯვარედის მათემატიკური ცენტრის საშუალებით. ამ უკანასკნელი შემთხვევის დროს ძირითადი ლიანდაგის ღერძზე გადაზომავენ $C=Ne$ ოდენობას, სადაც e არის ლიანდაგის სიგანე, რომელიც

ტოლია 1540 მმ; 1: N არის ისრული გადასაყვანის მარკა. ჯვარედის მათემატიკური ცენტრი ისაზღვრება მისი წახნაგების გასწვრივ გაჭიმული ძაფების გადაკვეთით. კონტროლისათვის ზომიდან ისრული გადასაყვანის ყველა ელემენტს.

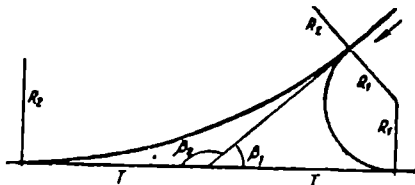
ლიანდაგის ნიველობას ასრულებენ ყოველ 50 მეტრზე განივების ჩართვით და საზღვრავენ რელსების თავების, ლერძების, გზის ვაკისის პირების, კიუვეტებისა და რეზერვების ფსკერების და ფერდების ძირების ნიშნულებს.

დაკვალვებისა და აგეგმვების შესრულებისათვის მიზანშეწონილია $\frac{1}{2}T - 10$ აეოლოლიტის გამოყენება, რომლითაც ხდება ზუსტი დაცენტრება და კუთხეების გადაზომვა $\pm 10''$ სიზუსტით.

10. 10. 6. საავტომობილო გზების მიმხრობებისა და გადაკვეთების დაკვალვა

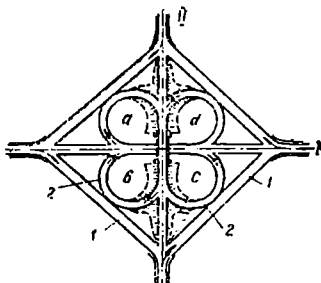
ერთ დონეზე საავტომობილო გზების მიმხრობის დროს ზომიდან ძირითადი ლერძის მიმართ მიმხრობის გზის ლერძის მიერ შექმნილ კუთხეს, ირჩევენ მრუდის რადიუსს და შედარებით ხელსაყრელ ადგილზე კვალვენ ამ გზების შემართებელ მრუდს (ნახ. 1). როგორც ნახნიდან ჩანს, გზები არ იკვეთება ურთი-

ერთმართობულად $\beta_1 \neq \beta_2$, ამ შემთხვევაში მარცხენა და მარჯვენა მოხვევის მრუდებისათვის არჩევენ სიმრუდის ისეთ რადიუსებს, რომ ორივე მრუდის ტანგენსები იყოს დაახლოებით ტოლი. მაშასადამე, განხილად შემთხვევაში, მარცხენა და მარჯვენა მრუდების რადიუსები შესაბამისად გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:



ნახ. 10.10.6.1.

$$R_1 = \frac{T}{\operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2}} \quad \text{და} \quad R_2 = \frac{T}{\operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2}} \quad (10.10.6.1)$$



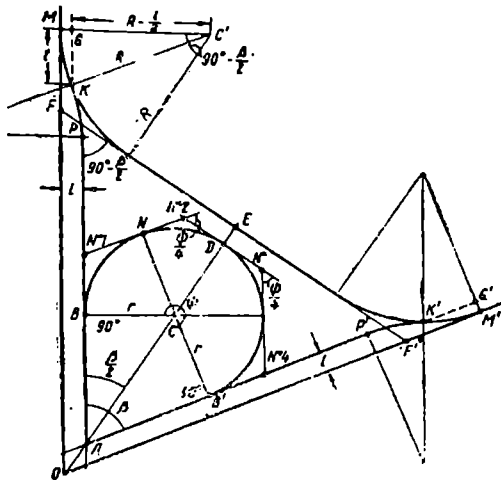
ნახ. 10-10.6.2.

შედარებით რთულდება დაკვალვითი სამუშაოები, როცა I და II მაგისტრალური საავტომობილო გზის ზოლები აცდენილია, ანუ არ იკვეთება ერთ დონეზე (ნახ. 2). ნახაზე 1 არის მარჯვნივ გადახვეული მაგისტრალების შემართებელი გზები; 2 — მარჯვნივ სვლით გადასასვლელი მარყუევები: I მაგისტრალური გზისათვის (მარჯვნიდან მარცხნივ მიმართულებისათვის) a და b მარყუევები არის უკან დასაბრუნებელი, მხოლოდ a გადასასვლელია II მაგისტრალურ

გზაზე; იმავე (I) მაგისტრალური გზისათვის, მხოლოდ შემბრუნებული მიმართულებისათვის, c და d მარყუევებია უკან დასაბრუნებელი, c კი II მაგისტრალურ

ლურ გზაზე გადასასვლელი, ასევე II მაგისტრალური გზისათვის (ზემოთ — ან ქვემოთ მიმართულებისათვის) b და c უკან დასაბრუნებელია, მხოლოდ b გადასასვლელია I მაგისტრალურ გზაზე, იმავე (II) მაგისტრალური გზისათვის შებრუნებული მიმართულებისათვის d და a მარყუევები უკან დასაბრუნებელია, ხოლო d მარყუევი გადასასვლელია I მაგისტრალურ გზაზე.

ზემოხსენებული საგზაო ნაგებობის პროექტის ხარისხი დამოკიდებულია გამოყოფილი ტერიტორიის გეგმური და სასიმალო მაჩვენებლების ზუსტად 1:1 000 — 1:2 000 მასშტაბიან და 0,5—1,0 მ კვეთის სიმალიან გეგმის ხარისხზე. გეგმაზე გადატანილი უნდა იქნეს ღერძების გადაკვეთების კუთხეები



ნახ. 10.10.6.3.

და სხვ. (3) ნახაზზე მოყვანილია მიმხრობის საანგარიშო სქემა, რომელზეც OM და OM' — ავტომაგისტრალურების ღერძებია; AP და AP' — ჩქაროსული გადასაყვანი ზოლის ღერძები, რომელთა საზღვრებში მანქანა ანელებს სვლის სიჩქარეს გადასაყვან მარყუეში შესასვლელად ან პირიქით, ზრდის სიჩქარეს მარყუეიდან მაგისტრალურ გზაზე გასვლისათვის (ნახ. 3).

გადასაყვანი მარყუეის დაკვალვისათვის აუცილებელია ადგილ-

ყე შეირჩეს და განისაზღვროს B და B' წერტილები, რომლებიც წარმოადგენენ გადასასვლელი წრიული მრუდის (მარყუეის) თავსა და ბოლოს და ამ მრუდის C ცენტრს.

ვინაიდან წრფივი ზოლისათვის B და B' წერტილებში წრიული მრუდის r რადიუსი არის მართობი, ABC და $AB'C$ მართკუთხა სამკუთხედების მიხედვით დავწეროთ

$$AB = AB' = \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}, \quad (10.10.6.2)$$

სადაც r არის წრიული მრუდის, ანუ მარყუეის, რადიუსი; β — ჰორიზონტული კუთხე გზების ღერძების გეგმილებს შორის. მაშასადამე, ჩქაროსნული გადასაყვანი ზოლის ღერძების გასწვრივ AB და AB' სიგრძეების გაზომვით ადგილზე დაინიშნება B და B' წერტილები, რომლებიდანაც დაიკვალება მარყუეის წერტილები ადგილზე. ადგილზე მარყუეის წერ-

ტილების დაკვლევა სრულდება ნაწილ-ნაწილ პართობების ხერხით, რისთვისაც ψ კუთხეს ყოფენ 4 ნაწილად და მრუდების ცხრილიდან r -სა და $\psi : 4$ მიხედვით მოინახება მრუდის ყოველი ნაწილისათვის საჭირო ელემენტები.

ზოგჯერ ჩქაროსნული გადასაყვანების ზოლის ღერძისა და გადასასვლელი მარყუჟის შეუღლების ნაცვლად BDB' გადასაყვან მრუდს, როცა r რადიუსი მცირეა, კვალავენ უშუალოდ C ცენტრიდან. ახლა განვსაზღვროთ მარჯვენა შემართებლის მრუდის F და F' მოხვევის კუთხეების წვეროების მდებარეობა, რაც საჭირო იქნება მარჯვნივ მოხვევის მრუდის დასაკვალავად. OEF მართკუთხა სამკუთხედიდან

$$OF = \frac{OE}{\sin\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)} = \frac{OF}{\cos \frac{\beta}{2}}. \quad (10.10.6.3)$$

მანძილი

$$OE = OA + AD + DE, \quad (a)$$

ხოლო

$$OA = \frac{l}{\sin \frac{\beta}{2}}, \quad (b)$$

სადაც l არის მანძილი ჩქაროსნული გადასაყვანი ზოლისა და მაგისტრალის ღერძებს შორის მონაკვეთი

$$AD = AC + r = r \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}}\right) \quad (c)$$

$$DE = b + d,$$

სადაც b არის მარყუჟის მიწის ვაკისის სიგანე; d — კიუვეტის სიგანე. საერთოდ, DE მანძილი უნდა მოიცავდეს მარყუჟის მიწის ვაკისის სიგანის ნახევარს, მარჯვენა შემართებლის ვაკისის სიგანის ნახევარსა და კიუვეტის სიგანის ჯამს. შევიტანოთ (a) ტოლობაში (b), (c) და (d) მნიშვნელობები:

$$OE = \frac{l}{\sin \frac{\beta}{2}} + r \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}}\right) + b + d. \quad (10.10.6.4)$$

(4) და (3) ფორმულებით OE და OF მანძილებით განსაზღვრულ სიგრძეების ადგილზე გადაზომვით მოვნახავთ F, F' მარჯვნივ მოხვევის კუთხის წვეროებს, რომელთაგანაც დაიკვალება გადაყვანი მრუდები. ამ მრუდების ელემენტებს საზღვრავენ R რადიუსით, რომლის ოდენობა სასურველია იყოს 600 მ. და მოხვევის კუთხით, რომლის ოდენობა იქნება $\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$.

მრუდის M საწყისიდან ტანგენსის გასწვრივ გადაზომავენ ϵ და $\frac{l}{2}$ ორდინატას, ადგილზე ნახულობენ ჩქაროსნული გადასაყვანის ზოლის ღერძისა

და ამ პერტებელი გზის ლერძის გადაკვეთის K წერტილს. $K'C'G$ სამკუ. თხედის მიხედვით

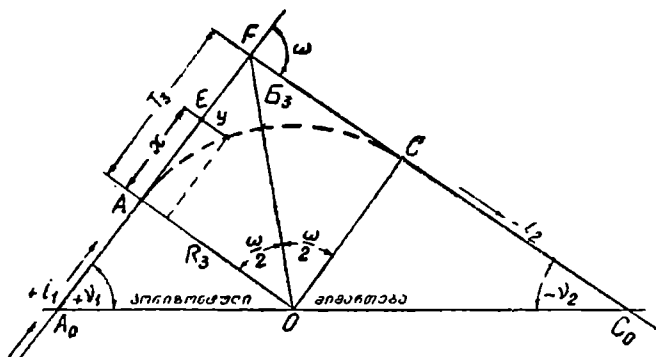
$$t = KG = \sqrt{R^2 + \left(R - \frac{l}{2}\right)^2} = \sqrt{Rl + \left(\frac{l}{2}\right)^2} \quad (10.10.6.5)$$

M' წერტილიდან ანალოგიური მიდგომით მოინახება ადგილზე K' წერტილი

10. 10. 7. ვერტიკალური მრუდები

საავტომობილო გზის გრძივი პროფილის საპროექტო ხაზის გადატეხის ადგილებში რთავენ სხვადასხვა ქანობის მქონე წრფეების შემაუღლებელ ანოზნეკილ ან ჩაზნეკილ ვერტიკალურ წრიულ მრუდს, რითაც გზის ექსპლუატაციის დროს აღწევენ მოძრაობის მდოვრულობას და გზისა და შემხვედრი ტრანსპორტის კარგ ხილვადობას (ნახ. 1).

წრიული ვერტიკალური მრუდის ჩასმა შეიძლება იმავე მეთოდით, რაც გამომუშავებულია თარაული მიმართულებების შეუღლების დროს. მაგრამ



ნახ. 10.10.7.1.

საპროექტო ხაზის გადატეხის ω კუთხის, ანუ მისი შემდგენების დახრის v_1 და v_2 კუთხეების, მაშასადამე, i_1 და i_2 ქანობების სიმციროს და ვერტიკალური სიმრუდის რადიუსის შედარებით დიდი ოდენობების გამო პრაქტიკაში იყენებენ გამარტივებულ ფორმულებს. (1) ნახაზზე R_3 არის ვერტიკალური მრუდის რადიუსი; E_3 — ბისექტრისა; K_3 — მრუდის სიგრძე; A_0FC_0 სამკუთხედის მიხედვით საპროექტო ხაზის გადატეხის კუთხე, როგორც გარე კუთხე, განისაზღვრება შესაუღლებელი ხაზების დახრის კუთხეების აბსოლუტური ოდენობების ჯამით

$$\omega = v_1 + v_2 \quad (\text{გრადუსებში}); \quad (10.10.7.1)$$

მაგრამ დახრის კუთხეების სიმციროს გამო შეიძლება ისინი შეიცვალოს ტანგენსებით, ანუ პრომილებში გამოსახული შესაბამისი ქანობების აბსოლუტური ოდენობებით

$$\omega \approx tg v_1 + tg v_2 = tg (v_1 + v_2) \approx i_1 + i_2 \quad (\text{რადიანებში}), \quad (10.10.7.2)$$

ხოლო გრადუსებში

$$\omega = \arctg(i_1 + i_2). \quad (10.10.7.3)$$

$$T_3 = R \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = R_3 \operatorname{tg} \frac{i_1 + i_2}{2} \approx R_3 \frac{i_1 + i_2}{2}, \quad (10.10.7.4)$$

$$K_3 = R(i_1 + i_2) \approx 2T_3, \quad (10.10.7.5)$$

$$\begin{aligned} E_3 &= OE - R_3 = (R_3^2 + T_3^2)^{\frac{1}{2}} - R_3 = R_3 \left(1 + \frac{T_3^2}{R_3^2}\right)^{\frac{1}{2}} - R_3 = \\ &= R_3 \left(1 + \frac{T_3^2}{2R_3^2} + \dots\right) - R_3, \end{aligned}$$

ანუ

$$E_3 \approx \frac{T_3^2}{2R_3}. \quad (10.10.7.6)$$

მრუდს დეტალურად კვალავენ მართობების ხერხით, რისთვისაც ნებისმიერი, ვთქვათ, E წერტილის x მანძილს შეიძლება და მრუდის A საწყისი წერტილიდან გადაზომავენ პიკეტაჟის მიმართულებით, ხოლო y ორდინატს საზღვრავენ $(R_3 - y) + x^2 = R_3^2$ ტოლობიდან

$$x^2 = 2R_3 y - y^2,$$

საიდანაც

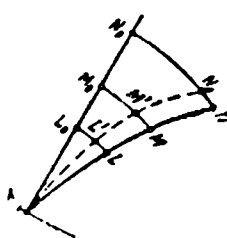
$$y = \frac{x^2}{2R_3 - y} \approx \frac{x^2}{2R_3}. \quad (10.10.7.7)$$

ამოზნეკილ ვერტიკალურ მრუდს არ კვალავენ, როცა (6) და (5) ფორმულით გამოთვლილი ბისექტრისის მონაკვეთი გამოვა 5 სმ ნაკლები და ვერტიკალური მრუდის K_3 სიგრძე კი 20 მ ნაკლები.

E_3 ბისექტრისებისა და y ორდინატების ოდენობები შეაქვთ, როგორც შესწორებები, პროფილის საპროექტო ნიშნულებში ამოზნეკილ მრუდებში მიხუსი, ხოლო ჩაზნეკილებში პლუს ნიშნით. ზემომოყვანილი ელემენტებისა და კოორდინატების ოდენობებს იღებენ სათანადო ცხრილებიდან. საუკეთესო საშუალებაა ელექტროგამომთვლელი მანქანების გამოყენება.

ვერტიკალური მრუდების ადგილზე დაკვალვისათვის გზის ღერძზე აღნიშნავენ მრუდის საწყის (A), შუა (B) და ბოლო (C) წერტილებს. ასევე, მრუდის დანარჩენ ელემენტებს აღნიშნავენ ადგილზე პალოებით. პალოებს ტორსები (თავები) უნდა იყოს ნიშნულების დონეზე, რაც სრულდება ნიველირით (10.4) თავში განხილული წესებით. როცა პალოების თავები მიწის შედაპირის დონის ქვევითაა, საჭიროა მიწა მოითხაროს. ზემომოყვანილი წესი სრულიად გამოსაყენებელია რკინიგზების მშენებლობაზე. დანარჩენი ზოლური ნაგებობების მშენებლობის დროს იგი შეზღუდულად გამოიყენება, მაგალითად, არხებისა და მაგისტრალური მილგაყვანილობის მშენებლობის დროს ვერტიკალურ მრუდებს არ იყენებენ.

რკინიგზის ექსპლუატაციის პროცესში პერიოდულად ასრულებენ მრუდების აგებმეცხეობას, რის შედეგად საზღვრავენ მათი ელემენტების ოდენობებს და ეწევიან ლიანდაგების შეზუსტებებს. ამ შესწორებებს, ანუ რკინი-



ნახ. 10.10.8.1.

გზებზე ლიანდაგების (რელსების) სწორებებს ახდენენ, რათა მათ ჰქონდეთ პროექტით გათვალისწინებული ფორმა. შეზუსტების სქემა მოცემულია (1) ნახაზზე.

განხილად შემთხვევაში ევოლვენტა არის ადგილზე გაშლილი წრიული ან გადასაყვანი ბრტყელი $AL'M'N'$ (საკონტროლო) მრუდი, რომლის ევოლუტა, ანუ ადგილზე გასაშლელი (საპროექტო) ბრტყელი წრიული ან გადასაყვანი მრუდია $ALMN...$ პირველი, ანუ საკონტროლო (გაზომილი), აღენიშნოთ $\Delta_{\text{საა}}$, ხოლო მეორე, ანუ საპროექტო, $\Delta_{\text{საპ}}$ სიმბოლოთი. მაშინ (1) ნახაზის მიხედვით შესწორება იქნება

$$\left. \begin{aligned} LL' &= LL_0 - L'L_0 \\ MM' &= MM_0 - M'M_0 \end{aligned} \right\} \quad (10.10.8.1)$$

ზოგადად $\Delta l_i = \Delta_{\text{საა}i} - \Delta_{\text{საპ}i}$

საპროექტო წრიული მრუდისათვის

$$\Delta_{\text{საპ}i} = \frac{S^2}{2R} \quad (10.10.8.2)$$

სადაც S არის რკალის მიმდინარე სიგრძე; R — მისი სიმრუდის რადიუსი. გაზომილი წრიული მრუდისათვის

$$\Delta_{\text{საა}i} = \sum_i d_i \varphi_i \quad (10.10.8.3)$$

სადაც d_i — ქორდის განაზომი (ანაგეგმი) სიგრძეა, φ_i — საწყისი ხაზის, ანუ მრუდის ტანგენსის მიმართ ქორდის შებრუნების კუთხე, მოკლედ, φ_i არის d_i ქორდის აზიმუტი.

ქორდების φ_i აზიმუტების გაზომვების თავისებურებების მიხედვით არსებობს მრუდების საკონტროლო აგებმეცხეობის შემდეგი მეთოდები:

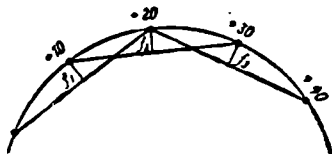
1) ევოლუტა — ევოლვენტა სხვაობით. რომლის დროსაც φ_i აზიმუტები, ანუ ქორდების შებრუნების კუთხეები, იზომება თეოლოლიტით;

2) ჩაღუნვის ისრის ხერხი, სადაც φ_i აზიმუტებს საზღვრავენ მრუდის შუაში, ანუ d მანძილზე უშუალოდ გაზომილი ჩაღუნვის ისრების ოდენობების მიხედვით;

1 ამ პარაგრაფის გაცნობამდე აუცილებელია გულდასმით განვიხილოთ (9.8).

3) ფოტოგრაამეტრიული მეთოდი, სადაც φ_i აზიმუტებს საზღვრავენ საგანგებო ფოტოგრაამეტრიული ხელსაწყოთი მრუდის მსხვილ-მასშტაბიან სურათზე.

პრაქტიკაში უფრო მიღებულია ჩალუნვის ისრის ხერხით მრუდის საკონტროლო ავეგვებები. ამ ხერხის შესრულების დროს ჩალუნვის ისარს უშუალოდ ზომავენ ყოველი ათი მეტრით ურთიერთგადაძხური 20 მეტრიანი ქორდის შუაში (ნახ. 2). ჩალუნვის f ისრის გაზომილი ოდენობებით ისაზღვრება ქორდების მოხვევის β_i კუთხეები:



ნახ. 10.10.8.2.

$$\beta_1 = \frac{f_1}{k}, \quad \beta_2 = \frac{f_2}{k}, \quad \dots, \quad \beta_i = \frac{f_i}{k}, \quad (10.10.8.4)$$

სადაც $k = d : 2 = 10$ მ. ასევე ისაზღვრება ქორდების φ_i აზიმუტები:

$$\varphi_1 = \frac{2f}{k}, \quad \varphi_2 = \frac{2(f_1 + f_2)}{k}, \quad \varphi_3 = \frac{2(f_1 + f_2 + f_3)}{k}, \quad \dots, \quad \varphi_i = \frac{2 \sum_1^i f_i}{k}, \quad (10.10.8.5)$$

ხოლო $\Theta_{\text{გაზ}}$ ევოლვენტების ოდენობები ისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებებით:

$$\Theta_1 = k\varphi_1, \quad \Theta_2 = k(\varphi_1 + \varphi_2), \quad \Theta_3 = k(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3), \quad \dots, \quad \Theta_{\text{გაზ}} = k \sum_1^i \varphi_i. \quad (10.10.8.6)$$

ევოლვენტების განსაზღვრა შეიძლება ჩალუნვის ისრებით

$$\Theta_{\text{გაზ}} = 2 \sum f_i, \quad (10.10.8.7)$$

რაც გაშლილად ასე დაიწერება:

$$\Theta_{\text{გაზ}} = 2 \{ i f_i + (i-1) f_2 + (i-2) f_3 + \dots + f_1 \}. \quad (10.10.8.8)$$

თ ა ვ ი X I

ხიდეგით გადასასვლელუბის სანიჟინრო-გეოდეზიური მიმოკვლევები და პროექტების ნატურაში გადატანა

10. 11. 1. წყალსადინარეზუ გადასასვლელი აღგილეგის შერიჟუა

წყალსადინარეზუ საგანგებო გადასასვლელეგე წარმოადგენს ნაგებობათა რთულ კომპლექსს (ნახ. 1). გადასასვლელეგის ძირითადი ნაწილეგე: 1—ხიდი, რომელშიც შედის საყრდენეგე და მალის ნაშენეგე; 2—ხილთან მისასვლელი მიწის ჭებირეგე; 3—სარეგულაციო სისტეგეგე, რომლითაც ხდეგეა წყლის დინეგის გეგმიანად და უსაფრთხოდ გაშეგება გადასასვლელის ქვეშ

დიდი ხილების მიმოკვლევები მოიცავს:

I. საინჟინრო-გეოდეზიურ მიმოკვლევებს

1. რუკებზე ვარიანტების ტრასირება, გადასასვლელის ადგილის შერჩევა და აღმაგრება; საველე ტრასირება;

2. გადასასვლელის რაიონის სიტუაციური გეგმის გადაღება და ხილის ასაგები ტერიტორიის დეტალური აგეგმვა, წყალსადინარის სიღრმეების გაზომვები;

3. ხილით გადასასვლელის სიგრძის განსაზღვრა, ტრასის პიკეტაჟზე საყრდენების მიბმა;

4. სასიმალო საფუძვლის შექმნა; ნიშნულების გადაცემა წყალსადინარების მეორე ნაპირას;

5. სახიდე ტრიანგულაციის აგება.

II. შიდრომეტრიულ მიმოკვლევებს

1. წყლის მახასიათებელი დონის ნიშნულების განსაზღვრები;

2. დინების სიჩქარისა და ნაკადის მიმართულების გაზომვა;

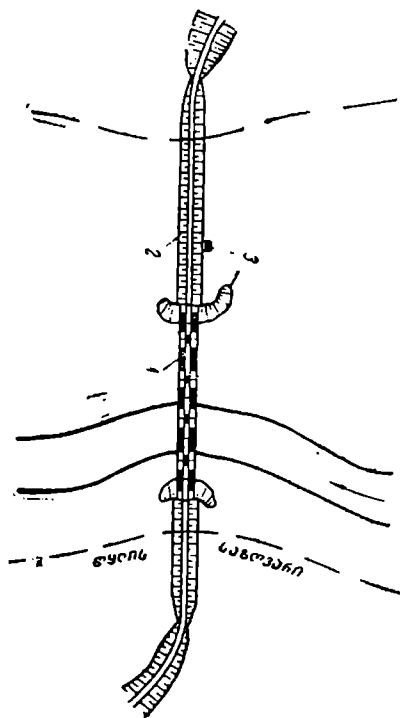
3. მდინარის ცოცხალი კვეთის, ქანობისა და წყლის ხარჯის განსაზღვრა;

III. საინჟინრო-გეოლოგიურ გამოკვლევებს

1. გადასასვლელის უბნის გეოლოგიური აგეგმვა;

2. გადასასვლელის დეტალური გეოლოგიური დაზვერვა გეოლოგიური პროფილის შეთოდით;

3. საშენი მასალების კარიერების დაზვერვა და სხვ.



ნახ. 10.11.1.1.

ზემომოყვანილი მიმოკვლევითი მასალების საფუძველზე იწყება გადასასვლელის ვარიანტების შესარჩევი კამერული სამუშაოები, რომლის დროს აგრეთვე იყენებენ განხილად წყალსადინარზე ადრე შესრულებული სახილო და სხვა ნაგებობების მშენებლობის პრაქტიკის მონაცემებს და ადგენენ წყალსადინარზე ხილით გადასასვლელის ადგილის დანიშვნისა და ხილის ნაგებობის ტიპის ვარიანტებს.

ეს ვარიანტები განიხილება, შეირჩევა და ზუსტდება ადგილზე საველე ტრასირების წინასწარი და საბოლოო მიმოკვლევების შედეგად.

წყალსადინარებზე გადასასვლელების ადგილის შერჩევის დროს ხელმძღვანელობენ შემდეგი მოთხოვნებით:

1. ხილით გადასასვლელი უნდა მდებარეობდეს ძირითადი ტრასის გასწვრივობაში; დინების მარჯვენა და მარცხენა ტერიტორიების დონეებს შორის სხვაობა არ უნდა იწვევდეს ტრასის გამრუდებასა და მისადგომების ქანობების დიდ და ურთიერთ განსხვავებულ ოდენობებს. ეს პირობა განსაკუთრებით დაცული უნდა იქნეს ქალაქურ დასახლებებში;

2. გადასასვლელის ღერძი უნდა იყოს შერჩეული რაც შეიძლება დიდი ბის ღერძის მართობულად, ამავდროულად მდინარის ღერძი გადასასვლელის ტერიტორიაზე უნდა იყოს წრფივი და წყალდიდობის დროსაც დინებით უცვლელი, ანუ მუდამ პარალელური მთავარი კალაპოტისა და ქალის ტერიტორიის ღერძისა სასურველია, საერთოდ ხილით გადასასვლელის ღერძის მდინარის ღერძისადმი ნორმალიდან გადახრა არ აღემატებოდეს 10° , ხოლო გემთსავალ მდინარეებზე კი 5° . იმ შემთხვევაში, როცა ფაქტობრივი გადახრა იწვევს ტრასის დიდ გამრუდებას, დასაშვებია, ირიბი გადაკვეთა; მხოლოდ ეს ფაქტორი უნდა იყოს მხედველობაში მიღებული ხიდის ნახვრეტის, საყრდენების დაპროექტებისა და სარეგულაციო ნაგებობების გაანგარიშების დროს; 3. აღნიშნული პირობების დაცვით ხილით გადასასვლელი უნდა იქნეს შერჩეული ქალის ყველაზე ვიწრო ადგილას; მაგალითად, იქ, სადაც არ არის მდინარის ტოტები, თავთხელები, კუნძულები; დაშორებით იყოს ჩქერები და ვერილოთ იმ ადგილებს, სადაც მდინარეს აქვს კალაპოტის ციკაბო მოხვევები.

4. ხილით გადასასვლელებს უნდა ჰქონდეთ ხელსაყრელი გეოლოგიური პირობები. მაგალითად, სასურველია, ძირითადი საყრდენის ქანები არ იყოს დიდ სიღრმეებში. მდინარის კალაპოტი უნდა იყოს მდგრადი და არ იცვლებოდეს დროთა ვითარებაში. უნდა ვერილოთ მეწყრიან, კარსტულ და სველ ფერდობულ ადგილებს, აგრეთვე ქალაში არ უნდა იყოს ტბები და ნამდინარეები ადგილებში. შერჩეულ ხილით გადასასვლელებს რკინაბეტონის ნიშნებით ამაგრილებენ მდინარის ორივე ნაპირზე, ხიდის მისადგომებზე და საზღვრავენ მათ საპიკეტაჟო მნიშვნელობებს. ზმირად, როცა მცირე ხიდის წყალსადინარი ტრასით იკვეთება ირიბად, გაჰყავთ ახალი ხელოვნური კალაპოტი ტრასის მართობულად.

მცირე ხელოვნური ნაგებობების გაანგარიშებისათვის მიმოხილვების შესრულების დროს აუცილებელია დადგინდეს:

1. წყალსადინარის წყალსაკრების (აუზის) ფართობის ოდენობა;
2. აუზის სიგრძე და ტალევეგის ან კალაპოტის საშუალო ქანობი;
3. კალაპოტის გრძივი ქანობი ნაგებობის ახლო;
4. წყალსადინარის განივი პროფილის სახე გადასასვლელის ადგილას;
5. აუზის დაჭაობიანებისა და გრუნტების შემწოვიანობის ცნობები.

აუზის ფართობს ადგენენ მსხვილმასშტაბიან რუკაზე იზოჰიფსების მიხედვით დანიშნულ წყალგამყოფ ხაზებზე პლანიმეტრის შემოტარებით. საველე ტრასირების პროცესში იკვლევენ და აზუსტებენ ადგილზე მის კონტურს.

როცა გვაქვს აუზის აეროფოტოგაგეგმვის მასალები, მაშინ ფოტოგეგმვის ან ფოტოსქემის სტერეოსკოპულად დამუშავების საშუალებით ადგენენ წყალგამყოფ და წყალმართ (ტალევეგის) ხაზებს და საზღვრავენ აუზის ფართობს.

აუზების გეგმებზე არჩევენ გაუმდინარ უბნებს და ნიშნავენ მთავარ ტალევეგს, რომლითაც მიედინება წყლის ძირითადი მასა ამ ტალევეგის მიმართუ-

ლებით დგინდება აუზის სიგრძე დასაპროექტებელი ხელოვნური ნაგებობიდან წყალგამყოფ ხაზამდე და იზოპიფსებით ან ნიველობით აღგენენ განხილადი ტალევე გის საშუალო ქანობს.

გადასასვლელის ადგილას წყალსადინარის პერპენდიკულარულად აღგენენ დაწერილებით განივ პროფილს და საზღვრავენ კალაპოტის ქანობს გადასასვლელიდან ზემოთ, დაახლოებით 200 მეტრზე და ქვემოთ 100 მ.

ყველა გვეგური და სასიმაღლო მასალა მიბმული უნდა იქნეს ტრასის საპიკეტაჟო საფუძველზე.

10. 11. 2. ხილით გადასასვლელის აგებვა

როგორც ცნობილია, დიდ (100 მეტრზე მეტი) ზომის ხილით გადასასვლელის დაპროექტებისათვის აღგენენ გადასასვლელის რაიონის სიტუაციურ გეგმას და ხიდის მშენებლობის ადგილის დეტალურ მსხვილმასშტაბიან გეგმას.

სიტუაციური გეგმა (1:5 000—1:10 000 მასშტაბის) წარმოადგენს ძირითად მასალას ხილით გადასასვლელის ვარიანტების და ტრასისადმი მათი შეუღლების საკითხის დასამუშავებლად; სარეგულაციო ნაგებობების განლაგების სქემების დამუშავებისათვის; საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვებისათვის საჭირო პილდრომეტრიული და მორფომეტრიული გასწვრივობის ადგილების დანიშვნისათვის; მშენებლობის ორგანიზაციისა და სახილო ტრიანგულაციის პროექტის შესადგენად და სხვ.

თუ არსებობს აეროფოტოგრაფიების სათანადო მასალები, სიტუაციური გეგმა შეიძლება შესრულდეს კამერულად, შემდეგ ველზე მისი შევსება-დაზუსტებით და შესწორებებით.

ხიდის ტერიტორიის დეტალურ მსხვილმასშტაბიან (1:1000 $k=0,5$ მ) გეგმას იყენებენ ხიდის ყველა ნაგებობის დეტალური დაპროექტების დროს და ხილთან ტრასის შეერთების პროექტის დასამუშავებლად.

სააგეგმვო სვლები და აგეგმვების საკითხები საგანგებოდ განხილულია საინჟინრო გეოდეზიის IX ტომში, რაც საჭიროა გამოვიყენოთ სათანადო ინსტრუქციასთან ერთად.

10. 11. 3. ხილით გადასასვლელის სიგრძის განსაზღვრა

ხილით გადასასვლელის სიგრძე წარმოადგენს მანძილს იმ გამოსავალ წერტილებს შორის, რომლებიც მდებარეობენ მდინარის მოპირდაპირე დაუტბორავ ნაპირებზე. ეს სიგრძე საჭიროა ხიდის ნაგებობების გამოსავალი წერტილებისადმი ანალიზურად მიბმისათვის.

ხილით გადასასვლელის AB სიგრძის საჭირო სიზუსტე ნატურაში დამოკიდებულია თვით ხიდის აშენებისათვის საჭირო სიზუსტეზე (ნახ. 1).

როგორც ცნობილია, ხიდის L სიგრძეს საზღვრავენ ტოლობით

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^{n-1} p_i + (q_1 + q_n), \quad (10.11.3.1)$$

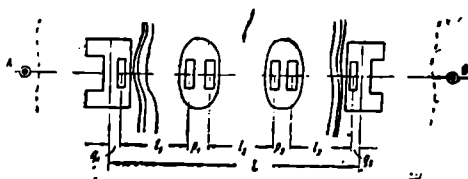
სადაც l_i არის მალის ნაშენის საანგარიშო სიგრძე;

p_i — მოსაზღვრე მალის ნაშენების საყრდენების ღერძებს შორის მანძილი;

q — მანძილი საყრდენების ღერძებსა და სანაპირო ბურჯების კარადულ კედლებს შორის;

n — ხიდის მალეების რაოდენობა.

(1) ფორმულაში ყველა კომპონენტი ურთიერთდამოკიდებულია და ამავე დროს ნაგულისხმევია, რომ l_i არის სხვადასხვა ოდენობის. ხოლო



ნახ. 10.11.3.1.

p_i და q კი უცვლელი ოდენობებია. მაშასადამე, განაზომთა შეცდომების თეორიის [20] წესის მიხედვით. (1) ტოლობის სრული დიფერენციალის და საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით დაეწერათ

$$m_L = \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 + (n-1) m_p^2 + 2m_q^2, \quad (10.11.3.1')$$

სადაც $m_{l_i} = \frac{l_i}{T}$ არის მალის ნაშენის დამზადებისა და მონტაჟის საშუალო

კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობას რთული კონსტრუქციის ხიდებში იღებენ $l:10\ 000$, ხოლო მარტივი ხიდებისათვის კი $l:6\ 000$.

m_p — ორი მეზობელი საყრდენის ურთიერთმდებარეობის გრძივი საშუალო კვადრატული შეცდომა. იმის გამო, რომ საყრდენებს კვალავენ ადვილზე ხიდის ყოველი საყრდენის ცენტრიდან ± 5 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომით, შეიძლება მივიღოთ, რომ $m_p = \pm 0,5\sqrt{2}$ (სმ);

m_q — q მანძილის ადვილზე გადაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობა ცდებით დადგენილია და უდრის ± 5 მმ.

ზემომოყვანილი ოდენობების (1) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ

$$m_{L(\text{სმ})}^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i(\text{სმ})}{T} \right)^2 + (n-1) (0,5 \cdot \sqrt{2})^2 + 2 \cdot 0,5^2,$$

$$m_{L(l)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l_{(i)}}{T}\right)^2 + \frac{n}{2}} \quad (10.11.3.2)$$

ამ ხიდებისათვის, რომელთა მალეები ურთიერთტოლია, (1) დამოკიდებულება მიიღებს ასეთ სახეს:

$$m_{L(l)}^2 = n m_{l(l)}^2 + (n-1) m_p^2 + 2m_q^2, \quad (10.11.3.3)$$

ე. ი. (2) დამოკიდებულება ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\left. \begin{aligned} m_{L(l)} &= \sqrt{nm_{l(l)}^2 + \frac{n}{2}} \\ m_{L(l)} &= \sqrt{n \left[\left(\frac{l_{(i)}}{T}\right)^2 + \frac{1}{2} \right]} \end{aligned} \right\} \quad (10.11.3.3)$$

მაგალითად, როცა მალის საშუალო სიგრძე $l=100$ მ; $n=12$, ე. ი. $L=1200$ მ და $l:T=l:10000$, მივიღებთ $m_L = \pm 4,2$ სმ. სიზუსტე, ანუ ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა კი იქნება $m_L:L=4,2:12000=1:28570$.

ცალკეული მალის დამოუკიდებლად დაკვალვის შემთხვევაში ან ცალკეული შუალედი საყრდენის დაცენტრის საშუალო კვადრატული $m_i=m_0$ შეცდომა ტოლზუსტობის გამო იქნება:

$$m_i=m_0 = \frac{m_L}{\sqrt{n}}. \quad (10.11.3.4)$$

განხილულ მაგალითში

$$m_0 = \frac{4,2}{\sqrt{12}} = \pm 1,2 \text{ სმ.}$$

ხილთ გადასასვლელის სიგრძე S შეიძლება გაიზომოს უშუალოდ ან არაპირდაპირი ხერხით, როგორცაა სინათლისმანძილზომები, პარალაქსური პოლიგონომეტრია ან ტრიანგულაციის მეთოდი [27], [28].

როცა ხილს აგებენ მშრალ ზედაპირზე ან საიმედოდ გაყინულ მდინარეზე, ხილთ გადასასვლელის სიგრძეს ზომავენ ფოლადის სკალიანი ბაფთით ან ინვარული მავთულებით. მცირე სიღრმის მდინარეებზე ასობენ ხომინჯებს ან საიმედო სვეტებს და მასზე აწყობენ თაროს საზომის დასადგმელად, მის ქვემოთ კი მზომავეების სასიარულოდ აწყობენ ფიცარნაგს.

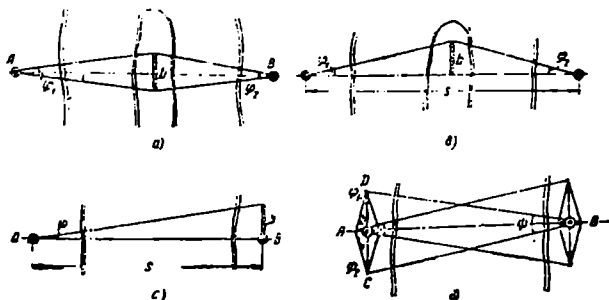
ხილის გადასასვლელის სიგრძის პარალაქსური პოლიგონომეტრიის მეთოდით განსაზღვრის დროს მთავარია პარალაქსური რგოლის შეჩევა მაგალითად, მომავალი ხილის ღერძის გასწვრივობაში თუ არა

სებობს კუნძული (ნახ. 2^ა), მასზე აგებენ სიმეტრიულ რგოლს, რომლის შესაბამისი ფორმულაა

$$AB = s = \frac{b}{2} \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi_2}{2} \right). \quad (10.11.3.5)$$

შეიძლება საჭირო გახდეს არასიმეტრიული რგოლის გამოყენება (ნახ. 3^ა), მაშინ

$$s = b (\operatorname{ctg} \varphi_1 + \operatorname{ctg} \varphi_2). \quad (10.11.3.5)$$



ნახ. 10.11.3.2.

ორივე შემთხვევაში გალოგარიტმების, სრული დიფერენციალის აღებისა და საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით დავადგენთ სიზუსტის, ანუ ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომის, ფორმულას

$$\left(\frac{m_s}{s} \right)^2 = \left(\frac{m_b}{b} \right)^2 + \left(\frac{s}{2b\sqrt{2}} \right)^2 \cdot \left(\frac{m_\varphi}{\rho''} \right)^2 \quad (10.11.3.6)$$

უმრავლეს შემთხვევაში იყენებენ მეორე ტიპის რგოლს b ბაზისით ერთ ნაპირზე (ნახ. 3^ა). მაშინ

$$s = b \operatorname{ctg} \varphi. \quad (10.11.3.7)$$

მისი განსაზღვრის სიზუსტე კი იქნება

$$\frac{m_s}{s} = \left(\frac{m_b}{b} \right)^2 + \left(\frac{s}{b} \right)^2 \cdot \left(\frac{m_\varphi}{\rho''} \right)^2. \quad (10.11.3.8)$$

საჭიროებისამებრ ანალოგიური მიდგომით შეიძლება გამოვიყენოთ უფრო რთული სქემა ან ტრიანგულაციის მეთოდი.

10. 11. 4. დიდ წყალსადინარებზე ნიშნულების გადაცემა

ინსტრუქციის მიხედვით, 300 მეტრზე მეტი სიგანის ხილებით გადასასვლელების გაღმა-გამოღმა საჭიროა დამაგრდეს არანაკლებ თითო რეპერისა, რომელთა ნიშნულები უნდა განისაზღვროს საყრდენი პუნქტების მიმართ არა უმეტეს ± 100 მმ შეცდომისა; ეს რეპერები ერთმანეთს უნდა დაუკავშირდეს ნიველობით. მასასაღამე, მიმოკვლევების დროს აუცილებელია მდინარის ერთი ნაპირიდან წყლის სივრცეებით გადაცემულ იქნეს ნიშნულები მეორე ნაპირზე.

როცა მდინარე სათანადოდ იყინება (ზამთრობით), ნიშნულებს გადასცემენ ჩვეულებრივი ნიველობის წესით, სოლო მდინარეზე—ორმაგი გეომეტრიული, ტრიგონომეტრიული ან ჰიდროსტატიკური მეთოდით.

A. უინულუმი ნიველობა

ზამთარში ყინულზე ნიველობისათვის წინასწარ ჩაყინავენ პალოებს შტატივისა და ლარტყების დასაყენებლად. მაგრამ, ყინულს ახასიათებს მდინარის შუაგულის ახლო ვერტიკალური ძვრები, რის გამო ვერ იღებენ ნიველობის სასურველ შედეგს.

იმისათვის, რომ რამდენიმე მენიველემ თანადროულად აწარმოოს ყინულზე ნიველობა, თითოეულისათვის გამოჰყოფენ, ვთქვამთ 200 მეტრიან უბნებს. ჩაყინავენ პალოებს ნიველირისა და ლარტყებისათვის და შემდეგ სიგნალის შესაბამისად იღებენ დანამზერებს უკან, წინ და ისევ უკან ლარტყებზე რამდენიმეჯერ ანათვლების აღებით აღწევენ დამაკმაყოფილებელ შედეგს.

B. ოკმაგი გეომეტრიული ნიველობა

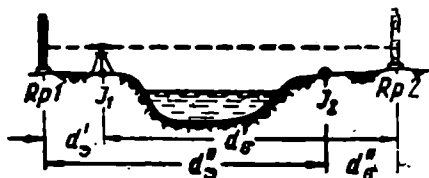
მდინარეზე ნიველობისათვის მის ორივე მხარეზე ამაგრებენ R_1 და R_2 რეპერებს ისე, რომ სამიზნე ხაზი გადიოდეს მიწის ზედაპირიდან არანაკლებ 2—3 მ სიმაღლეზე და მათგან ნიველირის I_1 და I_2 დაყენების ადგილი იყოს 10—30 მ (ნახ. 1). აქ უნდა იყოს დაცული ტოლობა

$$\left. \begin{aligned} d'_3 &= d''_6 \\ d''_3 &= d'_6 \end{aligned} \right\} \quad (10.11.4.1)$$

სადაც უ და წინდებები, შესაბამისად, ნიშნავს, „უკან“ და „წინ“; d' და d'' კი — მანძილებია.

I_1 წერტილში ვაყენებთ მომწესობაში ნიველირს და ვიღებთ ანათვალს (დანამზერს) უკანა უახლოეს ლარტყაზე უ₁ და ფოკუსირების შეცვლის შემდეგ

ვიღებთ წ₁ ანათვალს წინა (შორეულ) ლარტყაზე. ამით სრულდება პირველი ნახევარი ილეთი. ნიველირი გადააქვთ ფრთხილად მეორე ნაპირზე ისე, რომ ფოკუსირება არ დაიორღევს და აყენებენ I_2 წერტილზე; ფოკუსირების გარეშე მომწესობაში მოყვანის შემდეგ იღებენ



ნახ. 10.11.4.1.

უ, ანათვალს უკანა შორეულ) ლარტყაზე, ე. ი. სრულდება მეორე ნახევარი ილეთი, სულ შესრულდა ერთი ილეთი. ასეთი ილეთები სრულდება რამდენიმეჯერ.

იმის გამო, რომ ორმაგი ნიველობის დროს ნიველირიდან უკანა და წინა ლარტყამდე მანძილები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება, გამოთ-

კლირი აღმატებები იქნება დამახასიათებელი დედამიწის სიმრუდისა, რეფრაქციისა (f) და სამიზნე ღერძის თარაზოს ღერძისადმი არაპარალელურობის გამო (i კუთხე) ცხადია, გათვალისწინებული დამახინჯება ექნება უგრძეს მანძილებზე დაყენებულ ლარტყეებზე ანათვლებს. მოკლე მანძილებზე დადგმული ლარტყის ანათვლების დამახინჯება იქნება უგულვებელსაყოფი.

I ნახევარი ილეთის შედეგად განსაზღვრული აღმატება

$$h_1 = \varpi_1 - \varphi_1 \quad (a')$$

უკანა და წინა ლარტყაზე ანათვალი

$$\varpi_1 = a_1 + d'_5 \cdot \frac{i_1}{\rho''}, \quad (b')$$

$$\varphi_1 = b_1 + d'_6 \cdot \frac{i_1}{\rho''} + f_1, \quad (c')$$

სადაც და b_1 არის უკანა და წინა ლარტყაზე ანათვლები დამახინჯების გარეშე;

$i_1 : \rho''$ — სამიზნე ღერძის თარაზოს ღერძისადმი არაპარალელურობის კუთხე რადიანებში ($\rho'' = 206265''$);

d_5 და d_6 — შესაბამისად I_1 საღგურისათვის უკანა და წინა ლარტყადე მანძილები;

f_1 — დედამიწის სიმრუდისა და რეფრაქციის გავლენა, რომლის ოდენობა მოკლე მანძილზე უმნიშვნელოა და უგულვებელყოფენ.

(b') და (c') დამოკიდებულებების (a')-ში ჩასმით ლაწერით

$$h_1 = a_1 - b_1 + (d'_5 - d'_6) \frac{i_1}{\rho''} - f_1. \quad (d')$$

II ნახევარი ილეთის (მდინარის მეორე ნაპირი) შედეგად განსაზღვრული აღმატება

$$h_2 = \varpi_2 - \varphi_2 \quad (a'')$$

ზემოხსენებულის ანალოგიურად

$$\varpi_2 = a_2 + d''_5 \cdot \frac{i_2}{\rho''} + f_2, \quad (b'')$$

$$\varphi_2 = b_2 + d''_6 \cdot \frac{i_2}{\rho''}. \quad (c'')$$

მაშასადამე,

$$h_2 = a_2 - b_2 + (d''_5 - d''_6) \frac{i_2}{\rho''}. \quad (d'')$$

ერთი ილეთით R_1 და R_2 რეპერებს შორის საშუალო აღმატება

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}. \quad (e)$$

(*ε*) დამოკიდებულებაში h_1 დი h_2 აღმატებების ოდენობების (d') და (d'')-ში შეტანით და ამავე დროს იმის გათვალისწინებით, რომ ორმაგი ნიველობის დროს დაცულია (1) ტოლობები, მივიღებთ

$$h = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 + b_2)}{2} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{d'}{\rho''} (i_1 - i_2) + \frac{d''}{\rho''} (i_2 - i_1) + (f_2 - f_1) \right\}. \quad (10.11.4.2)$$

ორმაგი ნიველობის დროს თუ დაცულ იქნა სამიზნე ღერძისა და თარაზოს ღერძებს შორის მუდმივობა, ე. ო. თუ $i_1 = i_2$ და აგრეთვე დედამიწის სიმრუდის და რეფრაქციის ოდენობა და ნიშანი უცვლელი დარჩა, ე. ო. $f_1 = f_2$, მაშინ R_1 და R_2 რეპერს შორის აღმატების საშუალო ოდენობა

$$h = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2}. \quad (10.11.4.2)$$

კუთხის მცირე ოდენობით შეცვლა განიერ მდინარეებში იწვევს ორმაგი ნიველობის საყურადღებო სისტემატურ შეცდომას მაგალითად, i კუთხის 2" შეცვლისას, როცა მდინარის სიგანეა 1000 მ,

$$\Delta h = \frac{1}{2} \cdot \frac{d}{\rho''} (i_2 - i_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000000}{206265} \cdot 2'' \approx 5 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, უნდა ვეცადოთ, რომ i არ იცვლებოდეს ტემპერატურის ან ინსტრუმენტის გადატანის დროს რყევით. ცდებით დადგენილია, რომ 1°C ტემპერატურის შეცვლა იწვევს i შეცვლას 0'',5.

ყოველი ილეთი უნდა შესრულდეს რაც შეიძლება მოკლე დროში, რათა რეფრაქციის მოვლენა მდინარის ორივე ნაპირიდან იყოს დაახლოებით ერთნაირი. ამ მიზნით სჭობს ნიველობა ორივე ნაპირიდან ორი ნიველირით თანადროულად ინსტრუმენტების ურთიერთგადადგმით. ამით დაცული იქნება ორმაგი ნიველობის მარტივი (2) ფორმულა.

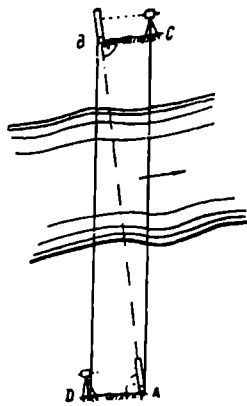
C. ტრიგონომეტრიული ნიველობა

ტრიგონომეტრიული ნიველობის თითქმის ყველა შემთხვევა განხილულია (8. 9. 1) პარაგრაფში. განხილად შემთხვევაში იყენებენ ორმაგი ნიველობის მეთოდს, რაც გამოიხატება იმაში, რომ გაზომვებს აწარმოებენ წინ და უკან თანადროულად ორი თეოდოლიტით ამ დროს იზომება ზენიტური მანძილები ზუსტი ოპტიკური თეოდოლიტებით დაკვირვებისათვის წყნარ ამინდში. (2) ნახაზზე აღნიშნული სასიმალო A და B წერტილები, რომელთა შორის ხდება ნიშნულების გადატანა მდინარეზე, არის სახილო ტრიანგულაციის პუნქტები და აწყობენ და ამაგრებენ ისე, როგორც რეპერებს.

თეოდოლიტებსა და სამიზნებლებს იყენებენ პარალელოგრამის წვეროებში, იმ ანგარიშით, რომ დაცული იყოს ტოლობა $AD = BC$. მიზანშეწონილად თვლიან, რომ მათი სიგრძეები არ აღემატებოდეს 3 მ. A და B წერტილებზე აყენებენ ლარტყებს, რომლებზეც მიმაგრებულია სამი (ზედა, შუა და ქვედა) მარკა, რომელთა ღერძები ზუსტად არის შერწყმული ლარტყის სათანადო

შტრიხებზე. A და B წერტილებში ლარტყებს აყენებენ შვეულად და ამაგრებენ ბიჯგებით.

საზღვრავენ ზენიტის M , ადგილს და ვერტიკალურ წრედზე ამთვლელი ხელსაწყოს ინდექსს აყენებენ ($90^\circ + M$) ანათვალზე და თანადროულად ორივე ნაპირზე ჰოგარს უმიზნებენ ახლო (D -დან A და C -დან B) ლარტყებს, მოჰყავთ შვეული წრედის თარაზოს ბუშტულა ნულპუნქტზე და იღებენ შვეულ წრედზე ანათვალს. ამ ანათვლებს თვლიან A და B რეპერების მიმართ ინსტრუმენტის i_A და i_B სიმაღლეებად, რადგანაც AD და BC მოკლე მონაკვეთები არის ჰორიზონტულები. ზენიტურ z_A და z_B მანძილებს ზომავენ ლარტყების გამსხვილებულ შტრიხზე ჰოგარით მიზნების შესაბამისად თანადროულად ორ-ორი (R და L) წრედით ორი-სამი ილეთით.



ნახ. 10.11.4.2.

ამთავრებენ რა საჭირო ილეთებს, ინსტრუმენტებს უცვლიან სადგურებს C და D სადგურებს შორის და იმეორებენ ყოველივეს. იწყებენ გაზომვებს z_i მანძილებისას და ამთავრებენ ინსტრუმენტების i სიმაღლეების გაზომვებით. ყოველი ილეთის აღმატება განისაზღვრება ორმაგი ნიველობის (8.9.1.10') ფორმულით.

$$h_{AB} = s \text{tg} \frac{z_{BA} - z_{AB}}{2} + \frac{i_A - i_B}{2} + \frac{v_A - v_B}{2}, \quad (10.11.4.3)$$

სადაც z_A და z_B არის A და B სამიზნეებზე (რეპერებზე) სხვადასხვა თეოდოლიტებით განაზომი ზენიტური მანძილები;

v_A და v_B — იმავე წერტილებზე სამიზნეების სიმაღლეები ლარტყების ქუსლებიდან დამიზნების წერტილებამდე;

i_A და i_B — იმავე წერტილებზე ინსტრუმენტების სიმაღლეები;

s — იმავე წერტილებს შორის ჰორიზონტული მანძილი, რომლის ოდენობას საზღვრავენ სახიდე ტრიანგულაციით.

განსაზღვრული h აღმატების შეფასებისათვის (3) ფორმულით გამონათვლებით h_1, h_2, \dots, h_n (n — ილეთების რაოდენობა) განვსაზღვრავთ

$$h_{AB_{\text{საშ}} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n}. \quad (10.11.4.4)$$

ყოველ A_i გამონათვალისა და საშუალო სხვაობებით მიღებული უაღბათესი შეცდომების ბესელის ფორმულაში შეტანით მივიღებთ ყოველი ცალკეული განაზომის საშუალო კვადრატულ შეცდომას.

D. ჰიდროსტატიკური ნივთიერება

დიდ წყალსადინარებზე ზუსტად ნიშნულები გადააქვთ ჰიდროსტატიკური ნიველობის საშუალებით (იხ. 7. 6. 1. პარაგრაფი).

წყალსადინარის ფსკერზე აგებენ მტკიცე შლანგს და წნევით ავსებენ წყლით, რომ შლანგში არ დარჩეს ჰაერის ბუშტულები. შლანგის ბოლოებზე აყენებენ დანაყოფების მქონე მინის მილაკებს და ამაგრებენ ნაპირის სვეტებზე (ნახ. 3) ერთი სანიველო სადგურის მანძილზე აღნიშნული $N1$ და $N2$ სვეტებიდან მდინარის ორივე მხარეზე აგებენ R_1 და R_2 რეპერებს, დაკვირვების დროს უშვებენ, რომ $N1$ და $N2$ მილაკებში სითხის მენისკები არის ერთ დონეზე. ზედაპირზე და ორი ნიველირით თანადროულად აკავშირებენ ამ დონე-

რივე ზედაპირს R_1 და R_2 რეპერთან. მაგალითად, R_1 ცნობილი ნიშნულით ისაზღვრება ნიშნული $N1$ მენისკის ან რაც იგივეა $N2$ მენისკისა და ამ უკანასკნელით კი ისაზღვრება R_2 რეპერის ნიშნული. თანადროულ გამოკვებებს



ნახ. 10.11.4.3.

აწარმოებენ დროის გარკვეულ მონაკვეთებში და საზღვრავენ მრავალ დანაკვირებთა საშუალოს. ორივე სანაპიროზე თანადროულად ზომავენ ჰაერის t_1 და t_2 ტემპერატურას და P_1 , P_2 წნევებს, რათა საჭიროებისამებრ გამონათვლებში შეიტანონ შესწორებები.

ხელშემწყობ პირობებში ამ მეთოდით საზღვრავენ აღმატებებს რამდენიმე მილიმეტრის შეცდომის ფარგლებში.

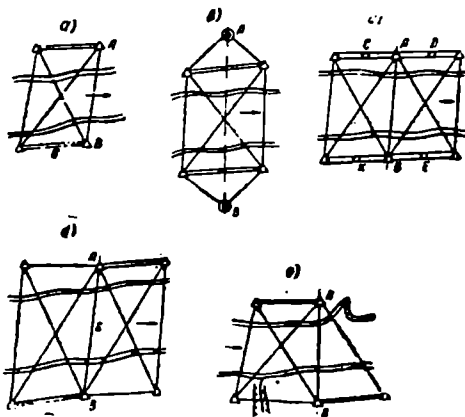
10. 11. 5. სახიდე ტრიანგულაცია

დიდ წყალსადინარებზე ხიდების ნაგებობათა ნატურაში დასაკვალავად ანგარიშობენ და ქმნიან დამოუკიდებელ ქსელს სახიდე ტრიანგულაციის სახით. ეს ქსელი აგრეთვე გამოიყენება ხილით გადასასვლელის სიგრძის განსაზღვრისათვის. კოორდინატთა სათავედ იყენებენ ერთ-ერთ გამოსავალ წერტილს. ხილით გადასასვლელის ღერძს იყენებენ აბსცისათა ღერძად, ხოლო ამ ხაზის აზიმუტს პირობით თვლიან ნულად. ხილით გადასასვლელის ახლო თუ არსებობს სახელმწიფო საყრდენი ქსელის პუნქტები, სახიდე ტრიანგულაციის გამოსავალ წერტილს (მაშასადამე, ქსელს) აბაჟენ მას, რომ განსაზღვრონ სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტების სახელმწიფო კოორდინატები.

სახიდე ტრიანგულაციის ქსელის ფორმები შეიძლება მრავალნაირი იყოს რელიეფისა და სიტუაციის თავისებურებების ზეგავლენით. უფრო ხშირად გა-

მოიყენება სრული გეოდეზიური ოთხკუთხედის ფორმა უშუალოდ გაზომილი ორი ბაზისით (მდინარის ორივე მხარეზე). ზოგიერთი ტიპობრივი სქემა ნაჩვენებია (1) ნახაზზე.

სახილვე ტრიანგულაციის სიზუსტე უნდა იყოს ისეთი, რომ მისი პუნქტებიდან გადაკვეთით განსაზღვრული ხიდის საყრდენების ცენტრების მდებარეობისა



ნახ. 10.11.5.1.

და მძლების სიგრძეებში საშუალო კვადრატული შეცდომები არ აღემატებოდეს $\pm 1,5-2$ სმ მაშასადამე, სახილვე ტრიანგულაციის პუნქტების მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები უნდა იყოს $1,5-2$ ჯერ ნაკლები, ე. ი. დაახლოებით ± 1 სმ.

4. სახილვე ტრიანგულაციის პირობები:

სახილვე ტრიანგულაციის პროექტს აღგენენ ხილით გადასასვლელის გეგმაზე გულდასმით; ასაშენებელი ხიდის ნაგებობათა პროექტების საშენებლო-სამონტაჟო ორგანიზაციის გეგმისა და საინჟინრო-გეოლოგიური მასალების შესწავლის საფუძველზე. ტრიანგულაციის პუნქტები უნდა განლაგდეს დაუტბორავ ადგილებზე ისე, რომ ამ პუნქტებიდან გადაკვეთებით თავისუფლად და ზუსტად შეიძლებოდეს ხიდის საყრდენების და სახილო ნაგებობების ცენტრის აღვლზე დაკვალვები.

როგორც აღვნიშნეთ, ქსელში ითვალისწინებენ ორ ბაზისს. ბაზისებზე ზომავენ ქსელის გვერდებს, რომლებიც დაახლოებით პერპენდიკულარულია ხილით გადასასვლელის ღერძისა. ქსელში რთავენ გადასასვლელის გამოსავალ *A* და *B* პუნქტებს, რომლებიც უნდა წარმოადგენდნენ ბაზისების სათავეს ან ბოლოს. უკიდურეს შემთხვევაში ხსენებული პუნქტების ქსელში ჩართვისათვის ასრულებენ დამაკავშირებელ აგეგმვას (ნახ. 1^ა).

ჩვეულებრივ, სახილვე ტრიანგულაციის პუნქტების ურთიერთხილვადობა უნდა შეიძლებოდეს მიწის ზედაპირიდან, რომელთა გარე ნიშნებს საკვირებისა-

მებრ უნდა წარმოადგენდეს 4—6 მ სიმაღლის პირამიდები (იხ. 7. 1. 1 პარაგრაფი). პუნქტების ცენტრები უნდა იყოს რკინაბეტონის ნიშნები, ჩამარხული მიწაში 2 მ სიღრმეზე. ცენტრებისა და გარე ნიშნების დაყენების დროს უნდა მიიღწიონ იმას, რომ დაცენტრისა და რედუქციის გავლენა იყოს ნულის ტოლი.

პუნქტების ცენტრების, ინსტრუმენტის დასაცენტრი სვეტის (ტურას) და გარე საშიზნე ნიშნის (პირამიდა) შესახებ იხილეთ (7. 1. 1.) პარაგრაფი.

დიდი სიგანის მდინარეებზე (ტბებზე, სრუტეებზე) ტრიანგულაციის პუნქტებს აგებენ, გარდა ნაპირებისა, წყალში საყრდენების უკეთ დაკვალვისათვის. ამ შემთხვევაში სახიდე ტრიანგულაციას აგებენ ცენტრალური სისტემის სახით, რომლის ბაზისები განლაგებული იქნება მდინარის ორივე ნაპირზე, ხოლო პუნქტები იქნება წყალში მტკიცედ დამაგრებული ხიმინჯებზე ისე, რომ ყინულსელამ არ დააზიანოს.

ა. სახიდე ტრიანგულაციის წინასწარი გაანგარიშება

სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტის წინასწარ გაანგარიშებას ასრულებენ ფიგურებისა და ბაზისების პირობებით გაწონასწორებული ელემენტების სიზუსტის შეფასებით (იხ. 4. 4. 10 პარაგრაფი), დაზუსტებულ ანგარიშს კი აწარმოებენ წყალსადინარზე გადასასვლელის AB სიგრძისა და A და B გამოსავალი პუნქტებიდან შედარებით დაშორებული 1—2 პუნქტის აბსცისებისა და ორდინატების წონითი P_{Φ_u} ფუნქციების ამოხსნებით.

ნორმალური სახის ტოლობების ამოხსნის, Φ_u ფუნქციის (გაწონასწორებული ელემენტის) შებრუნებული $1 : P_{\Phi_u}$ წონის განსაზღვრის შემდეგ განხილადი ელემენტის გაზომვის მოცემული (ცნობილი) M_{Φ_u} საშუალო კვადრატული შეცდომით საზღვრავენ (4. 4. 10. 1) ფორმულით ერთეული წონის η საშუალო კვადრატულ შეცდომას

$$\eta = \frac{M_{\Phi_u}}{\sqrt{\frac{1}{P_{\Phi_u}}}}. \quad (10.11.5.1)$$

აგრეთვე ისაზღვრება ქსელში კუთხეების გაზომვის საჭირო სიზუსტე η_u გაწონასწორების შემდეგ, ანუ $m_{\text{გა}}$ საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა (4. 4. 6. 3) ფორმულით

$$m_{\text{გა}} = \eta \sqrt{\frac{n}{k}}, \quad (10.11.5.2)$$

სადაც n არის შესრულებული გაზომვების რაოდენობა;

k — პუნქტების კოორდინატების განსაზღვრისათვის საჭირო გაზომვების რაოდენობა ქსელში.

როდესაც ცნობილია კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატული m_i შეცდომის ოდენობა, სადაც გათვალისწინებულია გარემოს გავლენა და სხვა შეცდომები, გამოწვეული გამოყენებულ ინსტრუმენტებით, შეიძლება წინას-

წარ განისაზღვროს განხილადი შემთხვევისათვის ილეთების აუცილებელი ;
 რაოდენობა შემდეგი მიახლოებითი ფორმულით:

$$i = \frac{m_i^2}{m_{\text{გაბ}}^2} \quad (10.11.5.3)$$

მაგალითად, A პუნქტისათვის (ნახ. 1⁴), როცა გადასასვლელის სიგრძე
 $AB = s = 1$ კმ, $\frac{1}{P_{\text{ფა}}} = 0,5$ სმ/სეკ და მიიღეს $m_{\text{ფა}} = \pm 1$ სმ.

გაწონასწორების შემდეგ ერთეული წონის საშუალო კვადრატული შეც-
 დომა (1) ფორმულით

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{0,5}} = \pm 1'',4.$$

როცა ქსელში გაზომვების აუცილებელი რაოდენობა $k = 9$, ხოლო შეს-
 რულდება $n = 18$, გაწონასწორებამდე კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრა-
 ტული შეცდომა (2) ფორმულით იქნება

$$m_{\text{გაბ}} = \pm 1,4 \times \sqrt{\frac{18}{9}} \approx 2''.$$

ზუსტი ობტიკური თეოდოლიტის გამოყენების დროს, რომლითაც კუთხის
 გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_i = \pm 5''$, საჭირო ოლეთების
 i რაოდენობა (3) ფორმულით იქნება

$$i = \frac{25}{4} \approx 6.$$

ბ. ძველის პროექტის რეკონსტრუქცია და შესახებ და ამაზე

აღვიღზე ქსელის რეკონსტრუქციის დროს, როგორც აღვნიშნეთ, აზუსტე-
 ბენ პუნქტების (შიგა და გარე ნიშნების) არჩეული ადგილების გეოლოგიურ
 პირობებს და ურთიერთხილვადობის პირობებს იმ ანგარიშით, რომ დამიზნებ-
 ის დროს სხივი გადიოდეს დედამიწის ზედაპირიდან არანაკლებ 3 მ სიმაღლეზე.
 განსაკუთრებით ყურადღებით ამოწმებენ ტრიანგულაციის პუნქტებიდან ხიდის
 საყრდენებს და მისი ნაგებობების ცენტრების ზუსტად დამიზნების მდგომარეო-
 ბას მშენებლობის პროცესში სინჯავენ ბაზისების მდებარეობის მოხერხებულო-
 ბას, თუ რამდენად გამოსადეგი იქნება ისინი ხაზოვანი გაზომვების დროს. საბა-
 ზისო გვერდებს ზომავენ ინვარული მათემატიკით ან სინათლის მანძილზომე-
 ბით. დიდი სიგრძის გადასასვლელების დროს, ბაზისების გაზომვის სიზუსტე
 მოითხოვება 1:200 000—1:300 000.

სახიდე ტრიანგულაციის ქსელის აგების დროს აღწევენ იმას, რომ დაცენტ-
 ვრა-რედუქციის გავლენა იყოს ნული. დაკვირვებებს ამოწმებენ $T1$ ან $T2$
 ობტიკური თეოდოლიტით ისე, რომ განსაკუთრებული გულისყურით სრულდე-
 ბოდეს თეოდოლიტისა და სამიზნე ნიშნების დაცენტვრა.

მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ის, რომ სახიდე ტრიანგულაციის შესრუ-
 ლების პირობები არახელსაყრელია რეფრაქციის არაერთგვაროვნების გამო.
 მაგალითად, ზოგი მიმართულება გადის მშრალი ზედაპირის ზემოთ და ზოგი კი

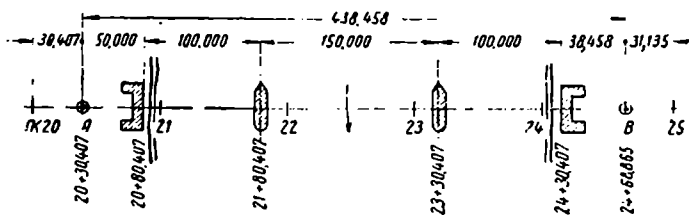
წყლის ზედაპირის ზემოთ, სადაც მათი ტემპერატურული გრადიენტები სხვადასხვა აღნიშნულის გამო, გვერდითი რეფრაქციის გავლენის შემცირების მიზნით, საშიზნე სხივებს სწევენ რაც შეიძლება მაღლა, ან კიდევ, რიგ-რიგობით ასრულებენ სამუშაოებს დილით და საღამოთი. შეიძლება დამითაც, საერთოდ უპირატესობას აძლევენ ღრუბლიან და მცირენიავიან დღეებში შესრულებულ დაკვირვებებს.

10. 11. 6. ხიდის საყრდენების ცენტრების აღვილზე დაკვალვა

ხიდით გადასასვლელის მშენებლობისათვის აღვილზე საზღვრავენ და ამარაგებენ ყველა საყრდენ ცენტრს; მარეგულირებელი მოწყობილობების და მისასვლელების ლერძებს; აგრეთვე, აწარმოებენ ამ ნაგებობების გეგმურ და სასიმალო დეტალურ დაკვალვებს აღვილზე მათი აგების პროცესში და ხიდის მალეების მონტაჟის დროს. ამ სამუშაოებიდან შედარებით უფრო საპასუხისმგებლო და რთულია ხიდით გადასასვლელის საყრდენების ცენტრების დაკვალვა.

4. ხიდით გადასასვლელი ტრასის აღგენა

დაკვალვითი სამუშაოების დაწყებამდე აღადგენენ ტრასას, რისთვისაც გადასასვლელის უბანზე აზუსტებენ პიკეტაჟს; სინჯავენ გადასასვლელის შეუღლებას მისასვლელებისადმი; აკონტროლებენ სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტებს



ნახ. 10.11.6.1.

ბის მდებარეობებს და სანიველო ქსელის პუნქტების ნიშნულებს; იმეორებენ მდინარეზე ნიშნულების გადაცემას.

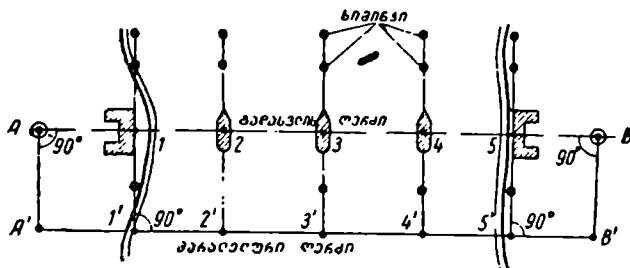
ხიდის საყრდენების აღვილზე მდებარეობა ისაზღვრება გამოსავალი *A* და *B* წერტილებისადმი ტრასის საერთო პიკეტაჟის წერტილების მიხედვით (ნახ. 1).

B. საყრდენების აღვილზე უშუალოდ დაკვალვა

ხიდი თუ ასაგებია მ შ რ ა ლ ზ ე ან ზამთარში—გამძლე ყ ი ნ უ ლ ზ ე, მისი საყრდენების ცენტრების გეგმურ მდებარეობას აღვილზე საზღვრავენ საწყისი (გამოსავალი) *A* და *B* წერტილებიდან ხიდის ლერძის მიმართულებით მანძილების გადაზომვით. როგორც აღვნიშნეთ, გადაზომვებს აწარმოებენ საგანგებო ფენილზე სკალიანი ფოლადის ბაფთის ან რულებტის დინამომეტრით დაკვირვების გამოყენებით. კომპარირებისა და ტემპერატურის შესწორებები შეაქვთ ყოველი მალის გადასაზომ ოდენობებში.

საყრდენების დანიშნული ცენტრები გადაჰქვამთ მიწაზე და ამაგრებენ გასწვრივობის წერტილებით (სიბრტყეებით) (ნახ. 2). ყინულზე დაკვალვის დროს დაკვალულ წერტილებს ადგილზე ამაგრებენ ყინულის ზონიდან ხმელეთზე წერტილების ვატანით.

იმ შემთხვევაში, როცა ასაშენებელია მრავალმალიანი ხიდი არაღრმა და არაგემთსავალ მდინარეზე, იქცევიან ზემოხსენებულის ანალოგიურად, მხო-



ნახ. 10.11.6.2.

ლოდ ამ შემთხვევაში ფენილს აწყობენ არა AB ღერძის გასწვრივობაში, არამედ მის პარალელურად ისეთ მანძილზე, რომ მშენებლობის პროცესში იგი იყოს უცვლელად (ნახ. 2).

გამოსავალი A და B წერტილები AB ღერძის მართობულად გადაჰქვამთ თეოდოლიტით A' და B' წერტილების სახით, რითაც იქმნება ხიდის ღერძის პარალელური $A'B'$ დამხმარე ღერძი. A' და B' წერტილებიდან დამხმარე ღერძზე კვალავენ საყრდენების ცენტრების პროექციებს ($1', 2', 3', \dots$ წერტილებს). მიღებულ წერტილებზე თანამიმდევრობით თეოდოლიტით დამხმარე $A'B'$ ღერძისადმი აგებული მართობები იქნება საყრდენების გრძივი ღერძები, რომელთა გადაკვეთა ხიდის გრძივ AB ღერძთან მოგვცემს საყრდენების 1, 2, 3 ცენტრების მდებარეობას. ამ წერტილების ადგილზე დამაგრება ხდება AB ღერძიდან დამხმარე პარალელური ღერძისაკენ მართობზე თითო ხიმიწივით (მსხვილი წერტილები, ნახ. 2), ხოლო AB ღერძის მეორე მხარეზე — ორ-ორა ხიმიწივით. ამით შესაძლებლობა იქმნება ხიდის ღერძი ადვილად გადავიტანოთ შენებად საყრდენებზე, როცა 1-ლი და მე-2 ხიმიწივი ერთმანეთს ფარავს.

C. საყრდენების დაკვალვა ადგილზე პირდაპირი კუთხური გადაკვეთით

დიდ გემთსავალ მდინარეებზე ხიდის საყრდენების ცენტრების ადგილზე დაკვალვა, როგორც წესი, მიღებულია სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტებიდან პირდაპირი გადაკვეთის მეთოდით (ნახ. 3. იხ. 10. 4. 6 პარაგრაფი). ამ მიზნით ადგენენ დაკვალვის გენერალურ ნახაზს, რომელშიც, შერჩეულ მასშტაბში, შეაქვთ ტრასის პიკეტაჟზე მიბმული ხილით გადასავალის ძირითადი A და B წერტილები, სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტები გვერდების დირექციული კუთხეების ჩვენებით; ბაზისებზე დამატებითი პუნქტები და საყრდენების ცენტრები მათ შორის მანძილების ჩვენებით. სახელდობრ, ამ ნახაზზე უჩვენე-

ბენ ტრიანგულაციის რომელი პუნქტებიდან საზღვრავენ ყოველი საყრდენის ცენტრს და ამოწმებენ მარჯვენა და მარცხენა დირექციული კუთხეების სხვაობებით განსაზღვრული დაკვალითი კუთხეების ოდენობებს. ყოველი საყრდენის ცენტრი უნდა განისაზღვროს ორი გადაკვეთით ტრიანგულაციის ორი და ერთერთი (A და B) გამოსავალი პუნქტიდან.

მდინარეში საყრდენი ცენტრების დასანიშნავად წინასწარ მდინარეში დაახლოებით ნიშნავენ მათ ადგილს და ამაგრებენ წყალში მცურავი სარეხით. შეიძლება, დანიშნულ ადგილებზე ყრილით ქმნიან კუნძულებს, რომლებზეც კვალავენ საყრდენების ცენტრების ზუსტ მდებარეობას.

განსაზღვრულ საყრდენზე აყენებენ სამიზნე მარკას ოპტიკური ან ხისტი შვეულით. ორი პუნქტიდან დამკვირვებლების მითითებით მარკას მცირედ გადაადგილებენ, სანამ მარკის ლერძი არ მოხვდება დასაკვალავი კუთხეებით მიმართულ თეოდოლიტების კოლიმაციურ სიბრტყეებში. მივიღებთ ორი თეოდოლიტით ორი პუნქტიდან საყრდენის ცენტრის მდებარეობას. იმავე მოქმედებას იმეორებენ მეორე წრედით და საზღვრავენ მეორე წერტილს, ორივე დასმულ წერტილს შორის მანძილს ყოფენ შუაზე, რასაც თვლიან საყრდენის ცენტრის მდებარეობად და ამაგრებენ ადგილზე.

კონტროლისა და სიზუსტის გაზრდისათვის მესამე თეოდოლიტს აყენებენ მესამე, ვთქვათ, გამოსავალ A პუნქტზე, ცნობილი დასაკვალავი კუთხით ჰოგარს მიმართავენ და სინჯავენ მდებარეობს თუ არა საყრდენის დანიშნული ცენტრი ხიდის გრძივ ღერძზე. იმ შემთხვევაში, თუ დანიშნული ცენტრი გადავიდა ღერძის გასწვრივობიდან 1,5—2 სმ, დანიშნულ ცენტრს გადაადგილებენ ღერძზე, ხოლო მეტი ოდენობით გადაადგილების შემთხვევაში გადაკვეთებს აზუსტებენ ჩაკეტული სამკუთხედის მეოთხით (იხ. 10.4.6 პარაგრაფი).

იმის გამო, რომ ხიდის მშენებლობის პროცესში ხშირად საჭირო ხდება დაზიანებული დაკვალილი საყრდენების ცენტრების აღდგენა, მათ ამარაგებენ საყრდენი ანუ ბიპოლარული წერტილებიდან, მათზე მიმართულებებს აგრძელებენ მდინარის მეორე ნაპირზე და აყენებენ სათანადო სამიზნე ნიშნებს.

ხიდის საყრდენების ცენტრის ადგილზე დანიშნვა შეიძლება გამოსავალ A წერტილში დაყენებული სინათლის მანძილმზომით ისე, რომ სახიდე ტრიანგულაცია არ არის საჭირო. კონტროლი იქნება B -დან A წერტილისაკენ იმავე მანძილმზომით ცენტრების დაკვალივა.

† 10. 11. 7. ხიდის საყრდენების დეტალურად დაკვალივა

ხიდის საყრდენების უაღრესად საპასუხისმგებლო საყრდენს წარმოადგენს ფუძეები, რომელთაც დიდ მდინარეებზე აგებენ ხიმინჯებით, კესონებით ან ჩაბაშეებით ვეებით.

A. ხიდის საყრდენების ფუძეები

ხიმინჯი-გარსი წარმოადგენს 4—6 მ სიგრძის რკინაბეტონის მილს, რომელსაც ფლავენ გრუნტში ვიბროდანადგარებით. ჩაფლულ მილს აგრძელებენ შედუღებით ან მოქანჩვით. ჩაფლული მილებიდან იღებენ გრუნტს და ავსებენ ბეტონით ან არმირებული ბეტონით. წყალმცირობის დონეზე ხიმინჯს ხურავენ რკინაბეტონის ფილით, რომელზეც აგებენ საყრდენის სხეულს. ფუძედ იყმ

ნებენ ღიდი დიამეტრის არანაკლებ ორ ხიზინჯს, ხოლო როცა მათი დიამეტრები შედარებით მცირეა, მაშინ ყოველი საყრდენი ფუძისათვის, შესაბამისად, იზრდება ხიზინჯების რაოდენობა.

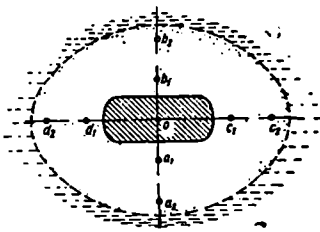
კ ე ს ო ნ ი წარმოადგენს ზემოდან დახურულ და ქვემოდან ღია კ ა მ ე რ ა ს. ქვედა (ღია) ნაწილით კესონს უშვებენ წყალში მდინარის ფსკერზე. კესონიდან წყალს გამოტუმბავენ 'შეკუმშული ჰაერით, რასაც აწოდებენ. მილებით. საგანგებო შახტით უშვებენ მუშებს წყლიდან განთავისუფლებულ კამერაში, რომლებიც ამუშავებენ გრუნტს კესონით დაფარულ სივრცეზე. მიწის გამოზიდვის შესაბამისად კამერა თავისი წონით იწვევს ქვევით, რასაც ემატება კესონზე წყობა, რაც გრძელდება მდინარის წყლის დონეზე მაღლა რამოდენიმე მეტრით. როცა კესონის დანა (საკვეთი) მიაღწევს საპროექტო დონეს, მის ქვეშ ფუძეს აბეტონებენ და თვით კამერას კი ავსებენ წყობით. კესონის ჩაშვება შეიძლება წყლის დონიდან 35 მ სიღრმემდე.

ჩ ა ს ა შ ვ ე ბ ი ჰ ე ბ ი ზევიდან და ქვევიდან ღიაა ჰის დანის ქვეშ და მის შიგა გრუნტს იღებენ გრეიდერით (გრუნტის სატაცი დანადგარო). ჰის თანდთან ჩაშვების შესაბამისად, წყლის დონის ზევით ასრულებენ დაშენებას. ჰის დანის საპროექტო სიღრმეზე ჩასვლისთანავე წყლის ჰის ქვეშ ფუძეს, ჰის ქვემო ნაწილსა და შემდეგ მთლიანად ჰას დააბეტონებენ. ჰის ჩაშვება შეიძლება 50 მ სიღრმეზე.

ბ. ხაყრდენების ღერძების დაკვალვა ხმელეთსა და კუნძულზე

ხიდის საყრდენებს დეტალურად კვლავენ ადგილზე დამაგრებული მათი ცენტრებიდან. ხმელეთზე საყრდენების აგებისათვის წინასწარ აწყობენ ადგილზე ჰ ო რ ი ზ ო ნ ტ უ ლ ა დ ფ ა რ გ ს ა კ ე ა ლ ს, რომელზეც საყრდენის ცენტრიდან თეოდოლით გადააქვთ ხიდის ღერძი და მისი მართობი საყრდენის გრძივი ღერძი. ამ ღერძებიდან ფარგსაკვალებით გადააქვთ ადგილზე ფუძის ცალკეული ელემენტები იმავე ხერხით, როგორც ამას ასრულებენ სამრეწველო ნაგებობების ღია ქვაბულების ადგილზე დაკვალვის დროს (იხ. 10. 5 თავი).

5—6 მ სიღრმის მდინარეებზე საყრდენების ფუძეებს უშვებენ მ ო ნ ა ლ ე ქ ი კუნძულებიდან, ხოლო ღრმა მდინარეებში მოტივტივე პონტონებით (მცურავი საყრდენებიდან). პირველ შემთხვევაში მონალექ კუნძულზე წინასწარ ნიშნავენ საყრდენის O ცენტრს და მასზე აყენებენ თეოდოლიტს, საიდანაც ხიდის ღერძისადმი (მარცხენა და მარჯვენა ნაპირის წერტილები) მართობულად საყრდენის განივი ღერძს ნიშნავენ a_1, a_2, b_1 და b_2 წერტილებით. ამ ღერძის მართობულად e_1, e_2 და d_1, d_2 წერტილით ადგილზე დამაგრებენ საყრდენის გრძივი ღერძს (ნახ. 1).



ნახ. 10.11.7.1.

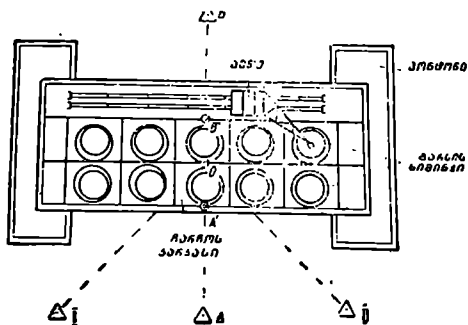
კუნძულზე აყენებენ სამუშაო ორ რეპერს, რომელთა ნიშნულებს პერიოდულად აკონტროლებენ ნაპირზე არსებული მუდმივი რეპერების მიმართ.

ხ ი მ ი ნ ჯ - გ ა რ ს ე ბ ს კვალავენ ადგილზე საყრდენის დამაგრებული ღერძების მიმართ მართობების ხერხით. კ ე ს ო ნ ის ა ნ ლ ი ა ჭ ა უ რ ის დასაყენებლად კი კუნძულის მოედანს ჰორიზონტულად აშანდაკებენ და კამერის დანას ჰორიზონტულად აყენებენ ნიველირით.

ც. ხაზრღნების ფუძეების დაკვალვა ტიპივითი

ხიმინჯ-გარსების ტიპივითი ჩასობისათვის აშენებენ ჩ ა რ ჩ ო - კ ა რ კ ა ს ს, რომელზეც საყრდენის ფუძის პროექტის შესაბამისად არის ნახვრეტები ხიმინჯის ვერტიკალურად დასაყენებელი მიმმართველებით. ამ ნახვრეტების დიამეტრები 2 სმ მეტია ხიმინჯის დიამეტრზე. კარკასის შუაში აღნიშნულია საყრდენის O ცენტრი და A' და B' წერტილები ხილით გადასასვლელის ღერძის გასწვრივ ორიენტირებისათვის (ნახ. 2).

კარკასს აწყობენ მდინარის ნაპირზე პონტონებზე და ბარჯით მიაკურებენ საყრდენის მდებარეობის ადგილას. კარკასისა და ასევე კესონების კამერების



ნახ. 10.11.7.2.

საპროექტო მდებარეობაში დაყენება ხდება მი ა ხ ლ ო ე ბ ის მეთოდით ტრიანგულაციის საში პუნქტიდან: I და II პუნქტიდან O ცენტრის გადაკვეთით; გამოსავალ A და B წერტილებზე (ხიდის ღერძზე) ორიენტირების შესაბამისად A' და B' წერტილების დანიშვნით.

ხიმინჯ-გარსების ჩასობის ვერტიკალურობას აწესრიგებენ მიმმართველების საშუალებით, გადახრა დასაშვებია $0,01$, ხოლო ხიმინჯის გეგმური ძერა კარკასის ცენტრიდან არ უნდა აღემატებოდეს ± 5 სმ. ხიმინჯის დასობის სიღრმე ადვილად დგინდება ჩასობილი მილების სიგრძეებისა და რაოდენობის მიხედვით. საყრდენის ფილის აგებისათვის ხიმინჯების ტორსებს ანიველებენ და აბამენ სანაპირო რეპერებს.

კ ე ს ო ნ ე ბ ის ა ნ ლ ი ა ჭ ა უ რ ე ბ ის ფუძეებით საძირკვლების აგების დროს გეოდეზიური სამუშაოები მდგომარეობს კამერებისა და ჭაურების ჩაშვების რეგულარული დაკვირვებებით და ყალიბების დაკვალვით ზემო წყობებისათვის. ამ დაკვირვებების დროს საზღვრავენ: 1. კამერის (ჭაურის) ჩაფლობის სიღრმეს, ანუ დანის ნიშნულს; 2. კესონის დანის გრძივ და განივ გადახრას (ანუ ჭაურის დახრას); 3. კამერების ღერძების ან ჭაურის გეგმური მდებარეობის გადაადგილებას.

ა. კამერის ჩაშვების სიღრმის განსაზღვრა

ამ მიზნით კამერის გარე კედელზე ნიშნევენ დეციმეტრებიან სკალას. სკალის საწყის დანაყოფს უთავსებენ კამერის დანის ხაზს. კამერის ჩაშვების შესაბამისად სკალას აგრძელებენ. კამერის დანის H_e ნიშნული განისაზღვრება ტოლობით

$$H_e = H_R + a - b = H_n^1 - a, \quad (10.11.7.1)$$

სადაც H_R არის რეპერის ნიშნული დეციმეტრებში, დამრგვალებული მესამედამდე;

a — რეპერზე შევეულად დაყენებულ ლარტყაზე ანათვალ დეციმეტრებში, დამრგვალებული მესამედამდე;

b — კამერის სკალაზე ანათვალ (დ ც მ);

H_n^1 — ინსტრუმენტის პორიზონტი (დ ც მ).

ბ. კესონის გრძივი და განივი მიმართულებით გადახრის განსაზღვრა

საპროექტო პირობით კესონები და ჭაურები ჩაშვებული უნდა იქნეს ვერტიკალურად. კესონის გადახრის (კრენის) განსაზღვრისათვის საამუშაო კამერის შიგა კედელზე კესონის ლერქების შესაბამისად აყენებენ მუდმივ ოთხ რეპერს. სასურველია, რეპერები დაყავნოთ ერთ ღონეზე, — დანიდან 1,5 მ სიმაღლეზე. კესონის ჩაშვებამდე კესონის დანის ზუსტად პორიზონტულ მდგომარეობაში ნიველირით საზღვრავენ რეპერებს შორის აღმატებებს ± 1 მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში. ასეთი სახის ნიველობით პერიოდულად (კესონის ჩაშვების შესაბამისად) საზღვრავენ რეპერებს შორის აღმატებებს, რაც კესონის გრძივი და განივი მიმართულებით გადახრების განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

ჩასაშვები ღია ჭაურის და დიდი დიამეტრის ხომინჯ-გარსის გადახრას საზღვრავენ მძიმე შეეულის საშუალებით.

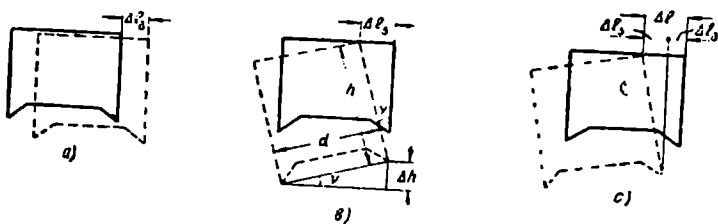
გ. კამერის ღრძივსა და ჭაურის გეგმური გადაადგილების განსაზღვრა

მშენებლობის პროცესში კესონის ან ჭაურის მდებარეობას აკვირდებიან ხმელეთზე ან კუნძულზე ჩაშვების დროს დამაგრებული ლერქებიდან, ხოლო ტივტივათი (მდინარეზე) ჩაშვების დროს — სახილვე ტრიანგულაციის პუნქტებიდან.

პირველ შემთხვევაში კამერის ზემო ნაწილის გადაადგილებას საზღვრავენ უშუალოდ რულებით დამაგრებული ლერქების მიმართ მის ცენტრამდე მანძილების გაზომვით (ნახ. 1). ამ განაზომებს აღარებენ პირველი (დაკვალვითი) განაზომების ოდენობებს და ამით საზღვრავენ კამერის ზემო ნაწილის გადაადგილების ოდენობასა და მიმართულებას.

მეორე შემთხვევაში კამერის გადაადგილების განსაზღვრისათვის საჭიროა პერიოდულად სახილო ტრიანგულაციის პუნქტებიდან საყრდენების ცენტრების საპროექტო მდებარეობის აღდგენა და სიბრტყეზე წყობის დაფიქსირება. მიღებული ცენტრიდან წყობის ლერქების გადაკვეთის გადახრა საზღ-

რავს საპროექტო მდებარეობიდან კამერის ზედა ნაწილის გადახრას. ამ გადაადგილების მიზეზია კამერის საერთო გადაადგილება ან კრენი (გადახრა) (ნახ. 3). როცა კამერა არ გადახრილა, მაშინ კამერის ზემო და ქვემო ნაწილის გეგმური ΔL_6 გადაადგილება ტოლი ოდენობის იქნება (ნახ. 3), ხოლო კრენის შემთხვევაში, კამერის ზემო და ქვემო ნაწილის გადაადგილება იქნება სხვადა-



ნახ 10 11.7.3.

სხვა (ნახ. 3^ბ) და მისი ზემო ნაწილის ΔL_7 გადაადგილება h სიღრმეზე კამერის ჩაშვების შემთხვევაში გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta L_7 = h \times i, \tag{10.11.7.2}$$

სადაც i არის გადახრა განსაზღვრული თარაზოთი ან შვეულით; ეს გადახრა კამერისათვის ნიველობით განისაზღვრება ფორმულით

$$i = \frac{\Delta h}{e}, \tag{10.11.7.3}$$

სადაც Δh არის ურთიერთმოპირდაპირე რეპერებს შორის აღმატება იმასთან შედარებით, რაც იყო, როცა კესონი თავდაპირველად იყო დაყენებული თარაზულად;

l — რეპერებს შორის მანძილი.

კესონის ზემო ნაწილის გადაადგილების გაზომილი ოდენობა თუ არ აღემატება (2) ფორმულით გამოთვლილ ოდენობას, იგულისხმება, რომ კამერა მხოლოდ გადახრილია და მის დანას გეგმური გადაადგილება არა აქვს (ნახ. 3^ბ). ამავე დროს, თუ დანა დგას ჰორიზონტულად ($\Delta h = 0$), უნდა ვიგულისხმოთ, რომ კამერის ზემო ნაწილის ΔL_7 გადაადგილების მიზეზია მხოლოდ გეგმური ძვრა იმავე ΔL_6 ოდენობით (ნახ. 3^ბ).

იმ შემთხვევაში, როცა კამერის ჩაშვების დროს ხდება კამერის გეგმური ΔL_6 და კრენის მიზეზით ΔL_7 გადაადგილება, მაშინ საერთო ΔL გადაადგილება იქნება მათი ალგებრული ჯამი

$$\Delta L = \Delta L_6 + \Delta L_7. \tag{10.11.7.4}$$

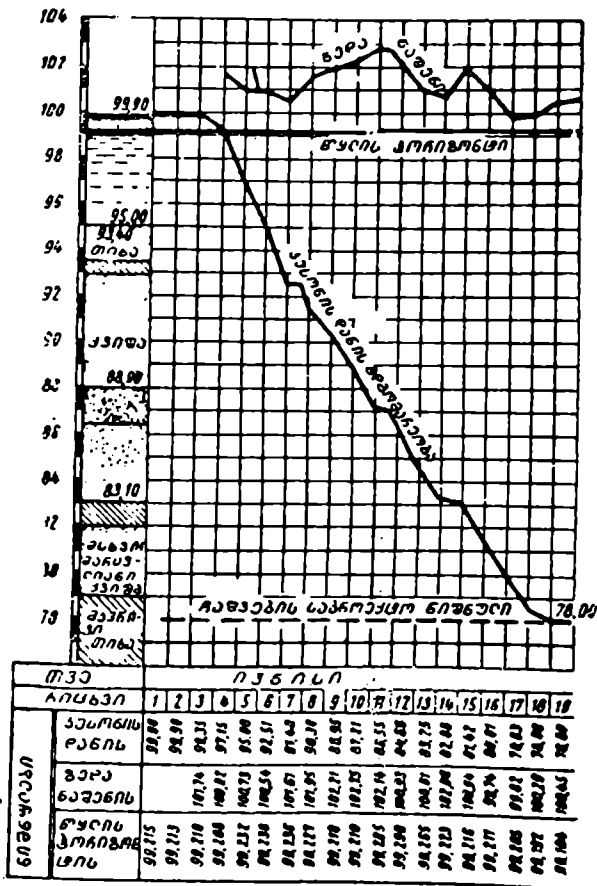
ამ დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ შესაყრებთა ნიშნები, მაგალითად, გეგმურ გადაადგილებას (ΔL_6 , ნახ. 3^ა) და კრენს (ΔL_7 , ნახ. 3^ბ) აქვს ერთნაირი ნიშნები, მაშინ (4) ტოლობა იქნება ჯამი (ნახ. 3^ა) და როცა შესაყრებები

მიმართულია ურთიერთსაწინააღმდეგო მხარეზე, მაშინ (4) ტოლობაში შეიტანება მიწისი.

კაურის ჩაშვების დროს დაკვირვებების შედეგებით ყოველთვის შეიძლება განისაზღვროს ΔL_1 და ΔL_2 ოდენობები მაშასადამე, (4) ფორმულით შეიძლება განისაზღვროს კაპერის გეგმური ΔL_3 ძვრის ოდენობა

$$\Delta L_3 = \Delta L_1 - \Delta L_2.$$

(10.11.7.5)



ნახ. 10.11.7.4.

კაპერის გეგმური ΔL_3 ძვრისა და ΔL_2 კრენის დაღვენის შემდეგ ოდენობის დონისძიებებს კესონის ღერძის ვერტიკალურად დაყენებისა და გეგმური ძვრის მოსპობის შესახებ.

საპროექტო მდებარეობიდან კესონის ძერის განსაზღვრის სიზუსტე დამოკიდებულია Δl -ისა და Δh -ის განსაზღვრის სიზუსტეზე. (2), (3) დამოკიდებულებების (5) დამოკიდებულებაში შეტანით, მისი სრული დიფერენციალი-სა და საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით მივიღებთ

$$m_{\Delta l}^2 = m_{\Delta h}^2 + \left(\frac{h}{l}\right)^2 m_{\Delta h}^2. \quad (10.11.7.6)$$

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ საშუალოდ $m_{\Delta l} = \pm 3,5-4$ სმ. დაახლოებით ასეთივე სიზუსტით ისაზღვრება ჩასაშვები ქების გადაადგილებები.

ნორმებით, როგორც კესონების, ისე ქაურების ჩაშვებების დროს გადაადგილების ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ჩაშვების სიღრმის 0,01. ფუძის ცენტრისა და წყობის ცენტრის შემაერთებელი ხაზის ვერტიკალურობიდან გადახრა დასაშვებია 0,01 ქანობით.

კესონებისა და ჩასაშვები ქაურის გეგმური გადაადგილებისა და კრენის დროულად შესწორების მიზნით მათ ყოველდღიურად აკვირდებიან და დანაკვირები მასალები შეაქვთ ეურნალსა და გრაფიკში (ნახ. 4).

კესონის ან ჩასაშვები ქაურის დანების საპროექტო დონეზე დასვლისას დანას ანიველებენ გრძივი და განივი ღერძების მიმართულებებით. კამერის (ჭის) ნორმალური მდებარეობისა და ფუძედ გრუნტების ვარგისობის შემოხვევაში წყვეტენ ჩაშვებითი სამუშაოებს და კამერას აესებენ წყობებით.

D. საპროექტო მდებარეობის საძირკვლავის ხაზის შედარება

საძირკვლის გარე ზედაპირი წარმოადგენს ჩასაშვები ჭის მიმმართველს ჩაშვების დროს და მის სწორად აგებაზეა დამოკიდებული ჩაშვების სიჩქარე და სიზუსტე. ჩაშვების შესაბამისად ყრილებს წააგრძელებენ დაახლოებით სამეტრიანი სიმაღლის ვერტიკალური სექციებით. ამავე დროს, რომ არ გადატყდეს ზედაპირი, კვალავენ და აშენებენ ყალიბებს მხოლოდ და მხოლოდ, როცა ჭის ღერძი არის ვერტიკალურად. ყალიბის დაკვალვა სრულდება საყრდენის ცენტრებზე გამავალი ღერძებით. საძირკვლის ჩამონაჭრამდე წყობის აყვანის შემდეგ ცენტრისა და გრძივი და განივი ღერძების მდებარეობებს აზუსტებენ სახილო ტრიანგულაციის პუნქტებიდან, ხოლო ჩამონაჭრის ნიშნულებს ამოწმებენ სანაპირო რეპერებიდან. დაზუსტებული ღერძებიდან ნიშნავენ საყრდენების წყობის კონტურებს. კამერის ჩაშვების პროცესში შეიძლება მოხდეს მისი გეგმური ძერა, ამიტომ დაზუსტების მიზნით აწარმოებენ მისი ცენტრის გეგმურ გადაადგილებას და შემდეგ აზუსტებენ საყრდენების ღერძების მდებარეობებს საძირკვლების ჩამონაჭრების ზომის ფარგლებში, რომ ცენტრმა დაიკავოს საპროექტო მდებარეობა. საყრდენების ყოველი სექციის ნაშენ ზედაპირზე გადააქვთ მისი ღერძები და ამაგრებენ. აგრეთვე პერიოდულად ამოწმებენ ცენტრის მდებარეობას სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტებიდან პირდაპირი ან შებრუნებული კუთხური გადაკვეთის მეთოდით. საყრდენებზე დანიშნულ სამუშაო რეპერებს ამოწმებენ (რომლებიც განლაგებულნი არიან სამუშაოს ახლო) სანაპიროზე არსებული მუდმივი რეპერების მიმართ.

შედარებით ზუსტად ამოწმებენ ხიდის საყრდენების ფერმის ზედაპირებს, რაც სრულდება სახიდე ტრიანგულაციის მიმართ საყრდენების ცენტრებისა და

ლერძების შემოწმებით. აგრეთვე მუშა რეპერების სასიმალო მდებარეობა მოწმდება მუდმივი რეპერების მიმართ $\pm 1 - 2$ მმ შეცდომების დაშვებით. ასევე, მარეგულირებელი ნაგებობების დაკავლება და შემოწმება სრულდება სახიდე ტრიანგულაციის პუნქტებიდან.

მიწაყრილის მშენებლობის პროცესში მისი ღერძის მდებარეობა ზუსტდება მასზე თეოდოლიტური სელის აგებით.

ე. საყრდენების შესრულებითი აბჯგვა

საყრდენების მშენებლობის დამთავრების შემდეგ ასრულებენ შესრულებითის აბჯგვას იმის გამოსავლინებლად, თუ რამდენად შეესაბამება აშენებული საყრდენების ძირითადი ნაწილების ფაქტობრივი გეგმური და სასიმალო მდებარეობა საპროექტოს. შესრულებითი გეგმის შედგენა მოიცავს შემდეგი სახის გეოდეზიურ სამუშაოებს:

1. საყრდენების ცენტრების კოორდინატებისა და მათ შორის მანძილების ფაქტობრივი ოდენობების განსაზღვრა;

2. ფერმისქვეშა მოედნების საკონტროლო ნიველობა;

3. ს-ყოდც-კ-ნისა და სხვა მარეგულირებელი ნაგებობების დეტალური აბჯგვები. როცა არსებობს სახიდე ტრიანგულაცია, საყრდენების ცენტრების კოორდინატებს საზღვრავენ ჩაკეტილი სამკუთხედის ან შებრუნებული გადაკვეთის მეთოდით. საყრდენების ცნობილი კოორდინატებით ისაზღვრება მათ შორის მანძილები (შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანა [24]). განსაზღვრულ ოდენობებს ადარებენ საპროექტოს და აფასებენ მიღებულ შედეგს. სამუშაოდ ყოველი განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 1,5 - 2$ სმ. იმ შემთხვევაში, როცა სახიდე ტრიანგულაცია არ შესრულებულა, მაშინ საყრდენების ცენტრებს შორის მანძილებს ზომავენ სინათლის მანძილმზომების, პარალაქსური ან მოკლებაზისიანი პოლიგონომეტრიის მეთოდებით.

ს ა კ ო ნ ტ რ ო ლ ო ნ ი ვ ე ლ ო ბ ა ს რ უ ლ დ ე ბ ა მ დ ი ნ ა რ ის ე რ თ მ ხ ა რ ე ზ ე მ უ ლ დ მ ი ვ ი რ ე პ ე რ ი დ ა ნ ს ა ყ რ დ ე ნ ე ბ ზ ე გ ა ვ ლ ი თ მ ე ო რ ე მ ხ ა რ ის მ უ ლ დ მ ი ვ რ ე პ ე რ ა მ დ ე ა მ ს ე ლ ის W_A შეუკვრელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$W_A = 2,0\sqrt{n} \text{ (მმ)}, \quad (10.11.7.7)$$

სადაც n — სადგურების რაოდენობაა

ნიველობის დროს მოწმდება საყრდენების მუშა რეპერები და ფერმისქვეშა მოედნები. საყრდენებს დეტალურად გეგმავენ მათი გრძივი და განივი ღერძების მიმართ. ამავე დროს საზღვრავენ საყრდენებისა და ფერმისქვეშა მოედნების ზომებს; საყრდენების ღერძებიდან მანძილებს ფერმის ქვეშა მდ.

აბჯგვების თანადროულად სვეტების ფერმისქვეშა ნაწილებზე ჩაბეტონებულ ლითონის ფირფიტებზე ნიშნავენ და სათანადო ქდეებით (ყაწრულებით) ამაგრებენ საყრდენების ცენტრებს მომავალი დაკვირვებებისათვის.

შესრულებული აბჯგვების მასალების მიხედვით ადგენენ საყრდენების შესრულებითის ნახაზებს, როგორც ცენტრებს შორის მანძილებს; ისე საყრდენზე დატანილი მუშა რეპერების ნიშნულების უწყისებს. ზემოხსენებული მოწმებები წარმოადგენს საყრდენებს ხიდის ზემო ნაწილის მონტაჟისათვის.

ხიდების მალების ნაშენები ეყრდნობა ფერმისქვეშა მოედნებს საგანგებო საყრდენი ელემენტებით, რომლებიც შესაძლებლობას აძლევს მალის ბოლოებს მცირეოდენი გადაადგილებისას, რასაც იწვევს ტემპერატურული ზეგავლენა საგანგებო საყრდენების ცენტრებს ნიშნავენ ხიდის საყრდენების ცენტრების მიმართ 2—3 მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში.

მალების ნაშენების მონტაჟის დროს სრულდება შემდეგი სახის გეოდეზიური სამუშაოები:

1. ხიდის გრძივი ღერძის დეტალურად დაკვლევა და პერიოდულად კონტროლი ხილის მთავარი ფერმების წრფიულად აწყობის შესახებ;

2. ფერმის სიმაღლეში დაყენება და სამშენებლო აწეულობის შემოწმება მალების ნაშენების მონტაჟი შეიძლება სხვადასხვა მეთოდით: უშუალოდ მალზე ხარაჩოს მოწყობით ან დაკიდების ხერხით; ნაპირზე შეკრული ნაშენის რელსების საშუალებით მიგორებით ან ტივტივებით გამოზიდვა და სხვ. მონტაჟის სქემის შესაბამისად ნაწილობრივ იცვლება გეოდეზიური სამუშაოების თანამიმდევრობა.

უშუალოდ მალზე ხიდის ფერმების მონტაჟის დაწყებამდე კვალავენ ხიმინჯებს დროებითი საყრდენებისა და ხარაჩოების მოსაწყობად. ხარაჩოზე კვალავენ გადასასვლელის გრძივ AB ღერძს და ყოველი ფერმის მდებარეობას. ფერმების მონტაჟის დროს განივი ძელების საღერძო კაწრულებს თეოდოლიტით უთავსებენ გადასასვლელის გრძივ ღერძს, ხოლო კვანძებს აყენებენ საპროექტო სიმაღლეზე ნიველირით. შეიძლება მოხდეს ხარაჩოს დეფორმაცია, ამიტომ პერიოდულად უნდა შემოწმდეს შესრულებული მონტაჟი ფერმების გრძივ ღერძზე გეგმური მდებარეობისა და დროებითი საყრდენების სასიმაღლო მდებარეობის შესახებ. მალის ნაშენების აწყობით გეგმური სისწორეს ამოწმებენ საყრდენის ცენტრზე დაყენებული თეოდოლიტით. გადასასვლელის გრძივი, ანუ საპროექტოდან მთავარი ფერმის, ღერძის გადახრის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ± 5 მმ. ნიველობით მოწმდება ფერმის შუაში ქვემო ან ზემო ზოლის აწევის ოდენობა, აგრეთვე ამოწმებენ ფერმის ქვედა და ზედა სარტყლის ერთი და იმავე კვანძის ნიშნულებს. ამავე დროს მხედველობაში; უნდა მივიღოთ, რომ ფერმების არაერთნაირი გათბობა იწვევს მისი სარტყლის კვანძების ნიშნულების ცვალებადობას. ამიტომ სჭობს ნიველობა შესრულდეს ღრუბლიან დღეს, რადგანაც ამ დროს ფერმის კვანძებს ტემპერატურული სხვადასხვაობა არ ექნება.

ნიველობის დროს ნიველირს აყენებენ ხიდის საყრდენებზე საგანგებოდ მოწყობილ მოედნებსა და თაროებზე, რომლებიც მიმდგრებული იქნება ფერმების სვეტებზე. ნიველობის შედეგად ადგენენ ფერმის სატყლების პროფილებს. ინსტრუქციით მოითხოვება, რომ ერთსახელა კვანძების ორდინატების (სამშენებლო აწევის) საპროექტო ნიშნულებიდან გადახრა დასაშვებია 1:1 000 მალის სიგანისა საყრდენებზე, ხოლო მალის შუაში 1:500. სარტყლების ნიშნულების საპროექტოდან გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს ± 4 მმ, როცა სამშენებლო აწევის ორდინატების სიგრძეებია 50 მმ და 8%, როცა ორდინატები მეტია 50 მმ, იმ პირობით, რომ სამშენებლო აწევის მრუდი ინარჩუნებდეს მდოვრულობას.

დაკიდების ხერხით ფერმების მონტაჟის სიზუსტე დამოკიდებულია პირველი ორი ბლოკის დაყენების სიზუსტეზე. ბლოკების გეგმური დაყენების

სიზუსტე მოწმდება ოპტიკური თეოდოლიტით, რომლის დროს მოითხოვება, რომ ბლოკების ღერძული კაწრულები მტკიცედ იყოს შეთავსებული ხიდის გრძივ ღერძთან. ბლოკების ვერტიკალურ სიბრტყეში დაყენება სრულდება მისი ზედა სიბრტყის ნიველობით. შემდეგი ბლოკი ემაგრება პირველს, რაც მოწმდება თეოდოლიტით და ნიველობით.

შალების ნაშენების მონტაჟის დროს სამშენებლო ტერიტორიაზე სისტემატურად უნდა სრულდებოდეს კონტროლი ნაგებობის ელემენტების საპროექტო ზომების, ფერმების გასწვრივობაში დგომის და სამშენებლო ამაღლების სისწორის დასადაგენად. საყრდენებს შორის მანძილის სიზუსტე მოწმდება კომპარირებული ბაფთით უშუალოდ გაზომვის შედეგად. ფერმის სარტყელების გასწვრივობას ამოწმებენ თეოდოლიტით და ჰორიზონტულად დაყენებული ლარტყით.

მონტაჟის დამთავრების შემდეგ აწარმოებენ ხილთ გადასასვლელის შესრულების ტექნომეტრიულ აგეგმვას, რის შედეგად ადგენენ ხიდის შალის ნაშენების გეგმის, ფერმების სამშენებლო აწეულობისა და ლიანდაგის გრძივ პროფილს.

4. ხიდის საყრდენების დაჯდომისა და გადაადგილებისა და აკვირდებიან

ხიდების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის საწყის პერიოდში სისტემატურად აკვირდებიან საყრდენების ჯდომასა და გეგმურ გადაადგილებას.

საყრდენების დაჯდომა ხდება სტატიკური და დინამიკური დატვირთვების გამო. დაჯდომებზე დაკვირვებისათვის საყრდენებში ლარტყის დასადგმელად მოხერხებულ ადგილებში აღუდებენ მცირე ზომის მარკებს სფერული თავებით და პერიოდულად სათანადო ვეგმით ასრულებენ ამ მარკების ზუსტ გეომეტრიულ ნიველობას. საწყის და შემდგომ სანიველო სელებს აწონასწორებენ მდინარის ორივე მხარეზე არსებულ გამოსავალ რეპერებს შორის ერთი და იმავე მეთოდით. მარკების ნიშნულების ცვალებადობა ციკლებს შორის ახასიათებს ჯდომების ოდენობებს განხილად პერიოდში. ამ მასალის საფუძველზე ადგენენ უწყის და გრაფიკს, რომელიც ნათელ სურათს მოგვცემს ყოველი საყრდენის ჯდომის ოდენობებისა და სიჩქარის შესახებ.

ხიდის საყრდენების გეგმური გადაადგილებების მიზეზია წყლის ნაკადის ზემოქმედება, უმთავრესად საყრდენების გრძივი ღერძების, ანუ ნაკადის, მიმართულებით (თუმცა შეიძლება გადასასვლელის ღერძის მიმართულებით ზემოქმედებაც).

საყრდენების გრძივ გადაადგილებებს აკვირდებიან გასწვრივობის მეთოდის გამოყენებით. ამისათვის ერთერთ გასწვრივობის (შალის მარჯვენა ან მარცხენა მხარის) სიბრტყეში აყენებენ ნიშნებს ფერმისქვეშა საყრდენებზე. გასწვრივობის სიბრტყეს ამაგრებენ ნაპირებზე დაცულ ადგილებში გატანილი და მტკიცედ დამაგრებული წერტილებით.

ყოველი ციკლის შესრულებისას მოძრავი მარკის ან მცირე კუთხეების გაზომვების ხერხით ადგენენ საყრდენებზე დამაგრებული ნიშნების გადახრას ადგილზე დანიშნული ღერძისადმი (ანუ, რაც იგივეა, პარალელურობის გამო ხილთ გადასასვლელის *AB* ღერძისადმი). ციკლებს შორის გადახრების სხვაობები იქნება საყრდენების გრძივი ძვრის მაჩვენებლები, რომელთა გრაფიკი მოგვცემს საყრდენების ძვრების ნათელ სურათს. რაც შეეხება საყრდენების

განვი (ვეერლითი) ძვრის დადგენის საკითხს, ეს მოწმდება სისტემატურად საყრდენების ცენტრებს შორის მაღალი სიზუსტით მანძილების გაზომვებით. საწყის და მიმდინარე განაზომებს შორის სხვაობები დაახასიათებს საყრდენების განივ გადაადგილებას.

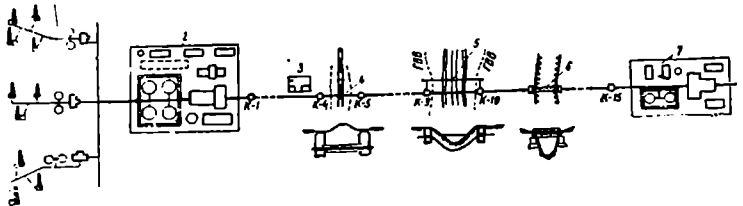
თ ა ვ ი X I I

მაგისტრალური მილგაყვანილობებისა და ელექტროგადამცემი ხაზების მიმოკვლევები

10. 12. 1. მაგისტრალური მილგაყვანილობების მიმოკვლევები

მაგისტრალური მილგაყვანილობა ეწოდება იმ ნაგებობებს, რომლებითაც დიდ მანძილებზე ხდება ტრანსპორტირება ნავთობის, ნავთობპროდუქტების, გაზისა და წყლის ამ სახის მილგაყვანილობის ობიექტებია (1) ნახაზზე მოყვანილი შემდეგი ნაგებობები:

1. სარეწაოებიდან (ნავთობის, გაზის, წყლის) მაგისტრალისადმი მიმწოდებელი მილგაყვანილობა, აქვე შეიძლება იქნეს განშტოებები ადგილობრივი ბაზების მომარაგებისათვის;
2. სათავო (მოწინავე) ნაგებობები: სათავო საქაჩი სადგური (ან გაზგაყვა-



ნახ. 10.12.1.1.

ნილობის დროს საკომპრესორო), რომელიც იძლევა წნევას მილგაყვანილობაში 50—60 ატმ, და ტევადობების პარკი პროდუქტების შეკრებისა და შესანახად:

3. შემომვლელის კარმიდამო;
4. რკინიგზის ლიანდაგის ვაკისის ქვეშ ფოლადის გარსაცმში ჩასმული მილების გადასასვლელი;
5. დიუქერით გადასვლა მდინარის ქვეშ;
6. ესტაკადით გადასვლა ღრმა ხრამზე;
7. შუალედი სადგური, რომელიც აიგება მაგისტრალის ყოველ 80—100 კმ; აქ ხდება მილგაყვანილობებში მაღალი წნევების შენარჩუნება; K—1, K—4, K—5, K—9, K—10, K—15 არის სამეთვალყურო კები.

მილგაყვანილობის ექსპლუატაციის მონერჩებულობის მიზნით მის პარალელურად გაჰყავთ ტელეფონის ხაზი და გრუნტის გზა. მიმოკვლევები სრულდება წინასწარ და საბოლოო ეტაპად.

А. წინასწარი მიმოკვლევები

წინასწარ მიმოკვლევებს ასრულებენ ტრასის მიმართულების შესარჩევად და მილგაყვანილობის საერთო სიმძლავრის დადგენის მიზნით. მაშასადამე, მილგაყვანილობის მიმოკვლევის გამოსავალი ეტაპებია ტრანსპორტირების საწყისი და ბოლო პუნქტის ადგილმდებარეობის შერჩევა. ჩვეულებრივ, საწყისი და ბოლო პუნქტის სათავო ნაგებობის ტერიტორია; ხოლო ბოლო პუნქტი — ქარხანა ან ბაზა.

მილგაყვანილობის საწყისი და ბოლო პუნქტების შერჩევის შემდეგ შეარჩევენ ამ პუნქტებს შორის უმოკლეს და საიმედო ტრასას ეკონომიკური დასაბუთებით.

პირველ რიგში სრულდება ტრასის კამერული დაპროექტება რუკაზე, სადაც ზედმიწევნით ირჩევენ ტრასის რაც შეიძლება მოკლე სიგრძეს; აგრეთვე ცდილობენ შერჩეულ საწყის და ბოლო წერტილებს შორის ტრასა გადიოდეს საავტომობილო და რკინიგზის ხაზების ახლოს მილგაყვანილობის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს ეკონომიკური ხელსაყრელობის მიზნით. იმ ადგილებში, რომელთა რუკები ძლიერ დაძველებულია ან არ არსებობს რუკები, ასრულებენ 1:25 000 მარშრუტულ აეროფოტოაგეგმვებს, ხოლო გადაკვეთების ადგილებში მიღებულია აეროაგეგმვის მასშტაბი 1:10 000 ან 1:15 000, რათა შეადგინონ მსხვილმასშტაბიანი ფოტოაგეგმები.

მიღებული აეროსურათების დამონტაჟებით იღებენ აეროსქემებს და ადგენენ აეროაგეგმებს, რომლებიც თვალსაჩინო წარმოდგენას იძლევიან ტერიტორიის სიტუაციის, რელიეფის სახეობებისა და გეომორფოლოგიური დახასიათების შესახებ. ძველი ტოპოგრაფიული რუკისა, აეროადიონიველობის მასალებისა და აეროსურათების ერთობლივად განხილვით აღწევენ ტრასის კარგად შერჩევას.

ტრასის წინასწარი მიმოკვლევების საველე ეტაპზე იკვლევენ, აზუსტებენ და ადგილზე ამაგრებენ შერჩეული ტრასის ძირითად წერტილებს. საკიროა ვერიდოთ ტყეებზე, კლდოვან ადგილებში, მეწყრებზე და, საერთოდ, არახელსაყრელ ადგილებში ტრასის გატარებას. შედარებით ხელსაყრელია მილგაყვანილობის ტრასის გაყვანა დამრეც წყალგამყოფზე, გზების პარალელურად და სხვ. მოხვევის კუთხეები უნდა იყოს არაუმეტეს 30°.

ტრასის გამოკვლევის დროს ნატურაში სრულდება საინჟინრო-გეოლოგიური აგეგმვები, რათა დადგინდეს იქნეს მილგაყვანილობის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ყოველგვარი ხელშემშლელი ფაქტორი.

ტრასის გამოკვლევის მასალების საფუძველზე დაზუსტებული ნახაზი შეაქვთ 1:100 000 ან 1:50 000 რუკაზე, რასაც ათანხმებენ ადგილობრივ ორგანიზაციებთან.

რუკების საფუძველზე ადგენენ ტრასის გეგმას და გრძივ პროფილს.

Б. საბოლოო მიმოკვლევა

მილგაყვანილობის საბოლოო მიმოკვლევის დროს სრულდება საველე ტრასირება, ანუ მოხვევის კუთხეების გაზომვები, და ადგილზე დამაგრება, პიკეტაჟის ნიველობა გადაკვეთებისა და გადასასვლელების აგეგმვებით, რასაც, საერთოდ, სანიველო ლერძის შემზადება ეწოდება.

მოხვევის კუთხეების წვეროებს ადგილზე აღნიშნავენ სარებით და ამარბენ სვეტებით, ხოლო როცა ტრასის წრფივი ნაწილი გრძელია, გასწვრივობის წერტილებს შორის მანძილებს იღებენ დაახლოებით 300—500 მ.

ტრასაზე რეპერებს აყენებენ ყოველ 2—3 კმ და უკავშირებენ მათ მოხვევის დიდ კუთხეებს ისე, რომ ამ უკანასკნელიდან ტრასაზე ისინი იყენენ დაყენებული 10—15 მ მანძილებზე, გრძელ ტრასებზე, სადაც არ არსებობს სასიმალო საფუძველი, ყოველ 10 კმ მანძილზე მიწაში 2—2,5 მ სიღრმეზე ფლავენ რკინაბეტონის რეპერებს. ყველა რეპერს გვეგმურად აკავშირებენ ტრასასთან.

მილგაყვანილობების მიმოკვლევების საერთო წესები ძირითადად იგივეა, რაც აღწერილია (10.3) თავში; მაგრამ არის ზოგიერთი თავიებულებები. მაგალითად, მილგაყვანილობის გრძივი პროფილის საპროექტო ხაზს აქვს ადგილის თითქმის ყველა გადაღუნვები, მისი სიგრძის გაანგარიშებისათვის პიკეტაჟს კვალავენ დახრილ ადგილზე, ხაზის თარაზულად მოყვანის გარეშე, ხოლო კოორდინატების გამოთვლისათვის ხაზები მოჰყავთ ჰორიზონტულად. პიკეტაჟის დაკვალვის სისწორის საკონტროლოდ ზომავენ მოხვევის კუთხეების წვეროებს შორის მანძილებს. ვაკე ადგილებში ტრასის მანძილებს საკონტროლოდ ზომავენ ნიველობის დროს ნიველირის სამანძილო ძაფების საშუალებით. მთაგორიან ადგილებში საჭირო ხდება 100 მეტრის სიგანის ზოლის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენა, რათა უშეცდომოდ შესრულდეს მილგაყვანილობის პროექტი და შეუძლოთ მშენებლობის ორგანიზაციის კარგად მოგვარება.

ტრასის მოხვევის ადგილებში საჭიროა წრიული მრუდის მთავარი წერტილების ადგილზე დაკვალვა; პიკეტებისა და პლუს წერტილების მრუდზე გადმოტანა პიკეტაჟის ათვლა წარმოებს მრუდზე. მრუდის რადიუსი მიღებულია 500—1 000 მ. ტრასის გასწვრივ პიკეტებსა და რეპერებს ანიველებენ ორი ინსტრუმენტით. ტრასას აბამენ გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებს ყოველ 50 კმ. ხოლო, როცა ტრასის ახლოს არ არსებობს საყრდენი პუნქტები, ყოველ 10—40 გვერდის შემდეგ უნდა განისაზღვროს გვერდის ქვეშაირი აზიმუტი (იხ. 8.5 თავი). ხელსაყრელ პირობებში ტრასის ზღვრული სიზუსტე უნდა იყოს 1:1 000, ხოლო არახელსაყრელ პირობებში—1:500.

საყრდენ პუნქტებს შორის ან შეკრულ პოლიგონში W_A შეუკვრელობა არ უნდა აღემატებოდეს

$$W_A = \pm 50\sqrt{L} \text{ მ}, \quad (10.12.1.1)$$

სადაც L არის სელის ან პოლიგონის სიგრძე კილომეტრებში.

პირველი და მეორე ნიველობით ტრასის აღმატებათა ჯამებს შორის Δh სხვაობა უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნას

$$\Delta h_{\text{თე}} = \sum_1^n h_i' - \sum_1^k h_i'' = \pm 50 \times \sqrt{2} \sqrt{L} \approx \pm 70\sqrt{L} \text{ მ}. \quad (10.12.1.2)$$

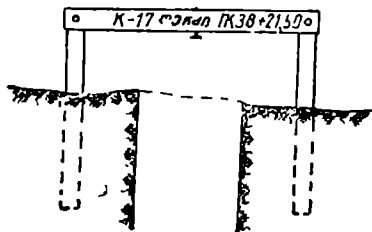
ანალოგიურად სრულდება მილგაყვანილობის დაპროექტებისათვის საჭირო სააგეგმო სელები და აგეგმვები, რაც უნდა შესრულდეს ინსტრუქციის მოთხოვნების შესაბამისად იმ მეთოდით, რომელიც დაწვრილებით არის განხილული საინჟინრო გეოდეზიის მეცხრე ტომში.

მილგაყვანილობის მშენებლობისათვის ადგენენ და ადგილზე ამაგრებენ ტრასის მოხვევის კუთხეებს და პიკეტაჟს, დეტალურად კვალავენ მრუდებს; ახშირებენ სამუშაო რეპერებს ისე, რომ ყოველ კილომეტრზე იყოს არანაკლებ ერთი რეპერისა: ხაზებს საკონტროლოდ ზომავენ და განმეორებით ანიველეზენ ტრასის აღდგენის თანადროულად პროექტის მიხედვით კვალავენ და ადგილზე ამაგრებენ სამეთვალყურო კუბებსა და გადასასვლელებს. დამაგრების წერტილები ცნობილი წესით გააქვთ გასწვრივობაში დაახლოებით 5 მეტრის დაშორებით ტრასის ორივე მხარეზე. ზემოთ მოყვანილი შემთხვევის დროს დაკვალვითი სამუშაოების საწყისი იქნება ადგილის სიტუაცია.

პრაქტიკაში გვხვდება შემთხვევები, როცა მილგაყვანილობის პროექტი დგება არსებული. ხაზის გასწვრივ. მასსადაამე, სარგებლობენ ადრე შედგენილი გეგმებით და პროფილებით და პროექტი ითვლისწინებს მილგაყვანილობის მეორე ძაფის ადგილზე დაკვალვას. ამ შემთხვევაში დაკვალვითი სამუშაოების საწყისი იქნება მილგაყვანილობის ძველი (პირველი) ტრასის ადგილზე დამაგრების წერტილები.

როგორც ხედავთ, მილგაყვანილობის პროექტის ნატურაში გადატანის საწყისი იქნება ადგილმდებარეობის მკაფიოდ გამოსახული კონტურები ან ძველი მილგაყვანილობის ტრასის მოხვევის კუთხეების დამაგრებული წერტილები. კოორდინატებისა და მრუდების ელემენტების განსაზღვრის მიზნით ნატურაში ზომიერად მეზობელი მოხვევის კუთხეებს შორის მანძილებს და მოხვევის კუთხეებს. ნატურაში გამოტანილ ტრასაზე კვალავენ პიკეტაჟს, მის მიხედვით აწარმოებენ ნიველობას და აღგენენ სამუშაო პროფილს.

მიწის სამუშაოების მოცულობების გამოთვლის საკითხი განხილულია განხილადი წიგნის II თავში.

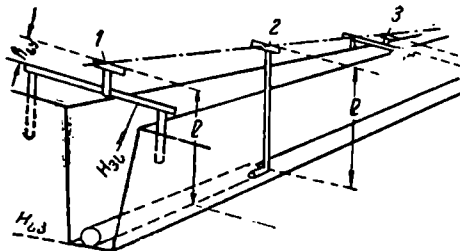


ნახ. 10.12.2.1.

განსაკუთრებული სიფრთხილით უნდა იქნეს ადგილზე შერჩეული რადიუსის მიხედვით მრუდი, რათა მოღუწული მილის ღერძი ზუსტად დაემთხვეს ტრანშეის ღერძს და იგი არ მიეყარდოს ტრანშეის გვერდებს. ტრანშეიში ტოვებენ პროექტის მიხედვით გათვალისწინებული ამოსაღები მიწის 10—15 სმ გრუნტს. შემდეგ პიკეტაჟსა და კუბზე აგებენ ფარგსაკვალებს და მათი გამოყენებით საბოლოოდ ასუფთავებენ გრუნტისაგან ტრანშეის ფსკერს პროექტის მიხედვით. ამ შემთხვევაში ფარგსაკვალი წარმოადგენს ორ სვეტს (ნახ. 1), რომლებიც ტრანშეის გვერდიდან დაშორებულია თითო მეტრით და ჩასმულია გრუნტში 1 მ სიღრმეზე. დაახლოებით 0,6—0,8 სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან ამ სვეტებზე თარაზულად მიკედლია 0,04 მ სისქის ფიცარი. ყოველთვის ფარგსაკვალს აყენებენ მილგაყვანილობის ღერძის მართობულად. იმ კუბზე, რომლებიც მდებარეობენ ტრასის მოხვევის ადგილებში, ფარგსაკვალებს აყენებენ

სელის მარჯვენა და მარცხენა კუთხის ბისექტრისაზე (სიმრუდის რადიუსის გასწვრივობაში). დამაგრების წერტილებიდან ტრანშეის ლერძი გადააქვთ ფარგსაკვალზე და ამაგრებენ ლურსმნებით. მეზობელ ფარგსაკვალზე დაქვილი ლურსმნებს შორის ჰქონდა სიმაღლე (წმინდა მავთულს) და ჰკიდებენ მასზე შეველებს, რაც საშუალებას იძლევა შემოწმდეს ტრანშეის გეგმური მდებარეობა.

ტრანშეის ფსკერის სასაძირკვე შემოწმება სამიზნეებით სრულდება (ნახ. 2) შემდეგნაირად: ტრანშეის გასწვრივ აგებენ სანიველო სელას



ნახ. 10.12.2.2.

სხვაობებია (მაგალითად, 3,0—3,5—4,0 მ). შერჩეულ L ოდენობას თუ გამოვაკლებთ ($H_ბ - H_ა$) სხვაობებს, მივიღებთ ყოველი ფარგსაკვალის საყრდენი სამიზნისათვის მისაქედებელ $h_{სყ}$ სიგრძეს, ე. ი. (ნახ. 2) მიხედვით

$$h_{სყ} = L - (H_ბ - H_ა). \quad (10.12.2.1)$$

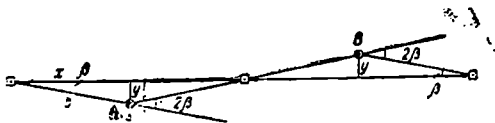
როგორც აღვნიშნეთ, მოხერხებულობის მიზნით სასელი სამიზნის L სიგრძეს ირჩევენ, რომ საყრდენი სამიზნისათვის მისაქედებელი $h_{სყ}$ სიგრძე გამოვიდეს 0,3—1,0 მ ოდენობისა. (1) ფორმულის შესაბამისად (4) +90 და (7) პიკეტებს შორის საყრდენი სამიზნეების მისაქედებელი $h_{სყ}$ ოდენობების გამოთვლის ნიმუშია (1) სქემა.

სქემა 10.12.2.1

პიკეტაჟი და კლასი	კუბის №	ფარგსაკვალის მიწის ზედა წახვევის ნიშნული $H_ბ$ (მ)	ტრანშეის ძირის სარკოპეტრონული ნიშნული $H_ა$ (მ)	$H_ბ - H_ა$ (მ)	სასელი სამიზნის შერჩეული სიგრძე L (მ)	ფარგსაკვალზე მისაქედებელი საყრდენი სამიზნის სიგრძე $h_{სყ}$ (მ)
(4)+90	კ-12	111,17	108,65	2,52	3,0	0,48
(5)+30	კ-13	111,50	108,85	2,65		0,35
(5)+70	კ-14	111,43	109,05	2,38		0,62
(6)+00		111,46	109,20	2,26		0,74
(6)+20	კ-15	111,64	109,30	2,34		0,66
(6)+60	კ-16	111,97	109,50	2,47		0,53
(7)+00	კ-17	111,28	109,70	2,58		0,42

სქემის უკანასკნელი სვეტის მიხედვით ამზადებენ სამიზნეებს და ფარგსაკვალის ფიცრის ზედა წახნაგის ღონის ზემოთ საჭირო ნიშნულზე აჭედებენ.

როგორც ვხედავთ, საყრდენი სამიზნეების სიმაღლეები ტრანშეის ფსკერის საპროექტო ხაზის მიმართ ერთი და იმავე ოდენობებისაა როგორც ყველა პიკეტის, ისე ჰებისათვისაც და ტოლია შერჩეული 1 სიგრძისა, ანუ ორ მეზობელ საყრდენ სამიზნეზე გატარებული ხაზი იქნება პარალელური ტრანშეის ფსკერის საპროექტო ხაზისა (ნახ. 2). ამიტომ, თუ დავდგებით რომელიმე მეზობელ, ვთქვათ, 1 სამიზნესთან და თვალთ მის ზევითა წახნაგიდან ვაწარმოებთ დამიზნებას, ვთქვათ 3 სამიზნეზე, და ზუსტად დაეყენებთ ამ ხაზზე სასველი სამიზნის 2 ზემო წახნაგს, მისი ქუსლი იქნება ტრანშეის საპროექტო ხაზზე. სასველი 2 სამიზნის 3—5 მ გადაადგილებებით მივიღებთ ტრანშეის საპროექტო ხაზს, რომელსაც საბოლოოდ სწმენდენ და ამზადებენ მიღების დასალაგებლად. როცა საყრდენ (1 და 3) სამიზნეებს შორის მანძილი არ აღემატება 100 მ, ტრანშეის ფსკერის საპროექტო ნიშნულები ისაზღვრება $\pm 1-2$ სმ შეცდომის ფარგლებში. ტრანშეის ღერძის გრძივი პროფილის ვერტიკალური გადაჩრჩის ადგილებში კვალავენ ვერტიკალურ მრუდებს (იხ. 10. 10. 7). ამ მრუდის რადიუსებს იღებენ რაც შეიძლება დიდებს, ხოლო მეზობელი მრუდების ბოლოებსა და საწყისებს შორის წრფივი მონაკვეთები არ უნდა იყოს 10—20 მ ნაკლები ვერტიკალური მრუდის უბანზე ტრანშეის ფსკერის საპროექტო ნიშნულების ოდ-



ნახ. 10.12.2.3. —

ნობებს საზღვრავენ ნივლირით, რადგანაც ამ შემთხვევაში სამიზნეების გამოყენება არ შეიძლება. მიღგაყვანილობას ალაგბინ უშუალოდ ტრანშეის ფსკერზე. კლდოვან გრუნტებში ტრანშეის თხრიან საპროექტო ნიშნულებზე 10—15 სმ ღრმად, რათა თს.იკრზე დაყარონ ამ სისქის ქვიშა ან რბილი მიწა და მიღებს ზუსტად ალაგბინ.

იმ შემთხვევაში, როცა გაზმიოგაყვანილობა კვეთს დიდ ჭაობებს, მაშინ სერტიბიან საყრდენი მიწისზემთ გააყვით ზიგზაგისებური მიღგაყვანილობა, რითაც შეიქმნება რემპერატორული დეფორმაციის კომპენსაცია. უმოდრათ ხისტი საყრდენები იგება შერჩეული ტრანშის ყოველ 100—120 მ, ხოლო თავის უფალი საყრდენები, რომლებიც მხოლოდ იქერენ მიღგაყვანილობას და არ ზღუდავენ მიღგაყვანილობის გადაადგილებას, იგება ზიგზაგის შესაქმნელად ტრანშის მიმართ $\beta = 11^{\circ}30'$ კუთხით ყოველ 20—30 მ (ნახ. 3). ზიგზაგის, ანუ მოხვეის 2β კუთხის წვეროს. მდებარეობას ადგილზე ტრანშის მიმართ საზღვრავენ მართკუთხა კოორდინატებით

$$x = b \cdot \cos \beta; \quad y = b \cdot \sin \beta, \quad (10.12.2.2)$$

სადაც b არის უძრავი საყრდენების მოხვევის კუთხის წვერომდე მანძილი.

მიღგაყვანილობის მოხვევა A და B წერტილებში ხორციელდება მცირე რადიუსის მქონე პორიზონტული წრფივი მრუდით. ამ წერტილებს შორის მიღგაყვანილობა პროექტდება ერთნაირი ქანობით.

როცა მიღგაყვანილობა მდინარეს კვეთს, მის ორივე ნაპირზე ამაგრებენ დიუკერის ღერძს, მართვის ჰების ცენტრებს და ახლო მანძილზე ჭებენ რეპერს. მდინარის ნაპირებთან მიახლოებისას დიდ ყურადღებას აქცევენ ვერტიკალური მრუდების ჩასმას, რადგანაც მდინარის ნაპირებსა და ძირზე და ფერადობებზე დიუკერი ძლიერ სწრაფად იცვლის ქანობის ოდენობას.

მდინარის ქვეშ მიღების გაყვანის რიგი მეთოდებიდან შედარებით სწრაფ და საიმედო მეთოდად ითვლება ზამთარში ყინულიდან ჩაშვება მიღების, ხოლო ზაფხულში მიღებს აგებენ პონტონებიდან ან ბარჟებიდან. მხოლოდ ამ შემთხვევაში მოითხოვება, რომ მდინარის ერთ-ერთ ნაპირზე იყოს ვაეე მოედანი სიგრძით არანაკლებ მდინარის მონაკვეთის სიგანისა.

მთების მდინარეების, ხეობების, ღრანტეების და სხვა ანალოგიური წინააღმდეგობის გადალახვა სრულდება საჰაერო გადასასვლელიების მოწყობით, როგორცაა ესტაკადა (ვიადუკი), კიდული ხიდები და სხვ. ამ შემთხვევაში საპასუხისმგებლო სამუშაოებია საყრდენების დაკვალია, რაც უნდა შესრულდეს ისე, როგორც ეს კეთდება ხიდებით გადასასვლელიების მშენებლობის დროს (იხ. XI თავი).

მიღგაყვანილობის მშენებლობის დამთავრებისთანავე ადგენენ შესრულებითს გეგმას. პიკეტაჟის მიხედვით ტრანშეის ახლო ფლავენ კილომეტრულ და ნახევარკილომეტრულ რკინაბეტონის სვეტებს, ხოლო მრუდებზე პიკეტების ნიშნებს. ყოველ მეოთხე კილომეტრულ სვეტს ფლავენ მიწაში გაყინვის დონის ჩვევით, რათა მით ისარგებლონ მიღგაყვანილობის ექსპლუატაციის პერიოდში, როგორც გრუნტის რეპერით, ტრანშეაში მიღგაყვანილობის დამარხვამდე (მიწის ჩაყრამდე) ამთავრებენ ყველა შესაღლებელი მიღების შედუღებებს და დამაგრებებს, ასევე ჰების, დიუკერის საწყისი და ბოლო წირტილების და მიღების დიამეტრების გაზომვის ადგილების მიდუღებებს და სხვ. ამავე დროს სრულდება შესრულებითი ნიველობა. საზღვრავენ მიღების ზემო ნაწილების ტრანშეის ნაპირების და ყველა რეპერის ნიშნულებს. შესრულებითს გრძიდ პროფილზე უჩვენებენ ყრილის და მიღგაყვანილობის ზემო ნაწილის და ტრანშეის ფსკერის ნიშნულებს; უჩვენებენ მიღებში დიამეტრების ზომებს და ჰების ნომრებს. გეგმაზე უჩვენებენ პროექტიდან ფაქტობრივ გადახრებს.

სათავე ნაშენებსა და შუალედ სადგურებზე გეოდეზიური სამუშაოები სრულდება ისევე, როგორც ეს მოხსენებულა VI, VII, VIII თავებში.

10. 12. 8. ელექტროგადამცემი ხაზების მიმოკვლევები

ა. წინასწარი მიმოკვლევები

ელექტროგადამცემა ხდება კაბელებით (მიწაში) და მავთულებით ჰაერში.

კაბელებით ელექტროგადამცემა ხდება ქალაქების, აეროპორტების, სამრეწველო და სხვა ამგვარ ტერიტორიებზე. დიდ მანძილებზე ელექტროგადამცემას ასრულებენ, როგორც წესი, საჰაერო ხაზებით.

საჰაერო ხაზის ძირითადი ელემენტებია საყრდენები, გამტარი (მავთული) და იზოლატორები. გამოიყენება ანკერული და შუალედი საყრდენები.

ანკერულ საყრდენები იღებს ხაზების დაქიმვასთან დაკავშირებულ მთელ სიმძიმეს. ასეთი საყრდენების განსაკუთრებული სახეებია ელექტროგადაცემის ხაზის მოხვევის კუთხეებში, სხვადასხვა დაბრკოლებების მქონე ფართო და ღრმა გადასასვლელებზე. შუალედი საყრდენები მხოლოდ და მხოლოდ იჭერს ანკერულ საყრდენებზე დაქიმულ ხაზებს.

ორ მეზობელ საყრდენს შორის პორიზონტულ მანძილს უწოდებენ მალს 220—500 კვ ძაბვის მქონე ელექტროგადაცემის ხაზების მალებს იღებენ 300—500 მ, ანკერულ სვეტებს შორის მალის სიგრძეს იღებენ 5—7 მ.

ელექტროგადაცემა ხაზების მიმოკვლევების დროს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას აძლევენ მავთულების მიახლოების გაბარიტის დადგენას, ანუ დაქიმული მავთულების ჩაკიდულობის მაქსიმუმსა და მის ქვეშ დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირამდე ან შენობებამდე მანძილის დადგენას. მაგალითად, 220—500 კვ ელექტროგადაცემა ხაზების გაბარიტები ინსტრუქციის მიხედვით მიღებულია:

1. დასახლებულ და საძრეველო ნაგებობათა ტერიტორიებზე 9—11 მ;
2. დაუსახლებელ, მაგრამ აღამიანებისა და ცხოველების ხშირი ყოფნის ადგილებში 8—10 მ;
3. ძნელად მისადგომ ადგილებში 7—8 მ.

უმოკლესი პორიზონტული მანძილია შენობებისა და სხვადასხვა ობიექტების გარე კონტურებსა და ელექტროგადაცემა ხაზების განაპირა მავთულებს შორის შესაძლებლობის ფარგლებში 10—15 მ. ელექტროხაზის განაპირა მავთულებს შორის ეს მანძილები საზღვრავს ხიფათისაგან დასაცავ ზონას, რომლის ფარგლებში ენერგოსისტემის მმართველობის ნებართვის გარეშე. არც ერთ დაწესებულებას არა აქვს უფლება აწარმოოს რაიმე სახის სამშენებლო სამუშაოები და კარიერების დამუშავება.

ურთიერთპარალელურად განლაგებულ ელექტროგადაცემა ხაზებს შორის ან ელექტროგადაცემა და კავშირგაბმულობის ხაზებს შორის თარაზული მანძილები არ უნდა იყოს ნაკლები ამ ხაზების ყველაზე მაღალი საყრდენის სიგრძეზე. იგივე მანძილი უნდა იყოს დაცული ელექტროგადაცემა ხაზის ნაპირა მავთულსა და მისი პარალელური გზის ნაპირს შორის.

ჩვეულებრივ, ელექტროგადაცემა ხაზის საწყისი პუნქტია პილო ელექტროსადგური, თბოელექტროცენტრალი ან ატომური ელექტროსადგური, ხოლო ბოლო პუნქტია მსხვილი სამრეწველო ცენტრი. მიმოკვლევების მიზანია ამ პუნქტებს შორის შეირჩეს უმოკლესი ტრასა, შედარებით ტოპოგრაფიულად და გეოლოგიურად რაც შეიძლება ხელსაყრელი, რაც მოითხოვს შენებლობის ნაკლებ დროსა და ხარჯებს. ცხადია, ტრასას სჯობს ახლოს იყოს არსებულ გზებთან და კარიერებთან, რაც მშენებლობისა და ხაზის ექსპლუატაციის დროს დიდ ეკონომიას მოგვცემს. აგრეთვე შეძლებისდაგვარად უნდა ვერიდოთ დასახლებულ, მთავორიან, ჰაობიან ადგილებს.

მთების წინა ტერიტორიებზე უნდა ვეცადოთ რაც შეიძლება არადატბორილ ხეობებში გავიყვანოთ ხაზი და ვერიდოთ მთების ფერდობების მაღალ წყალგამყოფ წერტილებზე ხაზების შერჩევას, რათა ავიცილოთ ხაზზე ქარისა და ქვიშაქუხილის (მეხმოვლენის) მოსალოდნელი ხიფათი. აგრეთვე, არსებული მაგისტრალური გზები შერჩეული ტრასის მიერ უნდა გადაიკვეთოს იქ, სადაც გზა გადის ჭრილში ან ნულოვანი სამუშაოების დონეზე, რათა ელექტროტრასის

საყრდენები დაგვირდეს რაც შეიძლება დაბალი ცხადია, სასურველია, რომ ტრასამ არ გადაკვეთოს წყალსადინარები, ხეობები, საინჟინრო ნაგებობები და სხვ. წყალსადინარების ტრასით გადაკვეთის ადგილებს ირჩევენ მდინარის წრფივ უბნებზე, სადაც ნაპირებია მდგრადი, მაღალი და ვიწრო, აგრეთვე ჰალა არ არის განიერი. ტრასამ ყოველგვარი დაბრკოლება უნდა გადალახოს პერპენდიკულარულად, ყოველ შემთხვევაში გადაკვეთის კუთხე არ უნდა იყოს 45° ნაკლები.

კამერულად წინასწარ მიმოხილვის პროცესში არსებული რუკებისა და აეროფოტოაგეგმვის მასალების გამოყენებით ირჩევენ რამდენიმე ვარიანტს ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარებებით სავსელ მიმოკვლევებისა და შესწავლისათვის, რაც საბოლოო ვარიანტის შერჩევის საშუალებას იძლევა.

ადგილზე ტრასის საბოლოო ვარიანტის შერჩევის დროს განსაკუთრებით ყურადღებას აქცევენ მძიმე უბნებს, როგორცაა ქვესადგურებთან მისასვლელები, დიდ წყალსადინარებზე გადასასვლელები, მთავარიანი ადგილები, საგზაო მაგისტრალებისა და არსებული ელექტროგადამცემის ხაზების გადაკვეთის ადგილები, დაბრკოლებათა (დასახლებული პუნქტების) შემოსასვლელი გზების და ხელსაყრელი გეოლოგიური უბნების შესწავლა და სხვ.

ელექტროგადამცემის ხაზის შერჩევასთან ერთად ირჩევენ ქვესადგურებისათვის, ხაზის მონტიორების პუნქტებისათვის, სარემონტო ბაზებისათვის მოედნებს; იკვლევენ მშენებლობისათვის და კარიერებიდან მასალების საზიდ გზებს და საჭიროებისამებრ, როცა გზა არ არის, ირჩევენ ადგილს გზის გასაყვანად და სხვ.

წინასწარი მიმოკვლევების საფუძველზე ირჩევენ ხაზის მიმართულებას.

ბ. საბოლოო მიმოკვლევა

შერჩეული ტრასის საბოლოო მიმოკვლევების პერიოდში მას ადგილზე ამაგრებენ და შეისწავლიან დეტალურად ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიურ, გეოლოგიურ და ჰიდროლოგიურად.

სხვა ტრასებისაგან განსხვავებით ელექტროგადამცემი ტრასები არის სულ წრფივ უბნებით მრუდე ღრუბლებზე, რომელთაც მოხვევები აქვთ კუთხის წვეროებზე; ამავე დროს მოხვევის წვეროებს ირჩევენ ანკერული (ძირითადი) საყრდენების მოხერხებულად ასაშენებელ ადგილზე; როცა მოხვევის კუთხე არ აღემატება 5°, აშეიბენ ჩვეულებრივ ანკერულ სვეტებს, ხოლო როცა მოხვევის კუთხე მეტია 5°-ზე, საჭირო ხდება სავანგებო კუთხური ანკერული სვეტების აგება, რაც პირველთან შედარებით რთული და ძვირია.

იმ შემთხვევაში, როცა კუთხურ წერტილებს შორის არის ხილვადობა, მათ შორის ტრასის დაკვალვა ხდება უშუალოდ დამიზნებით, რომლის დროსაც ნიშნავენ გასწვრივობის წერტილებს და შემდეგ მათ შორის სარავენ და ზომავენ მანძილებს.

ხშირია შემთხვევა, როცა ტრასის კუთხურ წერტილებს შორის ხილვადობა არ არის მათ შორის დიდი (15—20 კმ) მანძილის გამო. ამ შემთხვევაში ადგილზე ტრასის დაკვალვისათვის საჭირო ხდება წინასწარ მისი მიმართულების დადგენა გეოდეზიური, ასტრონომიული ან გიროსკოპული ხერხით (იხ. საინჟინრო გეოდეზიის VIII ტ).

გასწვრივობის წერტილებს (დამატებით კუთხეებს) ირჩევენ პირდაპირი ხილვადობის შესაბამისად, მაგრამ არაუმეტეს 1 კმ, მოხვევის კუთხეებსა და გასწვრივობის წერტილებს ამაგრებენ სვეტებით და მათ შორის ზომავენ მანძილებს, აგრეთვე ზომავენ მანძილებს დამაგრებული წერტილებიდან ტრასის მიერ შენობების, ნაგებობებისა, მდინარეების, ტბების და სხვა დაბრკოლებების გადაკვეთამდე. ტრასის ის უბანი, სადაც დახრის კუთხე აღემატება 2°, დაჰყავთ ჰორიზონტზე.

С. აღვილზე ტრასირება

იმის გამო, რომ ტრასაზე მრუდები არ გამოიყენება, აღვილზე პიკეტებს კვალავენ ტრასის მოხვევის წვეროებს შორის მინაზომების მხედველობაში მიღებისა და პიკეტაჟის ცვალებადობის გარეშე; მაშასადამე, მეზობელ წვეროებს შორის მანძილები იქნება ტოლი მათ საპიკეტაჟო მნიშვნელობებს შორის მანძილებისა.

დაკვალვის დროს საჭიროა წერტილებს შორის ჰორიზონტული მანძილი, ამიტომ დახრილი ხაზების განაზომებში უნდა შევიტანოთ შესწორებები დახრილობისათვის. ან აღვილზე ვზომოთ ბაფთით პირდაპირ ჰორიზონტული მანძილები. შეიძლება ასეც მოხდეს, რომ საბოლოო მიმოკვლევებისას საყრდენების აღვილზე დაკვალვების დროს მხედველობაში არ მივიღოთ მათ შორის დახრა, ე. ი. არ დავიცვათ პიკეტებს შორის ას-ასმეტრიანი ჰორიზონტული მანძილები. შემდეგში სანიველო მასალის კამერული დამუშავების დროს ყოველი პიკეტი ჰორიზონტზე დაყავთ ისე, რომ სადგურებს შორის მანძილებიც დაიყვანება ჰორიზონტზე.

ტრასის გასწვრივ დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის ნიშნულების განსაზღვრა საჭიროა იმისათვის, რომ შესაძლებლობა გქონდეს დავიცვათ მოთხოვნილი გაბარატი, რელიეფის ნიშნულების განსაზღვრების შეცდომა დასაშვებია ± 25 სმ, რის გამო შეიძლება დასაშვებად ჩაითვალოს შედარებით ნიველობის ტლანქი მეთოდი (გეოდეზიური, ტაქომეტრიული ნიველობა).

ფერდობებიან აღვილებში, სადაც განივი ქანობები მეტია 0,2 ყოველ პიკეტზე ანევილერებენ განივებს 5—8 მ სიგრძით ტრასის ორივე მხარეზე. მთაგორიან აღვილებში კი მახასიათებელ წერტილებს იღებენ 100 მ ზოლის ფარგლებში. ტრასის ყოველ 8—10 კმ აყენებენ რკინაბეტონის ან ხის რეპერებს.

საგზაო-სატრანსპორტო და მილგაყვანილობების ტრასებისაგან განსხვავებით, სადაც პიკეტაჟის დაკვალვის მიზანია, გარდა პროექტის შედგენისა, პროექტის ნატურაში დაკვალვაც, ელექტროგადამცემი ხაზების ტრასირების აგების დროს პიკეტებს შორის 100 მ სიგრძის დაცვას მნიშვნელობა არა აქვს. ამ დროს გრძივი პროფილი შეიძლება შედგეს მხოლოდ პლუს წერტილების მიხედვით, რომლებითაც ხასიათდება რელიეფის გადალუნვის წერტილები, მოხვევის კუთხეები, სხვადასხვა ბუნებრივი ან ხელოვნური დაბრკოლებები. საყრდენებს, რომლებიც ჩვეულებრივ არ ემთხვევიან მთელ პიკეტებს, აღვილზე კვალავენ ელექტროგადამცემის ტრასის ახლობელი, უკვე დამაგრებული წერტილებიდან ამის გამო, ელექტროგადამცემი ხაზების ტრასირების დროს, ნაცვლად 100—100 მეტრიანი პიკეტების აღვილზე დამაგრებისა, აღვილზე ამაგრებენ რელიეფის მახასიათებელ და ტრასისა და სიტუაციების გადაკვეთების წერტილებს. საჭირო მანძილებს ზომავენ რადიომანძილზომებით ან გეომეტრიული მანძილზომებით. შემდეგ სრულდება გეოდეზიური ან ტაქომეტრიული ნიველობა.

სასიმალო სვლის სიზუსტეს საზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$m_H = k\sqrt{[S]s} = ks\sqrt{n}, \quad (10.12.3.1)$$

სადაც S არის სანიველო სვლის გვერდის საშუალო სიგრძე;

n — სანიველო სვლის გვერდების რიცხვი;

$[S]$ — სანიველო სვლის სიგრძე.

გაჭიმულ სანიველო სვლაში

$$k = \sqrt{\frac{1}{4} \sin^2 2\nu_0 \left(\frac{m_s}{S}\right)^2 + \cos^2 2\nu_0 \left(\frac{m_v}{\rho''}\right)^2} \quad (10.12.3.2)$$

სადაც ν_0 არის სვლის გვერდების საშუალო დახრა;

$\frac{m_s}{S}$ — ხაზის მანძილშომით გაზომვის სიზუსტე;

m_v — სვლის დახრის კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

(1) ფორმულით შეიძლება განისაზღვროს სასიმალო სვლის დასაშვები $[S]$ სიგრძის ოდენობა იმ ანგარიშით, რომ ამ სვლის გაწონასწორების შემდეგ შეუქცერლობა არ აღემატებოდეს, $\pm 0,50$ მ.

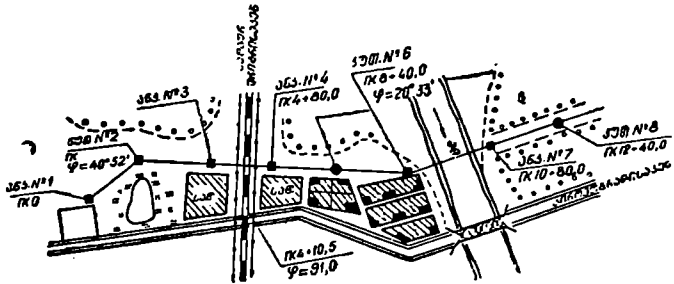
ელექტროგადამცემი ტრასის მიერ რაიმე დაბრკოლების გადაკვეთის შემთხვევაში ზომავენ გადაკვეთის კუთხეს, ტოპოგრაფიულად აგეგმავენ 100 მეტრი სიგანის ზოლს 1:500 1:1 000 მასშტაბში. მისი კვეთის სიმაღლეა 0,5 — 1,0 მ. როცა ტრასა კვეთს საგზაო სატრანსპორტო მაგისტრალს, ტოპოაგეგმვების დროს საზღვრავენ რკინიგზის ლიანდაგის რელსების ზემო ნაწილის ან საავტომობილო გზების ზედაფენილის ნიშნულებს. როცა იკვეთება ელექტრო ან კავშირგაბმულობის ხაზები, დამატებით ზომავენ გადაკვეთილი მალის მეზობელ საყრდენებიდან მანძილებს ტრასამდე, აგრეთვე ზომავენ გადაკვეთის ადგილას ამ საყრდენების შესაბამის ზედა და ქვედა მავთულების სიმაღლეებს და შემდეგ ამ მალს ანიველებენ. მდინარეების გადაკვეთის შემთხვევაში საზღვრავენ წყალდიდობის უმაღლეს პორიზონტს.

ინსტრუქციის შესაბამისად აგეგმავენ ელექტროგადამცემი ხაზის გაყვლის ქვეშ არსებულ ელექტრო და კავშირგაბმულობის ზოლებს (ხაზებს). ტრასის საბოლოო მიმოკვლევის შედეგად აღგენენ ტრასის გეგმას 1:25000 და გრძივ პროფილს 1:5 000 მასშტაბში; ტრასის ყველა მისასვლელბთან და დაბრკოლებებთან ტერიტორიებს აგეგმავენ 1:1 000 მასშტაბში. ყოველი განაზომი დაყვანილი უნდა იყოს პორიზონტზე.

D. საყრდენების დაკვალვაში

საბოლოო მიმოკვლევების შედეგად აღგენენ ელექტროგადამცემი ხაზის სამუშაო ნახაზებს. საყრდენების ნატურაში დაკვალვისათვის ძირითადი დოკუმენტებია გეგმა და პროფილი ტრასისა, ნაგებობათა და დაბრკოლებათა გადაკვეთებისა. გეგმაზე (ნახ.1) უჩვენებენ ყველა საყრდენის განლაგებას მათი ტიპის აღნიშვნით, პიკეტაჟის და ნომრის ჩვენებით. კუთხეების საყრდენებზე დამატებით უჩვენებენ მოხვევის კუთხის ოდენობებს. ტრასის მიერ გადაკვე-

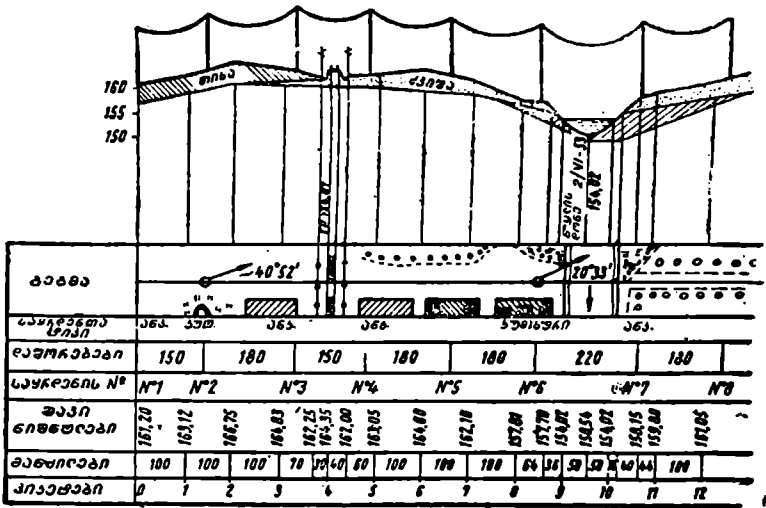
თილი სიტუაციის ელემენტებს აწერენ სიმაღლებს მეტრებში. ხაზის გრძივ პროფილზე (ნახ. 2) უჩვენებენ საყრდენების დაყენების ადგილებს, მალების



ნახ. 10.12.3.1.

სიგრძეებს და ქვედა მავთულის კიდულ მდებარეობას, უჩვენებენ მის მაქსიმალურ ჩაღუნვას.

საყრდენების დაკვალვები სრულდება მათი საპიკეტაჟო დასახელების შესაბამისად, მათ ახლო დამატარებელი მოხვევის კუთხეების წვეროებიდან,



ნახ. 10.12.3.2.

გასწორების და სხვა ამგვარი წერტილებიდან. ამ წერტილებიდან საყრდენებამდე მანძილებს ზომავენ მანძილშომებით ან ბაფით, რაც დაყავთ პორიზონტზე. საყრდენების ცენტრების გასწვრივობაში დაყენება სრულდება თეოდო-

ლიტით ისე, რომ საპროექტოდან გადახრა არ აღემატებოდეს 10 სმ და ადგილზე ამარტებენ ხის სვეტებით.

შესრულებითი აგეგმვების დროს ზომიერ მანძილებს ცალკეულ საყრდენებს შორის და სინჯავენ ჟრის თუ არა მოთხოვნილი გაბარიტი დაცული მავთულების შეახლოების მხრივ.

შესრულებული სამუშაოების თვალსაჩინო სურათს იძლევა აეროაგეგმვა, სადაც გარკვევით ჩანს ცალკეული საყრდენები, ქვესადგურები, წყალსადინარებზე გადასვლები, ხეები, გზები და სიტუაციების სხვადასხვა ელემენტები.

თაზო XIII

აეროპორტების მიმოკვლევებისა და ვიზუალური დროს გეგმვის საფუძვლები

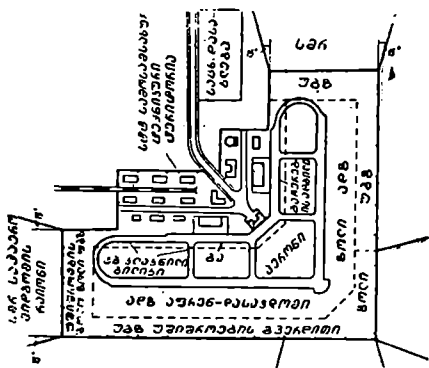
10. 19. 1. აეროპორტისათვის საპირველი ტერიტორიების მიმოკვლევები

ა. აეროპორტის კომპლექსი

აეროპორტი წარმოადგენს ასაფრენ-დასაჯდომი ზონის (აღზ), ანუ აეროდრომის, საპაერო მიდგომის რაიონების (სმრ) და დასახლების ზონის კომპლექსს. აეროპორტის სქემა მოყვანილია (1) ნახაზზე.

ასაფრენ-დასაჯდომი ზონაში (აღზ) შედის საფრენი მიწოდორი (სმ), თვითმფრინავების გაჩერების ადგილები (გა) და კლაკინოლი ბილიკები (კბ).

საფრენ მიწოდორზე (სმ) განლაგებულია საფრენი ზოლები, სადაც ხდება თვითმფრინავების აფრენა და დაჯდომა. ქარების მთავარი მიმართულების გასწვრივ აგებენ მთავარ ასაფრენ ზოლს. მასთან გარკვეული კუთხით აგებენ დამხმარე ზოლებს. საფრენი ზოლის მიმხრობით აგებენ უშიშროების გვერდითს ზოლს (უგზ) და უშიშროების ბოლო ზოლს (უბზ).



ნახ. 10.13.1.1.

იმისათვის, რომ ნიადაგის ნებისმიერ მდგომარეობაში დაუბრკოლებლივ სრულდებოდეს თვითმფრინავების აფრენა-დაჯდომის ოპერაციები, აღზ ტერიტორიაზე აგებენ ბეტონის ზოლებს, რომელთა სიგრძე აღწევს 2—3 კმ და სიგანე 80—100 მ.

თვითმფრინავების დგომის, ანუ გაჩერების (გ ა), ადგილებში სრულდება თვითმფრინავების მომსახურება. ეს ადგილები ბეტონით მოპირკეთებული კლასილი ბოლოებით (კ ბ) უერთდება თვითმფრინავების ასაფრენ-დასაჯდომ ზონებს. საფრენ ზოლთან მდებარეობს ს ა ჰ ა ე რ ო მ ი ს ა დ გ ო მ ე ბ ი ს რ ა ი ო ნ ე ბ ი (ს მ რ).

გარდა ზემოხსენებულისა, განხილად ტერიტორიაზე დიდი ადგილი უკავრავს მიწისქვეშა ნაგებობებს, როგორცაა დრენაჟი და კანალიზაცია, კაბელები, წყალსადენები და სხვ.

აეროპორტზე იქმნება სასამსახურო ტექნიკური ტერიტორია (ს ტ ტ), რომელზეც შენდება აეროსადგური, ანგარები, ბენზინისა და ზეთის შესანახი და სხვა საჭირო ნაგებობები მუერნეობის უნაკლოდ მართვისათვის. ეს შენობები ისე უნდა იყოს განლაგებული, რომ ხელი არ ეშლებოდეს თვითმფრინავების ექსპლუატაციას.

ერთ-ერთი მთავარი ობიექტია დასახლებები, რომელიც უნდა იყოს უზრუნველყოფილი დასახლებებისათვის მიღებული ყოველგვარი მომსახურებით და ქალაქთან დამაკავშირებელი გზებით.

ბ. აეროპორტისათვის საპირდატომო ტერიტორიის შერჩევის დროს მოთხოვნები

აეროპორტისათვის შერჩეული ტერიტორია უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. შერჩეული ტერიტორია უნდა იტევდეს წინა მუხლში მოყვანილი ნაგებობის კომპლექსს, აგრეთვე ტერიტორიის ორიენტაცია ქარების გაბატონებული მიმართულებით მთავარი ასაფრენი ზოლის აგების საშუალებას უნდა იძლეოდეს.

2. აფრენა-დაჯდომის უსაფრთხოების მიზნით საფრენი ზოლის ქანობი არ უნდა აღემატებოდეს 0, 02, როცა ადგილის ვერტიკალური მრუდის რადიუსია 8 000 მ. ნალექების სწრაფად ლიკვიდაციის მიზნით. საფრენი ზოლის ზედაპირის ქანობი არ უნდა იყოს 0, 005 მცირე. მაშასადამე, რელიეფი არ უნდა ხასიათდებოდეს ლეღებით, ხრამებით და სხვა, აგრეთვე საშუალოდ ქანობები არ უნდა აღემატებოდეს 0,02—0,03 და არ უნდა იყოს ნაკლები 0,003—0,005. ამ პირობებში მიწის სამუშაოების მოცულობა გამოვა მინიმალური.

3. ადგილი უნდა ხასიათდებოდეს ღია საჰაერო მისადგომებით, განსაკუთრებით ქარების გაბატონებული მიმართულებით. აგრეთვე ტერიტორიის ორიენტაცია ქარების გაბატონებული მიმართულებით მთავარი ასაფრენი ზოლის აგების საშუალებას უნდა იძლეოდეს. საჰაერო მისადგომების უბანზე საფრენი მინდვრის საზღვრიდან მაღლივი ნაგებობების ან მთების საწყისადღე L დასაშვებ მანძილს საზღვრავენ ფორმულით

$$L = \frac{H + h + 10}{\operatorname{tg} \Theta}, \quad (10.13.1.1)$$

სადაც H არის დაბრკოლების სიმაღლე; h — დაბრკოლების ძირის აღმატება საფრენი მინდვრის საზღვრის მიმართ; Θ — აფრენის კუთხე; 10 მ — საგაბარიტო მარაგი.

4. გრუნტები უნდა იყოს მდგრადი და რაც შეიძლება ღრმად იყოს ნიადაგების წყლები. არ უნდა იყოს დაქაობებულ-დამეწყურილი ადგილები და არ უნდა ხდებოდეს ადგილის დატბორვები.

C. ანაკრძობის მიმოკვლევის დროს ხაზირო სამუშაოები

აეროპორტისათვის გამოსადეგი ტერიტორიის მიმოკვლევების უპირველესი მიზანია შეირჩეს აეროპორტისათვის წინა მუხლში აღნიშნული საჭირო ტერიტორია, რომ რაციონალურად განლაგდეს მასზე საჭირო ზონები, ნაგებობები და შენობები, მეორე მხრივ, ამ ტერიტორიაზე შესრულდეს წინასწარი გეოდეზიური, საინჟინრო-გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, მეტეოროლოგიური და სხვა სახის კვლევითი სამუშაოები, რათა მიღებული მასალის საშუალებით შედგეს მსხვილმასშტაბიანი გეგმები და გეოტექნიკური მონაცემები აეროპორტის პროექტის შედგენისა და ადგილზე გადატანის შესახებ.

ესე, როგორც საერთოდ მიმოკვლევის საწყისში, სწავლობენ განხილადი ტერიტორიის ჩრებულ ფოტოაგეგმებისა და კარტოგრაფირების მასალებს (თუ არსებობს) გეგმური და სასიმალო მონაცემების შესწავლის თვალთახედვით. რაც გამოიყენება ტერიტორიის მიმოკვლევების დროს. ამ მასალების საფუძველზე ადგენენ გეოლოგიურ-ტოპოგრაფიული სამუშაოების პროექტს, რაზეც ადგენენ აგეგმების საჭირო მეთოდებს და მასშტაბებს ცალკეული ზონებისას მიმოკვლევების ყოველი სტადიისათვის, ანგარიშობენ გეგმური და სასიმალო წერტილების საჭირო სიხშირეს და საზღვრავენ სახელმწიფო საფუძველზე მათი მიზების მეთოდებს. ამ პროექტს აზუსტებენ ადგილზე რეკონოსცირების საშუალებით.

აეროპორტისათვის შერჩეულ ტერიტორიაზე უნდა შესრულდეს შემდეგი სახის გეოდეზიური სამუშაოები წინასწარი მიმოკვლევების დროს:

1. ადგილზე დანიშნული მთავარი საფრენი მიმართულების ზოლის ტრასირება და მასზე 400X400 მ გვერდებიანი კვადრატების ბადის დაკვალვა;
2. განხილადი და მიმდებარე ტერიტორიის აგეგმვა 1:5 000 მასშტაბში 0,5—1,0 მ კვეთის სიმალით.
3. საპერო მიდგომის უბნების გამარტივებული აგეგმვა დაბრკობებათა სიმალიების, ფუძეების ნიშნულების ჩვენებით და საერთოდ, დეტალურად დახასიათებით;

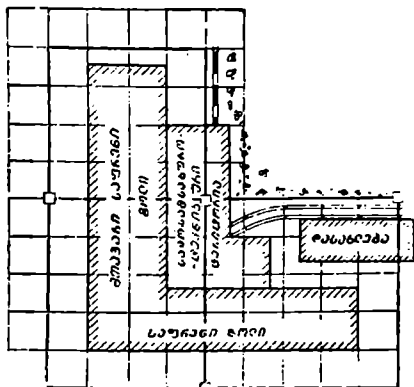
საბოლოო მიმოკვლევების დროს:

1. 1:2 000 — 1:1 000 მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული გეგმისა და პროექტის ადგილზე გადატანისათვის გეოდეზიური საფუძველების შექმნა;
2. ასაფრენი მიწის აგეგმვა 1:2 000 მასშტაბში; რელიეფის აგეგმვა კვადრატების ხერხით, კვეთის სიმალი 0,5 მ; დასასახლებელი ადგილების აგეგმვა 1:1 000 — 1:500 მასშტაბში, კვეთის სიმალი 0,5 მ.
3. ტერიტორიაზე მისასვლელი გზების, წყალსადენის, ელექტროხაზების წყალსადინარის, კანალიზაციის და სხვა ხაზების მიმოკვლევები. აქ გამოიყენება 1:5 000 — 1:10 000 ტოპოგრაფიული გეგმები.

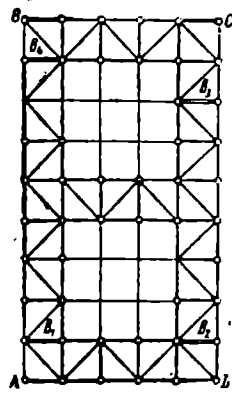
როგორც ითქვა, გარდა გეოლოგიურ-ტოპოგრაფიული მიმოკვლევებისა, აეროპორტის ტერიტორიას იკვლევენ ზემოთ მოყვანილი სამეცნიერო დარგები.

10. 18 2. აეროპორტისათვის შერჩეულ ტერიტორიაზე გეგმური და სასიმალო საფუძვლის, ჰორიზონტული და ვერტიკალური სააგეგმვო სვლებისა და აგეგმვების შესახებ

საკითხები გეგმური და სასიმალო საფუძვლის შესახებ მოყვანილია ინსტრუქციებში, რაც, საჭირო კლასების შესაბამისად, დაწერილებითაა გაშუქებული საინჟინრო გეოდეზიის VIII ტომში და რასაც განხილავი შემთხვევისათ-



ნახ. 10.13.2.1.



ნახ. 10.13.2.2.

ვის შესაბამება ნახაზები პოლიგონომეტრიაში (ნახ. 1), მიკროტრიანგულაციაში (ნახ.2) და სხვ.

რაც შეეხება სააგეგმვო სვლებისა და აგეგმვების საკითხებს. მათ ასევე ამომწურავად შეიძლება გავეცნოთ IX ტომში.

10. 18. 3. ტრასირება. მისაღწომების აგეგმვა

ტრასის მიმართულებას წინასწარ ნიშნავენ არსებული ფოტოგეგმების ან სხვა კარტოგრაფიული მასალის საფუძველზე; ხოლო საბოლოოდ, ტრასა დგინდება ადგილის უშუალოდ შესწავლის შედეგად.

აეროპორტისადმი მისაღწომი რკინიგზის შტოს ტრასირებისათვის სწავლობენ რკინიგზის მთავარი მაგისტრალისადმი მისი მიმხრობის მოხერხებულობის მიზანშეწონილობის საკითხს. მიმხრობის ადგილს გეგმავენ მსხვილ (1:1 000) მასშტაბში; გეგმაზე გადააქვთ საგზაო მეურნეობის ყველა ელემენტი, მათ შორის საისრე გადასაყვანის ცენტრებიც, ხელოვნური ნაგებობები, შენობები, ადგენენ განივ პროფილებს, საზღვრავენ რელსების თავეების და წყალსადენი ლარების ნიშნულებს. აგეგმავენ და იღებენ მიღებული წესის მიხედვით წყალგაყვანილობის, ქეების, ლარების და სხვ. ყოველ დეტალს.

წყალსაკრები ადგილების აგეგმვების დროს, გარდა რელიეფისა და სიტუაციისა, გულმოდგინედ გეგმავენ წყალსაცავის ნაპირებს გასამარებელი ღონისძიებების გასატარებლად, აგრეთვე ზომევენ განივებს ყოველ 20—40 მეტრზე წყალსაცავის ძირის რელიეფის გამოსახვისათვის.

აწყობენ წყლის მზომ საგუშაგოს, რათა წყალთან დაკავშირებული მოვლენები გულდასმით იქნეს შესწავლილი.

საქირაა ყველა ტრასა მიეხება გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებს. ცილობენ, რომ სხვადასხვა ტრასა ერთმანეთთან დაკავშირებული იყოს ისე, რომ იქმნებოდეს პოლიგონი, რაც საიმედო კონტროლის საშუალებას იძლევა.

10. 18. 4. მისადგომის ზონაში დაბრკოლების სიმაღლის დადგენა

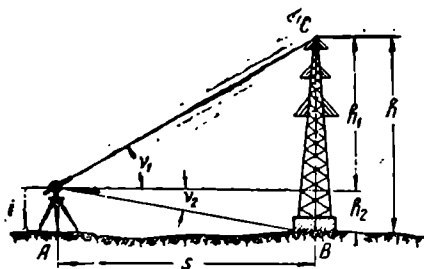
მისადგომი ზონის ფარგლებში მაღალი ობიექტების, ბუნებრივი ელემენტების და სხვა ობიექტების სიმაღლეებს, რომელსაც შეუძლია ხელი შეუშალოს თვითმფრინავის აფრენა-დაჯდომას, ზომავენ ტრიგონომეტრიული ნიველობით, ამასთან დაკავშირებით არჩევენ ახლო და შორს მდებარე დაბრკოლების სიმაღლეების გაზომვების შემთხვევებს.

4. ახლო მდებარე დაბრკოლების სიმაღლის გაზომვა

(1) ნაბაზის მიხედვით წინააღმდეგობის h სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით

$$h = h_1 - (-h_2) \dots$$

ვინაიდან



ნახ. 10.13.4.1.

$$h_1 = s \operatorname{tg} \alpha_1;$$

$$h_2 = s \operatorname{tg} \alpha_2, \quad (10.13.4.1)$$

$$h = s(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2).$$

A წერტილის ნიშნულია H_A , ე. ო. C წერტილის ნიშნული H_C იქნება;

$$H_C = H_A + i + \operatorname{tg} \alpha_1, \quad (10.13.4.2)$$

სადაც i არის A წერტილზე დაცენტრილი ინსტრუმენტის

სიმაღლე. როცა ცნობილია დაბრკოლების ქვემო B წერტილის H_B ნიშნული, მაშინ

$$H_C = H_B + S(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (10.13.4.3)$$

(1) ფორმულით განსაზღვრული აღმატების m საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$m_i^2 = m_s^2 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)^2 + \frac{S^2}{\rho^2} \left(\frac{m_{\alpha_1}^2}{\cos^4 \alpha_1} + \frac{m_{\alpha_2}^2}{\cos^4 \alpha_2} \right).$$

დავუშვათ, რომ კუთხეები გაზომილია ტოლზუსტად, ე. ო. $m_{\alpha_1} = m_{\alpha_2} = m_{\alpha}$, მაშინ

$$m_i^2 = S^2 \left\{ \left(\frac{m_s}{S} \right)^2 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)^2 + \left(\frac{m_{\alpha}}{\rho} \right)^2 \left(\frac{1}{\cos^4 \alpha_1} + \frac{1}{\cos^4 \alpha_2} \right) \right\}. \quad (10.13.4.4)$$

ვთქვათ, $S=200$ მ, $\frac{m_A}{S} = \frac{1}{2000}$; $v_1=8^\circ$; $v_2=-2^\circ$; $m_v = \pm 30''$.

(4) ფორმულით

$$m_A^2 = 200^2 \left\{ \left(\frac{1}{2000} \right)^2 (\operatorname{tg} 8^\circ + \operatorname{tg} 2^\circ)^2 + \left(\frac{30}{2 \cdot 10^5} \right)^2 \left(\frac{1}{\cos^4 8^\circ} + \frac{1}{\cos^4 2^\circ} \right) \right\} = 21,4,$$

ანუ $m_A = \pm 4,6$ სმ.

B. შორს მდებარე დაბრკოლების სიმაღლის გაზომვა (ნახ. 2)

ადგილზე შეარჩევენ და ზომავენ $AB=b$ ბაზისის ისე, რომ მისი A და B წერტილებიდან ჩანდეს არსებული C_0C დაბრკოლების C წვერი. ბაზისით ხდება გეგმური დაკავშირება ტერიტორიის გეოდეზიურ საფუძველთან და ისაზღვრება დაბრკოლების ბოლოების ნიშნულები. ბაზისის A და B წერტილებიდან იზომება თარაზული β_A, β_B დახრის v_A და v_B კუთხეები. (2) ფორმულით

$$H_C = H_A + i_A + h_A, \quad (10.13.4.5)$$

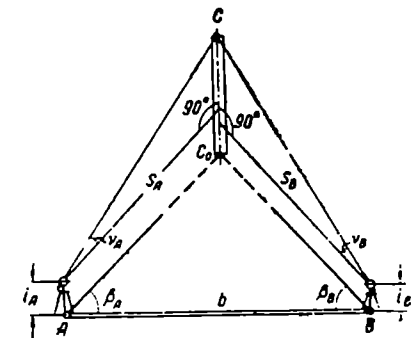
სადაც

$$h_A = S_A \operatorname{tg} v_A \quad (10.13.4.6)$$

და

$$H_C = H_B + i_B + h_B, \quad (10.13.4.7)$$

სადაც



ნახ. 10.13.4.2.

$$h_B = S_B \operatorname{tg} v_B, \quad (10.13.4.8)$$

S_A და S_B მანძილებს საზღვრავენ სინუსების თეორემით ABC , სამკუთხედიდან

$$S_A = \frac{b \sin \beta_B}{\sin (\beta_A + \beta_B)}, \quad (10.13.4.8)$$

$$S_B = \frac{b \sin \beta_A}{\sin (\beta_A + \beta_B)}. \quad (10.13.4.9)$$

მაშასადამე, (6) და (8) ტოლობები ასე დაიწერება:

$$h_A = \frac{b \sin \beta_B}{\sin (\beta_A + \beta_B)} \operatorname{tg} v_A; \quad (10.13.4.10)$$

$$h_B = \frac{b \sin \beta_A}{\sin (\beta_A + \beta_B)} \operatorname{tg} v_B. \quad (10.13.4.11)$$

(5) და (7) ტოლობებით H'_C და H''_C განაზომი ნიშნულების საშუალო არითმეტიკული იქნება დაბრკოლების H_C ნიშნული

$$H_C = \frac{H'_C + H''_C}{2}, \quad (10.13.4.12)$$

რაც წარმოადგენს შესადარს ასაფრენი ზოლის ნიშნულთან.

10. 18. 5. ახაზრანი მინდვრის ლერქების დაკვალვა და დამაგრება

აეროპორტის ნაგებობების ნატურაში დაკვალვისათვის საჭიროა სამუშაო პროექტის შემდეგი მონაცემები:

1. აეროპორტის ტერიტორიის გენერალური გეგმა 1:2 000 მასშტაბში;
 2. ასაფრენი მინდვრის დასაკვალავი ნახაზები 1:5 000 მასშტაბში;
 3. მოშანდაკების (ვერტიკალური დაპროექტების) პროექტი 1:2 000 მასშტაბში;
 4. მიწისქვეშა კომუნიკაციების გეგმები და გრძივი პროფილები;
 5. ცალკეული ნაგებობების სამუშაო ნახაზები, კვანძები და პიკეტები.
- აეროპორტის დაკვალვის დაწყებამდე ტერიტორიას მიმოიკვლევენ და აღგენენ ტრასირების შედეგად აგებულ ქსელს; აღადგენენ განადგურებულ ან დაზიანებულ ნიშნებს. განსაკუთრებული ყურადღებით ამოწმებენ სასიმალო საფუძველს. საკონტროლო ნიველობის სკლებში შეაქვთ საფრენი მინდვრის მთელი ქსელი.

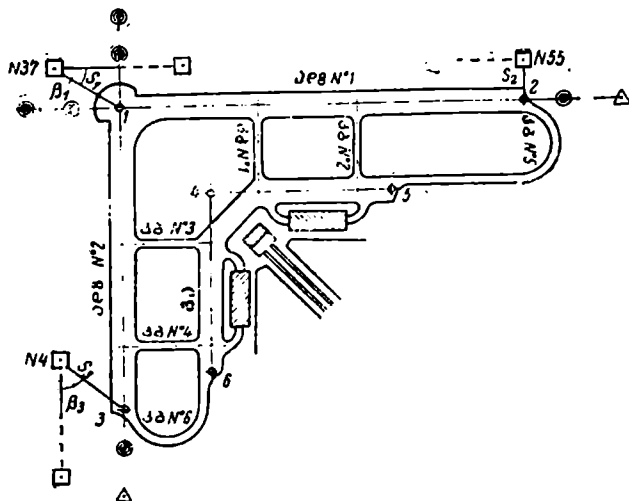
შემთხვევითი ამორჩევის წესით აკონტროლებენ 40X40 მ კვადრატებს. მიმოკვლევების დროს თუ რაიმე მიზეზით საპიკეტაჟო კვადრატები დაუმაგრებელია ან დაზიანებულია, აღადგენენ და ამაგრებენ საპიკეტაჟო ქსელს და ამოწმებენ საფრენი მინდვრის ყველა შავ ნიშნულს.

ამოწმებენ იმ პუნქტების გეგმური მდებარეობის კოორდინატებს, რომლებიდანაც უნდა მოხდეს ნაგებობების მახასიათებელი წერტილებისა და ლერქების ნატურაში დაკვალვა. ზემოხსენებული შემოწმება სჯობს კუთხსაზომი ინსტრუმენტის გამოყენებით. გეოდეზიური საფუძვლის სავლე შემოწმების თანადროულად ხდება შემოწმება იმ ანალიზური მონაცემებისა, რომელთა საშუალებით უნდა მოხდეს ნაგებობების ადგილზე დაკვალვები. მიზმების მონაცემებით ხდება ნაგებობების განაპირა (ბოლო) წერტილების კოორდინატების გამოთვლები ამ კოორდინატების საფუძველზე შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანების ამოხსნებით ისაზღვრება ნაგებობების სიგრძეები, ლერქებს შორის კუთხეები და აღარებენ მათ საპროექტო მნიშვნელობებს; ამოწმებენ მრუდების დაკვალვებს და სხვ.

აეროპორტის პროექტის ნატურაში გადატანა იწყება აფრენა-დაჯდომის ზოლის (ა დ ზ) გრძივი ლერქების ადგილზე დაკვალვით, რომელიც ითვლება ასაფრენი მინდვრის ყველა ნაგებობის დაკვალვის საფუძვლად. ა დ ზ ლერქების ადგილზე დაკვალვა ხდება გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებიდან მიზმების სათანადო სქემით (ნახ. 1).

ჩვეულებრივ, კვადრატების ძირითადი ქსელის მიმართ ცნობილი პოლარი კოორდინატებით ადგილზე საზღვრავენ ზოლის თავისა და ბოლო წერტილებს,

რომელთა შორის ატარებენ პიკეტაჟს. დაკვალავენ კომპარირებული ლენტით ან ოპტიკური მანძილზომით და 30" თეოლოლიტით იმ ანგარიშით, რომ დაკვალვა შესრულდეს 1:2 000 სიზუსტით.



ნახ. 10.13.5.1.

ძირითადი 1, 2, 3 წერტილების კონტროლისათვის ნატურაში ზომავენ 1 სადგურზე 1—2 და 1—3 მონაკვეთებს შორის კუთხეებს და ადარებენ კოორდინატებით გამოთვლილ მათ ოდენობებს.

ზოლის სივრცეში m_L საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$m_L^2 = \frac{1}{2}(m_1^2 + m_2^2), \quad (10.13.5.1)$$

სადაც m_1 და m_2 არის ძირითადი 1 და 2 წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომები.

პოლარული ხერხით დაკვალვის დროს

$$m_1^2 = m_{S_1}^2 + S_1^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \quad (10.13.5.2)$$

$$m_2^2 = m_{S_2}^2 + S_2^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \quad (10.13.5.3)$$

სადაც m_{S_1} არის იმ პუნქტების მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა, საიდანაც ხდება 1 და 2 პუნქტის ადგილზე დაკვალვა;

m_{S_1} და m_{S_2} — S_1 და S_2 სივრცეების ადგილზე გადაზომვების საშუალო კვადრატული შეცდომები;

m_β — პოლარული β კუთხის ადგილზე აგების შეცდომა.

მივიღოთ, რომ $S_1 \approx S_2 = S$; $m_{S_1} \approx m_{S_2} = m_S$; (2) და (3) ტოლობები შევიტანოთ (1) ტოლობაში, მივიღებთ

$$m_L^2 = \frac{1}{2} m_{\beta\beta}^2 + S^2 \left(\frac{m_S}{S} \right)^2 + S^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 \quad (10.13.5.4)$$

მიბმების არახელსაყრელი პირობების დროს S სიგრძემ შეიძლება მიაღწიოს $200\sqrt{2} = 280$ მ. როცა $m_S : S = 1 : 4000$, $m_\beta = \pm 45''$; $m_{\beta\beta} = \pm 10$ სმ, (4) ფორმულით მივიღებთ $m_L = \sqrt{5^2 + 7^2 + 6^2} = \pm 10,5$ სმ.

ზოლის ღერძის აზიმუტის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$m_\alpha = \frac{m_L}{L} \rho, \quad (10.13.5.5)$$

მაშასადამე, როცა $L = 2\ 500$ მ და $m_L = \pm 10,5$ სმ, (5) ფორმულით

$$m_\alpha = \frac{10,5}{250000} 2 \times 10^5 = \pm 8'',4.$$

სასურველია, რომ აზიმუტების ზღვრული საშუალო კვადრატული შეცდომა აღემატებოდეს $\pm 30''$.

ყოველი ზოლის გასწვრივ კვალავენ პიკეტაჟს ზოლის სათავიდან და ბოლოდან შუა ადგილისაკენ. ძირითადი წერტილების საპიკეტაჟო სახელწოდებებს იღებენ პროექტიდან, ზოლის თავისა და ბოლოდან შუა ადგილზე პიკეტაჟის ხაზებს შორის ხდება ხაზოვანი აცდენა, რომლის ოდენობას ასწორადებენ, რის შესაბამისად პიკეტებს (პალოებს) გადაადგილებენ და ადგილზე დაამაგრებენ.

პიკეტაჟის გასწორადების შემდეგ დროებით ნიშნებს სცვლიან მუდმივი ნიშნებით; ძირითად წერტილებზე აყენებენ რეპერის ტიპის ბეტონის ნიშნებს, ხოლო პიკეტებზე — ერთმეტრიან ხის ნიშნებს ზემოდან ცენტრის ადგილზე ლურსმნის დასმით.

აღზგრძივ ღერძზე დამატებით ამაგრებენ მტკიცე ნიშნებს, ზოლის გარეთ ყოველი გვერდიდან აყენებენ ორ-ორ ნიშანს, რომლებიც ერთმანეთისაგან დაშორებული უნდა იყოს 100—150 მეტრით (ნახ. 1) იმ შემთხვევაში, როცა ხილვადობა არ არის, ზოლის საწყის და ბოლო წერტილებში აყენებენ სათანადო სიმაღლის პირამიდებსა და სარებს. ზოლის გრძივი ღერძის ზემოხსენებულ გატანა (დამაგრება) საჭიროა მშენებლობის პროცესში ღერძის აღსადგენად და ასაგები საფრენი მოედნის ობიექტის ადგილზე დასაკვალავად. გარდა აღნიშნულისა, ხსენებულ ხაზს იყენებენ აეროპორტის სხვადასხვა ობიექტის ადგილზე დასაკვალავად, რომლის დროს იყენებენ ძირითადი გეჩერების ადგილების (გ ა), კლავნილების ბილიკებიდან (კ ბ) და გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებს.

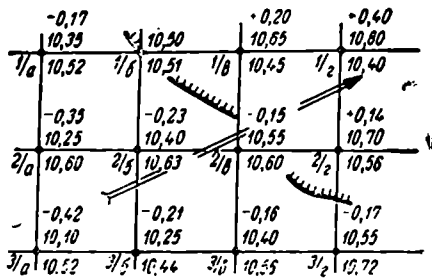
დაკვალავითი დამაგრებითი სამუშაოების დამთავრების შემდეგ 1:5 000 მასშტაბში შეადგენენ განხილადი ტერიტორიის შესრულებითს გეგმას.

А. კვადრატების მეთოდი

ასაფრენი მინდვრის მოშანდაკება სრულდება ორ ეტაპად. პირველ ეტაპზე ხდება ყაშირი მიწის გადაადგილება ყრილის ადგილებში, რომ მინდორმა მიიღოს ასაფრენი მინდვრისთვის შესაფერისი სახე. მეორე ეტაპზე ასრულებენ წმინდა მოშანდაკებით სამუშაოს, რომ შეიქმნას პროექტის შესაბამისი ნიშნულებისა და ქანობების მქონე მდოვრე ზედაპირი. ყოველი ეტაპი სრულდება სათანადო დაკვალვით სამუშაოების შესაბამისად, ხოლო დაკვალვა ორივე შემთხვევაში სრულდება კვადრატების მეთოდით. ამ მეთოდის არსის ის არის, რომ საფრენი მინდვრის 40X40 მ კვადრატების წვეროებზე ცალკეული ნიშნულებით გადატანილია საპროექტო (წითელი) ზედაპირი ნატურაში (ნახ. 1).

პირველ ეტაპზე ასრულებენ შემდეგი სახის დაკვალვით სამუშაოებს:

1. ვერტიკალური დაპროექტების (მოშანდაკების) პროექტის შესაბამისად განხილად მოედანზე კვადრატების წვეროებზე დასმულ დარაჯ პალოებს აწერენ სამუშაო ნიშნულებს. მაგალითად, (1) ნახაზზე 1/ა წერტილის შავი ნიშნულია 10,52; წითელი 10,35; 10,35 - 10,52 = -0,17 არის სამუშაო ნიშნული (თხრილი). 2/ს წერტილის სამუშაო ნიშნულია 10,70 - 10,56 = +0,14 (ყრილი);



ნახ. 10.13.6.1.

2. თხრილისა და ყრილის ადგილებს სარებით აკონტროლებენ და ნიშნავენ მიმართებებს ((1) ნახაზი, ისარი) უდიდესი ყრილის ან თხრილისაკენ;

3. ყრილის ზოგიერთ ადგილებში აყენებენ სამიზნეებს, რომელთა ზედა წახნაგი უნდა იყოს დაყენებული ყრილის დონეზე.

მიწის გადაადგილებითი სამუშაოს დამთავრების შემდეგ თხრილს წმენდენ და ყრილს ასწორებენ ისე, რომ 10—20 სმ დარჩეს საპროექტო დონემდე; შემდეგ კვადრატებს კვალავენ მოშანდაკების მიზნით. კვადრატების წვეროებზე ნიშნულით ნიშნავენ ნატურაში წითელ ნიშნულებს საპროექტო სიმაღლის პალოებზე IV თავში განხილული წესის მიხედვით. ნულოვანი სამუშაოების ადგილებში, ე. ი. სადაც სამუშაო ნიშნულია ±10—15 სმ, მოშანდაკებას (მეორე ეტაპს) თავიდანვე იწყებენ, რისთვისაც წითელი ნიშნულები თავიდანვე გადააქვთ ნატურაში. (1) ნახაზზე სქელი ხაზი კიბურით (შტრიხებით) არის ნულოვანი სამუშაოების ხაზი.

მოშანდაკებით სამუშაოს საბოლოოდ აფორმებენ 10X10 მ კვადრატების წვეროების ნიშნულების შესაბამისად. მოშანდაკებითი სამუშაოს დამთავრებისა და გრუნტის დატყეპის შემდეგ 40X40 მ კვადრატების მომცველ ტერიტორიას

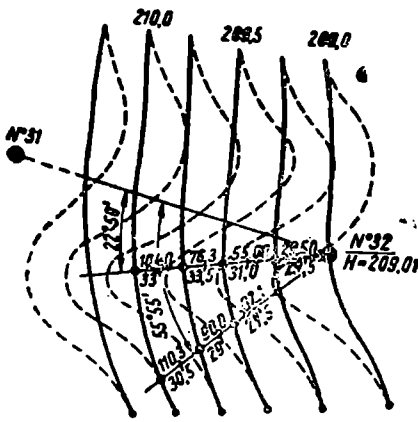
ავეგმავენ და სათანადო შესრულებით ნახაზებს შეადგენენ, რაც (1) ნახაზის გაფორმების ანალოგიურად გამოსახავს შავ, წითელ და გადახრების ნიშნულების ერთობლიობას, დატანილს 1:2 000 მასშტაბთან გვეგმაზე. ასაფრენი მინდვრის ზედაპირი უნდა იყოს ყოველგვარი უსწორმასწორობისაგან თავისუფალი.

როგორც ცნობილია, მექანიზმების საშუალებით მიწის სამუშაოების შესრულების დროს პალოები, ე. ი. წითელი ნიშნულები, ნადგურდება, რის გამო სისტემატურად ხდება საჭირო პალოების აღდგენა, რაც კვადრატების მეთოდით მოწინააღმდეგეთი სამუშაოების შესრულების დიდ ნაკლს წარმოადგენს.

B. ტაქსომეტრიული მეთოდი

განხილავი მეთოდის არსი ის არის, რომ თეოდოლიტ-ტაქსომეტრის ან ტაქსომეტრის საშუალებით ნატურაში კვალავენ წითელი იზოჰიფსების მახასიათებელი წერტილების გვეგმურ და სასიმალო მდებარეობას. ამ მონაცემებით ხდება მიწის მასივების საჭირო გადაადგილებები. ამისათვის საჭიროა შედგენილ იქნეს დასაკვალავი ნახაზი (2).

ასაფრენი მინდვრის გენერალურ გვეგმაზე 200—300 მ მანძილებზე ირჩევენ ისეთ წერტილებს, რომელთა მდებარეობების აღგილზე განსაზღვრა ადვილად შეიძლება და აგრეთვე ცნობილია მათი ნიშნულები; მაგალითად, როგორცაა გეოდეზიური პუნქტები, კონტურული წერტილები და სხვ. ამ წერტილებს იყენებენ მუდმივ სადგურებად ინსტრუმენტის დასაყენებლად. წითელ იზოჰიფსებზე შეირჩევენ მახასიათებელ წერტილებს (ტოლნიშნულებიანი წითელი და შავი იზოჰიფსების გადაკვეთის წერტილებს, ანუ ნულოვანი სამუშაოების აღგი-



გახ. 10.13.6.2.

ლებს, წითელი იზოჰიფსების გადაღუნვის წერტილები, წითელი და შავი იზოჰიფსების დიდ მანძილზე ურთიერთდაშორებულ წერტილებს, ანუ იმ ადგილებს, სადაც დიდია თხრილის და ყრილის მოცულობები და სხვ). შემოხსენებულ წერტილებს წარფეებით აერთებენ ახლო სადგურებთან და გვეგმაზე გრაფიკული ხერხით საზღვრავენ ამ მახასიათებელი წერტილების პოლარ კოორდინატებს (სადგურიდან მანძილებს და მიმართების კუთხეებს რომელიმე მუდმივ მიმართულებასთან). d მანძილების, სადგურისა და წითელი იზოჰიფსების ნიშნუ-

ლების სხვაობებით, ანუ h აღმატებებით, საზღვრავენ სადგურისადმი მახასიათებელ წერტილებზე მიმართებების დახრის ν კუთხეებს, რისთვისაც იყენებენ ტაქსომეტრიულ ცხრილებს (ან ეგ მ საზღვრავენ $\nu = \arctg \frac{h}{d}$ ფორმულით).

ამ მონაცემებით ადგილზე კვალავენ წითელი იზოპიფსების მახასიათებელ წერტილებს. მაგალითად, წერტილების სიმაღლეებზე დაყენებისათვის ინსტრუმენტის ვერტიკალურ წრედზე აყენებენ გამოთვლილ γ დახრის კუთხეს, აყენებენ ვერტიკალური წრედის შიშვა ალიდადის თარაზოს ბუშტულის ცენტრს ნულ პუნქტზე და მელარტყეს ვერტიკალურად ამოძრავებინებენ ლარტყას, სანამ ჭოგრის მზერის ღერძის თარაზული ძაფი არ დამთხვევა ლარტყაზე აღნიშნული ინსტრუმენტის სიმაღლის ნიშანს. ამ მომენტში ლარტყის ქუსლი იქნება წერტილის წითელი იზოპიფსის ნიშნულის დონეზე, სადაც უნდა დამაგრდეს საჭირო სიგრძის პალო.

ინსტრუმენტიდან წერტილამდე მანძილებს თუ ავიღებთ 100—150 მ და ტერიტორიის დახრის კუთხეები იქნება 2,5 — 3° ფარგლებში, ტაქომეტრიული ხერხი იძლევა $\pm 3-4$ სმ შეცდომას, რაც დასაშვებია მიწის სამუშაოების შესრულების დროს. ნატურაში დაყენებული წერტილების კონტროლი შეიძლება ნიველირით. ცხადია, ერთი და იმავე იზოპიფსზე მდებარე წერტილების ნიშნულები უნდა იყოს ტოლები. ამ ხერხის უპირატესობა ის არის, რომ მანქანებით მუშაობის დროს წითელი ნიშნულები შეიძლება დავალაგოთ გრუნტის დამუშავების სწვრივად, რითაც ხდება დაკვალვის დაცვა და ადვილია კონტროლი. უარყოფითი მხარე კი ის არის, რომ დიდი დრო იხარჯება დაკვალვითი ნახაზის შედგენაზე, აგრეთვე საჭიროა დიდი სიფრთხილე კუთხეებისა და მანძილების გადაზომვების დროს.

10. 13. 7. მიწის ვარცლის აპებისათვის განივების ლაკვალვა

ჩვეულებრივ, ასაფრენ-დასაჯდომ ზოლებს აქვს ორფერდა პროფილი, რომელთა განივი ქანობა 0,006 — 0,008. ზოლის ნაპირებზე (ნახ. 1) განლაგებულია დამრეცი ლარები 2. ნალექების მიმღები ქები 6, წყალსადენი კოლექტორის მიმღები 7, ზოლის ქვედა დრენაჟები 5. ასევე (1) ნახაზის საბით ჭრილზე ნაჩვენებია



ნახ. 10.13.7.1.

ნებია გადახურვა 1, ვარცლის ძირი 3, გვდასასვლელი ზოლი 4. (გ ა) და (კ ბ) აძლევს ერთფერდა პროფილს.

ა დ ზ, გ ა და კ ბ ობიექტების ხელოვნური ფენილებისათვის აშენებენ მიწის ვარცლს, რომელსაც აქვს განივი ქანობი დაახლოებით ისეთივე, როგორც მიღებულია ფენილებისათვის (0,006 — 0,008).

ვარცლის დაკვალვა სრულდება გრძივი ღერძიდან მისდამი ოც-ოცი მეტრით დაშორებულ მართობულ განივებზე მარცხნივ და მარჯვნივ 20 მ მონაკვეთების გადაზომვებით, ამავე დროს ღერძებზე დანიშნული პიკეტები გადატანილია ზოლს გარეთ და დამაგრებულია გასწვრივობის სიბრტყეებით (ნახ.2), რასაც აყენებენ საჭიროებისამებრ გრძივი ღერძების აღსადგენად. ისინი ქმნიან დამაგ-

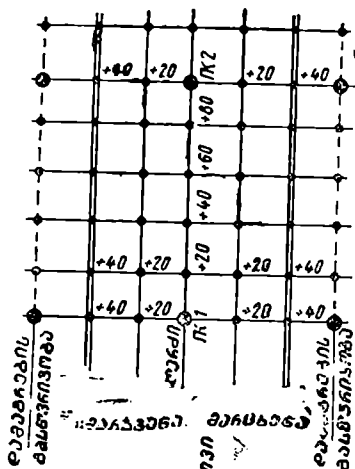
რებულ პარალელურ ღერძებს, რომელთაგანაც ხდება საჭირო მიწისქვეშა კომუნიკაციებისა და ნაგებობების დაკვალვა. ამიტომ დამაგრების წერტილების მდებარეობის შეცდომები არ უნდა აღემატებოდეს ± 1 სმ.

ნიშნების ნაწილს (ყოველი სამი პიკეტის შემდეგ) ამაგრებენ გაყინვის სიღრმის ქვევით და იყენებენ როგორც სამუშაო რეპერებს.

განივების დაკვალვის თანადროულად ღერძსა და პლუს წერტილებს აყენებენ ვარცლის ძირის წითელი ნიშნულის დონეზე.

ვარცლისათვის მიწის სამუშაოების შავად დამთავრებისთანავე წითელ ნიშნულებს განმეორებით ნატურაში აყენებენ, რის მიხედვითაც ვარცლს საბოლოოდ წმენდენ.

განივების მიმართებით მოშანდაკებულ და დატკეპნილ ხედაპირზე ასრულებენ შესრულებ-



ნახ. 10.13.7.2.

	+40	+20	+40	+60	+80	ჩ2
ლოკი	39,09 39,10	39,07 39,07	39,05 39,04	39,00 39,01	39,99 39,98	39,95 39,95
	39,11 39,13	39,09 39,10	39,06 39,07	39,04 39,04	39,00 39,01	39,97 39,98
	39,03 39,05	39,01 39,02	39,00 39,09	39,96 39,96	39,91 39,93	39,89 39,90
მ.ს. +20	39,25 39,25	39,21 39,22	39,18 39,19	39,14 39,16	39,12 39,13	39,11 39,10
ლოკი	39,39 39,40	39,36 39,37	39,33 39,34	39,31 39,31	39,29 39,28	39,25 39,25
მ.ს. 20	39,26 39,25	39,21 39,22	39,19 39,19	39,16 39,16	39,12 39,13	39,09 39,10
	39,06 39,05	39,04 39,02	39,99 39,09	39,94 39,96	39,91 39,93	39,88 39,90
ლოკი	39,14 39,13	39,10 39,10	39,06 39,07	39,03 39,04	39,00 39,01	39,98 39,98
მ.ს. +40	39,39 39,10	39,08 39,07	39,03 39,04	39,00 39,01	39,99 39,98	39,94 39,95
	ჩ1	+20	+40	+60	+80	ჩ2

ნახ. 10.13.7.3.

ბითს აგეგმვას. ამ დროს, გარდა 20 მ დაშორებული კლუს წერტილებისა; გეგმავენ და საზღვრავენ ღარების გვერდითი ძირის ნიშნულებს, რის შედეგად აღგენენ, შესრულებითს (3) ნახაზს 1:1000 მასშტაბში. ცალკეულ უბნებზე ვარცლის ძირის ზედაპირის ნიშნულებში პროექტიდან გადახრა დასაშვებია ± 3 სმ.

ვარცლის ნაპირებზე აწყობენ ნალექების სადენ ღარებს, ღრენაუს და ქებს.

10. 13. 8. ხელოვნური სახურავების (საფარების) დაგეგმვის დროს გეოდეზიური სამუშაოები

A. ფუძეების დაკვალვა

ასაფრენი მინდვრის ზოლებსა და გზებს ცემენტის ბეტონით მოაპირკეთებენ; ამ გადახურვას აკეთებენ ვარცლის ქვიშიან ბალიშებზე. ბეტონს აწყობენ ცალკეული ფილების სახით. დაბეტონების დაწყებამდე ალაღვენენ ზოლის გრძივ ღერძს და ვარცლის გასწვრივ დამაგრებულ სამუშაო რეპერებს საკონტროლოდ ანიველებენ. ბოლოს 20 მ განივების გადანაზომებზე გეგმასა და სიმაღლეში ნიშნავენ წერტილებს ქვიშის ბალიშების დასაგებად.

B. ხალიჩის დაკვალვა გეტონის ფილებისათვის

გამზადებული ვარცლის ქვიშის ბალიშებზე აგებენ ყალიბს (შეფიცვრა) ბეტონის ფილების დასაბეტონებლად. იმ შემთხვევაში, როცა ფილებს აგებენ მანქანებით, აგებენ საგანგებო ფორმის რელსებს, რომელზეც გადაადგილდება ბეტონდამგები მანქანა (ფინიშერი). იმ ადგილებში, სადაც ფინიშერის გამოყენება ძნელდება (ღარები, მიხვეულ-მოხვეული ადგილები), იყენებენ საგანგებოდ წინასწარ შეკრულ ყალიბებს, რომელთა სიმაღლე ტოლია ფილის საპროექტო სისქისა, ხოლო ამ ყალიბის შიგა ზომები ტოლია ფილის სიგრძისა და სიგანის. დაკვალვის დროს გეგმაში ამაგრებენ ფილის ოთხივე წერტილს, სიმაღლეს (ნიშნულებს) კი ნიშნავენ ქვიშის ბაღის საპროექტო ნიშნულის ღონეზე და სობილი პალოებით. ამ პალოებზე შესაბამისად აგებენ ყალიბს და სათანადოდ ამაგრებენ. დაბეტონების დროს ყალიბის ზემო ჩამონაქერს აყენებენ ნიველირით ისე, რომ ოთხივე კუთხის ნიშნულები საპროექტოდან არ განსხვავდებოდეს $\pm 2-3$ მმ.

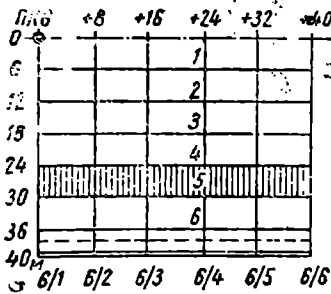
C. ფინიშერის ჩაღსების დაყენება

ბეტონის მექანიკურად დაგებისა და მოპირკეთებისათვის გამოყენებული ფინიშერი შედგება თანამიმდევრობით ჩამდენიმე ძელისაგან, რომლებიც ბეტონს ტკეპნიან, ზუსტად ასწორებენ რელსების ნიშნულების შესაბამისად და, ბოლოს, ზოლების მიხედვით აუთოებენ ისე, რომ ბეტონის ზედაპირი იქნეს მსუბუქად ხორკლიანი სახის.

ფინიშერით ბეტონის დაგების ხარისხი დამოკიდებულია რელსების დაყენების სიზუსტეზე, ანუ. როგორც ამბობენ, რელს-ფორმაზე, რომელიც განხილად შემთხვევაში თვით წარმოადგენს ყალიბს.

ფილების ცალკეული რიგების დაკვალვა იწყება ზოლის ღერძიდან ან და-
მაგრებული მისი პარალელური ღერძიდან, ამავე დროს რელს-ფორმებს აყენე-
ბენ თეოდოლიტით ამ ღერძების პარალელურად ფილის სივანის ჭერად მანძილ-
ზე (ნახ. 1).

რელსების სიმაღლეების დაყენება საპროექტო ნიშნულზე ხდება ნიველი-
რით, რომლის დროსაც, ცთვალისწინებენ რა ჯდომას, ფინიშერის გავლის შემ-
დგომ იღებენ სიმაღლეში მარაგს $\pm 2-3$ მმ.



ნახ. 10.13.8.1.

დასაბეტონებელ ზოლზე ფინიშე-
რის გავლა ხდება სამჯერ. ორი, ანუ
წინ და უკან, გავლის დროს ჩართუ-
ლია მხოლოდ ბეტონის სატკეპნი ძე-
ლი, რომლითაც ხდება ბეტონის მასის
შემჭიდროება (გამკვრივება). მესამე გავ-
ლის დროს კი ჩართულია ყველა სამუ-
შაო მექანიზმი, რომელთა მიერ დაგე-
ბული ბეტონი ზუსტად სწორდება
რელს-ფორმის ნიშნულზე. დაუყოვნე-
ბლივ ასრულებენ ფილების კუთხეების
ნიველობას (ლარტყა უშუალოდ იდგმე-
ბა ბეტონზე რელს-ფორმის ახლო) და

მიღებული მასალა შეაქვთ "სათანადო" უერნალში.

ბეტონის ზედაპირის ნიშნულები არ უნდა იყოს გადახრილი საპროექტო-
საგან ± 5 მმ მეტად, თუ გადახრა ± 10 მმ მეტია, ფინიშერს აბრუნებენ უკან
და ასწორებენ ბეტონს საჭირო. (საპროექტო) ნიშნულზე. განსაკუთრებული ყუ-
რადღებით უნდა მოხდეს ტემპერატურული და ჯდომის ნაკერების ჩართვა ბე-
ტონში. შესრულებული სამუშაოს კარგი კონტროლია წვიმა. თუ წვიმის შემ-
დეგ სწრაფად განთავისუფლდა ბეტონის მოპირკეთება ნალექისაგან, შედეგი
დადებითად ითვლება.

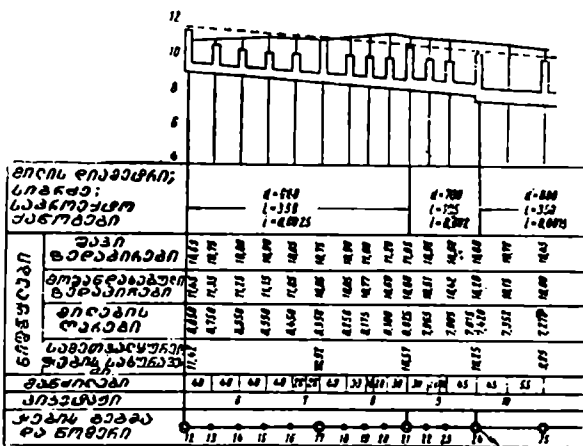
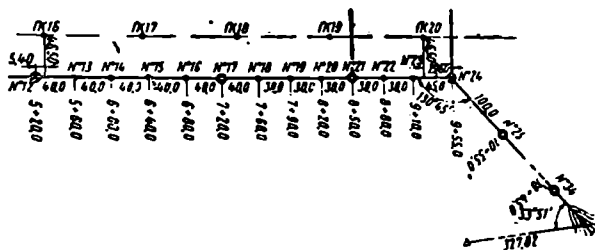
დაბეტონების დამთავრების შემდეგ, მიუხედავად წვიმით შემოწმებისა,
მაინც სრულდება, შესრულებითი გეგმა, როგორც ძირითადი დოკუმენტი.

10. 18. 9. ასაფრენი მინდვრის მიწისქვეშა კომუნიკაციის დაკვალვა

ასაფრენი მინდვრის მიწისქვეშა კომუნიკაციას აგებენ ზოლის პარალე-
ლური ღერძების მიმართ და კვალავენ ამ ღერძებიდან. დაკვალვები სრულდება
კომუნიკაციის გეგმისა და პროფილის საფუძველზე (ნახ. 1), ამავე დროს ერთ-
მანეთისაგან 250—300 მ დაშორებული საკვანძო წერტილების ტრასის საპიკე-
ტაო დასახელება გადაანგარიშებული უნდა იქნეს ზოლის ღერძის საპიკეტაო
მნიშვნელობებზე. ზოლის ახლო პიკეტებიდან, პიკეტაჟის თანახმად, კვალავენ
ქსელის საკვანძო წერტილებს 1:2 000 სიზუსტით და თანახმად პროექტისა, ამ
წერტილებს შორის კვალავენ ყველა ჭას.

ზოლის ღერძიდან დიდი მანძილებით დაშორებულ წყალსადინარებს კვალა-
ვენ ძირითადი კვადრატების პუნქტებიდან, ხოლო ასაფრენი მინდვრის საზღე-
რებს გარეთ სივრცეები იკვალება მიმოკვლევების დროს დაყენებული ნიშნე-
ბიდან.

კომუნიკაციების დაკვლევების დროს საჭირო ხდება ჰეების გარკვეულ მანძილებზე გრძივი და განივი გადაადგილებები ჰეების გრძივი გადაადგილებით იცვლება მათ შორის მანძილები, მაშასადამე, წყალსადინარის ქანობები. მაგრამ, თუ ეს გადაადგილება არ აღემატება 0,3 — 0,5 მ, საპროექტო ქანობს უცვლელად ტოვებენ. ჰეების განივი გადაადგილებები ტეხავს კოლექტორის წრფივ ღერძს, რის შედეგად ძნელდება მილების ნორმალურად ჩაწყობა ტრანშეაში. გარდა აღნიშნულისა, როცა განივი გადაადგილებები დიდია, საპროექტო სიჩქარე



ნახ. 10.13.9.1.

რესთან შედარებით შესამჩნევად მცირდება წყლის სიჩქარე კოლექტორში. აღნიშნულის გამო უნდა ვერიდოთ ჰეების დიდ მანძილებზე განივი გადაადგილებას. ნორმებით ტრასიდან ჰეების განივი გადაადგილება არ უნდა აღემატებოდეს ± 10 სმ.

კომუნიკაციებისათვის საჭირო მიწის სამუშაოებისათვის დეტალური დაკვლევები სამიზნეების გამოყენებით უნდა შესრულდეს II თავში მიღებული წესრიგის შესაბამისად, ბოლოს ადგენენ ყოველი დამთავრებული უბნის შესრულების გეგმას და ასრულებენ წყალსადინარის ძირის ნიველობას. საზღვრავენ

კებისა და პიკეტების ნიშნულებს. საპროექტოდან გადახრები ნიშნულებში დაშვებულია $\pm 2-3$ სმ. 600 მმ, მეტი დიამეტრის რკინაბეტონის მილებს ალაგებენ საფანგებო ბალიშებზე. უფრო მცირე დიამეტრისას კი—უშუალოდ ტრანშეის ფსკერზე. 300—500 მმ დიამეტრის მილებს ალაგებენ 0,003—0,002 ქანობით; 600—1 000 მმ დიამეტრისას — 0,001—0,0008; 1 500 მმ და უფრო მსხვილებს 0, 0005—0,0004 ქანობით.

ზემოხსენებულის ანალოგიურად უნდა შესრულდეს წყალსადენების, გათბობის, კაბელური ქსელების, გაზისა და სხვა კომუნიკაციების დაკვალვითი და შესრულებითი სამუშაოების გეოდეზიური სამუშაოები.

საერთოდ ისევე, როგორც სხვა სერიოზული სახის საინჟინრო ობიექტების მშენებლობის, ისე აეროდრომების მშენებლობის დროსაც უნდა შესრულდეს გეოდეზიური სამუშაოები სათანადო ინსტრუქციის შესაბამისად.

თ ა ვ ი X I V

10. 14. 1. ზოგადი ცნობები ზვირაბების შესახებ

სახალხო მეურნეობის მრეწველობის, ენერგეტიკის, ტრანსპორტისა და სხვა ნებისმიერი დარგის საერთო განვითარება განუხრელად დაკავშირებულია გვირაბების, ანუ მიწისქვეშა (მიწაში) გამოსასვლელების, მშენებლობის დონესთან.

ს ა გ ზ ა ო გ ვ ი რ ა ბ ე ბ ი ა : რ კ ი ნ ი გ ზ ე ბ ი ს ; მ ე ტ რ ო პ ო ლ ი ტ ე ნ ე ბ ი ს ; ს ა ა ვ ტ ო მ ო ბ ი ლ ო ; გ ე მ ს ა ვ ა ლ ი და ს ა ქ ე ე ი თ ო .

ჰ ი დ რ ო ტ ე ქ ნ ი კ უ რ ი გ ვ ი რ ა ბ ე ბ ი ა ჰ ი დ რ ო ს ა დ გ უ რ შ ი ვ ი მ ყ ვ ა ნ ი და გა და ს ა ვ დ ე ბ ი (სარინი); წყალმომარაგების, საირიგაციო, რომელსაც იყენებენ მორწყებისა და ტერიტორიების გაწვლვანებისათვის, და სამელიორაციო (ქაობების დასაშრობად).

კ ო მ უ ნ ა ლ უ რ ი და ნ ი შ ნ უ ლ ე ბ ი ს გ ვ ი რ ა ბ ე ბ ი ა ს ა კ ა ნ ა ლ ი ზ ა ც ი ო , წყალმომარაგების, გაზგაყვანილობის და სხვა, რომელთაც იყენებენ მიწისქვეშა ქსელების ჩასალაგებლად.

გვირაბების ადგილმდებარეობის მიხედვით კლასიფიკაცია ასეთია:

1. ს ა მ თ ო გ ვ ი რ ა ბ ე ბ ი , რომლებიც აგებულია სასარგებლო წიაღისეულთა მასივების ქვეშ და წყალგამყოფებთან:

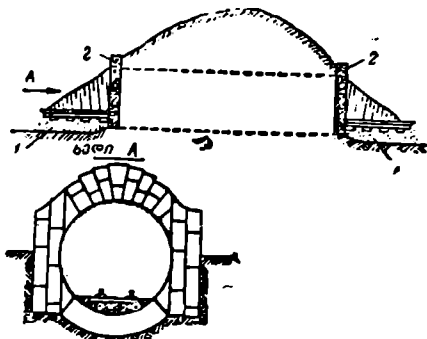
2. წყალქვეშა გვირაბები, რომელთაც აგებენ არხების, მდინარეების, ტბებისა და ზღვის სრუტეების ქვეშ;

3. ს ა ქ ა ლ ა ქ ო გ ვ ი რ ა ბ ე ბ ი , რომლებიც აგებულია ქალაქის ტერიტორიაზე.

დაუსახლებელ ან მცირე დასახლების ტერიტორიებზე აგებენ მცირე სიღრმის გვირაბებს, რომელთაც უწოდებენ მცირე ამოვსების გვირაბებს, რადგანაც მათი გაყვანა ხდება ღია სამუშაოების მეთოდით.

დიდ სიღრმეებში გვირაბებს აგებენ პორტალებით, რომლებიც ფორმდება ბეტონის ან ქვის წყობის დამაკვი კედლებით ან შახტების ვერტიკალური კარებით.

პორტალებით გვირაბების აგების დროს რკინიგზის ვაკისი 1 მიჰყავთ სამთო მასივებამდე, შემდეგ თხრიან მიწას და იწყებენ დამაკვი კედლის 2 შენებას, რომელიც დაცავს გვირაბს ნიაღვრებისაგან, ჩამონგრევებისა, თოვლის ზევეებისაგან და სხვ. (ნახ. 1).



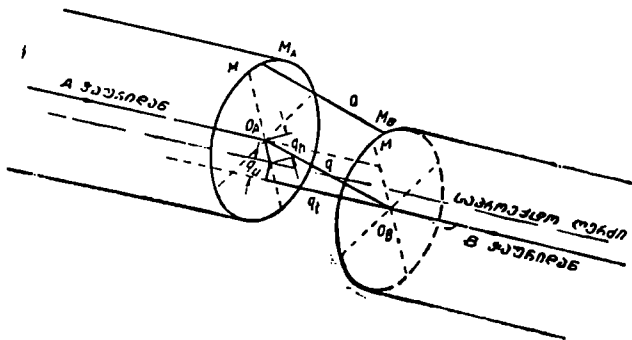
ნახ. 10.14.1.1.

დამაკვი კედლები ტრასის გვირაბების გაყვანა ხდება თანადროულად სხედასხვა უბანზე შემხვედრი სანგრეების გზით, რასაც განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.

10. 14. 2. ატლანტის სახეები. გეგმური და სასიმალო საფუძვლის აგებისათვის დაშვების გაანგარიშება

გვირაბების აგების დროს ძირითადი ამოცანაა მიწისქვეშა ნაგებობების უსტად გამკვეთის (შეხვედრის) უზრუნველყოფა.

იმ შემთხვევაში, როცა გვირაბი იკვება ორი, ვთქვათ, A და B კუურიდან (ნახ. 2) შეხვედრი სანგრეების წესით. გეოდეზიური სამუშაოების თანხმულ-



ნახ. 10.14.2.1.

ბელი უცილობელი შეცდომებისა და გვირაბის მოკეთების არაუსტი შემხვედრი ღონისძიების შედეგად გამკვეთთა (შეხვედრა) ვერ სრულდება უსტად და კუურებიდან მოგვხილი ღერძები აცდება.

კვლევით, გვირახის მოკეთების პროექტით გათვალისწინებული M წერტილის ნაცვლად A ჰაურის მხარეზე ნატურაში მივიღეთ M_A და B ჰაურის მხარეზე კი M_B წერტილი. ამ შემთხვევაში $M_A M_B = Q$ იქნება გვირახის მოკეთების აცდენის ოდენობა M წერტილში. ანალოგიური მდგომარეობა გვაქნება, თუ ნაცვლად საპროექტო O წერტილისა A ჰაურის მხარეზე მივიღეთ O_A და B ჰაურის მხრიდან O_B წერტილი, $O_A O_B = q$ იქნება გვირახის შემხვედრი სამუშაო ღერძების აცდენის ოდენობა.

Q აცდენის ოდენობა განპირობებულია: 1. გეგმური საფუძვლის τ_1 შეცდომებით; 2. სასიმალო საფუძვლის τ_2 შეცდომებით; 3. ნატურაში დამაგრებული დაკვალვითი ღერძებიდან მოკეთების დაკვალვის τ_3 შეცდომებით; 4. მოკეთების ასაწყობი კონტურების გადახრებით შათი საპროექტო გეომეტრიული ზომებიდან გადახრებით გამოწვეული τ_4 შეცდომებით; 5. სამთო ქანების გველენით მშენებლობისა და წინასაექსპლუატაციო პერიოდში დეფორმაციების τ_5 შეცდომებით. q აცდენის ოდენობა კი დამოკიდებულია მიწისზედა და მიწისქვეშა გეოდეზიური საფუძვლების შეცდომებისაგან. აღნიშნულის გამო საერთოდ უნდა ველოდოდ, რომ გვირახის მოკეთების აცდენის Q შეცდომის ოდენობა მეტი იქნება შათი სამუშაო ღერძების აცდენის q შეცდომებზე.

განაზომთა შეცდომების თეორიის საფუძველზე გვირახის მოკეთების საპროექტოდან ფაქტობრივი გადახრა (აცდენა) გამოითვლება ფორმულით

$$Q = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2 + \tau_3^2 + \tau_4^2 + \tau_5^2}. \quad (10.14.2.1)$$

ცდებით დადგენილია, $\tau_2 = 0,5\tau_1$ და $\tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 50$ მმ. აგრეთვე პროექტით გათვალისწინებულ საგაბარიტო მარაგის Q ოდენობას იღებენ 100 მმ. მიღებული მონაცემების (1) ფორმულაში შეტანით მივიღებთ

$$100^2 = \tau_1^2 + 0,25\tau_1^2 + 3 \times 50^2,$$

საიდანაც

$$\tau_1 = 45 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, გეგმური გეოდეზიური საფუძვლის შეცდომის შედეგად, როგორც მიწის ზევით, ისე მიწის ქვეშ აცდენის დასაშვები ოდენობა არის ± 45 მმ, ხოლო სასიმალო საფუძვლის გამო კი იქნება 22,5 მმ. Q , τ_2 , τ_3 , τ_4 ოდენობები შეიძლება იქნეს სხვადასხვა, რაც ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში წლიცემა ინსტრუქციით.

გეგმური τ_1 აცდენა შეიძლება დაიშალოს განივ q_x და გრძივ q_y აცდენად. წრფივი და მოხვევის დიდი რადიუსის მრუდების მქონე უბნებზე q_y გრძივი აცდენის ოდენობა თითქმის უგულებელსაყოფია და დაშვებების ანგარიშის დროს გეოდეზიური საფუძვლის შექმნისას ყოველ სტადიაში უშვებენ $\tau_1 = q_x$.

გეგმაში A და B ჰაურებიდან გვირახების აცდენის τ_1 ოდენობა დამოკიდებულია: 1. მიწის ზედაპირზე საფუძვლის შექმნის q_1 შეცდომისაგან; 2. A ჰაურიდან ორიენტირების q_2 შეცდომისაგან; 3. B ჰაურიდან ორიენტი-

რების q_3 შეცდომისაგან; 4. A ჰაურიდან სანგრევამდე მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული სელისაგან q_4 ; 5. B ჰაურიდან სანგრევამდე მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული სელისაგან q_5 . მაშასადამე,

$$\tau_1 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 + q_4^2 + q_5^2}. \quad (10.14.2.2)$$

დადგეხილია, რომ 1,0 — 1,5 კმ სიგრძის გვირაბებში შეიძლება დაეუშვათ

$$q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q_5 = q_i;$$

ე. ი. (2) ტოლობით

$$\tau_1 = q_i \sqrt{5},$$

საიდანაც

$$q_i = \frac{\tau_1}{\sqrt{5}} = 0,45\tau_1. \quad (10.14.2.3)$$

თუ მივიღებთ, რომ $\tau_1 = 45$ მმ, მაშინ სავეირაბო ტრიანგულაცია უნდა აიგოს ისე, რომ A და B ჰაურების კოორდინატების განსაზღვრის შეცდომები არ აღემატებოდეს $m = 0,45 \times 45 \approx 20$ მმ. ყოველივე იმას ნიშნავს, რომ ორივე ჰაურიდან ორიენტირების შეცდომა გვირაბების განკვეთის ადგილას არ გადაცდეს 20 მმ. ცხადია, იგივე მოთხოვნა წაეყენება განხილად უბანზე მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიულ სელისაც. ტრიანგულაციით ქსელის (სამკუთხედების, ოთხკუთხედების) საფუძვლის შექმნის საკითხი წყდება გეოდეზიაში მიღებული წესრიგით და თუ საჭირო შემხვედრი სანგრევის ფარგლების წერტილთა კოორდინატები გადაცდა საპროექტოს 20 მმ მეტი ოდენობით, საჭირო იქნება პირობების გაუმჯობესებაზე ზრუნვა.

ორიენტირების (ანუ q_2 და q_3) მოთხოვნილი სიზუსტით შესრულების საკითხი სრულდება შემდეგნაირად: ვთქვათ, მეზობელ (A და B) ჰაურებს შორის მანძილი $L = 1,6$ კმ, ჰაურიდან განკვეთამდე მანძილი $l = 0,8$ კმ. განკვეთის ადგილას წერტილის ორიენტირების (q_2 და q_3) შეცდომების, ანუ ორიენტირების შეცდომა გამოითვლება დადგენილი ფორმულით

$$m_{\text{ორ}} = \frac{0,45 \cdot \tau_1 \cdot \rho''}{l}. \quad (10.14.2.4)$$

როცა $\tau_1 = 45$ მმ და $\rho'' = 206265''$, (4) ფორმულით $m_{\text{ორ}} = 5''$, 2.

მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიაში კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას საზღვრავენ ფორმულით

$$m_{\text{კ}} = \frac{0,45 \cdot \tau_1 \cdot \rho'' \cdot \sqrt{3}}{l \cdot n + 1,5}, \quad (10.14.2.5)$$

მივიღოთ, რომ სელის ყოველი გვერდის სიგრძეა 200 მ. მაშინ, როცა $l = 0,8$ კმ $n = 4$, (5) ფორმულით მივიღებთ

$$m_{\text{კ}} = \frac{0,45 \times 45 \times 206265''}{80000} \sqrt{0,55} \approx \pm 3'', 9.$$

თანაბარი გავლენის პრინციპის გამოყენებით მრავალი ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ორიენტირების მოთხო-

ნილი სიზუსტით შესრულება ძნელია მაშინ, როდესაც საგვირაბო ტრიანგულაციის სიზუსტე მივიღეთ თავისუფლად. აღნიშნულის გამო შესრულებული განგარიშება უნდა გადაისინჯოს არათანაბარი გავლენის პრინციპის გამოყენებით, რისთვისაც მივიღოთ $q_1=0,5q_i$; $q_2=q_3=2,5q_i$; $q_4=q_5=q_i$, მაშინ (2) ტოლობით მივიღებთ

$$\tau_1 = q_i \sqrt{0,25 + 6,25 + 6,25 + 1,0 + 1,0} = q_i \sqrt{14,75},$$

საიდანაც

$$q_i = \frac{\tau_1}{3,84} = 0,26\tau_1. \quad (10.14.2.6)$$

როცა $\tau_1 = 45$ მმ, (6) ფორმულით $q_i = 11,7$ მმ. მაშასადამე, $q_1 = 5,8$ მმ; $q_2 = q_3 = 29$ მმ; $q_4 = q_5 = 11,7$ მმ.

ამ შემთხვევაში $q_2 = q_3 = 29$ სიდიდის გავლენით ორიენტირების მოთხოვნილი შეცდომა.

$$m_{\alpha} = \frac{29 \times \rho''}{800000} = \frac{29 \times 206265''}{800000} \approx 7'',5$$

და $q_4 = q_5 = 11,7$ სიდიდის გავლენით კუთხის გაზომვის შეცდომა კი იქნება

$$m_{\beta} = \frac{11,7 \times \rho''}{800000} \sqrt{0,55} = 2'',2.$$

თუ სიზუსტით მიღებული რიცხვითი მახასიათებლები გამოვიდა ძნელად მისაღწევ ი ოდენობები, განმეორებით გამოითვლიან q_i სიდიდის სხვადასხვა ოდენობის კოეფიციენტებს მიხედვით, ზემოთ მოყვანილი არატოლი გავლენის პრინციპის შესაბამისად, ზუსტად მისაღებ რიცხვით მახასიათებლებს.

მიწისქვეშა სასიმაღლო საფუძვლის τ_2 შეცდომის დასაშვები ოდენობის გამოსათვლელად მიღებულია ფორმულა

$$\tau_2 = \sqrt{m_{h_1}^2 + m_{h_2}^2 + m_{h_3}^2 + m_{h_4}^2 + m_{h_5}^2}, \quad (10.14.2.7)$$

სადაც m_{h_A} არის A და B კაუჩებიდან მიწის ზედაპირზე დამაგრებულ რეპე-

რებს შორის სანიველო სვლის შეცდომა;

m_{h_2} და m_{h_3} — ზედაპირიდან კაუჩების გზით ნიშნულის წიაღში გადატანის შეცდომები;

m_{h_4} და m_{h_5} — კაუჩებიდან სანგრევებამდე ნიველობის შეცდომები.

განგარიშების დროს მივიღოთ, რომ მიწის ზედაპირზე რეპერები დამაგრებულებია კაუჩების ახლო III კლასის ნიველობის შესრულებით, რომლის კილომეტრული საშუალო კვადრატული შეცდომა არის ± 5 მმ.

კაუჩების საშუალებით ნიშნულების გადაცემის შეცდომებია

$$m_{h_2} = m_{h_3} = \sqrt{H_2} \quad (\text{მ}), \quad (10.14.2.8)$$

სადაც H_2 არის კაუჩის სიგრძე მეტრებში.

ჭაურებს შორის შუა ადგილზე შეხვედრისათვის (განკვეთისათვის) მივიღოთ

$$\tau_2 = 22,5 \text{ მმ}; m_{h_1} = 5\sqrt{L}; m_{h_2} = m_{h_3} = \sqrt{H_3}; m_{h_1} = m_{h_2} = \eta \cdot \sqrt{\frac{L}{2}}.$$

(7) ფორმულით მივიღებთ

$$22,5 = \sqrt{25L + \eta^2 L + 2H_3} \quad (10.14.2.9)$$

როცა $H_3 = 100$ მ და $L = 1,6$ კმ, გამოდის, რომ ერთეული წონის საშუალო კვადრატული შეცდომა $\eta = 14$ მმ. ცდებით დადგენილია, რომ მიწის ზეცხით III კლასის და მიწისქვეშ IV კლასის ნიველობის შესრულების სასიმალო შეხვედრა სრულდება დადებითად.

10. 14. 3. დამაკავშირებელი აგებნების შესახებ

როგორც ცნობილია, დამაკავშირებელი აგებნებით ხდება მიწისქვეშა აგებნების გეომეტრიულად დაკავშირება მიწისზედა აგებნებებთან, იმ მიზნით, რომ მიწის ქვეშა გამონამუშევრების გეგმები შედგეს ერთიან, ანუ ზედაპირული აგებნებისათვის მიღებულ კოორდინატთა სისტემაში.

დამაკავშირებელი აგებნების ძირითადი ამოცანაა მიწისქვეშა გამონამუშევრების აგებნების ორიენტირება, ცენტრირება, სასიმალო საფუძვლის შექმნა.

მიწისქვეშა აგებნების ორიენტირებისათვის ისაზღვრება საწყისი გვერდის დირექციული კუთხე. ცენტრირებისათვის კი იმავე გვერდის საწყისი წერტილის x, y კოორდინატები. ვინაიდან უმრავლეს შემთხვევაში (ძველად) თანადროულად ხდება მიწისქვეშა აგებნების ორიენტირება და ცენტრირება, მოკვლად მას უწოდეს მიწისქვეშა გამონამუშევართა ორიენტირება ზედაპირული აგებნებისათვის მიღებულ კოორდინატთა სისტემაში. გამონამუშევრის სასიმალო საფუძვლის შექმნისათვის. ანუ ცენტრირებული წერტილის მესამე კოორდინატის განსაზღვრას, ანუ ზედაპირიდან მიწისქვეშა გამონამუშევრის დონეზე ნიშნულის გაღობა, ასრულებენ ჭაურის ძირში ჩამავრებულ რეპერებზე, რაც ხდება ორიენტირებისაგან დამოუკიდებლად.

დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან მიწისქვეშა გამონამუშევრებში კოორდინატების გადაცემა ხდება ძირითადი და მისადგომი პოლიგონომეტრიის წერტილებიდან; ხოლო დირექციული კუთხეებისა კი—საგვირაბო ტრიანგულაციის გვერდებიდან.

პორტალები საშუალებით დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან მიწისქვეშა გამონამუშევრებში კოორდინატებისა და დირექციული კუთხეების გადატანა სრულდება დედამიწის ზედაპირზე შექმნილი გეოდეზიური საფუძვლის შტოლნებში და გვირაბებში განვითარებული გვერდებისა და კუთხეების უშუალოდ განაზომების გამოყენებით.

მიწისქვეშა აგებნების ორიენტირების დროს ცენტრების, ანუ საწყისი გვერდის x, y ჰორიზონტული კოორდინატების განსაზღვრასთან შედარებით განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა შესრულდეს დირექციული კუთხის განსაზღვრა, რადგანაც დამაკავშირებელი აგებნების ხარისხი დამოკიდებულია

დირექციული კუთხეების განსაზღვრის m_{α} საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობაზე და არაცენტრირების m_x და m_y საშუალო კვადრატულ შეცდომების ოდენობებზე. ვთქვათ, მიწისქვეშა აგეგმვის საწყისი A წერტილიდან A_n ბოლო წერტილამდე მანძილია $L = 5$ კმ; პირველი გვერდის დირექციული კუთხის გაზომვის შეცდომა $\delta_{\alpha} = \pm 1'$; მაშინ A_n წერტილის მდებარეობების ხაზო-

ვანი შეცდომა $m_{A_n} = \pm \frac{\delta_{\alpha}}{\rho'} \times L = \pm \frac{1'}{3438'} \times 5000 = \pm 1,46$ მ. მაშასადამე, ნე-

ბისმიერი მეთოდით მიწისქვეშა გამონამუშევრების ორიენტირების დროს უნდა განისაზღვროს ყოველი მეთოდისათვის საწყისი გვერდის დირექციული კუთხის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა და მისი ოდენობის მიხედვით შეფასდეს გამოყენებულ მეთოდის ხარისხი.

არსებობს ორიენტირების გეო მე ტ რ ი უ ლ ი და ფ ი ზ ი კ უ რ ი მ ე -
:ოღი.

გეო მე ტ რ ი უ ლ ს აკუთვნებენ:

1. ორი შვეულის გასწვრივობის მეთოდს, რომლის ყოველი ცალკეული ორიენტირების საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_{ორ} = \pm 30''$;
2. ორი შვეულის გასწვრივობის გაუმჯობესებულ მეთოდს $m_{ორ} = \pm 5''$;
3. შვეულისადმი სკალით მიმხრობის მეთოდს $m_{ორ} = \pm 25''$;
4. დამაკავშირებელი სამკუთხედის მეთოდს. $m_{ორ} = \pm 12''$;
5. ორი კაუჩის მეთოდს $m_{ორ} = \pm 8''$;
6. ოპტიკური სოლის მეთოდს (მას ოპტიკურ მეთოდსაც უწოდებენ) $m_{ორ} = \pm 12''$;
7. სინათლის ნაკადის პოლარიზაციის მეთოდს (ოპტიკური მეთოდი):
ვიზუალური რეგისტრაციის დროს $m_{ორ} = \pm 1'$;
ელექტრორეგისტრაციის დროს $m_{ორ} = \pm 5''$;
8. ავტოკოლიმაციურ მეთოდს ერთი ილეთით $m_{ორ} = \pm 8''$.

ფიზიკური მეთოდს მიეკუთვნება:

1. მაგნიტური მეთოდი $m_{ორ} = \pm 1'$;
2. გიროსკოპიული ორიენტირების მეთოდი. $m_{ორ} = \pm 10''$
საკითხი დამაკავშირებელი აგეგმვების, ანუ ორიენტირების, ცენტრირების და ჯ კოორდინატის განსაზღვრის შესახებ დაწერილებით განხილულია მარკშეიდერიის კურსში (გ. ლაგვილაეა, განათლება, თბილისი, 1978 წ.) რისთვისაც საჭიროა წინასწარ დამუშავდეს ((6. 7. 2), (6. 8. 11)) და [20].

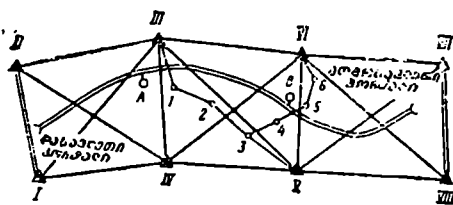
10. 14. 4. გამკვეთის (შახვედრის) მოსალოდნელი შეცდომის წინასწარი გაანგარიშება

გამკვეთის მოსალოდნელი შეცდომის წინასწარი გაანგარიშების განხილვისათვის ვისარგებლოთ ამ მიზნით გასინჯული და ამოხსნილი მაგალითით [8].
სამშენებლო სამუშაოების ორგანიზაციის პროექტის მიხედვით უნდა შესრულდეს გამკვეთა (შახვედრა) 5, 8. კმ სიგრძის გვირაბის დასავლეთი და აღ-

მოსავლეთი პორტალიდან და A და B ჰაურებიდან თანადროულად დაწყებული მიწისქვეშა სამუშაოების შესაბამისად (ნახ. 1).

როგორც ვხედავთ, ამ ორი პუნქტიდან თანადროულად იწარმოებს სამუშაოები ექვსი მიმართულებით. საჭიროა ამოიხსნას ამოცანა — როგორი ოდენობის იქნება პროექტით გათვალისწინებულ A და B ჰაურებს შორის შუა ადგილას განკვეთის შეცდომა. როგორც ნახაზიდან ჩანს, გვირახის აგების მიზნით შექმნილია მოსაზღვრე ოთხი სრული გეოდეზიური ოთხკუთხედისაგან შედგენილი ჯაჭვი.

დავადგინოთ ტრიანგულაციის საჭირო კლასი, როცა $L = 5,8$ კმ; საშუალო სიგრძე მიწისქვეშა სამუშაოების გახსნის ადგილებს შორის $l = 2,1$ კმ; მაშასადამე, ექვივალენტური საერთო სიგრძე $L_{\text{ავ}} = \sqrt{L \times l} = \sqrt{12,18} \approx 3,5$ კმ. ამ შემთხვევაში, თანახმად (8.2.3.2) ცხრილისა, მოითხოვება მე-3 კლასის ტრიანგულაცია, რომლის კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_{\beta} = \pm 1'',5$.



ნახ. 10.14.4.1.

გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების შახტის ჰაურებისადმი მიახლოების მიზნით აგებულია ძირითადი პოლიგონომეტრიული სვლა, ერთი საკვანძო წერტილის 3 სახით, რომელიც ეყრდნობა ტრიანგულაციის III, V, VI საყრდენ პუნქტებს. (1) ნახაზზე მოყვანილი სქემის მიხედვით A ჰაურიდან აცდენის (გამკვეთის) შეცდომის წყაროები იქნება:

1. ძირითადი პოლიგონომეტრიული სვლის 1 პუნქტის კოორდინატის განსაზღვრის შეცდომა;

2. A ჰაურიდან ორიენტირების შეცდომა;

3. მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული სვლის კუთხეებისა და გვერდების გაზომვის შეცდომა A ჰაურიდან გამკვეთის ადგილამდე;

საჭირო გამოთვლებისათვის უ შე ც დ ო მ ო დ გა ნ ს ა ზ ლ რ უ ლ გამოსავლად მივიღოთ ტრიანგულაციის III პუნქტი.

იმავე (1) სქემის მიხედვით B ჰაურიდან აცდენის შეცდომის წყაროები იქნება:

1. ტრიანგულაციის VI პუნქტის კოორდინატების განსაზღვრის შეცდომა III პუნქტის მიმართ;

2. ძირითადი პოლიგონომეტრიის 5 პუნქტის მდებარეობის შეცდომა;

3. B ჰაურიდან ორიენტირების შეცდომა;

4. მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული სვლის კუთხეებისა და გვერდების სიგრძეების გაზომვების შეცდომები B ჰაურიდან განკვეთის ადგილამდე.

გამოვითვალათ მოსალოდნელი აცდენის შეცდომაზე შემოხსენებულ წყაროების ერთობლივი გავლენის ოდენობა.

განხილად შემთხვევაში ტრიანგულაციის S გვერდების სიგრძეების და

მათი α დირექციული კუთხეების მოსალოდნელი შეცდომების ოდენობების დასადგენად შეიძლება ვისარგებლოთ შემდეგი სახის გამარტივებულ ფორმულებით:

$$m_{1gS}^2 = \frac{2}{3} m_{\beta}^2 \sum_1^n R \frac{K(N-t)}{N(K-r)}; \quad (10.14.4.1)$$

$$\frac{m_{\alpha}}{s} = \frac{2,3m_{1gS}}{10^6}; \quad (10.14.4.2)$$

$$M_{\alpha}^2 = \frac{2}{3} m_{\beta}^2 \cdot n \frac{K(N-t)}{N(K-r)}, \quad (10.14.4.3)$$

სადაც m_{β} არის ტრიანგულაციაში კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;

R — სამკუთხედების გეომეტრიული კავშირის შეცდომა ამოიღება (8. 4. 2. 3) ცხრილიდან;

N — გაზომილი კუთხეების რაოდენობა დიაგონალებიან ქსელში;

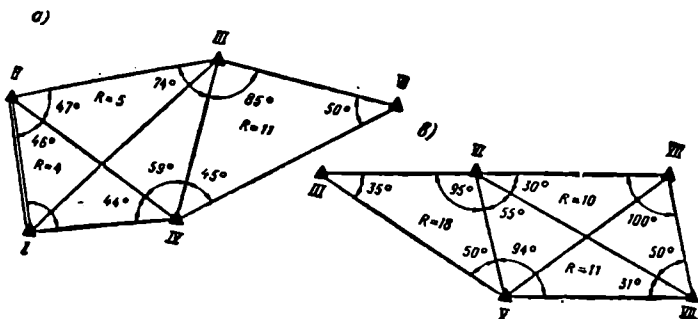
K — გამართულბელი (ჰარბი) დიაგონალიდან განთავისუფლებულ (გამარტივებულ) ქსელში გაზომილი კუთხეების რაოდენობა;

t — შესაფასებელ (ათულ) ქსელში ჰარბი განაზომების რაოდენობა;

r — გამარტივებულ ქსელში ჰარბი განაზომების რაოდენობა;

n — გამარტივებულ ქსელში ფიგურების რაოდენობა.

1. (1) ფორმულით განესაზღვროთ III — VI გვერდის ლოგარითმის მოსალოდნელი შეცდომა I—II გამოსასვლელი გვერდის საშუალებით (ნახ. 2).



ნახ. 10.14.4.2.

(2^o) ნახაზის მიხედვით $m_{\beta} = \pm 1',5$ (8.2.3.2 ცხრილში); $\Sigma R = 20$; $N = 11$; $K = 9$; $t = 5$; $r = 3$; $n = 3$. მაშასადამე, (1) ფორმულით

$$m_{1gS}^2 = \frac{2}{3} \times 2,25 \times 20 \times \frac{9(11-5)}{11(9-3)} \approx 25.$$

(2^ა) ნახაზის გამოსასვლელი VII—VIII გვერდის მიხედვით $m_g = \pm 1''{,}5$;
 $\Sigma R = 39$; $N = 11$; $K = 9$; $l = 5$; $r = 3$; $n = 3$, ე. ო. (1) ფორმულით

$$m_{1gS} = \frac{2}{3} \times 2,25 \times 39 \frac{9(11-5)}{11(9-3)} \approx 48.$$

ორი განსაზღვრის საშუალო წონითი

$$M_{1gS}^2 = \frac{25 \times 48}{25 + 48} = 16.$$

ანუ $M_{1gS} = 4$.

ნატურალური მნიშვნელობა

$$\frac{M_s}{S} = \frac{2,3 \times 4}{10^6} = 0,0000092,$$

ანუ ალიკვოტურად იქნება

$$\frac{M_s}{S} = \frac{1}{10 \times 10^7 : 92} = \frac{1}{109000}.$$

ეს შედეგი მიღებულია გამოსავალი გვერდის შეცდომის მხედველობაში მიღების გარეშე. ნორმებით მითითებულია, რომ გამოსავალი გვერდის სიზუსტე უნდა იყოს 1 : 200 000. ქსელის ბოლოებიდან გამოსავალი გვერდების შეცდომების გავლენის მხედველობაში მიღებით შუა III—IV გვერდის შეცდომა იქნება

$$\frac{M_{გამოს.}}{S_{გამოსას.}} = \frac{1}{200000 \sqrt{2}} \approx \frac{1}{280000}.$$

თუ მივიღებთ, რომ $S_{III-IV} = l = 2,1$ კმ, მაშინ მისი მთლიანი (შეჯამებული) შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$\begin{aligned} (M_s)_{\text{მთლიანი}} &= \sqrt{\left(\frac{S_{III-VI}}{109000}\right)^2 + \left(\frac{S_{III-IV}}{280000}\right)^2} \\ &= \left[\left(\frac{2100}{109}\right)^2 + \left(\frac{2100}{280}\right)^2\right]^{1/2} \approx 21 \text{ მმ.} \end{aligned}$$

S_{III-VI} გვერდის ღირექციული კუთხის შეცდომას განესაზღვრავთ მხოლოდ S_{I-II} გამოსავალი გვერდის ღირექციული α კუთხის მხედველობაში მიღებით, რადგანაც, ჩვეულებრივ, საგვირაბო ტრიანგულაციის ორიენტირებას ახდენენ, როგორც კიდულს, გამოსავალი გვერდის ღირექციული კუთხის მიხედვით. (3) ტოლობის მიხედვით დაეწერათ

$$(m_{\alpha})_{III-VI}^2 = \frac{2}{3} \times (1''{,}5)^2 \times 3 \times \frac{9(11-5)}{11(9-3)} \approx 3''{,}7,$$

ანუ $(m_{\alpha})_{III-VI} = 1''{,}9$.

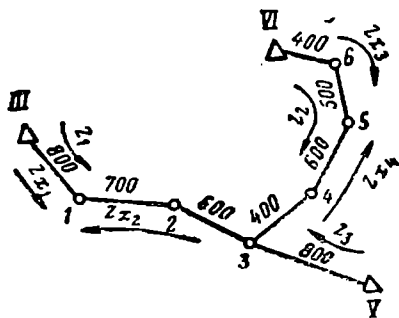
მაშასადამე, VI პუნქტის მდებარეობის შეცდომა III პუნქტის მიმართ იქნება

$$M_{VI} = \sqrt{(M_{\alpha}^2)_{\text{მთ.}} + \frac{m_{\alpha}^2}{\rho^2} S_{III-VI}^2} = \sqrt{21^2 + \left(\frac{1,5}{2 \times 10^5}\right)^2 \times (2,1 \times 10^6)^2} \approx \sqrt{21^2 + 16^2} \approx 26 \text{ მმ.}$$

იმის გამო, რომ მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტის მიხედვით A და B ქაუერებს შორის შეხვედრა გათვალისწინებულია ტრასის წრფივ უბანზე, III და VI პუნქტების ურთიერთ გრძივ აცდენას (არ გამკვეთას) არა აქვს გადაწყვეტი მნიშვნელობა, რის გამო მომავალ გაანგარიშებაში აცდენის მიზეზად ჩაეთვლია მხოლოდ და მხოლოდ ტრიანგულაციის VI პუნქტის განივი გადაადგილების ოდენობას III პუნქტის მიმართ; მისი ოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$-(m_{VI})_{\text{განივი}} = \frac{m_{\alpha}}{\rho} S_{III-VI} = \frac{1,5}{0,2 \cdot 10^5} \cdot 2,1 \times 10^6 \approx 16 \text{ მმ.}$$

ახლა გამოვთვალოთ ძირითადი პოლიგონომეტრიის განაზომთა შეცდომების გავლენის ოდენობა მოსალოდნელ გამკვეთაზე. წინასწარ გამოვითვალოთ სვლის საკვანძო წერტილის 3 მდებარეობის მოსალოდნელი შეცდომის ოდენობა (ნახ. 3).



ნახ. 10.14.4.3.

ნობას ყოველი $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ სვლისათვის ანგარიშობენ ფორმულით

$$M_{\alpha_i}^2 = m_{\alpha}^2 \times n + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} [S]^2 \times \frac{n+3}{12}. \quad (10.14.4.4)$$

ნორმებით ძირითადი პოლიგონომეტრიისათვის $m_{\alpha} = 15$ მმ; $m_{\beta} = 3''$, მაშასადამე, (3) ნახაზის შესაბამისად (4) ფორმულით

$$M_{\alpha_1}^2 = (15)^2 \times 3 + \left(\frac{3 \times 21 \times 10^6}{2 \times 10^5}\right)^2 \frac{6}{12} \approx 1171;$$

$$M_{\alpha_2}^2 = (15)^2 \times 3 + \left(\frac{3 \times 19 \times 10^6}{2 \times 10^5}\right)^2 \frac{6}{12} \approx 1081;$$

$$M_{\alpha_3}^2 = (15)^2 \times 3 + \left(\frac{3 \times 8 \times 10^6}{2 \times 10^5}\right)^2 \frac{4}{12} \approx 273.$$

№ 3 საკვანძო პუნქტის მდებარეობის წონას უოველი სვლისათვის განაზომ-
თა შეცდომების თეორიის მიხედვით საზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$P_{z_1} = \frac{c}{M_{z_1}^2}. \quad (10.14, 4.5)$$

როცა $c = 100000$, მივიღებთ

$$P_{z_1} = \frac{10^5}{1171} = 85; \quad P_{z_2} = \frac{10^5}{1081} = 93; \quad P_{z_3} = \frac{10^5}{273} = 366. \quad (a)$$

3 პუნქტის მდებარეობის განსაზღვრის მთლიანი (ჯამური) წონა

$$P_{\Sigma} = P_{z_1} + P_{z_2} + P_{z_3} = 85 + 93 + 366 = 544.$$

№ 3 პუნქტის მდებარეობის მოსალოდნელი საშუალო კვადრატული შეც-
დომა

$$M_{z_3}^2 = \frac{c}{P_{z_3}} = \frac{10^5}{544} \approx 184$$

საიდანაც

$$M_{z_3} = 14 \text{ მმ.}$$

მიწისქვეშა გეოდეზიური საფუძვლის კოორდინატები განისაზღვრება ძე-
რითადი პოლიგონომეტრიის 1-ლ და მე-5 წერტილებიდან.

1-ლი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის მოსალოდნელი საშუალო კვა-
დრატული შეცდომის განსაზღვრისათვის

$$P_{z_{1,2}} = P_{z_2} + P_{z_3} = 93 + 366 = 459;$$

$$M_{z_{1,2}}^2 = \frac{c}{P_{z_{1,2}}} = \frac{10^5}{459} = 218;$$

(4) ტოლობით

$$M_{z_{z_1}}^2 = (15)^2 \times 2 + \left(\frac{3 \times 13 \times 10^5}{2 \cdot 10^5} \right)^2 \times \frac{5}{12} = 450 + 158 = 608;$$

$$M_{z_{z_1+z_{z_2}}} = M_{z_{z_1,2}}^2 + M_{z_{z_1}}^2 = 218 + 608 = 826.$$

$$P_{z_{z_1+z_{z_2}}} = \frac{c}{M_{z_{z_1+z_{z_2}}}^2} = \frac{10^5}{826} = 121;$$

$$M_{z_{z_1}}^2 = (15)^2 \times 1 + \left(\frac{3 \times 8 \times 10^5}{2 \cdot 10^5} \right)^2 \times \frac{4}{12} = 225 + 48 = 225 + 48 = 273;$$

$$P_{z_{z_1}} = \frac{c}{M_{z_{z_1}}^2} = \frac{10^5}{273} = 366;$$

$$P_1 = P_{z_{z_1+z_{z_2}}} + P_{z_{z_1}} = 121 + 366 = 487;$$

$$M_{z_1}^2 = \frac{c}{P_1} = \frac{10^5}{487} = 205, \text{ ანუ } M_{z_1} = 14 \text{ მმ.}$$

ანალოგიური მიდგომით განვსაზღვროთ მე-5 წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა. (ა) დამოკიდებულებებიდან

$$P_{s_1, s_2} = P_{s_1} + P_{s_2} = 85 + 366 = 451;$$

$$M_{s_1, s_2}^2 = \frac{c}{P_{s_1, s_2}} = \frac{10^5}{451} = 222;$$

$$M_{s_2, s_3}^2 = (15)^2 + \left(\frac{3 \times 10 \times 10^5}{2 \times 10^5} \right)^2 \times \frac{4}{12} = 225 + 75 = 300;$$

$$M_{s_1, s_2 + s_3} = M_{s_1, s_2}^2 + M_{s_2, s_3}^2 = 222 + 300 = 522;$$

$$P_{s_1, s_2 + s_3} = \frac{10^5}{522} = 192;$$

$$M_{s_2, s_3}^2 = (15)^2 + \left(\frac{3 \times 19 \times 10^5}{2 \times 10^5} \right)^2 \frac{4}{12} = 225 + 61 = 286;$$

$$P_{s_2} = \frac{10^5}{286} = 350;$$

$$P_s = P_{s_1, s_2 + s_3} + P_{s_2} = 185 + 350 = 535;$$

$$M_s^2 = \frac{10^5}{535} = 187; \quad M_s = 14 \text{ მმ.}$$

შემხვედრი სანგრეების არაზუსტ გამკვეთაზე გავლენას ახდენს შემდეგი შეცდომები:

1. ტრიანგულაციის პუნქტების კოორდინატების განსაზღვრისა $m_{ტრ.ა.}$;
2. ძირითადი პოლიგონომეტრიის პუნქტების კოორდინატების განსაზღვრისა $m_{ძირ.ა.}$.

3. ორიენტირებისა $m_{გამგ.ორ.}$;

4. მიწისქვეშა გამონამუშევრების შესავლებში განაზომებისა $m_{განს.განაზ.}$.

საერთოდ A ჭაურიდან სვლის დროს საპროექტო ღერძიდან გამონამუშევრის გადახრის (აღდენის) საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$M_A = \sqrt{m_{ტრ.ა.}^2 + m_{ძირ.ა.}^2 + m_{გამგ.ორ.}^2 + m_{განს.განაზ.}^2} \quad (10.14.4.6)$$

ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშების მიხედვით $m_{ტრ.ა.} = 0$; $m_{ძირ.ა.} = \pm 14$ მმ.

A და B ჭაურებიდან ორიენტირებას ასრულებენ დამაკავშირებელი სამკუთხედების ხერხით სამჯერ გამკვეთის (შეხვედრის) შესრულებამდე, ამის შედეგად $m_{ორ.} = \pm 8''$. თვით გამკვეთის ორიენტირება კი გამოითვლება ფორმულით

$$m_{გამგ.ორ.} = \frac{m_{ორ.}''}{\rho''} \cdot L' \quad (10.14.4.7)$$

როცა $L' = 0,9$ კმ, მაშინ

$$m_{გამგ.ორ.} = \frac{8 \times 9 \times 10^5}{2 \times 10^5} = 36 \text{ მმ.}$$

მიწისქვეშა გამონამუშევრების მისადგომებში კუთხეებისა და მანძილების განაზომების, ანუ უქანასკნელი შეცდომის გამკვეთაზე, გავლენის ოდენობას საზღვრავენ ფორმულით

$$m_{\text{შესას.განაზ}} = \frac{m_{\beta}''}{\rho''} \times L' \sqrt{\frac{n+1,5}{3}}. \quad (10.14.4.8)$$

როცა მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის გვერდის სიგრძე $S = 200$ მ და სვლის სიგრძე $L' = 0,9$ კმ, გვერდების რაოდენობა $n = 5$ და $m_{\beta} = 3''$, ლავეწრთ

$$m_{\text{შესას.გან}} = \frac{3 \times 9 \times 10^6}{2 \times 10^5} \sqrt{\frac{6,5}{3}} = 20 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, (6) ტოლობის მიხედვით

$$M_A = \sqrt{0 + 14^2 + 36^2 + 20^2} \approx 44 \text{ მმ,}$$

$$M_B = \sqrt{20^2 + 14^2 + 36^2 + 20^2} \approx 48 \text{ მმ.}$$

გამკვეთის მოსალოდნელი შეცდომის ოდენობა

$$M_{\text{გამკ.}} = \sqrt{M_A^2 + M_B^2} = \sqrt{44^2 + 48^2} \approx 65 \text{ მმ.}$$

იმ შემთხვევაში, როცა გვირავი არის რკინიგზისათვის განკუთვნილი გამკვეთის, მიღებული შეცდომა 65 მმ დაუშვებელია, რადგანაც წინა პარაგრაფში დასაბუთებულ იქნა რომ რკინიგზების გვირავებში გამკვეთის შეცდომა არ უნდა გადასცილდეს 45 მმ. მაშასადამე, საჭიროა მიღებულ იქნეს ზომები, რათა გამკვეთის მოსალოდნელი შეცდომა დაეყვანოთ 45 მმ-მდე.

ამ მიზნით აწარმოებენ ქაურებსა და გამკვეთის ადგილს შორის ორ-ორჯერ გიროსკოპიულ ორიენტირებას, რის მიხედვით დირექციული კუთხე იზომება $10''$ სიზუსტით ან სრულდება ორი ქაურით ორიენტირება, რითაც აღწევენ დირექციული კუთხის გაზომვებში $8''$ სიზუსტეს. მაშინ ყოველი უბნის 350 მ უბნის ბოლოში საშუალოდ მივიღებთ

$$m_{\text{გამკ.ორ}} = \frac{8 \times 35 \times 10^4}{2 \times 10^5} = 14 \text{ მმ.}$$

ქაურიდან გამკვეთამდე უბანზე ორიენტირების შეცდომის გავლენის ოდენობა (შვერილების რაოდენობა $n = 3$).

$$m_{\text{გამკ.ორ}} = 14\sqrt{3} \approx 24 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, ლავეწრთ

$$M_A = \sqrt{14^2 + 24^2 + 20^2} = 34 \text{ მმ,}$$

$$M_B = \sqrt{20^2 + 14^2 + 24^2 + 20^2} \approx 40 \text{ მმ}$$

$$M_{\text{გამკ.}} = \sqrt{34^2 + 40^2} \approx 52 \text{ მმ.}$$

გამკვეთის მოსალოდნელი შეცდომის 45 მმ დაყვანა შეიძლება მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიაში გაზომვების სიზუსტის ამაღლებით. ერთ-ერთი ეფექტური

საშუალება გამოკვეთის მოსალოდნელი შეცდომის შემცირებისა არის პოლიგონომეტრიული სვლის გვერდების სიგრძეების გაზრდა. რომ მივიღოთ გვერდების სიგრძეები საშუალოდ 350 მ და $m_p = 2''$, გვექნება

$$m_{\text{გაზრ.ორ}} = \frac{2 \times 3,5 \times 10^3}{2 \times 10^3} \sqrt{\frac{4,5}{3}} \approx 9 \text{ მმ,}$$

$$M_A = \sqrt{14^2 + 24^2 + 9^2} \approx 29 \text{ მმ,}$$

$$M_B = \sqrt{20^2 + 14^2 + 24^2 + 9^2} \approx 35 \text{ მმ,}$$

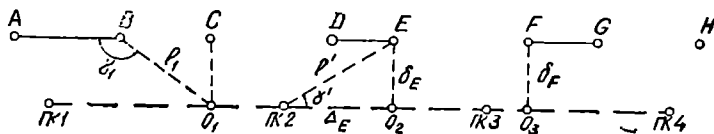
$$M_{\text{გაზრ.ს}} = \sqrt{29^2 + 35^2} \approx 45 \text{ მმ.}$$

10. 14. 5. გვირაბის ღერძის ნატურაში გადატანა

საქირო სისრულით გვირაბის ტრასის და მიწისქვეშა ნაგებობების ელემენტების ღერძების და მახასიათებელი წერტილების პროექტზე დატანილი კოორდინატებით ხდება მათი ნატურაში გადატანა.

მაგალითად, გვირაბების აგებისათვის ტრასების (ღერძის) ნატურაში გადატანა ხდება მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული სვლების მიმართ განსაზღვრული კოორდინატების საფუძველზე (ნახ. 1).

გვირაბის ტრასის O_1 წერტილის ცნობილი კოორდინატების და A, B, C, \dots პოლიგონომეტრიული სვლიდან მის ახლო მდებარე, ვთქვათ, B წერტილის



ნახ. 10.14.5.1.

კოორდინატებით შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანის (2. 6. 1. 6) და (2. 6. 1. 7) ფორმულებით, შესაბამისად, ისაზღვრება $BQ_1 = l_1$ გვერდის α_{BO_1} ღირებულებით და l_1 სიგრძე; შემდეგ კი (2.4.2.13) ფორმულით ისაზღვრება γ_1 კუთხე

$$\gamma_1 = \alpha_{BA} - \alpha_{BO_1}. \quad (10.14.5.1)$$

მაშასადამე, მივიღეთ O_1 წერტილის ადგილზე დასაკვალავი γ_1 და l_1 ელემენტები. წრფივ ტრასაზე O_2 და O_3 წერტილების ნატურაში გადატანა შეიძლება პოლიგონომეტრიის E და F პუნქტებიდან დაშვებული პერპენდიკულარების სიგრძეების გადაზომებით.

δ_E პერპენდიკულარის ოდენობა ისაზღვრება $PK2EO_2$ სამკუთხედიდან. წერის გამარტივების მიზნით, $PK2$ ნაცვლად მივიღოთ აღნიშვნა (2), ე. ი. განვიხილოთ (2) EO_2 სამკუთხედი. (2) პიკეტის საპროექტო კოორდინატებისა და

პოლიგონომეტრიის E წერტილის ფაქტობრივად განსაზღვრული კოორდინატების (2. 6. 1. 6) ფორმულით საზღვრავენ (2) $E = l'$ ხაზის α_f დირექციულ კუთხეს და (2. 6. 1. 7) ფორმულით კი — l' სიგრძეს. შემდეგ (2. 4. 2. 13) ფორმულით ისაზღვრება

$$\gamma' = \alpha_{ტრასის} - \alpha_f, \quad (10.14.5.2)$$

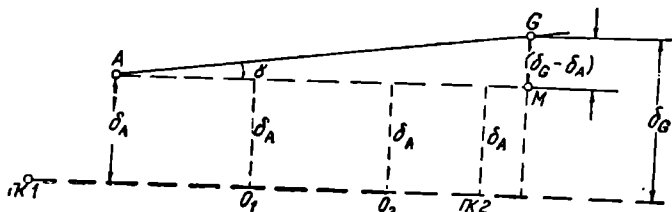
პერპენდიკულარის სიგრძე

$$\delta_E = l' \times \sin \gamma', \quad (10.14.5.3)$$

ხოლო O_2 წერტილის საპიკეტო მნიშვნელობის დასადგენად ისაზღვრება (2) $O_2 = \Delta_E$ მანძილი — შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta_E = l' \times \cos \gamma'. \quad (10.14.5.3')$$

იმ შემთხვევაში, როცა ტრასა წრფივია (ნახ. 2), მას ადგილზე კვალავენ მისი პარალელური ლერძიდან დაშვებული პერპენდიკულარებით, შემდეგნაირად: წრფივი უბნის თავსა A და ბოლო G წერტილებში (3) ფორმულით საზღვრავენ δ_A და δ_G ოდენობებს (ნახ. 2). G წერტილიდან ტრასის მართობზე



ნახ. 10.14.5.2.

გადმოზომავენ ($\delta_G - \delta_A$) მანძილს და იღებენ M წერტილს, ე. ი. ტრასის პარალელურ AM ხაზს. ამ ხაზის სხვადასხვა წერტილებიდან სასურველ რაოდენობით δ_A სიგრძეს გადაზომავენ ტრასისადმი დაშვებულ მართობებზე და იღებენ ადგილზე ტრასის O_1, O_2, O_3, \dots წერტილებს. თვით AM ხაზი ნატურაში მიიღება A წერტილში დაცენტრირი თეოდოლიტით γ კუთხის AG მიმართულების მიმართ გადაზომვით. თვით γ კი ისაზღვრება (1) (2) = $\text{PK1} - \text{PK2}$ პოლიგონომეტრიული AG ხაზის დირექციული კუთხეების სხვაობით.

იმ შემთხვევაში, როცა O_1 წერტილი მდებარეობს წრიულ მრუდზე (ნახ. 3) სიმრუდის რადიუსის მიმართულებით, δ_B სიდიდის მისაღებად წრიული მრუდის ცენტრის საპროექტო და პოლიგონომეტრიული ნიშნის ფაქტობრივი კოორდინატების საშუალებით საზღვრავენ D_{OB} მანძილს და იყენებენ შემდეგ ფორმულას:

$$\delta_B = D_{OB} - [R - (r + q)]. \quad (10.14.5.4)$$

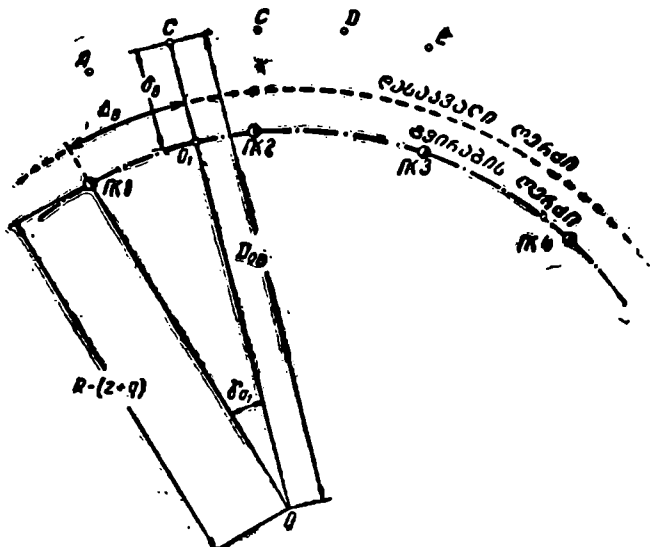
(4) ტოლობაში z არის წრიული მრუდის გადაადგილების ოდენობა მისა საპროექტო მდებარეობიდან და გამოითვლება ფორმულით

$$z = -\frac{L^2}{24C} + \frac{13L^7}{2688C^3}, \quad (10.14.5.5)$$

სადაც L არის გადასასვლელი მრუდის მთელი სიგრძე;

C — გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი.

(4) ტოლობაში q არის გვირაბის ღერძის ლიანდაგის ღერძისაკენ გადაადგილების ოდენობა, გამოწვეული წრიული მრუდის ფარგლებში; წარმოქმნი-



ნახ. 10.14.5.3.

ლი ცენტრიდანული ძალის ლიანდაგის გარე ძაფის სიმაღლეზე აწვევით. მისი ოდენობა გამოიანგარიშება ფორმულით

$$q = h_{(00)} \frac{b}{a}, \quad (10.14.5.6)$$

სადაც b არის ცენტრის სიმაღლე რელსების ზედაპირიდან;

a — ლიანდაგის რელსებს შორის მანძილი (1524 მმ) და $h_{(00)} = 12,5 \frac{v \text{ კმ/სთ}}{R_{(0)}}$ (v არის ვაგონის მოძრაობის სიჩქარე და R წრიული მრუდის სიმრუდის რადიუსი).

O_1 წერტილის საპიკეტაჟო მნიშვნელობის განსაზღვრისას ადგენენ γ_{O_1} კუ-

თხეს OO_1 რადიუსის α_{OO_1} და $O(1)$ რადიუსის $\alpha_{O(1)}$ დირექციული კუთხვების სხვაობით.

$$\gamma_{O_1} = \alpha_{OO_1} - \alpha_{O(1)} \quad (10.14.5.7)$$

შემდეგ ტრასის დასაკვალავ ღერძზე საზღვრავენ (1) პიკეტსა და O წერტილს შორის მრუდის სიგრძეს

$$\Delta_B = \frac{\gamma_{O_1}''}{\rho''} \cdot R, \quad (10.14.5.8)$$

სადაც R არის დასაკვალავი ღერძის სიმრუდის რადიუსი.

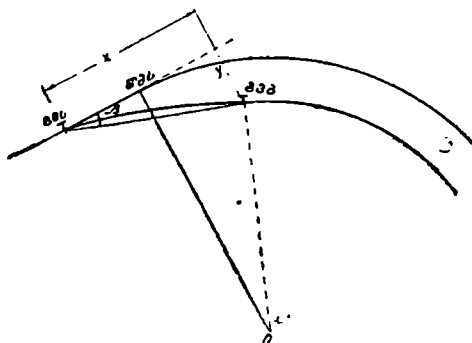
O_1 წერტილის საპიკეტაეო მნიშვნელობა გამოითვლება ტოლობით

$$(O_1) = (1) + \Delta_B \quad (10.14.5.9)$$

ახლა განვიხილოთ საკითხი იმის შესახებ, თუ როგორ დაეადგინოთ მონაცემები გადასასვლელი მრუდის ნატურაში გადატანისათვის.

გადასასვლელი მრუდის ნატურაში გადატანას უმთავრესად აწარმოებენ:

1. ტანგენსის ხაზიდან x_0 და y_0 სიღიღეების გადაზომვებით და



ნახ. 10.14.5.4.

2. გადასასვლელი მრუდის საწყისისა და ბოლო წერტილების შემაერთებელი ქორდიდან.

პირველ შემთხვევაში, ანუ ტანგენსის ხაზიდან (ნახ. 4), საჭირო კოორდინატები ისაზღვრება ფორმულით.

$$x_0 = l - \frac{l^3}{40C}; \quad y_0 = \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{3360C^3}, \quad (10.14.5.10)$$

ხოლო მეორე შემთხვევაში, ანუ მოშპიმი ქორდიდან, გადასასვლელი მრუდის ჩაღუნვის ისრის l_y ოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$l_y = \frac{l^3}{6C} \left(\frac{L^2}{l} - 1 \right) = y \left(\frac{L^2}{l^3} - 1 \right). \quad (10.14.5.11)$$

(10) და (11) ფორმულებში ნაგულისხმებია, რომ აბსცისათა x ღერძი ემთხვევა ტანგენსის ხაზს, ხოლო კოორდინატთა სათავე — გადასასვლელი მრუდის საწყისს (გ მ ს). L არის გადასასვლელი მრუდის სიგრძე მისი საწყისი წერტილიდან მიმდინარე წერტილამდე; L — გადასასვლელი მრუდის მთელი სიგრძე; C — გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი (მის ოდენობას ადგენენ $L \times R$ ნამრავლით); R არის წრიული მრუდის რადიუსი.

პრაქტიკულად ყოველ 2 მეტრზე გადასასვლელი მრუდის დაკვალვისათვის აწარმოებენ ორივე მეთოდით (ფორმულებით) გაანგარიშებას.

ნებისმიერ შემთხვევაში ნატურაში გადატანილი ტრასის წერტილებს ამაგრებენ გვირაბის თაღში და შემდეგ მათზე დაკიდებული შეეულებით ასრულებენ ღერძის ფიქსირებას.

სამთო გვირაბებისა და პორტალების უბნებში, სადაც არის მეწყრები და მრავალნაირი დაბრკოლებები, საჭირო ტრასის დაკვალვები, რომლებიც უნდა იყოს საგანგებოდ მიბმული და ისინი კონტროლის ქვეშ იყოს ზედაპირული გეოდეზიური საფუძვლისადმი ან საგანგებოდ შექმნილი თეოდოლიტური სვლები-სადმი.

მეტროპოლიტენის გვირაბების აგებისათვის ზედაპირზე ნატურაში ტრასა გადააქვთ ღია სამუშაოების დროს მთელ სიგრძეზე, ხოლო დახურული სამუშაოების დროს — მხოლოდ ვესტიბიულების ადგილას.

მისადგომი შტოლნის მრუდ უბნებზე გადიან ქორდებით, რომელთა სიგრძეებს საზღვრავენ ფორმულით

$$l = \sqrt{b_5 \times 8R}, \quad (10.14.5.12)$$

სადაც b_5 არის წრიული მრუდის ქორდის შუა ადგილას მრუდის ჩაღუნვის ისარი;

K — წრიული მრუდის რადიუსი.

მისადგომი შტოლნებისათვის იღებენ $b_5 = 5$ სმ.

ქორდების რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ საზღვრავენ ამ ქორდების შესაბამის კუთხეებს ფორმულით

$$\varphi = \frac{k}{n} \times \frac{p}{R}, \quad (10.14.5.13)$$

სადაც k არის მრუდის სიგრძე; n — ქორდების რაოდენობა;

მრუდ უბნებზე შტოლნებით სვლის დროს ქორდებს კვალავენ შემდეგნაირად:

იმის შემდეგ, რაც წრფივ უბანზე სანგრევი მიაღწევს წრიული მრუდის საწყისს (წ მ ს), ამ წერტილიდან შტოლნის წრფივ ნაწილისაკენ (უკან) გადაზომავენ x_1 და მიღებული წერტილიდან აღმართულ პერპენდიკულარზე გადაზომავენ y_1 სიგრძეს (ნახ. 5).

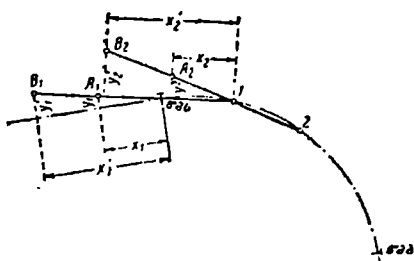
x_1 -ის ოდენობას იღებენ 1 მ, ხოლო y_1 საზღვრავენ ფორმულით

$$y_1 = x_1 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}. \quad (10.14.5.13')$$

ამ ხერხით ნატურაში გადატანილი A_1 წერტილი იქნება პირველი ქორდის გაგრძელებაზე. კონტროლის მიზნით საზღვრავენ y_1' , როცა $x_1' = 2$ მ და იმავე

ხერხით გადააქვთ ნატურაში B_1 წერტილი. B_1 , A_1 და (წ მ ს) წერტილებზე კედლებს შევეულებს, რომლებიც განლაგდებიან წრფეზე, როცა გამოთვლები ადგილზე წერტილების დაკვალვა შესრულებულია უშეცდომოდ.

მეორე 1—2 ქორდის მიმართულებას ადგენენ ისევე, როგორც ეს შესრულდა (წ მ ს),—1-ლი ქორდის მიმართ. ასე რომ, ნატურაში საზღვრავენ A_2 და B_2 წერტილების მდებარეობას. ერთი (პირველი) ქორდიდან მეორეზე გადასვლისათვის საჭირო y_2 და საკონტროლო y_2' ოდენობებს საზღვრავენ ფორმულებით



ნახ. 10.14.5.5.

$$y_2 = x_2 \operatorname{tg} \varphi \quad \text{და} \quad y_2' = x_2' \operatorname{tg} \varphi, \quad (10.14.5.14)$$

სადაც, ისევე, როგორც წინა შემთხვევის დროს, იღებენ $x_2 = 1$ მ და $x_2' = 2$ მ. ანალოგიურად გადააქვთ ქორდების ბოლოები ნატურაში წრიული მრუდის მთელ, ანუ წ მ ს და წ მ ბ შორის, უბანზე.

მისაღვამ შტოლნში სანგრევის წინსვლის შესაბამისად ამაგრებენ მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის სვლის ნიშნებს და ზომავენ გვერდების სიგრძეებსა და კუთხეებს. ამ სვლის წერტილებიდან საზღვრავენ წრიული მრუდის საწყისი და ბოლო წერტილების კორდინატებს და მიღებულ ოდენობებს ადარებენ მათ საპროექტო მნიშვნელობებს. ამ კონტროლის შესაბამისად ასწორებენ მრუდს ბოლო (წ მ ბ) წერტილის მდებარეობას ნატურაში და შტოლნს აძლევენ მომავალი სვლისათვის საპროექტო მიმართულებას.

მისასვლელი შტოლნისათვის საპროექტო ქანობის მიცემისათვის ჩარჩოს სვეტებზე შტოლნის ძირიდან 0,5 ან 1 მ სიმაღლეზე აჭედებენ რკინიგზის ომბოხებს. ყოველ 5 ან 10 ჩარჩოს შემდეგ ომბოხობებს ნიველირით აყენებენ საპროექტო სიმაღლეზე, ხოლო ამ ჩარჩოებს შორის ზიარკურჭლებით ანიველებენ დაყენებული უკანასკნელი ჩარჩოდან ან ძელით, რომელსაც დებენ ორ უკანასკნელ ომბოხზე. ბეტონის ნაგებობებზე ან ლითონის გამაგრებებზე ომბოხობის ნაცვლად იყენებენ საღებავს და საპროექტო ნიშნულებს ატარებენ შტრიხებით, რომელთა ზემოთ ხაზავენ 5 სმ გვერდების მქონე სამკუთხედებს.

10. 14. 6. გვირაბების ტუბინაგებით მოპირკეთებისა, გლოკების წყობებისა და ფარებით გაყვანის დროს გეოდეზიური საფუძვრები

ამჟამად ერთ-ერთ გავრცელებულ ღონისძიებას წარმოადგენს გვირაბების მოპირკეთება, ანუ მუდმივი სამაგრი, ლითონის ასაწყობი ტუბინებისა ან რკინაბეტონის ბლოკებისაგან. წრიული განივკვეთის გვირაბების გაყვანის დროს ასეთ მოპირკეთებას ასრულებენ 1—2 მ სიგანის ცალკეული რგოლებით, რომლებიც ერთმანეთთან მაგრდება ჭანჭიკებით.

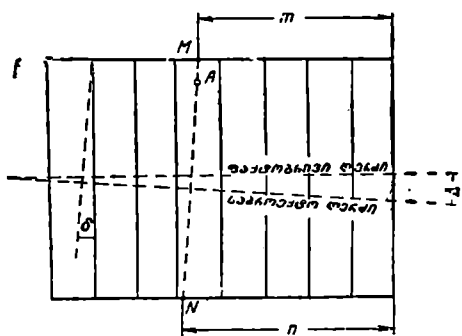
გადასარბენი გვირაბების ლითონის მოსაპირკეთებელი რგოლი შედგება

თერთმეტი ცალი ნორმალური და ერთი ცალი ჩამკეტი ტუბინგისაგან. რკინბეტონის ბლოკებს ამზადებენ ისეთივე ზომისას, რაც აქვს ტუბინგებს ან უფრო დიდი ზომისას.

ორივე სახის მოპირკეთების დროს მთავარი ყურადღება ექცევა წყობის სისწორეს როგორც გეგმაში, ისე სიმაღლეში და, საერთოდ, გეომეტრიული ფორმის სრულყოფილად დაცვაში. მოპირკეთების რგოლების ცენტრებს შორის საპროექტო მდებარეობიდან გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს 50 მმ.

წრიული ფორმის მოპირკეთების დროს საპროექტოდან გადახრას უწოდებენ რგოლების ელიფსურობას. რგოლების აწყობის დროს ამოწმებენ რგოლების ჰორიზონტული, ვერტიკალური და 45° დახრილი კვეთის დიამეტრებს. აწყობის დროს რგოლების ელიფსურობა დასაშვებია 25 მილიმეტრამდე. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საწყისი რიგის რგოლების პროექტის მიხედვით დაყენების სიზუსტეს. წყობის გაგრძელების დროს ყოველ 8—12 რგოლის დაყენებისას ამოწმებენ რგოლის წინა სიბრტყის გადახრის ოდენობას გვირაბის ღერძის მართობიდან, რასაც უწოდებენ რგოლის წინსწრებას. რგოლის ჰორიზონტული წინსწრების განსაზღვრისათვის Δ პოლიგონოპეტრიული ნიშნიდან ტრასის ღერძის მიმართ ატარებენ მართობს, რომელსაც

ჩაწყობილ ტუბინგებზე აღნიშნავენ მისი ჰორიზონტული დიამეტრის სიმაღლეზე (დონეზე) M და N წერტილების სახით (ნახ. 1). შემდეგ ფოლადის რულეტით M და N წერტილებიდან გვირაბის ჰორიზონტული დიამეტრის დონეზე, უკანასკნელი რგოლის წინა სიბრტყემდე, ზომავენ n და m მანძილებს. ამ დროს



ნახ. 10.14.6.1.

რგოლის სპორატიული წინსწრების q^1 ოდენობა იქნება

$$q^1 = n - m. \quad (10.14.6.1)$$

გვირაბის წრფივ უბანზე q წინსწრება ნულია, როცა რგოლები სწორად არის ჩაწყობილი. წინსწრებას სპობენ საგანგებო სოლისმაგვარი რგოლების ან ურთიერთარაპარალელური წინა და უკანა გვერდებიანი საფენის დაყენებით. ამ უკანასკნელებს აქვს 40—60 მმ წინსწრება.

წრიული მრუდის უბნების მქონე გვირაბებს ტუბინგებით ან ბლოკებით მოპირკეთებენ ნორმალური და წინსწრებიანი რგოლების რიგრიგობით დაყენებით ან სოლისებრი საფენების გამოყენებით. წრიული მრუდის უბანზე ტუბინგების რგოლების $q_{გრ}$ წინსწრების ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$q_{გრ}^1 = \frac{D}{R} \cdot l. \quad (10.14.6.2)$$

სადაც D არის რგოლის დიამეტრი; R — წრიული მრუდის რადიუსი; l მოპირკეთებული (აწყობილი, საკონტროლო) გვირაბის სიგრძე.

წრიულ და გადასაყვან უბნებზე რგოლების პორიზონტულ წინსწრების ფაქტობრივ ოდენობას საზღვრავენ M და N წერტილებიდან უკანასკნელი რგოლის წინა სიბრტყემდე მიღებული მანძილებით; M და N წერტილები აგებულ გვირაბებში ინიშნება თეოდოლიტით რადიუსის მიმართულებით, ხოლო გადასაყვან მრუდებში ისინი მიიღებოან ტანგენსის ხაზების პერპენდიკულარებით.

წრიულ მრუდზე m მანძილი იზომება ქორდაზე, შემდეგ ამ სიგრძეში შეაკვთ შესწორება ფორმულით

$$\Delta_m = + \frac{m^3}{24R^3} . \quad (10.14.6.3)$$

ფაქტობრივად განსაზღვრულ პორიზონტულ წინსწრებას ადარებენ პროექტით განსაზღვრულ დასაშვებ ოდენობას და მასზე დიდი გადახრების შემთხვევაში შესწორება ხდება ნორმალურ რგოლებს შორის სოლისებრი საფენების ჩაყენებით.

გადასაყვანი უბნის ფარგლებში საპროექტო წინსწრებას ოდენობას საზღვრავენ გადასასვლელი მრუდის საწყისი წერტილიდან, რომელიც მართობული იქნება ტანგენსის ხაზისადმი, ფორმულით

$$q_{\text{გაგ}} = D t g^2 \varphi_{\text{გ}}, \quad (10.14.6.4)$$

სადაც $\varphi_{\text{გ}}$ არის გადასაყვანი მრუდის მოხვევის მრუდი მისი საწყისიდან მიმდინარე წერტილამდე.

რადიოდალური მრუდის განტოლებიდან

$$\varphi_{\text{გ}} = \frac{k_{\text{გგ}}^2}{2C} , \quad (10.14.6.5)$$

სადაც $k_{\text{გგ}}$ არის გადასაყვანი მრუდის სიგრძე მისი საწყისი წერტილიდან მიმდინარე წერტილამდე;

C — გადასაყვანი მრუდის პარამეტრი.

ვინაიდან $\varphi_{\text{გ}}$ კუთხე მცირეა, ვწერთ

$$q_{\text{გგ}} = D \frac{k_{\text{გგ}}^2}{2C} . \quad (10.14.6.6)$$

წრიული მრუდის ფარგლებში სოლისებრი რგოლების საპირო რაოდენობა ისაზღვრება შემდეგნაირად: დაეუშვათ, რომ მრუდის რადიუსი $R = 600$ მ; რგოლის დიამეტრი $D = 6$ მ. ამ შემთხვევაში საპროექტო წინსწრების ოდენობა $l = 1$ მეტრი სიგანის რგოლისათვის იქნება

$$q_{\text{გგ}, 1} = \frac{D}{R} l = \frac{6}{600} \times 1000 \text{ მმ} = 10^2 \text{ მმ} . \quad (10.14.6.7)$$

იმ შემთხვევაში, როცა რგოლების წინსწრება ტოლია 60 მმ, საპირო იქნება

ზემოთ მოყვანილი წინსწრებიანი რგოლი დაყენებულ იქნეს ყოველი ხუთი ნორმალური რგოლის შემდეგ.

ვერტიკალურ სიბრტყეში წინსწრების ფაზა ოდენობას საზღვრავენ შვეულის საშუალებით. ვაკე ადგილზე ვერტიკალური წინსწრების ოდენობა უნდა იყოს ნულის ტოლი.

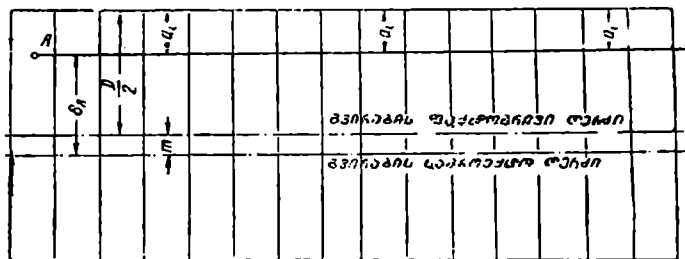
საპროექტო ვერტიკალური წინსწრება გვირაბის ღერძის i ქანობით დპროექტების დროს უნდა განისაზღვროს ფორმულით

$$q_{\text{ფაზ}} = D \cdot i, \quad (10.14.6.8)$$

სადაც i არის ღერძის საპროექტო ქანობი.

მოპირკეთების პროცესში ყოველი ხუთი რგოლის დაყენებისთანავე ჰორიზონტულად და შვეულად რგოლების დაყენებას ასწორებენ.

რგოლების ჰორიზონტულად, ანუ გეგმაში, დაყენების სისწორეს ამოწმებენ კამარაზე დამაგრებული გვირაბის ფაქტობრივი ღერძის



ნახ. 10.14.6.2.

მიმართ ან გვირაბის გვერდზე გადაადგილებული პარალელური ღერძის მიმართ; ხოლო რგოლების შვეულად, ანუ პროფილში, დაყენების სიზუსტეს ამოწმებენ ყოველი ხუთი რგოლის დაყენების შემდეგ კამარისა და ღარის გეომეტრიულ ნიველობით.

იმ შემთხვევაში, როცა სრულდება წრფივ უბანზე რგოლების მდებარეობის სისწორის მასობრივი განსაზღვრა, იქცევიან შემდეგნაირად (ნახ. 2):

გვირაბის საპროექტო ღერძიდან δ_A მანძილზე დაშორებული პოლიგონო-მეტრიულ A ნიშანზე (პ ნ A) დაცენტრილი თეოდოლიტის ჰოვარს მიმართავენ ტრასის პარალელურად. შემდეგ რგოლების თარაზულ დიამეტრზე დაყენებულ ლარტყაზე იღებენ a_1 ანათვლებს განსასაზღვრელი რგოლებიდან (ლარტყის ქუსლიდან) ჰოვარს სხივამდე. რგოლის ფაქტობრივი ცენტრის საპროექტოდან გადახრა δ_2 , როცა δ_A არის გვირაბის მარცხენა მხარეზე (ნახ. 2), იქნება

$$\delta_2 = \frac{D}{2} - (\delta_A + a_1), \quad (10.14.6.9)$$

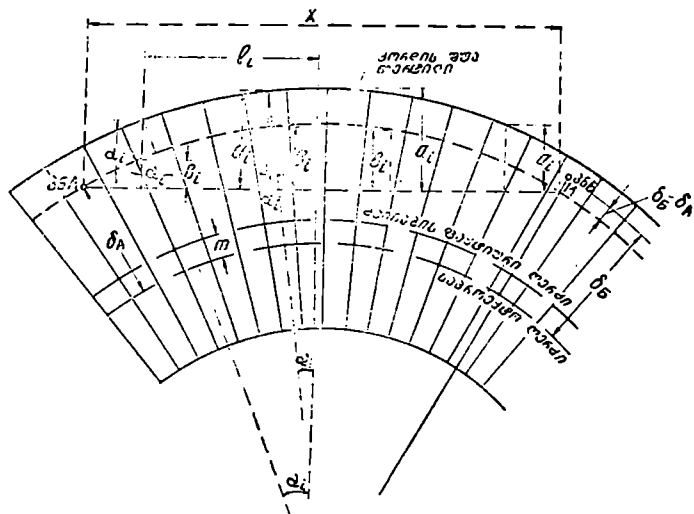
ხოლო, როცა δ_A გვირახის მარცხნივია,

$$\delta_2 = (\delta_A + a_i) - \frac{D}{2}, \quad (10.14.6.10)$$

სადაც D არის რგოლის დიამეტრი.

როცა δ_2 არის პლუს ნიშნით, მაშინ გვირახი გადახრილია საპროექტო ღერძიდან მარჯვნივ, ხოლო, როცა δ_2 -ს აქვს მინუსი ნიშანი, როგორც ეს (ნახ. 21-ზე) ნაჩვენებია, გვირახი გადახრილი იქნება საპროექტოდან მარცხნივ.

წრიული მრუდის უბანზე a_i მონაკვეთებს ზომიერენ ჰოგარის სამიზნე ღერძიდან, რომელიც გადის პოლიგონომეტრიული ნიშნის (δ_A) წერტილზე. ნატურაში ქორღის მიმართულებას საზღვრავენ შემდეგნაირად (ნახ. 3):



ნახ. 10.14.6.3.

პოლიგონომეტრიული B ნიშნიდან (δ_B) რადიუსის მიმართულებით გადაზომიერენ ($\delta_B - \delta_A$) სხვაობებით, რითაც იღებენ M წერტილს. A წერტილზე დაცენტრირებული თეოდოლიტის დამიზნების ღერძს მიმართავენ M წერტილზე. შემდეგ რგოლის დიამეტრის დონეზე თარახულად დაყენებულ ლარტყაზე იღებენ a_i ანათელებს განსასაზღვრელი რგოლიდან სხვიამდე. რგოლის ფაქტობრივი ცენტრის გადახრის δ_2 ოდენობას საპროექტო ღერძიდან ანგარიშობენ ფორმულით

$$\delta_2 = \frac{D}{2} - \left(\delta_A + \frac{a_i - b_i^2}{\cos \alpha_i} \right), \quad (10.14.6.11)$$

სადაც D არის რგოლის ფაქტობრივი დიამეტრი;

δ_A — δ_A წერტილის მანძილი გვირახის საპროექტო ღერძიდან;

$$q_i = k_i \frac{l_i^3}{2(R - z - q + \delta_A)} \text{ — ჩალუნვის ისარი:}$$

$$h_0 = \frac{x^3}{(R - z - q + \delta_A)} \text{ — ჩალუნვის ისარი ქორდის შუაში:}$$

l_i — ქორდის შუაწერტილიდან მანძილი განხილად რგოლამდე;

$x = MA$ — ქორდის სიგრძე;

R — დასაკვალავი მრუდის რადიუსი.

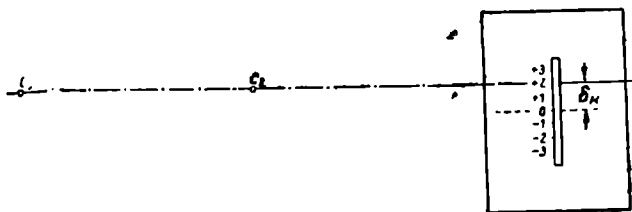
გადასაყვანი მრუდის მქონე უბანზე რგოლების ფაქტობრივი ცენტრების ადგილზე გეგმური მდებარეობის დანიშვნა ხდება ისევე, როგორც ეს სრულდება წრფივ უბანზე, რომლის გამოსავალია გადასაყვანი მრუდის საწყისისა (გმს) და ბოლოს (გმბ) შემაერთებელი დიაგონალის პარალელური მიზნების სხივი. ამ დიაგონალის დირექციულ კუთხეს საზღვრავენ (გმს) და (გმბ) წერტილების კოორდინატების (2. 6. 1. 6) ფორმულაში შეტანით.

პროექტიდან რგოლის ცენტრის z_i გადახრის ოდენობას საზღვრავენ ფორმულით

$$\delta_z = \frac{D}{2} - (\delta_A + a_i - b_{00}), \quad (10.14.6.12)$$

სადაც b_{00} არის გადასაყვანი მრუდის ელემენტი (10. 14. 5. 11) ფორმულით გამოთვლილი.

ფარების ხერხით გვირაბის აგების დროს ტუბინგებით ან ბლოკებით რგოლებს კრებენ ფარების გარსში, რის გამო რგოლების გეგმასა და პროფილში მდებარეობის სისწორე დამოკიდებულია ფარების გარსების მდებარეობის სისწორეზე, რაც განხილავი მეთოდით მოპირკეთებითი სამუშაო-



ნახ. 10.14.6.4.

ების შესრულების დროს წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად გეოდეზიურ სამუშაოს.

ფარის გეგმური მდებარეობა მოწმდება შემდეგნაირად (ნახ. 4):

გვირაბის ღერძზე ამაგრებენ C_1 და C_2 მნათ სიგნალებს; ფარზე თარაზულად დამაგრებულ ლარტყაზე მოწყობილია ძვრია დიოპტრებით ან მცირე გამადიდებლობის მოკლეფოკუსიანი ჭოვრი. ძვრის აქვს ინდექსი. ლარტყას აყენებენ ისე, რომ მისი ნული გადიოდეს ფარის ცენტრზე გამავალ ვერტიკალურ ხაზზე. ძვრის გადაადგილებენ ლარტყაზე, მანამ დამიზნების ხაზი არ და-

ემთხვევა C_1C_2 გასწვრივობას, რის შემდეგ იღებენ ანათვალს ძვირის ინდექსით, რაც გვიჩვენებს ლარტყის ნულის გადახრას საპროექტო ლერძიდან.

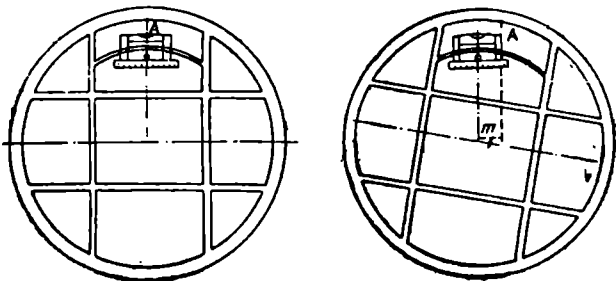
ფარის კული იმყოფება გვირაბის მოპირკეთების ქვეშ, დანა კი სან გრეთთანაა და ეს წერტილები ხილვადი არაა (ნახ. 5).

გვირაბიდან ფარის ცენტრზე ხილვადობა დაფარულია გვირაბში დამონტაჟებული ე რ ე ქ თ რ ი თ (ტუბინგების რგოლების დასამონტაჟებელი კონსტრუქცია) და გვირაბიდან ჩანს მხოლოდ ის წერტილები, რომლებიც მდებარეობენ საყრდენი რგოლის კამარის ახლო ამიტომ ფარის მდებარეობას საზღვრავენ საყრდენი რგოლის კამარაზე დამაგრებული O_1 და O_2 წერტილების მიხედვით; ხოლო l_1, l_2, l_3 მანძილებს ზომავენ ფარის მონტაჟის დროს.

ვიციტ რა O_2 და O_3 წერტილების x_2 და x_3 გადახრების ოდენობებში პროექტიდან, ისაზღვრება ფარის კულზე და დანაზე მდებარე O_1 და O_4 წერტილების გადახრის x_1 და x_4 ოდენობები ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x_2 - (x_3 - x_4) \frac{l_1}{l_3} \\ x_4 &= x_3 + (x_2 - x_1) \frac{l_2}{l_3} \end{aligned} \right\} \quad (10.14.6.13)$$

ფარის გადაადგილების დროს დომკრატების არათანადროული და არათანაბარი მოქმედების და გრუნტების სხვადასხვა სიმკვრივის გამო ფა-



ნახ. 10.14.6.6.

რები, გარდა გადაადგილებითი მოძრაობისა, განიცდის ბრუნვის მოძრაობასაც; ჩასაც ფარის გრუნტის უწოდებენ (ნახ. 6).

ფარის კამარაზე დამაგრებული A წერტილი ფარის გრების გამო შეიძლება გადაადგილდეს მისი საპროექტო მდებარეობიდან მაშინ, როდესაც ფარის ცენტრი შეიძლება დარჩეს საპროექტო მდებარეობაში. მაშასადამე, საჭიროა ფარას კამარაზე დამაგრებული წერტილების მდებარეობაში შესწორებების შეტანა, რაც არ მოითხოვება ფარის ცენტრისა და ლერძის ვიშართ. (6*) ნახაზი ნორმალური მდებარეობაა, ხოლო (6*) ნახაზი — ფარის გრების შედეგაა.

ფარის გრების განსაზღვრის მიზნით, ფარის კამარაზე დამაგრებულ A წერტილზე (რომლის გადახრას ადგენენ) კვიდებენ შეეულს, ხოლო ფარის ზედა უჯრედის იატაკზე ამაგრებენ ორ-ორი მილიმეტრის გვერდების მქონე დანაყოფებიან ფირფიტას. ფარის გრების m შესწორებას ითვლიან ფორმულით

$$m = r \sin \alpha, \quad (10.14.6.14)$$

სადაც r არის ფარის რადიუსი;

α — გრების კუთხე, რომლითაც შებრუნდა ფარი.

აღვნიშნოთ b -თი ფარის გრების შედეგად შეეულის ბოლო წერტილის გადაადგილების ოდენობა, ხოლო შეეულის ზონარის სიგრძე — d ასოთი, მაშინ $\frac{b}{d} = \text{tg } \alpha$ და ვინაიდან α კუთხე მცირეა, მივიღებთ $\sin \alpha = \text{tg } \alpha$, მაშასადამე,

(14) ტოლობის მიხედვით სამუშაო ფორმულას

$$m = r \frac{b}{d}. \quad (10.14.6.15)$$

ფარის გრების m შესწორება შეიძლება განისაზღვროს ფარის საყრდენი რგოლის ტორსზე ჰორიზონტული დიამეტრის დონეზე მიმაგრებული M_1 და M_2 მარკების ნიველობის საშუალებით, რისთვისაც საზღვრავენ ხსენებული წერტილების H_{M_1} და H_{M_2} ნიშნულებს. ამ მონაცემებით

$$m = r \cdot \frac{H_{M_1} - H_{M_2}}{S_1}, \quad (10.14.6.16)$$

სადაც S_1 არის M_1 და M_2 მარკებს შორის მანძილი.

ფარის კრენის, ან უდახრის, ავტომატურად შეტანისათვის მ. ჩერემისინის წინადადებით, ფარის ზედა უჯრედზე საყრდენი რგოლის ახლო აღულებენ ლითონის რკალს, რომლის რადიუსი ფარის ცენტრიდან ამ რკალის მაღულების წერტილამდე მანძილის ტოლია (ნახ. 6). ლითონის რკალზე მცოცავებით მოძრაობს თარაზო, როდესაც თარაზოს ბუშტულის ცენტრი ნულ-პუნქტზეა, ამ პუნქტზე გამავალი ვერტიკალური ხაზი შეთავსებული იქნება ფარის ცენტრამდე გამავალ შეეულ ხაზთან.

10. 14. 7. გვირაბებში რკინიგზის ლიანდაგების დაგებისათვის დაკვალივითი სამუშაოები

რკინიგზის ლიანდაგების დაგებისათვის გვირაბებში ამაგრებენ საგზაო რეპერებს (ნახ. 1).

წრფივ ტრასაზე საგზაო რეპერებს ამაგრებენ ყოველ 20 მეტრზე მატარე-

ბლის სვლის მარჯვენა მხარეზე, ხოლო მრუდ უბანზე ყოველ 5 მეტრზე მრუდის გარე, ანუ ამალღებული, რელსის მხარეზე. გარდა ამ წერტილებისა, ასეთ რეპერებს აყენებენ გეგმისა და პროფილის პიკეტაჟის ყველა მახასიათებელ წერტილზე.

გზის წრფივ უბანზე ტრასიდან m_r რეპერების მდებარეობას საზღვრავენ ცორომულით

$$m_r = \delta_A + m_{11} \quad (10.14.7.1)$$

სადაც δ_A არის პოლიგონომეტრიული A ნიშნის დაშორება (მანძილი) ლიანდაგის ლერძიდან;

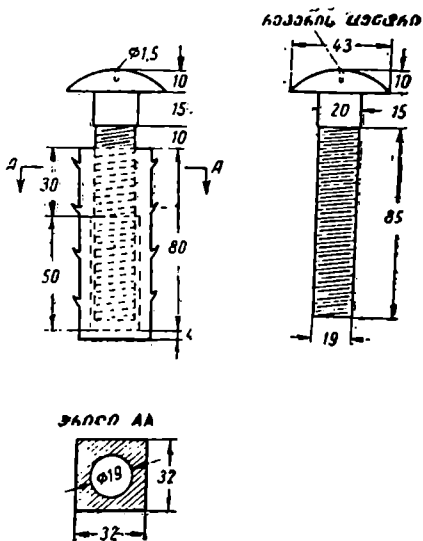
— A წერტილზე დაცენტრილი თეოდოლიტის ლიანდაგის ლერძის პარალელური სხივის მანძილი საგზაო რეპერამდე.

საგზაო რეპერებს ამაგრებენ ისე, რომ განხილად პიკეტაჟში კანკიკის სფერული თავის ნიშნული იყოს ამ რეპერთან ახლო რელსის ზემო ნაწილის ნიშნულის შესაბამისი. პირველ რიგში საგზაო რეპერებს კვალავენ და დაამაგრებენ განხილად პიკეტაჟში და შემდეგ კი მათ აბეტონებენ.

დამაგრებული რეპერების პიკეტაჟს ნატურაში აწარმოებენ პოლიგონომეტრიული ნიშნებიდან დაყენებულ რეპერამდე რულეტის საშუალებით გაზომვებით არა უმეტეს 3 მმ შეცდომისა.

დაყენებული საგზაო რეპერების ნამდვილი (ფაქტობრივი) საპიკეტაჟო მნიშვნელობების დადგენის შემდეგ ისაზღვრება მათი საპროექტო ოდენობები. ამისათვის კანკიკების ამოხრახნით ან ჩაირახნით მათ სფერულ თავებს ნიველირით აყენებენ საპროექტო ნიშნულებზე და კანკიკს ღუნავენ. რომ ქანჩმა არ იბრუნოს.

სინამდვილეში წინასწარ დამაგრებული რეპერების ფაქტობრივ ნიშნულებს განსაზღვრავენ III კლასის გეომეტრიული ნიველობით: რის შემდეგ საგზაო რეპერებს სიმაღლეში აყენებენ ზუსტად და ქანჩმა რომ არ იმოძრაოს. მას აღულებენ კანკიკზე.



ნახ. 10.14.7.1.

საგზაო რეპერების ფაქტობრივი ნიშნულების გადახრა საპროექტოსაგან არ უნდა აღემატებოდეს 3 მმ.

გვეგმაში რელსების დალაგებისათვის საჭიროა განისაზღვროს მანძილები რეპერებიდან ლიანდაგის ღერძამდე, რომელსაც საზღვრავენ საბოლოოდ გაწონასწორებული მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიული ქსელის რეპერების მიმართ.

გ ა დ ა ს ა ს ვ ლ ე ლ ი მ რ უ ლ ე ბ ი ს უ ბ ა ნ ზ ე რ ე პ ე რ ე ბ ი დ ა ნ ლ ი ა ნ დ ა გ ე ბ ი ს ღერძამდე მანძილებს ზომავენ ტანგენსის ხაზის პარალელური ხაზის მიმართ და ანგარიშობენ ფორმულით

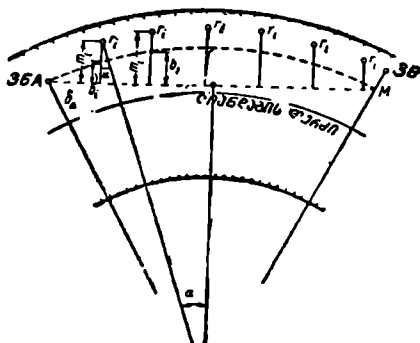
$$\delta r_i = \delta_A + m_i + y_i, \quad (10.14.7.2)$$

სადაც

$$y_i = \frac{b_i^3}{6C} - \frac{l_i^3}{336C^2}; \quad (10.14.7.3)$$

l_i არის გადასასვლელი მრუდის სიგრძე გადასასვლელი მრუდის საწყისი წერტილიდან i ნომრის მქონე მიმდინარე წერტილამდე;

C — გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი.



ნახ. 10.14.7.2.

წ რ ი უ ლ ი მ რ უ ლ ი ს უ ბ ა ნ ზ ე ლ ი ა ნ დ ა გ ი დ ა ნ რ ე პ ე რ ა მ დ ე მ ა ნ ძ ი ლ ე ბ ს საზღვრავენ ლარტყაზე თეოდოლიტით, რომლის კოგრის დამიზნების ღერძი მიმართულია ლიანდაგის ქორდის პარალელურად. ამ დროს ლარტყა, რომელზეც უნდა იქნეს ათვლილი m_i ანათვალი სამიზნე A და B პოლიგონომეტრიულ ნიშნებზე (პნ A—პნ B) შეთავსებული ღერძიდან r_i რეპერამდე, უნდა იყოს ამ სხივის მართობული (ნახ. 2).

(2) ნახაზის შესაბამისად ლიანდაგის ღერძიდან r_i რეპერამდე δr_i მანძილი განისაზღვრება ფორმულით.

$$\delta r_i = \delta_A + \frac{m_i - b_i}{\cos \alpha}. \quad (10.14.7.4)$$

მიმდინარე წერტილში მრუდის ჩაღუნვის ისრის ξ ოდენობას საზღვრავენ ფორმულით

$$b_i = b_0 - \frac{l_i^3}{2(R - \alpha + \delta_A)}, \quad (10.14.7.5)$$

სადაც

$$b_0 = \frac{x^3}{8(R - \alpha - \delta_A)}. \quad (10.14.7.6)$$

აღნიშნოთ ქორდის შუა წერტილსა და რეპერს შორის მანძილი l ასოთ, z შინ

$$\cos \alpha = 1 - \frac{l^2}{2(R - z + \delta_A)}. \quad (11.14.7.7)$$

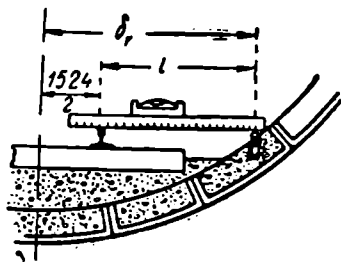
მაშასადამე, მივიღებთ

$$\delta_r = \delta_A + \frac{m_i - b_i}{\left(1 - \frac{l_i^2}{2(R - z + \delta_A)}\right)}. \quad (10.14.7.8)$$

მანძილებს საზღვრავენ ორ-ორჯერ ურთიერთდამოუკიდებლად, რომელთა შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 3 მმ.

ლიანდაგის ღერძამდე რეპერების მანძილების განსაზღვრის შემდეგ ადგენენ; საგანგებო უწყისს, რომელშიც უჩვენებენ რეპერის პიკეტაჟს, რელსის თავის ნიშნულებს, რეპერიდან ლიანდაგის ღერძამდე δ_r მანძილს და რეპერიდან ახლო დაყენებული რელსის შუა წახნაგამდე l მანძილს (ნახ. 3).

ლიანდაგის რელსების შიგა წახნაგებს (კიდეებს) შორის მანძილია 1524 მმ. რუდე უბნებზე ეს სიგრძე იცვლება მრუდის R რადიუსის შესაბამისად. რელსებს ადგილზე ამაგრებენ საგზაო რეპერებიდან, რისთვისაც იყენებენ ლარტყასა და თარაზოს (ნახ. 3). ჩვეულებრივ, ადგილზე რელსების დაგებამდე ორივე რელსს ამონტაჟებენ შპალეებზე საპროექტო მდებარეობაში, ლარტყის ნულოვან დაწაყოფზე დაყენებულ წვეტანას ათავსებენ საგზაო რეპერის ნახვრეტში, ხოლო მისი მეორე მხარის ბოლოს ადებენ დაყენებული რელსის თავს; ამ დროს ლარტყაზე დაყენებული თარაზოს ბუშტულის ცენტრის ნულპუნქტზე შეთავსებამდე აადგილებენ რელსს თარაზულად და ვერტიკალურად. ამ დროს რელსის შიგა წიბოს შესაბამისი ანათვალი ლარტყაზე უნდა იყოს საპროექტო ნიშნულის ტოლი, რაც მოცემულია უწყისში. შემდეგ მრუდწირულ უბნებზე შიგა რელსს ადაბლებენ საკირო ოდენობით გარე რელსთან შედარებით და ბოლოს გვირაბის მოპირკეთებაზე და რელსებზე მიბრუნებულ დომკრატებს ათავისუფლებენ. განმეორებითი შემოწმების შემდეგ აბეტონებენ შპალეებს.



ნახ. 10.14.7.3.

დაბეტონების პროცესში გეოდეზიკები დროგამოშვებით აკონტროლებენ ნიველირით რელსების სასიმაღლო მდებარეობას, ხოლო წრფივ უბნებზე მათი ნიველობა მოწმდება რელსის წახნაგზე დაცენტრირილი თეოდოლიტით წრიულ უბნებზე რელსების სწორად დაგება მოწმდება 10—20 მეტრიანი ქორდების შუაში რელსების ჩაღუნვის ისრების საკონტროლო განაზომებით.

10. 14. 8. დაჯდომებისა და დეფორმაციებზე დაპროგნოზები

გვირაბების აგების დროს მიწისქვეშა გამონამუშევრების გამო ხდება დე-
დამიწის ფიზიკური ზედაპირის დაჯდომა. მიღებულია, რომ ეს დაჯდომები
ვრცელდება გვირაბის ღერძიდან მისი ჩაღრმავების ოდენობის ნახევარზე. არა-
ხელსაყრელ გეოლოგიურ პირობებში ჯდომების გავრცელების სივრცეები
იცვლება და ზოგჯერ აღწევს დეციმეტრებს და მეტსაც. აღნიშნულის გამო,
როცა ტრასაზეა შენობები და ნაგებობები, საჭიროა განსაკუთრებული ყურად-
ღებით დაჯდომებზე დაკვირვებები და სათანადო ზომების მიღება. წინააღმდეგ
შემთხვევაში, შეიძლება შენობები დაინგრეს. მოსალოდნელი ხიფათის აცილუ-
ბისათვის ბრძოლა უნდა დაიწყოს იმ მომენტიდან, როცა ჯდომის ოდენობა
წარმოიქმნება 5—6 მმ ოდენობით. ამ დროიდან საჭიროა სისტემატური დაკვირ-
ვებები დროზე ხიფათის აცილებისათვის. ამიტომ დეფორმაციის ზონაში სანამ
დაიწყებდნენ გვირაბის გაყვანას, ნაგებობების და შენობების სხვადასხვა ელემ-
ენტებზე ამაგრებენ დროებით რეპერებს, რომლებიც წაავას რკინიგზის ლა-
ანდაგის ომბოხოებს. სამთო სამუშაოების დაწყებამდე ორჯერ აწარმოებენ ზე-
მოხსენებული დროებითი რეპერების ნიველობით ნიშნულების განსახლვრას. ამ
რეპერებს უკავშირებენ ძირითად სახელმწიფო სასიმალო საფუძველს I:1
კლასის გეომეტრიული ნიველობით.

დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ჯდომის ოდენობები დამოკიდებულია
გვირაბის ჩაღრმავების ოდენობებზე; გეოლოგიურ პირობებზე; სამთო გამონამუ-
შევრების ზომებზე; სამთო სამუშაოების სისწრაფესა და მეთოდების სახეებზე
და სხვ. ჩაღრმავების ინტენსივობის მიხედვით განმეორებით ანიველებენ ყო-
ველ 45 დღეში, ყოველ 10 დღეში, ან ყოველდღიურად. განსაკუთრებულ
ანალიზს უკეთებენ უკანასკნელი ორი ნიველობით მიღებულ საკონტ-
როლო მასალას, ასევე აწარმოებენ საწყისი და ბოლომდე შესრულებული
განივრებითი ნიველობის მასალების ანალიზს: ბოლოს ადგენენ 1:500
მასშტაბებში დიაგრამას, რომელზეც აღნიშნული იქნება ჯდომების გა-
ვრცელების ზონები და ოდენობები. თვით მიწისქვეშა გამონამუშევრების ზო-
ნებშიც შეიძლება გამაგრებებისა და ელემენტების დეფორმაციები: ამიტომ ამ
სივრცეებზე სისტემატურად ანიველებენ გვირაბის კამარაში და დარულ
ადგილებში ჩამაგრებულ საგანგებო წერტილებს. მეტროპოლიტენის
ქველი და ახალი ხაზის გადაკვეთის სივრცეებზე სპეციალურად აკვირდებიან ნა-
გებობებისა და აგრეგატების ჯდომებსა და დეფორმაციებს. ამ სივრცეებსა და
ნაგებობებზე ამაგრებენ რეპერებს ყოველ 10—15 მეტრზე. ამ რეპერებზე და-
კვირვებების გამოსავალ პუნქტებს წარმოადგენს მიწისქვეშა საფუძვლების
პუნქტები. ტუბინგებით და ბლოკებით გვირაბების მოპირკეთების დროს გვერ-
დითი სამთო წნევებით გამოწვეული დეფორმაციის გამოვლინების მიზნით
სრულდება ყოველი 5—10 რგოლის დაყენების შემდეგ ჰორიზონტული დიამეტ-
რის საკონტროლო გაზომვები ყოველი 10—20 დღის პერიოდით. ბეტონით მო-
პირკეთებულ გვირაბებში გვერდითი სამთო წნევებით გამოწვეულ დეფორმა-
ციებს ავლენენ გვირაბების კედლების ურთიერთშეახლოების დადგენით, რის-
თვისაც გვირაბის კედლებში ტოლ სიმაღლეზე ურთიერთმოპირდაპირე წერტი-
ლებზე აყენებენ ნიშნებს. ამ ნიშნების წვეროებს შორის მანძილებს ზომავენ
სისტემატურად კომპარირებული რულეტით, რაც იწერება საგანგებო უწყისში.

თუ დეფორმაცია აღემატა დასაშვებ-ორდენობას, სწრაფად იღებენ ზომებს მის სალიკვიდაციოდ.

იმ შემთხვევაში, როცა გვირახიჭადის არასაიმედო მეწყრულ ადგილებში, დაკვირვებებს აწარმოებენ გასწვრივობის წერტილების ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში განლაგების მუდმივობის ბოთხოვნით. ამ მიზნით გვირახის კამარახე ყოველ 5 — 10 მ გასწვრივობაში ამკვრებენ წერტილებს და მათზე ჰკიდებენ შვეულებს. გასწვრივობა გრძელდება ტრასის მაგარ ნაწილში 50 — 100 მ, შესასწავლი უბნის ორივე მხარეზე. თეოდოლიტს აყენებენ მყარ ადგილზე და იღებენ მიმართების შესასწავლი უბნის მეორე ბოლოს მყარ ადგილზე დაკიდებულ შვეულზე. შესასწავლი უბნის შვეულის გადახრის ოდენობას გასწვრივობიდან ზომავენ რულეტით.

10. 14. 0. მიწისძვრა მუშატობის დროს უსაფრთხოების ძირითადი წესები

შახტის ჰაურში სამუშაოების შესრულების დროს საიმედოდ აწყობენ თაროებსა და ფენილებს, დაკვალვების წარმოებისას უნდა ვერიდოთ ხელით (ურთობით, ნაჯახით და სხვ.) მომუშაულებს და სხვადასხვა ამწე და სატვირთაი მანქანების გამოყენების ზონას. ელექტროშემიღებლებისაგან მხედველობას ეკავებს ფარებით, სათვალეებით, შირმებით და სხვ. განსაკუთრებით სიფრთხილვა. საჭირო ტელეფონული (მობრავი) ბუნკერებშია და ესტაკადები მის მოქმედების ზონაში მუშაობისას. წიაღში მუშაობის დროს საჭიროა სპეციალური თავსაცავი ქუდის (კასკა, ჩაჩქანი) დახურვა. თაროზე მუშაობის პროცესში, როცა თაროს ქვეშ მიმდინარეობს მუშაობა, საჭიროა ყველა ინსტრუმენტი თაროზე მიმაგრებული იყოს თოკით. ჰაურში გეოდეზიური სამუშაოების პროცესში საჭიროა ყველა სახის საშენებლო სამუშაოების შეჩერება. საშახტო კაბინაში ხალხის ჩასმისა და ქაბინიდან გამოშვების ნებართვას იღებენ ინჟინერი. გვირახებში ან შტოლნებში გეოდეზიური მოწყობილობების გადატანის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექციოდ მთაგაბარიტი ხომ არ უშლის ხელს ვაგონეტების მოძრაობას.

ერთი პორიზონტიდან მეორე პორიზონტზე ქანებისა და ტვირთების გადატანას ასრულებენ დიდი დაქანების მქონე ლიანდაგით, რასაც ბრემსბეგრები ეწოდება. დატვირთულ ვაგონეტებს სწევენ მის ლიანდაგზე ბაგირებით ჯალამბრის გამოყენებით. ბაგირის გჭყყვეტის მოსალოდნელი ხიფათის ასაცილებლად ამ ზონაში გეოდეზიური სამუშაოების შესრულების დროს ბრემსბეგრის მუშაობას აჩერებენ.

გვირახებსა და შტოლნებში გეოდეზიური სამუშაოების შესრულებას პროცესში სამუშაო ადგილს საგანგებოდ შემოაკავებენ და მათზე აღნიშნავენ სხვადასხვა გამაფრთხილებელ ნიშნებს.

აგებული გვირახის დიამეტრის გაზომვის დროს იღებენ ყოველგვარ ზომას, რათა რულეტის ბოლო არ შეეხოს ნებხსმიერი სახის ელექტროგაყვანილობას.

აგებული გვირახის ღარის ნიველოების დროს საჭიროა მასზე დამაგრებული ჯიკრები ავადროთ და სამუშაოს დამთავრებისთანავე აღდგეს ყოველივე, რათა ეცინილზე მოსიარულენი არ შეფერხდნენ.

გეოდეზიური სამუშაოების დროს, ახლო არსებული ქვიშაქაელები და ჰიდროლოგიური სამუშაოები უნდა შეჩერდეს.

აფეთქების დროს გვირაბებში გროვდება მანვნი გაზები; ამიტომ იმ სივრცეში შესვლა შეიძლება მხოლოდ ტექნიკური ზედამხედველის ნებართვით.

ტუბინგების აწყობა გვირაბის მოპირკეთების დროს სრულდება ე რ ე ქ ტ ო რ ი თ, რომლის საშუალებით ხდება 1 ტონის წონის ტუბინგის აწვევა, ადგილზე დაყენება. ყოველივე ხდება ფარის ახლო და მეტად სახიფათო პროცესით.

კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების დროს იყენებენ ნათურებს, რისთვისაც საჭიროა სამუშაოს დაწყების წინ გავიგოთ შეიძლება თუ არა არსებულ ხაზში ნათურის ჩართვა, რომლის ვოლტაჟია, ჩვეულებრივ, 36.

საერთოდ, საჭიროა ნებისმიერი სამუშაოს დაწყების წინ გავეცნოთ სათანადო ინსტრუქციას.

თ ა ზ ი X V

გადაადგილებებისა და დაჯდომების გაზომვები გეოდეზიური მეთოდებით

10. 15. 1. სამთო ქანების გადაადგილება, დაჯდომების მიზანშეწონი და მათზე დაკვირვებების სქემები

სხვადასხვა სამეცნიერო და სახალხო სამეურნეო მიზნებისათვის საჭირო ხდება სამთო ქანების გადაადგილებებისა და დაჯდომების გულდასმით შესწავლა. ერთის მხრივ, ზემოხსენებული ძვრების მიზნებია ლითოსფეროსა და ზემო მანტიის ე ნ დ ო გ ე ნ უ რ ი (შინაგანი), ხოლო, მეორე მხრივ, დედამიწაზე ე კ ზ ო გ ე ნ უ რ ი (გარეშე) ბუნებრივი და ხელოვნური მიზეზებით გამოწვეული მოვლენები. ხსენებული ძვრები იწვევენ შენობების, ნაგებობებისა და სხვადასხვა საინჟინრო კომუნიკაციების დეფორმაციებს.

სამთო ქანების ხსენებული ძვრები შეიძლება იყოს მ ი ქ რ ო და მ ა ქ რ ო, რომელთა დროზე დადგენა, გაზომვა და ქცევაზე დაკვირვებებისა და გაზომვების წარმოება მეტად საჭირო და საპასუხისმგებლო საქმეა. ამიტომ საჭიროა ხსენებული მოვლენების შედარებით გულდასმით შესწავლა.

როგორც შევნიშნეთ, გადაადგილებები შეიძლება დავეყოთ ბ უ ნ ე ბ რ ი ვ და ხ ე ლ ო ვ ე ნ უ რ ი (ტექნოგენური, ანტროპოგენური) მოვლენებად. ბ უ ნ ე ბ რ ი ვ ს მიეკუთვნება ენდოგენური და ეკზოგენური პროცესებით გამოწვეული მოძრაობები. ე ნ დ ო გ ე ნ უ რ ი პროცესები იწვევენ დედამიწის ქერქის საუკუნეობრივ მოძრაობებს; ე კ ზ ო გ ე ნ უ რ ი პროცესები კი — ჰიდრომეტრიულ მოძრაობებს, მიწის ზედაპირის მიკრო დახრებს, რაც დაკავშირებულია ატმოსფეროს წნევების ცვალებადობასთან, მიკროსეიმიკასთან და სხვ. აქვე დავასკვნით, რომ ეკზოგენური პროცესებით გამოწვეული დედამიწის ზედაპირის გადაადგილებები, მათი გამოვლინების ფორმის მიუხედავად, შეიძლება იყოს შ ე ბ რ უ ნ ე ბ უ ლ ი, უპირატესად გადაადგილების წლიური ციკლით, რაც დაკავშირებულია გრუნტების ჰიდროთერმული რეჟიმის პერიოდულ ცვალებადობაზე, როგორცაა გაყინვა, გადნობა, ტენიანობის ცვალებადობა და სხვა, და ა რ ა შ ე ბ რ უ ნ ე ბ უ ლ ი, დაჯდომებთან დაკავშირებით, რომლებიც განპირობებულია სხვადასხვა ჯდომის პროცესებით, როგორცაა მეწყურები და სხვ.

ხელოვნურ მოვლენებს მიეკუთვნება სამთო ქანების გადაადგილებები, გამოწვეული ადაშიანის საინჟინრო-საწარმოო მოქმედებებით, რაც იწვევს:

1. მიწის ზედაპირის ჩაწევას (ჩაზნექვას) სამთო გამონაჟუშევრების მიზეზით;
2. მიწის ზედაპირის ჩაწევა მიწის წყლების ან თხევადი სასარგებლო წიაღისეულის ამოქაჩვის შედეგად;
3. სამთო ქანების გადაადგილება აფეთქებებით, მანქანების მუშაობით, მატარებლების მოძრაობით და სხვ.,
4. სამთო ქანების გადაადგილება ბუნებრივი წნევების შეცვლით (სამშენებლო ქვაბულების გახსნით ან სხვადასხვა ნაგებობების აშენების შედეგად);
5. სამთო ქანების გადაადგილება მათი ჰიდროტექნიკური რეჟიმის ცვალებადობით და სხვ.

ცხადია, რაც უფრო დეტალურად იქნება შესწავლილი სამთო ქანებისა და საჭირო სივრცეების საკითხი, მით ადვილად და საიმედოდ შეირჩევა ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლებისა და საჭირო გამაგრებების საკითხები.

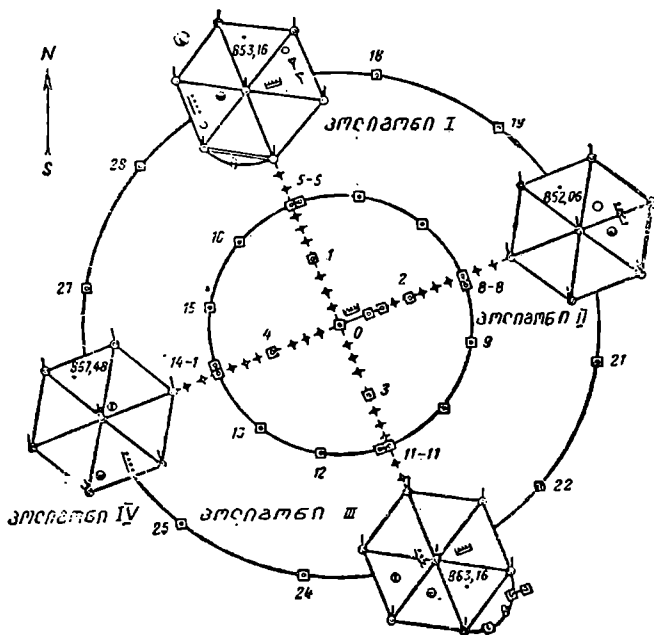
ზემოხსენებულის მიზეზით საჭიროა დაეაყენოთ გამოკვლევები ისე, რომ სხვადასხვა სიღრმეების ექსპლუატაციისას სივრცეებზე საიმედოდ შეგვეძლოს დეფორმაციების დადგენა და საჭირო ღონისძიებების ჩატარება. ეს გამოკვლევები პასუხს უნდა იძლეოდეს სამთო ქანების დეფორმაციების მიზეზების შესახებ. როგორც აღვნიშნეთ, ძირითადად ეს მიზეზებია: ქანების ტემპერატურების ცვალებადობა, მიწისქვეშა წყლები და განხილად უბანზე ლითოსფეროს სეისმური და მიკროსეისმური მოძრაობა.

სამუშაოები ქანების გადაადგილებისა და მათი მიზეზების გამოვლინების შესახებ უნდა სრულდებოდეს კომპლექსურად, შეთანხმებული გრაფიკის შესაბამისად.

მიუხედავად თავისებურებებისა, როგორც საინჟინრო-გეოლოგიური, ისე ჰიდროგეოლოგიური სამუშაოები უნდა შესრულდეს საგანგებოდ იმ ტერიტორიაზე, სადაც შენდება მსხვილი ან უნიკალური საინჟინრო ნაგებობა; მაგრამ მშენებლობის დამთავრების შეზღუდული ვადა არ იძლევა განხილადი უბნის სრულყოფილად გამოკვლევის საშუალებას. ამიტომ სამშენებლო მოედანზე ძირითადი ნაგებობების ახლოს გამოკვლევებისათვის ქმნიან საკონტროლო პოლიგონს.

ძირითადი ნაგებობებისათვის საჭირო ტერიტორიაზე მშენებლობის დაწყებამდე საკონტროლო პოლიგონზე ძირითადი ტერიტორიითურთ თანადროულად აწარმოებენ დაკვირვებებს. ორივე მოედანზე წინასწარი თანადროული მუშაობით დადგინდება ამ მოედნების გეოდინამიკური განსხვავებები, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მის შემდეგ, როცა სამშენებლო უბანზე მშენებლობის დაწყებასთან დაკავშირებით გამოკვლევები შეწყდება. საკონტროლო პოლიგონზე დაკვირვებები საშუალებას იძლევა ქანების დეფორმაციებს შორის დამყარდეს რაოდენობრივი კავშირი მშენებლობის დაწყებამდე, მშენებლობისა და სამონტაჟო სამუშაოების პროცესში და ნაგებობის ექსპლუატაციის პირველ პერიოდში. ეს ღონისძიება საშუალებას იძლევა დადგინდეს ნაგებობათა ფუძე-საძირკვლების ბუნებრივი დეფორმაციების შესახებ პროგნოზები მათი ექსპლუატაციის პერიოდში. დაკვირვებების ძირითადი არსი მდგომარეობს დროთა ვითარებაში დედამიწის წერტილების გადაადგილებების დადგენაში. ტემპერატურისა და ტენიანობის რყევის სიღრმეზე მეტი სიღრმით რეპერების ჩასმით დგინდება წმინდა სახის ჰიდროთერმიული მოძრაობები.

გადაადგილებებზე დაკვირვებები სრულდება წერტილოვანი (ანუ ერთ პუნ-
ქტზე დაკვირვებები), გასწვრივ-აზოვანი (ანუ წრფეზე განლაგებულ...



- | | |
|---|------------------------------|
| ოკციკულ-მაკანიკური კომპარატორი | ნიღაბ ბაგნოვი თერმომეტრები |
| სიმიტის ნიშანი ნივარით | ვადეასკოლი, შტატივი |
| ჯგუფური ბიგბეალური ნიშანი | რეპენტიკატორი |
| შებენებური შვალდი | ბიგმეტრიული საყუდენი ნიშანი |
| ღრსხიანი რეპერი | თერმომეტრიული ჯგუფური ნიშანი |
| გეგმურ-სიმაღლური ნიშანი | სასიმაღლე ნიშანი |
| მიწისქვეშა ნიშნის დასაკვირვებელი ჯგუფური ნიშანი | |

ნახ. 10.15.1-1

წერტილებზე დაკვირვებები და ფართობითი (ანუ ურთიერთდაკავშირებულ წერტილებზე დაკვირვებები) მეთოდებით. გეოდეზიური მეთოდებით გა-

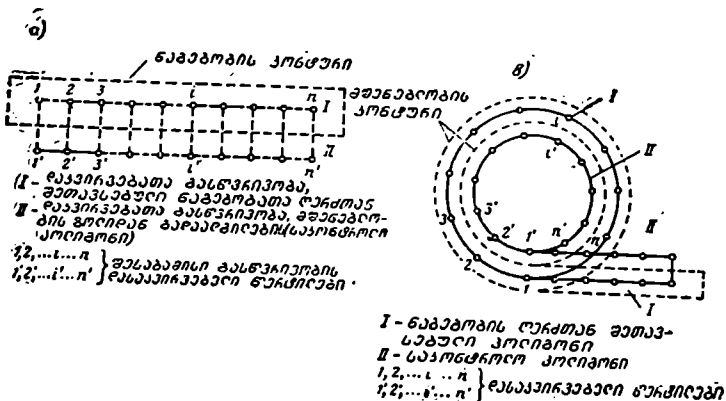
ზომების დროს იყენებენ ინვარულ მავთულებს, სა-ნგებო სინათლის მანძილ-
მომებს, უმაღლესი სიზუსტის გეომეტრიულ ნიველობას, ჰიდროსტატიკურ
ნიველობას და სხვა საგანგებო ხელსაწყოებსა და ინსტრუმენტებს.

იმისათვის, რომ შეიძინეს დაკვირვებებს სქემა, საჭიროა დაწერილებითი
საინჟინრო-გეოლოგიური მიმოკვლევები.

იმ რაიონებში, რომელთა შესაძლო დელორმაციების მხრივ მახასიათებელი
უბნები ისაზღვრება ერთმნიშვნელოვნად, ხოლო ტერიტორიის დანარჩენი უბ-
ნები საკმარისად ერთგვარია და არ არის მოსალოდნელი დაუშვებელი დეფორ-
მაციები, ქმნიან ურთიერთდაკავშირებულ. უმთავრესად სრულ ექვსკუთხა ცენ-
ტრალურ სისტემებს (ნახ. 1).

(1) ნახაზი ეკონომიურია და მცირე ზომის პოლიგონების გამო შესაძლებ-
ლობას იძლევა მიღწეულ იქნეს ძვრებსა გაზომვების დიდი სიზუსტე მარტივი
მეთოდებით.

იმ უბნებზე, სადაც შეიმჩნევა ქანების თანდათანობითი არამკვეთრად ცვა-
ლებადი დეფორმაციული თვისებები, უნდა შეიქმნას ურთიერთტოლ მანძილებ-
ზე განლაგებული ნიშნების ქსელი, რომლებიც იქნებიან რაც შეიძლება ახლო



ნახ. 10.15.1.2.

მომავალი ნაგებობების ძირითად ტექნოლოგიურ ღერძთან (ნახ. 2). მაგალი-
თად, (2^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია წრფივი ნაგებობებისადმი დასაკვირვებელი პუნქტე-
ბის სქემა, ხოლო (2^ბ) ნახაზზე კი წრიული ნაგებობისადმი. რთული საინჟინრო
გეოლოგიური სახის დიდ სივრცეებზე (1,5x1,5 კმ მეტი), გარდა ცალკეული
პოლიგონებისა, აგებენ დაკვირვების პუნქტებს ნაგებობათა ტექნოლოგიური
ღერძების გასწვრივ. ნებისმიერი ქსელის დეფორმაციული უბნები ივსება და-
ძატებითი ცალკეული (წერტილოვანი) პუნქტებით.

იმ შემთხვევაში, როცა მშენებლობის მსვლელობის გამო ხდება პუნქტების
განადგურება, საჭიროა ახლო ტერიტორიაზე საჭირო პუნქტების ქსელის (პო-
ლიგონები და საკონტროლო წერტილები) აგება.

ნაგებობათა ექსპლუატაციის პერიოდში ბუნებრივ დეფორმაციებზე და-

კვირება ხდება ნაგებობათა დამონტაჟებისათვის საჭირო ღერძებიდან, ფუძე-საძირკვლებისადმი დაკვირვებების და, საერთოდ, გეოდეზიური ქსელის პუნქტებიდან.

მეწყობეზე დაკვირვებების დროს საჭიროა, გარდა ბუნებრივი მიზეზებისა, ხელოვნური მიზეზების შესწავლაც. როგორც ცნობილია, აღამიანის მოქმედების შედეგად მეწყრის გამოწვევის ხელოვნური მიზეზები: ფერდობების ჩამოჭრა გზების გაყვანის დროს, თხრილების გაყვანა, ქვაბულების შექმნა, კარიერების შექმნა, ხელოვნური ნაგებობების შექმნა პირველადი მეწყრების მქონე ადგილებზე, გრუნტების ხელოვნური გაყვანა და გაღობა, სამშენებლო მოედნების არასწორად მოშანდაკება, მექანიზმების ღინამიკური ზემოქმედება და სხვ.

მეწყობეზე დაკვირვებისათვის აარსებენ საგანგებო სადგურებს, საიდანაც აკვირდებიან თვლით და საჭირო ინსტრუმენტებით. თვლით დაკვირვებებს. რომელიც დაკავშირებულია რეკოგნოსირებასთან, ჩახატებთან, ფოტოგადაღებასთან, და რაიონის დეტალურად შესწავლას ახდენს ინჟინერ-გეოლოგი. ხოლო ინსტრუმენტულ დაკვირვებას ახდენს გეოდეზისტი, ისინი ძირითადად იყენებენ შემდეგ მეთოდებს:

1. გრძივი და განივი გასწვრივობის მეთოდი, სადაც ისაზღვრება ჰორიზონტული გადაადგილებები;

ამ შემთხვევაში გეოდეზიურ გასწვრივობებს ამაგრებენ მეწყრის როგორც გასწვრივ, ისე მისი გადაძვევით მიმართებით. ამ მეთოდის შესრულებისათვის საჭიროა ყოველი გასწვრივობის გაგრძელებაზე საიმედო ადგილას იქნეს დამაგრებული წერტილები და მათ შორის კი დასაკვირვებელი რეპერები, რაც ძვრების დასადგენად დიდ სიძნელეს არ წარმოადგენს;

2. დიფერენციალური მეთოდით, ჰორიზონტული გადაადგილების გრაფიკულად განსაზღვრა.

ამ მეთოდის არსი ის არის, რომ შესასწავლი მეწყრიანი ტერიტორიის გარშემო დაყენებულ დასაკვირვებელ რეპერებს შორის აყენებენ რამდენიმე საგანგებო უძრავ საყრდენ პუნქტს, საიდანაც პირდაპირი ან შებრუნებული ვადაკვეთებით აკვირდებიან შესასწავლ რეპერებს. პერიოდულად დადგენილი ერთი და იმავე კუთხის სხვადასხვა მნიშვნელობებით გეგმაზე გრაფიკულად აგებენ ყოველი რეპერის გადაადგილების ოდენობას და მიმართულების შესაბამის რეპერს. ამ მეთოდს დიფერენციალურს უწოდებენ, რადგანაც დასაკვირვებელი რეპერების გადაადგილების გამოსასახად იყენებენ სადგურიდან მიმართების კუთხესა და მანძილებს კი არა, არამედ მათ მცირე ნაზრდებს, რომლებიც ისაზღვრება დაკვირვებების სხვადასხვა ციკლების შესრულების შესაბამისად;

3. გეოდეზიური ვადაკვეთების მეთოდი;

4. ანალოზური ქსელის (ტრიანგულაცია, ტრილატერაცია) მეთოდი;

5. სტერეოფოტოგრამმეტრიული მეთოდი;

6. გეომეტრიული და ტრიგონომეტრიული ნიველობა;

7. კომბინირებული მეთოდი.

გეოდეზიური ნიშნების მდებარეობა შესასწავლ ზედაპირზე საჭიროა განისაზღვროს არაუმეტეს ± 30 მმ გეგმაში და $+ 10$ მმ სიმაღლეში. შეცდომით.

10-15. 2. სამთო ქანების შრე და შრის გადაადგილებაზე
დაკვირვებებისათვის რეპერების სახეები

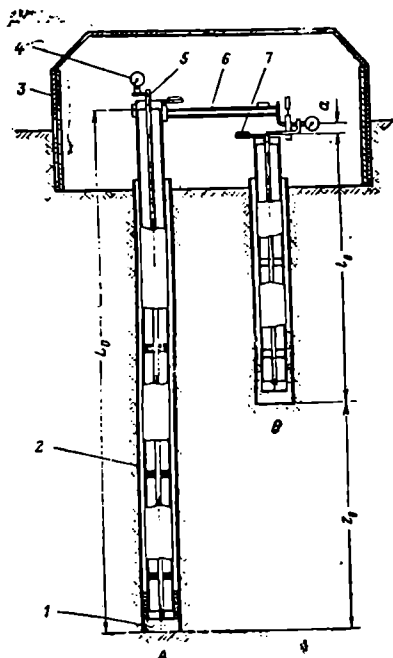
სამშენებლო ტერიტორიის დეფორმაციულ-ანომალურ ადგილებში სამთო ქანების გადაადგილებების შესასწავლად იყენებენ ჯგუფურ და სიმებიან ღრუ რეპერებს.

А. ჯგუფური რეპერი (ნახ. 1)

ნაგებობების ფუძეებად გამოსაყენებელი სხვადასხვა სიღრმეზე ჩაწოლის მჭონე სამთო ქანების ფენების გეგმური და სასიმალო ურთიერთგადაადგილებების განსაზღვრისათვის ვ. ნოვაკის მიერ მოწოდებულია რეპერის მოწყობილობა, რომელსაც უწოდეს ჯგუფური რეპერი (ნახ. 1).

ჯგუფური რეპერი შედგება რამდენიმე გეგმურ-სასიმალო ბეტონის ნიშნისაგან, ერთი მათგანია ძირითადი, რომელიც მაგრდება წია-

ლის ძირითად (მტკიცე) ქანში, ხოლო დანარჩენები (დამხმარე ნიშნები) ემთხვევა მის ახლო ზემო (შესასწავლ) ქანებს. ძირითად ნიშნთან საგანგებო მოწყობილობებით დაკავშირებულდება დამხმარე ნიშნები, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ძირითადი ნიშნის მიმართ დამხმარე ნიშნების გეგმურ-სასიმალო გადაადგილების ოდენობა. (1) ნახაზზე მოყვანილია ორი ნიშნისაგან შემდგარი გეგმურ-სასიმალო ჯგუფური რეპერები. *B* დამხმარე ნიშნის *A* ძირითადი ნიშნისადმი გადაადგილების ფიქსირება ხდება საათისმავარი ინდიკატორით 4, რომელიც დაყენებულია *A* ნიშანზე მიმაგრებულ საგანგებო ბიეტონის კონსოლზე 6. *A* და *B* ნიშნები ურთიერთდაშორებულია 30—40 სმ. ორივე ჰაბურდილი ისე ჯდება, რომ მათი ქვედა ნაწილები იყოს ღია. *A* ჰაბურდილში აბსიდური მილი 2 ჩერდება (არ ჩაიშვება) სანგრევიდან 2,5—3,0 მ, ხოლო *B* ჰაბურდილში კი 1,5—2,0 მ, როცა შესაბამისად მათი სიღრმეებია 12—15 მ და 5—8 მ. ჰაბურდილებში ხსენებული ნიშნები მაგრდება ბეტონის ლუხებით. ამავე დროს ბეტონით ივსება მთელი სივრცე აბსიდურ მილებამდე. ლუხასა და აბსიდურ მილს შორის მდებარეობს საგანგებო რბილი ჩობა-



ნახ. 10.15.2.1.

ბეტონის ლუხებით. ამავე დროს ბეტონით ივსება მთელი სივრცე აბსიდურ მილებამდე. ლუხასა და აბსიდურ მილს შორის მდებარეობს საგანგებო რბილი ჩობა-

ლი A ნიშანს აქვს ნახევარსფეროსებრი თავჯ, რომელიც მიმაგრებულია დურალუმინის მილზე 5. ნახევარსფეროს აქვს ჯვარედინი კედელი შტრიხები, რომლებსაც იყენებენ ხაზოვანი და სასიმალო გაზომვებისათვის. სხვადასხვა მიზნებით ნიშნების დახრის დასადგენად მათ თავებზე დამაგრებულია ცილინდრული თარაზობები 7 ჯგუფური რეპერის ზემონაწილი, გადახურულია კოლოფით 3. A ნიშნის მიმართ B ნიშნის Δz_i ვერტიკალური გადაადგილება ისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta z_i = \frac{\alpha_C}{\alpha_D - \alpha_C} (\Delta_i^A - \Delta_i^B) - \Delta a_i, \quad (10.15.2.1)$$

სადაც α_C და α_D არის შესაბამისად ფოლადისა და დურალუმინის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტები;

Δ_i^A და Δ_i^B — შესაბამისად A ნიშნის ფოლადის მილებისა და B ნიშნის დურალუმინის მილების წაგრძელებების ოდენობები;

Δa_i — A და B ნიშნებს შორის აღმატების შეცვლა, რომელიც ისაზღვრება საათის მაგვარი ინდიკატორით 4.

A ნიშნის მიმართ B ნიშნის პორიზონტული გადაადგილების განსაზღვრისათვის აგებენ მართკუთხა კოორდინატების პირობით სისტემას ისე, რომ კოორდინატთა სათავე იყოს A ნიშნის ცენტრზე და y ღერძი შეთავსებული იყოს კონსოლის 6 ღერძთან; მაშინ B ნიშნის გადაადგილების Δx და Δy ნაზრდები გამოითვლება ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_i &= x_i - x_0 \\ \Delta y_i &= y_i - y_0 + \Delta L_i^K \end{aligned} \right\} \quad (10.15.2.2)$$

სადაც x_0 და y_0 არის პორიზონტულ ინდიკატორზე საწყისი ანათვლები;

x_i და y_i — პორიზონტულ ინდიკატორზე შემდეგი ანათვლები;

ΔL_i^K — კონსოლის 6 ფოლადის მილის ტემპერატურული წაგრძელება, საწყისი განაზომთან შედარებით, რაც ისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta L_i^K = \frac{\Delta_i^B \alpha_C}{\alpha_D - \alpha_C}, \quad (10.15.2.3)$$

სადაც Δ_i^K — კონსოლის ექვსი ფოლადისა და დურალუმინის მილების ტემპერატურული ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტების სხვაობაა.

B ნიშნის სრული პორიზონტული გადაადგილება ისაზღვრება ფორმულით

$$I_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}. \quad (10.15.2.4)$$

A ნიშნის მიმართ B ნიშნის გადაადგილება სივრცეში გაზომვის ნებისმიერა ციკლის შემთხვევაში ისაზღვრება ფორმულით

$$II_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2 + \Delta z_i^2} \quad (10.15.2.5)$$

B ნიშნის გადაადგილების პირობითი აზიმუტი (დირექციული კუთხე) გამოითვლება ფორმულით

$$\text{tg } \alpha_i = \frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} . \quad (10.15.2.6)$$

ჰორიზონტის მიმართ გადაადგილების დახრის კუთხის ტანგენსი გამოითვლება ფორმულით

$$\text{tg } \beta_i = \frac{\Delta z_i}{\Gamma_i} = \frac{\Delta z_i}{\sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}} . \quad (10.15.2.7)$$

მრავალი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სხვადასხვა გეოლოგიურ პირობებში *A* ნიშნისადმი *B* ნიშნის სივრცეში გადაადგილების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა არ აღემატება 0,04—0,05 მმ.

***B*. სიმებიანი ლკუ ჩაპირი (ნახ. 2)**

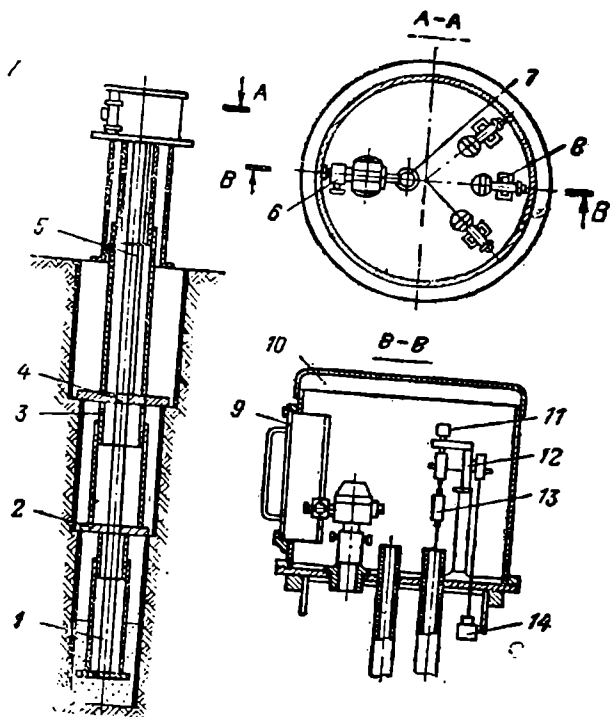
სიმებიანი ლკუ რეპერის გამომგონებლებია ვ. ნოვაკი და ე. სპრავნიკოვი. განხილადი რეპერით შეიძლება დაკვირვებების წარმოება ერთ ჰაბურლილში, რაც ჭკუფურ რეპერებთან შედარებით მნიშვნელოვნად ამცირებს ბურღვითს საშუალებებს, აადვილებს დაკვირვებების პროცესს და ზრდის გავომებების სიზუსტეს. იგი შედგება რამდენიმე ინვარული ან სუპერინვარული სიმისაგან 5, რომლებიც ჩამაგრებული არიან დამცავ მილში. 1. სიმები მიმაგრებულია ლუზებზე 2, რომლებიც მდებარეობენ ჰაბურლილის რამდენიმე ჰორიზონტზე და აქვთ დამცავი მილყელი 3 რეზინიანი დიფრაგმით 4. სიმების დასაქიმავად სვეტებზე 8 დამაგრებულია მხრული 12 ტვირთით 14. სიმის ზემო ნაწილზე ერთ დონეზე მიმაგრებულია სკალეები 13, რომელზეც მიკროსკოპით 6 ხდება ანათვლების აღება. ეს ანათვლები გამოიყენება ჰაბურლილის სანგრევზე დაყრდნობილი (დამაგრებული) ლუზის მიმართ გამოსაკვლევი (შუალედი) ლუზის ვერტიკალური გადაადგილების განსაზღვრისათვის. იგივე გადაადგილება შეიძლება მივიღოთ საათისმავარი ინდიკატორის 11 გამოყენებით. ტემპერატურის გასაზომი მოწყობილია დურალუმინის პერფორირებულ მილში 7. რეპერის ზემო ნაწილი დატულია ხუფითა 10 და საკეტი 9.

ინვარული ან სუპერინვარული სიმების გამოყენებას ის უპირატესობა აქვს, რომ ისინი ზასიათდებიან ხაზოვანი გაფართოების მცირე კოეფიციენტით.

ს ი მ ე ბ ი ა ნ ლ რ უ რეპერს აყენებენ ცვალებადი დიამეტრის მქონე ჰაბურლილში. ასეთ ჰაბურლილში ბურღის მუშაობისას ბურღების დიამეტრების შეცვლა ხდება შესასწავლი ქანების ფენობრივი დალაგების შესაბამისად. ბურღის აღჭურვილობის შეცვლის შემდეგ მიღებული ლერძის გასწვრივ სრულდება ბურღვა. ბურღვა ვრძელდება მანამ, სანამ მისი ბოლო დიამეტრი არ მიაღწევს 150 მმ, ხოლო დიამეტრების სხვაობა არ იქნება არანაკლები 80 მმ.

სიმების დამცავი მილები შედგება ცალკეული სექციებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულნი არიან ქუროებით. ჰაბურლილის ნაპირთან ამაგრებენ საყრდენ მილს, რომელიც იცავს რეპერის ზემო ნაწილს და იყენებენ ასათვლელი სისტემის საყრდენად. დამცავი მილის ზემო მილტუჩზე მიმაგრებულია დისკო მილისით მიკროსკოპის სადგომის დასაყენებლად. მიკროსკოპის ჰორიზონტულად დაყენება ხდება მის ცალკულზე მიმაგრებულ თარაზოთი. სკალეებზე დამიზნების დროს მიკროსკოპის შებრუნება შეიძლება თავისი სვეტებით

მილისმი. ანათვლების ალებისთანავე მიკროსკოპი და მისი სვეტი მოიხსნება. რეპერის სიმებს კიმავენ ტვირთით ბერკეტების სისტემისაგან შემდგარი ლერძებით, როგორცაა მხრეული (80 მმ სიგრძის) და საყრდენისადმი პრიზმა. ერთი პრიზმით მხრეულს აყენებენ საყრდენზე და დანარჩენი სამი კი გამოყენ-



ნახ. 10.15.2.2.

ნებულია საგანგებო საკიდების საყრდენებად. ერთ საკიდზე მიმაგრებულია ინვარული სიმის ზემო ბოლო და მეორეზე — ტვირთი.

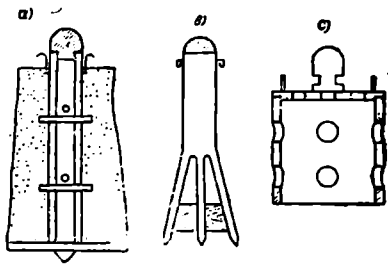
სიმების დასაქიმი ტვირთია დამცავი მილის I შიგნით უშუალოდ დისკოს ქვეშ. დამცავ მილში ჩამაგრებულია საგანგებო განმტვირთავი მოწყობილობა, შედგენილი კრონშტეინისა და ამწევი ხრახნისაგან საყრდენი ფილით. განმტვირთავი მოწყობილობით დაცულია რეპერი მიწის ზედაპირზე არსებული ტვირთებით დაჭიმულობისაგან, როცა რეპერი იმყოფება არასამუშაო მდგომარეობაში. განმტვირთავ მოწყობილობასთან მიდგომა შეიძლება, რისთვისაც დამცავ მილს დაყენებული აქვს კარები. ბერკეტების სისტემა და სკალეები დაცულია ზუფით, რომელიც მიმაგრებულია დისკოზე.

ქანების ცალკეული ფენების ვერტიკალური გადაადგილება ისაზღვრება ყველაზე ღრმა ქანის ან გამოსავალი სიღრმითი რეპერის მიმართ. პირველ

შემთხვევაში ვერტიკალური გადაადგილება იანზღერება სკალეზე ანათვლების ან ინდიკატორის სხვაობით. მეორე შემთხვევაში აუცილებელია, ხაზებიანი ღრუ რეპერის ერთ-ერთ სიძვე გადაეცეს ნიშნული გამოსავალი რეპერების ჯგუფიდან. ამ შემთხვევაში, თუ განხილად ტერიტორიაზე არის რამდენიმე სიმებიანი ღრუ რეპერი, რომლებზეც დროგამომშვებით წარმოებს ნიველობა, შეიძლება მივიღოთ სანდო სურათი მთელი ქანის ფართობით დეფორმაციისა, რაც წარმატებით გამოიყენება ნაგებობების ფუძე-საძირკვლების სიღრმეების შერჩევის დროს. ამ შემთხვევაში იზომება 0,03—0,05 მმ შეცდომით.

ქანების ზედა ფენების დაახლოებით 4 მ სიღრმემდე მოძრაობების შესწავლისათვის იყენებენ ზედაპირულ მარკებს, დაყენებულს აბსიდური მილებით მოწყობილ კაბურღილებზე, რის გამოც კაბურღილი დაცულია გრუნტის ჩაყრისაგან. (3) ნახაზზე ნაჩვენებია ა. ბრაიტის, ვ. ბომბჩინსკის და ვ. ნოვაკის მარკა, რომლებიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მიწის ზედაპირის დეფორმაციის შესასწავლად.

ა. ბრაიტის (4^ა) მარკას უფრო იყენებენ ქვიშნარში; ვ. ბომბჩინსკის (4^ბ) მარკას იყენებენ თიხნარის გრუნტებში და ვ. ნოვაკის (4^გ) მარკას კი—ხრეშიან და კლდოვან გრუნტებში.



ნახ. 10.15.2.3.

მარკაზე ნიშნულის გადაცემა ხდება სანიველო ლარტყით ან საგანგებო ინვარული კვერთხით, რომლის სიგრძეს იღებენ 4,5 მ. ასეთი ღონისძიებებით აღწევენ 0,025 მმ შეცდომით დეფორმაციის განსაზღვრას.

10. 15. 3. საინჟინრო ნაგებობების დაჯდომებისა და გადაადგილებისაზე დაკვირვებები

ნაგებობების დაჯდომა, ანუ ვერტიკალური და გვერდური პორიზონტულა გადაადგილებები, ურთიერთ მტკიცე კავშირის გამო თანადროულად იზომება. დაჯდომებისა და გადაადგილებების გაზომვები ეყუთენის მაღალი სიზუსტის გეოდეზიურ გაზომვებს. უმრავლეს შემთხვევაში საჭირო ხდება არა მარტო ივრების შესწავლა, არამედ აგრეთვე — მათი გამომწვევი მიზეზებისა, რაც, როგორც წინა პარაგრაფში იყო აღნიშნული, მოითხოვს ქანების, გრუნტებისა და ნიადაგების, თერმული დაკვირვების, დეფორმაციების მიზეზების გამოვლინებებს, პირობოლოგიურ და სხვა სახის დაკვირვებებს.

დეფორმაციებზე დაკვირვებები სრულდება როგორც მშენებლობის დაწყებამდე, ისე მშენებლობის პროცესში და ნაგებობათა ექსპლუატაციის პროცესში.

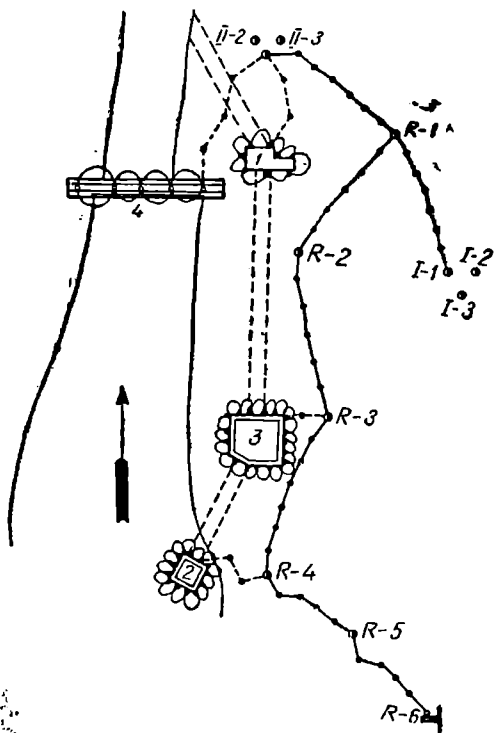
A. დაკვირვებები დაჯდომებისა









გეომეტრიული ნიველობით ნაგებობების დაჯდომებზე დაკვირვებების მიზნით, საშენებლო ტერიტორიაზე ქმნიან საგანგებო სანიველო ქსელს ერთმავალ სელის ან საკვანძო წერტილებისა და შეკრული პოლიგონების სისტემის სახით.

ნაგებობების სამშენებლო, კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური ნახაზების. გრუნტების ჰიდროლოგიური პირობების გულდასმით შესწავლის საფუძველზე აღგენენ დაჯდომებზე დაკვირვებებისათვის საჭირო მარკების და რეპერების განლაგებების პუნქტებს. ამ უკ-

ნასკნელის შედგენამდე საჭიროა საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციის სპეციალისტებთან კონსულტაციის მიღება. ამ პროექტის დამთავრების შემდეგ აღგენენ გეომეტრიული ნიველობის სქემებს ნიშნულების განსაზღვრითურთ, საიდანაც მოხდება ხსენებული ჯდომის მარკებზე და რეპერებზე დაკვირვებები (ნიშნულების განსაზღვრები). ამ სქემაში შეიტანება ცალკეულ შენობებზე დამატებული მარკები. ისინი ლოკალური მნიშვნელობისაა. მათ აბამენ (აკავშირებენ) სახელმწიფო სასიმალო საფუძველს.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია ერთ-ერთი კიდროსადგურის სასიმალო გეოდეზიური საფუძველი და ლოკალური (ადგილობრივი) ქსელები პეტისის 1, წყალმიღების 2, დღელამური რეგულირების აუზის 3 და კაშხალის დაჯდომებზე დაკვირვებებისათვის. მითითებული ქსელებიდან ორი (1 და 4) ქსელი მიბმულია საყრდენ (გამოსასვლელ) II—I რეპერზე, რომე-



-  ჯდომის მარკა
-  ჯდომის რეპერი
-  ყაბიჯის რეპერი
-  კვლის რეპერი
-  დაშვებული ზღაღღი ნიშანი
-  ჯდომის რეპერების ან მარკების მიმართების სანიშნო სვლა
-  სასიმალო გეოდეზიური საფუძველის სვლა
-  სასიმალო საფუძველსადმი ორპირი სანიშნო დაშვებული რეპერების მიმართების სანიშნო სვლა

ლიც შედის გამოსასვლელ რეპერების II ჯგუფში; მე-3 ლოკალური ქსელი მიბმულია ΓR—3 მე-3 გრუნტის რეპერებზე და მე-4 ლოკალური სვლა კი მიბმულია ΓR—4 მე-4 გრუნტის რეპერზე.

ნიველობის ქსელის შედგენის დამთავრებისა და რეკონსტრუქციით მისი სანდობის დადასტურების შემდეგ სრულდება ნიველობის სქემის გეომეტრიული ხარისხის წინასწარი გაანგარიშება საინჟინრო გეოდეზიის IX ტომში განხილული წესების შესაბამისად, რის შემდეგ იქმნება მასალა დეფორმაციების განსაზღვრების დროს მოსალოდნელი სიზუსტეების შესახებ. მოსალოდნელი სიზუსტეების საკითხები განხილული უნდა იქნეს როგორც ძირითადი (საყრდენი) ქსელების, ისე ლოკალური (ადგილობრივი, შესასწავლი) ქსელების მიმართ. იმ შემთხვევაში, როცა განხილად შესასწავლ ქსელებში წერტილთა დეფორმაციის შესწავლის დროს სიზუსტის მოთხოვნები არის ერთნაირი, ირჩევენ ქსელების შედარებით სუსტ ადგილებს და მათ ათვისებენ. ზოგჯერ, იყენებენ შეფასებების მიახლოებით მეთოდებს.

დაჯდომის მარკების საერთო მოსალოდნელი შეცდომის ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$M_{\Sigma} = \sqrt{m_{\text{განის}}^2 + m_{\text{ლოკ}}^2} \quad (10.15.3.1)$$

სადაც $m_{\text{განის}}$ არის იმ გამოსავალი წერტილის მოსალოდნელი საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელსაც ეყრდნობა ლოკალური წერტილი;

$m_{\text{ლოკ}}$ — ლოკალური (შესასწავლი) წერტილის საყრდენი ნიშნულის საფუძველზე ნიშნულის განსაზღვრის მოსალოდნელი საშუალო კვადრატული შეცდომა.

ნაგებობებზე დამაგრებული მარკების ჯდომებს საზღვრავენ ციკლურად შესრულებული გეომეტრიული ნიველობის შედეგად. ნებისმიერ. ვთქვათ, E წერტილში დაყენებული მარკის ციკლიდან ციკლამდე ჯდომის S_E ოდენობას საზღვრავენ ფორმულით

$$S_E = H_N - H_{N+1} \quad (10.15.3.2)$$

სადაც H_N არის N ნომრის ციკლის შესრულების შედეგად E მარკის ნიშნული H_{N+1} — შემდეგ, ანუ $N+1$ ნომრის ციკლის შესრულების შედეგად იმავე მარკის ნიშნული.

უმრავლეს შემთხვევაში უშვებენ, რომ E წერტილის ჯდომის მარკის ყოველ ციკლში ნიშნულის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა ტოლია და არის m_H , ჯდომის საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$m_S = m_H \sqrt{2} \quad (10.15.3.3)$$

დიდ საპასუხისმგებლო ნაგებობების ჯდომების განსაზღვრის მოთხოვნის სიზუსტეა 1—2 მმ.

სასიმაღლო საყრდენი გეომეტრიული და ლოკალური ქსელის შეფასების

შედევად მიიღება ნაგებობათა შესამოწმებელი ელემენტების ნიშნულების განსაზღვრის შებრუნებული წონები ფორმულით

$$M_F = \eta \sqrt{\frac{1}{P_F}}, \quad (10.15.3.4)$$

სადაც η არის ერთეული წონის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

ხშირად ერთეული წონის საშუალო კვადრატულ შეცდომას იღებენ სადგურზე აღმატების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომის ტოლს, ამ უკანასკნელს განსაზღვრავენ $H1$ კლასის ნიველირებისათვის მ. პისკუნოვის ფორმულით.

$$m_{\text{საღ}} = m_{\text{ღანაზ}} = 0,014 + 0,0014D, \quad (10.15.3.5)$$

სადაც $m_{\text{ღანაზ}}$ არის ლარტყაზე დანამზერის (ანათვალის) საშუალო კვადრატული შეცდომა;

D — სამიზნე ღერძის სიგრძე ნიველირიდან მარკამდე მეტრებში.

ა. პერეპეჩკინის მიერ ცდებით დადგენილია, რომ

$Koni - 007$	ნიველირისათვის	$m_{\text{ღან}} = 0,018 + 0,00028D$	}	(11.15.3.5)
1	"	$m_{\text{ღან}} = 0,051 + 1,00026D$		
1	"	$m_{\text{ღან}} = 0,094 + 0,00073D$		

ნაგებობების ჯდომებზე ნიველობის სქემის დაპროექტების დროს სამიზნე ღერძის სიგრძეს იღებენ არაუგრძეს 25 მ, რადგან მასზე მეტი სიგრძე აძლიერებს გარემოს გავლენის პირობებს. მაგალითად, ცდებით დადგენილია, რომ $H1$ ნიველირის გამოყენების შემთხვევაში სხივის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 22,5 მ. სასიმალო საყრდენი ქსელი ვითარდება ჭგუფებად საიმედო, მდგრად ქანებზე. თითო ჭგუფში შედის სამ-სამი გრუნტის რეპერი, რომლებიც განლაგებულია 20—40 მ გვერდების მქონე სამკუთხედების წვეროებზე. სამკუთხედის მედიანების გადაკვეთის წერტილიდან უნდა იხილებოდეს სამივე რეპერი.

ჭგუფში სამი რეპერი და მათ შორის აღმატებების უცვლელობა არ არის მაჩვენებელი იმისა, რომ გამოსავალი (საყრდენი) რეპერი მდგრადია, რადგანაც სამივე რეპერის ღუზები ფაქტობრივად დამაგრებულია ერთსა და იმავე ფენაზე. ამიტომ სასიმალო ქსელში უნდა შედიოდეს, მინიმუმ, გამოსავალი რეპერების სამი ჭგუფი.

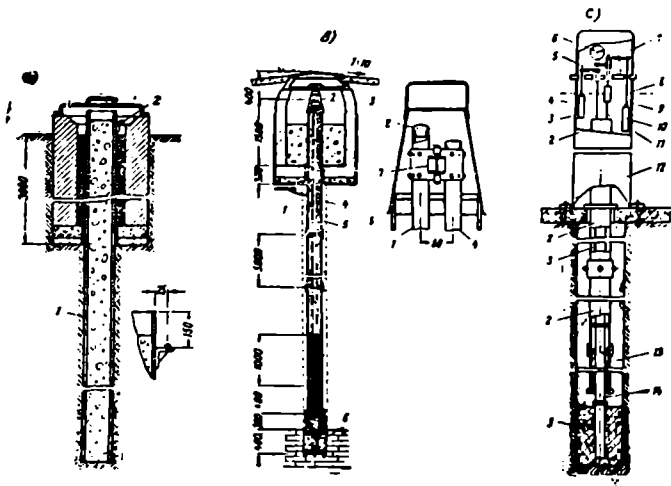
საყრდენ ქსელში ორ ჭგუფზე მეტი საყრდენი რეპერები საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ მათი ცვალებადობა სიმაღლეში. ყველა საყრდენი რეპერის ჭგუფების მდგრადობის დადგენის შემთხვევაშიც კი შესაძარ საყრდენ რეპერად ვიღებთ მათგან მხოლოდ ერთ რეპერს, რითაც მცირდება სხვადასხვა სვლებით გამოწვეული შეცდომების გავლენა ლოკალური (დასაკვირვებელი) მარკების ჯდომების განსაზღვრის დროს. სასიმალო სვლებში იყენებენ სიღრმითი გრუნტების ან კლდეების რეპერებს, რომლებსაც აკავშირებენ ლოკალურ სანიველო ქსელებთან. რეპერების ღუზებს უშვებენ რაც შეიძლება ღრმად და ამაგრებენ მდგრად ქანებზე;

თუ რეპერი დამაგრებული იქნება კლდეზე, ცხადია, უკეთესია.

გამოყენება შემდეგი სახის სიღრმის რეპერები:

1. მ. მურავიოვის სიღრმითი მილისებრი რეპერი (ნახ. 2^ა) წარმოადგენს 250—300 მმ დიამეტრის მქონე ფოლადის მილს, რომელიც ჩაყენებულია ქაბურღილში; ამ მილის ქვემო ბოლო პერფორირებულია; მთელი მილი 1 გავსებულია ბეტონით. მილის ზემო ბოლო გარე კედელზე, რომელიც მოთავსებულია თერმოიზოლაციურ ქაში, მიმაგრებულია სასიმალო წერტილის 2 საყრდენი ლითონის კრონშტეინი.

2. 3. ბრაიტის კონსტრუქციის ბიმეტალური სიღრმითი რეპერი (ნახ. 2^ბ) შედგება ლუზისაგან 6, სარეპერო შტანგისაგან 1 და 4 და სასიმალო წერტილი-



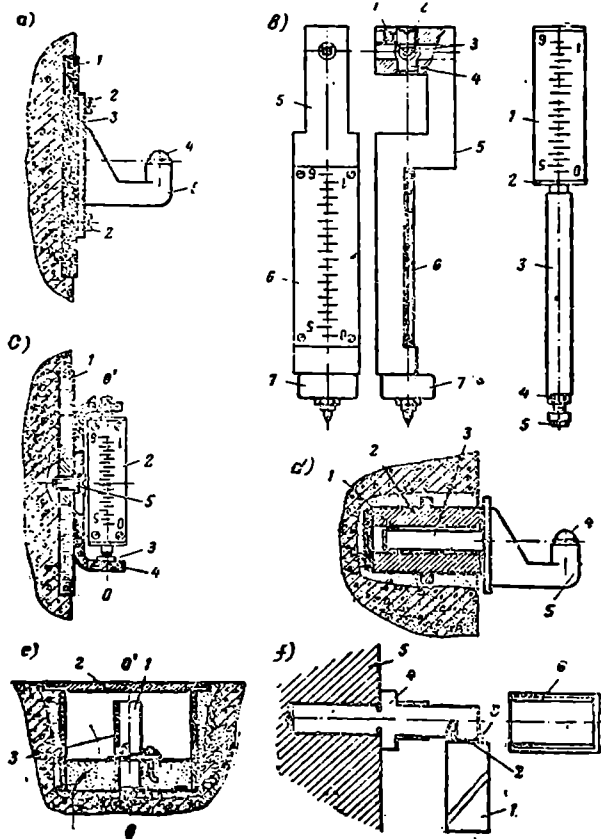
ნახ. 10.15.3.2.

საგან 2. სარეპერო შტანგა შედგება 30 მმ დიამეტრის მქონე ერთმანეთზე მოსრიალე ფოლადის (ძირითადი 1) და ღურალუმინის (დამხმარე 4) მილისაგან. მილის 1 და 4 ქვემო ბოლოები მიმაგრებულია ლუზაზე 6 და ზედა კი დამცავი მილით 5 გამოღის ბეტონის თერმოიზოლაციურ ქაში 3. სარეპერო მილების ზედა ბოლოებში არის მოწყობილობა 7, რომელიც საშუალებას იძლევა ავითვალოთ სარეპერო მილების წაგრძელებების სხვაობა. ბოლო ხანებში ანათვლების ასაღებ მოწყობილობებს წარმოადგენს საათის ტიპის ინდიკატორები.

3. მ. პისკუნოვის კონსტრუქციის მოქნილი შტანგიანი სიღრმით რეპერს იყენებენ ერთი და ორი ინვარული სიმიტ (ნახ. 2^გ), რომელთა შორის მთავარი განსხვავება სარეპერო შტანგის მოწყობილობასა და სასიმალო წერტილის კონსტრუქციების თავისებურებაში მდგომარეობს.

ორსიმიანი სარეპერო შტანგა შედგება ძირითადი (ინვარული) 11 და დამხმარე (ფოლადის) 3 სიმიისაგან. მავთულების ქვედა ბოლოები მიმაგრებულია ლუზის 1 კოქთან 14, ეს უკანასკნელი კი ჩაბეტონებულია ქაბურღილის ლულაში, ზედა ბოლოები ცალ-ცაკლე იჭიმება ტოლმხრებიან 7 და 5 ბერკეტებ-

ზე მიმაგრებული 10—15 კგ მასის მქონე 10 და 4 ტვირთით. ძირითადი მავთულის ზემო ნაწილზე ნიველირის ჰოგრის დამიზნების ლერძის დონეზე მიმაგრებულია სკალიანი მარკა 9, რომელიც ცვლის სასიმალო წერტილს და სანიველო ლარტყას. დამცავი მილის 2 ქვედა ბოლოში დამაგრებულია ჩობალი 13, რომელიც



6ახ. 10,15.3.3.

მელიც იცავს მავთულების გრუნტებს ჰიდროსტატიკური ზეგავლენისა და დატბორვისაგან (ნალექებისაგან). მილი-ლუკი 12, 7 და 5 ბერკეტის საყრდენია. სანიველო სკალის 9 ხილვისათვის მილის კედელში არის გამონაჭერი 8. რეპერის სახურავის ქვეშ მოწყობილია საათისმაგვარი ინდიკატორი 6 ძირითადი და დამხმარე მავთულების ტემპერატურული გაფართოების დასადგენად.

ნაგებობათა სამშენებლო და სამონტაჟო ელემენტებზე დაკვირვების წერ-

ტილებად შეჩვეულ ადგილებზე ამაგრებენ ჯ ღ ო მ ი ს რ ე პ ე რ ე ბ ს ა და მარკებს ისეთი კონსტრუქციისას, რომ მათზე ადვილად იდგმებოდეს ან დაკიდება შეიძლებოდეს მცირე გაბარიტის მქონე სანიველო ლარტყებისა წარმოებაში დაინერგა მ. პისკუნოვის კონსტრუქციის მცირეგაბარიტიანი გადასატანი ლარტყები და ჯდომების რეპერები (ნახ. 3), რომლებზეც 1 არის ჩამაგრებული ნაწილი;

2 — სამაგრი ჭანკიები; 3 — ძირითადი მარკები; 4 — სასიმალო წერტილი; 5 — კრონშტეინი (ნახ. 3^ა). (3^ა) ნახაზზე წარმოდგენილია მცირეგაბარიტიანი დასაკიდი სანიველო ლარტყა, რომელზედაც არის 1 საყრდენი წერტილი; 2 — შემასწორებელი ხრახნი; 3 — საკვრეტი ნახვრეტი; 4 — მიმმართველი მილისი; 5 — ლარტყის კორპუსი; 6 — სკალა და 7 — ტვირთი — ბალანსირი. (3^ბ) ნახაზზე წარმოდგენილია მცირეგაბარიტიანი ლარტყა, რომელიც იდგმება თარაზულ საყრდენ მოედანზე. მისი ელემენტებია: 1 — ლარტყის სკალა; 2 — კორპუსი; 3 — კოჭი; 4 — მომწესობაში მოსაყვანი ქანჩი; 5 — ლარტყის საყრდენი წერტილი.

მოხერხებულია პისკუნოვის კონსტრუქციის მუდმივად დასამაგრებელი საბრუნავი ლარტყა (ნახ. 3^გ), რომელზეც 1 არის ჩასამაგრებელი დეტალი; 2 მცირეგაბარიტიანი სკალიანი მარკა; 3 — საბრჯენი, სასიმალო წერტილის დასაქვრად; 4 — მარკის ფუძე და 5 — სამაგრი ხრახნი.

მშენებლობის პროცესში დაცვის თვალთახედვით კარგია ჯდომის ფარულ რეპერები, რომლებიც ჩამაგრებულები არიან შენობების კედლებში და ნაგებობების გვერდითს ზედაპირებზე ისე, რომ ადვილად შეიძლებოდეს ჩამოკიდება მცირე გაბარიტიანი სანიველო ლარტყებისა. (3^დ) ნახაზზე 1 არის სფერული საბრჯენები; 2 — ღრუ ცილინდრი; 3 — კრონშტეინის კუდი; 4 — სასიმალო წერტილი და — 5 კრონშტეინი.

წარმოებაში იყენებენ მცირეგაბარიტიან გადასატან ლარტყებს, რომელიც დაკიდებულ მდგომარეობაში იმყოფება მაგნიტის საშუალებით. ჯდომის რეპერი ან მარკა, რომელზეც აყენებენ ზემოხსენებულ ლარტყას, ნაჩვენებია (3^ე) ნახაზზე. სასიმალო წერტილია ლითონის ღეროს 4 თავი სფერული ზედაპირით 2, რომელიც ჩამაგრებულია ბეტონის გვერდით ზედაპირზე 5. მუშაობის დროს ხუფი 6 იხსნება და მაგნიტური ლარტყა 1 მიიზიდება მაგნიტით საქუსლის 3 საშუალებით. (3^ვ) ნახაზზე მოყვანილ კონსტრუქციას იყენებენ ნაგებობების ზემოდან და ნაპირებზე დასაყენებლად. 1 არის მიმმართველი მილისი; 2 — დამცავი ხუფი; 3 — სასიმალო წერტილი.

შენობებისა და ნაგებობების შიგა ელემენტებზე ისე განლაგებენ ჯდომის რეპერებსა და მარკებს, რომ ნიველირის ყოველი სადგურიდან იმზირებოდეს, რაც შეიძლება მეტი რაოდენობა წერტილებისა; აგრეთვე დაყენებული ან დაკიდებული მცირეგაბარიტიანი ლარტყების ნულები იყოს ერთ ჰორიზონტზე, გადახრა დასაშვებია არა უმეტეს 2 მმ. ამ ღონისძიებებით ყოველი მეზობელი რეპერის აღმატების განსაზღვრისათვის ლარტყაზე ანათვლების აღების დროს შეიძლება ძირითადად გამოვიყენოთ ერთი და იგივე შტრიხი. ამ ღონისძიებით საჭირო აღარ იქნება ანათვლებში შესწორების შეტანა შტრიხების შეცდომების გამო.

მარკებისა და რეპერების ჯდომის ოდენობებსა და ხასიათს საზღვრავენ ნაკლებობის რამდენიმე ციკლის შესრულების შედეგად. ციკლების პერიოდულობა

ინიშნება მშენებლობის მსვლელობის შესაბამისად, ხოლო ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის დროს დამატებით მხედველობაში იღებენ წყალსაცავის ავსებას. მშენებლობის საწყის პროცესში ნიველობის ციკლებს იმეორებენ ყოველ თვეში. ნიველობის ციკლების შემდგომი პერიოდულობა ისაზღვრება წინა ციკლებით გამოვლინებული ჯდომების ხასიათის მიხედვით. ნიველობის ციკლების პერიოდულობა შეიძლება შეიცვალოს (გახშირდეს) ამინდების ცვლელბადობით, დამატებითი ქვაბულების შექმნისა და სხვა რაიმე ობიექტური იშინისძვრები, წყალდიდობა, მეწყრული მოვლენები და სხვ.) მიზეზებით.

უნიკალურ ნაგებობებზე, დიდი საკვლეო-სამეცნიერო ლაბორატორიების, მენობებსა და ნაგებობებზე, ჰიდროსადგურებზე; ელექტროსადგურის ტურბინებზე, კაშხალებზე, მეტროპოლიტენებზე და სხვა დაკვირვებების ციკლორობა უნდა სრულდებოდეს მათი მთელი ექსპლუატაციის პერიოდში.

საყრდენი (ძირითადი) ქსელის საკონტროლო ნიველობა სრულდება ციკლების შესაბამისად. ამ დროს შესაძლებლობა იქმნება დადგინდეს მდგრადობა გამოსავალი რეპერებისა, როცა ქსელში მათი რაოდენობა არანაკლებ სამი ცალისა.

ძირითადი სვლების სხვადასხვა ციკლებით რეპერების ჯდომის საკონტროლო გაზომვების მრავალი მეთოდიდან განვიხილავთ ი. რუნოვის მეთოდს, რაინელიც შემდეგში მდგომარეობს:

ნულოვანი და ერთ-ერთი შემდგომი ციკლის შედეგებით, სადაც ნულოვანად რეგრივობით მიღებულია ყველა გამოსავალი რეპერი, ადგენენ შემდეგი სახის (1) სქემას:

ს ქ ე მ ა 10.15.3.1

0	$S_{2,1}$	$S_{\beta,1}$		$S_{n-1,1}$	$S_{n,1}$
$S_{1,2}$	0	$S_{\beta,2}$		$S_{n-1,2}$	$S_{n,2}$
$S_{1,n-1}$	$S_{2,n-1}$			0	$S_{n,n-1}$
$S_{1,n}$	$S_{2,n}$			$S_{n-1,n}$	0

(1) სქემის შედგენის კონტროლს წარმოადგენს მთავარი დიაგონალის მიწარტ სიმეტრიულად განლაგების მოთხოვნა მოდულის (აბსოლუტური ოდენობის) მიხედვით ტოლი, მხოლოდ ნიშნებით სხვადასხვა ვერტიკალური გადაადგილებისას. ყოველი ცალკეული რეპერებისათვის ისაზღვრება საშუალო კვადრატული $S_{\alpha\alpha}$ გადაადგილება N გადაადგილებისაგან ერთი ნულოვანი რეპერის გამოკლებით- მაშასადამე,

$$S_{\alpha\alpha} = \frac{[S]}{n-1} \quad (10.15.3.6)$$

ყოველი რეპერის სასიმაღლე მდებარეობის სტაბილურობის შესახებ მსჯელობენ $|S_{\alpha\alpha}|$ აბსოლუტური ოდენობის მიხედვით.

თუ მივიღებთ, რომ რომელიმე რეპერის $|S_{\alpha\alpha}|$ ოდენობა ნაკლებია $2\eta\sqrt{q_{\alpha\alpha}}$, ანუ თუ მივიღეთ უტოლობა

$$|S_{\alpha\alpha}| \leq 2\eta\sqrt{q_{\alpha\alpha}}, \quad (10.15.3.6')$$

დავასკვნათ, რომ განხილადი რეპერი არ შეეცვლილა სიმაღლეში. (6) დამოკიდებულებაში η არის ერთეული წონის საშუალო კვდარატული შეცდომა დაკვირვების განხილადი მეთოდისათვის: $q_{\alpha\alpha}$ — განხილადი რეპერის ნიშნულის განსაზღვრის შებრუნებული წონების საშუალო, სადაც გამოსავლად მიღებულია თანამიმდევრობით ქსელის ყველა რეპერი. მაშასადამე, გამოსავალი (საყრდენი) რეპერების სტაბილურობის შესწავლამდე საჭიროა შეფასდეს ნიშნულის ქსელის გეომეტრიული მახასიათებლები და მივიღოთ ყველა რეპერის ნიშნულების განსაზღვრის წონები, სადაც თანამიმდევრობით უნდა მივიღოთ ყველა რეპერი ნულოვნად (გამოსავლად). აგრეთვე მხედველობაში უნდა მივიღოთ ნიველობის სქემაში ყველა კავშირი, ანუ მოვახდინოთ მკაცრი შეფასება ასეთი შეფასება უნდა იყოს იმდენი, რამდენი რეპერიც არის სტაბილურობის გამოსაკვლევად ქსელში. ამ რეპერებში თუ მოხვდა წინა ციკლში გამოსავალ რეპერად გამოყენებული რეპერი, მას აქაც ჩაერთავთ გამოსავლად და თუ გამოირკვა, რომ აღარე გამოსავლად გამოყენებული რეპერი დაიძრა, შემდეგ ციკლში უნდა გამოვიყენოთ გამოსავლად სხვა მდგრადი რეპერი. წინა ციკლებში მიღებული ძვრები უნდა გადავიანგარიშოთ ახალი გამოსავალი რეპერის მიმართ. მაგალითისათვის განვიხილოთ (2) სქემა, სადაც შესწავლილია სასიმაღლო გეოდეზიური სქემის 7 გამოსავალი (საყრდენი) რეპერის მდგრადობის საკითხი.

სქემა 10.15.3.2

ციკლების №№	რეპერის ვერტიკალური გადაადგილება, გამოსავლად მიღებული რეპერის მიმართ						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	-0,08	-0,13	+0,15	-0,34	-0,66	0,00
2	+0,08	0	-0,05	+0,23	+0,26	-0,58	+0,08
3	+0,13	+0,05	0	+0,28	-0,21	-0,53	+0,13
4	-0,15	-0,23	-0,28	0	-0,46	-0,81	-0,15
5	+0,34	+0,26	+0,21	+0,49	0	-0,32	+0,34
6	+0,66	+0,58	+0,53	+0,81	+0,32	0	+0,66
7	0,00	-0,08	-0,13	+0,15	-0,34	-0,66	-6
$S_{\alpha\alpha}$	+0,18	+0,08	+0,03	+0,35	-0,13	-0,59	+0,18
$q_{\alpha\alpha}$	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6

$$\text{როცა } \eta=0,06 \quad 2\eta\sqrt{q_{\alpha\alpha}} \approx 0,31$$

განხილადი ქსელი არის სიმეტრიული, ვინაიდან ყველა გამოსავალი (საყრდენები) რეპერი თანაბრად არის განლაგებული წრეხაზზე მოსაზღვრე რეპერებს შორის ექვსი სადგურის შესაბამისად. ამიტომ $q_{\alpha\alpha}$ ყველა რეპერისათვის ერთი და იმავე 6,6 ოდენობისაა.

(6) ტოლობის მიხედვით ჩანს, რომ მე-6 რეპერებმა ციკლებს შორის შეიცვალა ვერტიკალური მდებარეობა, რის გამო ისინი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საყრდენებად ჯდომის რეპერებზე დაკვირვებებისათვის.

დაჯდომებზე ვერტიკალური ნიველობით დაკვირვებებს ასრულებენ H1 ან H2 ნიველირით. აგრეთვე კარგ შედეგებს იძლევა ცეისის N₁-004 და Koni-007

ნიველირი. ცდებით დადგინდა, რომ არტყელი პარალელური ფირფიტებით **НЗ** ნიველირი კარგ შედეგს იძლევა. ნიველობა სრულდება განხილადი ობიექტის სპეციფიკის შესაბამისი საგანგებო მეთოდით, რაც ძირითადად უახლოვდება I და II კლასის გეომეტრიული ნიველობის მეთოდებს. დაკვირვებებისათვის საჭირო სასიმალო საფუძვლის შექმნის დროს (ნახ. 1) ლარტყის საიმედოდ დაყენება ხდება შერჩეულ წერტილებზე მიწიდან 1, 2 მ სიმაღლეზე დამაგრებულ ბეტონის სვეტების ზემო თავში დაუქანავი ფოლადისაგან დამზადებულ სფერულ საკისარზე, რომელთაც ახურავენ ხუფქანჩს.

ნიველირის შტატივის დასაყენებლად აგებენ ბეტონის საგანგებო ბაქნებს, რომლებზეც დანიშნულია შტატივის ფეხების დასაყენებელი ადგილები. ეს ბაქნები ისე უნდა იყოს დაყენებული, რომ წინ და უკან სალარტყო წერტილებამდე მანძილები არ განსხვავდებოდეს 2—3 სმ მეტი ოდენობით. ნიველობის სხვადასხვა ციკლებს შორის სადგურებზე და სალარტყო წერტილებზე ნიველირის და ლარტყების დაყენების ერთგვაროვნება მნიშვნელოვნად ამაღლებს სანიველო სელების სიზუსტეს. ლარტყებზე დანამზერების აღება სჯობს დავიწყოთ ნიველირის და ლარტყების ადგილებზე დაყენებიდან 1—2 მინუტის შემდეგ. ნიველობა სრულდება წინ და უკან ორი პორიზონტით. სადგურზე რეკომენდებულია ნიველობა შესრულდეს შემდეგი მეთოდით:

I პორიზონტით უშირ, წშირ, წლამ, ულამ,

II პორიზონტით წშირ, უშირ, ულამ, წლამ,

უშირ და წშირ არის დანამზერები (ანათვლები) უკანა და წინა ძირითად ლარტყაზე;

ულამ და წლამ — დანამზერები უკანა და წინა დამატებით ლარტყაზე.

ნიველობის დაწყებამდე ინსტრუმენტის შემოწმების დროს გულდასმით საზღვრავენ (7. 6. 7. 3) ფორმულით Δx კუთხეს და რაც შეიძლება ამცირებენ ისე, რომ იგი იყოს ახლო ნულთან. მუშაობის პროცესში ნიველირი უნდა დავიცვათ მზის გავლენისაგან. საწარმოო შენობებში მუშაობის დროს, სადაც ადგილი აქვს რხევებს, საჭიროა გამოყენებული იქნეს კომპენსატორიანი ნიველირი, რომლის დამიზნების ღერძი ყოველთვის პორიზონტალურია. პრაქტიკულად დადგენილია, თუ ვიმუშავეთ ზემოაღწერილი წესით, მივალწვეთ შეცდომას 0,04—0,05 მმ ფარგლებში. საერთოდ, მაღალი სიზუსტის ნიველობის დროს გარემოს გავლენა მნიშვნელოვნად ამცირებს ნიველობის სიზუსტეს. ცდენით დადგინდა, რომ დიდი ჰიდროსაგებობების ელემენტების ძვრებზე (ჯდომებზე) დაკვირვებების შეცდომა გამოდის 0,13 მმ, რაც დასაშვებად ითვლება ლოკალურ მარკებზე (რეპერებზე) დაკვირვებებისათვის.

როგორც ითქვა, ჯდომის მარკების (რეპერების) დაყენების დონე უნდა იყოს ერთნაირი, რაც საშუალებას მოგვცემს ყოველ ციკლში გამოვიყენოთ ერთი და იგივე ძირითადი შტრიხი.

განხილად შემთხვევაში მოითხოვება ნიველირის დაყენება სიმაღლეში უზუსტესად, რისთვისაც წარმოებაში იყენებენ შტატივზე დამაგრებულ საგანგებო ქვესადგამებს, რომლითაც შეიძლება მომწესობაში მოყვანილი ნიველირის შეუღლად მიკროგადაადგილება სამუშაო მდგომარეობაში.

ინსტრუმენტის პორიზონტის რეგულირებას აგრეთვე აწარმოებენ საგანგებო მიკრომეტრიანი ბრტყელი პარალელური ფირფიტით, რომელსაც აყენებენ ნიველირის კოგრის ობიექტივის წინ. ასევე დიდი გამოყენება აქვს ჰიდროსტა-

ტიკური ნიველობის მეთოდს იმდაგვარად, როგორც ამას ვიყენებთ მშენებლობის, სამონტაჟო კონსტრუქციების და ტექნოლოგიურ დანადგართა მონტაჟის დროს. ამ შემთხვევაში შესაძლებლობა იქმნება დანაშნერთა ავტომატურად მიღებისა, რის შედეგად მივიღებთ ერთიმეორის მიმყოლ სისტემებს დანაკვირვებთა უწყვეტი ხასიათის რეგისტრირებული ჯდომების დასახასიათებლად.

სამთო პირობებში იყენებენ ტრიგონომეტრიული ნიველობის მეთოდებს. რომლის დროს სამიზნე სხივის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 100 მეტრს. დახრის კუთხეებს ზომავენ ოპტიკური T2 თეოდოლიტით. აგრეთვე იყენებენ T5K თეოდოლიტს, რომელსაც აქვს კომპენსატორი ვერტიკალური წრედის შიშვალადან ავტომატურად თარაზულად დასაყენებლად.

ჯდომებზე დანაკვირვებ მასალას ყოველი ციკლისათვის ამუშავებენ და აწონაწორებენ. დიდი მასალის დაგროვების შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავება. მასალის დამუშავების შემდეგ აღგენენ ჯდომების უწყისს და გრაფიკებს. იმის დადგენისათვის, თუ რომელი ფაქტორი უფრო მოქმედებს ჯდომების ქცევაზე, იყენებენ დისპერსიულ და კორელაციურ ანალიზს.

B. დაკვირვებები თარაზულ გადაადგილებებზე

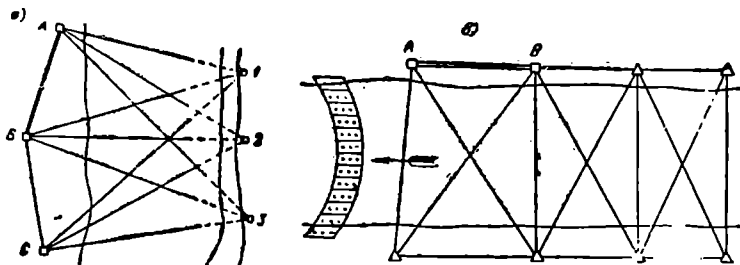
თარაზულ (პორიზონტულ) გადაადგილებებს აკვირდებიან ტრიანგულაციის, ტრილატერაციის, პოლიგონომეტრიის და გასწვრივობის მეთოდების გამოყენებით (იხილეთ 10. 8. 10).

ტრიანგულაციის მეთოდით გადაადგილებებზე დაკვირვებისათვის შესასწავლი შენობებისა და ნაგებობების ელემენტების წერტილებზე ამარგებენ საგანგებო ნიშნებს სამიზნე მარკებით, რომლებიც შეღებილი არიან სამკუთხედის. რიომის, ცალკეული შტრიხების, კონცენტრული წრეწირების სახით. ყოველივე (მარკის ფორმის შერჩევა) სრულდება ინსტრუქციისა, გარემო პირობებისა და გამოყენებული ინსტრუმენტის მხედველობაში მიღებით.

გადაადგილებებზე დაკვირვებისათვის გამოსავალ პუნქტად იყენებენ მ. შურაეიოვის კონსტრუქციის და ჰიდროპროექტის მიერ მოდერნიზებულ შეეულს. (იხილეთ 10: 8. 10. 5 ნახაზი). შებრუნებული შეეულები საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით 5—10 მიკრომეტრი საშუალო კვადრატული შეეცდომებით ვერტიკალის მიმართებით გაზომვების წარმოების პორიზონტზე ამოვითანოთ გამოსავალი (საყრდენი) წერტილი, რომელიც მდებარეობს ნებისმიერ დიდ სიღრმეზე არსებულ მდგრად ფენაზე.

გადაადგილებების დადგენისათვის ტრიანგულაციის მეთოდის გასაცნობად განვიხილოთ (4) ნახაზი. ამოცანა კლდოვანი ნაპირების მქონე მდინარის ფენების გადაადგილების დადგენა. დაკვირვებების მიზნით 1, 2, 3 წერტილებში დამარგებულა სამიზნე მარკები (ნახ. 4*). მდინარის მეორე ნაპირზე შებრუნებული შეეულებით დამარგებულა გამოსავალი (საყრდენი) A, B, C წერტილები. შებრუნებული შეეულების ღუზები ჩაღრმავებულია მდგრად ფენაში. რომლის ივრის ალბათობა უმნიშვნელოდ ითვლება. საწყის ციკლში AB და BC ხაზების, როგორც ბაზისების, მაღალი სიზუსტით განაზომებისა და კუთხეების ოპტიკური თეოდოლიტით განაზომების საშუალებით პირობით სისტემაში საზღვრავენ 1, 2, 3 წერტილების კოორდინატებს და შემდგომისათვის გამოსავლად,

როგორც მყარს, იღებენ A , B და C წერტილების კოორდინატებს, ამ წერტილებიდან საპირო სიზუსტით ზომიან ციკლობრივ კუთხეებს. ციკლების შესაბა-



ნახ. 10.15.3.4.

მისად მიღებულ კოორდინატებს შორის სხვაობებით ისაზღვრება დასაკვირვებელი 1, 2, 3 წერტილების გადაადგილებების ოდენობები და მიმართულებები.

როგორც ცნობილია, ერთმაგი პირდაპირი გადაკვეთით განსაზღვრული წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა ისაზღვრება ფორმულით

$$m_{\text{გადაკვეთით}} = \frac{m_{\beta}}{\rho \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}. \quad (10.15.3.7)$$

როცა $\gamma = 60^\circ$, $m_{\beta} = 3''$, $S_1 = S_2 = 250$ მ, მივიღებთ

$$m_{\text{გადაკ}} = \frac{2''}{2 \cdot 10^6 \sqrt{3}} \times 250 \times \sqrt{2} \approx 4 \text{ მმ.}$$

ცხადია, მრავალჯერადი გადაკვეთით მიღწეული იქნება მეტი სიზუსტე. კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომის $1''$, 0 -მდე შემცირებით კიდევ გაიზრდება გადაადგილებების განსაზღვრის სიზუსტეები. ტრიანგულაციის მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა დიდი ობიექტების მთავარი ელემენტების გადაადგილებების შესასწავლად. მაგალითად, მდინარის ნაპირების გადაადგილებების შესასწავლად მის ნაპირზე აგებენ მიკროტრიანგულაციას, რომელშიც შეაქვთ არანაკლებ ორი მყარი (მდგრადი) A და B წერტილები, რომელთა შორის საპირო სიზუსტით გაზომილ მანძილს იღებენ ბაზისად (ნახ. 4^ბ).

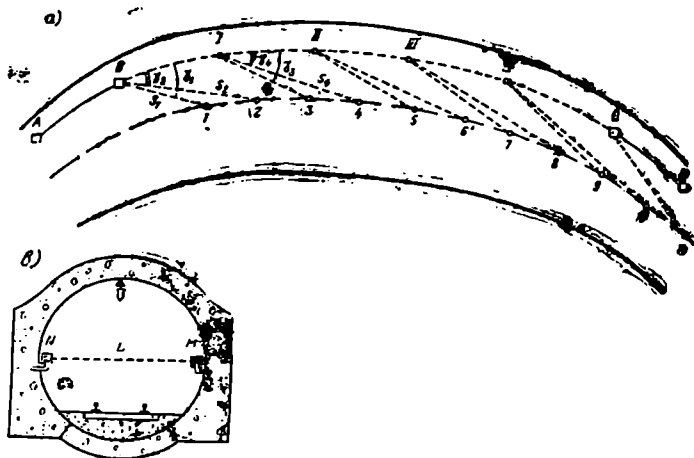
იმ შემთხვევაში, როცა გვაქვს სათანადო სიზუსტის სინათლის მანძილზომი, მაშინ გადაადგილებების დასადგენად სრულდება კომბინირებული დაკვირვებები ტრიანგულაცია-ტრილატერაციის სახით, რისთვისაც ოპტიკური თეოდოლიტით იზომება საპირო ყველა კუთხე და სინათლის მანძილზომით კი ყველა გვერდი. ასეთი მიდგომით მალალი სიზუსტით დადგინდება მდინარის ნაპირების გადაადგილებების ოდენობები. შეიძლება დამოუკიდებლად სინათლის მანძილზომით ტრილატერაციის მეთოდის გამოყენება.

გადაადგილებების დადგენისათვის პოლიგონომეტრიის მეთოდის გამოყენების გასაშუქებლად განვიხილოთ საკითხი რკინიგზის გვირაბის მეწყერების ზეგაყენით გადაადგილებების დადგენის შესახებ. გვირაბის მდგრად

ჯებანზე საკირო სიღრმეზე ამაგრებენ პოლიგონომეტრიის საყრდენ *A*, *B* და *C*, *D* პუნქტებს. (ნახ. 5). გვირაბის კამარზე დამაგრებულია 1, 2, 3, ..., 10 მარკები მსუბუქი შვეულებით, რომლებზეც უნდა მოხდეს დაკვირვებები.

გამოსავალ (საყრდენ) *A*, *B*, *C* და *D* პუნქტებზე დაყრდნობილი I, II, III, IV პუნქტებიდან იგება უზუსტესად განზომი კუთხეებისა და გვერდების პოლიგონომეტრიული სვლის დანაკვირვები ციკლები.

პოლიგონომეტრიის შემოსვენებულ პუნქტებზე თანადროულად იზომებოდა როგორც მოხვევის კუთხეები, ისე მიმართულებები გვირაბის კამარზე დაკვირვებული შვეულის ძაფზე. დანაკვირვები 1, 2, 3, ..., 10 წერტილების კოორდი-

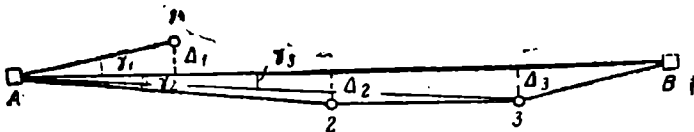


ნახ. 10.15.3-5.

ნატებს საზღვრავენ პოლარი ხერხით განზომი γ კუთხეებისა და δ პორიზონტული მანძილების მიხედვით. პოლიგონომეტრიული სვლის ყოველ ციკლში სრულდებოდა მკაცრი გაწონასწორება და შემდეგ ისაზღვრებოდა დანაკვირვებ წერტილების კოორდინატები. ამავე დროს თანადროულად აწარმოებდნენ გვირაბის კედლების შეახლოებებზე დაკვირვებებს, რისთვისაც გვირაბის პორიზონტული დიამეტრის ბოლოებში ჩამაგრებდნენ ნებისმიერ *M* და *N* ნიშნებს (5° ნახაზი). რომელთა შორის ინჟარული რულებით ზომავდნენ ციკლურად *L* დიამეტრს.

გასწვრივობის მეთოდს იყენებენ შენობებისა და ნაგებობების პირდროელექტროსადგურების კაშხალის ელემენტების, ხიდების ბურჯების, სანაპიროების ნაგებობების, სამქრობებში დაყენებული ტექნოლოგიური დანადგარების, სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორიების დანადგარების გადაადგილებების განსაზღვრისათვის. შედარებით კარგ შედეგს იძლევა, როცა გამოსავალი ობიექტი არის წრფივი და დასაკვირვებელი წერტილები ახლო და ტოლ სიმაღლეზე ადგილზე დანიშნულ გასწვრივობის ხაზთან.

გასწვრივობას ამაგრებენ არანაკლებ ორი საიმედოდ დამაგრებული წერტილით, უმთავრესად შებენებულ შვეულებით, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია (6) ნახაზზე A და B წერტილების სახით. გადაადგილებებზე დაკვირვებების პუნქტებია ნაგებობების ბლოკებზე დამაგრებული 1, 2, 3 წერტილები. გას-



ნახ. 10.15.3.6.

წვრივობიდან ამ წერტილების გადახრების ოდენობების დასადგენად ზომავენ Y_i კუთხეებს და S_i თარაზულ მანძილებს A წერტილიდან. გასწვრივობიდან Δ_i გადახრების ოდენობებს საზღვრავენ ფორმულით

$$\Delta_i = \frac{Y_i}{\rho} \cdot S_i. \quad (10.15.3.8)$$

ჩვეულებრივ მცირე კუთხეს ზომავენ მალალი სიზუსტით კუთხესაზომი ინსტრუმენტის ოკულარ-მიკრომეტრის საშუალებით, ხოლო S_i მანძილებს — სინათლის მანძილზომებით ან სხვა ზუსტი საზომებით. ვინაიდან S_i მანძილის მალალი სიზუსტით გაზომვა არ მოითხოვება, შეიძლება მათ გასაზომად გამოიყენონ ოპტიკური მანძილზომები.

გასწვრივობიდან გადახრის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta_i = \frac{Y_i}{\rho} \cdot S_i. \quad (10.15.3.9)$$

i წერტილის გასწვრივობიდან გადახრის (Θ_{N-1}) _{i} ოდენობა საწყისი (პირველი) ციკლიდან N ნომრის ციკლამდე ისაზღვრება ფორმულით

$$(\Theta_{N-1})_i = \frac{Y_{N,i}}{\rho} - \frac{Y_{1,i}}{\rho} \cdot S. \quad (10.15.3.10)$$

პირი საშუალო კვადრატული შეცდომა კი გამოითვლება ფორმულით

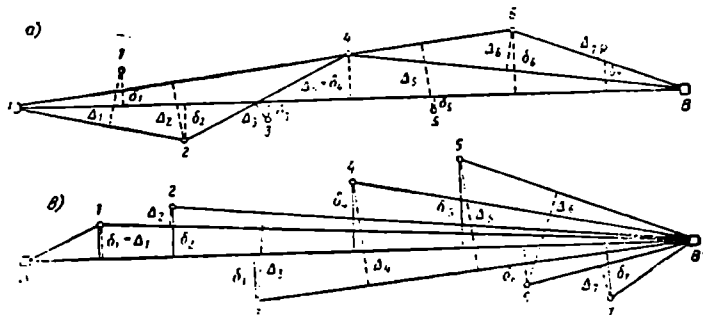
$$m_{\Theta} = \frac{m_r \sqrt{2}}{\rho} \cdot S. \quad (10.15.3.11)$$

შეიძლება Δ_i გადაადგილებები განისაზღვროს უშუალო გაზომვებით, რისთვისაც იყენებენ მოძრავი მარკის ხერხს. მოძრავ მარკას აქვს სკალა და მიკრომეტრი. დაკვირვებამდე მარკას აყენებენ დასაკვირვებელ წერტილზე. მიკრომეტრზე ანათვალა, როცა მარკის სიმეტრიის ღერძი გადის დასაკვირვებელი წერტილის ცენტრზე. არის მარკის ნულადგილი (N). გასწვრივობის A წერტილზე დაყენებული თეოდოლიტის საძიხნე ღერძს ვუმიზნებო

გასწვრივობის B წერტილზე დაყენებულ უძრავ მარკას. შემდეგ დამკვირვებლის სიგნალის შესაბამისად დამხმარე მოძრავი მარკის ვერტიკალურ ღერძს მიკრომეტრული ხრახნებით გადაადგილებით უთავსებს დაყენებულ სამიზნე ღერძს, ანუ მოძრავი მარკა შეჰყავთ AB გასწვრივობაში და იღებენ ანათვალს მოძრავი მარკის სკალაზე და მიკრომეტრზე. ანათვალსა და N ნულადგის შორის სხვაობა იქნება გასწვრივობიდან წერტილის გადახრის ოდენობა. ყოველი წერტილისათვის გადაადგილების ასეთ განსაზღვრას აწარმოებენ რამდენიმეჯერ.

გრძელ მანძილებზე დამკვირვებლისა და დამხმარეს ურთიერთდაშორება იწვევს სისტემატურ შეცდომებს, ამიტომ წარმოებაში იყენებენ დისტანციურად სამართავ მოძრავ მარკას, რომელსაც გასწვრივობაში აყენებს თვით დამკვირვებელი, თანაშემწე კი იღებს და იწერს მოძრავი მარკის სკალასა და მიკრომეტრზე ანათვლებს. ამჟამად დამუშავებული და შედგენილია მაკეტი ელექტრომოწყობილობისა, რომელიც იღებს ზემოხსენებულ ანათვლებს და გადააქვს დამკვირვებელთან ახლო ტაბლოზე.

დამიზნების შეცდომებისა და გარემოს გავლენის, კერძოდ. გვერდითი რეფრაქციის შემცირების მიზნით გასწვრივობის მანძილს ყოფენ ნაწილებად და



ნახ. 10.15.3.7.

აკვირდებიან ნახევარი ან მეოთხედი გასწვრივობის პროგრამის შესაბამისად. ე. ი. იყენებენ კერძო გასწვრივობებს, რომლის პრინციპი მეოთხედი პროგრამის შესაბამისად გაშუქებულია (7^ა ნახაზზე). პირველ რიგში საზღვარავენ მე-4 წერტილის $\Delta_4 = \delta_4$ გადახრას AB გასწვრივობიდან: შემდეგ ისაზღვრება მე-2 და მე-6 წერტილების Δ_2 და Δ_6 გადახრა $A-4$ და $B4$ გასწვრივობიდან; ამის შემდეგ ისაზღვრება 1-ლ, 3, 5. მე-7 წერტილების Δ_1 , Δ_3 , Δ_5 და Δ_7 გადახრები $A-2$, $2-4$, $4-6$ და $6-B$ გასწვრივობებიდან.

ძირითადი AB გასწვრივობიდან 1-ლ, 2, 3, 4, 5, 6. მე-7 წერტილების δ_1 , δ_2 , ..., δ_7 გადახრები გამოითვლება ფორმულებით

$$\delta_1 = \Delta_1 + \Delta_2 \frac{S_{A-1}}{S_{A-2}} + \Delta_3 \frac{S_{A-1}}{S_{A-4}}$$

$$\delta_2 = \Delta_2 + \Delta_1 \frac{S_{A-2}}{S_{A-4}}$$

$$\left. \begin{aligned}
 \delta_3 &= \Delta_3 + \Delta_2 \frac{S_{3-4}}{S_{2-4}} + \Delta_1 \frac{S_{A-3}}{S_{A-4}} \\
 \delta_4 &= \Delta_4 \\
 \delta_5 &= \Delta_5 + \Delta_4 \frac{S_{B-5}}{S_{B-4}} + \Delta_3 \frac{S_{4-5}}{S_{4-6}} \\
 \delta_6 &= \Delta_6 + \Delta_4 \frac{S_{B-6}}{S_{B-4}} \\
 \delta_7 &= \Delta_7 + \Delta_6 \frac{S_{B-7}}{S_{B-6}} + \Delta_4 \frac{S_{B-7}}{S_{B-4}}
 \end{aligned} \right\} (10.15.3.12)$$

გასწვრივობიდან დაკვირვების წერტილების გადახრის განსაზღვრის საშუალო კვადრატულ შეცდომებს საზღვრავენ ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned}
 m_{\delta_1}^2 &= m_{\Delta_1}^2 + m_{\Delta_2}^2 \left(\frac{S_{A-1}}{S_{A-2}} \right)^2 + m_{\Delta_4}^2 \left(\frac{S_{A-1}}{S_{A-4}} \right)^2 \\
 m_{\delta_3}^2 &= m_{\Delta_3}^2 + m_{\Delta_4}^2 \left(\frac{S_{A-2}}{S_{A-4}} \right)^2 \\
 m_{\delta_5}^2 &= m_{\Delta_5}^2 + m_{\Delta_4}^2 \left(\frac{S_{3-4}}{S_{2-4}} \right)^2 + m_{\Delta_6}^2 \left(\frac{S_{A-3}}{S_{A-4}} \right)^2 \\
 m_{\delta_6}^2 &= m_{\Delta_6}^2
 \end{aligned} \right\} (10.15.3.13)$$

განხილავი ხერხით შედარებით სუსტად ისაზღვრება გასწვრივობის შუა მე-4 წერტილის გადაადგილების ოდენობა, რაც ამცირებს გასწვრივობის მეორე და მესამე მეთხედში მდებარე წერტილების გადაადგილებების განსაზღვრის სიზუსტეს. ამ მეთოდით დაკვირვებები სრულდება პირდაპირი და შებრუნებული სვლის პროგრამით და ბოლოს ისაზღვრება შედეგთა საშუალოები, შეფასებისათვის კი (13) ტოლობით მიღებული შედეგები უნდა გადავამრავლოთ $\sqrt{2}$ ოდენობაზე.

წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება თანამიმდევრული გასწვრივობის მეთოდი, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში (ნახ. 7^ა): *A* წერტილში დაყენებული ინსტრუმენტის მოძრავე მარკის დახმარებით საზღვრავენ 1-ლი წერტილის $\delta_1 = \Delta_1$ გადაადგილებას *AB* გასწვრივობიდან; შემდეგ გადააქვთ თეოდოლიტი 1-ლ წერტილში და საზღვრავენ მე-2 წერტილის Δ_2 გადახრას 1—*B* გასწვრივობიდან; შემდეგ გადააქვთ თეოდოლიტი მე-2 წერტილში და საზღვრავენ მე-3 წერტილის Δ_3 გადახრას 2 — *B* გასწვრივობიდან და ასე შემდეგ გასწვრივობის ბოლომდე. (7^ა) ნახაზის მიხედვით განსაზღვრულია მე-7 წერტილის

Δ_7 გადაადგილება B — B გასწვრივობიდან. შემდეგ იმეორებენ დაკვირვებებს უკან სვლით B წერტილიდან A -საკენ. ძირითადი AB გასწვრივობის მიმართ გადახრები ისაზღვრება ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \Delta_1 \\ \delta_2 &= \Delta_1 \frac{S_{2-B}}{S_{1-B}} + \Delta_2 \\ \delta_3 &= \Delta_1 \frac{S_{3-B}}{S_{1-B}} + \Delta_2 \frac{S_{3-B}}{S_{2-B}} + \Delta_3 \\ \delta_7 &= \Delta_1 \frac{S_{7-B}}{S_{1-B}} + \Delta_2 \frac{S_{7-B}}{S_{2-B}} + \Delta_3 \frac{S_{7-B}}{S_{3-B}} + \\ &+ \Delta_4 \frac{S_{7-B}}{S_{4-B}} + \Delta_5 \frac{S_{7-B}}{S_{5-B}} + \Delta_6 \frac{S_{7-B}}{S_{6-B}} + \Delta_7 \end{aligned} \right\} (10.15.3.14)$$

უკან სვლისათვის კი იქნება

$$\left. \begin{aligned} \delta_7 &= \Delta_7 \\ \delta_6 &= \Delta_7' \frac{S_{6-A}}{S_{7-A}} + \Delta_6' \frac{S_{6-A}}{S_{6-A}} + \Delta_5' \\ \delta_1 &= \Delta_7' \frac{S_{1-A}}{S_{7-A}} + \Delta_6' \frac{S_{1-A}}{S_{6-A}} + \Delta_5' \frac{S_{1-A}}{S_{5-A}} + \\ &+ \Delta_4' \frac{S_{1-A}}{S_{4-A}} + \Delta_3' \frac{S_{1-A}}{S_{3-A}} + \Delta_2' \frac{S_{1-A}}{S_{2-A}} + \Delta_1' \end{aligned} \right\} (10.15.3.15)$$

ყველა გასწვრივობის მიმართ წერტილის გადაადგილების საშუალო კვადრატულ შეცდომას თუ დავუშვებთ ერთნაირს და აღვნიშნავთ m_{Δ} სიმბოლოთი, პირდაპირა სვლის 1-ლი წერტილისათვის მივიღებთ

$$(m_{\delta_1}^2)_{\text{პირდაპირ}} = m_{\Delta}^2. \quad (10.15.3.16)$$

შებრუნებული სვლისათვის, თანახმად (13) ფორმულებისა, მივიღებთ

$$\begin{aligned} (m_{\delta_1}^2)_{\text{შებრუნებით}} &= m_{\Delta}^2 \left\{ \left(\frac{S_{1-A}}{S_{7-A}} \right)^2 + \left(\frac{S_{1-A}}{S_{6-A}} \right)^2 + \left(\frac{S_{1-A}}{S_{5-A}} \right)^2 + \right. \\ &\left. + \left(\frac{S_{1-A}}{S_{4-A}} \right)^2 + \left(\frac{S_{1-A}}{S_{3-A}} \right)^2 + \left(\frac{S_{1-A}}{S_{2-A}} \right)^2 + 1 \right\}. \end{aligned} \quad (10.15.3.17)$$

პირდაპირი და შებრუნებული სელის საშუალოსათვის კი დავწერთ

$$(m_{s_1})_{\text{სავ}} = \frac{j(m_{s_1})_{\text{პირდ}} \cdot (m_{s_1})_{\text{შებრ}}}{\sqrt{(m_{s_1})_{\text{პირდ}}^2 + (m_{s_1})_{\text{შებრ}}^2}} \quad (10.15.3.18)$$

ზემოგანხილულ მეთოდებთან შედარებით თანამიმდევრობითი გასწვრივობის მეთოდი მაღალ სიზუსტეს იძლევა.

თეოდოლიტით დიდ მანძილებზე ზემოხსენებული სამუშაოების შესრულების დროს ჰოგრის საჭირო ფოკუსირების გამო გასწვრივობის მეთოდის სიზუსტე სავარძობლად იკლებს.

ლაზერის სხივის გამოყენება ვერ სპობს დაკვირვებებზე გვერდითი რეფრაქციის მავნე გავლენას. აგრეთვე აღსანიშნავია, რომ ზემოთ განხილულ მეთოდების გამოყენების დროს გვერდითი რეფრაქცია მუდამ ერთნაირ ზეგავლენას იძლევა, ე. ი. ყველა მეთოდში განივი რეფრაქციის გავლენა მუდმივია.

განივი რეფრაქციის გავლენის შესამცირებლად იყენებენ სიმების მეთოდს. სიზუსტის გაზრდის მიზნით, სიმა აყენებენ საყრდენი პუნქტის ცენტრზე მიკროსკოპის საშუალებით.

იმ შემთხვევაში, როცა გასწვრივობის სიგრძე დიდია, მაგალითად, ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის დროს სიგრძეები აღწევს კილომეტრს, სიმა დიდად ჩაიღუნება. ამის გამო მას ქვემოდან უყენებენ ბიგებს ან სიმა აყენებენ ტივტივებზე, რომლებიც ჩაშვებულია გასწვრივობაში დაყენებულ წყლით სავსე რეზერვუარებში. სიმის ადგილზე ფიქსაციის ასეთ მეთოდს უწოდებენ „მცურავი სიმების მეთოდს“.

ბ ა მ ო მ ე ნ ე ა უ ლ ი ლ ი ტ ი რ ა ტ უ რ ა

1. Данилов П. Н. и др., Технология строительного производства, Стройиздат, Москва, 1977.
2. Сидор В. Н. и др., Технология строительного производства, Высшая школа, Москва, 1969.
3. Гремчи И. В., Научная организация труда и управления в строительстве, Высшая школа, Москва, 170 г.
4. Большаков В. Д., Теория ошибок наблюдений с основами теории вероятностей, Недра, Москва, 1965.
5. Большаков В. Д. и др., Высокоточные геодезические измерения для строительства и монтажа Большого Серпуховского ускорителя, Недра, Москва, 1968.
6. Видуев Н. Г., Гржибобский В. П.,— Геодезическое проектирование вертикальной планировки, Недра, Москва, 1964.
7. Видуев Н. Г., Ракитов Д. П., Приложение инженерно-строительном деле, Недра, Москва, 1964.
8. Лебедев Н. П. и др., Практикум по курсу прикладной геодезии, Недра, Москва, 1977.
9. Гапъшиц В. Н. и др., Справочное руководство по крупномасштабным съемкам, Недра, Москва, 1969.
10. Гапъшиц В. Н., Репалов И. М., Геодезические работы при строительстве и эксплуатации подкрановых путей, Недра, Москва, 1972.
11. Глотов Г. Ф., Геодезия в строительстве, Геодезиздат, Москва 1958.
12. Глотов Г. Ф., Курс инженерной геодезии, Недра, Москва, 1972.
13. Глотов Г. Ф., Геодезия в строительно-монтажном производстве, Издательство литературы по строительству, Москва, 1967.
14. Закатов П. С. и др., Инженерная геодезия, Недра, Москва, 1976.
15. Хрепов Л. С. и др., Инженерная геодезия, Недра, Москва, 1968.
16. Неумывакин Ю. К., Практическое руководство по геодезии для архитектурной службы района, Недра, Москва, 1974.
17. Климов О. Д., Основы инженерных изысканий, Недра, Москва, 1974.
18. Левчук Г. П., Курс инженерной геодезии, Недра, Москва, 1970.
19. Лебедев Н. Н., Курс инженерной геодезии, Недра, Москва, 1974.
20. თევზაძე ნ., განზომილია შეცდომების თეორია, ტექნიკა და შრომა, თბილისი, 1957.
21. თევზაძე ნ., განზომილია აღბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა, კლდნა, თბილისი, 1960.
22. თევზაძე ნ., უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, კლდნა, თბილისი, 1964.
23. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია I, განათლება, თბილისი, 1974.
24. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია II, განათლება, თბილისი, 1974.
25. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VI, განათლება, თბილისი, 1975.
26. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VII, განათლება, თბილისი, 1976.
27. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VIII, განათლება, თბილისი, 1979.
28. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია IX, განათლება, თბილისი, 1980.
29. Сундаков Я. А., Геодезические работы при возведении крупных промышленных сооружений и высотных зданий, Недра, Москва, 1980.

30. Пяскупов М. Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений, Недра, Москва, 1980.
31. Кардсон А. А. Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами, Энергия, Москва, 1980.
32. Тевадзе Н. А., Об организации и исполнении топографо-геодезических работ для целей проектирования и строительства заводов черной металлургии, Тр. ГИИ, Тбилиси, 1948.
33. Никитин С. Н., Основы гидроэнергетических расчетов, Госнефтеиздат, Москва, 1959.

ИБ № 174J

რედაქტორი პ. ლაბაბტუცია
მხატვრული რედაქტორი თ. შენსხი
ტექნიკური რედაქტორი მ. ოსტაშვილი
უფროსი კორექტორი ნ. დოღბაძე
კორექტორი მ. ოდილაეძე
გამომწვები ლ. ვაბარაშვილი

გადაეცა წარმოებას 30. VI. 81. ხელმოწერილია დასაბუქლად 15/111-82 წ. ქალაქ-
დის ზომა 70X108 1/16, საბუქლი ქალაქი № 1, საბუქლი თაბახი 29. 5. პერიოდი-
საბუქლი თაბახი 41,3. სააღრიცხეო-საგამომცემლო თაბახი 32.72.

უე 00497

ტირაჟი 3000

შეკვეთა № 1045

ფანი 1 მან. 50 კაბ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანაშვილის ქ. 5.
Издательство «Ганатლება», Тбилиси ул. Марджавишвили 5.

1982

სპი-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. 69
Типография ИПИ, Тбилиси, ул. Ленина, 69